



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**DIPLOMADO DE EVALUACION DE
PROYECTOS DE INVERSION**

MÓDULO IV

TEMA

**SITUACIÓN COMÚN EN UN ORGANISMO
OPERADOR**



PLANEACIÓN

SITUACIÓN COMÚN EN UN ORGANISMO OPERADOR

NECESIDADES VS. RECURSOS



PLANEACIÓN

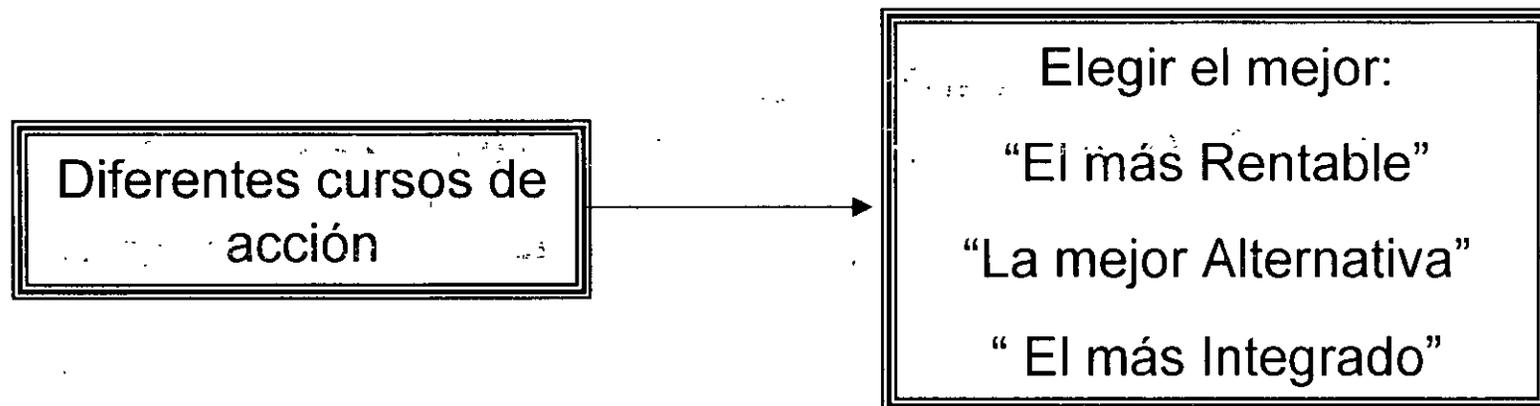
OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS E IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES

- **Con menos hacer más**
- **Identificar acciones de impacto**
- **Propiciar productividad**
- **Problemas fundamentales y derivados**

PLANEACIÓN

OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS E IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES

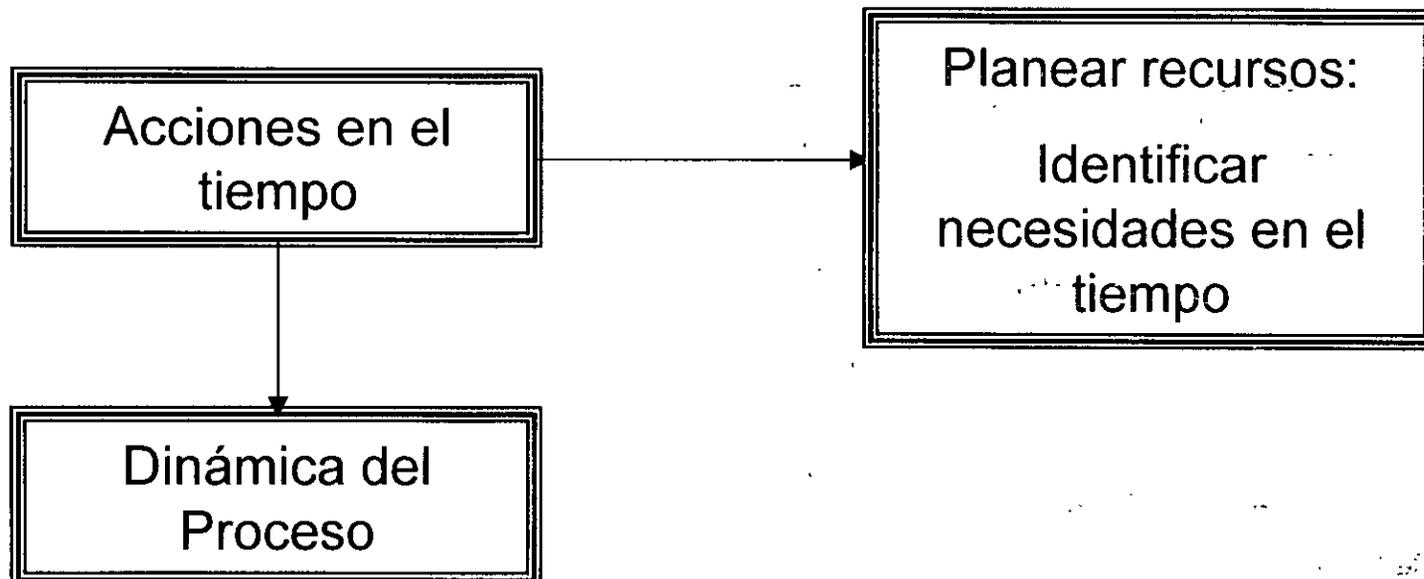
RESULTADOS:



PLANEACIÓN

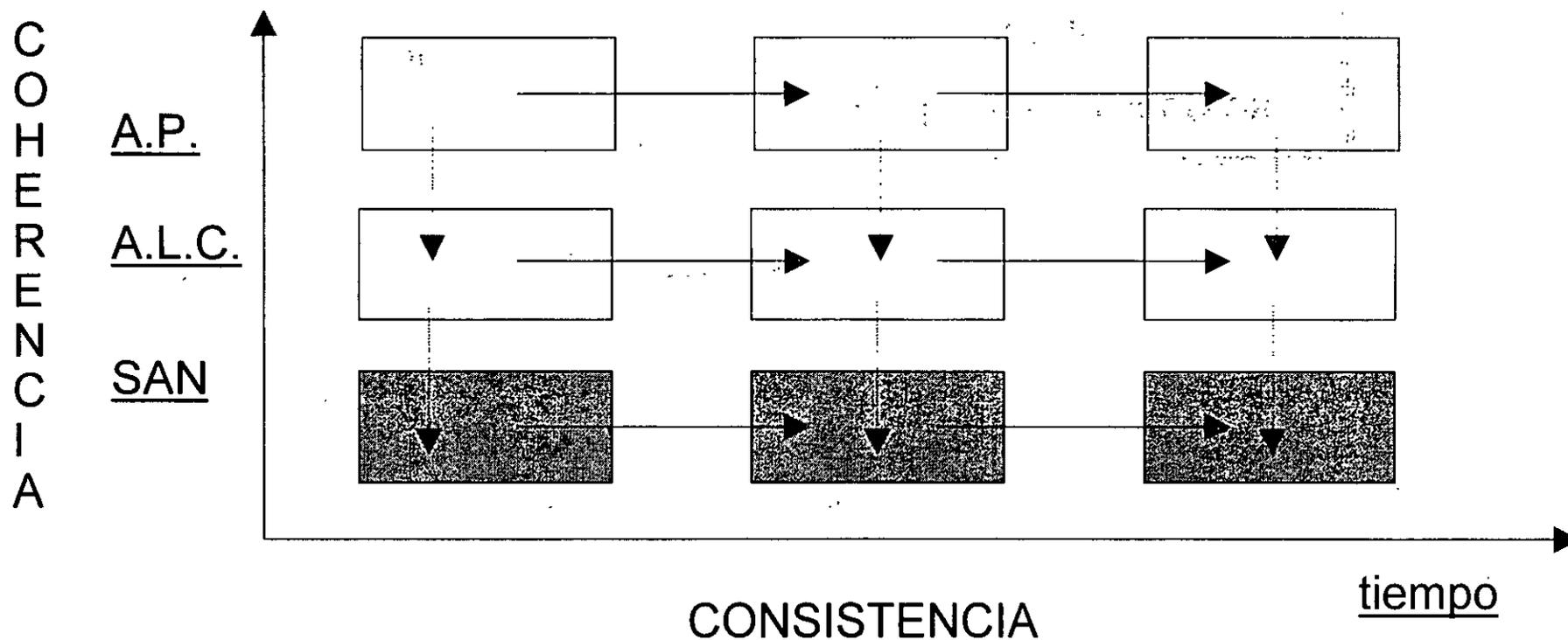
OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS E IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES

RESULTADOS:(Variable Tiempo)



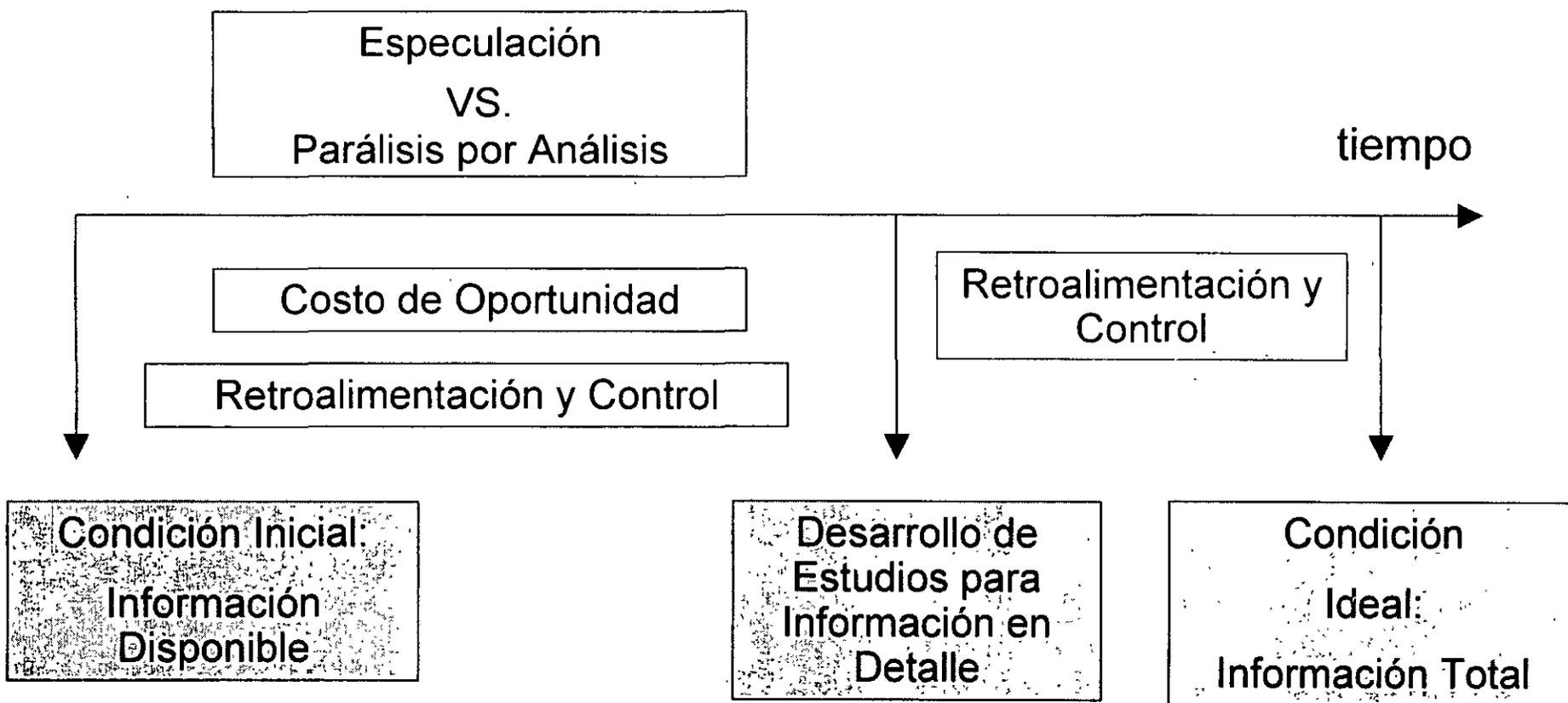
PLANEACIÓN

MATRIZ DE ACCIONES



PLANEACIÓN

PROCESO DINÁMICO DE PLANEACIÓN





EVALUACIÓN

Proyecto de Inversión (rentabilidad)

- Factibilidad Técnica
- Factibilidad Económica
- Factibilidad Financiera
- Factibilidad Institucional

EVALUACIÓN

Organismo Operador APAS

- Factibilidad Técnica

- Tecnología
- Capacidad Humana
- Diseño

Factibilidad Económica

- Capacidad de Pago de Clientes
- Proyectos Rentables

- Factibilidad Financiera

- Fuente y Costo del Financiamiento
- Recuperación de Inversión

- Factibilidad Institucional

- Marco Legal
- Atribuciones

EVALUACIÓN

Información Básica Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento

- Cuántos clientes son y serán: Población
- Cuánto debo producir: Dotación
- Cuánto produzco: Gasto de Fuentes
- Cuánto pierdo: Agua No Contabilizada
- Cuánto utilizo: Consumo
- Cuánto ensucio y recolecto: Alcantarillado
- Cuánto vierto: Tratamiento

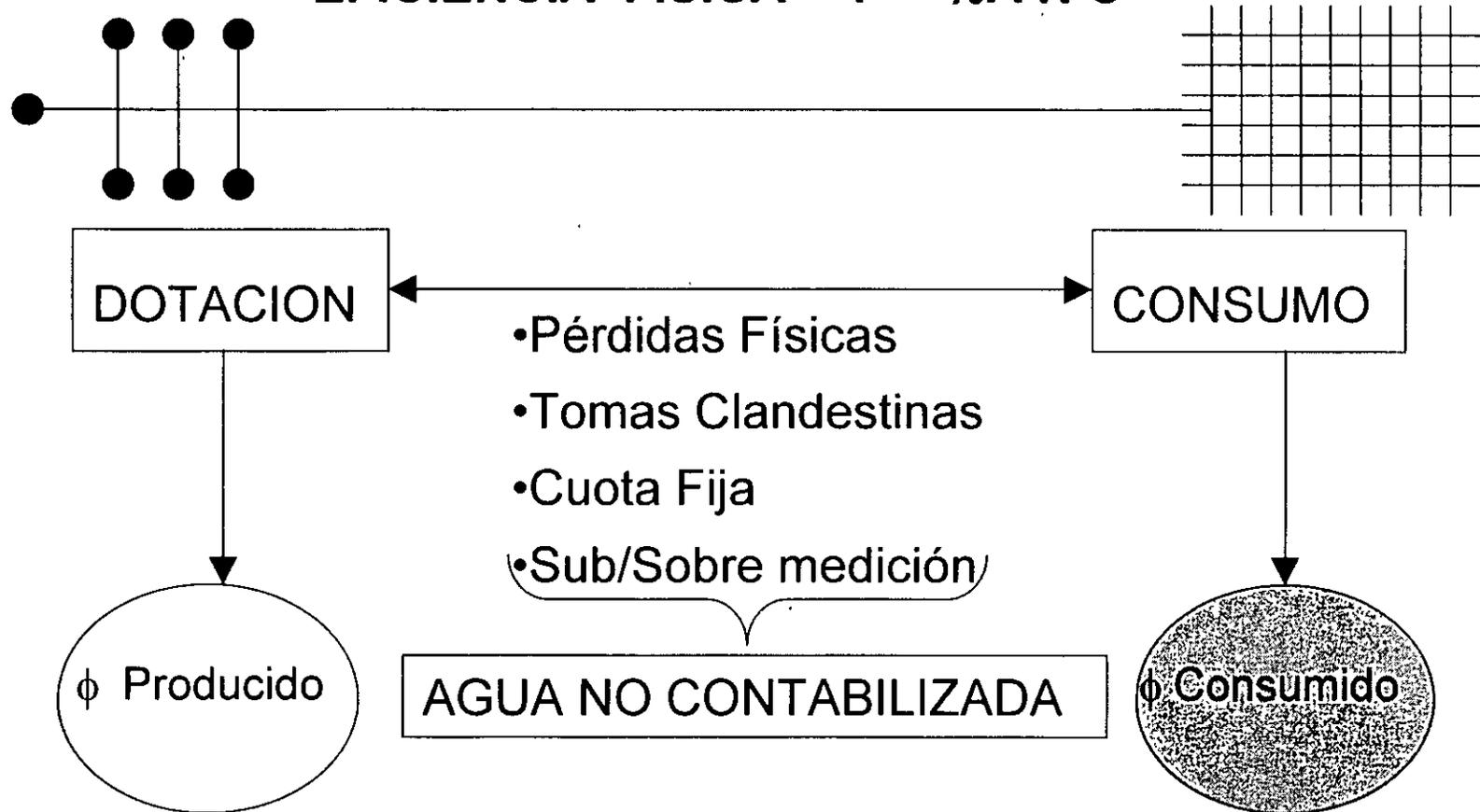
EVALUACIÓN

Información Básica Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento

- | | |
|-------------------------|--------------------|
| •En cuánto vendo: | Tarifa= Precio |
| •Cuánto facturo y Cobro | Ingresos |
| •Cuánto gasto: | Egresos |
| •A quién le cobro: | Padrón de Usuarios |

EVALUACIÓN

EFICIENCIA FÍSICA = 1 - %A N C



EVALUACIÓN

EFICIENCIA COMERCIAL

FACTURACIÓN
POR SERVICIO

RECAUDACIÓN
POR SERVICIO

$$\text{EFICIENCIA COMERCIAL} = \$ \text{Recaudados} * 100 / \$ \text{Facturados}$$

$$\text{EFICIENCIA TOTAL} = \text{Eficiencia Física} * \text{Eficiencia Comercial}$$

PLANES MAESTROS

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS PLANES MAESTROS:

Programa Nacional de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento

1er. CRÉDITO SECTORIAL: BIRF Y BID.

Solicitud de esquemas de planeación que permitieran orientar en el corto plazo las inversiones en organismos operadores.

* Estudios de Factibilidad técnica, financiera, económica e institucional...

Otorgamiento por CNA.



PLANES MAESTROS

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS PLANES MAESTROS:

Programa Nacional de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento

2o. CRÉDITO SECTORIAL: BIRF Y BID

Esquemas de planeación de recursos para programas de inversión, p.e. APAZU con fortalecimiento empresarial.

* Plan Maestro, enfoque de Plan de Negocio
Reconocimiento: BIRF, BID, NADBANK.
Involucramiento del O. O.



PLANES MAESTROS

MARCO LÓGICO.

PERCEPCIÓN DEL ORGANISMO OPERADOR:

- 1.- Obras (\$\$\$) vs Estudios (Planeación)
- 2.- CNA como promotor de la Planeación y como recaudador
- 3.- Permanencia promedio del director del O.O.
1.8 años
- 4.- Condición de tenerlo, falta de seguimiento.
- 5.- Contratación por parte de CNA

PLANES MAESTROS

MARCO LÓGICO.

EL PLAN MAESTRO DEBE RESPONDER VARIAS PREGUNTAS EN UNA:

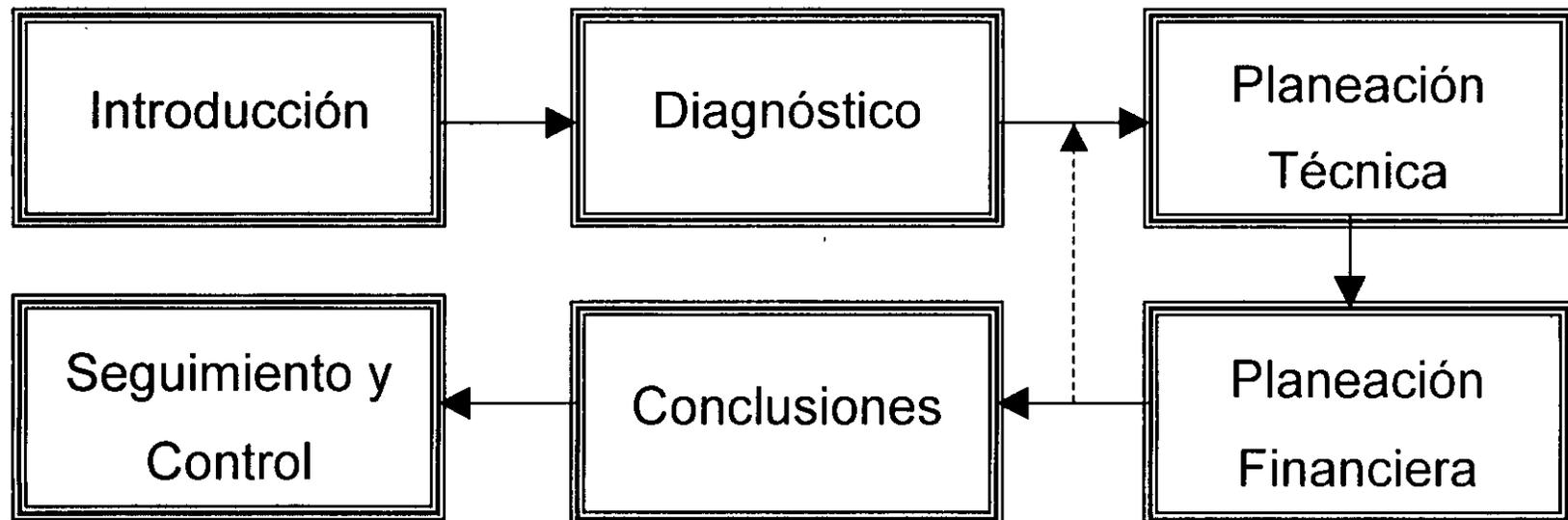
¿ Qué necesitamos construir, cuánto nos cuesta y cómo y qué se puede pagar ?

El plan maestro no resuelve los problemas, plantea una solución probable con base en presupuestos

PLAN MAESTRO

Planteamiento Conceptual:

- Herramienta metodológica de Planeación
- Ágil en contenido y funcionalidad
- Calidad y suficiencia en la información
- Seriedad y profundidad en márgenes de maniobra
- Análisis técnico-financiero veraz y oportuno



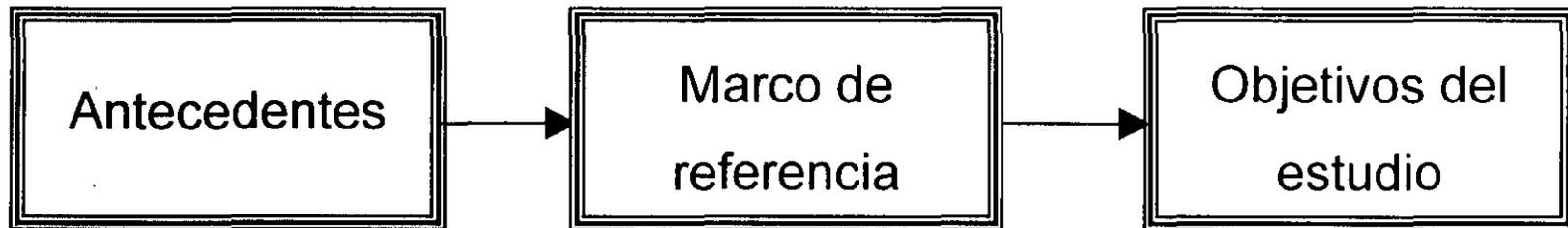
PLAN MAESTRO

Introducción:

Marco de referencia sobre el cual se desarrollará el estudio.

Características del marco en función de la localidad:

Unico, concreto, conciso



PLAN MAESTRO

Diagnóstico:

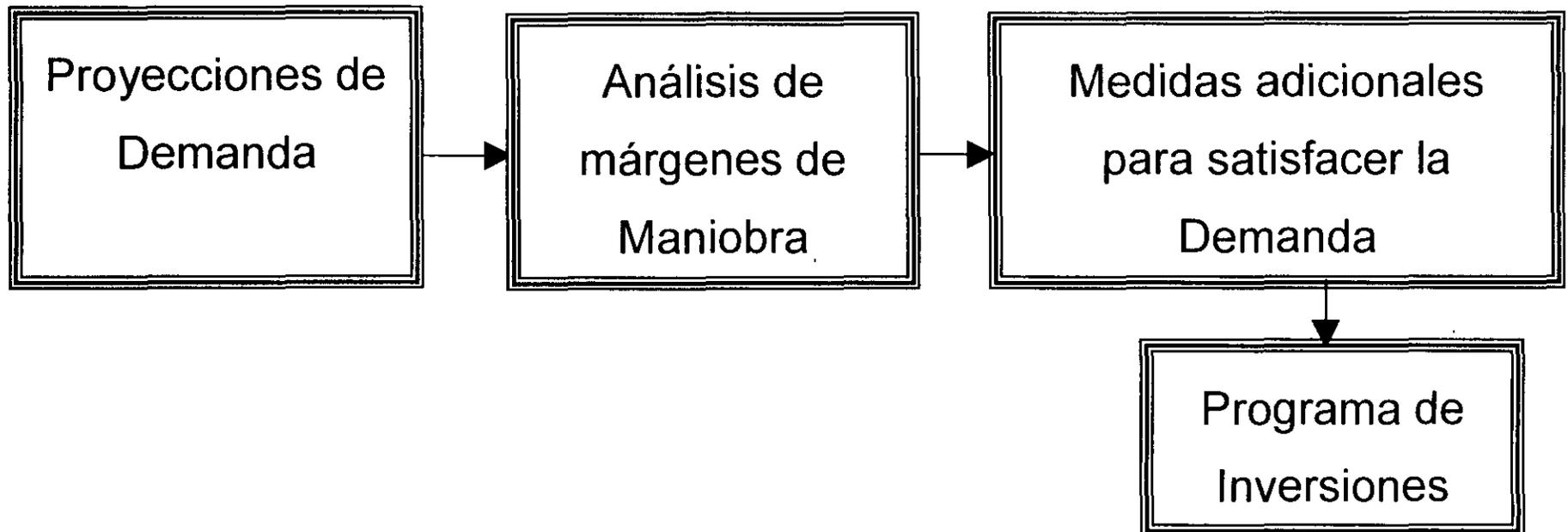
- Desarrollo a nivel conceptual.
- Uso de información de calidad.
- Definición de márgenes de maniobra.



PLAN MAESTRO

Planeación Técnica:

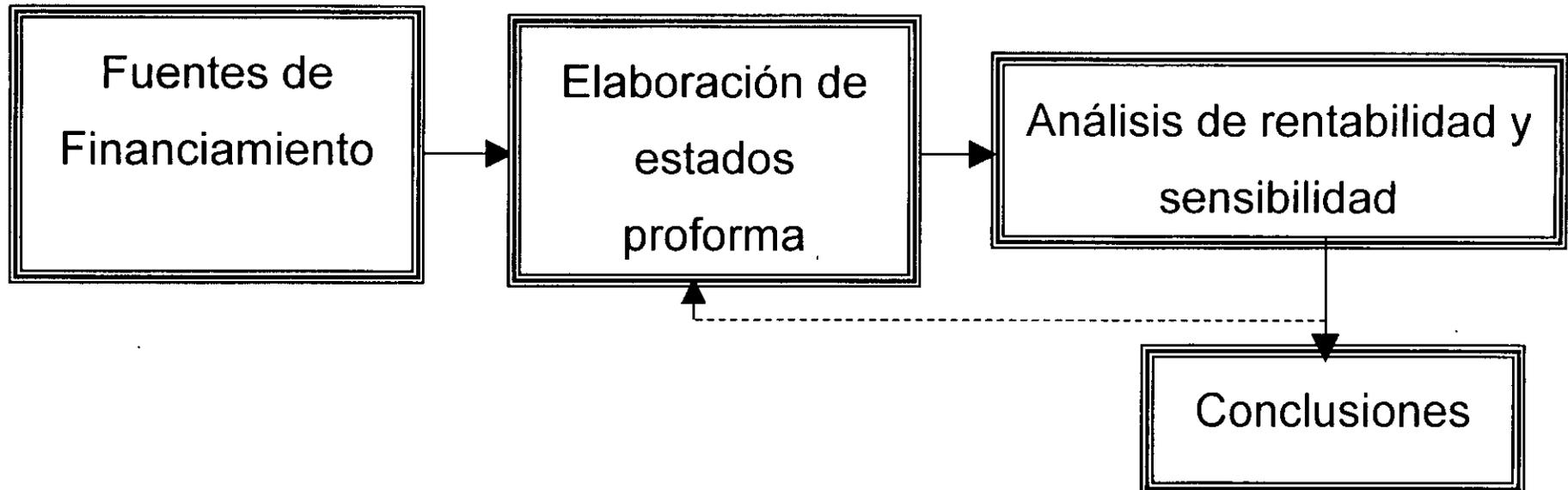
- Desarrollo a nivel conceptual.
- Definición Conceptual, esquema de anteproyecto.
- Uso de Costos índice.
- Planteamiento y evaluación de alternativas.



PLAN MAESTRO

Planeación Financiera:

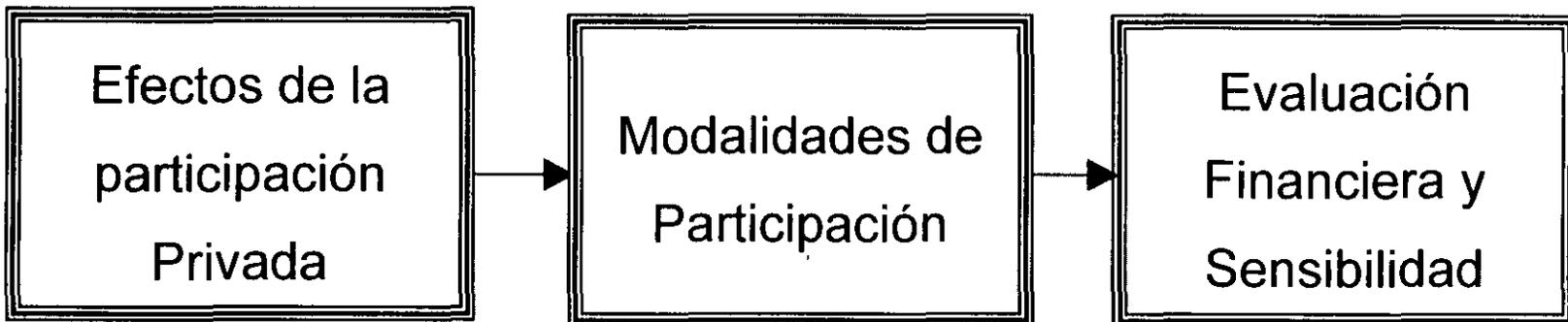
- Uso de información de calidad. Experiencia.
- Conocimiento de Normatividad.
- Manejo Contable y Financiero.
- Sensibilidad de Análisis.



PLAN MAESTRO

Análisis de la participación de la Iniciativa Privada:

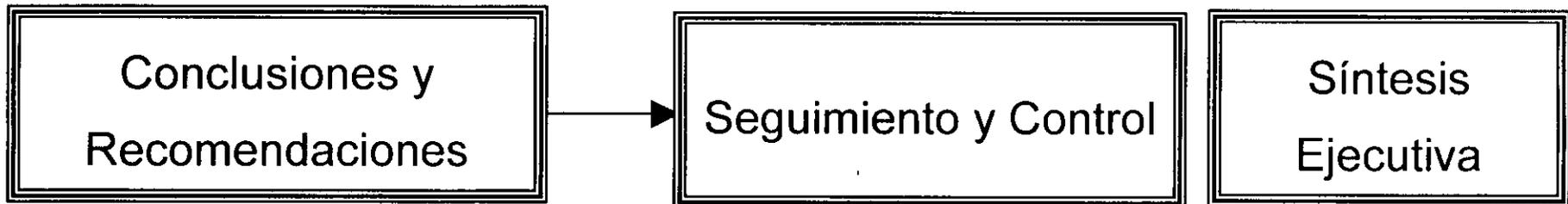
- Experiencia en el análisis.
- Esquema Legal y factibilidad.
- Sensibilidad de análisis.
- Planteamiento de Modalidades de Participación.



PLAN MAESTRO

Conclusiones y Recomendaciones:

- Conclusión de análisis integral.
 - Recomendaciones concisas , concretas y consistentes
- Seguimiento y Control.
- Mecanismo de seguimiento y control.
 - Definición de Integrantes y Procedimientos.



PLAN MAESTRO

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

- 1.1 Antecedentes
- 1.2 Marco de Referencia
- 1.3 Objetivo de Estudio

2 DIAGNÓSTICO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO. SANITARIO Y DEL SANEAMIENTO

2.1 Entorno Externo

- 2.1.1 Descripción del área de estudio
- 2.1.2 Características socioeconómicas de la población
- 2.1.3 Legislación vigente

2.2. Entorno Interno

- 2.2.1 Análisis de Demanda
 - 2.2.1.1 Determinación de la población actual
 - 2.2.1.2 Determinación de los consumos de agua por tipo de usuario

PLAN MAESTRO

2.2.1.3 Demanda actual de agua potable

2.2.1.4 Demanda actual de alcantarillado y saneamiento

2.2.2 Recursos Hidráulicos Existentes

2.2.3 Infraestructura existente

2.2.3.1 Agua Potable

2.2.3.2 Alcantarillado

2.2.3.3 Saneamiento

2.2.4 Caracterización del Organismo Operador

2.2.4.1 Estructura y organización

2.2.4.5 Sistema contable

2.2.4.2 Sistema de planeación

2.2.4.6 Sistema financiero

2.2.4.3 Sistema operacional

2.2.4.7 Sistema de apoyo administrativo

2.2.4.4 Sistema comercial

2.2.4.8 índices de gestión

PLAN MAESTRO

2.3 Síntesis Integral de Diagnóstico

2.3.1 Oportunidades y restricciones

2.3.2 Fortalezas y debilidades

2.4 Requerimientos inmediatos de los sistemas de agua potable, alcantarillado, saneamiento y consolidación del Organismo

3 PLANEACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE A.P., ALC. Y SAN.

3.1 Proyecciones

3.1.1 Marco de referencia

3.1.2 Proyección de la población

3.1.3 Proyección de la demanda de agua potable

13.1-4 Proyección de las aportaciones de aguas residuales

3.2 Planeación de los sistemas de a.p., alc. San.

3.2.1 Marco de Referencia

3.2.2 Agua potable

3.2.3 Alcantarillado

3.2.4 Saneamiento

3,4 5 Consolidación del Organismo Operador

3.2.5.1 Fortalecimiento empresarial

3.2.5.1 Obras de infraestructura a corto plazo

3 4.6 Jerarquización de acciones

3.3. Integración de Programa de Inversiones

3.4 Plan de Acción

4 ANÁLISIS DE RENTABILIDAD /RIESGO

4.1 Marco de referencia

4.2 Consideraciones básicas para el financiamiento

PLAN MAESTRO

4.3 Márgenes de Maniobra

4.3.1 Eficiencias Operativas

4.3.2 Tarifas

4.3.3 Otros

4.4 Elaboración de estados proforma

4.4.1 Balance

4.4.2 Estado de Resultados

4.4.3 Flujo de efectivo neto

4.5 Obtención de variables de rendimiento

4.6 Análisis de razones financieras

4.7 Conclusión del análisis de rentabilidad/riesgo

5 CONCLUSIÓN Y CONTROL



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

DIPLOMADO DE EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

MÓDULO IV

TEMA:

**LEY FEDERAL SOBRE METROLOGÍA Y
NORMALIZACIÓN**



COMISION NACIONAL
DEL AGUA

**SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA
GERENCIA DE INGENIERÍA BÁSICA Y NORMAS TÉCNICAS
SUBGERENCIA DE NORMALIZACIÓN**

Ley Federal sobre Metrología y Normalización

*Modificada conforme al DECRETO Presidencial publicado en el
Diario Oficial de la Federación el día 20 de mayo de 1997*

Ley Federal sobre Metrología y Normalización

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.-
Presidencia de la República.

CARLOS SALINAS DE GORTARI, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, a sus habitantes, sabed:

Que el H. Congreso de la Unión se ha servido dirigirme el siguiente

DECRETO

"EL CONGRESO DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, DECRETA:

LEY FEDERAL SOBRE METROLOGÍA Y NORMALIZACIÓN

TÍTULO PRIMERO CAPÍTULO ÚNICO

Disposiciones Generales

ARTÍCULO 1º.- La presente Ley regirá en toda la República y sus disposiciones son de orden público e interés social. Su aplicación y vigilancia corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de las dependencias de la administración pública federal que tengan competencia en las materias reguladas en este ordenamiento.

Siempre que en esta Ley se haga mención a la "Secretaría", se entenderá hecha a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

ARTÍCULO 2º.- Esta Ley tiene por objeto:

- I En materia de Metrología
 - a) Establecer el Sistema General de Unidades de Medida;
 - b) Precisar los conceptos fundamentales sobre metrología;
 - c) Establecer los requisitos para la fabricación, importación, reparación, venta, verificación y uso de los instrumentos para medir y los patrones de medida;
 - d) Establecer la obligatoriedad de la medición en transacciones comerciales y de indicar el contenido neto en los productos envasados;

- e) Instituir el Sistema Nacional de Calibración;
 - f) Crear el Centro Nacional de Metrología, como organismo de alto nivel técnico en la materia; y
 - g) Regular, en lo general, las demás materias relativas a la metrología.
- II. En materia de normalización, certificación, acreditamiento y verificación:
- a) Fomentar la transparencia y eficiencia en la elaboración y observancia de normas oficiales mexicanas y normas mexicanas;
 - b) Instituir la Comisión Nacional de Normalización para que coadyuve en las actividades que sobre normalización corresponde realizar a las distintas dependencias de la administración pública federal;
 - c) Establecer un procedimiento uniforme para la elaboración de normas oficiales mexicanas por las dependencias de la administración pública federal;
 - d) Promover la concurrencia de los sectores público, privado, científico y de consumidores en la elaboración y observancia de normas oficiales mexicanas y normas mexicanas;
 - e) Coordinar las actividades de normalización, certificación, verificación y laboratorios de prueba de las dependencias de administración pública federal;
 - f) Establecer el sistema nacional de acreditamiento de organismos de normalización y de certificación, unidades de verificación y de laboratorios de prueba y de calibración; y
 - g) En general, divulgar las acciones de normalización y demás actividades relacionadas con la materia.

ARTÍCULO 3º.- Para los efectos de esta Ley, se entenderá por:

- I. Acreditación: el acto por el cual una entidad de acreditación reconoce la competencia técnica y confiabilidad de los organismos de certificación, de los laboratorios de prueba, de los laboratorios de calibración y de las unidades de verificación para la evaluación de la conformidad,
- II. Calibración: el conjunto de operaciones que tiene por finalidad determinar los errores de un instrumento para medir y, de ser necesario, otras características metrológicas;
- III. Certificación: procedimiento por el cual se asegura que un producto, proceso, sistema o servicio se ajusta a las normas o lineamientos o recomendaciones de organismos dedicados a la normalización nacionales o internacionales;

- IV. Dependencias: las dependencias de la administración pública federal;
- IV.A. Evaluación de la conformidad: la determinación del grado de cumplimiento con las normas oficiales mexicanas o la conformidad con las normas mexicanas, las normas internacionales u otras especificaciones, prescripciones o características. Comprende, entre otros, los procedimientos de muestreo, prueba, calibración, certificación y verificación;
- V. Instrumentos para medir: los medios técnicos con los cuales se efectúan las mediciones y que comprenden las medidas materializadas y los aparatos medidores;
- VI. Medir: el acto de determinar el valor de una magnitud;
- VII. Medida materializada: el dispositivo destinado a reproducir de una manera permanente durante su uso, uno o varios valores conocidos de una magnitud dada;
- VIII. Manifestación: la declaración que hace una persona física o moral a la Secretaría de los instrumentos para medir que se fabriquen, importen, o se utilicen o pretendan utilizarse en el país;
- IX. Método: la forma de realizar una operación del proceso; así como su verificación;
- X. Norma mexicana: la que elabore un organismo nacional de normalización, o la Secretaría, en los términos de esta Ley, que prevé para un uso común y repetido reglas, especificaciones, atributos, métodos de prueba, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado;
- X.A. Norma o lineamiento internacional: la norma, lineamiento o documento normativo que emite un organismo internacional de normalización u otro organismo internacional relacionado con la materia, reconocido por el gobierno mexicano en los términos del derecho internacional;
- XI. Norma oficial mexicana: la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes, conforme a las finalidades establecidas en el artículo 40, que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación;
- XII. Organismos de certificación: las personas morales que tengan por objeto realizar funciones de certificación;

- XIII. Organismos nacionales de normalización: las personas morales que tengan por objeto elaborar normas mexicanas;
- XIV. Patrón: medida materializada, aparato de medición o sistema de medición destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad o uno o varios valores conocidos de una magnitud para transmitirlos por comparación a otros instrumentos de medición;
- XV. Patrón nacional: el patrón autorizado para obtener, fijar o contrastar el valor de otros patrones de la misma magnitud, que sirve de base para la fijación de los valores de todos los patrones de la magnitud dada;
- XV.A. Personas acreditadas: los organismos de certificación, laboratorios de prueba, laboratorios de calibración y unidades de verificación reconocidos por una entidad de acreditación para la evaluación de la conformidad;
- XVI. Proceso: el conjunto de actividades relativas a la producción, obtención, elaboración, fabricación, preparación, conservación, mezclado, acondicionamiento, envasado, manipulación, ensamblado, transporte, distribución, almacenamiento y expendio o suministro al público de productos y servicios;
- XVII. Unidad de verificación: la persona física o moral que realiza actos de verificación; y
- XVIII. Verificación: la constatación ocular o comprobación mediante muestreo, medición, pruebas de laboratorio, o examen de documentos que se realizan para evaluar la conformidad en un momento determinado.
- XIX. (SE DEROGA)

ARTÍCULO 4º.- La Secretaría, en coordinación con la Secretaría de Relaciones Exteriores y en los términos de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, representará al país en todos los eventos o asuntos relacionados con la metrología y normalización a nivel internacional, sin perjuicio de que en dicha representación y conforme a sus atribuciones participen otras dependencias interesadas en razón de su competencia, en coordinación con la propia Secretaría. También podrán participar, previa invitación de la Secretaría, representantes de organismos públicos y privados.

TÍTULO SEGUNDO METROLOGÍA

CAPÍTULO I

Del Sistema General de Unidades de Medida

ARTÍCULO 5º.- En los Estados Unidos Mexicanos el Sistema General de Unidades de Medida es el único legal y de uso obligatorio.

El Sistema General de Unidades de Medida se integra, entre otras, con las unidades básicas del Sistema Internacional de Unidades: de longitud, el metro; de masa, el kilogramo; de tiempo, el segundo; de temperatura termodinámica, el kelvin; de intensidad de corriente eléctrica, el ampere; de intensidad luminosa, la candela; y de cantidad de sustancia, el mol, así como con las suplementarias, las derivadas de las unidades base y los múltiplos y submúltiplos de todas ellas, que apruebe la Conferencia General de Pesas y Medidas y se prevean en normas oficiales mexicanas. También se integra con las no comprendidas en el sistema internacional que acepte el mencionado organismo y se incluyan en dichos ordenamientos.

ARTÍCULO 6º.- Excepcionalmente la Secretaría podrá autorizar el empleo de unidades de medida de otros sistemas por estar relacionados con países extranjeros que no hayan adoptado el mismo sistema. En tales casos deberán expresarse, conjuntamente con las unidades de otros sistemas, su equivalencia con las del Sistema General de Unidades de Medida, salvo que la propia Secretaría exima de esta obligación.

ARTÍCULO 7º.- Las Unidades base, suplementarias y derivadas del Sistema General de Unidades de Medida así como su simbología se consignarán en las normas oficiales mexicanas.

ARTÍCULO 8º.- Las escuelas oficiales y particulares que formen parte del sistema educativo nacional, deberán incluir en sus programas de estudio la enseñanza del Sistema General de Unidades de Medida.

ARTÍCULO 9º.- La Secretaría tendrá a su cargo la conservación de los prototipos nacionales de unidades de medida, metro y kilogramo, asignados por la Oficina Internacional de Pesas y Medidas a los Estados Unidos Mexicanos.

CAPÍTULO II

De los Instrumentos para Medir

ARTÍCULO 10.- Los instrumentos para medir y patrones que se fabriquen en el territorio nacional o se importen y que se encuentren sujetos a norma oficial mexicana, requieren, previa su comercialización, aprobación del modelo o prototipo por parte de la Secretaría sin perjuicio de las atribuciones de otras dependencias. Deberán cumplir con lo establecido en este artículo los instrumentos para medir y patrones que sirvan de base o se utilicen para:

- I. Una transacción comercial o para determinar el precio de un servicio;
- II. La remuneración o estimación, en cualquier forma, de labores personales;
- III. Actividades que puedan afectar la vida, la salud o la integridad corporal,
- IV. Actos de naturaleza pericial, judicial o administrativa; o

V. La verificación o calibración de otros instrumentos de medición.

ARTÍCULO 11.- La Secretaría podrá requerir de los fabricantes, importadores, comercializadores o usuarios de instrumentos de medición, la verificación o calibración de éstos, cuando se detecten ineficiencias metrológicas en los mismos, ya sea antes de ser vendidos, o durante su utilización.

Para efectos de lo anterior, la Secretaría publicará en el **Diario Oficial de la Federación**, con la debida anticipación, la lista de instrumentos de medición y patrones cuyas verificaciones inicial, periódica o extraordinaria o calibración serán obligatorias, sin perjuicio de ampliarla o modificarla en cualquier tiempo.

ARTÍCULO 12.- La Secretaría, así como las personas acreditadas por la misma, al verificar los instrumentos para medir, dejarán en poder de los interesados los documentos que demuestren que dicho acto ha sido realizado oficialmente. Esta verificación comprenderá la constatación de la exactitud de dicho instrumento dentro de las tolerancias y demás requisitos establecidos en las normas oficiales mexicanas y, en su caso, el ajuste de los mismos cuando cuenten con los dispositivos adecuados para ello.

ARTÍCULO 13.- Los recipientes que, no siendo instrumentos para medir, se destinen reiteradamente a contener o transportar materias objeto de transacciones cuya masa se determine midiendo simultáneamente el recipiente y la materia, deberán ostentar visible e indeleblemente con caracteres legibles su tara, la que podrá verificarse en la forma y lugares que fije la Secretaría.

ARTÍCULO 14.- Los instrumentos para medir cuando no reúnan los requisitos reglamentarios serán inmovilizados antes de su venta o uso hasta en tanto los satisfagan. Los que no puedan acondicionarse para cumplir los requisitos de esta Ley o de su reglamento serán inutilizados.

CAPÍTULO III

De la Medición Obligatoria de las Transacciones

ARTÍCULO 15.- En toda transacción comercial, industrial o de servicios que se efectúe a base de cantidad, ésta deberá medirse utilizando los instrumentos de medir adecuados, excepto en los casos que señale el reglamento, atendiendo a la naturaleza o propiedades del objeto de la transacción.

La Secretaría determinará los instrumentos para medir apropiados en razón de las materias objeto de la transacción y de la mayor eficiencia de la medición.

ARTÍCULO 16.- Los poseedores de los instrumentos para medir tienen obligación de permitir que cualquier parte afectada por el resultado de la medición se cerciore de que los procedimientos empleados en ella son los apropiados.

ARTÍCULO 17.- Los instrumentos de medición automáticos que se empleen en los servicios de suministro de agua, gas, energía eléctrica u otros que determine la Secretaría quedan sujetos a las siguientes prevenciones:

- I. Las autoridades, empresas o personas que proporcionen directamente el servicio, estarán obligadas a contar con el número suficiente de instrumentos patrón, así como con el equipo de laboratorio necesario para comprobar, por su cuenta, el grado de precisión de los instrumentos en uso;

La Secretaría podrá eximir a los suministradores de contar con equipo de laboratorio, cuando sean varias las empresas que proporcionen el mismo servicio y sufraguen el costo de dicho equipo para uso de la propia Secretaría, caso en el cual el ajuste de los instrumentos corresponderá a ésta;

- II. Los suministradores podrán mover libremente todas las piezas de los instrumentos para medir que empleen para repararlos o ajustarlos, siempre que cuenten con patrones de medida y equipo de laboratorio. En tales casos deberán colocar en dichos instrumentos los sellos necesarios para impedir que personas ajenas a ellas puedan modificar sus condiciones de ajuste;
- III. Las autoridades, empresas o personas que proporcionen los servicios, asumirán la responsabilidad de las condiciones de ajuste de los instrumentos que empleen, siempre que el instrumento respectivo ostente los sellos impuestos por el propio suministrador;
- IV. La Secretaría podrá practicar la verificación de los instrumentos a que se refiere el presente artículo. Cuando se trate de servicios proporcionados por dependencias o entidades paraestatales, que cuenten con el equipo a que se refiere la fracción I, la verificación deberá hacerse por muestreo; y
- V. Con la excepción prevista en la fracción II, en ningún otro caso podrán ser destruidos los sellos que hubiere impuesto el suministrador o, en su caso, la Secretaría. Quienes lo hagan serán acreedores a la sanción respectiva y al pago estimado del consumo que proceda.

ARTÍCULO 18.- La Secretaría exigirá que los instrumentos para medir que sirvan de base para transacciones, reúnan los requisitos señalados por esta Ley, su reglamento o las normas oficiales mexicanas a fin de que el público pueda apreciar la operación de medición.

ARTÍCULO 19.- Los poseedores de básculas con alcance máximo de medición igual o mayor a cinco toneladas deberán conservar en el local en que se use la báscula, taras o tener acceso a éstas, cuyo mínimo equivalente sea el 5% del alcance máximo de la misma.

La Secretaría podrá exigir que la operación de dicha báscula se efectúe por personas que reúnan los requisitos de capacidad que se requieran.

ARTÍCULO 20.- Queda prohibido utilizar instrumentos para medir que no cumplan con las especificaciones fijadas en las normas oficiales mexicanas.

El uso inadecuado de instrumentos para medir en perjuicio de persona alguna será sancionado conforme a la legislación respectiva.

ARTÍCULO 21.- Los productos empacados o envasados por fabricantes, importadores o comerciantes deberán ostentar en su empaque, envase, envoltura o etiqueta, a continuación de la frase contenido neto, la indicación de la cantidad de materia o mercancía que contengan. Tal cantidad deberá expresarse de conformidad con el Sistema General de Unidades de Medida, con caracteres legibles y en lugares en que se aprecie fácilmente.

Cuando la transacción se efectúe a base de cantidad de partes, accesorios o unidades de efectos, la indicación deberá referirse al número contenido en el empaque o envase y, en su caso, a sus dimensiones.

En los productos alimenticios empacados o envasados el contenido neto deberá corresponder al total. Cuando estén compuestos de partes líquida y sólida, además del contenido neto deberá indicarse la cantidad de masa drenada.

ARTÍCULO 22.- La Secretaría fijará las tolerancias permisibles en cuanto al contenido neto de los productos empacados o envasados, atendiendo de igual forma, las alteraciones que pudieran sufrir por su naturaleza o por fenómenos que modifiquen la cantidad de que se trate. Dichas tolerancias se fijarán para fines de verificación del contenido neto.

ARTÍCULO 23.- Si al verificarse la cantidad indicada como contenido neto de los productos empacados o envasados de encontrarse que están fuera de la tolerancia fijada, podrá la Secretaría, además de imponer la sanción administrativa que proceda, prohibir su venta hasta que se remarque el contenido neto de caracteres legibles o se complete éste

La selección de muestras para la verificación del contenido neto se efectuará al azar y mediante el sistema de muestreo estadístico, en cuyo caso se estará al resultado de la verificación para, de proceder, prohibir la venta en tanto no se remarque o complete el contenido neto.

CAPÍTULO IV

Del Sistema Nacional de Calibración

ARTÍCULO 24.- Se instituye el Sistema Nacional de Calibración con el objeto de procurar la uniformidad y confiabilidad de las mediciones que se realizan en el país, tanto en lo concerniente a las transacciones comerciales y de servicios, como en los procesos industriales y sus respectivos trabajos de investigación científica y de desarrollo tecnológico.

La Secretaría autorizará y controlará los patrones nacionales de las unidades básicas y derivadas del Sistema General de Unidades de Medida y coordinará las acciones tendientes

a determinar la exactitud de los patrones e instrumentos para medir que utilicen los laboratorios que se acrediten, en relación con la de los respectivos patrones nacionales, a fin de obtener la uniformidad y confiabilidad de las mediciones.

ARTÍCULO 25.- El Sistema Nacional de Calibración se integrará con la Secretaría, el Centro Nacional de Metrología, las entidades de acreditación que correspondan, los laboratorios de calibración acreditados y los demás expertos en la materia que la Secretaría estime convenientes. En apoyo a dicho Sistema, la Secretaría realizará las siguientes acciones:

- I. Participar en los comités de evaluación para la acreditación de los laboratorios para que presten servicios técnicos de medición y calibración;
- II. Integrar con los laboratorios acreditados cadenas de calibración, de acuerdo con los niveles de exactitud que se les haya asignado;
- III. Difundir la capacidad de medición de los laboratorios acreditados y la integración de las cadenas de calibración;
- IV. Autorizar métodos y procedimientos de medición y calibración y establecer un banco de información para difundirlos en los medios oficiales, científicos, técnicos e industriales;
- V. Establecer convenios con las instituciones oficiales extranjeras e internacionales para el reconocimiento mutuo de los laboratorios de calibración;
- VI. Celebrar convenios de colaboración e investigación metrológica con gobiernos estatales, instituciones, organismos y empresas tanto nacionales como extranjeras;
- VII. Establecer mecanismos de evaluación periódica de los laboratorios de calibración que formen parte del sistema; y
- VIII. Las demás que se requieran para procurar la uniformidad y confiabilidad de las mediciones.

ARTÍCULO 26.- Para la acreditación de los laboratorios de calibración se estará a lo dispuesto en el artículo 68.

Cuando se requiera servicios técnicos de medición y calibración para la evaluación de la conformidad respecto de las normas oficiales mexicanas, los laboratorios acreditados deberán contar con la aprobación de la Secretaría conforme al artículo 70 y con patrones de medida con trazabilidad a los patrones nacionales.

La acreditación y aprobación de los laboratorios se otorgará por cada actividad específica de calibración o medición.

ARTÍCULO 27.- Los laboratorios acreditados podrán prestar servicios de calibración y de operaciones de medición. El resultado de la calibración de patrones de medida y de

instrumentos para medir se hará constar en dictamen del laboratorio, suscrito por el responsable del mismo, en el que se indicará el grado de precisión correspondiente, además de los datos que permitan la identificación del patrón de medida o del instrumento para medir.

Las operaciones sobre medición se harán constar en dictámenes que deberá expedir, bajo su responsabilidad, la persona física que cada laboratorio autorice para tal fin.

ARTÍCULO 28.- (SE DEROGA)

CAPÍTULO V

Del Centro Nacional de Metrología

ARTÍCULO 29.- El Centro Nacional de Metrología es un organismo descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio, con objeto de llevar a cabo funciones de alto nivel técnico en materia de metrología.

ARTÍCULO 30.- El Centro Nacional de Metrología tendrá las siguientes funciones:

- I. Fungir como laboratorio primario del Sistema Nacional de Calibración;
- II. Conservar el patrón nacional correspondiente a cada magnitud, salvo que su conservación sea más conveniente en otra institución;
- III. Proporcionar servicios de calibración a los patrones de medición de los laboratorios, centros de investigación o a la industria, cuando así se solicite, así como expedir los certificados correspondientes,
- IV. Promover y realizar actividades de investigación y desarrollo tecnológico en los diferentes campos de la metrología, así como coadyuvar a la formación de recursos humanos para el mismo objetivo;
- V. Asesorar a los sectores industriales, técnicos y científicos en relación con los problemas de medición y certificar materiales patrón de referencia;
- VI. Participar en el intercambio de desarrollo metrológico con organismos nacionales e internacionales y en la intercomparación de los patrones de medida;
- VII. Realizar peritajes de tercería y dictaminar sobre la capacidad técnica de calibración o de medición de los laboratorios, a solicitud de parte o de la Secretaría dentro de los comités de evaluación para la acreditación;
- VIII. Organizar y participar, en su caso, en congresos, seminarios, conferencias, cursos o en cualquier otro tipo de eventos relacionados con la metrología;

- IX. Celebrar convenios con instituciones de investigación que tengan capacidad para desarrollar patrones primarios o instrumentos de alta precisión, así como instituciones educativas que puedan ofrecer especializaciones en materia de metrología;
- X. Celebrar convenios de colaboración e investigación metrológica con instituciones, organismos y empresas tanto nacionales como extranjeras; y
- XI. Las demás que se requieran para su funcionamiento.

ARTÍCULO 31.- El Centro Nacional de Metrología estará integrado por un Consejo Directivo, un Director General y el personal de confianza y operativo que se requiera.

Además se constituirán los órganos de vigilancia que correspondan conforme a la Ley Federal de las Entidades Paraestatales.

ARTÍCULO 32.- El Consejo Directivo del Centro Nacional de Metrología se integrará con el Secretario de Comercio y Fomento Industrial, quien lo presidirá; los subsecretarios cuyas atribuciones se relacionen con la materia, de las Secretarías de Hacienda y Crédito Público; Energía, Minas e Industria Paraestatal; Educación Pública; Comunicaciones y Transportes; un representante de la Universidad Nacional Autónoma de México; un representante del Instituto Politécnico Nacional, el Director General del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; sendos representantes de la Confederación Nacional de Cámaras Industriales; de la Cámara Nacional de la Industria de Transformación y de la Confederación Nacional de Cámaras de Comercio y el Director General de Normas de la Secretaría. Por cada miembro propietario se designará un suplente.

A propuesta de cualquiera de los miembros del Consejo Directivo podrá invitarse a participar en las sesiones a representantes de las instituciones de docencia e investigación de alto nivel y de otras organizaciones de industriales.

ARTÍCULO 33.- El Consejo Directivo tendrá las siguientes atribuciones:

- I. Expedir su estatuto orgánico;
- II. Estudiar y, en su caso, aprobar el programa operativo anual;
- III. Analizar y aprobar, en su caso, los informes periódicos que rinda el Director General, con la intervención que corresponda a los comisarios;
- IV. Aprobar los presupuestos de ingresos y egresos;
- V. Vigilar el ejercicio de los presupuestos a que se refiere la fracción anterior;
- VI. Examinar y, en su caso, aprobar el balance anual y los informes financieros del organismo, debidamente auditados,

- VII. Autorizar la creación de comités técnicos y de apoyo;
- VIII. Expedir el reglamento a que se refiere el artículo 36;
- IX. Aprobar la realización de otras actividades tendientes al logro de las finalidades del Centro Nacional de Metrología; y
- X. Las demás que le señalen las leyes, reglamentos y disposiciones legales aplicables.

ARTÍCULO 34.- El Director General del Centro Nacional de Metrología será designado por el Presidente de la República. Los servidores públicos de las jerarquías inmediatas inferiores al Director General serán designados por el Consejo Directivo a propuesta del Director General.

ARTÍCULO 35.- El Director General del Centro Nacional de Metrología tendrá las siguientes facultades y obligaciones:

- I. Representar al organismo ante toda clase de autoridades, con todas las facultades generales a que se refiere el artículo 2554 del Código Civil para el Distrito Federal en Materia Común, y para toda la República en Materia Federal, y las especiales que se requieran para el ejercicio de su cargo;
- II. Elaborar el programa operativo anual y someterlo a consideración del Consejo Directivo; así como procurar la ejecución del que se apruebe;
- III. Establecer y mantener relaciones con los organismos de metrología internacionales y de otros países,
- IV. Constituir y coordinar grupos de trabajo especializados en metrología;
- V. Designar al personal de confianza, salvo el correspondiente a las dos jerarquías inmediatas inferiores a su cargo, sobre la base de lo dispuesto en el artículo siguiente, así como al demás personal;
- VI. Formular el proyecto de presupuesto anual del organismo, someterlo a consideración del Consejo Directivo y vigilar el ejercicio del que se apruebe;
- VII. Rendir los informes periódicos al Consejo Directivo relativos a las actividades realizadas, al presupuesto ejercido y en las demás materias que deba conocer el Consejo Directivo; y
- VIII. Ejecutar los acuerdos del Consejo Directivo y, en general, realizar las actividades para el debido cumplimiento de las funciones del Centro Nacional de Metrología y de los programas aprobados para este fin.

ARTÍCULO 36.- Las designaciones del Director General y del personal técnico de confianza deberán recaer en profesionales del área de ciencias o de ingeniería con reconocida

experiencia en materia de metrología. Las designaciones respectivas se harán con base en los resultados de la evaluación de dichos profesionales. Las promociones se efectuarán sobre la base de la evaluación del desempeño, conforme al reglamento que apruebe el Consejo Directivo para este fin.

El personal del Centro Nacional de Metrología estará incorporado al régimen de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores al Servicio del Estado y sus relaciones con el Centro se regirán por la Ley Federal de los Trabajadores al Servicio del Estado, Reglamentaria del Apartado B) del Artículo 123 Constitucional.

ARTÍCULO 37.- El patrimonio del Centro Nacional de Metrología se integrará con:

- I. Los bienes que le aporte el Gobierno Federal,
- II. Los recursos que anualmente le asigne el Gobierno Federal dentro del presupuesto aprobado a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial;
- III. Los ingresos que perciba por los servicios que proporcione y los que resulten del aprovechamiento de sus bienes; y
- IV. Los demás bienes y derechos que adquiera para la realización de sus fines

TÍTULO TERCERO NORMALIZACIÓN

CAPÍTULO I

Disposiciones Generales

ARTÍCULO 38.- Corresponde a las dependencias según su ámbito de competencia:

- I. Contribuir en la integración del Programa Nacional de Normalización con las propuestas de normas oficiales mexicanas;
- II. Expedir normas oficiales mexicanas en las materias relacionadas con sus atribuciones y determinar su fecha de entrada en vigor;
- III. Ejecutar el Programa Nacional de Normalización en sus respectivas áreas de competencia;
- IV. Constituir y presidir los comités consultivos nacionales de normalización;
- V. Certificar, verificar e inspeccionar que los productos, procesos, métodos, instalaciones, servicios o actividades cumplan con las normas oficiales mexicanas;

- VI. Participar en los comités de evaluación para la acreditación y aprobar a los organismos de certificación, laboratorios de prueba y las unidades de verificación con base en los resultados de dichos comités, cuando se requiera para efectos de la evaluación de la conformidad, respecto de las normas oficiales mexicanas;
- VII. Coordinarse en los casos que proceda con otras dependencias para cumplir con lo dispuesto en esta Ley y comunicar a la Secretaría su opinión sobre los proyectos de regulaciones técnicas de otros países, en los términos de los acuerdos y tratados internacionales en los que los Estados Unidos Mexicanos sea parte;
- VIII. Coordinarse con las instituciones de enseñanza superior, asociaciones o colegios de profesionales, para constituir programas de estudio y capacitación con objeto de formar técnicos calificados y promover las actividades a que se refiere esta Ley ; y
- IX. Las demás atribuciones que le confiera la presente Ley y su reglamento.

ARTÍCULO 39.- Corresponde a la Secretaría, además de lo establecido en el artículo anterior:

- I. Integrar el Programa Nacional de Normalización con las normas oficiales mexicanas y normas mexicanas que se pretendan elaborar anualmente;
- II. Codificar las normas oficiales mexicanas por materias y mantener el inventario y la colección de las normas oficiales mexicanas y normas mexicanas, así como de las, normas internacionales y de otros países;
- III. Fungir como Secretario Técnico de la Comisión Nacional de Normalización y de los Comités Nacionales de Normalización, salvo que los propios comités decidan nombrar al secretario técnico de los mismos;
- IV. Mantener un registro de organismos nacionales de normalización, de las entidades de acreditación y de las personas acreditadas y aprobadas;
- V. Expedir las normas oficiales mexicanas a que se refieren las fracciones I a IV, VIII, IX, XII, XV y XVIII del artículo 40 de la presente Ley, en las áreas de su competencia,
- VI. Llevar a cabo acciones y programas para el fomento de la calidad de los productos y servicios mexicanos;
- VII. Coordinarse con las demás dependencias para el adecuado cumplimiento de las disposiciones de esta Ley, en base a las atribuciones de cada dependencia;
- VIII. Participar con voz y voto en los comités consultivos nacionales de normalización en los que se afecten las actividades industriales o comerciales,

- IX. Autorizar a las entidades de acreditación, recibir las reclamaciones que se presenten contra tales entidades y, en su caso, requerir la revisión de las acreditaciones otorgadas, así como aprobar, previa opinión de la Comisión Nacional de Normalización, los lineamientos para la organización de los comités de evaluación;
- X. Coordinar y dirigir los comités y actividades internacionales de normalización y demás temas afines a que se refiere esta Ley;
- XI. Fungir como centro de información en materia de normalización y notificar las normas oficiales mexicanas conforme a lo dispuesto en los acuerdos y tratados internacionales de los que los Estados Unidos Mexicanos sea parte, para lo cual las dependencias deberán proporcionarle oportunamente la información necesaria; y
- XII. Las demás facultades que le confiera la presente Ley y su reglamento.

CAPÍTULO II

De las Normas Oficiales Mexicanas y de las Normas Mexicanas

SECCIÓN I

De las Normas Oficiales Mexicanas

ARTÍCULO 40.- Las normas oficiales mexicanas tendrán como finalidad establecer:

- I. Las características y/o especificaciones que deban reunir los productos y procesos cuando éstos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, animal, vegetal, el medio ambiente general y laboral, o para la preservación de recursos naturales;
- II. Las características y/o especificaciones de los productos utilizados como materias primas o partes o materiales para la fabricación o ensamble de productos finales sujetos al cumplimiento de normas oficiales mexicanas, siempre que para cumplir las especificaciones de éstos sean indispensables las de dichas materias primas, partes o materiales;
- III. Las características y/o especificaciones que deban reunir los servicios cuando éstos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, animal, vegetal o el medio ambiente general y laboral o cuando se trate de la prestación de servicios de forma generalizada para el consumidor;
- IV. Las características y/o especificaciones relacionadas con los instrumentos para medir, los patrones de medida y sus métodos de medición, verificación, calibración y trazabilidad,

- V. Las especificaciones y/o procedimientos de envase y embalaje de los productos que puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud de las mismas o el medio ambiente;
- VI. (SE DEROGA)
- VII. Las condiciones de salud, seguridad e higiene que deberán observarse en los centros de trabajo y otros centros públicos de reunión;
- VIII. La nomenclatura, expresiones, abreviaturas, símbolos, diagramas o dibujos que deberán emplearse en el lenguaje técnico industrial, comercial, de servicios o de comunicación;
- IX. La descripción de emblemas, símbolos y contraseñas para fines de esta Ley;
- X. Las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos que permitan proteger y promover el mejoramiento del medio ambiente y los ecosistemas, así como la preservación de los recursos naturales;
- XI. Las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos que permitan proteger y promover la salud de las personas, animales o vegetales;
- XII. La determinación de la información comercial, sanitaria, ecológica, de calidad, seguridad e higiene y requisitos que deben cumplir las etiquetas, envases, embalaje y la publicidad de los productos y servicios para dar información al consumidor o usuario;
- XIII. Las características y/o especificaciones que deben reunir los equipos, materiales, dispositivos e instalaciones industriales, comerciales, de servicios y domésticas para fines sanitarios, acuícolas, agrícolas, pecuarios, ecológicos, de comunicaciones, de seguridad o de calidad y particularmente cuando sean peligrosos;
- XIV. (SE DEROGA)
- XV. Los apoyos a las denominaciones de origen para productos del país;
- XVI. Las características y/o especificaciones que deban reunir los aparatos, redes y sistemas de comunicación, así como vehículos de transporte, equipos y servicios conexos para proteger las vías generales de comunicación y la seguridad de sus usuarios,
- XVII. Las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos para el manejo, transporte y confinamiento de materiales y residuos industriales peligrosos y de las sustancias radioactivas, y

XVIII. Otras en que se requiera normalizar productos, métodos, procesos, sistemas o prácticas industriales, comerciales o de servicios de conformidad con otras disposiciones legales, siempre que se observe lo dispuesto por los artículos 45 a 47.

Los criterios, reglas, instructivos, manuales, circulares, lineamientos, procedimientos u otras disposiciones de carácter obligatorio que requieran establecer las dependencias y se refieran a las materias y finalidades que se establecen en este artículo, sólo podrán expedirse como normas oficiales mexicanas conforme al procedimiento establecido en esta Ley.

ARTÍCULO 41.- Las normas oficiales mexicanas deberán contener:

- I. La denominación de la norma y su clave o código, así como las finalidades de la misma conforme al artículo 40;
- II. La identificación del producto, servicio, método, proceso, instalación o, en su caso, del objeto de la norma conforme a lo dispuesto en el artículo precedente;
- III. Las especificaciones y características que correspondan al producto, servicio, método, proceso, instalación o establecimientos que se establezcan en la norma en razón de su finalidad;
- IV. Los métodos de prueba aplicables en relación con la norma y en su caso, los de muestreo;
- V. Los datos y demás información que deban contener los productos o, en su defecto, sus envases o empaques, así como el tamaño y características de las diversas indicaciones;
- VI. El grado de concordancia con normas y lineamientos internacionales y con las normas mexicanas tomadas como base para su elaboración;
- VII. La bibliografía que corresponda a la norma;
- VIII. La mención de la o las dependencias que vigilarán el cumplimiento de las normas cuando exista concurrencia de competencias; y
- IX. Las otras menciones que se consideren convenientes para la debida comprensión y alcance de la norma.

ARTÍCULO 42.- (SE DEROGA)

ARTÍCULO 43.- En la elaboración de normas oficiales mexicanas participarán, ejerciendo sus respectivas atribuciones, las dependencias a quienes corresponda la regulación o control del producto, servicio, método, proceso o instalación, actividad o materia a normalizarse.

ARTÍCULO 44.- Corresponde a las dependencias elaborar los anteproyectos de normas oficiales mexicanas y someterlos a los comités consultivos nacionales de normalización.

Asimismo, los organismos nacionales de normalización podrán someter a dichos comités, como anteproyectos, las normas mexicanas que emitan.

Los comités consultivos nacionales de normalización, con base en los anteproyectos mencionados, elaborarán a su vez los proyectos de normas oficiales mexicanas, de conformidad con lo dispuesto en el presente capítulo.

Para la elaboración de normas oficiales mexicanas se deberá revisar si existen otras relacionadas, en cuyo caso se coordinarán las dependencias correspondientes para que se elabore de manera conjunta una sola norma oficial mexicana por sector o materia. Además, se tomarán en consideración las normas mexicanas y las internacionales, y cuando estas últimas no constituyan un medio eficaz o apropiado para cumplir con las finalidades establecidas en el artículo 40, la dependencia deberá comunicarlo a la Secretaría antes de que se publique el proyecto en los términos del artículo 47, fracción I.

Las personas interesadas podrán presentar a las dependencias, propuestas de normas oficiales mexicanas, las cuales harán la evaluación correspondiente y en su caso, presentarán al comité respectivo el anteproyecto de que se trate.

ARTÍCULO 45.- Los anteproyectos que se presenten en los comités para discusión se acompañarán de una manifestación de impacto regulatorio, en la forma que determine la Secretaría, que deberá contener una explicación sucinta de la finalidad de la norma, de las medidas propuestas, de las alternativas consideradas y de las razones por las que fueron desechadas, una comparación de dichas medidas con los antecedentes regulatorios, así como una descripción general de las ventajas y desventajas y de la factibilidad técnica de la comprobación del cumplimiento con la norma. Para efectos de lo dispuesto en el artículo 4A de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, la manifestación debe presentarse a la Secretaría en la misma fecha que al comité.

Cuando la norma pudiera tener un amplio impacto en la economía o un efecto sustancial sobre un sector específico, la manifestación deberá incluir un análisis en términos monetarios del valor presente de los costos y beneficios potenciales del anteproyecto y de las alternativas consideradas, así como una comparación con las normas internacionales. Si no se incluye dicho análisis conforme a este párrafo, el comité o la Secretaría podrán requerirlo dentro de los 15 días naturales siguientes a que se presente la manifestación al comité, en cuyo caso se interrumpirá el plazo señalado en el artículo 46, fracción I.

Cuando el análisis mencionado no sea satisfactorio a juicio del comité o de la Secretaría, éstos podrán solicitar a la dependencia que efectúe la designación de un experto, la cual deberá ser aprobada por el presidente de la Comisión Nacional de Normalización y la Secretaría. De no existir acuerdo, estos últimos nombrarán a sus respectivos expertos para que trabajen conjuntamente con el designado por la dependencia. En ambos casos, el costo de la contratación será con cargo al presupuesto de la dependencia o a los particulares interesados. Dicha solicitud podrá hacerse desde que se presente el análisis al comité y

hasta 15 días naturales después de la publicación prevista en el artículo 47, fracción I. Dentro de los 60 días naturales siguientes a la contratación del o de los expertos, se deberá efectuar la revisión del análisis y entregar comentarios al comité, a partir de lo cual se computará el plazo a que se refiere el artículo 47, fracción II.

ARTÍCULO 46.- La elaboración y modificación de normas oficiales mexicanas se sujetará a las siguientes reglas:

- I. Los anteproyectos a que se refiere el artículo 44, se presentarán directamente al comité consultivo nacional de normalización respectivo, para que en un plazo que no excederá los 75 días naturales, formule observaciones; y
- II. La dependencia u organismo que elaboró el anteproyecto de norma, contestará fundadamente las observaciones presentadas por el Comité en un plazo no mayor de 30 días naturales contado a partir de la fecha en que le fueron presentadas y, en su caso, hará las modificaciones correspondientes. Cuando la dependencia que presentó el proyecto, no considere justificadas las observaciones presentadas por el Comité, podrá solicitar a la presidencia de éste, sin modificar su anteproyecto, ordene la publicación como proyecto, en el **Diario Oficial de la Federación**.

ARTÍCULO 47.- Las proyectos de normas oficiales mexicanas se ajustarán al siguiente procedimiento:

- I. Se publicarán íntegramente en el **Diario Oficial de la Federación** a efecto de que dentro de los siguientes 60 días naturales los interesados presenten sus comentarios al comité consultivo nacional de normalización correspondiente. Durante este plazo la manifestación a que se refiere el artículo 45 estará a disposición del público para su consulta en el comité;
- II. Al término del plazo a que se refiere la fracción anterior, el comité consultivo nacional de normalización correspondiente estudiará los comentarios recibidos y, en su caso, procederá a modificar el proyecto en un plazo que no excederá los 45 días naturales;
- III. Se ordenará la publicación en el **Diario Oficial de la Federación** de las respuestas a los comentarios recibidos así como de las modificaciones al proyecto, cuando menos 15 días naturales antes de la publicación de la norma oficial mexicana; y
- IV. Una vez aprobados por el comité de normalización respectivo, las normas oficiales mexicanas serán expedidas por la dependencia competente y publicadas en el **Diario Oficial de la Federación**.

Cuando dos o más dependencias sean competentes para regular un bien, servicio, proceso, actividad o materia, deberán expedir las normas oficiales mexicanas conjuntamente. En todos los casos, el presidente del comité será el encargado de ordenar las publicaciones en el **Diario Oficial de la Federación**.

Lo dispuesto en este artículo no se aplicará en el caso del artículo siguiente.

ARTÍCULO 48.- En casos de emergencia, la dependencia competente podrá elaborar directamente, aún sin haber mediado anteproyecto o proyecto y, en su caso, con la participación de las demás dependencias competentes, la norma oficial mexicana, misma que ordenará se publique en el **Diario Oficial de la Federación** con una vigencia máxima de seis meses. En ningún caso se podrá expedir más de dos veces consecutivas la misma norma en los términos de, este artículo.

Previa a la segunda expedición, se debe presentar una manifestación de impacto regulatorio a la Secretaría y si la dependencia que elaboró la norma decidiera extender el plazo de vigencia o hacerla permanente, se presentará como anteproyecto en los términos de las fracciones I y II del artículo 46.

Sólo se considerarán casos de emergencia los acontecimientos inesperados que afecten o amenacen de manera inminente las finalidades establecidas en el artículo 40.

La norma oficial mexicana debe cumplir con lo dispuesto en el artículo 41, establecer la base científica o técnica que apoye su expedición conforme a las finalidades establecidas en el artículo 40 y tener por objeto evitar daños irreparables o irreversibles.

ARTÍCULO 49.- Cuando una norma oficial mexicana obligue al uso de materiales, equipos, procesos, métodos de prueba, mecanismos, procedimientos o tecnologías específicos, los destinatarios de las normas pueden solicitar la autorización a la dependencia que la hubiere expedido para utilizar o aplicar materiales, equipos, procesos, métodos de prueba, mecanismos, procedimientos o tecnologías alternativos. Debe acompañarse a la solicitud la evidencia científica u objetiva necesaria que compruebe que con la alternativa planteada se da cumplimiento a las finalidades de la norma respectiva.

La dependencia turnará copia de la solicitud al comité consultivo nacional de normalización correspondiente dentro de los 5 días naturales siguientes a que la reciba, el cual podrá emitir su opinión. En todo caso la dependencia deberá resolver dentro de los 60 días naturales siguientes a la recepción de la solicitud. Este plazo será prorrogable una sola vez por igual período y se suspenderá en caso de que la dependencia requiera al interesado mayores elementos de justificación, reanudándose al día hábil siguiente al en que se cumpla el requerimiento. La autorización se otorgará dejando a salvo los derechos protegidos en las leyes en materia de propiedad intelectual, y se considerará que es afirmativa si no se emite dentro del plazo correspondiente.

La autorización se publicará en el **Diario Oficial de la Federación** y surtirá efectos en beneficio de todo aquel que la solicite, siempre que compruebe ante la dependencia que se encuentra en los mismos supuestos de la autorización otorgada. La dependencia resolverá esta solicitud dentro de los 15 días naturales siguientes, en caso contrario se considerará que la resolución es afirmativa.

ARTÍCULO 50.- Las dependencias podrán requerir de fabricantes, importadores, prestadores de servicios, consumidores o centros de investigación, los datos necesarios

para la elaboración de anteproyectos de normas oficiales mexicanas. También podrán recabar, de éstos para los mismos fines, las muestras estrictamente necesarias, las que serán devueltas una vez efectuado su estudio, salvo que para éste haya sido necesaria su destrucción.

La información y documentación que se alleguen las dependencias para la elaboración de anteproyectos de normas oficiales mexicanas, así como para cualquier trámite administrativo relativo a las mismas, se empleará exclusivamente para tales fines y cuando la confidencialidad de la misma esté protegida por la Ley, el interesado deberá autorizar su uso. A solicitud expresa del interesado, tendrá el carácter de confidencial y no será divulgada, gozando de la protección establecida en materia de propiedad intelectual.

ARTÍCULO 51.- Para la modificación de las normas oficiales mexicanas deberá cumplirse con el procedimiento para su elaboración.

Las normas oficiales mexicanas deberán ser revisadas cada 5 años a partir de la fecha de su entrada en vigor, debiendo notificarse al secretariado técnico de la Comisión Nacional de Normalización los resultados de la revisión, dentro de los sesenta días naturales posteriores a la terminación del período quinquenal correspondiente. De no hacerse la notificación, las normas perderán su vigencia y las dependencias que las hubieren expedido deberán publicar su cancelación en el **Diario Oficial de la Federación**. La Comisión podrá solicitar a la dependencia dicha cancelación.

Sin perjuicio de lo anterior, dentro del año siguiente a la entrada en vigor de la norma, el comité consultivo nacional de normalización o la Secretaría podrán solicitar a las dependencias que se analice su aplicación, efectos y observancia a fin de determinar las acciones que mejoren su aplicación y si procede o no su modificación o cancelación.

SECCIÓN II

De las Normas Mexicanas

ARTÍCULO 51-A.- Las normas mexicanas son de aplicación voluntaria, salvo en los casos en que los particulares manifiesten que sus productos, procesos o servicios son conformes con las mismas y sin perjuicio de que las dependencias requieran en una norma oficial mexicana su observancia para fines determinados. Su campo de aplicación puede ser nacional, regional o local.

Para la elaboración de las normas mexicanas se estará a lo siguiente:

- I. Deberán incluirse en el Programa Nacional de Normalización,
- II. Tomar como base las normas internacionales, salvo que las mismas sean ineficaces o inadecuadas para alcanzar los objetivos deseados y ello esté debidamente justificado; y

- III. Estar basadas en el consenso de los sectores interesados que participen en el comité y someterse a consulta pública por un periodo de cuando menos sesenta días naturales antes de su expedición, mediante aviso publicado en el **Diario Oficial de la Federación** que contenga un extracto de la misma.

Para que las normas elaboradas por los organismos nacionales de normalización, y excepcionalmente las elaboradas por otros organismos, cámaras, colegios de profesionistas, asociaciones, empresas, dependencias o entidades de la administración pública federal, se puedan expedir como normas mexicanas, deben cumplir con los requisitos establecidos en esta Sección, en cuyo caso el secretariado técnico de la Comisión Nacional de Normalización publicará en el **Diario Oficial de la Federación** la declaratoria de vigencia de las mismas, con carácter informativo.

La revisión, actualización o cancelación de las normas mexicanas deberá cumplir con el mismo procedimiento que para su elaboración, pero en todo caso deberán ser revisadas o actualizadas dentro de los 5 años siguientes a la publicación de la declaratoria de vigencia, debiendo notificarse al secretariado técnico los resultados de la revisión o actualización. De no hacerse la notificación, el secretariado técnico de la Comisión Nacional de Normalización ordenará su cancelación.

ARTÍCULO 51-B.- La Secretaría, por sí o a solicitud de las dependencias, podrá expedir normas mexicanas en las áreas no cubiertas por los organismos nacionales de normalización, o cuando se demuestre a la Comisión Nacional de Normalización que las normas expedidas por dichos organismos no reflejan los intereses de los sectores involucrados. Para ello, los temas propuestos como normas mexicanas se deberán incluir en el Programa Nacional de Normalización, justificar su conveniencia y, en su caso, la dependencia que lo solicite deberá también demostrar que cuenta con la capacidad para coordinar los comités de normalización correspondientes. En todo caso, tales normas deberán cumplir con lo dispuesto en esta Sección.

CAPÍTULO III

De la Observancia de las Normas

ARTÍCULO 52.- Todos los productos, procesos, métodos, instalaciones, servicios o actividades deberán cumplir con las normas oficiales mexicanas.

ARTÍCULO 53.- Cuando un producto o servicio deba cumplir una determinada norma oficial mexicana, sus similares a importarse también deberán cumplir las especificaciones establecidas en dicha norma

Para tal efecto, los productos o servicios a importarse deberán contar con el certificado o autorización de la dependencia competente para regular el producto o servicio correspondiente, o de las personas acreditadas y aprobadas por las dependencias competentes para tal fin conforme a lo dispuesto en esta Ley.

Cuando no exista norma oficial mexicana, las dependencias competentes podrán requerir que los productos o servicios a importarse ostenten las especificaciones internacionales con que cumplen, las del país de origen o a falta de éstas, las del fabricante.

ARTÍCULO 54.- Las normas mexicanas, constituirán referencia para determinar la calidad de los productos y servicios de que se trate, particularmente para la protección y orientación de los consumidores. Dichas normas en ningún caso podrán contener especificaciones inferiores a las establecidas en las normas oficiales mexicanas.

ARTÍCULO 55.- En las controversias de carácter civil, mercantil o administrativo, cuando no se especifiquen las características de los bienes o servicios, las autoridades judiciales o administrativas competentes en sus resoluciones deberán tomar como referencia las normas oficiales mexicanas y en su defecto las normas mexicanas.

Sin perjuicio de lo dispuesto por la ley de la materia, los bienes o servicios que adquieran, arrienden o contraten las dependencias y entidades de la administración pública federal, deben cumplir con las normas oficiales mexicanas y, en su caso, con las normas mexicanas, y a falta de éstas, con las internacionales.

Para la evaluación de la conformidad con dichas normas se estará a lo dispuesto en el Título Cuarto.

Cuando las dependencias y entidades establezcan requisitos a los proveedores para comprobar su confiabilidad o sus procedimientos de aseguramiento de calidad en la producción de bienes o servicios, dichos requisitos se deberán basar en las normas expedidas conforme a esta Ley, y publicarse con anticipación a fin de que los proveedores estén en condiciones de conocerlos y cumplirlos.

ARTÍCULO 56.- Los productores, fabricantes y los prestadores de servicios sujetos a normas oficiales mexicanas deberán mantener sistemas de control de calidad compatibles con las normas aplicables. También estarán obligados a verificar sistemáticamente las especificaciones del producto o servicio y su proceso, utilizando equipo suficiente y adecuado de laboratorio y el método de prueba apropiado, así como llevar un control estadístico de la producción en forma tal, que objetivamente se aprecie el cumplimiento de dichas especificaciones

ARTÍCULO 57.- Cuando los productos o los servicios sujetos al cumplimiento de determinada norma oficial mexicana, no reúnan las especificaciones correspondientes, la autoridad competente prohibirá de inmediato su comercialización, inmovilizando los productos, hasta en tanto se acondicionen, reprocesen, reparen o substituyan. De no ser esto posible, se tomarán las providencias necesarias para que no se usen o presten para el fin a que se destinarían de cumplir dichas especificaciones.

Si el producto o servicio se encuentra en el comercio, los comerciantes o prestadores tendrán la obligación de abstenerse de su enajenación o prestación a partir de la fecha en que se les notifique la resolución o se publique en el **Diario Oficial de la Federación**. Cuando el incumplimiento de la norma pueda dañar significativamente la salud de las

personas, animales, plantas, ambiente o ecosistemas, los comerciantes se abstendrán de enajenar los productos o prestar los servicios desde el momento en que se haga de su conocimiento. Los medios de comunicación masiva deberán difundir tales hechos de manera inmediata a solicitud de la dependencia competente.

Los productores, fabricantes, importadores y sus distribuidores serán responsables de recuperar de inmediato los productos.

Quienes resulten responsables del incumplimiento de la norma tendrán la obligación de reponer a los comerciantes los productos o servicios cuya venta o prestación se prohíba, por otros que cumplan las especificaciones correspondientes, o en su caso, reintegrarles o bonificarles su valor, así como cubrir los gastos en que se incurra para el tratamiento, reciclaje o disposición final, conforme a los ordenamientos legales y las recomendaciones de expertos reconocidos en la materia de que se trate.

El retraso en el cumplimiento de lo establecido en el párrafo anterior podrá sancionarse con multas por cada día que transcurra, de conformidad a lo establecido en la fracción I del artículo 112 de la presente Ley.

CAPÍTULO IV

De la Comisión Nacional de Normalización

ARTÍCULO 58.- Se instituye la Comisión Nacional de Normalización con el fin de coadyuvar en la política de normalización y permitir la coordinación de actividades que en esta materia corresponda realizar a las distintas dependencias y entidades de la administración pública federal.

ARTÍCULO 59.- Integrarán la Comisión Nacional de Normalización.

- I. Los subsecretarios correspondientes de las Secretarías de Desarrollo Social, Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca; Energía, Comercio y Fomento Industrial; Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Comunicaciones y Transportes; Salud; Trabajo y Previsión Social, y Turismo;
- II. Sendos representantes de la Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior, de las cámaras y asociaciones de industriales y comerciales del país que determinen las dependencias; organismos nacionales de normalización y organismos del sector social productivo; y
- III. Los titulares de las Subsecretarías correspondientes de las Secretarías de Hacienda y Crédito Público, de Contraloría y Desarrollo Administrativo, y de Educación Pública, así como del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; del Centro Nacional de Metrología, del Instituto Nacional de Ecología; de la Procuraduría Federal del Consumidor; del Instituto Mexicano del Transporte; del Instituto Nacional

de Pesca, y de los institutos de investigación o entidades relacionadas con la materia que se consideren pertinentes.

Por cada propietario podrá designarse un suplente para cubrir las ausencias temporales de aquél exclusivamente.

Asimismo, podrá invitarse a participar en la sesiones de la Comisión a representantes de otras dependencias, de las entidades federativas, organismos públicos y privados, organizaciones de trabajadores, consumidores y profesionales e instituciones científicas y tecnológicas, cuando se traten temas de su competencia, especialidad o interés.

La Comisión será presidida rotativamente durante un año por los subsecretarios en el orden establecido en la fracción I de este artículo.

Para el desempeño de sus funciones, la Comisión contará con un secretariado técnico a cargo de la Secretaría y un consejo técnico.

ARTÍCULO 60.- La Comisión tendrá las siguientes funciones:

- I. Aprobar anualmente el Programa Nacional de Normalización y vigilar su cumplimiento;
- II. Establecer reglas de coordinación entre las dependencias y entidades de la administración pública federal y organizaciones privadas para la elaboración y difusión de normas y su cumplimiento;
- III. Recomendar a las dependencias la elaboración, modificación, cancelación de normas oficiales mexicanas, o su expedición conjunta;
- IV. Resolver las discrepancias que puedan presentarse en los trabajos de los comités consultivos nacionales normalización;
- V. Opinar, cuando se requiera, sobre el registro de organismos nacionales de normalización;
- VI. Proponer la integración de grupos de trabajo para el estudio e investigación de materias específicas;
- VII. Proponer las medidas que se estimen oportunas para el fomento de la normalización, así como aquellas necesarias para resolver las quejas que presenten los interesados sobre aspectos relacionados con la aplicación de la presente Ley;
- VIII. Dictar los lineamientos para la organización de los comités consultivos nacionales de normalización y opinar respecto de aquellos aplicables a los comités de evaluación; y

IX. Todas aquellas que sean necesarias para la realización de las funciones señaladas.

El reglamento interior de la Comisión determinará la manera conforme la cual se realizarán estas funciones.

ARTÍCULO 61.- Las sesiones de la Comisión Nacional de Normalización serán convocadas por el secretario técnico a petición de su presidente o de cualquiera de los integrantes a que se refiere el artículo 59 y se celebrarán por lo menos una vez cada 3 meses.

En el caso de las fracciones I, II, IV y VIII del artículo anterior, las decisiones se tomarán por mayoría de votos de los miembros a que se refiere la fracción I del artículo 59 y las sesiones serán válidas con la asistencia de por lo menos siete de éstos. En los demás casos, por la mayoría de todos los miembros, pero deberán asistir por lo menos cuatro de los representantes mencionados en la fracción II del mismo artículo.

ARTÍCULO 61-A. El Programa Nacional de Normalización se integra por el listado de temas a normalizar durante el año que corresponda para normas oficiales mexicanas, normas mexicanas o las normas a que se refiere el artículo 67, incluirá el calendario de trabajo para cada tema y se publicará en el **Diario Oficial de la Federación**. Cuando a juicio de la Comisión Nacional de Normalización dicho Programa requiera de un suplemento, deberá seguirse el mismo procedimiento que para su integración y publicación.

La Comisión Nacional de Normalización establecerá las bases para la integración del Programa.

Las dependencias competentes no podrán expedir normas oficiales mexicanas sobre temas no incluidos en el Programa del año de que se trate o en su suplemento, salvo los casos previstos en los artículos 48.

CAPÍTULO V

De los Comités Consultivos Nacionales de Normalización

ARTÍCULO 62.- Los comités consultivos nacionales de normalización son órganos para la elaboración de normas oficiales mexicanas y la promoción de su cumplimiento. Estarán integrados por personal técnico de las dependencias competentes, según la materia que corresponda al comité, organizaciones de industriales, prestadores de servicios, comerciantes, productores agropecuarios, forestales o pesqueros; centros de investigación científica o tecnológica, colegios de profesionales y consumidores.

Las dependencias competentes, en coordinación con el secretariado técnico de la Comisión Nacional de Normalización determinarán qué organizaciones de las mencionadas en el párrafo anterior, deberán integrar el comité consultivo de que se trate, así como en el caso de los comités que deban constituirse para participar en actividades de normalización internacional.

ARTÍCULO 63.- Las dependencias competentes, de acuerdo con los lineamientos que dicte la Comisión Nacional de Normalización, organizarán los comités consultivos nacionales de normalización y fijarán las reglas para su operación. La dependencia que regule el mayor número de actividades del proceso de un bien o servicio dentro de cada comité, tendrá la presidencia correspondiente.

Los mismos se organizarán por materias o sectores a nivel nacional y no podrá existir más de un comité por dependencia, salvo en los casos debidamente justificados ante la Comisión.

ARTÍCULO 64.- Las resoluciones de los comités deberán tomarse por consenso; de no ser esto posible, por mayoría de votos de los miembros. Para que las resoluciones tomadas por mayoría sean válidas, deberán votar favorablemente cuando menos la mitad de las dependencias representadas en el comité y contar con el voto aprobatorio del presidente del mismo. En ningún caso se podrá expedir una norma oficial mexicana que contravenga otras disposiciones legales o reglamentarias.

CAPÍTULO VI

De los Organismos Nacionales de Normalización

ARTÍCULO 65.- Para operar como organismo nacional de normalización se requiere:

- I. Presentar solicitud de registro ante la Secretaría, con copia para la dependencia que corresponda;
- II. Presentar sus estatutos para aprobación de la Secretaría en donde conste que:
 - a) Tienen por objeto social el de normalizar;
 - b) Sus labores de normalización se lleven a cabo a través de comités integrados de manera equilibrada por personal técnico que represente a nivel nacional a productores, distribuidores, comercializadores, prestadores de servicios, consumidores, instituciones de educación superior y científica, colegios de profesionales, así como sectores de interés general y sin exclusión de ningún sector de la sociedad que pueda tener interés en sus actividades; y
 - c) Tengan cobertura nacional; y
- III. Tener capacidad para participar en las actividades de normalización internacional, y haber adoptado el código para la elaboración, adopción y aplicación de normas internacionalmente aceptado.

ARTÍCULO 66.- Los organismos nacionales de normalización tendrán las siguientes obligaciones:

- I. Permitir la participación de todos los sectores interesados en los comités para la elaboración de normas mexicanas, así como de las dependencias y entidades de la administración pública federal competentes;
- II. Conservar las minutas de las sesiones de los comités y de otras deliberaciones, decisiones o acciones que permitan la verificación por parte de la Secretaría, y presentar los informes que ésta les requiera;
- III. Hacer del conocimiento público los proyectos de normas mexicanas que pretendan emitir mediante aviso en el **Diario Oficial de la Federación** y atender cualquier solicitud de información que sobre éstos hagan los interesados;
- IV. Celebrar convenios de cooperación con la Secretaría a fin de que ésta pueda, entre otras, mantener actualizada la colección de normas mexicanas;
- V. Remitir al secretariado técnico de la Comisión Nacional de Normalización las normas que hubieren elaborado para que se publique su declaratoria de vigencia; y
- VI. Tener sistemas apropiados para la identificación y clasificación de normas.

ARTÍCULO 67.- Las entidades de la administración pública federal, deberán constituir comités de normalización para la elaboración de las normas de referencia conforme a las cuales adquieran, arrienden o contraten bienes o servicios, cuando las normas mexicanas o internacionales no cubran los requerimientos de las mismas, o bien las especificaciones contenidas en dichas normas se consideren inaplicables u obsoletas.

Dichos comités se constituirán en coordinación con el secretariado técnico de la Comisión Nacional de Normalización y se ajustarán en lo conducente a lo dispuesto en los artículos 62 y 64 de esta Ley. Las normas que elaboren deberán cumplir con lo previsto en el artículo 51-A.

Se podrán someter las especificaciones requeridas por las entidades a los comités donde se hubieren elaborado las normas mexicanas respectivas, a fin de que aquéllos lleven a cabo la actualización de la norma mexicana correspondiente.

Hasta en tanto se elaboren las normas de referencia a que alude el primer párrafo de éste artículo, las entidades podrán efectuar la adquisición, arrendamiento o contratación conforme a las especificaciones que las mismas entidades determinen, pero deberán informar semestralmente al secretariado técnico de la Comisión Nacional de Normalización sobre los avances de los programas de trabajo de tales comités y justificar las razones por las cuales las normas no se hayan concluido.

TÍTULO CUARTO DE LA ACREDITACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL CUMPLIMIENTO

CAPÍTULO I

De la Acreditación y Aprobación

ARTÍCULO 68.- La evaluación de la conformidad será realizada por las dependencias competentes o por los organismos de certificación, los laboratorios de prueba o de calibración y por las unidades de verificación acreditados y, en su caso, aprobados en los términos del artículo 70.

La acreditación de los organismos, laboratorios y unidades a que se refiere el párrafo anterior será realizada por las entidades de acreditación, para lo cual el interesado deberá:

- I. Presentar solicitud por escrito a la entidad de acreditación correspondiente, acompañando, en su caso, sus estatutos y propuesta de actividades;
- II. Señalar las normas que pretende evaluar, indicando la materia, sector, rama, campo o actividad respectivos y describir los servicios que pretende prestar y los procedimientos a utilizar;
- III. Demostrar que cuenta con la adecuada capacidad técnica, material y humana, en relación con los servicios que pretende prestar, así como con los procedimientos de aseguramiento de calidad, que garanticen el desempeño de sus funciones; y
- IV. Otros que se determinen en esta Ley o su reglamento.

Integrada la solicitud de acreditación, se procederá conforme a lo dispuesto en el artículo siguiente.

ARTÍCULO 69.- Las entidades de acreditación integrarán comités de evaluación, como órganos de apoyo para la acreditación y, en su caso, para la aprobación por las dependencias competentes.

Los comités de evaluación estarán constituidos por materias, sectores y ramas específicas, e integrados por técnicos calificados con experiencia en los respectivos campos, así como por representantes de los productores, consumidores, prestadores y usuarios del servicio, y por el personal técnico de las entidades de acreditación y de las dependencias competentes, conforme a los lineamientos que dicte la Secretaría, previa opinión de la Comisión Nacional de Normalización.

Cuando los comités de evaluación no cuenten con técnicos en el campo respectivo la entidad de acreditación lo notificará al solicitante y adoptará las medidas necesarias para contar con ellos.

El comité de evaluación correspondiente designará a un grupo evaluador que procederá a realizar las visitas o acciones necesarias para comprobar que los solicitantes de acreditación cuentan con las instalaciones, equipo, personal técnico, organización y métodos operativos adecuados, que garanticen su competencia técnica y la confiabilidad de sus servicios.

Los gastos derivados de la acreditación así como los honorarios de los técnicos que en su caso se requieran, correrán por cuenta de los solicitantes, los que deberán ser informados al respecto en el momento de presentar su solicitud.

En caso de no ser favorable el dictamen del comité de evaluación, se otorgará un plazo de 180 días naturales al solicitante para corregir las fallas encontradas. Dicho plazo podrá prorrogarse por plazos iguales, cuando se justifique la necesidad de ello.

ARTÍCULO 70.- Las dependencias competentes podrán aprobar a las personas acreditadas que se requieran para la evaluación de la conformidad, en lo que se refiere a normas oficiales mexicanas, para lo cual se sujetarán a lo siguiente:

- I. Identificar las normas oficiales mexicanas para las que se requiere de la evaluación de la conformidad por personas aprobadas y, en su caso, darlo a conocer en el **Diario Oficial de la Federación**; y
- II. Participar en los comités de evaluación para la acreditación, o reconocer sus resultados. No duplicar los requisitos solicitados para su acreditación, sin perjuicio de establecer adicionales, cuando se compruebe justificadamente a la Secretaría la necesidad de los mismos a fin de salvaguardar tanto el objetivo de la norma oficial mexicana, como los resultados de la evaluación de la conformidad con la misma y la verificación al solicitante de las condiciones para su aprobación.

ARTÍCULO 70-A.- Para operar como entidad de acreditación se requiere la autorización de la Secretaría, previa opinión favorable de la mayoría de los miembros de la Comisión Nacional de Normalización a que se refiere la fracción I del artículo 59, y cumplir con lo siguiente.

- I. Acreditar la capacidad jurídica, técnica, administrativa y financiera, para lo que se deberá acompañar.
 - a) Estatutos sociales o proyecto de éstos, detallando órganos de gobierno, y la estructura técnica funcional de la entidad donde conste la representación equilibrada de los organismos productivos, comerciales y académicos interesados, a nivel nacional, en el proceso de acreditación;
 - b) Relación de los recursos materiales y humanos con que cuenta, o propuesta de los mismos, detallando grado académico y experiencia en la materia de éstos últimos; y

- c) Documentos que demuestren su solvencia financiera para asegurar la continuidad del sistema de acreditación;
- II. Demostrar su capacidad para atender diversas materias, sectores o ramas de actividad;
- III. Acompañar, en su caso, sus acuerdos con otras entidades similares o especializadas en las materias a que se refiere esta Ley; y
- IV. Señalar las tarifas máximas que aplicaría en la prestación de sus servicios.

Integrada la documentación la Secretaría emitirá un informe y lo someterá a las dependencias competentes para su opinión.

ARTÍCULO 70-B.- La entidad de acreditación autorizada deberá:

- I. Resolver las solicitudes de acreditación que le sean presentadas, emitir las acreditaciones correspondientes y notificarlo a las dependencias competentes;
- II. Cumplir en todo momento con las condiciones y términos conforme a los cuales se le otorgó la autorización;
- III. Permitir la presencia de un representante de las dependencias competentes que así lo soliciten en el desarrollo de sus funciones;
- IV. Integrar y coordinar los comités de evaluación para la acreditación conforme a los lineamientos que dicte la Secretaría, así como integrar un padrón nacional de evaluadores con los técnicos correspondientes;
- V. Revisar periódicamente el cumplimiento por parte de las personas acreditadas de las condiciones y requisitos que sirvieron de base para su acreditación;
- VI. Resolver las reclamaciones que presenten las partes afectadas por sus actividades, y responder sobre su actuación;
- VII. Salvaguardar la confidencialidad de la información obtenida en el desempeño de sus actividades;
- VIII. Participar en organizaciones de acreditación regionales o internacionales para la elaboración de criterios y lineamientos sobre la acreditación y el reconocimiento mutuo de las acreditaciones otorgadas;
- IX. Facilitar a las dependencias y a la Comisión Nacional de Normalización la información y asistencia técnica que se requiera en materia de acreditación y presentar semestralmente un reporte de sus actividades ante la misma; y

- X: Mantener para consulta de cualquier interesado un catálogo clasificado y actualizado de las personas acreditadas.

ARTÍCULO 70-C.- Las entidades de acreditación y las personas acreditadas por éstas deberán:

- I. Ajustarse a las reglas, procedimientos y métodos que se establezcan en las normas oficiales mexicanas, las normas mexicanas y, en su defecto, las internacionales;
- II. Prestar sus servicios en condiciones no discriminatorias y observar las demás disposiciones en materia de competencia económica;
- III. Evitar la existencia de conflictos de interés que puedan afectar sus actuaciones y excusarse de actuar cuando existan tales conflictos;
- IV. Resolver reclamaciones de cualquier interesado; y
- V. Permitir la revisión o verificación de sus actividades por parte de la dependencia competente, y además por las entidades de acreditación en el caso de personas acreditadas.

Cuando una entidad de acreditación o persona acreditada y aprobada tenga poder sustancial en el mercado relevante de acuerdo a la Ley Federal de Competencia Económica, la Secretaría estará facultada para establecer obligaciones específicas relacionadas con las tarifas, calidad, y oportunidad del servicio.

ARTÍCULO 71.- Las dependencias competentes podrán en cualquier tiempo realizar visitas de verificación para comprobar el cumplimiento de esta Ley, sus reglamentos y las normas oficiales mexicanas, por parte de las entidades de acreditación, las personas acreditadas o cualquier otra entidad u organismo que realice actividades relacionadas con las materias a que se refiere esta Ley, así como a aquellas a las que presten sus servicios.

ARTÍCULO 72.- La Secretaría mantendrá a disposición de cualquier interesado el listado de las entidades de acreditación autorizadas y de las personas acreditadas y aprobadas, por norma, materia, sector o rama, según se trate, así como de los organismos nacionales de normalización, de las instituciones o entidades a que se refiere el artículo 87-A y de los organismos internacionales reconocidos por el gobierno mexicano. Dicho listado indicará, en su caso, las suspensiones y revocaciones y será publicado en el **Diario Oficial de la Federación** periódicamente.

CAPÍTULO II

De los Procedimientos para la Evaluación de la Conformidad

ARTÍCULO 73.- Las dependencias competentes establecerán, tratándose de las normas oficiales mexicanas, los procedimientos para la evaluación de la conformidad cuando para

finés oficiales requieran comprobar el cumplimiento de las mismas, lo que se hará según el nivel de riesgo o de protección necesarios para salvaguardar las finalidades a que se refiere el artículo 40, previa consulta con los sectores interesados, observando esta Ley, su reglamento y los lineamientos internacionales. Respecto de las normas mexicanas u otras especificaciones, prescripciones o características determinadas, establecerán dichos procedimientos cuando así se requiera.

Los procedimientos referidos se publicarán para consulta pública en el **Diario Oficial de la Federación** antes de su publicación definitiva, salvo que los mismos estén contenidos en la norma oficial mexicana correspondiente, o exista una razón fundada en contrario

Cuando tales procedimientos impliquen trámites adicionales, se deberá tumar copia de los mismos a la Secretaría para su opinión, antes de que los mismos se publiquen en forma definitiva. Asimismo, si involucran operaciones de medición, se deberá contar con trazabilidad a los patrones nacionales aprobados por la Secretaría o en su defecto, a patrones extranjeros o internacionales confiables a juicio de ésta.

ARTÍCULO 74.- Las dependencias o las personas acreditadas y aprobadas podrán evaluar la conformidad a petición de parte, para fines particulares, oficiales o de exportación. Los resultados se harán constar por escrito.

La evaluación de la conformidad podrá realizarse por tipo, línea, lote o partida de productos, o por sistema, ya sea directamente en las instalaciones que correspondan o durante el desarrollo de las actividades, servicios o procesos de que se trate, y auxiliarse de terceros especialistas en la materia que corresponda.

ARTÍCULO 75.- Es obligatorio el contraste de los artículos de joyería y orfebrería elaborados con plata, oro, platino, paladio y demás metales preciosos. La certificación se efectuará sobre los artículos que contengan como mínimo la Ley del metal que se establezca en las normas oficiales mexicanas respectivas.

CAPÍTULO III

De las Contraseñas y Marcas Oficiales

ARTÍCULO 76.- Las dependencias competentes, en coordinación con la Secretaría, podrán establecer las características de las contraseñas oficiales que denoten la evaluación de la conformidad respecto de las normas oficiales mexicanas y, cuando se requiera, de las normas mexicanas.

Los productos o servicios sujetos a normas oficiales mexicanas y normas mexicanas, podrán ostentar voluntariamente las contraseñas oficiales cuando ello no induzca a error al consumidor o usuario sobre las características del bien o servicio; se haya evaluado la conformidad por una persona acreditada o aprobada y las contraseñas se acompañen de las marcas registradas por la misma en los términos de la Ley de la Propiedad Industrial. Para

ello se deberá obtener previamente la autorización de las personas acreditadas para el uso de sus marcas registradas.

Las dependencias podrán requerir que determinados productos ostenten dichas contraseñas obligatoriamente, en cuyo caso se requerirá la evaluación de la conformidad por la dependencia competente o por las personas acreditadas y aprobadas para ello.

ARTÍCULO 77.- (SE DEROGA)

ARTÍCULO 78.- Las dependencias podrán establecer los emblemas que denoten la acreditación y aprobación de los organismos de certificación, laboratorios de prueba y de calibración y unidades de verificación.

CAPÍTULO IV

De los Organismos de Certificación

ARTÍCULO 79.- Las dependencias competentes aprobarán a los organismos de certificación acreditados por cada norma oficial mexicana en los términos del artículo 70. Dicha aprobación podrá otorgarse por materia, sector o rama, siempre que el organismo:

- I. Tenga cobertura nacional;
- II. Demuestre la participación, en su estructura técnica funcional de representantes de los sectores interesados a nivel nacional de productores, distribuidores, comercializadores, prestadores de servicios, consumidores, instituciones de educación superior y científica, colegios de profesionales, así como de aquellos que puedan verse afectados por sus actividades;
- III. Cuenten con procedimientos que permitan conducir sus actuaciones en el proceso de certificación con independencia de intereses particulares o de grupo; y
- IV. Permita la presencia de un representante de la dependencia competente que así lo solicite en el desarrollo de sus funciones.

ARTÍCULO 80.- Las actividades de certificación, deberán ajustarse a las reglas, procedimientos y métodos que se establezcan en las normas oficiales mexicana, y en su defecto a las normas internacionales. Las actividades deberán comprender lo siguiente:

- I. Evaluación de los procesos, productos, servicios e instalaciones, mediante inspección ocular, muestreo, pruebas, investigación de campo o revisión y evaluación de programas de calidad;

- II. Seguimiento posterior a la certificación inicial, para comprobar el cumplimiento con las normas y contar con mecanismos que permitan proteger y evitar la divulgación de propiedad industrial o intelectual del cliente; y
- III. Elaboración de criterios generales en materia de certificación mediante comités de certificación donde participen los sectores interesados y las dependencias. Tratándose de normas oficiales mexicanas los criterios que se determinen deberán ser aprobados por la dependencia competente.

CAPÍTULO V

De los laboratorios de Pruebas

ARTÍCULO 81.- Se instituye el Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Pruebas con el objeto de contar con una red de laboratorios acreditados que cuenten con equipo suficiente, personal técnico calificado y demás requisitos que establezca el reglamento, para que presten servicios relacionados con la normalización a que se refiere esta Ley.

Los laboratorios acreditados podrán denotar tal circunstancia usando el emblema oficial del sistema nacional de acreditamiento de laboratorios de pruebas.

(PÁRRAFO TERCERO SE DEROGA)

ARTÍCULO 82.- (SE DEROGA)

ARTÍCULO 83.- El resultado de las pruebas que realicen los laboratorios acreditados, se hará constar en un informe de resultados que será firmado por la persona facultada por el propio laboratorio para hacerlo. Dichos informes tendrán validez ante las dependencias y entidades de la administración pública federal, siempre que el laboratorio haya sido aprobado por la dependencia competente.

CAPÍTULO VI

De las Unidades de Verificación

ARTÍCULO 84.- Las unidades de verificación podrán, a petición de parte interesada, verificar el cumplimiento de normas oficiales mexicanas, solamente en aquellos campos o actividades para las que hubieren sido aprobadas por las dependencias competentes.

ARTÍCULO 85.- Los dictámenes de las unidades de verificación serán reconocidos por las dependencias competentes, así como por los organismos de certificación y en base a ellos podrán actuar en los términos de esta Ley y conforme a sus respectivas atribuciones.

ARTÍCULO 86.- Las dependencias podrán solicitar el auxilio de las unidades de verificación para la evaluación de la conformidad con respecto de normas oficiales mexicanas, en cuyo caso se sujetarán a las formalidades y requisitos establecidos en esta Ley.

CAPÍTULO VII

De los Acuerdos de Reconocimiento Mutuo

ARTÍCULO 87.- El resultado de las operaciones que realicen las unidades de verificación se hará constar en un acta que será firmada, bajo su responsabilidad, por el acreditado en el caso de las personas físicas y por el propietario del establecimiento o por el presidente del consejo de administración, administrador único o director general de la propia unidad de verificación reconocidos por las dependencias, y tendrá validez una vez que haya sido reconocido por la dependencia conforme a las funciones que hayan sido específicamente autorizadas a la misma.

ARTÍCULO 87-A.- La Secretaría, por sí o a solicitud de cualquier dependencia competente o interesado, podrá concertar acuerdos con instituciones oficiales extranjeras e internacionales para el reconocimiento mutuo de los resultados de la evaluación de la conformidad que se lleve a cabo por las dependencias, personas acreditadas e instituciones mencionadas, así como de las acreditaciones otorgadas.

Las entidades de acreditación y las personas acreditadas también podrán concertar acuerdos con las instituciones señaladas u otras entidades privadas, para lo cual requerirán el visto bueno de la Secretaría. Cuando tales acuerdos tengan alguna relación con las normas oficiales mexicanas, se requerirá, además, la aprobación del acuerdo por la dependencia competente que expidió la norma en cuestión y la publicación de un extracto del mismo en el **Diario Oficial de la Federación**.

ARTÍCULO 87-B.- Los convenios deberán ajustarse a lo dispuesto en los tratados internacionales suscritos por los Estados Unidos Mexicanos, al reglamento de esta Ley y, en su defecto, a los lineamientos internacionales en la materia, y observar como principios que:

- I. Exista reciprocidad,
- II. Sean mutuamente satisfactorios para facilitar el comercio de los productos, procesos o servicios nacionales de que se trate; y
- III. Se concierten preferentemente entre instituciones y entidades de la misma naturaleza.

TÍTULO QUINTO DE LA VERIFICACIÓN

CAPÍTULO ÚNICO

Verificación y Vigilancia

ARTÍCULO 88.- Las personas físicas o morales tendrán la obligación de proporcionar a las autoridades competentes los documentos, informes y datos que les requieran por escrito, así como las muestras de productos que se les soliciten cuando sean necesarios para los fines de la presente Ley y demás disposiciones derivadas de ella. En todo caso, respecto a las muestras se estará a lo dispuesto en los artículos 101 al 108 de la presente Ley.

ARTÍCULO 89.- Para efectos de control del cumplimiento con normas oficiales mexicanas, las dependencias podrán integrar sistemas de información conforme a los requisitos y condiciones que se determinen en el reglamento de esta Ley, y aquellos que establezcan las dependencias a través de disposiciones de carácter general, evitando trámites adicionales.

Las dependencias deberán proporcionar a solicitud del secretariado técnico de la Comisión Nacional de Normalización o de cualquier dependencia competente la información contenida en dichos sistemas y otorgar facilidades para su consulta por las partes interesadas.

ARTÍCULO 90.- (SE DEROGA)

ARTÍCULO 91.- Las dependencias competentes podrán realizar visitas de verificación con el objeto de vigilar el cumplimiento de esta Ley y demás disposiciones aplicables, independientemente de los procedimientos para la evaluación de la conformidad que hubieren establecido. Al efecto, el personal autorizado por las dependencias podrá recabar los documentos o la evidencia necesaria para ello, así como las muestras conforme a lo dispuesto en el artículo 101.

Cuando para comprobar el cumplimiento con una norma oficial mexicana se requieran mediciones o pruebas de laboratorio, la verificación correspondiente se efectuará únicamente en laboratorios acreditados y aprobados, salvo que éstos no existan para la medición o prueba específica, en cuyo caso, la prueba se podrá realizar en otros laboratorios, preferentemente acreditados.

Los gastos que se originen por las verificaciones por actos de evaluación de la conformidad serán a cargo de la persona a quien se efectúe ésta.

ARTÍCULO 92.- De cada visita de verificación efectuada por el personal de las dependencias competentes o unidades de verificación, se expedirá un acta detallada, sea cual fuere el resultado, la que será firmada por el representante de las dependencias o unidades, en su caso por el del laboratorio en que se hubiere realizado, y el fabricante o prestador del servicio si hubiere intervenido.

La falta de participación del fabricante o prestador del servicio en las pruebas o su negativa a firmar el acta, no afectará su validez.

ARTÍCULO 93.- Si el producto o el servicio no cumplen satisfactoriamente las especificaciones, la Secretaría o la dependencia competente, a petición del interesado podrá autorizar se efectúe otra verificación en los términos de esta Ley.

Esta verificación podrá efectuarse, a juicio de la dependencia, en el mismo laboratorio o en otro acreditado, en cuyo caso serán a cargo del productor, fabricante, importador, comercializador o del prestador de servicios los gastos que se originen. Si en esta segunda verificación se demostrase que el producto o el servicio cumple satisfactoriamente las especificaciones, se tendrá por desvirtuado el primer resultado. Si no las cumple, por confirmado.

ARTÍCULO 94.- Para los efectos de esta Ley se entiende por visita de verificación:

- I. La que se practique en los lugares en que se realice el proceso, alguna fase del mismo, de productos, instrumentos para medir o servicios, con objeto de constatar ocularmente que se cumple con lo dispuesto en esta Ley y demás disposiciones derivadas de ella, así como comprobar lo concerniente a la utilización de los instrumentos para medir; y/o
- II. La que se efectúe con objeto de comprobar el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas, el contenido o el contenido neto y, en su caso, la masa drenada; determinar los ingredientes que constituyan o integren los productos, si existe obligación de indicar su composición, la veracidad de la información comercial o la ley de los metales preciosos. Esta verificación se efectuará mediante muestreo y, en su caso, pruebas de laboratorio.

Cuando exista concurrencia de competencia, la verificación la realizarán las dependencias competentes de acuerdo a las bases de coordinación que se celebren.

ARTÍCULO 95.- Las visitas de verificación que lleven a cabo la Secretaría y las dependencias competentes, se practicarán en días y horas hábiles y únicamente por personal autorizado, previa identificación vigente y exhibición del oficio de comisión respectivo.

La autoridad podrá autorizar se practiquen también en días y horas inhábiles a fin de evitar la comisión de infracciones, en cuyo caso el oficio de comisión expresará tal autorización.

ARTÍCULO 96.- Los productores, propietarios, sus subordinados o encargados de establecimientos industriales o comerciales en que se realice el proceso o alguna fase del mismo, de productos, instrumentos para medir o se presten servicios sujetos al cumplimiento de la presente Ley, tendrán la obligación de permitir el acceso y proporcionar las facilidades necesarias a las personas autorizadas por la Secretaría o por las dependencias competentes para practicar la verificación, siempre que se cumplan los requisitos establecidos en el presente Título.

cuando los sujetos obligados a su observancia cuenten con un dictamen, certificado, informe u otro documento expedido por personas acreditadas y aprobadas, en los términos de esta Ley, se reconocerá el cumplimiento con las normas oficiales mexicanas.

ARTÍCULO 97.- De toda visita de verificación se levantará acta circunstanciada, en presencia de dos testigos propuestos por la persona con quien se hubiere entendido la diligencia o por quien la practique si aquella se hubiese negado a proponerlos.

De toda acta se dejará copia a la persona con quien se entendió la diligencia, aunque se hubiese negado a firmar, lo que no afectará la validez de la diligencia ni del documento de que se trate.

ARTÍCULO 98.- En las actas se hará constar:

- I. Nombre, denominación o razón social del establecimiento;
- II. Hora, día, mes y año en que inicie y en que concluya la diligencia;
- III. Calle, número, población o colonia, municipio o delegación, código postal y entidad federativa en que se encuentre ubicado el lugar en que se practique la visita;
- IV. Número y fecha del oficio de comisión que la motivó;
- V. Nombre y cargo de la persona con quien se entendió la diligencia;
- VI. Nombre y domicilio de las personas que fungieron como testigos;
- VII. Datos relativos a la actuación;
- VIII. Declaración del visitado, si quisiera hacerla; y
- IX. Nombre y firma de quienes intervinieron en la diligencia, incluyendo los de quien la llevó a cabo.

ARTÍCULO 99.- Los visitados a quienes se haya levantado acta de verificación, podrán formular observaciones en el acto de la diligencia y ofrecer pruebas en relación con los hechos contenidos en ella o, por escrito, hacer uso de tal derecho dentro del término de 5 días hábiles siguientes a la fecha en que se haya levantado.

ARTÍCULO 100.- La separación o recolección de muestras de productos, sólo procederá cuando deba realizarse la verificación a que se refiere la fracción II del artículo 94, así como cuando lo solicite el visitado.

ARTÍCULO 101.- La recolección de muestras se efectuará con sujeción a las siguientes formalidades:

- I. Sólo las personas expresamente autorizadas por la Secretaría o por la dependencia competente podrán recabarlas.

También podrán recabar dichas muestras las personas acreditadas y aprobadas, para efectos de la evaluación de la conformidad;

- II. Las muestras se recabarán en la cantidad estrictamente necesaria, la que se constituirá por:

- a) El número de piezas que en relación con los lotes por examinar, integren el lote de muestra conforme a las normas oficiales mexicanas o a los procedimientos para la evaluación de la conformidad que publiquen las dependencias competentes; y

- b) Una o varias fracciones cuando se trate de productos que se exhiban a granel, en piezas, rollos, tiras o cualquiera otra forma y se vendan usualmente en fracciones,

- III. Las muestras se seleccionarán al azar y precisamente por las personas autorizadas;

- IV. A fin de impedir su sustitución, las muestras se guardarán o asegurarán, en forma tal que no sea posible su violación sin dejar huella; y

- V. En todo caso se otorgará, respecto a las muestras recabadas, el recibo correspondiente

ARTÍCULO 102.- Las muestras se recabarán por duplicado, quedando un tanto de ellas en resguardo del establecimiento visitado. Sobre el otro tanto se hará la primera verificación, si de ésta se desprende que no existe contravención alguna a la norma de que se trate, o a lo dispuesto en esta Ley o demás disposiciones derivadas de ella quedará sin efecto la otra muestra y a disposición de quien se haya obtenido.

Si de la primera verificación se aprecia incumplimiento a la norma oficial mexicana respectiva o en el contenido neto o masa drenada, se repetirá la verificación si así se solicita, sobre el otro tanto de las muestras en laboratorio acreditado diverso y previa notificación al solicitante.

Si del resultado de la segunda verificación se infiere que las muestras se encuentran en el caso del primer párrafo de este artículo, se tendrá por aprobado todo el lote. Si se confirmase la deficiencia encontrada en la primera se procederá en los términos del artículo 57.

Se deberá solicitar la segunda verificación dentro del término de cinco días hábiles siguientes a aquél en que se tuvo conocimiento del resultado de la primera verificación. Si no se solicitare quedará firme el resultado de la primera verificación.

ARTÍCULO 103.- Las muestras podrán recabarse de los establecimientos en que se realice el proceso o alguna fase del mismo, invariablemente previa orden por escrito.

Si las muestras se recabasen de comerciantes se notificará a los fabricantes, productores o importadores para que, si lo desean, participen en las pruebas que se efectúen.

ARTÍCULO 104.- De las comprobaciones que se efectúen como resultado de las visitas de verificación se expedirá un acta en la que se hará constar:

- I. Si el sobre, envase o empaque que contenía las muestras presenta o no huellas de haber sido violado, o en su caso, si el producto individualizado no fue sustituido;
- II. La cantidad de muestras en que se efectuó la verificación;
- III. El método o procedimiento empleado, el cual deberá basarse en una norma;
- IV. El resultado de la verificación; y
- V. Los demás datos que se requiera agregar.

Las actas deberán ser firmadas por las personas que realizaron o participaron en las pruebas, y por el responsable de laboratorio, si se trata de laboratorios acreditados. En los demás casos por el representante de la Secretaría o dependencia competente que hubiese intervenido y el del productor, fabricante, distribuidor, comerciante o importador, que hayan participado y quisieran hacerlo. Su negativa a firmar no afectará la validez del acta.

ARTÍCULO 105.- Los informes a que se refiere el artículo precedente, cualquiera que sea su resultado, se notificarán dentro de un plazo de 5 días hábiles siguientes a la fecha de recepción del informe de laboratorio, a los fabricantes, o a los distribuidores, comerciantes o importadores si a éstos les fueron recabadas las muestras. Tratándose de las personas a que se refiere el artículo 84, los informes deberán notificarse dentro de un plazo de 2 días hábiles siguiente a la recepción del informe de laboratorio, a la dependencia competente.

Si el resultado fuese en sentido desfavorable al productor, fabricante, importador, distribuidor o comerciante, la notificación se efectuará en forma tal que conste la fecha de su recepción.

ARTÍCULO 106.- Al notificarse el resultado de la verificación, las muestras quedarán a disposición de la persona de quien se recabaron, o en su caso el material sobrante si fue necesaria su destrucción, lo que se hará saber a dicha persona para que lo recoja dentro de los tres días hábiles siguientes si se trata de artículos perecederos o de fácil descomposición

Los fabricantes, productores e importadores tendrán obligación de reponer a los distribuidores o comerciantes las muestras recogidas de ellos que resultasen destruidas.

Cuando se trate de productos no perecederos, si en el lapso de un mes contado a partir de la fecha de notificación del resultado, no son recogidas las muestras o el material sobrante, se les dará el destino que estime conveniente quien las haya recabado.

ARTÍCULO 107.- Si de la verificación se desprende determinada deficiencia del producto, se procederá de la siguiente forma:

- I. Si se trata de incumplimiento de especificaciones fijadas en normas oficiales mexicanas se estará a lo dispuesto en el artículo 57;
- II. Si se trata de deficiencias en el contenido neto o la masa drenada, se estará a lo dispuesto en el artículo 23;
- III. Si los materiales, elementos, substancias o ingredientes que constituyan o integren el producto no corresponden a la indicación que ostenten o el porcentaje de ellos sea inexacto en perjuicio del consumidor, se prohibirá la venta de todo el lote o, en su caso, de toda la producción similar, hasta en tanto se corrijan dichas indicaciones. En caso de no ser esto posible, se permitirá su venta al precio correspondiente a su verdadera composición, siempre y cuando ello no implique riesgos para la salud humana, animal o vegetal o a los ecosistemas; y
- IV. Si se trata de la prestación de un servicio en perjuicio del consumidor, se suspenderá su prestación hasta en tanto se cumpla con las especificaciones correspondientes.

Las resoluciones que se dicten con fundamento en este artículo serán sin perjuicio de las sanciones que procedan

ARTÍCULO 108.- Siempre que se trate de la verificación de especificaciones contenidas en normas oficiales mexicanas, del contenido neto, masa drenada, composición de los productos o ley de metales preciosos, en tanto se realiza la verificación respectiva, el lote de donde se obtuvieron las muestras, sólo podrá comercializarse bajo la estricta responsabilidad del propietario del establecimiento o del órgano de administración o administrador único de la empresa

Solamente en los casos en que exista razón fundada para suponer que la comercialización del producto puede dañar gravemente la salud de las personas, de los animales o de las plantas, o irreversiblemente el medio ambiente o los ecosistemas, el lote de donde se obtuvieron las muestras no podrá comercializarse y quedará en poder y bajo la responsabilidad del propietario del establecimiento o del consejo de administración o administrador único de la empresa de donde se recabaron. De no encontrarse motivo de infracción se permitirá de inmediato la comercialización del lote.

De comprobarse incumplimiento a las especificaciones o a la indicación del contenido neto, masa drenada, composición del producto o ley del metal precioso, se procederá como se indica en el artículo anterior.

Cuando el procedimiento de verificación y muestreo se refiera a productos, actividades o servicios regulados por la Ley General de Salud, se estará a lo dispuesto en dicho ordenamiento legal.

ARTÍCULO 109.- Cuando sean inexactos los datos o información contenidos en las etiquetas, envases o empaques de los productos, cualesquiera que éstos sean, así como la publicidad que de ellos se haga, la Secretaría o las dependencias competentes de forma coordinada podrán ordenar se modifique, concediendo el término estrictamente necesario para ello, sin perjuicio de imponer la sanción que proceda.

TÍTULO SEXTO DE LOS INCENTIVOS, SANCIONES Y RECURSOS

CAPÍTULO I

Del Premio Nacional de Calidad

ARTÍCULO 110.- Se instituye el Premio Nacional de Calidad con el objeto de reconocer y premiar anualmente el esfuerzo de los fabricantes y de los prestadores de servicio nacionales, que mejoren constantemente la calidad de procesos industriales, productos y servicios, procurando la calidad total.

ARTÍCULO 111.- El procedimiento para la selección de los acreedores al premio mencionado, la forma de usarlo y las demás prevenciones que sean necesarias, los establecerá el reglamento de esta Ley.

CAPÍTULO II

De las Sanciones

ARTÍCULO 112.- El incumplimiento a lo dispuesto en esta Ley y demás disposiciones derivadas de ella, será sancionado administrativamente por las dependencias conforme a sus atribuciones y en base a las actas de verificación y dictámenes de laboratorios acreditados que les sean presentados a la dependencia encargada de vigilar el cumplimiento de la norma conforme lo establecido en esta Ley. Sin perjuicio de las sanciones establecidas en otros ordenamientos legales, las sanciones aplicables serán las siguientes:

- I. Multa;

- II. Clausura temporal o definitiva, que podrá ser parcial o total;
- III. Arresto hasta por treinta y seis horas;
- IV. Suspensión o revocación de la autorización, aprobación, o registro según corresponda; y
- V. Suspensión o cancelación del documento donde consten los resultados de la evaluación de la conformidad, así como de la autorización del uso de contraseñas y marcas registradas.

ARTÍCULO 112-A.- Se sancionará con multa las conductas u omisiones siguientes:

- I. De veinte a tres mil veces el salario mínimo cuando:
 - a) No se proporcione a las dependencias los informes que requieran respecto de las materias previstas en esta Ley;
 - b) No se exhiba el documento que compruebe el cumplimiento con las normas oficiales mexicanas que le sea requerido; o
 - c) Se contravenga una norma oficial mexicana relativa a información comercial, y ello no represente engaño al consumidor;
- II. De quinientas a ocho mil veces el salario mínimo cuando:
 - a) Se modifique sustancialmente un producto, proceso, método, instalación, servicio o actividad sujeto a una evaluación de la conformidad, sin haber dado aviso a la dependencia competente o a la persona acreditada y aprobada que la hubiere evaluado;
 - b) No se efectúe el acondicionamiento, reprocesamiento, reparación, sustitución o modificación, a que se refieren los artículos 57 y 109, en los términos señalados por la dependencia competente;
 - c) Se utilice cualquier documento donde consten los resultados de la evaluación de la conformidad, la autorización de uso de contraseña, emblema o marca registrada, o que compruebe el cumplimiento con esta Ley y las disposiciones que de ella derivan, para un fin distinto del que motivó su expedición;
 - d) Se contravengan disposiciones contenidas en las normas oficiales mexicanas;
 - e) Se cometa cualquier infracción a la presente Ley, no prevista en este artículo;

- III. De tres mil a catorce mil veces el salario mínimo cuando:
 - a) Se incurra en conductas u omisiones que impliquen engaño al consumidor o constituyan una práctica que pueda inducir a error;
 - b) Se ostenten contraseñas, marcas registradas, emblemas, insignias, calcomanías o algún otro distintivo sin la autorización correspondiente; o
 - c) Se disponga de productos o servicios inmovilizados;
- IV. De cinco mil a veinte mil veces el salario mínimo cuando se incurra en conductas u omisiones que impliquen grave riesgo a la salud, vida o seguridad humana, animal o vegetal, al medio ambiente o demás finalidades contempladas en el artículo 40;

Para efectos del presente artículo, se entenderá por salario mínimo, el salario mínimo general diario vigente en el Distrito Federal al momento de cometerse la infracción.

ARTÍCULO 113.- En todos los casos de reincidencia se duplicará la multa impuesta por la infracción anterior, sin que en cada caso su monto total exceda del doble del máximo fijado en el artículo anterior.

Se entiende por reincidencia, para los efectos de esta Ley y demás disposiciones derivadas de ella, cada una de las subsecuentes infracciones a un mismo precepto, cometidas dentro de los dos años siguientes a la fecha del acta en que se hizo constar la infracción precedente, siempre que ésta no hubiese sido desvirtuada.

ARTÍCULO 114.- Las sanciones serán impuestas con base en las actas levantadas, en los resultados de las comprobaciones o verificaciones, en los datos que ostenten los productos, sus etiquetas, envases, o empaques o en la omisión de los que deberían ostentar, en base a los documentos emitidos por las personas a que se refiere el artículo 84 de la Ley o con base en cualquier otro elemento o circunstancia de la que se infiera en forma fehaciente infracción a esta Ley o demás disposiciones derivadas de ella. En todo caso las resoluciones en materia de sanciones deberán ser fundadas y motivadas y tomando en consideración los criterios establecidos en el artículo siguiente.

ARTÍCULO 115.- Para la determinación de las sanciones deberá tenerse en cuenta:

- I. El carácter intencional o no de la acción u omisión constitutiva de la infracción;
- II. La gravedad que la infracción implique en relación con el comercio de productos o la prestación de servicios, así como el perjuicio ocasionado a los consumidores; y
- III. Las condiciones económicas del infractor.

ARTÍCULO 116.- Cuando en una misma acta se hagan constar diversas infracciones, las multas se determinarán separadamente y, por la suma resultante de todas ellas, se expedirá la resolución respectiva.

También cuando en una misma acta se comprendan dos o más infractores, a cada uno de ellos se impondrá la sanción que proceda. Si el infractor no intervino en la diligencia se le dará vista del acta por el término de diez días hábiles, transcurrido el cual, si no desvirtúa la infracción, se le impondrá la sanción correspondiente.

Cuando el motivo de una infracción sea el uso de varios instrumentos para medir, la multa se computará en relación con cada uno de ellos y si hay varias prevenciones infringidas también se determinarán por separado.

ARTÍCULO 117.- Las sanciones que procedan de conformidad con esta Ley y demás disposiciones derivadas de ella se impondrá sin perjuicio de las penas que correspondan a los delitos en que incurran los infractores.

ARTÍCULO 118.- La Secretaría y las dependencias competentes de oficio, a petición de la Comisión Nacional de Normalización o de cualquier interesado, previo cumplimiento de la garantía de audiencia de acuerdo a lo establecido en la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, podrán suspender total o parcialmente el registro, la autorización, o la aprobación, según corresponda, de los organismos nacionales de normalización, de las entidades de acreditación o de las personas acreditadas cuando:

- I. No proporcionen a la Secretaría o a las dependencias competentes en forma oportuna y completa los informes que les sean requeridos respecto a su funcionamiento y operación,
- II. Se impida u obstaculice las funciones de verificación y vigilancia;
- III. Se disminuyan los recursos o la capacidad necesarios para realizar sus funciones, o dejen de observar las condiciones conforme a las cuales se les otorgó la autorización o aprobación;
- IV. Se suspenda la acreditación otorgada por una entidad de acreditación, o
- V. Reincidan en el mal uso de alguna contraseña oficial, marca registrada o emblema.

(SEGUNDO PÁRRAFO SE DEROGA)

Tratándose de los organismos nacionales de normalización, procederá la suspensión del registro para operar cuando se incurra en el supuesto de las fracciones I y II de este artículo o se deje de cumplir con alguno de los requisitos u obligaciones a que se refieren los artículos 65 y 66.

Para los laboratorios de calibración, además de lo dispuesto en las fracciones anteriores, procederá la suspensión cuando se compruebe que se ha degradado el nivel de exactitud con que fue autorizado o no se cumpla con las disposiciones que rijan el funcionamiento del Sistema Nacional de Calibración.

La suspensión durará en tanto no se cumpla con los requisitos u obligaciones respectivas, pudiendo concretarse ésta, sólo al área de incumplimiento cuando sea posible.

ARTÍCULO 119.- La Secretaría y las dependencias competentes de oficio, a petición de la Comisión Nacional de Normalización o de cualquier interesado, previo cumplimiento de la garantía de audiencia de acuerdo a lo establecido en la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, podrá revocar total o parcialmente la autorización o aprobación, según corresponda, de las entidades de acreditación o de las personas acreditadas cuando:

- I. Emitan acreditaciones, certificados, dictámenes, actas o algún otro documento que contenga información falsa, relativos a las actividades para las cuales fueron autorizadas, acreditadas o aprobadas;
- II. Nieguen reiterada o injustificadamente el proporcionar el servicio que se les solicite;
- III. Reincidan en los supuestos a que se refieren las fracciones I y II del artículo anterior, o en el caso de la fracción III de dicho artículo, la disminución de recursos o de capacidad para emitir certificados o dictámenes se prolongue por más de tres meses consecutivos; o
- IV. Renuncien expresamente a la autorización, acreditación o aprobación otorgada. En el caso de personas acreditadas se cancele su acreditación por una entidad de acreditación.

La revocación conllevará la entrega a la autoridad competente de la documentación relativa a las actividades para las cuales dichas entidades fueron autorizadas, y aprobadas, la prohibición de ostentarse como tales, así como la de utilizar cualquier tipo de información o emblema pertinente a tales actividades.

ARTÍCULO 120.- La Secretaría, de oficio, o a petición de las dependencias competentes, de la Comisión Nacional de Normalización o de cualquier interesado, previo cumplimiento de la garantía de audiencia de acuerdo a lo establecido en la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, podrá cancelar el registro para operar a los organismos nacionales de normalización cuando:

- I. Se reincida en las infracciones a que se refiere el artículo 118;
- II. Se expidan normas mexicanas sin que haya existido consenso o sea evidente que se pretendió favorecer los intereses de un sector; o

- III. En el caso de la fracción III del artículo 118, la disminución de recursos o de capacidad para expedir normas se prolongue por más de tres meses consecutivos.

ARTÍCULO 120-A.- Cuando derivado de una verificación se determine la comisión de una infracción, y el visitado cuente con un documento expedido por persona acreditada y aprobada, se le impondrá a ésta una multa equivalente a la que corresponda al visitado en virtud de la infracción cometida, siempre que exista negligencia, dolo o mala fe en dicha expedición, sin perjuicio de las demás sanciones que le correspondan.

CAPÍTULO III

Del Recurso de Revisión y de las Reclamaciones

ARTÍCULO 121.- Las personas afectadas por las resoluciones dictadas con fundamento en esta Ley y demás disposiciones derivadas de ella, podrán interponer recurso de revisión en los términos de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

ARTÍCULO 122.- Las entidades de acreditación y las personas acreditadas y aprobadas deberán resolver las reclamaciones que presenten los interesados, así como notificar al afectado su respuesta en un plazo no mayor a diez días hábiles, con copia a las dependencias competentes.

Si el afectado no estuviere conforme con la respuesta emitida, podrá manifestarlo por escrito ante la dependencia que corresponda, acompañando los documentos en que se apoye. La dependencia remitirá copia a quien emitió la respuesta para que en un plazo no mayor a cinco días hábiles se le rinda un informe justificando su actuación

Del análisis del informe que rinda la entidad de acreditación o las personas acreditadas y aprobadas, la dependencia competente podrá requerirle que reconsidere su actuación, o en su caso procederá a aplicar las sanciones que correspondan.

De no rendirse el informe, se presumirán ciertas las manifestaciones del afectado y la dependencia procederá conforme al párrafo anterior

Las entidades de acreditación y las personas acreditadas deberán mantener a disposición de las dependencias competentes, las reclamaciones que se les presenten.

ARTÍCULO 123.- (SE DEROGA)

ARTÍCULO 124.- (SE DEROGA)

ARTÍCULO 125.- (SE DEROGA)

ARTÍCULO 126.- (SE DEROGA)

ARTÍCULO 127.- (SE DEROGA)

TRANSITORIOS

PRIMERO. El presente decreto entrará en vigor el 1 de agosto de 1997.

SEGUNDO. Se derogan las disposiciones que se opongan a lo establecido en el presente decreto, en particular las relativas a la elaboración de normas oficiales mexicanas y a la aprobación de los organismos nacionales de normalización, organismos de certificación, laboratorios de prueba y de calibración y unidades de verificación, contenidas en otros ordenamientos.

TERCERO. La aprobación y acreditamiento de los organismos nacionales de normalización, organismos de certificación, laboratorios de prueba y de calibración, y unidades de verificación, otorgados con anterioridad a la entrada en vigor del presente decreto, serán reconocidos en los términos en los que se hayan otorgado. Para la renovación de la aprobación y acreditación y, en su caso para el registro, de tales entidades, se aplicarán las disposiciones contenidas en el presente decreto.

CUARTO. En tanto se publica en el **Diario Oficial de la Federación** la autorización de las entidades de acreditación y entran en funciones, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial tendrá a su cargo la acreditación de organismos de certificación, laboratorios de prueba y de calibración y unidades de verificación.

QUINTO. Los proyectos de normas oficiales mexicanas publicados para consulta pública con anterioridad a la fecha de entrada en vigor del presente decreto, se ajustarán para su expedición a lo dispuesto en las disposiciones vigentes al momento en que se publicaron.

SEXTO. Para efectos de lo dispuesto en el penúltimo párrafo del artículo 59 de la Ley, la presidencia de la Comisión Nacional de Normalización durará un año a partir de que concluya el periodo del presidente en funciones a la fecha de la entrada en vigor del presente Decreto.

SÉPTIMO. La Secretaría determinará y comunicará a las dependencias la forma en que deberá presentarse la manifestación de impacto regulatorio a que se refiere el artículo 45, dentro de los 30 días naturales siguientes a la publicación del presente Decreto en el **Diario Oficial de la Federación**, previa opinión de la Comisión Nacional de Normalización.

OCTAVO. Los plazos de revisión y actualización de las normas oficiales mexicanas y las normas mexicanas a que se refieren los artículos 51 y 51-A de la Ley, empezarán a partir de la entrada en vigor del presente Decreto.

NOVENO. La publicación de los procedimientos a que se refiere el artículo 73 de la Ley deberá realizarse dentro de los seis meses siguientes a la entrada en vigor del presente Decreto. En tanto se publican tales procedimientos, las dependencias continuarán determinando el cumplimiento con las normas oficiales mexicanas conforme a las disposiciones aplicables con anterioridad a la entrada en vigor del presente decreto.

DÉCIMO. Las infracciones cometidas con anterioridad a la entrada en vigor del presente decreto se sancionarán conforme a lo establecido al momento de su comisión, salvo que el particular opte por someterse a lo dispuesto en el presente decreto.

México, D. F. a 28 de abril de 1997.- Sen. **Judith Murguía Corral**, Presidente.- Dip. **Ezequiel Flores Rodríguez**, Presidente.- Sen. **Sergio Magaña Martínez**, Secretario.- Dip. **Luis Alberto Rico Samaniego**, Secretario.- Rúbricas

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y para su debida publicación y observancia, expido el presente DECRETO en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, EN LA Ciudad de México, Distrito Federal, a los quince días del mes de mayo de mil novecientos noventa y siete.- **Ernesto Zedillo Ponce de León**.- Rúbrica.- el Secretario de Gobernación, **Emilio Chuayffet Chemor**.- Rúbrica



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**DIPLOMADO DE EVALUACION DE
PROYECTOS DE INVERSIÓN**

MÓDULO IV

TEMA:

NORMA OFICIAL MEXICANA

NOM-127-SA1-1994



**COMISION NACIONAL
DEL AGUA**

***SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA
GERENCIA DE INGENIERÍA BÁSICA Y NORMAS TÉCNICAS
SUBGERENCIA DE NORMALIZACIÓN***

Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994

*Salud ambiental, agua para uso y consumo humano - Límites permisibles de
calidad y tratamiento a que debe someterse el agua para su potabilización*

SECRETARÍA DE SALUD

GUSTAVO OLAIZ FERNÁNDEZ, Director General de Salud Ambiental, por acuerdo del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, con fundamento en los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 3o. fracción XIV, 13 apartado A fracción I, 118 fracción II y 119 fracción II de la Ley General de Salud; 38 fracción II, 40 fracción I y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 218, 224, 227 y demás aplicables del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios; 8o. fracción IV y 25 fracción V del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud, y

CONSIDERANDO

Que con fecha 31 de mayo de 1994, en cumplimiento de lo previsto en el artículo 46 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Dirección General de Salud Ambiental presentó al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, el anteproyecto de la presente Norma Oficial Mexicana.

Que con fecha 15 de agosto, en cumplimiento del acuerdo del Comité y de lo previsto en el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publicó en el **Diario Oficial de la Federación** el proyecto de la presente Norma Oficial Mexicana a efecto de que dentro de los siguientes noventa días naturales posteriores a dicha publicación, los interesados presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario

Que en fecha previa 3 de febrero de 1995, fue publicada en el **Diario Oficial de la Federación** la respuesta a los comentarios recibidos por el mencionado Comité, en términos del artículo 47 fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Que en atención a las anteriores consideraciones, contando con la aprobación del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, se expide la siguiente:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994, "SALUD AMBIENTAL, AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO - LÍMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACIÓN"

ÍNDICE

0. INTRODUCCIÓN
1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN
2. REFERENCIAS
3. DEFINICIONES
4. LÍMITES PERMISIBLES DE CALIDAD DEL AGUA
5. TRATAMIENTOS PARA LA POTABILIZACIÓN DEL AGUA

6. BIBLIOGRAFÍA
7. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES
8. OBSERVANCIA DE LA NORMA
9. VIGENCIA

0. INTRODUCCIÓN

El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, para lo cual se requiere establecer límites permisibles en cuanto a sus características bacteriológicas, físicas, organolépticas, químicas y radiactivas.

Con el fin de asegurar y preservar la calidad del agua en los sistemas, hasta la entrega al consumidor, se debe someter a tratamientos de potabilización.

1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano, que deben cumplir los sistemas de abastecimiento públicos y privados o cualquier persona física o moral que la distribuya, en todo el territorio nacional.

2. REFERENCIAS

NOM-008-SCFI-1993 "Sistema General de Unidades de Medida".

3. DEFINICIONES

3.1 Ablandamiento: Proceso de remoción de los iones calcio y magnesio, principales causantes de la dureza del agua.

3.2 Adsorción: Remoción de iones y moléculas de una solución que presentan afinidad a un medio sólido adecuado, de forma tal que son separadas de la solución.

3.3 Agua para uso y consumo humano: Aquella que no contiene contaminantes objetables, ya sean químicos o agentes infecciosos y que no causa efectos nocivos al ser humano.

3.4 Características bacteriológicas: Son aquellas debidas a microorganismos nocivos a la salud humana. Para efectos de control sanitario se determina el contenido de indicadores generales de contaminación microbiológica, específicamente organismos coliformes totales y organismos coliformes fecales.

3.5 Características físicas y organolépticas: Son aquellas que se detectan sensorialmente. Para efectos de evaluación, el sabor y olor se ponderan por medio de los sentidos y el color y la turbiedad se determinan por medio de métodos analíticos de laboratorio.

3.6 Características químicas: Son aquellas debidas a elementos o compuestos químicos, que como resultado de investigación científica se ha comprobado que pueden causar efectos nocivos a la salud humana.

3.7 Características radiactivas: Son aquellas resultantes de la presencia de elementos radiactivos.

3.8 Coagulación química: Adición de compuestos químicos al agua, para alterar el estado físico de los sólidos disueltos, coloidales o suspendidos, a fin de facilitar su remoción por precipitación o filtración.

3.9 Contingencia: Situación de cambio imprevisto en las características del agua por contaminación externa, que ponga en riesgo la salud humana.

3.10 Desinfección: Destrucción de organismos patógenos por medio de la aplicación de productos químicos o procesos físicos.

3.11 Filtración: Remoción de partículas suspendidas en el agua, haciéndola fluir a través de un medio filtrante de porosidad adecuada.

3.12 Floculación: Aglomeración de partículas desestabilizadas en el proceso de coagulación química, a través de medios mecánicos o hidráulicos.

3.13 Intercambio iónico: Proceso de remoción de aniones o cationes específicos disueltos en el agua, a través de su reemplazo por aniones o cationes provenientes de un medio de intercambio, natural o sintético, con el que se pone en contacto.

3.14 Límite permisible: Concentración o contenido máximo o intervalo de valores de un componente, que garantiza que el agua será agradable a los sentidos y no causará efectos nocivos a la salud del consumidor.

3.15 Neutralización: Ajuste del pH, mediante la adición de agentes químicos básicos o ácidos al agua en su caso, con la finalidad de evitar incrustación o corrosión de materiales que puedan afectar su calidad.

3.16 Ósmosis Inversa: Proceso esencialmente físico para remoción de iones y moléculas disueltos en el agua, en el cual por medio de altas presiones se fuerza el paso de ella a través de una membrana semipermeable de porosidad específica, reteniéndose en dicha membrana los iones y moléculas de mayor tamaño.

3.17 Oxidación: Introducción de oxígeno en la molécula de ciertos compuestos para formar óxidos.

3.18 Potabilización: Conjunto de operaciones y procesos, físicos y/o químicos que se aplican al agua a fin de mejorar su calidad y hacerla apta para uso y consumo humano.

3.19 Precipitación: Proceso físico que consiste en la separación de las partículas suspendidas sedimentables del agua, por efecto gravitacional.

3.20 Sistema de abastecimiento: Conjunto intercomunicado o interconectado de fuentes, obras de captación, plantas cloradoras, plantas potabilizadoras, tanques de almacenamiento y regulación, cárcamos de bombeo, líneas de conducción y red de distribución.

4. LÍMITES PERMISIBLES DE CALIDAD DEL AGUA

4.1 Límites permisibles de características bacteriológicas

El contenido de organismos resultante del examen de una muestra simple de agua, debe ajustarse a lo establecido en la Tabla 1.

Bajo situaciones de emergencia, las autoridades competentes deben establecer los agentes biológicos nocivos a la salud a investigar.

TABLA 1

CARACTERÍSTICA	LÍMITE PERMISIBLE
Organismos coliformes totales	2 NMP/100 ml 2 NMP/100 ml
Organismos coliformes fecales	No detectable NMP/100 ml Cero UFC/100 ml

Los resultados de los exámenes bacteriológicos se deben reportar en unidades de NMP/100 ml (número más probable por 100 ml), si se utiliza la técnica del número mas probable o UFC/100 ml (unidades formadoras de colonias por 100 ml), si se utiliza la técnica de filtración por membrana.

4.2 Límites permisibles de características físicas y organolépticas

Las características físicas y organolépticas deberán ajustarse a lo establecido en la Tabla 2.

TABLA 2

CARACTERÍSTICA	LÍMITE PERMISIBLE
Color Olor y sabor	20 unidades de color verdadero en la escala de platino - cobalto. Agradable (se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultado de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico).
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método.

4.3 Límites permisibles de características químicas

El contenido de constituyentes químicos deberá ajustarse a lo establecido en la Tabla 3. Los límites se expresan en mg/l, excepto cuando se indique otra unidad.

TABLA 3

CARACTERÍSTICA	LÍMITE PERMISIBLE
Aluminio	0.20
Arsénico	0.05
Bario	0.70
Cadmio	0.005
Cianuros (como CN ⁻)	0.07
Cloro residual libre	0.2 - 1.50
Cloruros (como Cl ⁻)	250.00
Cobre	2.00
Cromo total	0.05
Dureza total (como CaCO ₃)	500.00
Fenoles o compuestos fenólicos	0.001
Hierro	0.30
Fluoruros (como F ⁻)	1.50
Manganeso	0.15
Mercurio	0.001
Nitratos (como N)	10.00
Nitritos (como N)	0.05
Nitrógeno amoniacal (como N)	0.50
pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH	6.5 - 8.5
Plaguicidas en microgramos/l: Aldrin y dieldrin (separados o combinados)	0.03
Clordano (total de isómeros)	0.30
DDT (total de isómeros)	1.00
Gamma-HCH (lindano)	2.00
Hexaclorobenceno	0.01
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0.03
Metoxicloro	20.00

2,4 - D	50.00
Plomo	0.025
Sodio	200.00
Sólidos disueltos totales	1000.00
Sulfatos (como SO ₄ ²⁻)	400.00
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	0.50
Trihalometanos totales	0.20
Zinc	5.00

Los límites permisibles de metales se refieren a su concentración total en el agua, la cual incluye los suspendidos y los disueltos.

4.4 Límites permisibles de características radiactivas

El contenido de constituyentes radiactivos deberá ajustarse a lo establecido en la Tabla 4. Los límites se expresan en Bq/l (Becquerel por litro).

TABLA 4

CARACTERÍSTICA	LÍMITE PERMISIBLE
Radiactividad alfa global	0.1
Radiactividad beta global	1.0

5. TRATAMIENTOS PARA LA POTABILIZACIÓN DEL AGUA

La potabilización del agua proveniente de una fuente en particular, debe fundamentarse en estudios de calidad y pruebas de tratabilidad a nivel de laboratorio para asegurar su efectividad.

Se deben aplicar los tratamientos específicos siguientes o los que resulten de las pruebas de tratabilidad, cuando los contaminantes biológicos, las características físicas y los constituyentes químicos del agua enlistados a continuación, excedan los límites permisibles establecidos en el apartado 4.

5.1 Contaminación biológica

5.1.1 Bacterias, helmintos, protozoarios y virus.- Desinfección con cloro, compuestos de cloro, ozono o luz ultravioleta.

5.2 Características físicas y organolépticas

5.2.1 Color, olor, sabor y turbiedad.- Coagulación-floculación-precipitación-filtración; cualquiera o la combinación de ellos, adsorción en carbón activado u oxidación.

5.3 Constituyentes químicos

5.3.1 Arsénico.- Coagulación-floculación-precipitación-filtración; cualquiera o la combinación de ellos, intercambio iónico u ósmosis inversa.

5.3.2 Aluminio, bario, cadmio, cianuros, cobre, cromo total y plomo.- Intercambio iónico u ósmosis inversa.

5.3.3 Cloruros.- Intercambio iónico, ósmosis inversa o destilación.

5.3.4 Dureza.- Ablandamiento químico o intercambio iónico.

5.3.5 Fenoles o compuestos fenólicos.- Adsorción en carbón activado u oxidación con ozono.

5.3.6 Hierro y/o manganeso.- Oxidación-filtración, intercambio iónico u osmosis inversa.

5.3.7 Fluoruros.- Ósmosis inversa o coagulación química.

5.3.8 Materia orgánica.- Oxidación-filtración o adsorción en carbón activado.

5.3.9 Mercurio.- Proceso convencional: Coagulación-floculación-precipitación-filtración, cuando la fuente de abastecimiento contenga hasta 10 microgramos/l. Procesos especiales: en carbón activado granular y ósmosis inversa cuando la fuente de abastecimiento contenga hasta 10 microgramos/l; con carbón activado en polvo cuando la fuente de abastecimiento contenga más de 10 microgramos/l.

5.3.10 Nitratos y nitritos.- Intercambio iónico o coagulación-floculación-sedimentación-filtración; cualquiera o la combinación de ellos.

5.3.11 Nitrógeno amoniacal - Coagulación - floculación - sedimentación - filtración - desgasificación o desorción en columna.

5.3.12 pH (potencial de hidrógeno) - Neutralización.

5.3.13 Plaguicidas.- Adsorción en carbón activado granular

5.3.14 Sodio - Intercambio iónico

5.3.15 Sólidos disueltos totales.- Coagulación-floculación-sedimentación-filtración y/o intercambio iónico.

5.3.16 Sulfatos.- Intercambio iónico u ósmosis inversa

5.3.17 Sustancias activas al azul de metileno.- Adsorción en carbón activado.

5.3.18 Trihalometanos.- Aireación u oxidación con ozono y adsorción en carbón activado granular.

5.3.19 Zinc.- Destilación o intercambio iónico.

5.3.20 En el caso de contingencia, resultado de la presencia de sustancias especificadas o no especificadas en el apartado 4, se deben coordinar con la autoridad sanitaria competente, las autoridades locales, la Comisión Nacional del Agua, los responsables del abastecimiento y los particulares, instituciones públicas o empresas privadas involucrados en la contingencia, para determinar las acciones que se deben realizar con relación al abastecimiento de agua a la población.

6. BIBLIOGRAFÍA

6.1 "Desinfección del Agua". Oscar Cáceres López. Lima, Perú. Ministerio de Salud. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. 1990.

6.2 "Guías para la Calidad del Agua Potable". Volumen 1. Recomendaciones. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. 1985.

6.3 "Guías para la Calidad del Agua Potable". Volumen 2. Criterios relativos a la salud y otra información de base. Organización Panamericana de la Salud. 1987.

6.4 "Guía para la Redacción, Estructuración y Presentación de las Normas Oficiales Mexicanas". Proyecto de Revisión. SECOFI. 1992.

6.5 "Guide to Selection of Water Treatment Processes". Carl L. Hamann Jr., P.E.J. Brock Mc. Ewen, P.E. Anthony G. Meyers, P.E.

6.6 "Ingeniería Ambiental". Revista No. 23. Año 7. 1994.

6.7 "Ingeniería Sanitaria Aplicada a la Salud Pública" Francisco Unda Opazo. UTEHA 1969.

6.8 "Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales". Purificación de Aguas y Tratamiento y Remoción de Aguas Residuales. Gordon M. Fair, John C. Geyer, Daniel A. Okun. Limusa Wiley. 1971.

6.9 "Instructivo para la Vigilancia y Certificación de la Calidad Sanitaria del Agua para Consumo Humano". Comisión Interna de Salud Ambiental y Ocupacional. Secretaría de Salud. 1987.

6.10 "Integrated Design of Water Treatment Facilities". Susumu Kawamura. John Willey and Sons, Inc. 1991.

6.11 "Manual de Normas de Calidad para Agua Potable". Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. 1982.

6.12 "Manual de Normas Técnicas para el Proyecto de Plantas Potabilizadoras". Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. 1979.

6.13 "Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios". **Diario Oficial de la Federación**. 18 de enero de 1988.

6.14 "Revision of the WHO Guidelines for Drinking-Water Quality". IPS. International Programme on Chemical Safety. United Nations Environment Programme. International Labour Organization. World Health Organization. 1991.

6.15 "WHO Guidelines for Drinking-Water Quality". Volume 1. Recommendations. World Health Organization. 1992.

6.16 "WHO Guidelines for Drinking-Water Quality". Volume 2. Health Criteria and Other Supporting Information. Chapter 1: Microbiological Aspects. United Nations Environment Programme. International Labour Organization. World Health Organization. 1992.

7. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Al momento de la emisión de esta Norma no se encontró concordancia con normas internacionales.

8. OBSERVANCIA DE LA NORMA

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para los organismos operadores de los sistemas de abastecimiento públicos y privados o cualquier persona física o moral que distribuya agua para uso y consumo humano

La vigilancia del cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Salud y a los gobiernos de las entidades federativas en coordinación con la Comisión Nacional del Agua, en sus respectivos ámbitos de competencia.

9. VIGENCIA

La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor con carácter de obligatorio, al día siguiente de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

Sufragio Efectivo. No Reelección

México, D F., a 30 de noviembre de 1995.- El Director General de Salud Ambiental, **Gustavo Olaiz Fernández**.- Rúbrica.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

DIPLOMADO DE EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

MÓDULO IV

TEMA:

**LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO
Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE**



COMISION NACIONAL
DEL AGUA

**SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA
GERENCIA DE INGENIERÍA BÁSICA Y NORMAS TÉCNICAS
SUBGERENCIA DE NORMALIZACIÓN**

*Ley General del Equilibrio Ecológico y la
Protección al Ambiente*

*Reformada por el Artículo Único del Decreto de 10 de diciembre de 1996,
publicado en el Diario Oficial de la Federación el 13 de diciembre de 1996*

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

(Publicada en "Diario Oficial" de 28 de enero de 1988).
(Reformada por el Artículo Único del Decreto de 10 de diciembre de 1996, publicado en
"Diario Oficial" del 13 de diciembre de 1996).

Presidencia de la República.

MIGUEL DE LA MADRID H., Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. a sus habitantes, sabed:

Que el H. Congreso de la Unión, se ha Servido dirigirme el siguiente

DECRETO

"El Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, decreta:

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE

TÍTULO PRIMERO Disposiciones Generales

CAPÍTULO I Normas Preliminares

ARTÍCULO 1o.- La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

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

obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas;

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

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

ARTÍCULO 2o.- Se consideran de utilidad pública:

- I.- El ordenamiento ecológico del territorio nacional en los casos previstos por esta y las demás leyes aplicables;
- II.- El establecimiento, protección y preservación de las áreas naturales protegidas y de las zonas de restauración ecológica;
- III - La formulación y ejecución de acciones de protección y preservación de la biodiversidad del territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, así como el aprovechamiento de material genético; y
- IV - El establecimiento de zonas intermedias de salvaguardia, con motivo de la presencia de actividades consideradas como riesgosas.

ARTÍCULO 3o.- Para los efectos de esta Ley se entiende por:

- I.- Ambiente: El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados;

- II.- **Áreas naturales protegidas:** Las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente Ley;
- III.- **Aprovechamiento sustentable:** La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos;
- IV.- **Biodiversidad:** La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas;
- V.- **Bioteología:** Toda aplicación tecnológica que utilice recursos biológicos, organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos;
- VI.- **Contaminación:** La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico;
- VII.- **Contaminante:** Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural;
- VIII.- **Contingencia ambiental:** Situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas;
- IX.- **Control:** Inspección, vigilancia y aplicación de las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones establecidas en este ordenamiento;
- X.- **Criterios ecológicos:** Los lineamientos obligatorios contenidos en la presente Ley, para orientar las acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente, que tendrán el carácter de instrumentos de la política ambiental;
- XI.- **Desarrollo Sustentable:** El proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras;

- XII.- Desequilibrio ecológico: La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos;
- XIII.- Ecosistema: La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados;
- XIV.- Equilibrio ecológico: La relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos;
- XV.- Elemento natural: Los elementos físicos, químicos y biológicos que se presentan en un tiempo y espacio determinado sin la inducción del hombre;
- XVI.- Emergencia ecológica: Situación derivada de actividades humanas o fenómenos naturales que al afectar severamente a sus elementos, pone en peligro a uno o varios ecosistemas;
- XVII.- Fauna silvestre: Las especies animales que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre, así como los animales domésticos que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación;
- XVIII.- Flora silvestre: Las especies vegetales así como los hongos, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo las poblaciones o especímenes de estas especies que se encuentran bajo control del hombre;
- XIX.- Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza;
- XX - Manifestación del impacto ambiental: El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo;
- XXI.- Material genético: Todo material de origen vegetal, animal, microbiano o de otro tipo, que contenga unidades funcionales de herencia;
- XXII.- Material peligroso: Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas;
- XXIII.- Ordenamiento ecológico: El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr

la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos;

- XXIV.-Preservación: El conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitat naturales;
- XXV.- Prevención: El conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente;
- XXVI.-Protección: El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro;
- XXVII.-Recursos biológicos: Los recursos genéticos, los organismos o partes de ellos, las poblaciones, o cualquier otro componente biótico de los ecosistemas con valor o utilidad real o potencial para el ser humano;
- XXVIII.-Recursos genéticos: El material genético de valor real o potencial;
- XXIX -Recurso natural: El elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre,
- XXX.- Región ecológica: La unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes;
- XXXI.-Residuo Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó;
- XXXII -Residuos peligrosos: Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente;
- XXXIII.-Restauración: Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales,
- XXXIV.-Secretaría: La Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, y
- XXXV.-Vocación natural: Condiciones que presenta un ecosistema para sostener una o varias actividades sin que se produzcan desequilibrios ecológicos

CAPÍTULO II Distribución de Competencias y Coordinación

ARTÍCULO 4o.- La Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios ejercerán sus atribuciones en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta Ley y en otros ordenamientos legales.

ARTÍCULO 5o.- Son facultades de la Federación:

- I.- La formulación y conducción de la política ambiental nacional;
- II.- La aplicación de los instrumentos de la política ambiental previstos en esta Ley, en los términos en ella establecidos, así como la regulación de las acciones para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente que se realicen en bienes y zonas de jurisdicción federal;
- III.- La atención de los asuntos que afecten el equilibrio ecológico en el territorio nacional o en las zonas sujetas a la soberanía y jurisdicción de la nación, originados en el territorio o zonas sujetas a la soberanía o jurisdicción de otros Estados, o en zonas que estén más allá de la jurisdicción de cualquier Estado;
- IV.- La atención de los asuntos que, originados en el territorio nacional o las zonas sujetas a la soberanía o jurisdicción de la nación afecten el equilibrio ecológico del territorio o de las zonas sujetas a la soberanía o jurisdicción de otros Estados, o a las zonas que estén más allá de la jurisdicción de cualquier Estado;
- V.- La expedición de las normas oficiales mexicanas y la vigilancia de su cumplimiento en las materias previstas en esta Ley;
- VI.- La regulación y el control de las actividades consideradas como altamente riesgosas, y de la generación, manejo y disposición final de materiales y residuos peligrosos para el ambiente o los ecosistemas, así como para la preservación de los recursos naturales, de conformidad con esta Ley, otros ordenamientos aplicables y sus disposiciones reglamentarias,
- VII.- La participación en la prevención y el control de emergencias y contingencias ambientales, conforme a las políticas y programas de protección civil que al efecto se establezcan;
- VIII.- El establecimiento, regulación, administración y vigilancia de las áreas naturales protegidas de competencia federal;
- IX.- La formulación, aplicación y evaluación de los programas de ordenamiento ecológico general del territorio y de los programas de ordenamiento ecológico marino a que se refiere el artículo 19 BIS de esta Ley;

- X.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes;
- XI.- La regulación del aprovechamiento sustentable, la protección y la preservación de los recursos forestales, el suelo, las aguas nacionales, la biodiversidad, la flora, la fauna y los demás recursos naturales de su competencia;
- XII.- La regulación de la contaminación de la atmósfera, proveniente de todo tipo de fuentes emisoras, así como la prevención y el control en zonas o en caso de fuentes fijas y móviles de jurisdicción federal;
- XIII.- El fomento de la aplicación de tecnologías, equipos y procesos que reduzcan las emisiones y descargas contaminantes provenientes de cualquier tipo de fuente, en coordinación con las autoridades de los Estados, el Distrito Federal y los Municipios; así como el establecimiento de las disposiciones que deberán observarse para el aprovechamiento sustentable de los energéticos;
- XIV.- La regulación de las actividades relacionadas con la exploración, explotación y beneficio de los minerales, sustancias y demás recursos del subsuelo que corresponden a la nación, en lo relativo a los efectos que dichas actividades puedan generar sobre el equilibrio ecológico y el ambiente;
- XV.- La regulación de la prevención de la contaminación ambiental originada por ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores perjudiciales para el equilibrio ecológico y el ambiente;
- XVI.- La promoción de la participación de la sociedad en materia ambiental, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley;
- XVII.- La integración del Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales y su puesta a disposición al público en los términos de la presente Ley;
- XVIII.- La emisión de recomendaciones a autoridades Federales, Estatales y Municipales, con el propósito de promover el cumplimiento de la legislación ambiental;
- XIX.- La vigilancia y promoción, en el ámbito de su competencia, del cumplimiento de esta Ley y los demás ordenamientos que de ella se deriven;
- XX.- La atención de los asuntos que afecten el equilibrio ecológico de dos o más entidades federativas, y
- XXI.- Las demás que esta Ley u otras disposiciones legales atribuyan a la Federación.

ARTÍCULO 6o.- Las atribuciones que esta Ley otorga a la Federación, serán ejercidas por el Poder Ejecutivo Federal a través de la Secretaría, salvo las que directamente correspondan al Presidente de la República por disposición expresa de la ley.

Cuando, por razón de la materia y de conformidad con la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal u otras disposiciones legales aplicables, se requiera de la intervención de otras dependencias, la Secretaría ejercerá sus atribuciones en coordinación con las mismas.

Las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal que ejerzan atribuciones que les confieren otros ordenamientos cuyas disposiciones se relacionen con el objeto de la presente Ley, ajustarán su ejercicio a los criterios para preservar el equilibrio ecológico, aprovechar sustentablemente los recursos naturales y proteger el ambiente en ella incluidos, así como a las disposiciones de los reglamentos, normas oficiales mexicanas, programas de ordenamiento ecológico y demás normatividad que de la misma se derive.

ARTÍCULO 7o.- Corresponden a los Estados, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades:

- I.- La formulación, conducción y evaluación de la política ambiental estatal;
- II.- La aplicación de los instrumentos de política ambiental previstos en las leyes locales en la materia, así como la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente que se realice en bienes y zonas de jurisdicción estatal, en las materias que no estén expresamente atribuidas a la Federación;
- III.- La prevención y control de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas que funcionen como establecimientos industriales, así como por fuentes móviles, que conforme a lo establecido en esta Ley no sean de competencia Federal;
- IV.- La regulación de actividades que no sean consideradas altamente riesgosas para el ambiente, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 149 de la presente Ley;
- V.- El establecimiento, regulación, administración y vigilancia de las áreas naturales protegidas previstas en la legislación local, con la participación de los gobiernos municipales;
- VI.- La regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos de conformidad con lo dispuesto por el artículo 137 de la presente Ley;
- VII.- La prevención y el control de la contaminación generada por la emisión de ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores perjudiciales al equilibrio ecológico o al ambiente, proveniente de fuentes fijas que funcionen como establecimientos industriales, así como, en su caso, de fuentes móviles que conforme a lo establecido en esta Ley no sean de competencia Federal;

- VIII.- La regulación del aprovechamiento sustentable y la prevención y control de la contaminación de las aguas de jurisdicción estatal; así como de las aguas nacionales que tengan asignadas;
- IX.- La formulación, expedición y ejecución de los programas de ordenamiento ecológico del territorio a que se refiere el artículo 20 BIS 2 de esta Ley, con la participación de los municipios respectivos;
- X.- La prevención y el control de la contaminación generada por el aprovechamiento de las sustancias no reservadas a la Federación, que constituyan depósitos de naturaleza similar a los componentes de los terrenos, tales como rocas o productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales para la construcción u ornamento de obras;
- XI.- La atención de los asuntos que afecten el equilibrio ecológico o el ambiente de dos o más municipios;
- XII.- La participación en emergencias y contingencias ambientales, conforme a las políticas y programas de protección civil que al efecto se establezcan;
- XIII.- La vigilancia del cumplimiento de las normas oficiales mexicanas expedidas por la Federación, en las materias y supuestos a que se refieren las fracciones III, VI y VII de este artículo,
- XIV.- La conducción de la política estatal de información y difusión en materia ambiental;
- XV.- La promoción de la participación de la sociedad en materia ambiental, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley;
- XVI.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades que no se encuentren expresamente reservadas a la Federación, por la presente Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 35 BIS 2 de la presente Ley;
- XVII.- El ejercicio de las funciones que en materia de preservación del equilibrio ecológico y protección al ambiente les transfiera la Federación, conforme a lo dispuesto en el artículo 11 de este ordenamiento;
- XVIII.- La formulación, ejecución y evaluación del programa estatal de protección al ambiente,
- XIX.- La emisión de recomendaciones a las autoridades competentes en materia ambiental, con el propósito de promover el cumplimiento de la legislación ambiental;

- XX.- La atención coordinada con la Federación de asuntos que afecten el equilibrio ecológico de dos o más Entidades Federativas, cuando así lo consideren conveniente las Entidades Federativas respectivas, y
- XXI.- La atención de los demás asuntos que en materia de preservación del equilibrio ecológico y protección al ambiente les conceda esta Ley u otros ordenamientos en concordancia con ella y que no estén otorgados expresamente a la Federación.

ARTÍCULO 8o.- Corresponden a los Municipios, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades:

- I.- La formulación, conducción y evaluación de la política ambiental municipal;
- II.- La aplicación de los instrumentos de política ambiental previstos en las leyes locales en la materia y la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en bienes y zonas de jurisdicción municipal, en las materias que no estén expresamente atribuidas a la Federación o a los Estados;
- III.- La aplicación de las disposiciones jurídicas en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas que funcionen como establecimientos mercantiles o de servicios, así como de emisiones de contaminantes a la atmósfera provenientes de fuentes móviles que no sean consideradas de jurisdicción federal, con la participación que de acuerdo con la legislación estatal corresponda al gobierno del estado;
- IV.- La aplicación de las disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de los efectos sobre el ambiente ocasionados por la generación, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 137 de la presente Ley;
- V.- La creación y administración de zonas de preservación ecológica de los centros de población, parques urbanos, jardines públicos y demás áreas análogas previstas por la legislación local;
- VI.- La aplicación de las disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de la contaminación por ruido, vibraciones, energía térmica, radiaciones electromagnéticas y lumínica y olores perjudiciales para el equilibrio ecológico y el ambiente, proveniente de fuentes fijas que funcionen como establecimientos mercantiles o de servicios, así como la vigilancia del cumplimiento de las disposiciones que, en su caso, resulten aplicables a las fuentes móviles excepto las que conforme a esta Ley sean consideradas de jurisdicción federal;
- VII.- La aplicación de las disposiciones jurídicas en materia de prevención y control de la contaminación de las aguas que se descarguen en los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población, así como de las aguas nacionales que

tengan asignadas, con la participación que conforme a la legislación local en la materia corresponda a los gobiernos de los estados;

- VIII.- La formulación y expedición de los programas de ordenamiento ecológico local del territorio a que se refiere el artículo 20 BIS 4 de esta Ley, en los términos en ella previstos, así como el control y la vigilancia del uso y cambio de uso del suelo, establecidos en dichos programas;
- IX.- La preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en los centros de población, en relación con los efectos derivados de los servicios de alcantarillado, limpia, mercados, centrales de abasto, panteones, rastros, tránsito y transporte locales, siempre y cuando no se trate de facultades otorgadas a la Federación o a los Estados en la presente Ley;
- X.- La participación en la atención de los asuntos que afecten el equilibrio ecológico de dos o más municipios y que generen efectos ambientales en su circunscripción territorial;
- XI.- La participación en emergencias y contingencias ambientales conforme a las políticas y programas de protección civil que al efecto se establezcan;
- XII.- La vigilancia del cumplimiento de las normas oficiales mexicanas expedidas por la Federación, en las materias y supuestos a que se refieren las fracciones III, IV, VI y VII de este artículo;
- XIII.- La formulación y conducción de la política municipal de información y difusión en materia ambiental;
- XIV.- La participación en la evaluación del impacto ambiental de obras o actividades de competencia estatal, cuando las mismas se realicen en el ámbito de su circunscripción territorial,
- XV.- La formulación, ejecución y evaluación del programa municipal de protección al ambiente, y
- XVI.- La atención de los demás asuntos que en materia de preservación del equilibrio ecológico y protección al ambiente les conceda esta Ley u otros ordenamientos en concordancia con ella y que no estén otorgados expresamente a la Federación o a los Estados.

ARTÍCULO 9o.- Corresponden al Gobierno del Distrito Federal, en materia de preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, conforme a las disposiciones legales que expida la Asamblea Legislativa del Distrito Federal, las facultades a que se refieren los artículos 7o. y 8o. de esta Ley

ARTÍCULO 10.- Los Congresos de los Estados, con arreglo a sus respectivas Constituciones y la Asamblea Legislativa del Distrito Federal, expedirán las disposiciones legales que sean necesarias para regular las materias de su competencia previstas en esta Ley. Los ayuntamientos, por su parte, dictarán los bandos de policía y buen gobierno, los reglamentos, circulares y disposiciones administrativas que correspondan, para que en sus respectivas circunscripciones, se cumplan las previsiones del presente ordenamiento.

En el ejercicio de sus atribuciones, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven.

ARTÍCULO 11.- La Federación, por conducto de la Secretaría, podrá suscribir convenios o acuerdos de coordinación con el objeto de que los Estados o el Distrito Federal asuman las siguientes funciones:

- I.- El manejo y vigilancia de las áreas naturales protegidas de competencia Federal;
- II.- El control de los residuos peligrosos considerados de baja peligrosidad conforme a las disposiciones del presente ordenamiento;
- III.- La prevención y control de la contaminación de la atmósfera proveniente de fuentes fijas y móviles de jurisdicción federal;
- IV.- El control de acciones para la protección, preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en la zona federal marítimo terrestre, así como en la zona federal de los cuerpos de agua considerados como nacionales;
- V.- La protección, preservación y restauración de los recursos naturales a que se refiere esta Ley, y de la flora y fauna silvestre, así como el control de su aprovechamiento sustentable,
- VI.- La realización de acciones operativas tendientes a cumplir con los fines previstos en este ordenamiento, y
- VII - La realización de acciones para la vigilancia del cumplimiento de las disposiciones de esta Ley.

Asimismo, los Estados podrán suscribir con sus Municipios convenios de coordinación, previo acuerdo con la Federación, a efecto de que éstos asuman la realización de las funciones anteriormente referidas.

ARTÍCULO 12.- Los convenios o acuerdos de coordinación que suscriban la Federación con el Distrito Federal y los Estados, y éstos con los Municipios, para los propósitos a que se refiere el artículo anterior, deberán ajustarse a las siguientes bases:

- I.- Definirán con precisión las materias y actividades que constituyan el objeto del convenio o acuerdo;

- II.- Deberá ser congruente el propósito de los convenios o acuerdos de coordinación con las disposiciones del Plan Nacional de Desarrollo y con la política ambiental nacional;
- III.- Se describirán los bienes y recursos que aporten las partes esclareciendo cuál será su destino específico y su forma de administración;
- IV.- Se especificará la vigencia del convenio o acuerdo, sus formas de terminación y de solución de controversias y, en su caso, de prórroga;
- V.- Definirán el órgano u órganos que llevarán a cabo las acciones que resulten de los convenios o acuerdos de coordinación, incluyendo las de evaluación, y
- VI.- Contendrán las demás estipulaciones que las partes consideren necesarias para el correcto cumplimiento del convenio o acuerdo.

Los convenios a que se refiere el presente artículo, deberán ser publicados en el Diario Oficial de la Federación y en el órgano oficial del gobierno local respectivo.

ARTÍCULO 13.- Los Estados podrán suscribir entre sí y con el Gobierno del Distrito Federal, en su caso, convenios o acuerdos de coordinación y colaboración administrativa, con el propósito de atender y resolver problemas ambientales comunes y ejercer sus atribuciones a través de las instancias que al efecto determinen, atendiendo a lo dispuesto en las leyes locales que resulten aplicables. Las mismas facultades podrán ejercer los municipios entre sí, aunque pertenezcan a entidades federativas diferentes, de conformidad con lo que establezcan las leyes señaladas.

ARTÍCULO 14.- Las dependencias y entidades de la Administración Pública se coordinarán con la Secretaría para la realización de las acciones conducentes, cuando exista peligro para el equilibrio ecológico de alguna zona o región del país, como consecuencia de desastres producidos por fenómenos naturales, o por caso fortuito o fuerza mayor.

ARTÍCULO 14 bis.- Las autoridades ambientales de la Federación y de las entidades federativas integrarán un órgano que se reunirá periódicamente con el propósito de coordinar sus esfuerzos en materia ambiental, analizar e intercambiar opiniones en relación con las acciones y programas en la materia, evaluar y dar seguimiento a las mismas, así como convenir las acciones y formular las recomendaciones pertinentes, particularmente en lo que se refiere a los objetivos y principios establecidos en los artículos primero y décimo quinto de esta Ley.

La Secretaría y las demás dependencias competentes, establecerán los mecanismos necesarios para intercambiar información respecto de autorizaciones o resoluciones relativas al aprovechamiento de recursos biológicos para los fines a que se refiere este precepto.

ARTÍCULO 87 bis 1.- Los ingresos que la Federación perciba por concepto del otorgamiento de permisos, autorizaciones y licencias en materia de flora y fauna silvestre, conforme lo determinen los ordenamientos aplicables, se destinarán a la realización de acciones de preservación y restauración de la biodiversidad en las áreas que constituyan el hábitat de las especies de flora y fauna silvestre respecto de las cuales se otorgaron los permisos, licencias o autorizaciones correspondientes.

ARTÍCULO 87 bis 2.- El Gobierno Federal, los gobiernos de los Estados, del Distrito Federal y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, regularán el trato digno y respetuoso que deberá darse a los animales.

TÍTULO TERCERO Aprovechamiento Sustentable de los Elementos Naturales

CAPÍTULO I Aprovechamiento Sustentable del Agua y los Ecosistemas Acuáticos

ARTÍCULO 88.- Para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos se considerarán los siguientes criterios:

- I.- Corresponde al Estado y a la sociedad la protección de los ecosistemas acuáticos y del equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico;
- II.- El aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que comprenden los ecosistemas acuáticos deben realizarse de manera que no se afecte su equilibrio ecológico;
- III.- Para mantener la integridad y el equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico, se deberá considerar la protección de suelos y áreas boscosas y selváticas y el mantenimiento de caudales básicos de las corrientes de agua, y la capacidad de recarga de los acuíferos, y
- IV.- La preservación y el aprovechamiento sustentable del agua, así como de los ecosistemas acuáticos es responsabilidad de sus usuarios, así como de quienes realicen obras o actividades que afecten dichos recursos.

ARTÍCULO 89.- Los criterios para el aprovechamiento sustentable del agua y de los ecosistemas acuáticos, serán considerados en:

- I.- La formulación e integración del Programa Nacional Hidráulico,

- II.- El otorgamiento de concesiones, permisos, y en general toda clase de autorizaciones para el aprovechamiento de recursos naturales o la realización de actividades que afecten o puedan afectar el ciclo hidrológico;
- III.- El otorgamiento de autorizaciones para la desviación, extracción o derivación de aguas de propiedad nacional;
- IV.- El establecimiento de zonas reglamentadas, de veda o de reserva;
- V.- Las suspensiones o revocaciones de permisos, autorizaciones, concesiones o asignaciones otorgados conforme a las disposiciones previstas en la Ley de Aguas Nacionales, en aquellos casos de obras o actividades que dañen los recursos hidráulicos nacionales o que afecten el equilibrio ecológico,
- VI.- La operación y administración de los sistemas de agua potable y alcantarillado que sirven a los centros de población e industrias;
- VII.- Las previsiones contenidas en el programa director para el desarrollo urbano del Distrito Federal respecto de la política de reuso de aguas;
- VIII.- Las políticas y programas para la protección de especies acuáticas endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;
- IX.- Las concesiones para la realización de actividades de acuicultura, en términos de lo previsto en la Ley de Pesca, y
- X.- La creación y administración de áreas o zonas de protección pesquera.
- XI.- **(Derogada por el Artículo Único del Decreto de 10 de diciembre de 1996, publicado en "Diario Oficial" de 13 del mismo mes y año).**
- XII.- **(Derogada por el Artículo Único del Decreto de 10 de diciembre de 1996, publicado en "Diario Oficial" de 13 del mismo mes y año).**

ARTÍCULO 90.- La Secretaría, en coordinación con la Secretaría de Salud, expedirán las normas oficiales mexicanas para el establecimiento y manejo de zonas de protección de ríos, manantiales, depósitos y en general, fuentes de abastecimiento de agua para el servicio de las poblaciones e industrias, y promoverá el establecimiento de reservas de agua para consumo humano.

ARTÍCULO 91.- El otorgamiento de las autorizaciones para afectar el curso o cauce de las corrientes de agua, se sujetará a los criterios ecológicos contenidos en la presente Ley.

ARTÍCULO 92.- Con el propósito de asegurar la disponibilidad del agua y abatir los niveles de desperdicio, las autoridades competentes promoverán el ahorro y uso eficiente del agua, el tratamiento de aguas residuales y su reuso.

ARTÍCULO 93.- La Secretaría, realizará las acciones necesarias para evitar, y en su caso controlar procesos de eutroficación, salinización y cualquier otro proceso de contaminación en las aguas nacionales.

ARTÍCULO 94.- La exploración, explotación, aprovechamiento y administración de los recursos acuáticos vivos y no vivos, se sujetará a lo que establecen esta Ley, la Ley de Pesca, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones aplicables.

ARTÍCULO 95.- La Secretaría deberá solicitar a los interesados, en los términos señalados en esta Ley, la realización de estudios de impacto ambiental previo al otorgamiento de concesiones, permisos y en general, autorizaciones para la realización de actividades pesqueras, cuando el aprovechamiento de las especies ponga en peligro su preservación o pueda causar desequilibrio ecológico

ARTÍCULO 96.- La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas para la protección de los ecosistemas acuáticos y promoverá la concertación de acciones de preservación y restauración de los ecosistemas acuáticos con los sectores productivos y las comunidades.

ARTÍCULO 97.- La Secretaría establecerá viveros, criaderos y reservas de especies de flora y fauna acuáticas.

CAPÍTULO II

Preservación y Aprovechamiento Sustentable del Suelo y sus Recursos

ARTÍCULO 98.- Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios:

- I.- El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas;
- II.- El uso de los suelos debe hacerse de manera que éstos mantengan su integridad física y su capacidad productiva,
- III.- Los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas, con efectos ecológicos adversos;
- IV - En las acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural;
- V.- En las zonas afectadas por fenómenos de degradación o desertificación, deberán llevarse a cabo las acciones de regeneración, recuperación y rehabilitación necesarias, a fin de restaurarlas, y

VI.- La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.

TÍTULO CUARTO
Protección al Ambiente

CAPÍTULO I
Disposiciones Generales

ARTÍCULO 109 bis.- La Secretaría, en los términos que señalen los reglamentos de esta Ley, deberá integrar un inventario de emisiones atmosféricas, descargas de aguas residuales en cuerpos receptores federales o que se infiltren al subsuelo, materiales y residuos peligrosos de su competencia, coordinar los registros que establezca la Ley y crear un sistema consolidado de información basado en las autorizaciones, licencias o permisos que en la materia deberán otorgarse.

ARTÍCULO 109 bis 1.- La Secretaría deberá establecer los mecanismos y procedimientos necesarios, con el propósito de que los interesados realicen un solo trámite, en aquellos casos en que para la operación y funcionamiento de establecimientos industriales, comerciales o de servicios se requiera obtener diversos permisos, licencias o autorizaciones que deban ser otorgados por la propia dependencia.

ARTÍCULO 110.- Para la protección a la atmósfera se consideraran los siguientes criterios:

- I.- La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y
- II.- Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

CAPÍTULO II
Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera

ARTÍCULO 111.- Para controlar, reducir o evitar la contaminación de la atmósfera, la Secretaría tendrá las siguientes facultades:

- I - Expedir las normas oficiales mexicanas que establezcan la calidad ambiental de las distintas áreas, zonas o regiones del territorio nacional, con base en los valores de concentración máxima permisible para la salud pública de contaminantes en el ambiente, determinados por la Secretaría de Salud;
- II.- Integrar y mantener actualizado el inventario de las fuentes emisoras de contaminantes a la atmósfera de jurisdicción federal, y coordinarse con los gobiernos locales para la integración del inventario nacional y los regionales correspondientes;

- III.- Expedir las normas oficiales mexicanas que establezcan por contaminante y por fuente de contaminación, los niveles máximos permisibles de emisión de olores, gases así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera provenientes de fuentes fijas y móviles;
- IV.- Formular y aplicar programas para la reducción de emisión de contaminantes a la atmósfera, con base en la calidad del aire que se determine para cada área, zona o región del territorio nacional. Dichos programas deberán prever los objetivos que se pretende alcanzar, los plazos correspondientes y los mecanismos para su instrumentación;
- V.- Promover y apoyar técnicamente a los gobiernos locales en la formulación y aplicación de programas de gestión de calidad del aire, que tengan por objeto el cumplimiento de la normatividad aplicable;
- VI.- Requerir a los responsables de la operación de fuentes fijas de jurisdicción federal, el cumplimiento de los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 37 de la presente Ley, su reglamento y en las normas oficiales mexicanas respectivas;
- VII.- Expedir las normas oficiales mexicanas para el establecimiento y operación de los sistemas de monitoreo de la calidad del aire;
- VIII - Expedir las normas oficiales mexicanas para la certificación por la autoridad competente, de los niveles de emisión de contaminantes a la atmósfera provenientes de fuentes determinadas;
- IX.- Expedir, en coordinación con la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, las normas oficiales mexicanas que establezcan los niveles máximos permisibles de emisión de contaminantes a la atmósfera, provenientes de vehículos automotores nuevos en planta y de vehículos automotores en circulación, considerando los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente, determinados por la Secretaría de Salud;
- X.- Definir niveles máximos permisibles de emisión de contaminantes a la atmósfera por fuentes, áreas, zonas o regiones, de tal manera que no se rebasen las capacidades de asimilación de las cuencas atmosféricas y se cumplan las normas oficiales mexicanas de calidad del aire;
- XI.- Promover en coordinación con las autoridades competentes, de conformidad con las disposiciones que resulten aplicables, sistemas de derechos transferibles de emisión de contaminantes a la atmósfera;
- XII.- Aprobar los programas de gestión de calidad del aire elaborados por los gobiernos locales para el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas respectivas;

- XIII.- Promover ante los responsables de la operación de fuentes contaminantes, la aplicación de nuevas tecnologías, con el propósito de reducir sus emisiones a la atmósfera, y
- XIV.- Expedir las normas oficiales mexicanas que establezcan las previsiones a que deberá sujetarse la operación de fuentes fijas que emitan contaminantes a la atmósfera, en casos de contingencias y emergencias ambientales.

ARTÍCULO 117.- Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:

- I.- La prevención y control de la contaminación del agua es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;
- II.- Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás, depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;
- III.- El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas;
- IV.- Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; y
- V.- La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua.

CAPÍTULO III Prevención y Control de la Contaminación del Agua y de los Ecosistemas Acuáticos

ARTÍCULO 118.- Los criterios para la prevención y control de la contaminación del agua serán considerados en:

- I.- La expedición de normas oficiales mexicanas para el uso, tratamiento y disposición de aguas residuales, para evitar riesgos y daños a la salud pública;
- II.- La formulación de las normas oficiales mexicanas que deberá satisfacer el tratamiento del agua para el uso y consumo humano, así como para la infiltración y descarga de aguas residuales en cuerpos receptores considerados aguas nacionales;
- III.- Los convenios que celebre el Ejecutivo Federal para entrega de agua en bloque a los sistemas usuarios o a usuarios, especialmente en lo que se refiere a la determinación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales que deban instalarse;
- IV.- El establecimiento de zonas reglamentadas, de veda o de reserva en términos de la Ley de Aguas Nacionales;

- V.- Las concesiones, asignaciones, permisos y en general autorizaciones que deban obtener los concesionarios, asignatarios o permisionarios, y en general los usuarios de las aguas propiedad de la nación, para infiltrar aguas residuales en los terrenos, o para descargarlas en otros cuerpos receptores distintos de los alcantarillados de las poblaciones;
- VI.- La organización, dirección y reglamentación de los trabajos de hidrología en cuencas, cauces y álveos de aguas nacionales, superficiales y subterráneos; y
- VII.- La clasificación de cuerpos receptores de descarga de aguas residuales, de acuerdo a su capacidad de asimilación o dilución y la carga contaminante que éstos puedan recibir.

ARTÍCULO 119.- La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas que se requieran para prevenir y controlar la contaminación de las aguas nacionales, conforme a lo dispuesto en esta Ley, en la Ley de Aguas Nacionales, su Reglamento y las demás disposiciones que resulten aplicables.

ARTÍCULO 119 bis.- En materia de prevención y control de la contaminación del agua, corresponde a los gobiernos de los Estados y de los Municipios, por sí o a través de sus organismos públicos que administren el agua, así como al del Distrito Federal, de conformidad con la distribución de competencias establecida en esta Ley y conforme lo dispongan sus leyes locales en la materia:

- I.- El control de las descargas de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado;
- II.- La vigilancia de las normas oficiales mexicanas correspondientes, así como requerir a quienes generen descargas a dichos sistemas y no cumplan con éstas, la instalación de sistemas de tratamiento;
- III.- Determinar el monto de los derechos correspondientes para que el municipio o autoridad estatal respectiva, pueda llevar a cabo el tratamiento necesario, y en su caso, proceder a la imposición de las sanciones a que haya lugar, y
- IV.- Llevar y actualizar el registro de las descargas a los sistemas de drenaje y alcantarillado que administren, el que será integrado al registro nacional de descargas a cargo de la Secretaría.

ARTÍCULO 120.- Para evitar la contaminación del agua, quedan sujetos a regulación federal o local:

- I.- Las descargas de origen industrial;
- II.- Las descargas de origen municipal y su mezcla incontrolada con otras descargas;
- III.- Las descargas derivadas de actividades agropecuarias;

- IV.- Las descargas de desechos, sustancias o residuos generados en las actividades de extracción de recursos no renovables;
- V.- La aplicación de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas;
- VI.- Las infiltraciones que afecten los mantos acuíferos; y
- VII.- El vertimiento de residuos sólidos, materiales peligrosos y lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales, en cuerpos y corrientes de agua.

ARTÍCULO 121.- No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.

ARTÍCULO 122.- Las aguas residuales provenientes de usos públicos urbanos y las de usos industriales o agropecuarios que se descarguen en los sistemas de drenaje y alcantarillado de las poblaciones o en las cuencas, ríos, cauces, vasos y demás depósitos o corrientes de agua, así como las que por cualquier medio se infiltren en el subsuelo, y en general, las que se derramen en los suelos, deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir:

- I.- Contaminación de los cuerpos receptores;
- II.- Interferencias en los procesos de depuración de las aguas; y
- III.- Trastornos, impedimentos o alteraciones en los correctos aprovechamientos, o del funcionamiento adecuado de los sistemas, y en la capacidad hidráulica en las cuencas, cauces, vasos, mantos acuíferos y demás depósitos de propiedad nacional, así como de los sistemas de alcantarillado.

ARTÍCULO 123.- Todas las descargas en las redes colectoras, ríos, acuíferos, cuencas, cauces, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua y los derrames de aguas residuales en los suelos o su infiltración en terrenos, deberán satisfacer las normas oficiales mexicanas que para tal efecto se expidan, y en su caso, las condiciones particulares de descarga que determine la Secretaría o las autoridades locales. Corresponderá a quien genere dichas descargas, realizar el tratamiento previo requerido.

ARTÍCULO 124.- Cuando las aguas residuales afecten o puedan afectar fuentes de abastecimiento de agua, la Secretaría lo comunicará a la Secretaría de Salud y negará el permiso o autorización correspondiente, o revocará, y en su caso, ordenará la suspensión del suministro.

ARTÍCULO 125.- (Derogado por el Artículo Único del Decreto de 10 de diciembre de 1996, publicado en "Diario Oficial" de 13 del mismo mes y año).

ARTÍCULO 126.- Los equipos de tratamiento de las aguas residuales de origen urbano que diseñen, operen o administren los municipios, las autoridades estatales, o el Distrito Federal, deberán cumplir con las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan.

ARTÍCULO 127.- La Secretaría, en coordinación con la Secretaría de Salud, emitirán opinión, con base en los estudios de la cuenca y sistemas correspondientes, para la programación y construcción de obras e instalaciones de purificación de aguas residuales de procedencia industrial.

ARTÍCULO 128.- Las aguas residuales provenientes de los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano, podrán utilizarse en la industria y en la agricultura, si se someten en los casos que se requiera, al tratamiento que cumpla con las normas oficiales mexicanas emitidas por la Secretaría, y en su caso, por la Secretaría de Salud.

En los aprovechamientos existentes de aguas residuales en la agricultura, se promoverán acciones para mejorar la calidad del recurso, la reglamentación de los cultivos y las prácticas de riego.

ARTÍCULO 129.- El otorgamiento de asignaciones, autorizaciones, concesiones o permisos para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas en actividades económicas susceptibles de contaminar dicho recurso, estará condicionado al tratamiento previo necesario de las aguas residuales que se produzcan.

ARTÍCULO 130.- La Secretaría autorizará el vertido de aguas residuales en aguas marinas, de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que al respecto expida. Cuando el origen de las descargas provenga de fuentes móviles o de plataformas fijas en el mar territorial y la zona económica exclusiva, la Secretaría se coordinará con la Secretaría de Marina para la expedición de las autorizaciones correspondientes.

ARTÍCULO 131.- Para la protección del medio marino, la Secretaría emitirá las normas oficiales mexicanas para la explotación, preservación y administración de los recursos naturales, vivos y abióticos, del lecho y el subsuelo del mar y de las aguas suprayacentes, así como las que deberán observarse para la realización de actividades de exploración y explotación en la zona económica exclusiva.

ARTÍCULO 132.- La Secretaría se coordinará con las Secretarías de Marina, de Energía, de Salud y de Comunicaciones y Transportes, a efecto de que dentro de sus respectivas atribuciones intervengan en la prevención y control de la contaminación del medio marino, así como en la preservación y restauración del equilibrio de sus ecosistemas, con arreglo a lo establecido en la presente Ley, en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley Federal del Mar, las convenciones internacionales de las que México forma parte y las demás disposiciones aplicables.

ARTÍCULO 133.- La Secretaría, con la participación que en su caso corresponda a la Secretaría de Salud conforme a otros ordenamientos legales, realizará un sistemático y permanente monitoreo de la calidad de las aguas, para detectar la presencia de

contaminantes o exceso de desechos orgánicos y aplicar las medidas que procedan. En los casos de aguas de jurisdicción local se coordinará con las autoridades de los Estados, el Distrito Federal y los Municipios.

CAPÍTULO IV

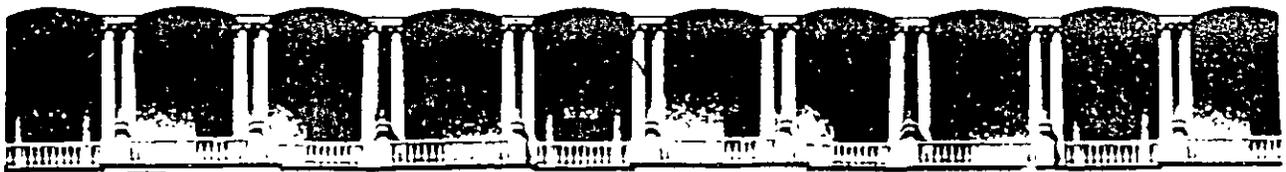
Prevención y Control de la Contaminación del Suelo

ARTÍCULO 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:

- I.- Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo;
- II.- Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;
- III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;
- IV - La utilización de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas, debe ser compatible con el equilibrio de los ecosistemas y considerar sus efectos sobre la salud humana a fin de prevenir los daños que pudieran ocasionar, y
- V.- En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.

ARTÍCULO 135.- Los criterios para prevenir y controlar la contaminación del suelo se consideran, en los siguientes casos:

- I.- La ordenación y regulación del desarrollo urbano;
- II.- La operación de los sistemas de limpia y de disposición final de residuos municipales en rellenos sanitarios;
- III.- La generación, manejo y disposición final de residuos sólidos, industriales y peligrosos, así como en las autorizaciones y permisos que al efecto se otorguen;
- IV.- El otorgamiento de todo tipo de autorizaciones para la fabricación, importación, utilización y en general la realización de actividades relacionadas con plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**DIPLOMADO DE EVALUACION DE
PROYECTOS DE INVERSIÓN**

MÓDULO IV

TEMA:

NORMA OFICIAL MEXICANA

NOM-003-CNA-1996



**COMISION NACIONAL
DEL AGUA**

***SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA
GERENCIA DE INGENIERÍA BÁSICA Y NORMAS TÉCNICAS
SUBGERENCIA DE NORMALIZACIÓN***

Norma Oficial Mexicana NOM-003-CNA-1996

*Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua
para prevenir la contaminación de acuíferos*

GUILLERMO GUERRERO VILLALOBOS, Director General de la Comisión Nacional del Agua, con fundamento en lo dispuesto en los artículos 32 Bis fracciones I, II, III, IV y V de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1o., 2o. fracción II, 3o. fracción XI, 38 fracción II, 40 fracciones I, X y XIII, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 51, 52, 62, 63 y 64 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 9o. fracciones I, IV, XII y 12 de la Ley de Aguas Nacionales; 10 segundo párrafo y 14 fracciones XI y XV del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales y,

CONSIDERANDO

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de Proyectos de Normas Oficiales Mexicanas, el C. Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización del Sector Agua ordenó la publicación del Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-003-CNA-1996, que establece los requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el día 12 de junio de 1996, a efecto de que los interesados presentaran sus comentarios al citado Comité Consultivo

Que durante el plazo de noventa días naturales contados a partir de la fecha de publicación de dicho Proyecto de Norma Oficial Mexicana, los análisis a que se refiere el citado Ordenamiento Legal, estuvieron a disposición del público para su consulta.

Que dentro del plazo referido, los interesados presentaron sus comentarios al Proyecto de Norma, en cita, los cuales fueron analizados en el citado Comité Consultivo Nacional de Normalización del Sector Agua, realizándose las modificaciones pertinentes, mismas que fueron publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el día 6 de enero de 1997 por la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, por conducto de la Comisión Nacional del Agua.

Que previa aprobación del Comité Consultivo Nacional de Normalización del Sector Agua, en sesión de fecha 1 de octubre de 1996, he tenido a bien expedir la siguiente:

NORMA Oficial Mexicana NOM-003-CNA-1996, "Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos".

CONTENIDO

- 0 Introducción
1. Objetivo
2. Campo de aplicación
3. Referencias
4. Definiciones
5. Clasificación
6. Especificaciones
7. Verificación
8. Recomendaciones

9. Observancia de esta norma
 10. Bibliografía
 11. Grado de concordancia con normas y recomendaciones internacionales
 12. Vigencia
- Apéndice "A"

0. INTRODUCCIÓN

La necesidad de obtener agua en cantidades económicamente explotables ha originado la perforación de aproximadamente 140,000 pozos distribuidos en 460 acuíferos. Cuando los pozos para extracción de agua están mal construidos, ofrecen una vía de contaminación entre el ambiente externo y los acuíferos

A diferencia del agua superficial en la que puede observarse el proceso de contaminación y la localización de las fuentes contaminantes, lo que permite la remediación y depuración del recurso de manera oportuna, en el caso del agua subterránea la contaminación avanza y se efectúa sin que pueda observarse, originando que a veces la fuente de abastecimiento de agua tenga que abandonarse temporal o definitivamente. Los estudios para determinar la fuente y características de la contaminación, así como el proceso de remediación o descontaminación, requieren plazos de hasta varios años y originan altos costos que obligan incluso a abandonar definitivamente la fuente local de abastecimiento de agua.

La falta de cuidado en el manejo de las instalaciones que contienen líquidos y depósitos de residuos sólidos degradables cercanos a los pozos para extracción de agua, la ausencia de reglamentación relativa a la distancia a la que se puede construir un pozo para extracción de agua de la fuente de contaminación no suprimible y el diseño y construcción inadecuado de pozos, han dado como resultado la posible contaminación de las aguas subterráneas

Con el objeto de minimizar este riesgo y establecer los requisitos mínimos durante la construcción de pozos de agua para coadyuvar a la protección de acuíferos, se hace necesario expedir la siguiente:

NORMA Oficial Mexicana NOM-003-CNA-1996, "Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos".

1. OBJETIVO

Esta Norma Oficial Mexicana establece los requisitos mínimos de construcción que se deben cumplir durante la perforación de pozos para la extracción de aguas nacionales y trabajos asociados, con objeto de evitar la contaminación de los acuíferos.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma se aplica a la construcción de pozos para la extracción de aguas nacionales destinadas a los usos agrícola, agroindustrial, doméstico, acuacultura, servicios, industrial, pecuario, público urbano y múltiples.

La responsabilidad en la aplicación y cumplimiento de la presente norma corresponde al concesionario o asignatario que realice la construcción de pozos para la extracción de aguas nacionales.

3. REFERENCIAS

- NOM-008-SCFI-1993 Sistema General de Unidades de Medida. Publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 14 de octubre de 1993.
- NOM-012-SCFI-1993 Medición de flujo de agua en conductos cerrados de sistemas hidráulicos - Medidores para agua potable fría - Especificaciones. Publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 14 de octubre de 1993.
- NOM-014-SSA1-1993 Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados. Publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 12 de agosto de 1994.
- NOM-127-SSA1-1994 Salud Ambiental Agua para uso y consumo humano - Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 18 de enero de 1996.

4. DEFINICIONES

Para propósitos de esta Norma, las siguientes definiciones y unidades son aplicables:

4.1 Acreditamiento: Acto mediante el cual la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial reconoce organismos nacionales de normalización, organismos de certificación, laboratorios de pruebas y de calibración y unidades de verificación, para que lleven a cabo las actividades a que se refiere la *Ley Federal sobre Metrología y Normalización*.

4.2 Acuífero: Cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento.

- 4.3 Ademe:** Tubo generalmente metálico o de policloruro de vinilo (PVC), de diámetro y espesor definidos, liso o ranurado, cuya función es evitar el derrumbe o el colapso de las paredes del pozo que afecten la estructura integral del mismo; en su porción ranurada, permite el flujo del agua hacia los elementos mecánicos de impulsión de la bomba.
- 4.4 Asignatario:** Dependencia u organismo descentralizado de la administración pública federal, estatal o municipal que explota, usa o aprovecha aguas nacionales mediante asignación otorgada por la Comisión Nacional del Agua.
- 4.5 Bentonita:** Arcilla plástica que contiene principalmente sílice coloidal, caracterizada por la propiedad de aumentar varias veces su volumen al ponerse en contacto con el agua.
- 4.6 Brocal:** Base de concreto perimetral al ademe del pozo, colocada en el extremo superior del mismo para soportar al cabezal de descarga.
- 4.7 Campo de percolación:** Área preparada para verter agua que se empleará para la recarga artificial de acuíferos, ya sea por inundación directa o en forma de riego.
- 4.8 Concesionario:** Persona física o moral que explote, use o aproveche aguas nacionales mediante concesión otorgada por la Comisión Nacional del Agua.
- 4.9 Contraademe:** Tubería, generalmente de acero, utilizada en la ampliación de la parte superior de un pozo, cuya función es evitar derrumbes, entradas de aguas superficiales e infiltraciones que contaminen al acuífero.
- 4.10 Degradación:** Cambio o modificación de las propiedades físicas y químicas de un elemento, por efecto de un fenómeno o de un agente extraño.
- 4.11 Depósito de jales:** Sitio donde se depositan residuos generados en las operaciones primarias de separación y concentración de minerales.
- 4.12 Desarrollo del pozo:** Conjunto de actividades tendientes a restituir e incrementar la porosidad y permeabilidad del filtro granular y la formación acuífera adyacente al pozo.
- 4.13 Desinfectante:** Sustancia o proceso que destruye o impide la reproducción de microorganismos infecciosos tales como las bacterias y los enterovirus.
- 4.14 Filtro granular:** Material redondeado de origen natural, exento de materia orgánica o cualquier sustancia que altere o modifique sus propiedades físicas y químicas naturales, cuyo tamaño se selecciona en función de las características del acuífero; se coloca entre el ademe y el contraademe o pared de la unidad geológica horadada y su función principal es la de evitar la entrada de material fino al interior del pozo.
- 4.15 Fluido de perforación:** Agua, agua con bentonita, aire, aire con espumantes, o lodos orgánicos, empleados en las labores de perforación rotatoria de pozos, para remover el recorte del fondo, enfriar y limpiar la barrena, mantener estables las paredes y reducir la fricción entre las paredes del pozo y la herramienta de perforación.

4.16 Fuente contaminante: Conjunto de elementos que generan productos que alteran en forma negativa las propiedades físico-químicas y/o biológicas del agua.

4.17 La Comisión: Comisión Nacional del Agua, órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

4.18 Lecho de absorción: Obra de superficie para la recarga artificial de acuíferos, que consiste en adecuaciones del cauce de un río para mantener o aumentar su capacidad de infiltración.

4.19 Material consolidado: Agregado natural de fragmentos de roca unidos unos con otros directamente, o con ayuda de un cementante (material precipitado químicamente) o con matriz (material terrígeno).

4.20 Material no consolidado: Agregado natural de partículas poco cohesivas, no cementadas entre sí.

4.21 Nivel freático: Nivel superior de la zona saturada, en el cual el agua contenida en los poros se encuentra sometida a la presión atmosférica

4.22 Perforista: Persona física o moral con quien el concesionario o asignatario ha convenido la perforación.

4.23 Permeabilidad: Capacidad de un material para transmitir un fluido.

4.24 Plantilla: Losa de concreto perimetral al brocal para protección superficial del pozo.

4.25 Pozo: Obra de ingeniería, en la que se utilizan maquinarias y herramientas mecánicas para su construcción, para permitir extraer agua del subsuelo.

4.26 Pozo de absorción: Obra de ingeniería diseñada especialmente para infiltrar agua de lluvia al subsuelo, constituida por una captación o alcantarilla, una caja desarenadora y una caja de infiltración; ésta última funciona como pozo o puede derivar sus excedentes a uno. En este tipo de pozos no se controla la calidad del agua, ya que ésta es infiltrada en la zona no saturada en la que se espera se obtenga una depuración adicional antes de llegar al acuífero

4.27 Pozo de infiltración o inyección: Obra de ingeniería que permite la recarga artificial del acuífero.

4.28 Rejilla; cedazo: Ademe con aberturas de forma, tamaño y espaciamiento diseñados en función de las características granulométricas del acuífero, que permite el paso del agua al interior del pozo.

4.29 Relleno sanitario: Sitio para el confinamiento controlado de residuos sólidos municipales.

4.30 Unidad de verificación: Personas físicas o morales que hayan sido acreditadas para realizar actos de verificación por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial en coordinación con las dependencias competentes.

4.31 Uso agrícola: La utilización de agua nacional destinada a la actividad de siembra, cultivo y cosecha de productos agrícolas, y su preparación para la primera enajenación, siempre que los productos no hayan sido objeto de transformación industrial.

4.32 Uso agroindustrial: La utilización de agua nacional para la actividad de transformación industrial de los productos agrícolas y pecuarios.

4.33 Uso doméstico: Utilización del agua nacional destinada al uso particular de las personas y del hogar, riego de sus jardines y de sus árboles de ornato, incluyendo el abrevadero de sus animales domésticos que no constituya una actividad lucrativa.

4.34 Uso en acuicultura: La utilización de agua nacional destinada al cultivo, reproducción y desarrollo de cualquier especie de la fauna y flora acuáticas.

4.35 Uso industrial: La utilización de agua nacional en fábricas o empresas que realicen la extracción, conservación o transformación de materias primas o minerales, el acabado de productos o la elaboración de satisfactores, así como la que se utiliza en parques industriales, en calderas, en dispositivos para enfriamiento, lavado, baños y otros servicios dentro de la empresa, las salmueras que se utilizan para la extracción de cualquier tipo de sustancias y el agua aún en estado de vapor, que sea usada para la generación de energía eléctrica o para cualquier otro uso o aprovechamiento de transformación.

4.36 Uso pecuario: La utilización de agua nacional para la actividad consistente en la cría y engorda de ganado, aves de corral y animales, y su preparación para la primera enajenación, siempre que no comprendan la transformación industrial.

4.37 Uso público urbano: La utilización de agua nacional para centros de población o asentamientos humanos, a través de la red municipal

4.38 Uso en servicios: La utilización de agua nacional para servicios distintos a los señalados en las fracciones 4.31 a 4.39 de esta norma.

4.39 Usos múltiples: La utilización de agua nacional aprovechada en más de uno de los usos definidos en párrafos anteriores, salvo el uso para conservación ecológica, el cual está implícito en todos los aprovechamientos

4.40 Verificación: Constatación ocular o comprobación mediante muestreo y análisis de laboratorio acreditado, del cumplimiento de las normas.

5. CLASIFICACIÓN

Para propósitos de esta Norma, los pozos se pueden clasificar, en cuanto a su uso, en agrícola, agroindustrial, doméstico, en acuicultura, en servicios, industrial, pecuario, público urbano y múltiples.

6. ESPECIFICACIONES

6.1 Materiales usados en la construcción de pozos

Las piezas y sustancias utilizadas en la construcción de pozos deben ser de calidad comercial.

6.2 Área restringida de emplazamiento del pozo

El área de protección entre el sitio seleccionado para construir un pozo y las fuentes potenciales de contaminación existentes que no pueden ser suprimidas, tendrá un radio mínimo de 30 m con respecto al pozo.

Las fuentes de contaminación son las siguientes (esta lista no es limitativa, sino que depende de lo que, para situaciones y condiciones particulares, la Comisión considere necesarias):

- Alcantarillado sanitario
- Campos de percolación
- Canales de aguas residuales
- Cloacas
- Depósitos de jales
- Fosas sépticas
- Gasolineras y depósitos de hidrocarburos
- Lechos de absorción
- Letrinas
- Pozos abandonados no sellados
- Pozos de absorción
- Puntos de descarga de aguas residuales de uso industrial
- Rellenos sanitarios
- Ríos y cauces con aguas residuales provenientes de los usos definidos en los puntos 4.31 a 4.39.
- Rastros y establos

El radio mínimo podrá ser modificado por la Comisión o por la autoridad local competente, a través de la disposición legal o reglamentaria aplicable, con base en un estudio específico del sitio que considere la vulnerabilidad del acuífero a la contaminación y la extensión de su área de influencia para diferentes tiempos.

Cuando no sea posible cumplir el radio mínimo especificado en la presente Norma o en la disposición local reglamentaria, el concesionario o asignatario deberá presentar a la Comisión el diseño que propone para evitar la contaminación del acuífero, basado en estudios hidrogeológicos.

6.3 Desinfección de la herramienta en la etapa de perforación del pozo

La herramienta y la tubería de perforación se deben desinfectar antes de iniciar los trabajos de perforación. Previo a la desinfección, es necesario remover las grasas, aceites y otras sustancias adheridas a las herramientas.

6.4 Preparación y disposición adecuada de los fluidos de perforación

En la perforación de pozos con fluidos, cuya base principal sea el agua y la bentonita, éstos no deben contener ninguna sustancia que degrade las características químicas del agua subterránea.

6.4.1 Preparación de los fluidos

El agua utilizada en la preparación del fluido de perforación debe tener características físico-químicas tales que no inhiban las propiedades del fluido y no degraden al agua del subsuelo. Debe estar libre de organismos patógenos y poseer un pH entre 6 y 10.

Bajo ninguna circunstancia se debe permitir el uso de aguas residuales.

6.4.2 Protección de acuíferos por pérdida de circulación

No se deben añadir al fluido de perforación materiales que puedan contaminar o reducir la propiedades hidráulicas del acuífero

6.4.3 Disposición de los residuos

Concluidos los trabajos de construcción del pozo, el perforista debe retirar los residuos de lodo y materiales de construcción del área de trabajo, de acuerdo a la reglamentación federal o estatal.

Los residuos se podrán esparcir en sitios cercanos, previa autorización de los propietarios de los terrenos. En todo caso se deberá realizar una limpieza del área de trabajo con el fin de restaurar el sitio a sus condiciones originales.

6.5 Protección superficial e interna de la estructura del pozo

Todos los aprovechamientos hidráulicos subterráneos deben contar con protección sanitaria. De acuerdo con la estructura del pozo, el espacio anular entre las paredes de la formación y, el ademe, así como la terminal superior del pozo, son las áreas que presentan mayor riesgo de contaminación.

6.5.1 Ademe para protección del pozo

6.5.1.1 Sobreelevación del ademe por encima del nivel del suelo

El extremo superior del ademe debe sobresalir cuando menos 0.50 m por encima del nivel del terreno natural o sobreelevado.

6.5.1.2 Cedazo o rejilla

El material del cedazo o rejilla y sus elementos de unión (soldadura o pegamento) deben ser de calidad comercial y uniforme.

6.5.1.3 Filtro granular

En caso de que sea necesario el uso de filtro granular, éste debe estar conformado por partículas inertes redondeadas de origen natural; asimismo no deberá tener un porcentaje mayor del 5% de material carbonatado. En ningún caso se deben utilizar filtros de material triturado.

6.5.2 Contraademe

El contraademe debe tener la longitud necesaria para evitar la infiltración de agua superficial o agua contaminada contenida en el subsuelo hacia el interior del pozo. El contraademe debe tener una longitud mínima de seis metros y debe sobresalir 0.20 m del nivel del terreno natural o sobreelevado, o bien 0.50 m, dependiendo del diseño del pozo (ver figuras ilustrativas 1 y 2). El espacio anular entre el contraademe y la formación adyacente será rellenado por completo con una lechada de cemento normal.

En el caso de que se perforen pozos donde existan acuíferos con agua de diferente calidad, el concesionario o asignatario deberá presentar a la Comisión el diseño del pozo para evitar la mezcla del agua de ellos por efecto del pozo y que pueda causar la degradación de la calidad del agua de alguno de los acuíferos.

6.5.3 Sobreelevación y protección del área de emplazamiento del pozo

6.5.3.1 Tipo y dimensiones del brocal

Cuando el diseño del pozo sea como se presenta en la figura ilustrativa 1, la forma exterior del brocal será la de un prisma cuadrangular cuyos lados tendrán una longitud igual al diámetro total superficial de la perforación, con una altura de 0.50 m a partir del nivel del terreno natural o sobreelevado. En el momento de la construcción del brocal, se deben colocar dos tubos para la colocación del filtro granular.

Cuando el diseño del pozo sea como el presentado en la figura ilustrativa 2, el contraademe debe tener la misma altura que el ademe, sin que sea necesario poner tubos engravadores, ya que el espacio anular sólo lleva una tapa removible.

En ambos casos, la plantilla y la parte superficial de la cementación del contraademe deben formar estructuralmente un solo cuerpo.

Cuando el pozo esté emplazado en unidades de material consolidado, el ademe debe estar ahogado en el brocal. Cuando el pozo esté perforado en material no consolidado, se debe dejar un espacio anular mínimo de 0.0063 m entre el brocal y el ademe.

Cuando el concesionario o asignatario, y sólo por razones técnicas, considere otro diseño de brocal, deberá presentarlo a la Comisión para su aprobación.

6.5.3.2 *Plantilla*

La superficie de la plantilla alrededor del pozo debe construirse con una pendiente del 2% (dos por ciento), de tal modo que el agua u otro fluido que escurra se aleje del pozo en todas las direcciones.

La forma exterior de la losa será cuadrada, y debe tener una longitud mínima por lado de 3 (tres) veces el diámetro total de la perforación. El espesor total de la losa será de 0.15 m, de los cuales los 0.05 m inferiores estarán por debajo del nivel del terreno natural o sobreelevado, previo desplante y apisonamiento de este último (véase figura 1).

En caso de existir evidencia de inundaciones en el área, la plantilla debe estar sobreelevada. Para ello, el usuario debe considerar el nivel de la máxima inundación registrada en los últimos 30 años, la orientación geográfica y la elevación topográfica del sitio de emplazamiento del pozo.

6.5.4 Tipo y dimensiones de la protección del pozo

En pozos de uso público urbano se debe contar, además de la cerca de malla ciclónica, con una caseta para garantizar la protección y buen funcionamiento del pozo. En caso de que sea necesario construir casetas subterráneas, éstas deben tener un drenaje adecuado, o en su defecto, contar con una estación de bombeo para desalojar el agua. En pozos de uso industrial ubicados dentro de instalaciones industriales cerradas, el concesionario o asignatario deberá garantizar la adecuada protección superficial del pozo.

En los demás usos definidos en la presente norma, los pozos deben contar con una cerca perimetral de protección de malla ciclónica de al menos 3 x 3 m en planta. En caso de que las características y el espacio del terreno lo permitan, podrán construirse obras civiles complementarias.

6.6 **Desinfección del pozo**

La desinfección del pozo debe ser realizada durante la etapa de desarrollo del mismo, antes de que el equipo permanente haya sido instalado, el cual debe también ser desinfectado.

Para ello, deberá aplicarse el desinfectante necesario para que la concentración de cloro en el agua contenida en el pozo sea de 200 mg/L como mínimo. El agua en el pozo deberá tratarse con cloro, tabletas de hipoclorito de calcio, solución de hipoclorito de sodio o cualquier otro

desinfectante de efecto similar, con la concentración apropiada y aprobada por la Secretaría de Salud.

Después de que el desinfectante haya sido aplicado, se agitará el agua del pozo para lograr una buena mezcla y se inducirá el contacto de la mezcla agua-desinfectante con las paredes del ademe, rejilla, filtro y formación del acuífero.

Posteriormente, se debe circular la mezcla dentro del ademe con la columna de bombeo, y luego extraerla mediante bombeo. Después de que el pozo haya sido desinfectado, debe ser bombeado hasta que no se detecten residuos del desinfectante utilizado.

6.7 Dispositivos de medición y monitoreo

6.7.1 Medidor de volúmenes

Con el objeto de disponer de un medio seguro para conocer los caudales de extracción del pozo, es indispensable la instalación de un dispositivo de medición compatible con los volúmenes proyectados de extracción. Para uso público urbano, el medidor debe cumplir con los requisitos estipulados en la Norma Oficial Mexicana de medidores de agua NOM-012-SCFI o usar dispositivos similares que cumplan con las normas vigentes.

6.7.2 Toma lateral

Se requiere instalar un dispositivo lateral en la tubería principal de descarga para el muestreo del agua.

6.7.3 Medición de niveles

También se requiere la instalación de un dispositivo que permita medir la profundidad del nivel del agua en el pozo

6.8 Documentos requeridos para la aprobación de operación del pozo

Para aprobar la operación del pozo por parte de la Comisión, es necesario que el concesionario o asignatario entregue los siguientes documentos:

- a) Croquis de localización del pozo, indicando las posibles fuentes de contaminación
- b) Registro eléctrico del pozo, integrado por:
 - Curvas de resistividad (normal corta, normal larga y lateral)
 - Curva de potencial espontáneo (S.P)
- c) Registro estratigráfico (corte litológico)
- d) Diseño final del pozo
- e) Requisitos y memoria de cálculo y resultado del aforo
- f) Análisis físico-químico del agua que incluya determinación del pH, conductividad eléctrica, sulfatos, nitratos, cloruros, dureza total, calcio, sodio, potasio y sólidos disueltos totales

7. VERIFICACIÓN

La verificación de las especificaciones indicadas en el inciso 6 se realizará en forma periódica, aleatoriamente o cuando la Comisión lo estime necesario, utilizando los métodos de muestreo estadístico establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas, y considerando las especificaciones que en el momento de la visita sea posible verificar. Dicha verificación podrá ser realizada por personal de la Comisión o por unidades de verificación acreditadas para tal efecto.

7.1 Desinfección del pozo (especificación del inciso 6.6)

El método de muestreo se realizará conforme a la norma NOM-014-SSA1 y los límites utilizados para verificar la desinfección del pozo serán de acuerdo a la norma NOM-127-SSA1 en cuanto a los parámetros bacteriológicos.

7.2 Disposición de los residuos (especificación del inciso 6.4.3)

La disposición de los lodos de perforación y otros residuos se verificará visualmente tanto en el sitio del pozo como en el de la disposición final.

7.3 Especificaciones de la distancia mínima a las fuentes contaminantes; dimensiones del ademe, contraademe, plantilla y dispositivo de medición (especificaciones de los apartados 6.2, 6.5 y 6.7)

La verificación de las especificaciones de las dimensiones será hecha *in situ*, con los instrumentos de medición pertinentes y con una tolerancia de $\pm 10\%$.

7.4 Especificaciones restantes

Las restantes especificaciones se verificarán visualmente y mediante la lectura del registro en la bitácora de perforación.

7.5 Informe de las verificaciones

El informe de las verificaciones efectuadas debe incluir lo siguiente.

- Identificación completa del pozo, con una fotografía del sitio
- Resultados obtenidos de las verificaciones
- Nombre y firma del responsable de las verificaciones
- Fecha de ejecución de las verificaciones

8. RECOMENDACIONES

Para los procesos constructivos, desarrollo, aforo y desinfección se pueden consultar los libros de Perforación de Pozos y Rehabilitación de Pozos del "Manual de Diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento", editado por la Comisión Nacional del Agua, mismo que se pone a

disposición del público para poder ser consultado en las oficinas de dicho Órgano Administrativo Desconcentrado, ubicadas en Cda. de Sánchez Azcona No.1723, piso 7, Col. Del Valle, 03100, México, D. F.

9. OBSERVANCIA DE ESTA NORMA

La Comisión Nacional del Agua será la encargada de vigilar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana, quien promoverá la coordinación de acciones con los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios, sin afectar sus facultades en la materia y en el ámbito de sus correspondientes atribuciones.

El incumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana será sancionado conforme a lo dispuesto por la *Ley Federal sobre Metrología y Normalización*, la *Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento* y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

10. BIBLIOGRAFÍA

ANSI/AWWA C654-87, *Norma de la AWWA para Desinfección de Pozos* (traducción de la CNA).

ANSI/AWWA A100-90, *Standard for Water Wells*.

AWWA, *Groundwater*, 1989.

Foster, S. S., Gale, I. N. y Spanhol, I. H., *Effects of Wastewater Recharge on Aquifer Water Quality*, informe No. 2 del libro *Impact of Wastewater Use and Disposal on Groundwater*.

Campbell, M. and Lehr, J., *Well Cementing*, *Water Well Journal*, July 1975.

Chapman, S.L., *The Foreman Story: Idaho Department of Water Administration Closes Flowing Artesian Well*, *Water Well Journal*, October 1972.

Jones, Elmer E., *Well Construction Helps Determine Water Quality*, *Journal of Environmental Health*, Vol. 35, No. 5, 1973.

Dunbar, D., Tuchfeld, H., Siegel, R. y Sterbentz, R., *Groundwater Quality Anomalies Encountered During Well Construction*, publicado en *Groundwater Monitoring Review*, Vol. 5 No. 3, 1985.

Gass, T.E., *The Impact of Abandoned Wells on Ground Water Quality*, *Water Well Journal*, March 1981.

Johnson Division, UOP Inc., *El Agua Subterránea y los Pozos*, 1975.

Johnson, R.C. Jr., Kurt C.E. y Dunham, G.F. Jr., *Well Grouting and Casing Temperature Increases*, *Ground Water* 17:3, 1980.

Keech, D.K., *Plugging Abandoned Wells*, Ground Water Age, January 1973.

Kurt, C.E. y Johnson, R.C. Jr., *Permeability of Grout Seals Surrounding Thermoplastic Well Casing*, Ground Water 20:4, 1982.

McElhiney, W.A., *Cementing Small Wells*, Water Well Journal, January-February 1955.

McGinty, J.E. y Calvert, D.G., *Cementing Off, Plugging and Redrilling*, Water Well Journal, July 1975.

Moehrl, K.H., *Well Grouting and Well Protection*, Journal American Water Works Association, April 1964

Roscoe Moss Company, *Handbook of Groundwater Development*. John, Wiley and Sons, 1989.

SARH, *Seminario de Capacitación sobre Construcción, Equipamiento, Operación y Mantenimiento de Pozos Profundos*, preparado por la Subsecretaría de Agricultura y Operación, 1980.

US - EPA, *Manual of Water Well Construction Practices*, Office of Water Supply, EANIDAR FORM-570/9-75-001.

Water Well Journal, *Sealing Abandoned Water Wells*, April 1973.

Water Well Journal, *Abandoned Wells: A Problem with a Solution*, October 1975.

11. GRADO DE CONCORDANCIA CON NORMAS Y RECOMENDACIONES INTERNACIONALES

Esta Norma Oficial Mexicana no concuerda totalmente con ninguna norma internacional por no existir referencia en el momento de su expedición.

12. VIGENCIA

La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los 90 días naturales siguientes a su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**

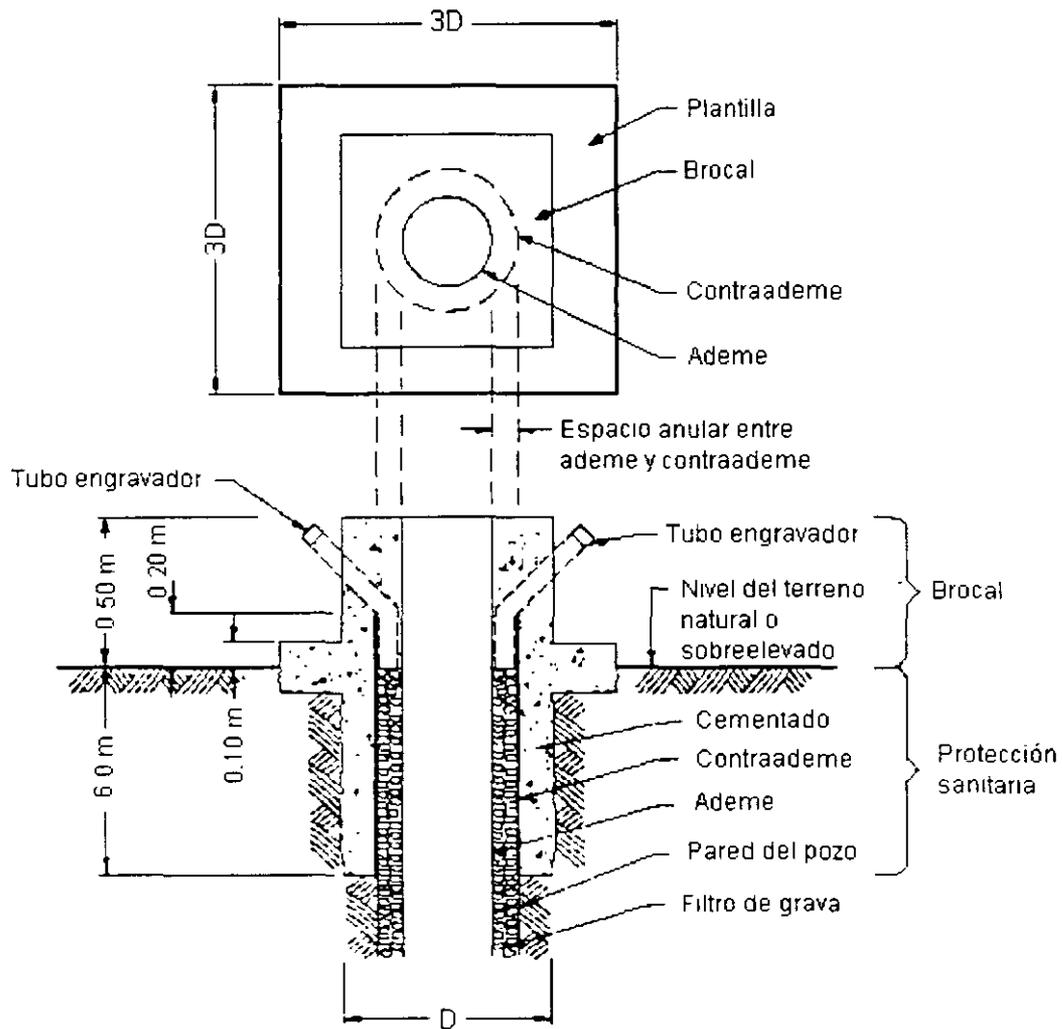
Dada en la Ciudad de México, Distrito Federal, el 7 de enero de mil novecientos noventa y siete.

El Director General de la Comisión Nacional del Agua

GUILLERMO GUERRERO VILLALOBOS

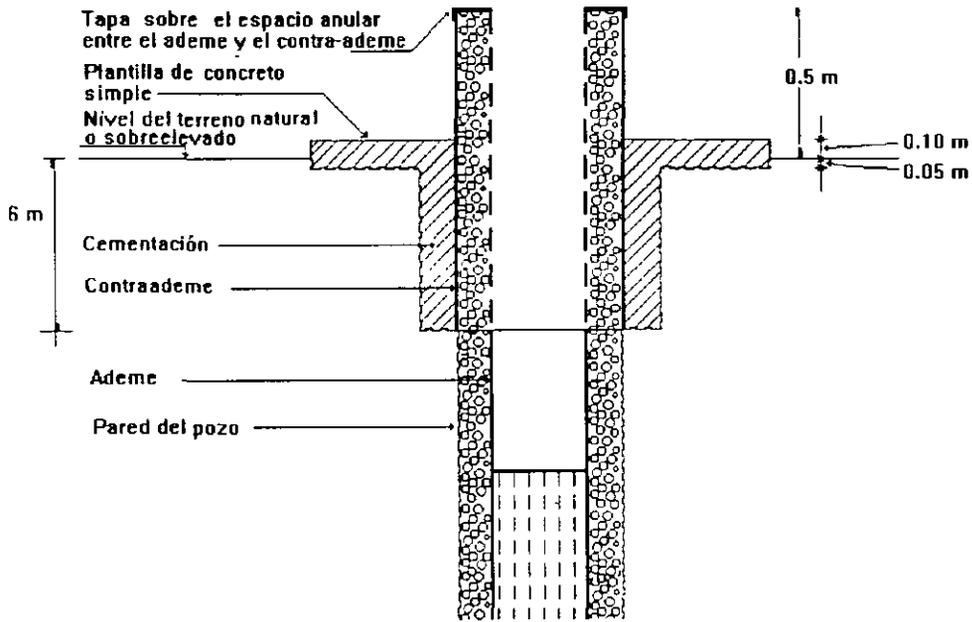
APÉNDICE "A"

Figura ilustrativa 1

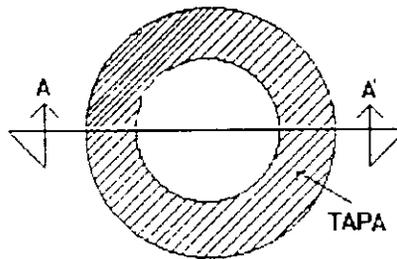


Brocal con ademe y contraademe embebido en concreto

Figura ilustrativa 2

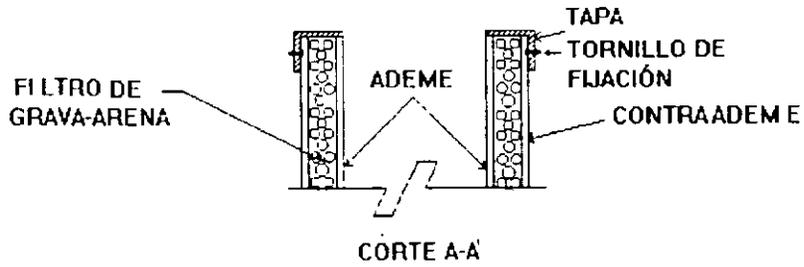


Brocal con tapa removible



PLANTA

CROQUIS FUERA DE ESCALA



Detalle de la tapa sobre el espacio anular del filtro



GUILLERMO GUERRERO VILLALOBOS, Director General de la Comisión Nacional del Agua, con fundamento en lo dispuesto en los artículos 32 Bis fracciones I, II, III, IV y V de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1o., 2o. fracción II, 3o. fracción XI, 38 fracción II, 40 fracciones I, X y XIII, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 51, 52, 62, 63 y 64 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 9o. fracciones I, IV, XII y 12 de la Ley de Aguas Nacionales, 10 segundo párrafo y 14 fracciones XI y XV del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales y,

CONSIDERANDO

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de Proyectos de Normas Oficiales Mexicanas, el C. Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización del Sector Agua ordenó la publicación del Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-004-CNA-1996, que establece los requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el día 9 de octubre de 1996, a efecto de que los interesados presentaran sus comentarios al citado Comité Consultivo

Que durante el plazo de noventa días naturales contados a partir de la fecha de publicación de dicho Proyecto de Norma Oficial Mexicana, los análisis a que se refiere el citado ordenamiento legal, estuvieron a disposición del público para su consulta.

Que dentro del plazo referido, los interesados presentaron sus comentarios al Proyecto de Norma en cita, los cuales fueron analizados en el citado Comité Consultivo Nacional de Normalización del Sector Agua, realizándose las modificaciones pertinentes, mismas que fueron publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el día 24 de julio 1997 por la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, por conducto de la Comisión Nacional del Agua.

Que previa aprobación del Comité Consultivo Nacional de Normalización del Sector Agua, en sesión de fecha 9 de abril de 1997, he tenido a bien expedir la siguiente:

NORMA Oficial Mexicana NOM-004-CNA-1996, "Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general"

CONTENIDO

0. INTRODUCCIÓN
1. OBJETIVO
2. CAMPO DE APLICACIÓN
3. REFERENCIAS
4. DEFINICIONES
5. CLASIFICACIÓN
6. ESPECIFICACIONES
7. VERIFICACIÓN
8. OBSERVANCIA DE ESTA NORMA
9. BIBLIOGRAFÍA
10. GRADO DE CONCORDANCIA CON NORMAS Y RECOMENDACIONES INTERNACIONALES
11. RECOMENDACIONES
12. VIGENCIA

0. INTRODUCCIÓN

La necesidad de obtener agua en cantidades económicamente explotables ha originado la perforación de aproximadamente 140 000 pozos. En un futuro próximo muchos de estos pozos requerirán de mantenimiento y rehabilitación y en otros casos, al terminar su vida útil, serán clausurados o simplemente abandonados.

Los pozos para extracción de agua son un conducto de comunicación entre el medio ambiente exterior y los acuíferos; el uso o manejo inadecuado de estas instalaciones puede provocar la contaminación de dichos acuíferos.

Para minimizar este riesgo se elaboró la presente Norma en la cual se establecen los requisitos que se deben cumplir en cuanto a mantenimiento, rehabilitación y cierre de pozos.

1. OBJETIVO

Proteger la calidad del agua en los acuíferos durante los trabajos de mantenimiento, rehabilitación y cierre de pozos, sea en forma temporal o definitiva.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Oficial Mexicana es aplicable a todos los pozos de exploración, monitoreo o producción que penetren total o parcialmente un acuífero, y que sean destinados a alguno de los usos de extracción de agua clasificados en esta Norma, así como a aquéllos que fueron perforados para otros usos y que han quedado abandonados. Su cumplimiento es exigible a los concesionarios y asignatarios de pozos de extracción de agua y a los dueños de pozos para otros usos y es independiente del trámite para la concesión o asignación del volumen de aguas nacionales.

3. REFERENCIAS

NOM-003-CNA-1996	Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de febrero de 1997.
NOM-014-SSA1-1993	Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de agosto de 1994.
NOM-006-ENER-1995	Eficiencia energética electromecánica en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación - Límites y método de prueba. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 9 de noviembre de 1995.

Las normas enunciadas podrán consultarse en el domicilio del Comité Consultivo Nacional de Normalización del Sector Agua, sito en la calle de J. Sánchez Azcona número 1723, piso 7, colonia Del Valle, Delegación Benito Juárez, Código Postal 03100, México, D. F.

4. DEFINICIONES

4.1 Acreditamiento: Acto mediante el cual la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial reconoce organismos nacionales de normalización, organismos de certificación, laboratorios de pruebas y de calibración y unidades de verificación, para que lleven a cabo las actividades a que se refiere la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.



- 4.2 **Acuífero:** Cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento.
- 4.3 **Acuífero conocido:** Cualquier formación geológica por la cual circulan o se almacenan aguas subterráneas que estén en uso o aprovechamiento de acuerdo a los incisos 4.26 a 4.35, o bien, que figure en informes oficiales; además, deberá tener una transmisividad mínima de 0.3×10^{-3} m²/s y menos de 2 500 mg/L de sólidos disueltos totales
- 4.4 **Ademe:** Tubo generalmente metálico o de policloruro de vinilo (PVC), de diámetro y espesor definidos, liso o ranurado, cuya función es evitar el derrumbe o el colapso de las paredes del pozo que afecten la estructura integral del mismo; en su porción ranurada, permite el flujo del agua hacia los elementos mecánicos de impulsión de la bomba.
- 4.5 **Asignatario:** Dependencia y organismo descentralizado de la administración pública federal, estatal o municipal que explota, usa o aprovecha aguas nacionales mediante asignación otorgada por la Comisión Nacional del Agua.
- 4.6 **Cierre de pozos:** Conjunto de trabajos que se ejecutan para clausurar pozos, ya sea de manera temporal o definitiva. Su finalidad es evitar la contaminación del agua subterránea, eliminar el riesgo físico, preservar el rendimiento del acuífero y evitar posibles contaminaciones entre acuíferos.
- 4.7 **Concesionario:** Persona física o moral que explota, usa o aprovecha aguas nacionales mediante concesión otorgada por la Comisión Nacional del Agua
- 4.8 **Contra ademe:** Tubería, generalmente de acero, utilizada en la ampliación de la parte superior de un pozo, cuya función es evitar derrumbes y entradas de aguas superficiales e infiltraciones que contaminen al acuífero
- 4.9 **Desinfectante:** Sustancia o proceso que destruye o impide la reproducción de microorganismos infecciosos tales como las bacterias y los enterovirus
- 4.10 **Drenes horizontales:** Conductos horizontales que sirven para interceptar y coleccionar agua subterránea, donde ésta fluye por gravedad.
- 4.11 **Filtro granular:** Material redondeado de origen natural, exento de materia orgánica o cualquier sustancia que altere o modifique sus propiedades físicas y químicas naturales, cuyo tamaño se selecciona en función de las características del acuífero, se coloca entre el ademe y el contra ademe o pared de la unidad geológica horadada, siendo su función principal la de evitar la entrada de material fino al interior del pozo.
- 4.12 **La Comisión:** La Comisión Nacional del Agua, órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca
- 4.13 **Mantenimiento de pozos:** Conjunto de actividades cuyo objetivo es mantener la eficiencia de la captación dentro de un intervalo aceptable y que prolongue la vida útil de los pozos
- 4.14 **Noria:** Aprovechamiento de gran diámetro y poca profundidad que se utiliza para extraer agua subterránea.
- 4.15 **Pozo abandonado:** Cualquier perforación que penetra total o parcialmente un acuífero y que, debido a la inconveniencia económica, física o técnica para su operación o rehabilitación, ha quedado fuera de servicio
- 4.16 **Pozo con puntero:** Pozos cuyo ademe es hincado; el primer tramo colocado termina en punta y regularmente sustituye al tapon de fondo. Se hince a través de materiales no consolidados
- 4.17 **Pozo de infiltración o inyección:** Obra de ingeniería que permite la recarga artificial del acuífero.



- 4.18 **Pozo para extracción de agua:** Obra de ingeniería en la que se utilizan maquinarias y herramientas mecánicas para su construcción y que permite extraer agua del subsuelo.
- 4.19 **Pozo para otros usos diferentes a la extracción de agua:** Cualquier perforación que penetra total o parcialmente un acuífero que se esté explotando o que se reserve para uso futuro.
- 4.20 **Rehabilitación de pozos:** Conjunto de trabajos que se ejecutan en un pozo, sin incrementar la profundidad, encaminados a corregir deficiencias en el funcionamiento del mismo y cuya finalidad es mejorar el caudal de explotación respecto a la condición inicial que se registraba antes de los trabajos, prolongar su vida útil, mejorar la calidad del agua o la combinación de estos objetivos en un caso ideal.
- 4.21 **Rejilla; cedazo:** Ademe con aberturas de forma, tamaño y espaciamiento diseñados en función de las características granulométricas del acuífero, para permitir el paso del agua al interior del pozo.
- 4.22 **Reposición de pozos para extracción de agua:** En esta Norma se entenderá como la construcción de un pozo nuevo, cuando un diagnóstico técnico aconseje el cierre del existente.
- 4.23 **Sellado de pozos:** Son los trabajos realizados en el pozo, tendientes a restituir las condiciones del terreno natural.
- 4.24 **Transmisividad:** Caudal que se filtra por el área dada por el espesor total del acuífero y un ancho unitario, bajo un gradiente unitario a temperatura de 20°C.
- 4.25 **Unidad de verificación:** Personas físicas o morales que hayan sido acreditadas por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial para realizar actos de verificación en coordinación con las dependencias competentes.
- 4.26 **Uso agrícola:** La utilización de agua nacional destinada a la actividad de siembra, cultivo y cosecha de productos agrícolas, y su preparación para la primera enajenación, siempre que los productos no hayan sido objeto de transformación industrial.
- 4.27 **Uso agroindustrial:** La utilización de agua nacional para la actividad de transformación industrial de los productos agrícolas y pecuarios.
- 4.28 **Uso doméstico:** Utilización del agua nacional destinada al uso particular de las personas y del hogar, riego de sus jardines y de sus árboles de ornato, incluyendo el abrevadero de sus animales domésticos que no constituya una actividad lucrativa.
- 4.29 **Uso en acuicultura:** La utilización de agua nacional destinada al cultivo, reproducción y desarrollo de cualquier especie de la fauna y flora acuáticas.
- 4.30 **Uso industrial:** La utilización de agua nacional en fábricas o empresas que realicen la extracción, conservación o transformación de materias primas o minerales, el acabado de productos o la elaboración de satisfactores, así como la que se utiliza en parques industriales, en calderas, en dispositivos para enfriamiento, lavado, baños y otros servicios dentro de la empresa, las salmueras que se utilizan para la extracción de cualquier tipo de sustancias y el agua aún en estado de vapor, que sea usada para la generación de energía eléctrica o para cualquier otro uso o aprovechamiento de transformación.
- 4.31 **Uso pecuario:** La utilización de agua nacional para la actividad consistente en la cría y engorda de ganado, aves de corral y animales, y su preparación para la primera enajenación, siempre que no comprendan la transformación industrial.
- 4.32 **Uso público urbano:** La utilización de agua nacional para centros de población o asentamientos humanos, a través de la red municipal.
- 4.33 **Uso en servicios:** La utilización de agua nacional para servicios distintos de los señalados en las fracciones 4.26 a 4.35 de esta Norma.

- 4.34 **Uso en generación de energía eléctrica:** La utilización de agua nacional para generar energía eléctrica.
- 4.35 **Uso en silvicultura:** La utilización de agua nacional para el desarrollo forestal.
- 4.36 **Verificación:** Constatación ocular o comprobación mediante muestreo y análisis de laboratorio acreditado, del cumplimiento de las normas.

5. CLASIFICACIÓN

Para fines de la presente Norma, los pozos se distinguirán en aquéllos para extracción de agua y pozos para usos diferentes a esta

Los pozos y perforaciones para extracción de agua, en cuanto a su uso, se pueden clasificar en público urbano, agrícola, agroindustrial, doméstico, de acuicultura, servicios, industrial, generación de energía eléctrica, pecuario y silvicultura.

En cuanto a los pozos para usos diferentes a la extracción de agua, se clasifican como pozos de exploración, explotación u operación en minería, petroleros, de ingeniería civil, de infiltración o inyección, y de investigación.

6. ESPECIFICACIONES

6.1 Mantenimiento de pozos para extracción de agua

6.1.1 Desinfección periódica

Para los pozos destinados a los usos público urbano, así como para aquellos destinados a usos agroindustrial e industrial que procesen alimentos, será obligatoria la desinfección del pozo, como se indica a continuación:

Después de que haya sido instalado el equipo permanente del pozo (bomba y motor) y entre en operación, éste debe desinfectarse como mínimo cada tres años. Para ello, deberá aplicarse proporcionalmente al volumen de agua contenido en el pozo el desinfectante necesario para que el cloro activo sea de 200 mg/L como mínimo.

El agua en el pozo deberá tratarse con cloro, tabletas de hipoclorito de calcio, solución de hipoclorito de sodio o cualquier otro desinfectante de efecto similar, con la concentración apropiada y aprobada por la Secretaría de Salud.

Después de que el desinfectante haya sido aplicado, se agitará y se recirculará el agua del pozo para lograr una buena mezcla e inducir el contacto de dicha mezcla con las paredes del ademe, rejilla, filtro granular y formación del acuífero. Luego se dejará reposar la mezcla agua-desinfectante en el interior del pozo durante al menos 12 horas, pero no más de 24 horas.

6.1.2 Monitoreo de calidad del agua

En todos los pozos de extracción de agua se deberán tomar muestras simples cada tres años, con objeto de efectuar un análisis físico-químico y bacteriológico del agua, de acuerdo con los métodos de análisis establecidos en Normas Mexicanas (NMX) o los internacionalmente aceptados, que incluyan la determinación de pH, conductividad eléctrica, sulfatos, nitratos, cloruros, dureza total, calcio, sodio, potasio, sólidos disueltos totales y bacterias coliformes fecales.

6.2 Rehabilitación de pozos para extracción de agua

Antes de iniciar los trabajos de rehabilitación, si la bomba desinstalada estuvo lubricada con aceite, es necesario remover el aceite acumulado en la superficie del agua del interior del pozo.

Todo pozo para extracción de agua que sea sometido a trabajos de rehabilitación deberá someterse a un tratamiento de desinfección de acuerdo con el inciso 6.3 de la norma NOM-003-CNA-1996.

En el caso de que simplemente se retire y se vuelva a instalar su equipo de bombeo, éste deberá desinfectarse antes de su instalación.

Asimismo, independientemente de lo anterior, el equipo de bombeo debe cumplir con los requisitos estipulados en la norma NOM-006-ENER-1995

6.2.1 Trabajos de actualización durante la rehabilitación del pozo

Con el objeto de reducir al mínimo los riesgos de contaminación superficial del pozo y de contar con un medio que permita cuantificar los caudales de agua extraídos, se deben seguir las mismas disposiciones indicadas en las secciones 6.5.3.2, 6.5.4, 6.7.2, 6.7.3, y 6.8 incisos d), e), f) y g) de protección superficial de la estructura del pozo, del dispositivo de medición y de registros requeridos, correspondientes a la norma NOM-003-CNA-1996

6.3 Cierre de pozos para extracción de agua

Si de acuerdo con la información disponible, el concesionario o asignatario determina la inconveniencia económica, física o técnica para que un pozo continúe en operación, se deberá proceder al cierre temporal o definitivo del pozo.

En lo que respecta a los pozos que se encuentren abandonados, la Comisión solicitará al propietario del predio que proceda al cierre del pozo

6.3.1 Cierre temporal del pozo

El tiempo máximo que un pozo podrá estar fuera de operación será de tres años. Lo anterior debe ser notificado por el concesionario o asignatario a la Comisión. Establecida la notificación, el concesionario o asignatario debe desmontar el equipo de bombeo, sellar la parte superior del ademe por medio de una tapa de acero y colocar, si el pozo carece de ella, una cerca de protección de 3 x 3 m en planta con una altura mínima de 1.50 m. En el caso de ademe de policloruro de vinilo (PVC), la parte superior del ademe debe sellarse con una tapa hermética.

Para la reutilización del pozo, el concesionario o asignatario debe previamente notificarlo a la Comisión.

6.3.2 Cierre definitivo del pozo

Cuando el pozo haya permanecido sin operar por más de tres años, será considerado como pozo abandonado

El concesionario o asignatario debe proceder a clausurar el pozo abandonado de manera definitiva, o bien solicitar la autorización para que el pozo sea habilitado como pozo de observación conforme al inciso 6.3.4, o como pozo de respaldo, sujeto al inciso 6.3.5.

6.3.2.1 Cierre de pozos secos

Para el sello del pozo seco se puede utilizar grava y arena. La colocación de estos materiales debe realizarse del fondo del pozo hacia arriba. Los 12 m superiores serán rellenados con bentonita, lechada de cemento o concreto

Concluidos los trabajos de relleno del pozo, se debe colocar en la superficie una plantilla de concreto de 1 x 1 m y de 0.10 m de espesor

6.3.2.2 Cierre de pozos con nivel estático

En caso que no se cuente con el diseño del pozo sujeto a cierre, se debe llevar a cabo, previamente, un registro de videograbación en el interior del mismo



Para el sello del pozo con ademe ranurado, así como en las zonas productoras de pozos sin ademe, se podrá utilizar bentonita, lechada de cemento o concreto y en el caso que esto sea impráctico o no conveniente, grava limpia. El resto del pozo en la zona de ademe ciego o no productora se rellenará con materiales impermeables como arcilla, bentonita, lechada de cemento o concreto, debiendo quedar, como mínimo, los 6 m superiores sellados con lechada de cemento.

La colocación de estos materiales deberá realizarse del fondo del pozo hacia arriba por un método que no produzca segregación de los materiales.

Concluidos los trabajos de relleno, se debe colocar en la superficie una plantilla de concreto de 1 x 1 m y de 0.10 m de espesor

6.3.3 Registro del pozo cerrado

Como requisito para cerrar el pozo, se debe presentar a la Comisión un informe que contenga los siguientes datos:

- Localización (coordenadas referidas a planos INEGI)
- Profundidad
- Diámetro
- Litología atravesada
- Causas que motivan el cierre
- Diseño del cierre

6.3.4 Utilización del pozo de producción como pozo de observación

En caso de que el concesionario o asignatario desee mantener un pozo como pozo de observación en vez de proceder a su cierre definitivo, deberá cumplir con lo siguiente:

Dentro de la tubería de ademe se alojarán tubos de 100 mm de diámetro interior como máximo, para la instalación de dispositivos de monitoreo.

En el tramo de ademe que penetre dentro del acuífero que se pretende monitorear, se debe colocar material granular (mezcla de grava y arena) a partir del fondo del pozo y alrededor de la tubería de diámetro interior máximo de 100 mm.

Arriba de la frontera superior del acuífero por monitorear, se colocará un sello de bentonita con un espesor mínimo de 0.30 m y el resto se rellenará con bentonita, lechada de cemento, concreto o materiales que asemejen o restituyan las condiciones geohidrológicas de la formación.

El tubo en el cual se instalará el instrumento destinado al monitoreo deberá tener una tapa con un sistema de sujeción conveniente contra la entrada de sustancias contaminantes al acuífero por la vía de la tubería de observación; la tapa deberá también cubrir el espacio anular que existe entre el ademe y el contra ademe.

En caso de que no exista plantilla, ésta deberá construirse alrededor del pozo, utilizando concreto, con dimensiones mínimas de 1 x 1 m con 0.10 m de espesor y pendiente favorable en todas direcciones, de tal manera que el agua u otro fluido drene alejándose del pozo.

Los pozos de observación deben estar registrados ante la Comisión como tales.

6.3.5 Pozos de respaldo

Sólo se autorizará la conservación de pozos de respaldo para uso público urbano y se podrán mantener con instalaciones eléctricas e hidráulicas, con o sin equipo de bombeo, destinados a casos de emergencia por falla de las fuentes de abastecimiento de operación normal. Para lo anterior, el concesionario o asignatario deberá justificar ante la Comisión el número de pozos, de acuerdo al cau-

requerido, anexando su localización física y características principales del acabado del pozo. Todo pozo de respaldo debe cumplir con la especificación 6.1 de la presente Norma en cuanto a desinfección periódica.

Los pozos clasificados como de respaldo deben estar registrados ante la Comisión como tales.

6.3.6 Casos especiales

Todo pozo que haya sido afectado por intrusión salina o cualquier tipo de contaminante natural o antropogénico, será considerado como un caso especial. Por consiguiente, su cierre definitivo, su habilitación como pozo de observación o cambio de uso, estará sujeto al dictamen técnico y disposiciones que para ese propósito emita la Comisión.

También se considerarán como casos especiales los pozos siguientes

6.3.6.1 Drenes horizontales en pozos radiales

En pozos radiales, los drenes horizontales deben rellenarse con lechada de cemento o bentonita.

6.3.6.2 Norias

De acuerdo con la litología en donde estén emplazadas, diámetro, profundidad y permeabilidad, se podrá utilizar en su porción inferior un relleno de grava, arena y bentonita, y en los tres metros superiores, material impermeable de origen local, concreto o lechada de cemento.

6.3.6.3 Pozos con puntero

Para pozos en material no consolidado y de profundidad menor de 15 m, antes del sellado se deberá retirar la tubería y se rellenará el pozo con arena y bentonita. Los pozos con profundidades mayores de 15 m deben clausurarse de acuerdo con lo especificado en el inciso 6.3.2.

6.4 Cierre de pozos de uso diferente a la extracción de agua y que penetren total o parcialmente un acuífero conocido

6.4.1 Pozos para uso diferente a la extracción del agua (excepto petroleros)

Los pozos de exploración deberán clausurarse en un máximo de 30 días después de que hayan cumplido con su objetivo, los pozos de observación u operación, en cuanto dejen de utilizarse. Para el cierre de los pozos éstos deben rellenarse con bentonita o lechada de cemento, o bien, tratar de restituir las condiciones geohidrológicas originales con base en la estratigrafía y permeabilidad encontrada durante la perforación e instalar en la boca del pozo un bloque de suelo-cemento, de sección cuadrada, de por lo menos 0.30 m por lado y 0.10 m de espesor, debiendo enviar a la Comisión un informe que contenga los siguientes datos.

- Localización (coordenadas referidas a planos INEGI)
- Profundidad
- Diámetro
- Litología cortada
- Diseño del cierre

6.4.2 Pozos petroleros

Cuando se abandone un pozo petrolero, sea de exploración o de producción, que penetre total o parcialmente un acuífero conocido, Petróleos Mexicanos debe dar aviso a la Comisión, presentando los mismos datos que se solicitan en el inciso 6.4.1.

El pozo se debe sellar con lechada de cemento normal en la zona del acuífero y como mínimo cinco metros arriba y abajo de él, de tal manera que se asegure que en caso de ruptura del ademe no se introducirán contaminantes al acuífero

7. VERIFICACIÓN

7.1 Mantenimiento y rehabilitación de pozos de agua

Para su verificación, se considerarán todos los pozos en operación en el país destinados a los usos indicados en los incisos 4.26 a 4.35

La Comisión, por sí misma o a través de unidades de verificación acreditadas, verificará el cumplimiento de las especificaciones de desinfección y rehabilitación de pozos indicadas en los incisos 6.1 y 6.2.

El incumplimiento de alguna de las especificaciones indicadas será motivo de suspensión de la operación del pozo, y su reanudación sólo la aprobará la Comisión, después de cumplir con las especificaciones de la presente Norma.

7.1.1 Desinfección (especificación del inciso 6.1)

El procedimiento para el muestreo de la desinfección del pozo será el indicado en la norma NOM-014-SSA1-1993

7.1.2 Dimensiones, dispositivo de medición y registros (especificaciones del inciso 6.2.1)

La verificación de las dimensiones será realizada con los instrumentos de medición pertinentes y una tolerancia de $\pm 10\%$. La verificación del dispositivo de medición se hará visualmente y la de los registros mediante la lectura de la bitácora de obra

7.2 Cierre de pozos

Todo pozo abandonado estará sujeto a la aplicación de esta Norma de acuerdo a las especificaciones indicadas en las secciones 6.3 y 6.4.

Toda reposición de pozo para extracción de agua sólo será aprobada cuando el solicitante cumpla previamente con las especificaciones de cierre del pozo indicadas en la sección 6.3 de esta Norma.

7.3 Informe de la verificación

El informe de las verificaciones efectuadas debe incluir al menos la siguiente información:

- Identificación completa del pozo
- Resultados obtenidos de la verificación
- Nombre y firma del responsable de la verificación
- Fecha de ejecución de la verificación

8. OBSERVANCIA DE ESTA NORMA

La Comisión Nacional del Agua será la encargada de vigilar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana, quien promoverá la coordinación de acciones con los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios, sin afectar sus facultades en la materia y en el ámbito de sus correspondientes atribuciones

El incumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana será sancionado conforme a lo dispuesto por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento y demás ordenamientos jurídicos aplicables

9. BIBLIOGRAFÍA

- 9.1 ANSI/AWWA C654-87. *Norma de la AWWA para desinfección de pozos.*
- 9.2 ANSI/AWWA A100-90. *Standard for water wells*
- 9.3 AWWA. *Groundwater*. 1989.
- 9.4 Campbell, M and Lehr, J. *Well Cementing*. Water Well Journal. July 1975.
- 9.5 Chapman, S.L.. *The Foreman Story. Idaho Department of Water Administration Closes Flowing Artesian Well*. Water Well Journal. October 1972
- 9.6 Gass, T.E. *The Impact of Abandoned Wells on Ground Water Quality*. Water Well Journal. March 1981
- 9.7 Johnson Divison. UOP Inc.. *El agua subterránea y los pozos*. 1975.
- 9.8 Johnson, R.C. Jr., Kurt, C.E and Dunham, G.F. Jr. *Well Grouting and Casing Temperature Increases*. Ground Water 17:3. 1980.
- 9.9 Kocch, D.K.. *Plugging Abandoned Wells*. Ground Water Age. January 1973.
- 9.10 Kurt, C.E. and Johnson, R.C. Jr.. *Permeability of Grout Seals Surrounding Thermoplastic Well Casing*. Ground Water 20:4. 1982
- 9.11 McElhiney, W A.. *Cementing Small Wells*. Water Well Journal. January-February 1955
- 9.12 McGinty, J E and Calvert, D.G. *Cementing Off, Plugging and Redrilling*. Water Well Journal. July 1975
- 9.13 Mochrl, K.H.. *Well Grouting and Well Protection*. Journal American Water Works Association. April 1964
- 9.14 Roscoe Moss Company. *Handbook of Groundwater Development*, John Wiley and Sons. 1989
- 9.15 SARH. *Seminario de capacitación sobre construcción, equipamiento, operación y mantenimiento de pozos profundos*. preparado por la Subsecretaría de Agricultura y Operación. 1980.
- 9.16 State of Iowa. *"Water Well Construction Rules"*. 1979.
- 9.17 State of Nebraska. Nebraska Department of Health. *"Regulations Governing Water Well Construction, Pump Installation and Water Well Abandonment Standards"*. 1994
- 9.18 State of Georgia. Environmental Protection Agency of the State of Georgia. *"Rules of Water Well Standards Advisory Council"*. 1991
- 9.19 US-EPA. *Manual of Water Well Construction Practices*. Office of Water Supply. EANIDAR FORM-570/9-75-001.
- 9.20 Water Well Journal. *Sealing Abandoned Water Wells*. April 1973
- 9.21 Water Well Journal. *Abandoned Wells. A Problem with a Solution*. October 1975



**COMISION NACIONAL
DEL AGUA**

10. CONCORDANCIA CON NORMAS Y RECOMENDACIONES INTERNACIONALES

Esta Norma Oficial Mexicana no concuerda con Normas Internacionales. Sin embargo, coincide parcialmente con los estándares de la *AHTA* C654 en lo que respecta a desinfección y A100 en lo que se refiere al cierre de pozos

11. RECOMENDACIONES

Para los trabajos de desinfección de pozos se puede consultar el libro "Rehabilitación de pozos" del Manual de Diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, editado por la Comisión.

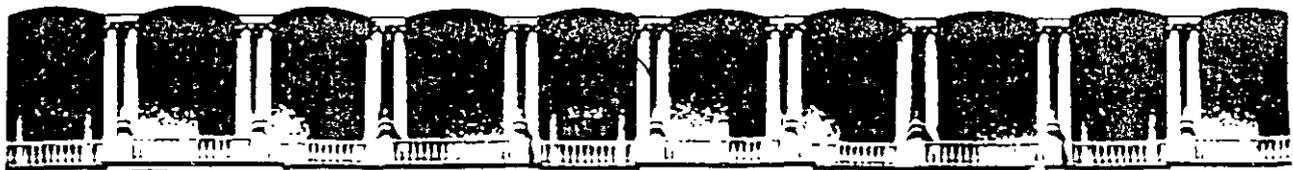
12. VIGENCIA

La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los 180 días naturales a partir de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

Dada en la Ciudad de México, Distrito Federal, el 25 de julio de mil novecientos noventa y siete.

El Director General de la Comisión Nacional del Agua

Guillermo Guerrero Villalobos



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**DIPLOMADO DE EVALUACION DE
PROYECTOS DE INVERSIÓN**

MÓDULO IV

TEMA:

NORMA OFICIAL MEXICANA

NOM-002-CNA-1995



**COMISION NACIONAL
DEL AGUA**

***SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA
GERENCIA DE INGENIERÍA BÁSICA Y NORMAS TÉCNICAS
SUBGERENCIA DE NORMALIZACIÓN***

Norma Oficial Mexicana NOM-002-CNA-1995

*Tomada domiciliar para abastecimiento de agua potable - Especificaciones y
métodos de prueba*

GUILLERMO GUERRERO VILLALOBOS, Director General de la Comisión Nacional del Agua, con fundamento en lo dispuesto en los artículos 32 Bis fracciones I, II, III, IV y V de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1o., 2o. fracción II, 3o. fracción XI, 38 fracción II, 40 fracciones I, X y XIII, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 51, 52, 62, 63 y 64 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 9º fracciones I, IV, XII y 12 de la Ley de Aguas Nacionales; 10 segundo párrafo y 14 fracciones XI y XV del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales y,

CONSIDERANDO

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de Proyectos de Normas Oficiales Mexicanas, el C. Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización del Sector Agua ordenó la publicación del Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-002-CNA-1995, que establece las especificaciones y métodos de prueba para la toma domiciliaria para abastecimiento de agua potable, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el día 1 de diciembre de 1995, a efecto de que los interesados presentaran sus comentarios al citado Comité Consultivo.

Que durante el plazo de noventa días naturales contados a partir de la fecha de publicación de dicho Proyecto de Norma Oficial Mexicana, los análisis a que se refiere el citado ordenamiento disciplinario, estuvieron a disposición del público para su consulta.

Que dentro del plazo referido, los interesados presentaron sus comentarios al Proyecto de Norma, los cuales fueron analizados en el citado Comité Consultivo Nacional de Normalización del Sector Agua, realizándose las modificaciones pertinentes, mismas que fueron publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el día 1 de julio de 1996 por la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

Que previa aprobación del Comité Consultivo Nacional de Normalización del Sector Agua, en sesión de fecha 20 de marzo de 1996, he tenido a bien expedir la siguiente:

NORMA Oficial Mexicana NOM-002-CNA-1995. "Toma domiciliaria para abastecimiento de agua potable - Especificaciones y métodos de prueba".

CONTENIDO

0	Introducción
1	Objetivo
2	Campo de aplicación
3	Referencias
4.	Definiciones
5	Especificaciones
6	Muestreo
7.	Métodos de prueba
8	Marcado de los elementos
9	Observancia de esta norma

10. Bibliografía
11. Grado de concordancia con normas y recomendaciones internacionales
12. Vigencia
13. Apéndices informativos

0. INTRODUCCIÓN

Los estudios de evaluación de pérdidas en los sistemas de distribución de agua potable realizados por la Comisión Nacional del Agua (CNA), el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua y otras dependencias, han demostrado que el problema principal de fugas de agua potable se presenta en las tomas domiciliarias, debido principalmente a que no se cumplen las especificaciones de construcción establecidas por la CNA o por las autoridades estatales y municipales

Una toma domiciliaria es la parte del sistema de abastecimiento por medio de la cual el usuario dispone de agua en su predio. Su adecuado funcionamiento depende de una selección cuidadosa de los materiales que se utilizan, de mano de obra calificada, de la observancia de las especificaciones de construcción y de la correcta supervisión de la ejecución de la obra.

Debido a que las tomas domiciliarias de agua combinan elementos de diferentes materiales, es necesario que todos sus componentes tengan una calidad comprobable respaldada por una norma de producto que armonice la compatibilidad de todos y cada uno de los elementos y que evite la contaminación y el desperdicio del recurso agua.

1. OBJETIVO

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones y métodos de prueba que debe cumplir la toma domiciliaria para el abastecimiento de agua potable, con el fin de preservar el recurso hidráulico, sin alterar sus propiedades fisicoquímicas.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

La presente Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria para los responsables de la fabricación y prueba de los elementos que integran la toma domiciliaria, de origen nacional y extranjero que se comercialicen dentro del territorio nacional, así como del proyecto e instalación de dichos elementos.

3. REFERENCIAS

NOM-012-SCFI-1993 Instrumentos de medición de flujo de agua en conductos cerrados de sistemas hidráulicos - medidores para agua potable fría -

- Especificaciones. Publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 14 de octubre de 1993.
- NMX-AA-051-1981 Análisis de agua - Determinación de metales - Método espectrofotométrico de absorción atómica. Publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 22 de febrero de 1982.
- NMX-B-001-1988 Método de análisis químico para determinar la composición de aceros y fundiciones. Publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 9 de junio de 1988.
- NMX-BB-093-1989 Equipo para uso médico - Contenido de metales pesados - Método espectrofotométrico de absorción atómica. Publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 14 de diciembre de 1989
- NMX-D-122-1973 Determinación de las propiedades de resistencia a la corrosión de partes metálicas con recubrimiento empleadas en vehículos automotores - Método de niebla salina. Publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 7 de enero de 1974.
- NMX-E-013-1990 Industria del plástico - Tubos y conexiones - Resistencia a la presión hidráulica interna, sostenida por largo período - Método de prueba. Publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 21 de diciembre de 1990
- NMX-H-013-1984 Recubrimiento - Zinc - Localización de la porción más delgada en artículos de acero galvanizado - Método de prueba (prueba de PREECE). Publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 31 de julio de 1984
- NMX-H-014-1984 Recubrimiento - Zinc - Peso del recubrimiento en artículos de acero galvanizado - Método de prueba. Publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 2 de agosto de 1984.
- NMX-K-150-1965 Método de prueba para la determinación de la pureza de los productos de cobre. Publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 13 de julio de 1966
- NMX-W-006-1981 Bronce - Lingotes. Publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 18 de agosto de 1981.
- NMX-Z-12/2-1987 Muestreo para la inspección por atributos - Parte 2. Publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 28 de octubre de 1987

Las normas de referencia podrán consultarse en el domicilio del Comité Consultivo Nacional de Normalización del Sector Agua sito en la calle de J. Sánchez Azcona número 1723, piso 7, colonia Del Valle, Delegación Benito Juárez, Código Postal 03100, México, D. F.

4. DEFINICIONES

Para los efectos de esta Norma Oficial Mexicana, se establecen las definiciones siguientes:

4.1 Abrazadera: Elemento de la toma domiciliaria que se coloca sobre el tubo de la red de distribución y que proporciona el medio de sujeción adecuado para recibir a la válvula de inserción.

4.2 Calidad: Conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confieren la aptitud para satisfacer los requisitos explícitos o implícitos preestablecidos.

4.3 Compatibilidad: Característica de un elemento que de acuerdo a su diseño permite su interconexión con otro

4.4 Cuadro: Parte de la toma domiciliaria que inicia donde termina el ramal, cuya función es la de permitir la colocación del medidor y otros elementos como válvula limitadora de flujo, llave de nariz y otras válvulas y se ubica en los límites del predio, terminando con el tapón instalado.

4.5 Diámetro nominal: Medida de clasificación de la toma domiciliaria, que corresponde a la denominación comercial de los elementos que la integran.

4.6 Elemento: Cualquier componente o dispositivo que integra la toma domiciliaria, y que debe satisfacer los requerimientos de la presente Norma; éstos pueden ser tubos, válvulas, conexiones, medidor, etc.

4.7 Falla: Cualquier alteración que sufra la toma domiciliaria o sus elementos y que afecte su funcionamiento tal como reventamiento, fuga de agua o envejecimiento prematuro, o que afecte la calidad del agua

4.8 Fuga: Pérdida de agua de la toma domiciliaria a través de cualquiera de sus elementos o de sus uniones

4.9 Llave de banqueteta: Elemento que permite el corte del flujo o cierre de la toma, para realizar reparaciones o limitar el servicio, con acceso desde el exterior

4.10 Organismo operador: Entidad encargada y responsable del suministro de agua potable en cantidad y calidad en la localidad donde se ubiquen las tomas domiciliarias.

4.11 Presión de prueba: Presión que se aplica a la instalación con objeto de detectar posibles fugas.

4.12 Presión de trabajo: Presión máxima de operación de una toma domiciliaria que corresponde a la presión de la red hidráulica de donde se deriva

4.13 Purga: Procedimiento mediante el cual se expulsa el aire atrapado en las líneas cuando éstas son llenadas con agua

4.14 Ramal: Parte de la toma domiciliaria que da inicio en la llave de inserción y concluye en el codo inferior del primer tubo vertical del cuadro (figuras 1, 2 y 3).

4.15 Silleta de polietileno: Es el elemento de polietileno de alta densidad que se une por termofusión a la tubería de polietileno de alta densidad de la red de distribución y recibe a la válvula de inserción

4.16 Toma domiciliaria: Instalación que se conecta a la tubería de la red de distribución y permite el suministro de agua potable a los usuarios.

4.17 Usuario: Quien recibe el servicio de suministro de agua potable para su consumo a través de una toma domiciliaria

4.18 Válvula de inserción: Elemento que se instala en la abrazadera o directamente en la tubería de la red de distribución y que cuenta con un dispositivo de cierre (válvula) de 1/4 de vuelta, cuya función es cortar la entrada del agua y permitir la instalación del ramal, la prueba de hermeticidad y las maniobras de reparación.

4.19 Válvula de seccionamiento: Elemento que se instala en el cuadro y que sirve para seccionar e impedir el paso del agua de la red de distribución a las instalaciones domiciliarias.

5. ESPECIFICACIONES

5.1 Requerimientos de los elementos

5.1.1 Materiales de los elementos

Todos los elementos que integran la toma domiciliaria deben cumplir con las siguientes especificaciones de material y verificarse en laboratorio cuando menos una vez por año.

5.1.1.1 Elementos fabricados con aleaciones de cobre

Los componentes metálicos de la toma domiciliaria que estén enterrados deben cumplir con la composición de la Tabla 1

TABLA 1.- PORCENTAJE DE LOS ELEMENTOS DE LA ALEACIÓN DE COBRE

Elemento	Porcentaje	
Cobre	mínimo	78%
Estaño	mínimo	2,3%
Plomo	máximo	8%
Zinc	máximo	10%

En el caso de los componentes metálicos no enterrados y en contacto con el agua, éstos deben contener como mínimo un 75% de cobre conforme a la norma NOM-012-SCFI y un máximo de 8% de plomo. Los vástagos de las válvulas tendrán que cumplir con un mínimo de 60% de cobre y un máximo de 8% de plomo.

5.1.1.2 Elementos de cobre

Deberán cumplir con la composición de la Tabla 2

TABLA 2.- PORCENTAJE DE LOS ELEMENTOS DE COBRE

Elemento	Por ciento
Cobre	nominal 99,9% incluyendo plata
Fósforo	de 0,015% a 0,040%

5.1.1.3 Elementos de hierro gris, hierro maleable y acero con recubrimiento galvánico

Los elementos sin recubrimiento galvánico sólo se utilizarán cuando no estén en contacto directo con el agua

En el caso de aceros efervescentes, dada su heterogeneidad, éstos deberán cumplir con los valores indicados en el Anexo 1 sujetos a las tolerancias de la Tabla 3.

TABLA 3.- PORCENTAJE DE TOLERANCIA EN ACEROS EFERVESCENTES

Elemento	Por ciento
Carbono	± 0.04%
Manganeso	± 0.05%
Fósforo	± 0.01%
Azufre	± 0.01%

5.1.1.3.1 Composición química de los elementos

Los elementos de acero deben cumplir con lo especificado en el inciso "a" del Anexo 1

Los elementos de hierro maleable deben cumplir con lo especificado en el inciso "b" del Anexo 1.

Los elementos de hierro gris deben cumplir con lo especificado en el inciso "c" del Anexo 1

La composición química se verifica mediante el método establecido en 7.1.1.3.1

5.1.1.3.2 Recubrimiento

Cuando los elementos sean recubiertos por inmersión en caliente, éstos deben cumplir con una masa mínima de 550 g/m² o un espesor mínimo de 0,085 mm de zinc.

Cuando los elementos sean recubiertos por métodos electrolíticos deben cumplir con un espesor mínimo de 0,025 mm de zinc.

Todo lo anterior se verificará conforme a lo establecido en 7.1.1.3.2

5.1.1.4 Elementos plásticos

Los elementos plásticos objeto de esta Norma deberán cumplir con lo siguiente:

Después de que los elementos plásticos estén en contacto con el agua, ésta no debe exceder los valores máximos permisibles de metales pesados (Tabla 4).

TABLA 4.- VALORES MÁXIMOS PERMISIBLES DE METALES PESADOS

Metal	ppm.
Plomo	0,05
Cadmio	0,005
Estaño	0,02
Mercurio	0,001
Bario	1,00
Antimonio	0,05
Cromo	0,05
Arsénico	0,05

5.1.2 Resistencia a la presión

Cada uno de los elementos que integran la toma domiciliaria, excepto los medidores que deben cumplir con la norma NOM-012-SCFI, deben resistir durante quince minutos una presión de 1,5 MPa (15.0 kgf/cm²) sin presentar falla. Esto se verificará de acuerdo a lo indicado en 7.1.2; estos valores tendrán una tolerancia de $\pm 10\%$

5.1.3 Compatibilidad de las uniones y conexiones de los elementos

Cada uno de los elementos que integran la toma domiciliaria debe contar con uniones compatibles de acuerdo al tipo de material/conexión o contar con adaptadores que permitan su compatibilidad con otros elementos

Las uniones y conexiones no deberán desacoplarse al aplicarles una fuerza axial de 400 N (40,8 kgf), para elementos de 13 mm de diámetro serie inglesa o 16 mm serie métrica y de 850 N (86.7 kgf) para elementos de 19 mm de diámetro serie inglesa o 20 mm serie métrica, bajo una presión hidráulica mínima de 0,75 MPa (7,5 kgf/cm²); estos valores tendrán una tolerancia de $\pm 10\%$.

Las uniones y conexiones sólo podrán ser soldadas, roscadas, termofusionadas, de compresión o mixtas de acuerdo al diseño específico de cada conexión

La compatibilidad de las uniones y conexiones se verifica conforme a lo indicado en 7.1.3 (Compatibilidad de los elementos).

En el caso de uniones de elementos de hierro o acero con elementos de cobre puro, se utilizará un conector de material plástico que evite la formación de pares galvánicos. Este conector deberá cumplir con lo estipulado en 5.1.1.4 "Elementos plásticos".

5.1.4 Vida útil de los elementos

Los elementos que integran las tomas domiciliarias deben asegurar una vida útil de acuerdo a lo establecido en el método de prueba descrito en 7.1.4 (Vida útil de los elementos) y verificarse en laboratorio cuando menos una vez por año.

5.2 Requerimientos de la instalación

5.2.1 Diseño de la toma

El arreglo general de la toma domiciliaria deberá estar conforme a lo indicado en el plano tipo del proyecto a desarrollar, revisado y aprobado por el organismo operador o la dependencia local responsable. Ya que es obligada la prueba de hermeticidad, en la toma no debe usarse insertor o nudos de inserción.

Esto debe verificarse de acuerdo al inciso 7.2.1

5.2.2 Selección de los elementos

Los elementos seleccionados para integrar la toma domiciliaria deben cumplir las especificaciones indicadas en el inciso 5.1 de esta Norma. El organismo operador o la dependencia local responsable deben guardar copia de los certificados de los elementos utilizados.

5.2.3 Calificación del personal de instalación

El personal que realice cualquier actividad relacionada con la instalación de tomas domiciliarias debe ser o estar calificado por el organismo operador o dependencia responsable, en los procedimientos y métodos de instalación de tomas domiciliarias aprobados o establecidos en las especificaciones de construcción correspondientes.

5.2.4 Instalación de los elementos

La ejecución de los trabajos de instalación debe contar previamente con los procedimientos aprobados y autorizados por el organismo operador o la dependencia local responsable. La unión de los elementos debe estar conforme al tipo de material/conexión. Estas últimas sólo podrán ser soldadas, termofusionadas, roscadas, a compresión o mixtas de acuerdo al diseño específico de cada conexión y a las recomendaciones de los fabricantes.

En ningún caso deberá utilizarse insertor con espiga estriada para recibir cualquier tipo de tubería.

Todas las actividades de instalación deben realizarse con las herramientas recomendadas por los fabricantes y con manuales de instalación.

Esta sección se verifica conforme al inciso 7.2.4

5.2.5 Hermeticidad

Una vez instalada la toma domiciliaria, ésta debe resistir, durante tres minutos, una presión hidrostática de 0,75 MPa (7,5 kgf/cm²) \pm 10% sin presentar fugas o fallas en los elementos, uniones y conexiones

Esto se verifica conforme a lo indicado en el inciso 7.2.5

6. MUESTREO

6.1 Muestreo de los elementos

Para fines de certificación oficial para el muestreo, se utilizará cuando menos, el plan de muestreo sencillo para la inspección normal, que se señala en la norma NMX-Z-012/2.

6.1.1 Tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra se debe considerar el lote de producción que debe ser equivalente a un día de producción promedio, calculado con base al número de elementos para tomas domiciliarias fabricados durante los últimos seis meses y los días destinados específicamente a su producción, se aplica el nivel de inspección especial S-1 de la tabla del plan de muestreo sencillo para inspección normal.

6.1.2 Nivel de calidad aceptable (NCA)

Para las especificaciones establecidas en 5.1.2 y 5.1.3 de esta Norma, se aplica el nivel de calidad aceptable (NCA) de 2.5

Para las especificaciones establecidas en 5.1.1 y 5.1.4 de esta Norma, se aplica el nivel de calidad aceptable de uno y se verifica una vez por año.

6.2 Muestreo de la toma domiciliaria

Para valorar el cumplimiento de esta Norma, el organismo operador o dependencia local responsable debe verificar cada una de las tomas domiciliarias que se instalen

7. MÉTODOS DE PRUEBA

Para complementar la información requerida se podrán consultar los apéndices informativos "A", "B" y "C".

Estos métodos de prueba implican materiales, operaciones y equipos peligrosos, mas no especifican las medidas de seguridad necesarias para su aplicación. Es responsabilidad del usuario de esta Norma establecer procedimientos apropiados de seguridad, así como determinar el equipo de protección para su aplicación.

7.1 Métodos de prueba para verificar los requerimientos de los elementos

7.1.1 Materiales de los elementos

Para verificar las características y especificaciones que se señalan en el capítulo 5, se utilizarán como mínimo, los métodos de prueba establecidos en las normas mexicanas correspondientes.

La muestra de los elementos probados cumplirá con lo especificado en el inciso 5.1.1

7.1.1.1 Elementos fabricados con aleaciones de cobre

Se utilizará el método de prueba señalado en la norma NMX-W-006.

7.1.1.2 Elementos de cobre

Se utilizará el método de prueba señalado en la norma NMX-K-150.

7.1.1.3 Elementos de hierro gris, hierro maleable y acero con recubrimiento galvánico

Se utilizará el método de prueba señalado en la norma NMX-B-001.

7.1.1.3.1 Composición química de los elementos

Se utilizará el método de prueba señalado en la norma NMX-B-001

7.1.1.3.2 Recubrimiento

Para la verificación del recubrimiento en masa por unidad de superficie se utilizará el método de prueba señalado en la norma NMX-H-014 y, para la verificación del espesor mínimo, el método de prueba de la norma NMX-H-013

7.1.1.4 Elementos plásticos

Para la verificación de los elementos perjudiciales a la salud de componentes del material se utilizarán los métodos que se indican en las normas NMX-AA-051 y NMX-BB-093, de acuerdo a la TABLA 5.

TABLA 5.- NORMAS DE REFERENCIA PARA PRUEBAS DE METALES PESADOS

Metal	Norma de Método de Prueba
Plomo	NMX-AA-51 o NMX-BB-93
Cadmio	NMX-AA-51 o NMX-BB-93
Estaño	NMX-BB-93
Mercurio	NMX-AA-51
Bario	NMX-AA-51
Antimonio	NMX-AA-51
Cromo	NMX-AA-51
Arsénico	NMX-AA-51

7.1.2 Resistencia a la presión

7.1.2.1 Aparatos y equipo en laboratorio

Banco de pruebas universal (figura 4):

- Bomba hidráulica de presión
- Manómetros con amplitud de escala de 0,0 MPa (0,0 kgf/cm²) a 3,0 MPa (30,0 kgf/cm²) con una división mínima de 0.05 MPa (0,5 kgf/cm²).
- Mangueras, tuberías y conexiones rápidas
- Cronómetro
- Válvula de retención
- Válvula de seccionamiento
- Válvula de nariz para purga

7.1.2.2 Preparación de la muestra

- Limpiar el elemento a probar (probeta), asegurándose que no contenga partículas o sustancias extrañas en su interior o películas protectoras (desprendibles en su exterior).
- Colocar las conexiones necesarias según el elemento a probar en el banco
- Conectar el elemento a probar con el banco

7.1.2.3 Procedimiento

- Abrir la válvula de descarga
- Cargar el banco con agua purgándolo
- Cerrar la válvula de descarga
- Presurizar gradualmente el banco durante un intervalo de 90 a 120 segundos, hasta alcanzar la presión de prueba de 1,5 MPa (15,0 kgf/cm²).
- Mantener la presión de prueba durante 15 minutos
- Despresurizar la probeta

- Desacoplar la probeta
- Examinar la probeta visualmente

7.1.2.4 *Expresión de resultados*

Indicar si el elemento probado cumple lo especificado en el inciso 5.1.2 sin presentar falla

7.1.3 Compatibilidad de los elementos

7.1.3.1 *Aparatos y equipo*

- Calibrador maestro de roscas
- Calibrador de interiores y de profundidad
- Dispositivo capaz de mantener a los elementos que integran la unión bajo la fuerza axial constante especificada
- Banco de prueba universal

7.1.3.2 *Preparación de las muestras*

- Limpiar las superficies de unión internas y externas, asegurándose que no contengan partículas o sustancias extrañas en su interior o películas protectoras (desprendibles en su exterior)

7.1.3.3 *Procedimiento*

En caso de uniones con roscas NPT:

- Acoplar el calibrador maestro de roscas a la unión del elemento
- Verificar que con apriete manual la unión se acople sin dificultad, y entre el número de hilos requerido por el tipo de cuerda
- Registrar si existe variación (en número de hilos) con respecto a la misma
- Interconectar los elementos que forman la unión (probeta)
- Acoplar la probeta al banco de prueba universal
- Sujetar la probeta de tal modo que no se maltrate al aplicarse la fuerza axial
- Llenar la probeta con agua
- Purgar el sistema
- Aplicar progresivamente una presión hidráulica durante un intervalo de 60 a 90 segundos hasta alcanzar la presión de 0,75 Mpa (7,5 kgf/cm²) \pm 10% y mantenerla durante una hora.
- Aplicar progresivamente la fuerza axial a la probeta hasta alcanzar, en un intervalo de 10 a 30 segundos, 400 N (40,8 kgf) para elementos de 13 mm de diámetro serie inglesa o 16 mm serie métrica y de 850 N (86,7 kgf) para elementos de 19 mm de diámetro serie inglesa o 20 mm serie métrica, con una tolerancia de \pm 10%. La prueba se mantendrá durante una hora.
- Despresurizar la probeta
- Retirar la fuerza axial

- Desacoplar la probeta del dispositivo
- Examinar la probeta visualmente

7.1.3.4 Expresión de resultados

- Indicar el número de hilos que deben entrar y el número de hilos que penetraron
- Indicar si la unión o conexión es compatible. En el caso de que la unión no sea compatible se considera rechazado el elemento.
- Indicar si la unión o conexión falla; si esto sucede el elemento se considera rechazado.

7.1.4 Vida útil de los elementos

Esta verificación se realizará en laboratorio por lo menos una vez al año para cada uno de los elementos que integran la toma domiciliaria.

7.1.4.1 Para elementos plásticos

Los elementos plásticos deberán sujetarse a pruebas de resistencia a la presión hidráulica interna sostenida por largo período sin presentar fallas, utilizando el método de prueba establecido en la norma NMX-E-013, de acuerdo con lo siguiente:

0,75 MPa (7,5 kgf/cm²) durante un período de mil horas (1000 h) o 1,0 MPa (10.0 kgf/cm²), durante 170 horas (170 h); estos valores tendrán una tolerancia de $\pm 10\%$

7.1.4.2 Para elementos metálicos

7.1.4.2.1 Equipo

- Cámara de niebla salina

7.1.4.2.2 Procedimiento

- Colocar el elemento dentro de la cámara de niebla salina en una posición relativa semejante a la posición de instalación, utilizando el método establecido en la norma NMX-D-122; la exposición en la cámara salina debe ser de 96 horas.

7.1.4.2.3 Expresión de resultados

Si después de la prueba de resistencia a la corrosión, las partes sujetas a esta especificación presentan más de un 10% del área con corrosión del metal base y con fallas del recubrimiento (burbujas, desprendimiento), debe rechazarse el elemento.

7.2 Métodos de prueba para verificación de requerimientos de la instalación en campo

7.2.1 Diseño de la toma

El organismo operador debe verificar físicamente el arreglo de la instalación, de acuerdo a los planos tipo del proyecto aprobados y revisados (figuras 1, 2 y 3). Además, se deberá supervisar la ejecución de las obras, con base en un procedimiento específico de instalación de tomas domiciliarias.

7.2.2 Selección de los elementos

- Los elementos seleccionados para integrar la toma domiciliaria deben estar certificados por un organismo certificador.
- Para la identificación de los elementos que integran la toma domiciliaria (figuras 1, 2 y 3).

7.2.3 Calificación del personal de instalación

El organismo operador o la dependencia local responsable deben contar con registros de la calificación y del desempeño del personal que realice cualquier actividad relacionada con la instalación de tomas domiciliarias

7.2.4 Instalación de los elementos

El organismo operador o la dependencia local responsable deberá contar con los registros de que la ejecución de los trabajos fue realizada de acuerdo a los procedimientos aprobados y autorizados.

Los registros deben contener como mínimo la siguiente información:

- Verificaciones que demuestren que la instalación se realizó conforme a planos revisados y aprobados.
- Certificados de los elementos seleccionados
- Uso de herramientas apropiadas
- Calificación del personal

7.2.5 Hermeticidad

La evaluación de la hermeticidad de las tomas domiciliarias requiere, por su construcción, que se realice en dos etapas: la primera consiste en verificar solamente el conjunto abrazadera y válvula de inserción o inserción directa, acoplados sobre la tubería de la red de distribución; la segunda etapa, consiste en verificar el ramal y el cuadro

7.2.5.1 Aparatos y equipo

Cabezal alimentador (figura 4); constituido por:

- Bomba de prueba de operación manual
- Manómetro con amplitud de escala de 0,0 Mpa (0,0 kgf/cm²) a 1,4 MPa (14,0 kgf/cm²) con división mínima de la escala de 0,02 MPa (0,2 kgf/cm²).
- Accesorios tales como válvulas de cierre, y de retención horizontal (check), preparación para la instalación del manómetro, manguera flexible y las conexiones adecuadas para su acoplamiento tanto a la bomba como a la toma domiciliaria (figura 4).

7.2.5.2 Procedimiento

7.2.5.2.1 Prueba de abrazadera silleta y válvula de inserción (figura 5)

Una vez instalado el conjunto abrazadera - válvula de inserción sobre el tubo de distribución, el cual no debe haber sido perforado, continuar con los siguientes pasos:

- Abrir la llave o válvula de inserción (figura 5)
- Conectar el cabezal alimentador a la válvula de inserción en el punto A (figura 5)
- Con la bomba llenar la válvula con agua, purgando el sistema a través de la válvula de nariz del cabezal alimentador (figuras 4 y 5)
- Presurizar gradualmente la toma en un intervalo de 60 a 90 segundos, hasta alcanzar la presión de prueba de 0,75 MPa (7,5 kgf/cm²).
- Cerrar gradualmente la válvula de inserción para independizarla del cabezal alimentador.
- Mantener la válvula y la abrazadera/silleta presurizadas por el tiempo especificado en el inciso 5.2.5 (tres minutos) y corroborar que no existan fugas y fallas.
- Proceder a realizar la perforación de la tubería de la red, a través de la válvula de inserción con ayuda de la herramienta adecuada.

7.2.5.2.2 Prueba hidrostática de la toma completa (ramal y cuadro) (figura 6)

La prueba se efectuará antes de rellenar la zanja y debe cumplir con lo siguiente.

- La toma domiciliaria debe estar instalada con todos sus elementos conforme a lo estipulado en los planos de construcción autorizados por el organismo operador o la dependencia local responsable.
- Cerrar la válvula de inserción y cerrar la parte final de la toma con un tapón (figura 6)
- Conectar el cabezal alimentador a la toma en el punto B (figura 6)
- Con la bomba llenar la toma con agua, purgándola continuamente a través de la válvula de nariz del cabezal alimentador
- Presurizar gradualmente la toma en un intervalo de 60 a 90 segundos, hasta alcanzar la presión de prueba especificada

- Cerrar gradualmente la válvula de seccionamiento del cabezal para independizar la toma del equipo de presión.
- Mantener la toma presurizada por el tiempo especificado en el inciso 7.1 (tres minutos) y corroborar que no existan fugas y fallas.

7.2.5.3 *Expresión de resultados*

Reportar si la toma domiciliaria presenta fugas y fallas en cualquier etapa de la prueba

7.2.5.4 *Informe de la prueba*

El informe de la prueba debe incluir al menos la siguiente información:

- Identificación completa de la toma domiciliaria
- Resultado obtenido durante la prueba
- Referencia a este método de prueba
- Nombre y firma del supervisor de la prueba
- Nombre y firma del responsable de la prueba
- Fecha de ejecución de la prueba

8. **MARCADO DE LOS ELEMENTOS**

Todos los elementos que integran la toma domiciliaria deben estar identificados con caracteres legibles e indelebiles, con tinta, en relieve o marca de golpe. Esta identificación debe contener como mínimo la siguiente información:

- Marca registrada o símbolo del fabricante
- Diámetro nominal
- Símbolo o leyenda "Hecho en México" o país de origen

En el caso de elementos en que no sea factible colocar toda la información antes mencionada, ésta se colocará en el empaque.

En el empaque.

- Identificación (Cualquiera de las siguientes: nombre, razón social, marca registrada o símbolo del fabricante).
- Tipo y grado de materia prima (cuando existan varios tipos o grados)
- Diámetros nominales de cada elemento
- Sellos de garantía en caso de que así se autoricen
- Símbolo o leyenda "Hecho en México" o país de origen
- Otras que se requieran según la norma del producto o los requerimientos legales y comerciales

En caso de elementos roscados incluir las especificaciones (características de la cuerda)

9. OBSERVANCIA DE ESTA NORMA

La Comisión Nacional del Agua será la encargada de vigilar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana, quien promoverá la coordinación de acciones con los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios, sin afectar sus facultades en la materia y en el ámbito de sus correspondientes atribuciones.

El incumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana será sancionado conforme a lo dispuesto por la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

10. BIBLIOGRAFÍA

Documento de la Comisión Nacional del Agua (CNA). Especificaciones, procedimientos y recomendaciones de instalación, reparación y sustitución de tomas domiciliarias.

11. GRADO DE CONCORDANCIA CON NORMAS Y RECOMENDACIONES INTERNACIONALES

Esta Norma Oficial Mexicana no concuerda con ninguna norma internacional, por no existir referencia alguna en el momento de la elaboración.

12. VIGENCIA

La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los 180 días naturales posteriores a su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

Dada en la Ciudad de México, Distrito Federal, el 15 de agosto de mil novecientos noventa y seis

El Director General de la Comisión Nacional del Agua

Guillermo Guerrero Villalobos

APÉNDICE INFORMATIVO "A" INSTALACIÓN DE TOMAS DOMICILIARIAS

Los elementos que conforman la toma domiciliaria deberán instalarse en función del material de su fabricación. Para este fin, la disposición de cada elemento en el ensamble debe apegarse a los documentos emitidos por la Comisión Nacional del Agua (CNA) y a los reglamentos de construcción locales emitidos por las autoridades responsables del control y suministro de agua potable.

APÉNDICE INFORMATIVO "B" ELEMENTOS DE UNA TOMA DOMICILIARIA PARA AGUA POTABLE

Elemento	Material	Característica
Abrazadera	Bronce Bronce Fo.Fo. Plástico	Para tubo PVC Para tubo Asbesto -Cemento Para tubo Asbesto -Cemento Para tubo PVC
Silleta	PEAD	Para tubos PEAD
Válvula de Inserción	Bronce Plástico	Entrada: c/cuerda AWWA o NPT Salida: p/tubos cobre flexible o PEAD Entrada: c/cuerda NPT Salida: p/tubo PEAD
Tubo flexible	Cobre PEAD PE-R	Tubo de cobre flexible tipo "L" Tubo de polietileno alta densidad Tubo de polietileno reticulado
Válvula de Banqueta	Bronce Plástico	Entrada: tubo flexible Salida: tubo flexible o rígido
Válvula Limitadora de Servicio	Bronce	Permite reducir el gasto de agua a un consumo mínimo
Conectores	Bronce Plástico	De compresión De compresión
Caja para válvula de Banqueta	Fo.Fo. Plástico	Resguarda y permite el acceso a la válvula
Tubo Rígido	Cobre Fo.Go.	Tubo de cobre rígido Tubo de Fierro Galvanizado
Codos	Bronce Cobre Fo.Go.	Soldables y roscable Soldables Roscales
Medidor	Bronce Plástico	Velocidad o volumétrico
Válvula de Seccionamiento	Bronce Plástico Fo.Go.	Entrada: Tubo de Fo.Go. o Tubo de Cobre Salida: Tubo Fo.Go. o Tubo Cobre
Te	Bronce Cobre Fo Go	
Válvula Macho	Bronce Plástico	Entrada: Tubo de Fo.Go. Salida: Tubo de Fo.Go
Válvula de Nanz	Bronce Plástico	Entrada: c/cuerda exterior Salida: c/cuerda exterior para manguera
Tapón	Cobre Fo.Go. Plástico	Tapón cachucha p/tubo de cobre Tapón macho p/tubo de Fo.Go. Tapón roscado hembra para conector de plástico
Tuerca Unión	Cobre Fo.Go Plástico	

APÉNDICE INFORMATIVO "C" NORMAS MEXICANAS DE ELEMENTOS

Esta Norma Oficial Mexicana se complementa con las siguientes Normas Mexicanas en su última versión:

NMX-B-177-1989	Tubos de acero con o sin costura, negros y galvanizados por inmersión en caliente.
NMX-B-214	Bridas laminadas y forjadas, conexiones forjadas, válvulas y partes para ser usadas en servicio general.
NMX-C-386-SCFI	Industria de la construcción - Abrazadera para toma domiciliaria de agua - Especificaciones de funcionamiento y métodos de prueba.
NMX-C-387-SCFI	Industria de la construcción - Conexiones para toma domiciliaria de agua - Especificaciones de funcionamiento y métodos de prueba.
NMX-E-18	Industria del plástico - Tubos de polietileno (PE) para la conducción de fluidos a presión - Especificaciones.
NMX-E-21	Industria del plástico - Tubos y conexiones - Dimensiones - Métodos de prueba.
NMX-E-028	Industria del plástico - Tubos y conexiones - Extracción de metales pesados por contacto con agua - Método de prueba.
NMX-E-129	Industria del plástico - Tubos y conexiones - Hermeticidad de la unión en tubos y conexiones - Método de prueba.
NMX-E-146-SCFI	Industria del plástico - Tubos y conexiones - Tubos de polietileno de alta densidad (PEAD) para toma domiciliaria de agua - Especificaciones.
NMX-E-191-SCFI	Industria del plástico - Tubos y conexiones - Abrazadera de plástico para tomas domiciliarias de agua - Especificaciones
NMX-E-192-SCFI	Industria del plástico - Tubos y conexiones - Conexiones de plástico utilizadas para toma domiciliaria de agua - Especificaciones
NMX-E-207-SCFI	Industria del plástico - Tubos y conexiones - Llaves de plástico para tomas domiciliarias de agua - Especificaciones
NMX-H-22	Conexiones roscadas de hierro maleable clase 1,03 MPa (150 PSI) Y 2.07 MPa (300 PSI).
NMX-H-51	Válvulas para agua de uso doméstico

NMX-H- 78

Válvulas - terminología

NMX-W-18

Cobre - Tubos sin costura - Para conducción de fluidos a presión

NMX-W-101

Cobre - Conexiones forjadas - Soldables

ANEXO 1.-COMPOSICIÓN QUÍMICA (PORCENTAJES MÁXIMOS)

a) Composición de los elementos de acero con recubrimiento galvánico

Proceso de obtención del hierro negro	Carbo- no	Manga- neso	Fósforo	Azufre	Cobre (*)	Níquel (*)	Cromo (*)	Molib- deno (*)	Vana- dio (*)
Horno de hogar abierto, de arco eléctrico o básico al oxígeno. Grado "A" Grado "B"	Tipo "S" (tubos sin costura)								
	0,25	0,95	0,05	0,06	0,40	0,40	0,40	0,15	0,08
	0,30	1,20	0,05	0,06	0,40	0,40	0,40	0,15	0,08
Horno de hogar abierto, de arco eléctrico o básico al oxígeno. Grado "A" Grado "B"	Tipo "E" (tubos soldados por resistencia eléctrica)								
	0,25	0,95	0,05	0,06	0,40	0,40	0,40	0,15	0,08
	0,30	1,20	0,05	0,06	0,40	0,40	0,40	0,15	0,08
Horno de hogar abierto, de arco eléctrico o básico al oxígeno.	Tipo "F" (tubos con soldadura continua a tope por calentamiento en horno)								
	-	-	0,06	0,045	-	-	-	-	-

Nota:

* La combinación de estos elementos no debe exceder de 1.00%

b) Composición de los elementos a controlar en el hierro maleable con recubrimiento galvánico

ELEMENTOS	COMPOSICIÓN
Azufre	0,06 Max.
Fósforo	0,2 Max.
Cromo	0,08 Max.
Boro	0,003 Max. -

c) Composición de los elementos a controlar en el hierro gris

ELEMENTOS	COMPOSICIÓN
Carbón	3,70 Máx
Silicio	2,80 Máx
Manganeso	1,00 Máx
Azufre	0,15 Máx
Fósforo	0,25 Máx
Cromo	0,20 Máx
Cobre	0,40 Máx
Estaño	0,06 Máx

ELEMENTOS

- 1.- ABRAZADERA
- 2.- SILLETA
- 3.- VÁLVULA DE INSERCIÓN
- 4.- CONECTOR
- 5.- TUBO FLEXIBLE
- 6.- VÁLVULA DE BANQUETA
- 7.- VÁLVULA LIMITADORA DE SERVICIO
- 8.- CAJA PARA VÁLVULA DE BANQUETA
- 9.- TUBO RÍGIDO
- 10.- CODO
- 11.- MEDIDOR
- 12.- VÁLVULA DE SECCIONAMIENTO
- 13.- TE
- 14.- VÁLVULA DE NARIZ
- 15.- TAPÓN
- 16.- TUERCA UNIÓN

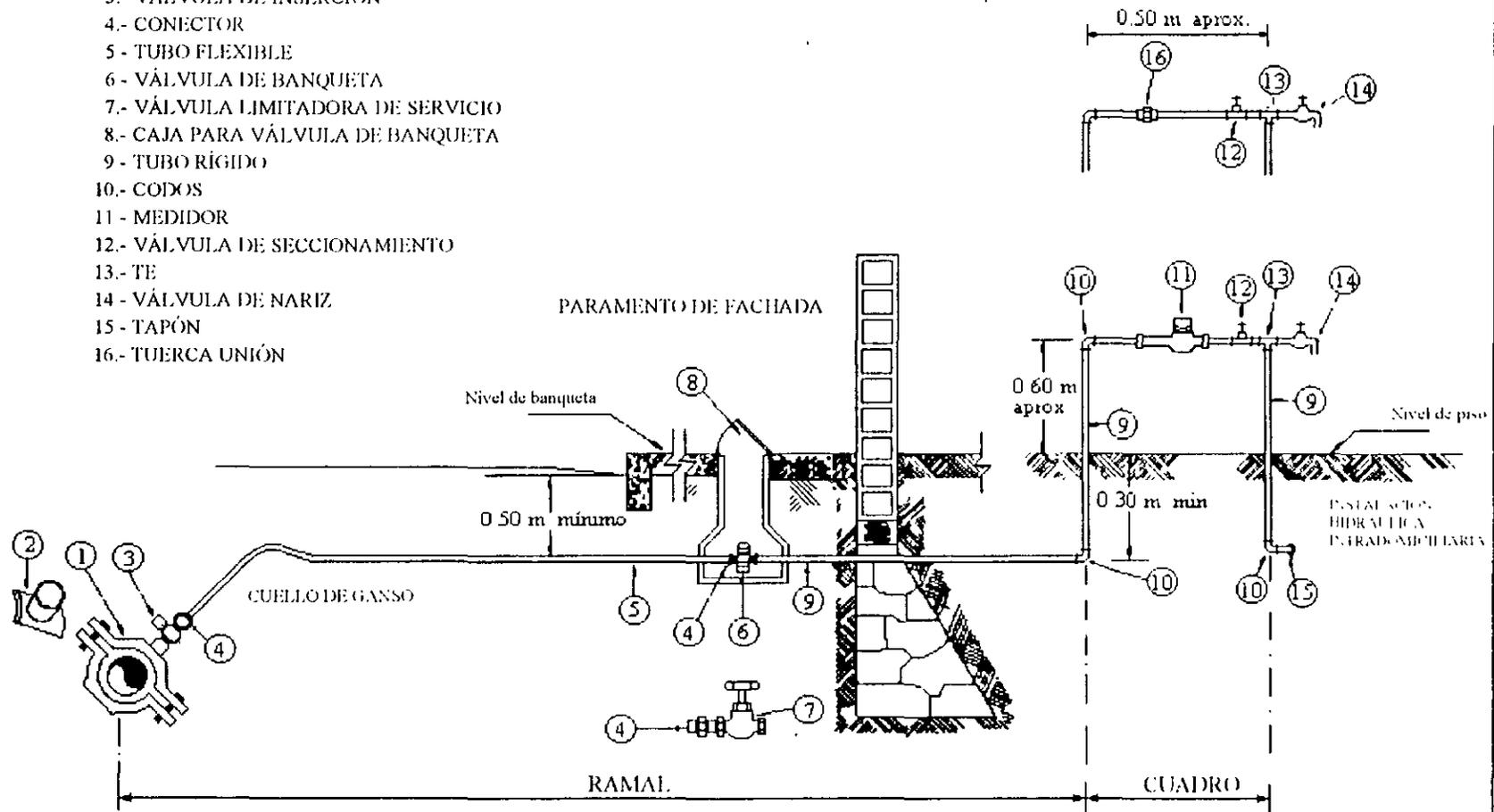


FIGURA No. 1 TOMA DOMICILIARIA CON VÁLVULA DE BANQUETA
CON O SIN MEDIDOR
ESTE ESQUEMA ES SOLAMENTE ILUSTRATIVO

ELEMENTOS

- 1 - ABRAZADERA
- 2 - SILETA
- 3.- VÁLVULA DE INSERCIÓN
- 4 - CONECTOR
- 5.- TUBO FLEXIBLE
- 6.- TUBO RÍGIDO
- 7.- CODO
- 8 - VÁLVULA MACHO
- 9.- MEDIDOR
- 10 - VÁLVULA DE SECCIONAMIENTO
- 11 - TE
- 12 - VÁLVULA DE NARIZ
- 13 - TAPÓN
- 14 - TUERCA UNIÓN

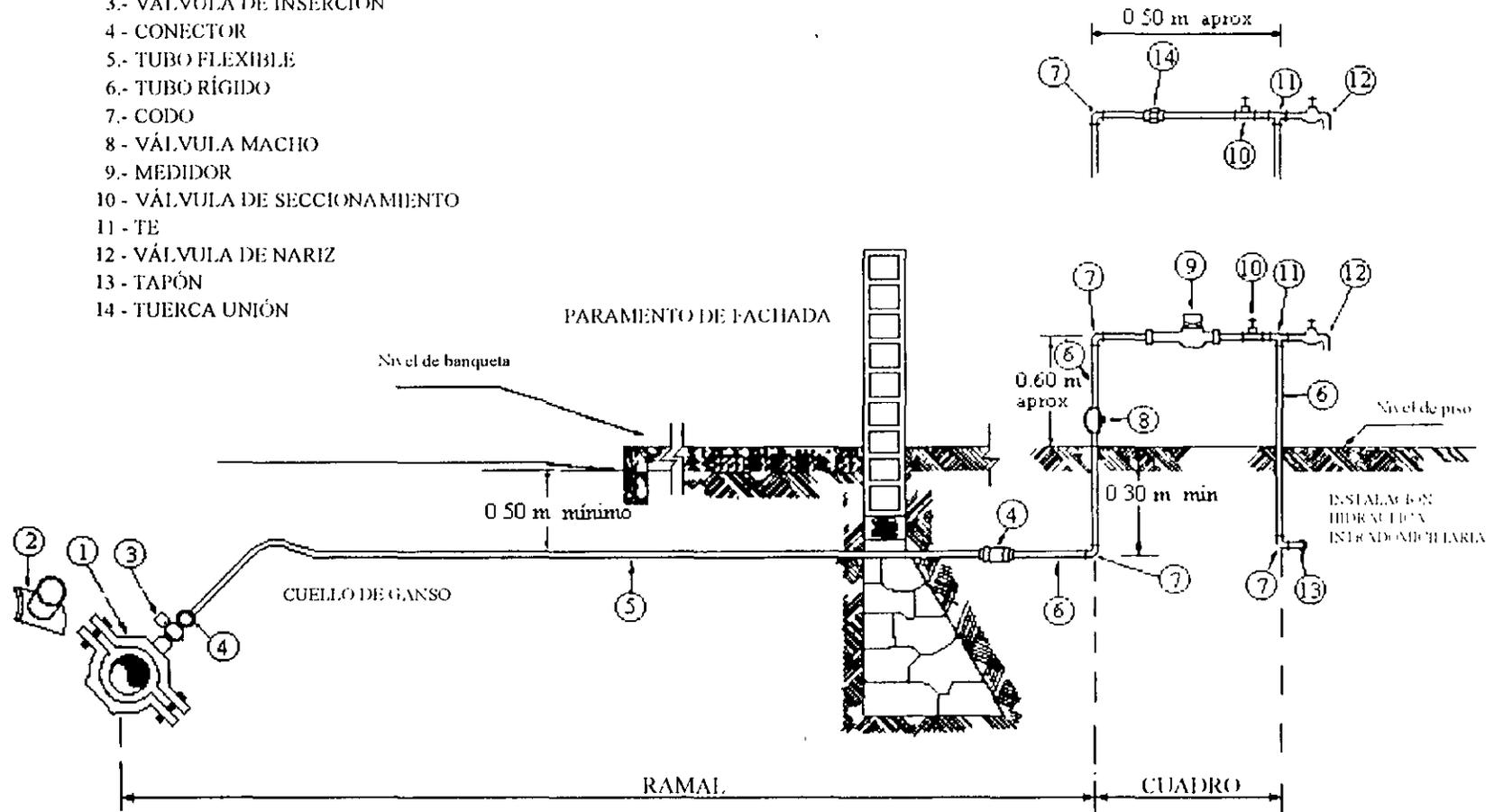


FIGURA No 2 TOMA DOMICILIARIA SIN VÁLVULA DE BANQUETA
CON O SIN MEDIDOR
ESTE ESQUEMA ES SOLAMENTE ILUSTRATIVO

ELEMENTOS

- 1.- ABRAZADERA
- 2.- SILLETA
- 3.- VÁLVULA DE INSERCIÓN
- 4.- CONECTOR
- 5.- TUBO FLEXIBLE
- 6.- VÁLVULA DE BANQUETA
- 7.- VÁLVULA LIMITADORA DE SERVICIO
- 8.- CAJA PARA VÁLVULA DE BANQUETA
- 9.- TUBO RÍGIDO
- 10.- CODOS
- 11.- MEDIDOR ELECTRÓNICO
- 12.- VÁLVULA DE SECCIONAMIENTO
- 13.- TE
- 14.- VÁLVULA DE NARIZ
- 15.- TAPÓN
- 16.- TUERCA UNIÓN

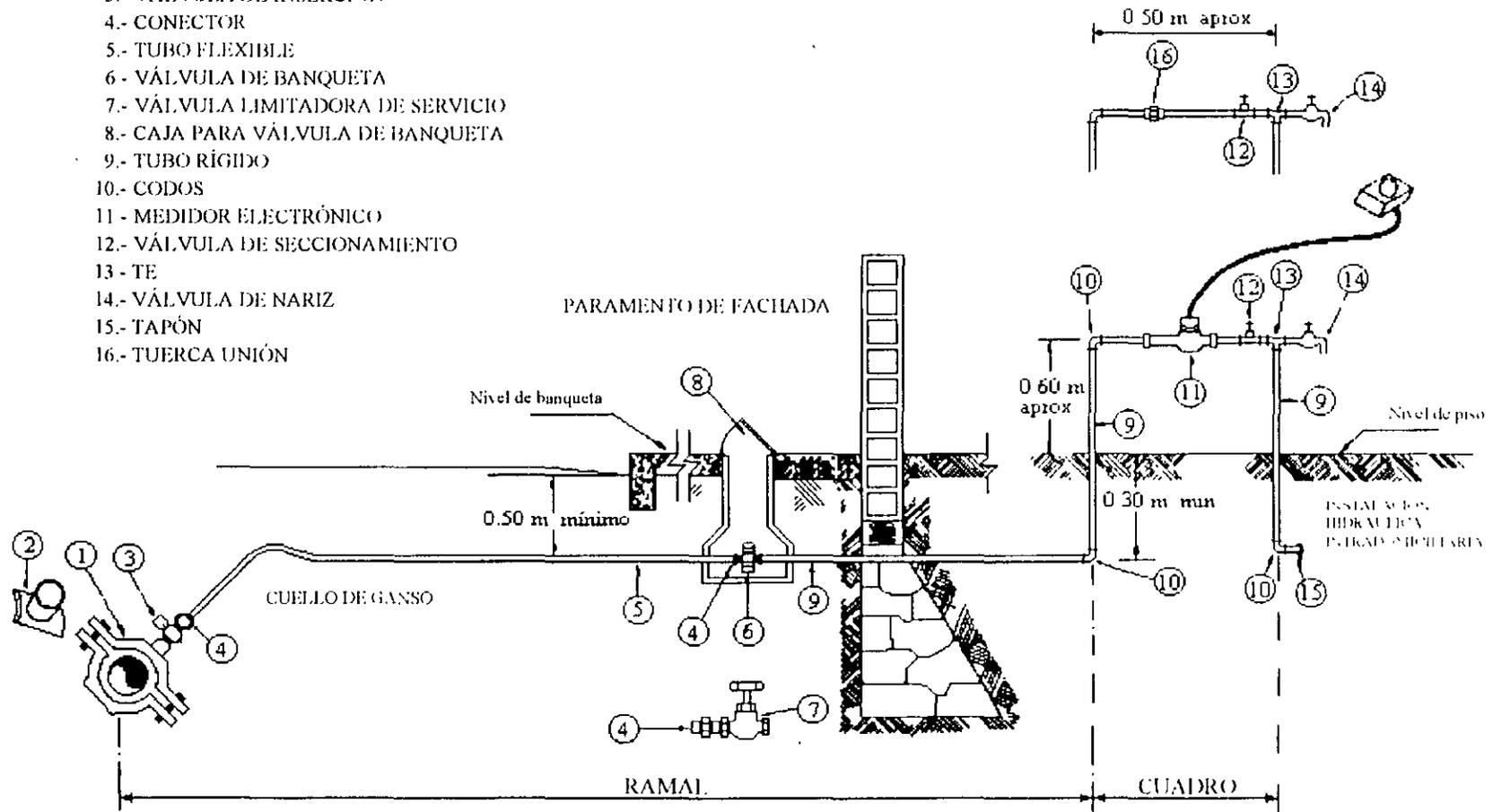
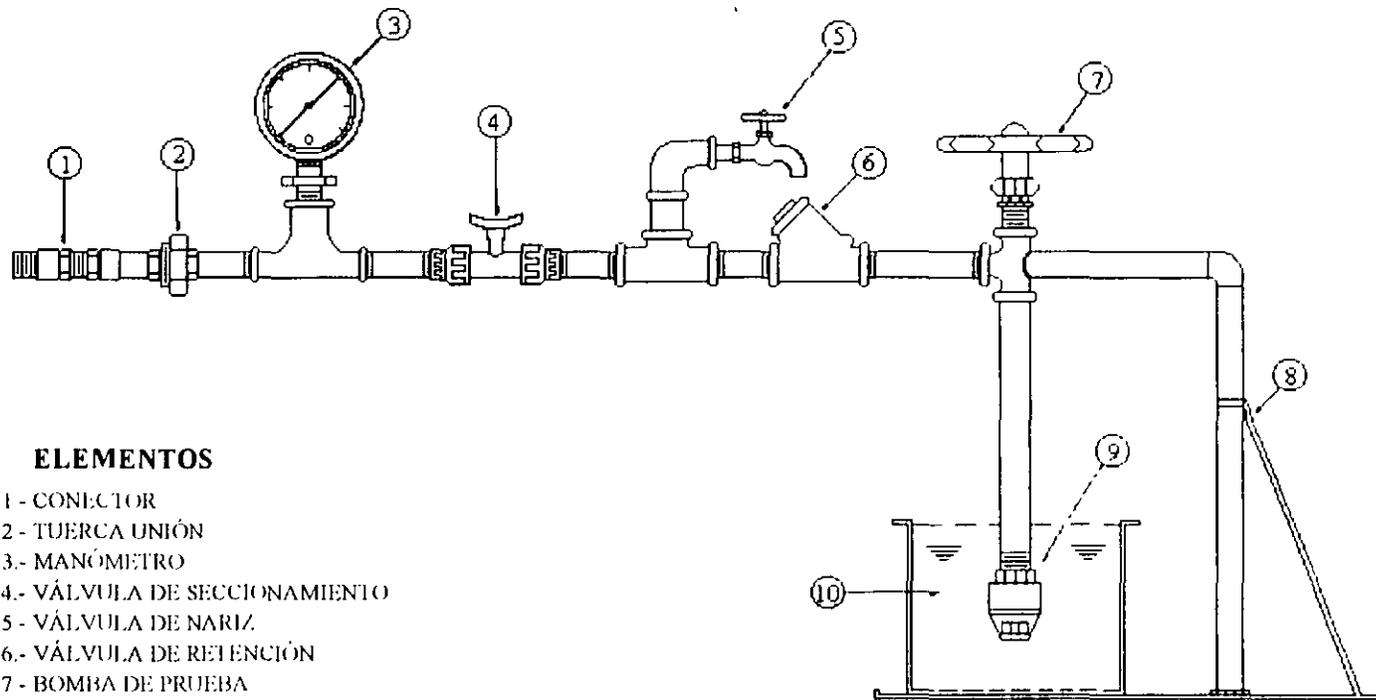


FIGURA No. 3 TOMA DOMICILIARIA CON VÁLVULA DE BANQUETA
 CON MEDIDOR PARA LECTURA A CONTROL REMOTO Y SIN MEDIDOR
 ESTE ESQUEMA ES SOLAMENTE ILUSTRATIVO



ELEMENTOS

- 1 - CONECTOR
- 2 - TUERCA UNIÓN
- 3.- MANÓMETRO
- 4.- VÁLVULA DE SECCIONAMIENTO
- 5 - VÁLVULA DE NARIZ.
- 6.- VÁLVULA DE RETENCIÓN
- 7 - BOMBA DE PRUEBA
- 8.- SOPORTE DE LA BOMBA
- 9.- VÁLVULA DE PIE.
- 10 - DEPÓSITO DE AGUA

FIGURA No 4 BANCO DE PRUEBA UNIVERSAL

ELEMENTOS

- 1.- ABRAZADERA
- 2.- VÁLVULA DE INSERCIÓN CON CONECTOR
- 3.- CONECTOR
- 4.- TUERCA UNIÓN
- 5.- MANÓMETRO
- 6.- VÁLVULA DE SECCIONAMIENTO
- 7.- VÁLVULA DE NARIZ
- 8.- VÁLVULA DE RETENCIÓN
- 9.- BOMBA DE PRUEBA
- 10.- SOPORTE DE LA BOMBA
- 11.- VÁLVULA DE PIE
- 12.- DEPÓSITO DE AGUA

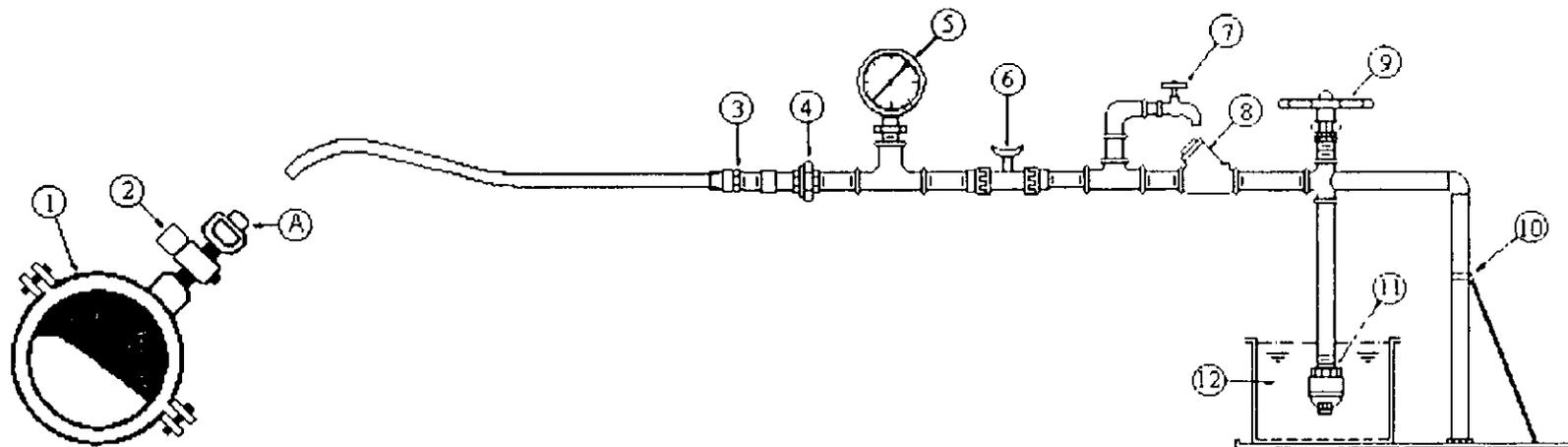


FIGURA No. 5 ESQUEMA DE PRUEBA DE ABRAZADERA/SILLETA Y VÁLVULA DE INSERCIÓN

ELEMENTOS

- 1 - ABRAZADERA
- 2 - VÁLVULA DE INSERCIÓN
- 3.- VÁLVULA DE BANQUETA
- 4 - VÁLVULA DE SECCIONAMIENTO
- 5 - MEDIDOR
- 6.- TAPÓN
- 7.- VÁLVULA DE NARIZ
- 8 - TUERCA UNIÓN
- 9.- MANÓMETRO
- 10 - VÁLVULA DE RETENCIÓN
- 11.- BOMBA DE PRUEBA
- 12.- SOPORTE DE LA BOMBA
- 13.- VÁLVULA DE PIE
- 14.- DEPÓSITO DE AGUA

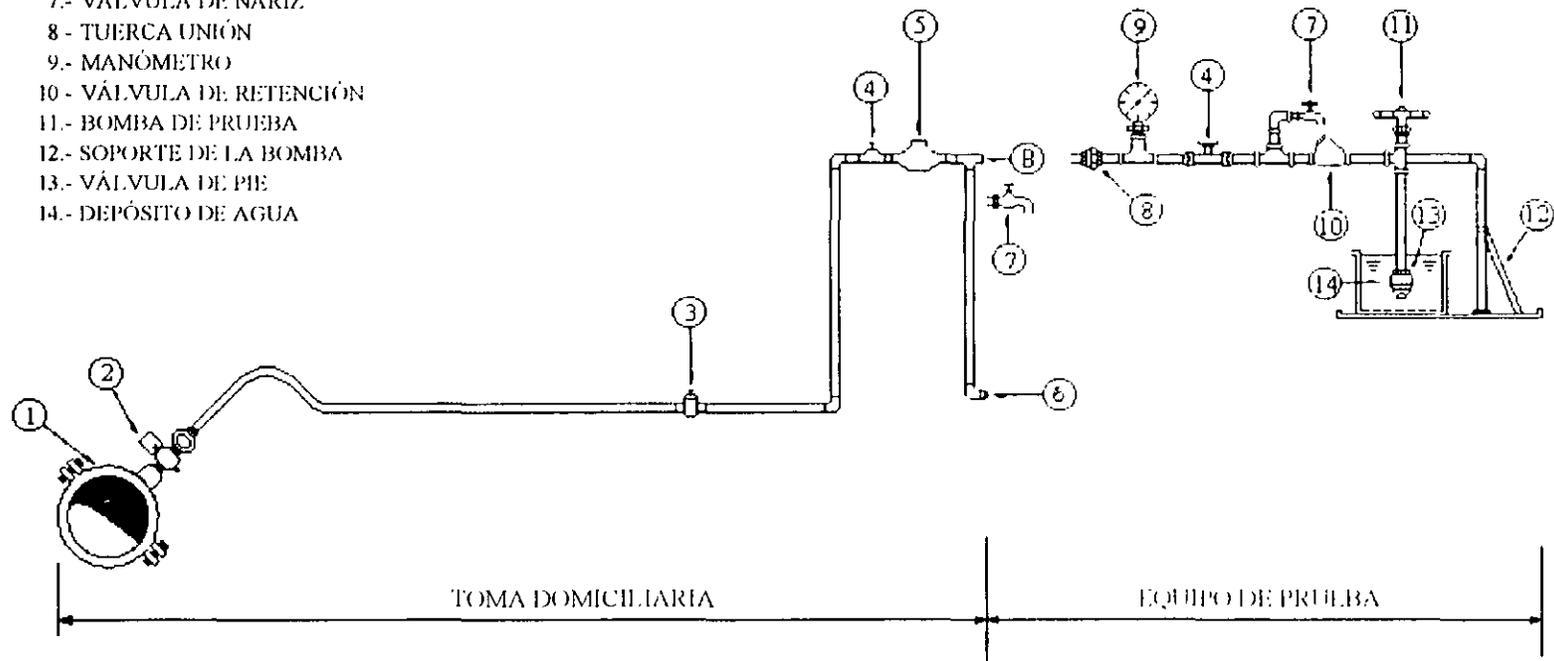


FIGURA No. 6 ESQUEMA DE PRUEBA DE LA TOMA DOMICILIARIA, CON EQUIPO DE PRUEBA



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

DIPLOMADO DE EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

MÓDULO IV

TEMA:

NORMA OFICIAL MEXICANA

NOM-001-CNA-1995



COMISION NACIONAL
DEL AGUA

***SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA
GERENCIA DE INGENIERÍA BÁSICA Y NORMAS TÉCNICAS
SUBGERENCIA DE NORMALIZACIÓN***

Norma Oficial Mexicana NOM-001-CNA-1995

Sistema de alcantarillado sanitario - Especificaciones de hermeticidad

GUILLERMO GUERRERO VILLALOBOS, Director General de la Comisión Nacional del Agua, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 32 Bis fracciones I, II, III, IV y V de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1o., 2o. fracción II, 3o. fracción XI, 38 fracción II, 40 fracciones I, X y XIII, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 51, 52, 62, 63, y 64 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 9º fracciones I, IV, XII y 12 de la Ley de Aguas Nacionales; 10 segundo párrafo y 14 fracciones XI y XV del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales y,

CONSIDERANDO

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de Proyectos de Normas Oficiales Mexicanas, el C Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización del Sector Agua ordenó la publicación del Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-001-CNA-1995, que establece las especificaciones de hermeticidad del sistema de alcantarillado sanitario, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el día 3 de noviembre de 1995, a efecto de que los interesados presentaran sus comentarios al citado Comité Consultivo

Que durante el plazo de noventa días naturales contados a partir de la fecha de publicación de dicho Proyecto de Norma Oficial Mexicana, los análisis a que se refiere el citado ordenamiento disciplinario, estuvieron a disposición del público para su consulta.

Que dentro del plazo referido, los interesados presentaron sus comentarios al Proyecto de Norma, los cuales fueron analizados en el citado Comité Consultivo Nacional de Normalización del Sector Agua, realizándose las modificaciones pertinentes, mismas que fueron publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el día 1 de julio de 1996 por la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

Que previa aprobación del Comité Consultivo Nacional de Normalización del Sector Agua, en sesión de fecha 20 de marzo de 1996, he tenido a bien expedir la siguiente:

NORMA Oficial Mexicana NOM-001-CNA-1995. "Sistema de alcantarillado sanitario - Especificaciones de hermeticidad".

CONTENIDO

- 0 Introducción
1. Objetivo
- 2 Campo de aplicación
3. Referencias
- 4 Definiciones
- 5 Clasificación
6. Especificaciones
7. Métodos de prueba
- 8 Observancia de esta norma
- 9 Recomendaciones
10. Bibliografía

11. Grado de concordancia con normas y recomendaciones internacionales
12. Vigencia
Apéndice "A"

0. INTRODUCCIÓN

El 80% del abastecimiento de agua potable del país proviene de pozos profundos, por lo que el sistema de alcantarillado sanitario no debe ser fuente de contaminación de los acuíferos.

Cuando las tuberías de las redes de alcantarillado se unen con mezcla de mortero cemento-arena y se presentan asentamientos diferenciales en el terreno, se generan fallas originadas por un junteo deficiente o por agrietamiento debido a la rigidez de la unión.

Las fallas en las juntas de una red de alcantarillado presentan algunas de las siguientes situaciones, consideradas como nocivas:

- Las aguas residuales fluyen hacia el exterior de la tubería, contaminando acuíferos y suelos.
- Con un nivel freático localizado por encima de las tuberías, se presenta en éstas una infiltración que drena parcialmente el acuífero, ocasionando una disminución en la capacidad hidráulica del sistema de alcantarillado y permitiendo la recepción de azolves, además de incrementar el caudal a la planta de tratamiento, provocando la disminución de su eficiencia y el incremento de costos de operación.
- Incorporaciones de elementos extraños al sistema de alcantarillado sanitario, como son hidrocarburos, aceites, grasas y raíces de árboles, que provocan riesgos y alteran sus condiciones de funcionamiento.

Con el objeto de evitar lo antes citado, uno de los principales requisitos que debe considerarse en el proyecto e instalación del sistema de alcantarillado sanitario es que éste sea hermético.

1. OBJETIVO

Esta Norma Oficial Mexicana establece las condiciones de hermeticidad que deben cumplir los sistemas de alcantarillado sanitario que trabajen a superficie libre.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

La presente Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria para los responsables del diseño e instalación de los sistemas de alcantarillado sanitario y los fabricantes de los componentes de los sistemas de alcantarillado sanitario de manufactura nacional y extranjera que se comercialicen dentro del territorio nacional.

3. REFERENCIAS

- NMX-C-039-1981 Asbesto cemento - Tubos para alcantarillado - Especificaciones. Publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 14 de enero de 1982.
- NMX-C-401-1996-ONNCCE "Industria de la construcción - Tubos - Tubos de concreto simple con junta hermética - Especificaciones". Publicada por el Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C., en el Boletín No. 2 de abril de 1996
- NMX-C-402-1996-ONNCCE "Industria de la construcción - Tubos - Tubos de concreto reforzado con junta hermética - Especificaciones". Publicada por el Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C., en el Boletín No. 2 de abril de 1996.
- NMX-E-111-1994-SCFI Industria del plástico - Tubos y conexiones - Anillos de material elastomérico usados como sello en la tubería de poli(cloruro de vinilo) (PVC) - Especificaciones. Publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 12 de abril de 1996.
- NMX-E-211/1-1994-SCFI Industria del plástico - Tubos y conexiones - Tubos de Poli(cloruro de vinilo) (PVC) sin plastificante con junta hermética de material elastomérico, utilizados para sistemas de alcantarillado - Especificaciones. Publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 12 de abril de 1994.
- NMX-E-211/2-1994-SCFI Industria del plástico - Tubos y conexiones - Conexiones de Poli(cloruro de vinilo) (PVC) sin plastificante con junta hermética de material elastomérico, utilizadas para sistemas de alcantarillado - Especificaciones. Publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 7 de julio de 1994.
- NMX-E-215/1-1994-SCFI Industria del plástico - Tubos y conexiones - Tubos de Poli(cloruro de vinilo) (PVC) sin plastificante con junta hermética de material elastomérico, serie métrica, utilizados para sistemas de alcantarillado - Especificaciones. Publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 20 de septiembre de 1994.
- NMX-E-215/2-1994-SCFI Industria del plástico - Tubos y conexiones - Conexiones de Poli(cloruro de vinilo) (PVC) sin plastificante con junta hermética de material elastomérico, serie métrica, empleados para sistemas

de alcantarillado - Especificaciones. Publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 22 de septiembre de 1994.

NMX-E-216-1994-SCFI Industria del plástico - Tubos de polietileno - Tubos de polietileno de alta densidad (PEAD) para sistemas de alcantarillado - Especificaciones. Publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 20 de septiembre de 1994.

NMX-E-222/1-1995-SCFI Industria del plástico - Tubos y conexiones - Tubos de poli(cloruro de vinilo) (PVC) sin plastificante de pared estructurada longitudinalmente con junta hermética de material elastomérico, utilizados en sistemas de alcantarillado - Especificaciones. Publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 11 de enero de 1996.

NMX-T-021-1994-SCFI Industria hulera - Anillos de hule empleados como sello en las tuberías de asbesto cemento. Publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 25 de octubre de 1994.

Las normas de referencia podrán consultarse en el domicilio del Comité Consultivo Nacional de Normalización del Sector Agua, sito en la calle de J. Sánchez Azcona número 1723, piso 7, colonia Del Valle, Delegación Benito Juárez, Código Postal 03100, México, D. F.

4. DEFINICIONES

Para los efectos de esta Norma Oficial Mexicana, se establecen las definiciones siguientes:

4.1 Accesorios Son estructuras que comunican al alcantarillado con el exterior permitiendo realizar trabajos de inspección, limpieza y reparación, los principales son: pozos de visita común, con caída y especiales, cajas de unión y estructuras de descarga

4.2 Agua freática Es el agua natural que se encuentra en el subsuelo, a una profundidad que depende de las condiciones geológicas, topográficas y climatológicas de cada región. La superficie del agua se designa como nivel del agua freática.

4.3 Agua residual: Líquido de composición variada, resultante de cualquier uso primario del agua, por el que haya sufrido alteración de sus características originales.

4.4 Alcantarillado sanitario: Red de conductos, generalmente tuberías, a través de las cuales se deben evacuar en forma eficiente y segura las aguas residuales domésticas y de establecimientos comerciales, conduciéndose a una planta de tratamiento y finalmente, a un sitio de vertido (véase fig. 1)

4.5 Anillo de hule: Elemento elastomérico que se usa como sello en las juntas o uniones de las tuberías, para conseguir su hermeticidad.

4.6 Estanquidad: Característica de un sistema sanitario de no permitir el paso del agua a través de las paredes de los tubos, las conexiones y los accesorios.

4.7 Hermeticidad: Característica de una red de conductos de no permitir el paso del agua a través de sus juntas.

4.8 Junta: Es el sistema de unión entre tubos y accesorios.

4.9 Tubería: Es la unión de dos o más tubos.

5. CLASIFICACIÓN

Por el material, las tuberías se clasifican en:

- Concreto (C)
- Fibrocemento (FC)
- Poli(cloruro de vinilo) (PVC)
- Polietileno de alta densidad (PEAD)

y cualquier otro material o producto que cumpla con una norma de producto emitida por una institución acreditada y con lo establecido en los incisos 6.1 y 6.3 de esta Norma

6. ESPECIFICACIONES

6.1 Generales

El conjunto de elementos que conforman el sistema de alcantarillado sanitario (descargas domiciliarias, tuberías y pozos de visita,) debe garantizar su estanquidad y hermeticidad, tanto hacia el exterior como al interior (infiltraciones), cumpliendo con las pruebas de fábrica establecidas en las normas de producto (véase capítulo 3) y con las de campo establecidas en el capítulo 7 de esta Norma

En este sentido, los fabricantes o proveedores de las tuberías y accesorios que conforman el sistema de alcantarillado sanitario deben obtener la debida certificación de sus productos, en los términos que estipula la Ley Federal sobre Metrología y Normalización

6.2 Elementos

En las tuberías, juntas, accesorios y descargas domiciliarias que se señalan a continuación, se utilizarán como mínimo, las características, especificaciones y métodos de prueba que se establecen en la norma mexicana correspondiente.

6.2.1 Tuberías

6.2.1.1 Tuberías de concreto (C)

Para los tubos de concreto simple con junta hermética corresponde lo indicado en la norma NMX-C-401 y para los de concreto reforzado con junta hermética la norma NMX-C-402.

6.2.1.2 Tuberías de fibrocemento (FC)

Para los tubos, coples y conexiones de fibrocemento, lo señalado en la norma NMX-C-039. La unión de las tuberías de fibrocemento se realiza mediante coples y anillos de hule

6.2.1.3 Tuberías de poli(cloruro de vinilo) (PVC)

Para los tubos de poli(cloruro de vinilo) (PVC) sin plastificante, con junta hermética de material elastomérico, lo correspondiente en las normas NMX-E-211/1 para sistema inglés, NMX-E-215/1 para sistema métrico y NMX-E-222 para tubos de pared estructurada longitudinalmente.

Para las conexiones de poli(cloruro de vinilo) (PVC) sin plastificante, con junta hermética de material elastomérico, lo señalado en la norma NMX-E-211/2 para sistema inglés y NMX-E-215/2 para sistema métrico.

6.2.1.4 Tuberías de polietileno de alta densidad (PEAD)

En los tubos de polietileno de alta densidad con unión por termofusión, corresponde lo indicado en la norma NMX-E-216.

6.2.2 Juntas

Las juntas en la tubería deben ser herméticas, independientemente del material de que se trate

En tuberías de poli(cloruro de vinilo) (PVC) se debe utilizar anillo de hule tipo II, siguiendo como mínimo, las características, especificaciones y métodos de prueba que se señalan en la norma NMX-E-111, para tubería de fibrocemento se debe utilizar anillo de hule tipo III, de acuerdo a la norma NMX-T-021

Cualquier otro material o producto que se use en el junteo debe ser especificado en la norma de producto de la tubería de acuerdo con los incisos 6.1 y 6.3 de esta Norma.

6.2.3 Accesorios

Para los pozos de visita prefabricados se utilizarán como mínimo, las características, especificaciones y métodos de prueba que se señalen en la norma de producto correspondiente

6.2.4 Descargas domiciliarias

Para los elementos que conforman la descarga domiciliaria se utilizarán como mínimo, lo indicado en la norma de producto correspondiente.

6.3 De instalación

La construcción de la red de alcantarillado sanitario se iniciará con el emisor, continuando con los colectores, subcolectores, atarjeas y albañales. La instalación de las tuberías se hará de aguas abajo hacia aguas arriba.

Los que tengan a su cargo los sistemas de alcantarillado sanitario, son los responsables de la correcta aplicación de las especificaciones de construcción que se hayan establecido en el contrato para asegurar la hermeticidad del sistema de alcantarillado y su correcta funcionalidad

Terminada la instalación de un tramo y sus pozos de visita extremos, se procederá a realizar la prueba de hermeticidad como se indica en el capítulo 7 de esta Norma. El informe de estas pruebas debe ser presentado a la entidad encargada de vigilar la presente Norma, por una unidad de verificación acreditada.

6.3.1 Prueba de hermeticidad en campo

6.3.1.1 En tuberías

Se debe probar en campo la hermeticidad de la tubería instalada sometiéndola a una presión hidrostática de 0,05 MPa (0,5 kgf/cm²)¹ siguiendo el método establecido en el inciso 7.1 de esta Norma

Cuando los responsables de los sistemas de alcantarillado sanitario, consideren factible la ejecución de la prueba neumática, ésta se podrá aplicar para diámetros nominales que no excedan de 630 mm considerando una presión neumática de 0,03 MPa (0,3 kgf/cm²) siguiendo el método descrito en el apéndice "A" de esta Norma

6.3.1.2 En accesorios

Los pozos de visita comunes, los especiales, de caja y con caída adosada, deben asegurar hermeticidad en la unión con las tuberías y estanquidad en toda la estructura, sometiéndolos a una carga hidráulica equivalente a la altura que se tenga a nivel brocal, siguiendo el método descrito en el inciso 7.2 de esta Norma.

6.3.1.3 En descargas domiciliarias

El sistema de conexión para las descargas domiciliarias debe garantizar hermeticidad en su unión entre las atarjeas y el albañal domiciliario, sometiéndolo a una presión hidrostática de 0,05 MPa (0,5 kgf/cm²), siguiendo el método establecido en el inciso 7.3 de esta Norma.

¹ Se considera 1 MPa = 10 kgf/cm²

Cuando los responsables de los sistemas de alcantarillado sanitario, consideren factible la ejecución de la prueba neumática, ésta se podrá aplicar para diámetros nominales que no excedan de 450 mm considerando una presión neumática de 0,03 MPa (0,3 kgf/cm²), siguiendo el método descrito en el apéndice "A" de esta Norma.

7. MÉTODO DE PRUEBA

Para verificar la hermeticidad de la instalación, los responsables de los sistemas de alcantarillado sanitario, deben aplicar el siguiente método de prueba:

7.1 Prueba hidrostática en tuberías

La prueba se debe llevar a cabo en la tubería y en tramos comprendidos entre dos pozos de visita, asegurando su posición, esto es, cubriendo la tubería con material de relleno (centros) y dejando descubiertas sus juntas.

7.1.1 Equipo y material

Se debe contar como mínimo con el equipo y material siguiente:

- Agua (de preferencia no potable)
- Tapones herméticos para los extremos del tubo a probar, del diámetro adecuado
- Bomba provista de manómetro de capacidad apropiada para esta prueba [amplitud de escala de 0 a 0,1 MPa (0 a 1 kgf/cm²) y división mínima de escala de 0,001 MPa (0,01 kgf/cm²)]
- Cronómetro
- Dispositivo para medir volumen (división mínima de escala de 0,5 litros)
- Dispositivo para purga de aire

7.1.2 Preparación

Todas las incorporaciones a la línea por probar, incluyendo las descargas domiciliarias (cuando existan), deben ser selladas herméticamente y aseguradas de tal manera que no se tengan deslizamientos durante la prueba.

Las tuberías deben ser llenadas lentamente con agua, de manera que se pueda expulsar el aire acumulado en la parte superior, por lo que el llenado debe ser a partir de los puntos más bajos de la tubería, para asegurar que el aire contenido sea expulsado por el punto más alto

Las tuberías deben ser prellenadas con los tiempos especificados en la tabla 1, de acuerdo al material de la tubería

Después del tiempo de prellenado y antes de iniciar la medición del tiempo de prueba, se debe alcanzar una presión manométrica de 0,05 MPa (0,5 kgf/cm²); si el tiempo de

prellenado es de una hora, dicha presión debe mantenerse durante 15 minutos previos al inicio de la prueba. La lectura estará referida al centro del diámetro de la tubería y en el punto más bajo del tramo de prueba.

TABLA 1.- VALORES PERMISIBLES DE ACUERDO AL MATERIAL DE LA TUBERÍA

Material de la tubería	Diámetro nominal (mm)	Tiempo de prellenado (horas)	Agua agregada en L/m ² de superficie interna mojada	Presión de prueba MPa (kgf/cm ²)
Fibrocemento (FC)	Todos los diámetros nominales	24	0,02	0,05 (0,5)
Plástico (PVC y PEAD)	Todos los diámetros nominales	1	0,02	0,05 (0,5)
Concreto simple (C)	Hasta 600	24	0,15	0,05 (0,5)
Concreto reforzado (C)	Todos los diámetros nominales	24	0,10	0,05 (0,5)

7.1.3 Procedimiento

La presión de prueba de 0,05 MPa (0,5 kgf/cm²) debe ser mantenida durante 15 minutos, si es necesario agregando constantemente la cantidad de agua requerida para sustituir el volumen absorbido. En este caso la cantidad de agua agregada debe ser medida.

La base para calcular la cantidad admisible de agua por agregar es el diámetro interno de la tubería. En el caso de tuberías de concreto simple o concreto reforzado, las manchas de humedad en la pared del tubo debido a la saturación inicial no necesariamente indican falta de estanquidad.

Si el junteo es defectuoso, los responsables de los sistemas de alcantarillado sanitario deben determinar con sus propios medios, el origen de la(s) fuga(s) o trabajos defectuosos y repararlos. El tramo se volverá a probar hasta alcanzar los requerimientos de esta prueba. Si el tiempo transcurrido entre la ejecución de una prueba y otra es superior a 24 horas, la tubería deberá ser saturada nuevamente.

7.1.4 Aceptación de la prueba

La línea de alcantarillado se considera hermética si el agua agregada durante los 15 minutos del periodo de prueba no excede el valor dado en la tabla 1.

7.1.5 Tamaño de la muestra

Para verificar la instalación se debe aplicar la prueba de hermeticidad establecida en el inciso 7.1 (o en su caso en el apéndice "A") de esta Norma, a la totalidad de la longitud de los emisores y colectores a partir de la estructura de descarga y hacia aguas arriba de acuerdo con el orden normal del proceso constructivo

Para la red de atarjeas se aplicará el siguiente plan de muestreo (tabla 2): se tomarán 10 muestras; cada una será equivalente al 10% de la longitud total de la red de alcantarillado por instalar. Las pruebas de hermeticidad se aplicarán a tramos comprendidos entre dos pozos de visita y se efectuará el número de pruebas necesarias que cubra el porcentaje señalado según el plan de muestreo.

- a) Se comenzará aplicando la prueba a la primera muestra en su totalidad, cuantificando el porcentaje de rechazo, en función del número de juntas o tubos fallados.
- b) La siguiente muestra se probará de acuerdo a los resultados obtenidos de la muestra anterior, como se indica a continuación:

Si en la muestra anterior el rechazo fue menor del 5% del total de las pruebas, éstas se reducen a un 50% en la siguiente muestra.

Si en la muestra anterior el rechazo fue mayor del 5% del total de las pruebas, se probará el 100% de la longitud de la siguiente muestra.

- c) En los siguientes tramos se continuará con el muestreo descrito en el inciso (b).

TABLA 2.- PLAN DE MUESTREO

1ª MUESTRA (10% del total de la longitud de la red)		2ª MUESTRA (10% del total de la longitud de la red)		"n" MUESTRA (10% del total de la longitud de la red)
% de prueba	% de rechazo	% de prueba	% de rechazo	% de prueba
100	<5	50	<5	50
			>5	100
	>5	100	<5	50
			>5	100

Nota. En cada una de las muestras se debe llevar la cuantificación del porcentaje de rechazo

Los responsables de los sistemas de alcantarillado sanitario, podrán establecer su propio porcentaje de muestreo, pero en ningún caso se podrá aplicar un porcentaje menor al descrito en este plan.

7.1.6 Informe de la prueba

El informe de la prueba debe incluir lo siguiente.

- Identificación completa del tramo probado
- Resultado obtenido de la prueba y comentarios relevantes
- Referencia del método de prueba
- Nombre y firma del responsable

7.2 Prueba hidrostática en pozos de visita

La prueba se debe llevar a cabo en pozos de visita contruidos o instalados (prefabricados) en obra y con la conexión de las tuberías que se unen al pozo.

7.2.1 Equipo y material

Se debe contar como mínimo con el equipo y material siguiente:

- Agua (de preferencia no potable)
- Tapones herméticos para los extremos de los tubos, del diámetro o diámetros adecuados
- Cronómetro

7.2.2 Preparación

Las líneas conectadas al pozo de visita se deben bloquear herméticamente con tapones, de forma tal que se garantice que no sean un punto de fuga.

Los pozos prefabricados de concreto, de fibrocemento, los fabricados *en sitio* de concreto o mampostería o de cualquier otro material que cumpla con una norma emitida por una institución acreditada, se deben mantener llenos de agua hasta el nivel de brocal con 24 horas de anticipación a la prueba, con objeto de garantizar su saturación.

7.2.3 Procedimiento

Los pozos de visita se deben probar con una presión hidrostática equivalente a la altura que se tenga a nivel de su brocal, esta carga hidráulica se debe mantener durante un tiempo mínimo de 15 minutos, si es necesario agregando constantemente la cantidad de agua requerida para sustituir el volumen absorbido. La cantidad de agua agregada debe ser medida

En el caso de pozos de concreto o de fibrocemento prefabricados o fabricados *en sitio* de concreto y/o mampostería, las manchas de humedad en la pared debidas a la saturación inicial, no necesariamente indican falta de estanquidad.

Si al término de la prueba el volumen de agua sobrepasa el límite permisible, los responsables de los sistemas de alcantarillado sanitario deben determinar, con sus propios medios, el origen de la(s) fuga(s) o trabajos defectuosos y proceder a repararlos. El pozo se volverá a probar hasta alcanzar los requerimientos de esta prueba.

7.2.4 Aceptación de la prueba

El pozo se considera hermético si el agua agregada durante la prueba no excede el valor que resulte de la siguiente expresión

$$V = 4 \varnothing h$$

donde:

- V** = Volumen permitido por agregar en una hora (litros por hora)
- ∅** = Diámetro de la base del pozo de visita (metros)
- h** = Carga hidráulica (metros)

El volumen (V) resultante de esta expresión debe ser directamente proporcional al tiempo de la prueba.

7.2.5 Tamaño de la muestra

Se deben probar todos los pozos construidos o instalados que se encuentren dentro del muestreo establecido en el inciso 7.1.5.

7.2.6 Informe de la prueba

El informe de la prueba debe incluir lo siguiente:

- Identificación completa del pozo probado
- Resultado obtenido de la prueba y comentarios relevantes
- Referencia del método de prueba
- Nombre y firma del responsable.

7.3 Prueba hidrostática en descargas domiciliarias

La prueba se debe llevar a cabo en las descargas domiciliarias individualmente, seccionando en tramos o entre dos pozos de visita cuando esto sea posible, asegurando la posición del albañal exterior y dejando descubiertas sus juntas y la junta albañal-atarjea.

7.3.1 Equipo y material

Se debe contar como mínimo con el equipo y material siguiente:

- Agua (de preferencia no potable)
- Tapones herméticos para los extremos del tubo a probar, del diámetro o diámetros adecuados
- Bomba provista de manómetro de capacidad apropiada para esta prueba [amplitud de escala de 0 a 0,1 MPa (0 a 1 kgf/cm²) y división mínima de escala de 0,001 MPa (0,01 kgf/cm²)]
- Cronómetro
- Dispositivo para medir volumen (división mínima de escala de 0,5 litros)
- Dispositivo para purga de aire

7.3.2 Preparación

Todas las incorporaciones (descargas domiciliarias) a la línea por probar, deben ser selladas herméticamente y aseguradas de tal manera que no se tengan deslizamientos durante la prueba.

Las tuberías y las descargas domiciliarias (albañal exterior) que se encuentren en un tramo comprendido entre dos pozos de visita, deben ser llenadas lentamente con agua, de manera que se pueda expulsar el aire acumulado en la parte superior, por lo que el llenado debe ser a partir de los puntos más bajos, para asegurar que el aire contenido sea expulsado por el punto más alto.

Después del tiempo de prellenado (tabla 1) y antes de iniciar la medición del tiempo de prueba, se debe alcanzar una presión manométrica de 0,05 MPa (0,5 kgf/cm²); si el tiempo de prellenado es de una hora, dicha presión debe mantenerse durante 15 minutos previos al inicio de la prueba. La lectura estará referida al centro del diámetro de la tubería y en el punto más bajo del tramo de prueba.

7.3.3 Procedimiento

Las descargas domiciliarias se deben probar a una presión de 0,05 MPa (0,5 kgf/cm²); la lectura estará referida al centro de la tubería en el punto más bajo del tramo de prueba. La presión se debe mantener durante 15 minutos, si es necesario agregando constantemente la cantidad de agua requerida para sustituir el volumen absorbido; esta cantidad de agua agregada deberá ser medida.

El diámetro interno de la tubería es la base para calcular la cantidad admisible de agua por agregar. En las tuberías de concreto simple, las manchas de humedad o gotas en la pared del albañal exterior o atarjea debidas a la saturación inicial no necesariamente indican falta de estanquidad.

Si la junta albañal-atarjea o el albañal exterior son defectuosos, los responsables de los sistemas de alcantarillado sanitario deben determinar con sus propios medios, el origen de la(s) fuga(s) o trabajos defectuosos y repararlos. Las descargas domiciliarias se volverán a probar hasta alcanzar los requerimientos de esta prueba. Si el tiempo transcurrido entre la ejecución de una prueba y otra es superior a 24 horas, la tubería deberá ser saturada nuevamente.

La cantidad de agua permisible por agregar, así como el tiempo de prellenado está dado en la tabla 1 (inciso 7.1.2) para cada material de la tubería.

7.3.4 Aceptación de la prueba

Las descargas domiciliarias se consideran herméticas si el agua agregada durante los 15 minutos del periodo de prueba no excede el valor dado en la tabla correspondiente.

7.3.5 Tamaño de la muestra

Cuando las descargas domiciliarias sean construidas simultáneamente con la red de atarjeas, se efectuará la prueba de hermeticidad conjuntamente con las tuberías, de acuerdo al plan establecido en el inciso 7.1.5.

Cuando las descargas domiciliarias se conecten en una etapa posterior a la instalación de las tuberías, éstas podrán quedar exentas de la prueba si garantizan que cumplen con la norma de producto correspondiente mediante certificado emitido por una institución acreditada. De lo contrario, será necesario probar el 100% de ellas.

7.3.6 Informe de la prueba

El informe de la prueba debe incluir lo siguiente:

- Identificación completa del tramo probado
- Resultado obtenido de la prueba y comentarios relevantes
- Referencia del método de prueba
- Nombre y firma del responsable

8. OBSERVANCIA DE ESTA NORMA

La Comisión Nacional del Agua será la encargada de vigilar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana, quien promoverá la coordinación de acciones con los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios, sin afectar sus facultades en la materia y en el ámbito de sus correspondientes atribuciones.

El incumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana será sancionado conforme a lo dispuesto por la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y demás ordenamientos jurídicos aplicables

9. RECOMENDACIONES

9.1 De proyecto

En el proyecto de sistemas de alcantarillado sanitario se recomienda emplear los "Lineamientos técnicos para la elaboración de estudios y proyectos de agua potable y alcantarillado sanitario" editados por la Comisión Nacional del Agua, o la última publicación oficial que al respecto ésta edite

9.2 De instalación

Para la instalación de tubos, accesorios y descargas domiciliarias de una red de alcantarillado sanitario se recomienda cumplir con las "Especificaciones generales para la construcción de sistemas de agua potable y alcantarillado" de la Comisión Nacional del Agua, siendo las principales actividades: excavaciones, plantillas, instalación de tuberías, construcción de pozos de visita, rellenos y conexiones de descargas domiciliarias.

10. BIBLIOGRAFÍA

- NOM-008-SCFI-93, "Sistema general de unidades de medida". 1993
- "Lineamientos técnicos para la elaboración de estudios y proyectos de agua potable y alcantarillado sanitario", Comisión Nacional del Agua (CNA), México, D. F. 1994.
- "Especificaciones generales para la construcción de sistemas de agua potable y alcantarillado", Comisión Nacional del Agua (CNA), México, D. F. 1993
- DIN-4033, "Sewers and sewage pipelines - Code of Practice for Construction".
- UNI-B-6-90, "Recommended practice for low-pressure air testing of installed sewer pipe", Uni-Bell PVC Pipe Association", U.S.A. 1990

11. GRADO DE CONCORDANCIA CON NORMAS Y RECOMENDACIONES INTERNACIONALES

Esta Norma Oficial Mexicana no concuerda con ninguna norma internacional por no existir referencia alguna en el momento de la elaboración.

12. VIGENCIA

La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los 120 días naturales posteriores a su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**

Dada en la Ciudad de México, Distrito Federal, el 15 de agosto de mil novecientos noventa y seis.

El Director General de la Comisión Nacional del Agua.

Guillermo Guerrero Villalobos

APÉNDICE "A" PRUEBA DE AIRE A BAJA PRESIÓN²

La prueba se debe llevar a cabo en tuberías con diámetro nominal de hasta 63 cm, asegurando su posición con material de relleno y dejando descubiertas las juntas (centros) de la tubería; la prueba deberá desarrollarse en tramos comprendidos entre dos pozos de visita.

A.1 Equipo y material

Se debe contar como mínimo con el equipo y material siguiente:

- Tapones herméticos para los extremos del tramo a probar, del diámetro o diámetros adecuados
- Una válvula de cierre, una válvula de regulación de presión y una válvula de alivio
- Manómetro con amplitud de escala de 0 a 0,1 MPa (0 a 1,0 kgf/cm²) y división mínima de escala de 0,001 MPa (0,01 kgf/cm²)
- Compresor de 1000 litros de capacidad
- Cronómetro

A.2 Seguridad

A.2.1 Restricciones de la conexión

Los tapones deben ser instalados de manera que se prevengan los reventamientos, ya que la expulsión repentina de una conexión mal instalada es peligrosa; por ello, se recomienda que todas las conexiones se instalen y atraquen adecuadamente contra la pared del pozo y registro y que no se utilicen presiones mayores de 0,06 MPa (0,6 kgf/cm²)

A.2.2 Válvulas de alivio

Todo equipo de presión utilizado en la prueba debe tener un regulador y una válvula de alivio calibrada a 0,06 MPa (0,6 kgf/cm²) para evitar la sobrepresión y con ello el desplazamiento de los tapones o el reventamiento de la tubería. Como medida precautoria la presión en el tramo de prueba debe monitorearse para asegurar que en ningún momento se exceda dicha presión.

A.3 Preparación

Después de que la tubería ha sido instalada entre dos pozos de visita con un relleno para su empotramiento (centros), los tapones serán colocados y asegurados en cada pozo y registro

Es aconsejable probar los tapones en todas las conexiones antes de iniciar la prueba; esto puede hacerse en un tramo de tubería sin instalar, sellando sus extremos con los tapones

² Este método de prueba implica operaciones peligrosas por el riesgo de explosividad, mas no especifica las medidas de seguridad necesarias para su aplicación. Es responsabilidad del ejecutor y del supervisor establecer procedimientos apropiados de seguridad, así como el equipo de protección para su uso

por revisar; se presuriza a 0,06 MPa (0,6 kgf/cm²) y los tapones no se deberán mover. No debe haber personas en el alineamiento de la tubería durante la prueba

Se recomienda colocar primero el tapón del extremo aguas arriba del tramo, para impedir que el agua penetre y se acumule en la línea de prueba. Esto es importante cuando se tienen altos niveles de aguas freáticas.

Se inspeccionará visualmente la tubería adyacente al pozo, para detectar cualquier falla de cortante por ajustes entre el pozo y la tubería. Un punto de fuga probable se encuentra en el acoplamiento de la tubería con el pozo; este defecto puede no ser visible, y por tanto no ser evidente en la prueba de aire.

A.4 Procedimiento

El aire se introduce lentamente hasta alcanzar 0,03 MPa (0,3 kgf/cm²) por encima de la carga de agua producida por el nivel freático sobre la tubería en su caso, pero no mayor de 0,06 MPa (0,6 kgf/cm²).

Una vez alcanzada la presión establecida, se regula el suministro de aire para mantener la presión interna por lo menos dos minutos; este tiempo permite que la temperatura del aire que entra se iguale con la de las paredes de la tubería.

Cuando la temperatura se ha igualado y la presión se ha estabilizado, la manguera de suministro de aire se desconectará, o la válvula de control se cerrará y se iniciará el conteo del tiempo con un cronómetro.

Para determinar la aceptabilidad de la prueba se usa un tiempo predeterminado para una caída de presión especificada, generalmente de 0,007 MPa (0,07 kgf/cm²); no obstante, se pueden especificar otros valores, siempre que los tiempos requeridos se ajusten adecuadamente

Se puede aceptar una caída de presión de 0,0035 MPa (0,035 kgf/cm²), en lugar de 0,007 MPa (0,07 kgf/cm²); entonces los tiempos de prueba requeridos para ésta deben ser divididos entre dos

Si el tiempo transcurrido para la caída de presión de 0,007 MPa (0,07 kgf/cm²) o 0,0035 MPa (0,035 kgf/cm²) es mayor al mostrado en las tablas A.1 o A.2, para el diámetro y longitud de tubería que se trate, el tramo de prueba habrá pasado y se considerará libre de defectos. La prueba puede ser suspendida una vez que el tiempo mostrado en las tablas A.1 o A.2 ha transcurrido, aun cuando la caída de presión de 0,007 MPa (0,07 kgf/cm²) o de 0,0035 MPa (0,035 kgf/cm²) no haya ocurrido.

Si la caída de presión de 0,007 MPa (0,07 kgf/cm²) o 0,0035 MPa (0,035 kgf/cm²) ocurre antes del tiempo especificado en las tablas A.1 o A.2, la pérdida de aire será excesiva y se considera que el tramo no ha pasado la prueba, los responsables del sistema de alcantarillado determinarán con sus propios medios, el origen de la(s) fuga(s), y reparará c

sustituirá los materiales y trabajos defectuosos a satisfacción del ingeniero supervisor. El tramo se volverá a probar hasta alcanzar los requerimientos de esta prueba.

A.4.1 Cálculo del tiempo de prueba

Para calcular el tiempo de prueba (sistema métrico) se utiliza la siguiente expresión, establecida por Ramseier:

$$T_{sm} = 0,025908 \frac{DK}{Q}$$

donde:

- T_{sm} = Tiempo de prueba (en s) permisible para una caída de presión de 0,007 MPa (0,07 kgf/cm²)
- D = Diámetro nominal en pulgadas
- Q = 0,000457 m³/min/m² de superficie interna
- K = 0,0013747 DL, pero no menor a 1,0
- L = Longitud de tubo bajo prueba (m)

TABLA A.1. TIEMPO REQUERIDO PARA UNA CAÍDA DE PRESIÓN DE 0,007 MPa (0,07 kgf/cm²) PARA LAS LONGITUDES Y DIÁMETROS DE TUBERÍA INDICADOS Y Q = 0,000457 m³/min/m²

DIAMETRO NOMINAL DEL TUBO (mm)	TIEMPO MINIMO (min:seg)	LONG MAX PARA TIEMPO MINIMO (m)	TIEMPO PARA OTRAS LONG. (seg)	TIEMPO EN MIN:SEG PARA OTRAS LONGITUDES (L)					
				25 m	50 m	75 m	100 m	125 m	150 m
150	5:40	121,3	2.803 L	5:40	5:40	5:40	5:40	5:50	7:00
200	7:34	90,8	5.000 L	7:34	7:34	7:34	8:20	10:25	12:30
250	9:26	72,8	7.775 L	9:26	9:26	9:43	12:57	16:12	19:26
300	11:20	60,7	11.203 L	11:20	11:20	14:00	18:40	23:20	28:00
350	13:13	52,0	15.250 L	13:13	13:13	19:03	25:25	31:46	38:07
400	15:07	45,5	19.934 L	15:07	16:36	24:55	33:13	41:31	49:50
450	17:00	40,5	25.111 L	17:00	20:55	31:23	41:51	52:19	62:46
500	18:53	36,3	31.212 L	18:53	26:00	39:00	52:00	65:00	78:00
600	22:40	30,2	45.033 L	22:40	37:31	56:17	75:03	93:49	112:35

TABLA A.2. TIEMPO REQUERIDO PARA UNA CAÍDA DE PRESIÓN DE 0,0035 MPa (0,035 kgf/cm²) PARA LAS LONGITUDES Y DIÁMETROS DE TUBERÍA INDICADOS Y Q = 0,000457 m³/min/m³

DIAMETRO NOMINAL DEL TUBO (mm)	TIEMPO MINIMO (min:seg)	LONG. MAX. PARA TIEMPO MINIMO (m)	TIEMPO PARA OTRAS LONG (seg)	TIEMPO EN MIN:SEG PARA OTRAS LONGITUDES (L)					
				25 m	50 m	75 m	100 m	125 m	150 m
150	2:50	121,3	1.402 L	2:50	2:50	2:50	2:50	2:55	3:30
200	3:47	90,8	2.500 L	3:47	3:47	3:47	4:10	5:13	6:15
250	4:43	72,8	3.888 L	4:43	4:43	4:52	6:29	8:06	8:43
300	5:40	60,7	5.602 L	5:40	5:40	7:00	9:20	11:40	14:00
350	6:37	52,0	7.625 L	6:37	6:37	8:32	12:43	15:53	19:04
400	7:34	45,5	9.967 L	7:34	8:18	12:28	16:37	20:46	24:55
450	8:30	40,5	12.556 L	8:30	10:28	15:42	20:56	26:09	31:23
500	9:27	36,3	15.606 L	9:27	13:00	19:30	26:00	32:30	39:00
600	11:20	30,2	22.517 L	11:20	18:46	28:09	37:32	46:55	56:18

A.5 Tamaño de la muestra

Para tamaño de la muestra véase el inciso 7.1.5 de esta Norma.

En el caso de las descargas domiciliarias que se conecten en una etapa posterior a la instalación de las tuberías, se probará el 100% de ellas, salvo que éstas cuenten con un certificado de que cumplen con la norma de producto correspondiente.

A.6 Informe de la prueba

En el informe de la prueba se debe incluir lo siguiente.

- Identificación completa del tramo probado
- Resultado obtenido de la prueba y comentarios relevantes
- Referencia del método de prueba
- Nombre y firma del responsable

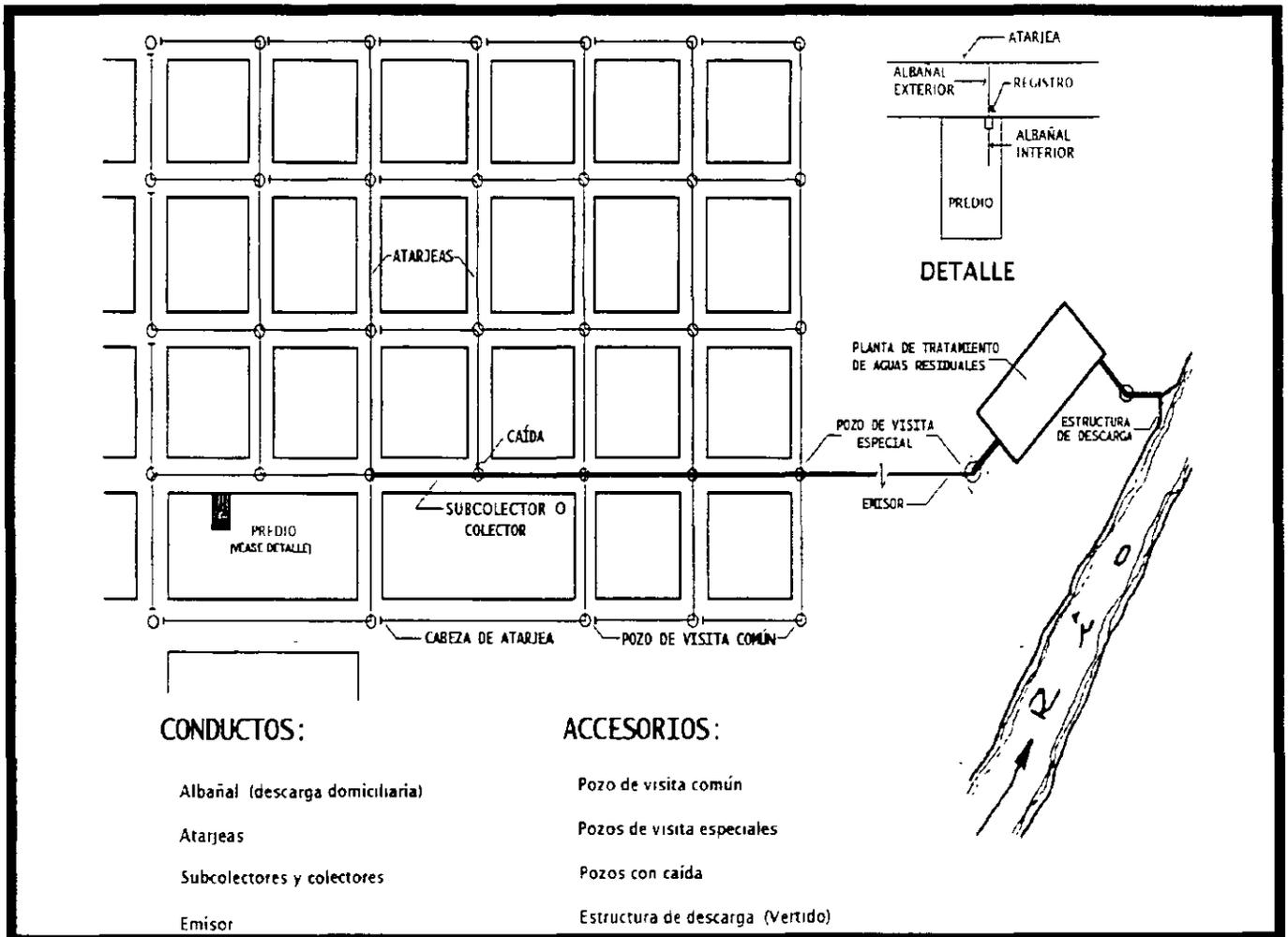
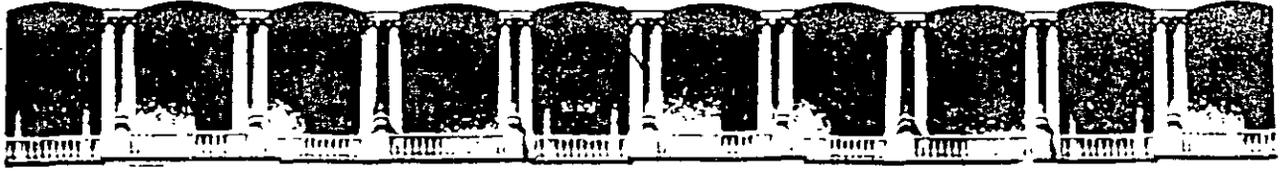


FIGURA 1. SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
(figura ilustrativa)



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**DIPLOMADO DE EVALUACION DE
PROYECTOS DE INVERSIÓN**

MÓDULO IV

TEMA:

NORMA OFICIAL MEXICANA

NOM-001-ECOL-1996



**COMISION NACIONAL
DEL AGUA**

***SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA
GERENCIA DE INGENIERÍA BÁSICA Y NORMAS TÉCNICAS
SUBGERENCIA DE NORMALIZACIÓN***

Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996

*Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas
de aguas residuales en aguas y bienes nacionales*

Corregida de acuerdo a las ACLARACIONES publicadas en el DOF el 30 de abril de 1997

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA.

JULIA CARABIAS LILLO, Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 32 Bis fracciones I, IV y V de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, 85, 86 fracciones I, III y VII, 92 fracciones II y IV y 119 de la Ley de Aguas Nacionales; 5o. fracciones VIII y XV, 8o. fracciones II y VII, 36, 37, 117, 118 fracción II, 119 fracción I inciso a), 123, 171 y 173 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 38 fracción II, 40 fracción X, 41, 45, 46 fracción II y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, he tenido a bien expedir la siguiente Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales; y

CONSIDERANDO

Que en cumplimiento a lo dispuesto en la fracción I del artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, se publicó en el **Diario Oficial de la Federación** el 24 de junio de 1996, a fin de que los interesados en un plazo de 90 días naturales presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, sito en avenida Revolución 1425, mezzanine planta alta, colonia Tlacopac, código postal 01040, de esta ciudad.

Que durante el plazo a que se refiere el considerando anterior y de conformidad con lo dispuesto en el artículo 45 del ordenamiento legal citado, estuvieron a disposición del público los documentos a que se refiere dicho precepto.

Que de acuerdo con lo que disponen las fracciones II y III del artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, los comentarios presentados por los interesados fueron analizados en el seno del citado Comité, realizándose las modificaciones procedentes a dicha Norma; las respuestas a los comentarios de referencia fueron publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el 24 de diciembre de 1996

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de Normas Oficiales Mexicanas, el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, en sesión de fecha 30 de octubre de 1996, aprobó la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, por lo que he tenido a bien expedir la siguiente:

NORMA Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996. "Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales".

ÍNDICE

1. Objetivo y campo de aplicación
2. Referencias
3. Definiciones
4. Especificaciones
5. Métodos de prueba
6. Verificación
7. Grado de concordancia con normas y recomendaciones internacionales
8. Bibliografía
9. Observancia de esta Norma
10. Transitorio
11. Anexo I

1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descarga. Esta Norma Oficial Mexicana no se aplica a las descargas de aguas provenientes de drenajes separados de aguas pluviales.

2. REFERENCIAS

- Norma Mexicana NMX-AA-003 Aguas residuales - Muestreo, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 25 de marzo de 1980.
- Norma Mexicana NMX-AA-004 Aguas - Determinación de sólidos sedimentables en aguas residuales - Método del cono Imhoff, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 13 de septiembre de 1977.
- Norma Mexicana NMX-AA-005 Aguas - Determinación de grasas y aceites - Método de extracción soxhlet, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 8 de agosto de 1980.
- Norma Mexicana NMX-AA-006 Aguas - Determinación de materia flotante - Método visual con malla específica, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 5 de diciembre de 1973.
- Norma Mexicana NMX-AA-007 Aguas - Determinación de la temperatura - Método visual con termómetro, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 23 de julio de 1980.

- Norma Mexicana NMX-AA-008 Aguas - Determinación de pH - Método potenciométrico, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 25 de marzo de 1980.
- Norma Mexicana NMX-AA-026 Aguas - Determinación de nitrógeno total - Método Kjeldahl, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 27 de octubre de 1980.
- Norma Mexicana NMX-AA-028 Aguas - Determinación de demanda bioquímica de oxígeno - Método de incubación por diluciones, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 6 de julio de 1981.
- Norma Mexicana NMX-AA-029 Aguas - Determinación de fósforo total - Métodos espectrofotométricos, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 21 de octubre de 1981.
- Norma Mexicana NMX-AA-034 Aguas - Determinación de sólidos en agua - Método gravimétrico, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 3 de julio de 1981.
- Norma Mexicana NMX-AA-042 Aguas - Determinación del número más probable de coliformes totales y fecales - Método de tubos múltiples de fermentación, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 22 de junio de 1987.
- Norma Mexicana NMX-AA-046 Aguas - Determinación de arsénico en agua - Método espectrofotométrico, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 21 de abril de 1982.
- Norma Mexicana NMX-AA-051 Aguas - Determinación de metales - Método espectrofotométrico de absorción atómica, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 22 de febrero de 1982.
- Norma Mexicana NMX-AA-057 Aguas - Determinación de plomo - Método de la ditizona, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 29 de septiembre de 1981.
- Norma Mexicana NMX-AA-058 Aguas - Determinación de cianuros - Método colorimétrico y titulométrico, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 14 de diciembre de 1982.
- Norma Mexicana NMX-AA-060 Aguas - Determinación de cadmio - Método de la ditizona, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 26 de abril de 1982.

- Norma Mexicana NMX-AA-064 Aguas - Determinación de mercurio - Método de la ditizona, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 3 de marzo de 1982.
- Norma Mexicana NMX-AA-066 Aguas - Determinación de cobre - Método de la neocuproína, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 16 de noviembre de 1981.
- Norma Mexicana NMX-AA-078 Aguas - Determinación de zinc - Métodos colorimétricos de la ditizona I, la ditizona II y espectrofotometría de absorción atómica, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 12 de julio de 1982.
- Norma Mexicana NMX-AA-079 Aguas Residuales - Determinación de nitrógeno de nitratos (Brucina), publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 14 de abril de 1986.
- Norma Mexicana NMX-AA-099 Determinación de nitrógeno de nitritos - Agua potable, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 11 de febrero de 1987.

3. DEFINICIONES

3.1 Aguas costeras

Son las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fija el derecho internacional; así como las aguas marinas interiores, las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar.

3.2 Aguas nacionales

Las aguas propiedad de la Nación en los términos del párrafo quinto del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

3.3 Aguas residuales

Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.

3.4 Aguas pluviales

Aquellas que provienen de lluvias, se incluyen las que provienen de nieve y granizo.

3.5 Bienes nacionales

Son los bienes cuya administración está a cargo de la Comisión Nacional del Agua en términos del artículo 113 de la Ley de Aguas Nacionales.

3.6 Carga contaminante

Cantidad de un contaminante expresada en unidades de masa por unidad de tiempo, aportada en una descarga de aguas residuales.

3.7 Condiciones particulares de descarga

El conjunto de parámetros físicos, químicos y biológicos y de sus niveles máximos permitidos en las descargas de agua residual, determinados por la Comisión Nacional del Agua para el responsable o grupo de responsables de la descarga o para un cuerpo receptor específico, con el fin de preservar y controlar la calidad de las aguas conforme a la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.

3.8 Contaminantes básicos

Son aquellos compuestos y parámetros que se presentan en las descargas de aguas residuales y que pueden ser removidos o estabilizados mediante tratamientos convencionales. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana sólo se consideran los siguientes: grasas y aceites, materia flotante, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno₅, nitrógeno total (suma de las concentraciones de nitrógeno Kjeldahl, de nitritos y de nitratos, expresadas como mg/litro de nitrógeno), fósforo total, temperatura y pH.

3.9 Contaminantes patógenos y parasitarios

Son aquellos microorganismos, quistes y huevos de parásitos que pueden estar presentes en las aguas residuales y que representan un riesgo a la salud humana, flora o fauna. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana sólo se consideran los coliformes fecales y los huevos de helminto.

3.10 Cuerpo receptor

Son las corrientes, depósitos naturales de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales donde se descargan aguas residuales, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas cuando puedan contaminar el suelo o los acuíferos.

3.11 Descarga

Acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor en forma continua, intermitente o fortuita, cuando éste es un bien del dominio público de la Nación

3.12 Embalse artificial

Vaso de formación artificial que se origina por la construcción de un bordo o cortina y que es alimentado por uno o varios ríos o agua subterránea o pluvial.

3.13 Embalse natural

Vaso de formación natural que es alimentado por uno o varios ríos o agua subterránea o pluvial.

3.14 Estuario

Es el tramo del curso de agua bajo la influencia de las mareas que se extiende desde la línea de costa hasta el punto donde la concentración de cloruros en el agua es de 250 mg/l.

3.15 Humedales naturales

Las zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, sujetas o no a la influencia de mareas, como pantanos, ciénegas y marismas, cuyos límites los constituyen el tipo de vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional; las áreas donde el suelo es predominantemente hídrico; y las áreas lacustres o de suelos permanentemente húmedos, originadas por la descarga natural de acuíferos.

3.16 Limite máximo permisible

Valor o rango asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en la descarga de aguas residuales

3.17 Metales pesados y cianuros

Son aquéllos que, en concentraciones por encima de determinados límites, pueden producir efectos negativos en la salud humana, flora o fauna. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana sólo se consideran los siguientes arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo, zinc y cianuros

3.18 Muestra compuesta

La que resulta de mezclar el número de muestras simples, según lo indicado en la Tabla 1. Para conformar la muestra compuesta, el volumen de cada una de las muestras simples deberá ser proporcional al caudal de la descarga en el momento de su toma

TABLA 1

FRECUENCIA DE MUESTREO			
HORAS POR DÍA QUE OPERA EL PROCESO GENERADOR DE LA DESCARGA	NÚMERO DE MUESTRAS SIMPLES	INTERVALO ENTRE TOMA DE MUESTRAS SIMPLES (HORAS)	
		MÍNIMO	MÁXIMO
Menor que 4	mínimo 2	N. E.	N. E.
De 4 a 8	4	1	2
Mayor que 8 y hasta 12	4	2	3
Mayor que 12 y hasta 18	6	2	3
Mayor que 18 y hasta 24	6	3	4

N. E. = No especificado

3.19 Muestra simple

La que se tome en el punto de descarga, de manera continua, en día normal de operación que refleje cuantitativa y cualitativamente el o los procesos más representativos de las actividades que generan la descarga, durante el tiempo necesario para completar cuando menos, un volumen suficiente para que se lleven a cabo los análisis necesarios para conocer su composición, aforando el caudal descargado en el sitio y en el momento del muestreo.

El volumen de cada muestra simple necesario para formar la muestra compuesta se determina mediante la siguiente ecuación

$$VMS_i = VMC \times (Q_i/Q_t)$$

Donde.

VMS_i = Volumen de cada una de las muestras simples "i", litros

VMC = Volumen de la muestra compuesta necesario para realizar la totalidad de los análisis de laboratorio requeridos, litros

Q_i = Caudal medido en la descarga en el momento de tomar la muestra simple, litros por segundo.

$Q_t = \sum Q_i$ hasta Q_n , litros por segundo

3.20 Parámetro

Variable que se utiliza como referencia para determinar la calidad física, química y biológica del agua.

3.21 Promedio diario (P.D.)

Es el valor que resulta del análisis de una muestra compuesta. En el caso del parámetro grasas y aceites, es el promedio ponderado en función del caudal, y la media geométrica para los coliformes fecales, de los valores que resulten del análisis de cada una de las muestras simples tomadas para formar la muestra compuesta. Las unidades de pH no deberán estar fuera del rango permisible, en ninguna de las muestras simples.

3.22 Promedio mensual (P.M.)

Es el valor que resulte de calcular el promedio ponderado en función del caudal, de los valores que resulten del análisis de al menos dos muestras compuestas (Promedio diario)

3.23 Riego no restringido

La utilización del agua residual destinada a la actividad de siembra, cultivo y cosecha de productos agrícolas en forma ilimitada como forrajes, granos, frutas, legumbres y verduras

3.24 Riego restringido

La utilización del agua residual destinada a la actividad de siembra, cultivo y cosecha de productos agrícolas, excepto legumbres y verduras que se consumen crudas.

3.25 Río

Corriente de agua natural, perenne o intermitente, que desemboca a otras corrientes, o a un embalse natural o artificial, o al mar.

3.26 Suelo

Cuerpo receptor de descargas de aguas residuales que se utiliza para actividades agrícolas.

3.27 Tratamiento convencional

Son los procesos de tratamiento mediante los cuales se remueven o estabilizan los contaminantes básicos presentes en las aguas residuales

3.28 Uso en riego agrícola

La utilización del agua destinada a la actividad de siembra, cultivo y cosecha de productos agrícolas y su preparación para la primera enajenación, siempre que los productos no hayan sido objeto de transformación industrial

3.29 : Uso público urbano

La utilización de agua nacional para centros de población o asentamientos humanos, destinada para el uso y consumo humano, previa potabilización.

4. ESPECIFICACIONES

4.1 La concentración de contaminantes básicos, metales pesados y cianuros para las descargas de aguas residuales a aguas y bienes nacionales, no debe exceder el valor indicado como límite máximo permisible en las Tablas 2 y 3 de esta Norma Oficial Mexicana. El rango permisible del potencial hidrógeno (pH) es de 5 a 10 unidades.

4.2 Para determinar la contaminación por patógenos se tomará como indicador a los coliformes fecales. El límite máximo permisible para las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales, así como las descargas vertidas a suelo (uso en riego agrícola) es de 1,000 y 2,000 como número más probable (NMP) de coliformes fecales por cada 100 ml para el promedio mensual y diario, respectivamente.

4.3 Para determinar la contaminación por parásitos se tomara como indicador los huevos de helminto. El límite máximo permisible para las descargas vertidas a suelo (uso en riego agrícola), es de un huevo de helminto por litro para riego no restringido, y de cinco huevos por litro para riego restringido, lo cual se llevará a cabo de acuerdo a la técnica establecida en el anexo 1 de esta Norma

4.4 Al responsable de la descarga de aguas residuales que antes de la entrada en vigor de esta Norma Oficial Mexicana se le hayan fijado condiciones particulares de descarga, podrá optar por cumplir los límites máximos permisibles establecidos en esta Norma, previo aviso a la Comisión Nacional del Agua.

4.5 Los responsables de las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales deben cumplir con la presente Norma Oficial Mexicana de acuerdo con lo siguiente:

- a) Las descargas municipales tendrán como plazo límite las fechas de cumplimiento establecidas en la Tabla 4. El cumplimiento es gradual y progresivo, conforme a los rangos de población. El número de habitantes corresponde al determinado en el XI Censo Nacional de Población y Vivienda, correspondiente a 1990, publicado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- b) Las descargas no municipales tendrán como plazo límite hasta las fechas de cumplimiento establecidas en la Tabla 5. El cumplimiento es gradual y progresivo, dependiendo de la mayor carga contaminante, expresada como demanda bioquímica de oxígeno₅ (DBO₅) o sólidos suspendidos totales (SST), según las cargas del agua residual, manifestadas en la solicitud de permiso de descarga, presentada a la Comisión Nacional del Agua.

TABLA 2

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES BÁSICOS																					
PARÁMETROS (miligramos por litro, excepto cuando se especifique)	RÍOS						EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES				AGUAS COSTERAS						SUELO		HUMEDALES NATURALES (B)		
	Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso en riego agrícola (B)		Uso público urbano (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		ESTUARIOS (B)		Uso en riego agrícola (A)				
	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.			P.M.
Temperatura °C (1)	N A	N A	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	N A	N A	40	40
Grasas y aceites (2)	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	
Materia Flotante (3)	au-sen-te	au-sen-te	au-sen-te	au-sen-te	au-sen-te	au-sen-te	au-sen-te	au-sen-te	au-sen-te	au-sen-te	au-sen-te	au-sen-te	au-sen-te	au-sen-te	au-sen-te	au-sen-te	au-sen-te	au-sen-te	au-sen-te	au-sen-te	
Sólidos Sedimentables (m/l)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	N A	N A	1	2	
Sólidos Suspendidos Totales	150	200	75	125	40	60	75	125	40	60	150	200	75	125	75	125	N A	N A	75	125	
Demanda Bioquímica de Oxígeno ₅	150	200	75	150	30	60	75	150	30	60	150	200	75	150	75	150	N A	N A	75	150	
Nitrógeno Total	40	60	40	60	15	25	40	60	15	25	N A	N A	N A	N A	15	25	N A	N A	N A	N A	
Fósforo Total	20	30	20	30	5	10	20	30	5	10	N A	N A	N A	N A	5	10	N A	N A	N A	N A	

(1) Instantáneo

(2) Muestra Simple Promedio Ponderado

(3) Ausente según el Método de Prueba definido en la NMX-AA-006.

P. D. = Promedio Diario, P. M. = Promedio Mensual; N. A. = No es aplicable

(A), (B) y (C): Tipo de Cuerpo Receptor según la Ley Federal de Derechos

TABLA 3

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA METALES PESADOS Y CIANUROS																				
PARÁMETROS (*) (miligramos por litro)	RÍOS						EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES				AGUAS COSTERAS						SUELO		HUMEDALES NATURALES (B)	
	Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso en riego agrícola (B)		Uso público urbano (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		ESTUARIOS (B)		Uso en riego agrícola (A)			
	P.M	P.D	P.M	P.D	P.M	P.D	P.M	P.D	P.M	P.D	P.M	P.D	P.M	P.D	P.M	P.D	P.M	P.D	P.M	P.D
Arsénico	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2
Cadmio	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.05	0.1	0.1	0.2
Cianuros	2.0	3.0	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.0
Cobre	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4	6.0	4	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4	6.0	4.0	6.0
Cromo	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0
Mercurio	0.01	0.02	0.005	0.01	0.005	0.01	0.01	0.02	0.005	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.005	0.01	0.005	0.01
Níquel	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
Plomo	0.5	1	0.2	0.4	0.2	0.4	0.5	1	0.2	0.4	0.2	0.4	0.5	1	0.2	0.4	5	10	0.2	0.4
Zinc	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20

(*) Medidos de manera total

P.D. = Promedio Diario

P.M. = Promedio Mensual

N A = No es aplicable

(A), (B) y (C): Tipo de Cuerpo Receptor según la Ley Federal de Derechos.

TABLA 4

DESCARGAS MUNICIPALES	
FECHA DE CUMPLIMIENTO A PARTIR DE:	RANGO DE POBLACIÓN
1 de enero de 2000	mayor de 50,000 habitantes
1 de enero de 2005	de 20,001 a 50,000 habitantes
1 de enero de 2010	de 2,501 a 20,000 habitantes

TABLA 5

DESCARGAS NO MUNICIPALES		
FECHA DE CUMPLIMIENTO A PARTIR DE:	CARGA CONTAMINANTE	
	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO₅ t/d (toneladas/día)	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES t/d (toneladas/día)
1 de enero de 2000	mayor de 3.0	mayor de 3.0
1 de enero de 2005	de 1.2 a 3.0	de 1.2 a 3.0
1 de enero de 2010	menor de 1.2	menor de 1.2

4.6 Las fechas de cumplimiento establecidas en las Tablas 4 y 5 de esta Norma Oficial Mexicana podrán ser adelantadas por la Comisión Nacional del Agua para un cuerpo receptor en específico, siempre y cuando exista el estudio correspondiente que valide tal modificación

4.7 Los responsables de las descargas de aguas residuales municipales y no municipales, cuya concentración de contaminantes en cualquiera de los parámetros básicos, metales pesados y cianuros, que rebasen los límites máximos permisibles señalados en las Tablas 2 y 3 de esta Norma Oficial Mexicana, multiplicados por cinco, para cuerpos receptores tipo B (ríos, uso público urbano), quedan obligados a presentar un programa de las acciones u obras a realizar para el control de la calidad del agua de sus descargas a la Comisión Nacional del Agua, en un plazo no mayor de 180 días naturales, a partir de la publicación de esta Norma en el **Diario Oficial de la Federación**.

Los demás responsables de las descargas de aguas residuales municipales y no municipales, que rebasen los límites máximos permisibles de esta norma quedan obligados a presentar un programa de las acciones u obras a realizar para el control de la calidad de sus descargas a la Comisión Nacional del Agua, en las fechas establecidas en las Tablas 6 y 7.

Lo anterior, sin perjuicio del pago de derechos a que se refiere la Ley Federal de Derechos y a las multas y sanciones que establecen las leyes y reglamentos en la materia.

TABLA 6

DESCARGAS MUNICIPALES	
RANGO DE POBLACIÓN	FECHA LÍMITE PARA PRESENTAR PROGRAMA DE ACCIONES
mayor de 50,000 habitantes	30 de junio de 1997
de 20,001 a 50,000 habitantes	31 de diciembre de 1998
de 2,501 a 20,000 habitantes	31 de diciembre de 1999

TABLA 7

CARGA CONTAMINANTE DE LAS DESCARGAS NO MUNICIPALES	
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO₅ Y/O SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES t/d (toneladas/día)	FECHA LÍMITE PARA PRESENTAR PROGRAMA DE ACCIONES
mayor de 3.0	30 de junio de 1997
de 1.2 a 3.0	31 de diciembre de 1998
menor de 1.2	31 de diciembre de 1999

4.8 El responsable de la descarga queda obligado a realizar el monitoreo de las descargas de aguas residuales para determinar el promedio diario y mensual. La periodicidad de análisis y reportes se indican en la Tabla 8 para descargas de tipo municipal y en la Tabla 9 para descargas no municipales. En situaciones que justifiquen un mayor control, como protección de fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano, emergencias hidroecológicas o procesos productivos fuera de control, la Comisión Nacional del Agua podrá modificar la periodicidad de análisis y reportes. Los registros del monitoreo deberán mantenerse para su consulta por un periodo de tres años posteriores a su realización.

TABLA 8

RANGO DE POBLACIÓN	FRECUENCIA DE MUESTREO Y ANÁLISIS	FRECUENCIA DE REPORTE
mayor de 50,000 habitantes	MENSUAL	TRIMESTRAL
de 20,001 a 50,000 habitantes	TRIMESTRAL	SEMESTRAL
de 2,501 a 20,000 habitantes	SEMESTRAL	ANUAL

TABLA 9

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO₅ t/d (toneladas/día)	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES t/d (toneladas/día)	FRECUENCIA DE MUESTREO Y ANÁLISIS	FRECUENCIA DE REPORTE
mayor de 3.0	mayor de 3.0	MENSUAL	TRIMESTRAL
de 1.2 a 3.0	de 1.2 a 3.0	TRIMESTRAL	SEMESTRAL
menor de 1.2	menor de 1.2	SEMESTRAL	ANUAL

4.9 El responsable de la descarga estará exento de realizar el análisis de alguno o varios de los parámetros que se señalan en la presente Norma Oficial Mexicana, cuando demuestre que, por las características del proceso productivo o el uso que le dé al agua, no genera o concentra los contaminantes a exentar, manifestándolo ante la Comisión Nacional del Agua, por escrito y bajo protesta de decir verdad. La autoridad podrá verificar la veracidad de lo manifestado por el usuario. En caso de falsedad, el responsable quedará sujeto a lo dispuesto en los ordenamientos legales aplicables.

4.10 En el caso de que el agua de abastecimiento registre alguna concentración promedio mensual de los parámetros referidos en los puntos 4.1, 4.2 y 4.3 de la presente Norma Oficial Mexicana, la suma de esta concentración al límite máximo permisible promedio mensual, es el valor que el responsable de la descarga está obligado a cumplir, siempre y cuando lo notifique por escrito a la Comisión Nacional del Agua.

4.11 Cuando se presenten aguas pluviales en los sistemas de drenaje y alcantarillado combinado, el responsable de la descarga tiene la obligación de operar su planta de tratamiento y cumplir con los límites máximos permisibles de esta Norma Oficial Mexicana, o en su caso con sus condiciones particulares de descarga, y podrá a través de una obra de desvío derivar el caudal excedente. El responsable de la descarga tiene la obligación de reportar a la Comisión Nacional del Agua el caudal derivado.

4.12 El responsable de la descarga de aguas residuales que, como consecuencia de implementar un programa de uso eficiente y/o reciclaje del agua en sus procesos productivos, concentre los contaminantes en su descarga, y en consecuencia rebase los límites máximos permisibles establecidos en la presente Norma, deberá solicitar ante la Comisión Nacional del Agua se analice su caso particular, a fin de que ésta le fije condiciones particulares de descarga

5. MÉTODOS DE PRUEBA

Para determinar los valores y concentraciones de los parámetros establecidos en esta Norma Oficial Mexicana, se deberán aplicar los métodos de prueba indicados en el punto 2 de esta Norma Oficial Mexicana. El responsable de la descarga podrá solicitar a la Comisión Nacional del Agua, la aprobación de métodos de prueba alternos. En caso de aprobarse,

dichos métodos podrán ser autorizados a otros responsables de descarga en situaciones similares.

Para la determinación de huevos de helminto se deberán aplicar las técnicas de análisis y muestreo que se presentan en el Anexo 1 de esta Norma Oficial Mexicana.

6. VERIFICACIÓN

La Comisión Nacional del Agua llevará a cabo muestreos y análisis de las descargas de aguas residuales, de manera periódica o aleatoria, con objeto de verificar el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos para los parámetros señalados en la presente Norma Oficial Mexicana.

7. GRADO DE CONCORDANCIA CON NORMAS Y RECOMENDACIONES INTERNACIONALES

7.1 No hay normas equivalentes, las disposiciones de carácter interno que existen en otros países no reúnen los elementos y preceptos de orden técnico y jurídico que en esta Norma Oficial Mexicana se integran y complementan de manera coherente, con base en los fundamentos técnicos y científicos reconocidos internacionalmente.

8. BIBLIOGRAFÍA

8.1 APHA, AWWA, WPCF, 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. U S A. (Métodos normalizados para el análisis del agua y aguas residuales. 19a. Edición. E.U.A.)

8.2 Code of Federal Regulations. Title 40. Parts 100 to 149; 400 to 424, and 425 to 629. Protection of Environment 1992. USA (Código de Normas Federales. Título 40. Partes 100 a 149; 400 a 424, y 425 a 629 Protección al Ambiente E U.A)

8.3 Ingeniería sanitaria y de aguas residuales, 1988. Gordon M. Fair, John Ch. Geyer, Limusa, México.

8.4 Industrial Water Pollution Control, 1989. 2nd Edition. USA. (Control de la contaminación industrial del agua Eckenfelder W. W Jr. 2a. Edición Mcgraw-Hill International Editions. E U.A.)

8.5 Manual de Agua para Usos Industriales, 1988 Sheppard T Powell. Ediciones Ciencia y Técnica, S. A. 1a edición. Volúmenes 1 al 4. México.

8.6 Manual de Agua, 1989 Frank N. Kemmer, John McCallion Ed Mcgraw-Hill. Volúmenes 1 al 3. México

- 8.7** U.S.E.P.A. Development Document for Effluent Limitation Guidelines And New Source Performance Standard For The 1974 (Documento de Desarrollo de La U.S.E.P.A. para guías de límites de efluentes y estándares de evaluación de nuevas fuentes para 1974).
- 8.8** Water Treatment Chemicals. An Industrial Guide, 1991. (Tratamiento químico del agua. Una guía industrial) Flick, Ernest W. Noyes Publications. E.U.A.
- 8.9** Water Treatment Handbook, 1991. (Manual de tratamiento de agua. Degremont 6a. Edición Vol. I y II. E.U.A.)
- 8.10** Wastewater Engineering Treatment. Disposal, Reuse, 1991. 3rd Edition. U.S.A. (Ingeniería en el tratamiento de aguas residuales. Disposición y reuso. Metcalf And Eddy McGraw-Hill International Editions. 3a. Edición. E.U.A.)
- 8.11** Estudio de Factibilidad del Saneamiento del Valle de México. Informe Final. Dic. 1995. Comisión Nacional del Agua, Departamento del Distrito Federal, Estado de Hidalgo y Estado de México.
- 8.12** Guía Para el Manejo, Tratamiento y Disposición de Lodos Residuales de Plantas de Tratamiento Municipales. Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Infraestructura Hidráulica Urbana e Industrial. México, 1994.
- 8.13** Sistemas Alternativos de Tratamiento de Aguas Residuales y Lodos Producidos. Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Infraestructura Hidráulica Urbana e Industrial. México, 1994.
- 8.14** Impact of Wastewater Reuse on Groundwater In The Mezquital Valley, Hidalgo State, Mexico. Overseas Development Administration. Phase 1, Report - February 1995.
- 8.15** Evaluación de la Toxicidad de Descargas Municipales. Comisión Nacional del Agua. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Noviembre de 1993.
- 8.16** Tratabilidad del Agua Residual Mediante el Proceso Primario Avanzado Instituto de Ingeniería de la UNAM 1994-1995.
- 8.17** Estudio de la Desinfección del Efluente Primario Avanzado. Instituto de Ingeniería de la UNAM. 1994-1995
- 8.18** Formación y Migración de Compuestos Organoclorados a través de Columnas Empaquetadas con Suelo de la Zona de Tula-Mezquital-Actopan. Instituto de Ingeniería de la UNAM 1995-1996
- 8.19** Estudio de Calidad y Suministro del Agua para Consumo Doméstico del Valle del Mezquital. Instituto de Ingeniería de la UNAM 1995-1996

- 8.20** Estudio de Impacto Ambiental Asociado al Proyecto de Saneamiento del Valle de México. Instituto de Ingeniería de la UNAM. 1995-1996.
- 8.21** Proyecto de Normatividad Integral para Mejorar la Calidad del Agua en México. Instituto de Ingeniería de la UNAM. 1995-1996.
- 8.22** Estudio de Disponibilidad de Agua en México en Función del Uso, Calidad y Cantidad. Instituto de Ingeniería de la UNAM. 1995
- 8.23** Cost - Effective Water Pollution Control in The Northern Border Of Mexico. Institute For Applied Environmental Economics (Tme), 1995.
- 8.24** XI Censo General de Población y Vivienda. INEGI / CONAPO 1990.
- 8.25** Normas Oficiales Mexicanas para descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores: NOM-001-ECOL/1993 a NOM-033-ECOL/1993, publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el 18 de octubre de 1993; NOM-063-ECOL/1994 a NOM-065-ECOL/1994, publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el 5 de enero de 1995; NOM-066-ECOL/1994 a NOM-068-ECOL-1994, publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el 6 de enero de 1995; NOM-069-ECOL/1994 y NOM-070-ECOL/1994, publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el 9 de enero de 1995; y NOM-071-ECOL-1994 a NOM-073-ECOL-1994, publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el 11 de enero de 1995.
- 8.26** Criterios Ecológicos de Calidad del Agua. SEMARNAP. Instituto de Ecología. México, D.F.
- 8.27** Catálogo Oficial de Plaguicidas Control Intersectorial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas. SARH, SEDESOL, SSA y SECOFI. México, D.F. 1994.
- 8.28** Indicadores Socioeconómicos e Índice de Marginación Municipal 1990 CONAPO/CNA
- 8.29** Bases para el Manejo Integral de la Cantidad y Calidad del Agua en México. Instituto de Ingeniería de la UNAM. 1995
- 8.30** Manejando las Aguas Residuales en Zonas Urbanas Costeras. Reporte 1993. EUA. Comité Sobre el Manejo de las Aguas Residuales en Zonas Urbanas Costeras Consejo de Ciencia y Tecnología sobre Agua Comisión de Sistemas Técnicos e Ingeniería. Consejo Nacional de Investigación.
- 8.31** NMX-AA-087-1995-SCFI Análisis de Agua.- Evaluación de Toxicidad Aguda con Daphnia Magna Straus (Crustacea-Cladocera).- Método de Prueba.
- 8.32** NMX-AA-110-1995-SCFI. Análisis de Agua - Evaluación de Toxicidad Aguda con Artemia Franciscana Kelloggs (Crustacea-Anostraca).- Método de Prueba

8.33 NMX-AA-112-1995-SCFI. Análisis de Agua y Sedimento.- Evaluación de Toxicidad aguda con *Photobacterium Phosphoreum*.- Método de Prueba.

9. OBSERVANCIA DE ESTA NORMA

9.1 La vigilancia del cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, por conducto de la Comisión Nacional del Agua, y a la Secretaría de Marina en el ámbito de sus respectivas atribuciones, cuyo personal realizará los trabajos de inspección y vigilancia que sean necesarios. Las violaciones a la misma se sancionarán en los términos de la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

9.2 La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

9.3 Se abrogan las normas oficiales mexicanas que a continuación se indican:

Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de las centrales termoeléctricas convencionales.

Norma Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria productora de azúcar de caña.

Norma Oficial Mexicana NOM-003-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de refinación de petróleo y petroquímica.

Norma Oficial Mexicana NOM-004-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de fabricación de fertilizantes excepto la que produzca ácido fosfórico como producto intermedio.

Norma Oficial Mexicana NOM-005-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de fabricación de productos plásticos y polímeros sintéticos.

Norma Oficial Mexicana NOM-006-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de fabricación de harinas.

Norma Oficial Mexicana NOM-007-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de la cerveza y de la malta

Norma Oficial Mexicana NOM-008-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de fabricación de asbestos de construcción.

Norma Oficial Mexicana NOM-009-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria elaboradora de leche y sus derivados.

Norma Oficial Mexicana NOM-010-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de las industrias de manufactura de vidrio plano y de fibra de vidrio.

Norma Oficial Mexicana NOM-011-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de productos de vidrio prensado y soplado.

Norma Oficial Mexicana NOM-012-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria hulera.

Norma Oficial Mexicana NOM-013-ECOL-1993 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria del hierro y del acero.

Norma Oficial Mexicana NOM-014-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria textil.

Norma Oficial Mexicana NOM-015-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de la celulosa y el papel

Norma Oficial Mexicana NOM-016-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de bebidas gaseosas.

Norma Oficial Mexicana NOM-017-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de acabados metálicos.

Norma Oficial Mexicana NOM-018-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de laminación, extrusión y estiraje de cobre y sus aleaciones

Norma Oficial Mexicana NOM-019-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de impregnación de productos de aserradero.

Norma Oficial Mexicana NOM-020-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de asbestos textiles, materiales de fricción y selladores.

Norma Oficial Mexicana NOM-021-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria del curtido y acabado en pieles.

Norma Oficial Mexicana NOM-022-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de matanza de animales y empacado de cárnicos.

Norma Oficial Mexicana NOM-023-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de envasado de conservas alimenticias.

Norma Oficial Mexicana NOM-024-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria elaboradora de papel a partir de celulosa virgen.

Norma Oficial Mexicana NOM-025-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria elaboradora de papel a partir de fibra celulósica reciclada.

Norma Oficial Mexicana NOM-026-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de restaurantes o de hoteles.

Norma Oficial Mexicana NOM-027-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria del beneficio del café.

Norma Oficial Mexicana NOM-028-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de preparación y envasado de conservas de pescados y mariscos y de la industria de producción de harina y aceite de pescado.

Norma Oficial Mexicana NOM-029-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de hospitales.

Norma Oficial Mexicana NOM-030-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de jabones y detergentes.

Norma Oficial Mexicana NOM-032-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales de origen urbano o municipal para su disposición mediante riego agrícola.

Norma Oficial Mexicana NOM-33-ECOL-1993, que establece las condiciones bacteriológicas para el uso de las aguas residuales de origen urbano o municipal o de la mezcla de éstas con la de los cuerpos de agua, en el riego de hortalizas y productos hortofrutícolas. Publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el 18 de octubre de 1993.

La nomenclatura de las normas oficiales mexicanas antes citadas está en términos del Acuerdo por el que se reforma la nomenclatura de 58 Normas Oficiales Mexicanas en materia de Protección Ambiental, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 29 de noviembre de 1994.

Asimismo se abrogan las siguientes normas oficiales mexicanas:

Norma Oficial Mexicana NOM-063-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria vinícola.

Norma Oficial Mexicana NOM-064-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de la destilería.

Norma Oficial Mexicana NOM-065-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de las industrias de pigmentos y colorantes. Publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el 5 de enero de 1995.

Norma Oficial Mexicana NOM-066-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de la galvanoplastia.

Norma Oficial Mexicana NOM-067-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de los sistemas de alcantarillado o drenaje municipal.

Norma Oficial Mexicana NOM-068-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de aceites y grasas comestibles de origen animal y vegetal, publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el 6 de enero de 1995

Norma Oficial Mexicana NOM-069-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de componentes eléctricos y electrónicos.

Norma Oficial Mexicana NOM-070-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de preparación, conservación y envasado de frutas, verduras y legumbres en fresco y/o congelados, publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el 9 de enero de 1995.

Norma Oficial Mexicana NOM-071-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de productos químicos inorgánicos.

Norma Oficial Mexicana NOM-072-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de las industrias de fertilizantes fosfatados, fosfatos, polifosfatos, ácido fosfórico, productos químicos inorgánicos fosfatados, exceptuando a los fabricantes de ácido fosfórico por el proceso de vía húmeda.

Norma Oficial Mexicana NOM-073-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de las industrias farmacéutica y farmoquímica, publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el 11 de enero de 1995.

TRANSITORIO

ÚNICO A partir de la entrada en vigor de esta Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, el responsable de la descarga de aguas residuales:

- 1)** Que cuente con planta de tratamiento de aguas residuales, está obligado a operar y mantener dicha infraestructura de saneamiento, cuando su descarga no cumpla con los límites máximos permisibles de esta Norma.

Puede optar por cumplir con los límites máximos permisibles establecidos en esta Norma Oficial Mexicana, o los establecidos en sus condiciones particulares de descarga, previa notificación a la Comisión Nacional del Agua.

En el caso de que la calidad de la descarga que se obtenga con dicha infraestructura no cumpla con los límites máximos permisibles establecidos en esta Norma Oficial Mexicana, debe presentar a la Comisión Nacional del Agua, en los plazos establecidos en las Tablas 6 y 7, su programa de acciones u obras a realizar para cumplir en las fechas establecidas en las Tablas 4 y 5, según le corresponda.

Los que no cumplan, quedarán sujetos a lo dispuesto en la Ley Federal de Derechos.

En el caso de que el responsable de la descarga opte por cumplir con los límites máximos permisibles establecidos en esta Norma Oficial Mexicana y que descargue una mejor calidad de agua residual que la establecida en esta Norma, puede gozar de los beneficios e incentivos que para tal efecto establece la Ley Federal de Derechos.

- 2) Que se hubiere acogido a los Decretos Presidenciales que otorgan facilidades administrativas y fiscales a los usuarios de Aguas Nacionales y sus Bienes Públicos inherentes, publicados en el **Diario Oficial de la Federación** el 11 de octubre de 1995, en la materia, quedará sujeto a lo dispuesto en los mismos y en lo conducente a la Ley Federal de Derechos.
- 3) No debe descargar concentraciones de contaminantes mayores a las que descargó durante los últimos tres años o menos, si empezó a descargar posteriormente, de acuerdo con sus registros y/o con los informes presentados ante la Comisión Nacional del Agua en ese periodo si su descarga tiene concentraciones mayores a las establecidas como límite máximo permisible en esta Norma. Los responsables que no cumplan con esta especificación quedarán sujetos a lo dispuesto en la Ley Federal de Derechos.
- 4) Que establezca una nueva instalación industrial, posterior a la publicación de esta Norma Oficial Mexicana en el **Diario Oficial de la Federación**, no podrá acogerse a las fechas de cumplimiento establecidas en la Tabla 5 de esta Norma y debe cumplir con los límites máximos permisibles para su descarga, 180 días calendario después de iniciar la operación del proceso generador, debiendo notificar a la Comisión Nacional del Agua dicha fecha.
- 5) Que incremente su capacidad o amplíe sus instalaciones productivas, posterior a la publicación de esta Norma Oficial Mexicana en el **Diario Oficial de la Federación**, éstas nuevas descargas no podrán acogerse a las fechas de cumplimiento establecidas en la Tabla 5 de esta Norma y debe cumplir con los límites máximos permisibles para éstas, 180 días calendario después de iniciar la operación del proceso generador, debiendo notificar a la Comisión Nacional del Agua dicha fecha.
- 6) Que no se encuentre en alguno de los supuestos anteriores, deberá cumplir con los límites máximos permisibles establecidos en esta Norma Oficial Mexicana, sujeto a lo dispuesto en la Ley Federal de Derechos, en lo conducente.

México, Distrito Federal, a los once días del mes de diciembre de mil novecientos noventa y seis.- La Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, **Julia Carabias Lillo**.-
Rúbrica

ANEXO 1

TÉCNICA PARA LA DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE HUEVOS DE HELMINTO

1. Objetivo

Determinar y cuantificar huevos de helminto en lodos, afluentes y efluentes tratados.

2. Campo de aplicación

Es aplicable para la cuantificación de huevos de helminto en muestras de lodos, afluentes y efluentes de plantas de tratamiento.

3. Definiciones

3.1 Helminto: término designado a un amplio grupo de organismos que incluye a todos los gusanos parásitos (de humanos, animales y vegetales) y de vida libre, con formas y tamaños variados.

3.2 Platyhelminetos: gusano dorsoventralmente aplanado, algunos de interés médico son: *Taenia solium*, *Hymenolepis nana* e *H. diminuta*, entre otros.

3.3 Nematelmintos: gusanos de cuerpo alargado y forma cilíndrica. Algunas especies enteroparásitas de humanos y animales son: *Ascaris lumbricoides*, *Toxocara canis*, *Enterobius vermicularis* y *Trichuris trichiura*, entre otros.

3.4 Método difásico: técnica de concentración que utiliza la combinación de dos reactivos no miscibles y donde las partículas (huevos, detritus), se orientan en función de su balance hidrofílico-lipofílico.

3.5 Método de flotación: técnica de concentración donde las partículas de interés permanecen en la superficie de soluciones cuya densidad es mayor. Por ejemplo la densidad de huevos de helminto se encuentra entre 1.05 a 1.18, mientras que los líquidos de flotación se sitúan entre 1.1 a 1.4.

4. Fundamento

Utiliza la combinación de los principios del método difásico y del método de flotación, obteniendo un rendimiento de un 90%, a partir de muestras artificiales contaminadas con huevos de helminto de *Ascaris*.

5. Equipo

Centrifuga: Con intervalos de operación de 1000 a 2500 revoluciones por minuto

Periodos de operación de 1 a 3 minutos

Temperatura de operación 20 a 28 °C

Bomba de vacío: Adaptada para control de velocidad de succión

1/3 hp

Microscopio óptico: Con iluminación Köheler

Aumentos de 10 a 100X; Platina móvil; Sistema de microfotografía

Agitador de tubos: Automático

Adaptable con control de velocidad

Parrilla eléctrica: Con agitación

Hidrómetro: Con intervalo de medición de 1.1 a 1.4 g/cm³

Temperatura de operación: 0 a 4°C

6. Reactivos

- Sulfato de zinc heptahidratado
- Ácido sulfúrico
- Eter etílico
- Etanol
- Agua destilada
- Formaldehído

6.1 Solución de sulfato de zinc, gravedad específica de 1.3

- Fórmula
- Sulfato de zinc 800 g
- Agua destilada 1 000 ml

Preparación

Disolver 800 g de sulfato de zinc en 1,000 ml de agua destilada y agitar en la parrilla eléctrica hasta homogeneizar, medir la densidad con hidrómetro. Para lograr la densidad deseada agregar reactivo o agua, según sea el caso.

6.2 Solución de alcohol-ácido

- Fórmula
- Acido sulfúrico 0.1 N 650 ml
- Etanol 350 ml

Preparación

Homogeneizar 650 ml del ácido sulfúrico al 0.1 N, con 350 ml del etanol para obtener un litro de la solución alcohol-ácida. Almacenarla en recipiente hermético.

7. Material

- Garrafrones de 8 litros
- Tamiz de 160 μm (micras) de poro
- Probetas graduadas (1 litro y 50 ml)
- Gradillas para tubos de centrifuga de 50 ml
- Pipetas de 10 ml de plástico
- Aplicadores de madera
- Recipientes de plástico de 2 litros
- Guantes de plástico
- Vasos de precipitado de 1 litro
- Bulbo de goma
- Magneto
- Cámara de conteo Doncaster
- Celda Sedgwick-Rafter

8. Condiciones de la muestra

1. Se transportarán al laboratorio en hieleras con bolsas refrigerantes o bolsas de hielo.
2. Los tiempos de conservación en refrigeración y transporte deben reducirse al mínimo.
3. Si no es posible refrigerar la muestra líquida, debe fijarse con 10 ml de formaldehído al 4% o procesarse dentro de las 48 horas de su toma.
4. Una muestra sólida debe refrigerarse y procesarse en el menor tiempo posible.

9. Interferencias

La sobreposición de estructuras y/o del detritus no eliminado en el sedimento, puede dificultar su lectura, en especial cuando se trata de muestras de lodo. En tal caso, es importante dividir el volumen en alícuotas que se consideren adecuadas.

10. Precauciones

1. Durante el procesado de la muestra, el analista debe utilizar guantes de plástico para evitar riesgo de infección.
2. Lavar y desinfectar el área de trabajo, así como el material utilizado por el analista.

11. Procedimiento

1. Muestreo
 - a) Preparar recipientes de 8 litros, desinfectándolos con cloro, enjuagándolos con agua potable a chorro y con agua destilada.
 - b) Tomar 5 litros de la muestra (ya sea del afluente o efluente).
 - c) En el caso de que la muestra se trate de lodo, preparar en las mismas condiciones recipientes de plástico de 1 litro con boca ancha.
 - d) Tomar X gramos de materia fresca (húmeda) que corresponda a 10 g de materia seca
2. Concentrado y centrifugado de la muestra.
 - a) La muestra se deja sedimentar durante 3 horas o toda la noche
 - b) El sobrenadante se aspira por vacío sin agitar el sedimento.

- c) Filtrar el sedimento sobre un tamiz de 160 μm (micras), enjuagando también el recipiente donde se encontraba originalmente la muestra y lavar enseguida con 5 litros de agua (potable o destilada).
- d) Recibir el filtrado en los mismos recipientes de 8 litros.
- e) En caso de tratarse de lodos, la muestra se filtrará y enjuagará en las mismas condiciones iniciando a partir del inciso c).
- f) Dejar sedimentar durante 3 horas o toda la noche.
- g) Aspirar el sobrenadante al máximo y depositar el sedimento en una botella de centrifuga de 250 ml. incluyendo de 2 a 3 enjuagues del recipiente de 8 litros.
- h) Centrifugar a 400 g por 3 minutos (1,400 - 2,000 rpm por 3 minutos, según la centrifuga).
- i) Decantar el sobrenadante por vacío (asegurarse de que exista la pastilla) y resuspender la pastilla en 150 ml de ZnSO_4 con una densidad de 1.3.
- j) Homogeneizar la pastilla con el agitador automático, o aplicador de madera.
- k) Centrifugar a 400 g por 3 minutos (1,400 - 2,000 rpm por 3 minutos).
- l) Recuperar el sobrenadante vertiéndolo en un frasco de 2 litros y diluir cuando menos en un litro de agua destilada.
- m) Dejar sedimentar 3 horas o toda la noche
- n) Aspirar al máximo el sobrenadante por vacío y resuspender el sedimento agitando, verter el líquido resultante en 2 tubos de centrifuga de 50 ml y lavar de 2 a 3 veces con agua destilada el recipiente de 2 litros.
- ñ) Centrifugar a 480 g por 3 minutos (2,000 - 2,500 rpm por 3 minutos, según la centrifuga).
- o) Reagrupar las pastillas en un tubo de 50 ml y centrifugar a 480 g por minutos (2.000 - 2.500 rpm por 3 minutos)
- p) Resuspender la pastilla en 15 ml de solución de alcohol-ácido (H_2SO_4 0.1 N) + $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ a 33-35% y adicionar 10 ml de éter etílico
- q) Agitar suavemente y abrir de vez en cuando los tubos para dejar escapar el gas (considerar que el éter es sumamente inflamable y tóxico)

- r) Centrifugar a 660 g por 3 minutos (2,500 - 3,000 rpm por 3 minutos, según la centrífuga).
- s) Aspirar al máximo el sobrenadante para dejar menos de 1 ml de líquido, homogeneizar la pastilla y proceder a cuantificar.

3. Identificación y cuantificación de la muestra.

- a) Distribuir todo el sedimento en una celda de Sedgwick-Rafter o bien en una cámara de conteo de Doncaster.
- b) Realizar un barrido total al microscopio.

12. Cálculos

1. Para determinar los rpm de la centrífuga utilizada, la fórmula es:

$$\text{rpm} = \sqrt{\frac{Kg}{r}}$$

Donde:

☛ . Fuerza relativa de centrifugación

K Constante cuyo valor es de 89,456

r : Radio de la centrífuga (spindle to the centre of the bracker) en cm

La fórmula para calcular ☛ es

$$g = \frac{r(\text{rpm})^2}{K}$$

2 Para expresar los resultados en número de huevecillos por litro es importante tomar en cuenta el volumen y tipo de la muestra analizada.

13. Formato

No aplica.

14. Bibliografía

1. APHA, AWWA, WPCF, 1992 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th ed., Washington.
2. CETESB, São Paulo, 1989 Helmintos e Protozoários Patogénicos Contagem de Ovos e Cistos em Amostras Ambientais.
3. Schwartzbrod, J., 1996 Traitement des Eaux Usees de Mexico en Vue d'une Reutilisation a des Fins Agricoles. Reunión de Expertos para el Análisis del Proyecto de Saneamiento del Valle de México. Instituto de Ingeniería UNAM, 86 p.



COMISION NACIONAL
DEL AGUA

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS A DISTANCIA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA
UNAM
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

DIPLOMADO EVALUACIÓN DE
PROYECTOS DE INVERSIÓN





COMISION NACIONAL
DEL AGUA

MÓDULO II

LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO

TEMA:

**LA PARTICIPACIÓN PRIVADA EN LOS
SERVICIOS DE AGUA POTABLE,
ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO
CONCEPTOS E INSTRUMENTOS**

**Ing. Antonio Fernández Esparza
28 de agosto de 1998**



hgc/JVR





LA PARTICIPACION PRIVADA EN
LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE,
ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO

CONCEPTOS E INSTRUMENTOS

DOCUMENTO PRELIMINAR, SUJETO A REVISION.



Objetivo.....	5
I.- Situación Actual y Perspectivas de los Sistemas de Agua y Saneamiento.....	7
II.- Aportaciones y Riesgos de la Participación Privada.....	9
III.- Modalidades para la Participación de Empresas Privadas.....	11
III. 1. Contrato Parcial de Prestación de Servicios sin riesgo comercial.....	12
III. 2. Contrato Integral de Prestación de Servicios con riesgo comercial parcial.....	12
III. 3. Contrato Integral de Prestación de Servicios con riesgo comercial total ("Arrendamiento").....	13
III. 4. Concesiones.....	13
III. 5. Contratos tipo BOOT y similares.....	14
III. 6. Contratos BOOT Inverso.....	15
III. 7. Privatización.....	15
III.8. Esquemas Evolutivos.....	16
IV. Modalidades de Propiedad del Capital Accionario. Empresas Mixtas. Burzatilización.....	17
IV.1. Copropiedad o Empresas Mixtas.....	17
IV.2. Burzatilización.....	17
V.- Casos de Participación Privada.....	19
VI.- Elementos esenciales para lograr una participación privada satisfactoria.....	2
VII.- Contenido Básico de los Documentos Contractuales.....	25
VIII.- Proceso para la instrumentación de la participación privada.....	33
Apéndice 1.- Cuadro Comparativo de Características Contractuales Básicas.....	35
Apéndice 2.- Definición de Términos a ser incluidos en el CPS o Título de Concesión.....	37
Apéndice 3.- Características fundamentales del marco regulatorio.....	45
ANEXOS	



OBJETIVO

Durante los últimos años en nuestro país se han venido dando diversos casos de incorporación de la empresa privada en la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, particularmente en las áreas urbanas medianas y mayores, incluyendo centros turísticos. Existen algunos casos específicos de concesiones y de contratos integrales de prestación de servicios. La participación privada también se ha dado en el diseño y construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales bajo esquemas de construir, operar y transferir.

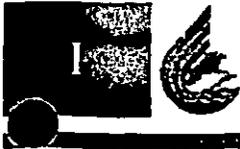
En la actualidad, ante la falta de recursos públicos, técnicos y financieros suficientes, para cubrir los requerimientos de inversión y dada la necesidad de incrementar los niveles de eficiencia y cobertura de los servicios se acentúa el interés en que la empresa privada se constituya en un instrumento viable para poder canalizar recursos complementarios a los sistemas. En este sentido, será necesario que se tome en cuenta la experiencia aún incipiente de nuestro país en la materia, de tal manera que se logre asegurar que la participación privada se dará en términos satisfactorios, desde luego, para los usuarios, así como para las propias empresas y para los organismos públicos, que son en última instancia los responsables de la prestación de los servicios.

De acuerdo a lo anterior, el objetivo de este documento es proporcionar a las autoridades locales interesadas en incorporar a la empresa privada en la prestación de los servicios, información e instrumentos que le apoyen en la toma de decisiones al respecto y que le faciliten, en su caso, el proceso que conduzca a una participación privada satisfactoria. Para ello, el documento incluye: algunas consideraciones relacionadas con las razones por las que el sector privado puede ser útil en el mejoramiento del servicio; las modalidades a través de las que se puede dar la participación privada; los conceptos esenciales que deben tomarse en cuenta para que dicha participación sea satisfactoria; la sugerencia del contenido básico de los documentos contractuales correspondientes; así como una propuesta del proceso que deberá seguirse para efecto de incorporar a la empresa privada de una manera competitiva y transparente.

El documento incluye también apéndices en los que se presentan con mayor detalle, los términos y condiciones que debe incluir un contrato de Prestación de Servicios y un título de concesión, así como las características fundamentales del marco regulatorio, elemento fundamental para una eficaz incorporación de la empresa privada en la prestación de los servicios de agua.

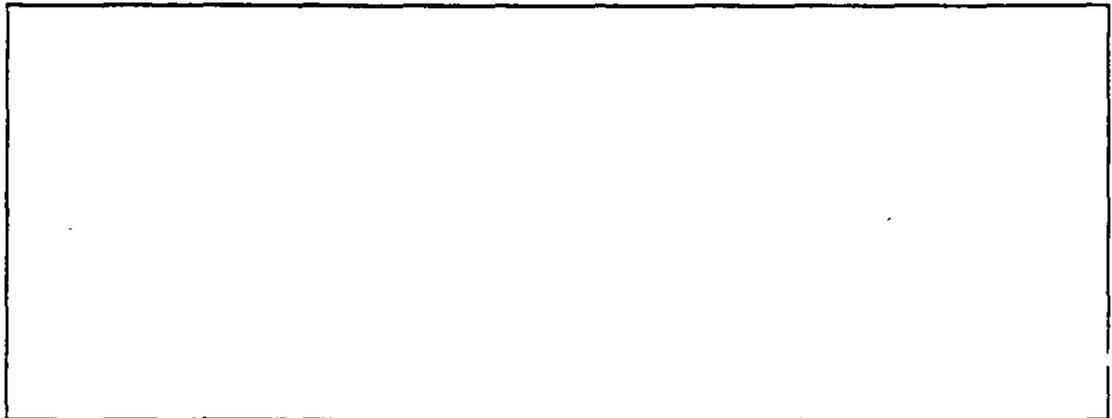
Responden a los conceptos vertidos en el presente documento y constituyen anexos al mismo, modelos de: convocatoria para la licitación pública, bases de licitación, tanto para el caso de contratos integrales de prestación de servicios como para el de título de concesión y finalmente, modelos de contrato de servicios y títulos de concesión.

Se espera que estos documentos, sean útiles a las autoridades responsables de la prestación del servicio, en la consecución del objetivo esencial de proporcionar mejores servicios de agua, alcantarillado y saneamiento a la población de nuestro país.



SITUACION ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LOS SISTEMAS DE AGUA Y SANEAMIENTO

Unas cuantas cifras bastan para ilustrar la problemática de los servicios de agua a nivel mundial. En la actualidad, más de 1,000 millones de personas no cuentan con servicio de agua potable, 2,000 millones no tienen acceso a sistemas de alcantarillado, y las descargas de más de 4,000 millones de personas no reciben ningún tratamiento. Los requerimientos de inversión para incrementar la cobertura de los servicios atendiendo las necesidades de una población creciente son muy considerables. Así, sólo por lo que corresponde a Latinoamérica, dichos requerimientos ascienden hoy a 12,000 millones de dólares anuales. Esta cifra hace resaltar que una de las características de los servicios de agua y saneamiento es su alta demanda relativa de capital: mientras que la relación promedio entre activos fijos e ingresos anuales es de 3:1 en el sector de telecomunicaciones, y de 4:1 en el sector eléctrico, en el caso de los servicios que nos ocupan, dicha relación es de 10:1. Por otra parte, en Latinoamérica en general, la eficiencia de la utilización de la infraestructura, a la que se le han dedicado durante décadas recursos cuantiosos, es muy baja.



Por lo que toca a nuestro país, las cifras disponibles indican que la situación de los sistemas de agua es similar en diversos aspectos a la descrita para el conjunto de países Latinoamericanos. En el Programa Hidráulico Nacional 1995-2000* se estima que, de una población de más de 91.6 millones de habitantes, 16.5% (15.1 millones) carecen de servicio de agua potable y 30 % (30.2 millones) no tienen acceso a alcantarillado. La eficiencia física y comercial promedio es baja: el 50% del agua que se extrae para uso urbano no se contabiliza, y de la que se consume, apenas algo más del 60% se cobra a los usuarios. Es decir, de cada 1000 litros que se extraen, con altos costos de inversión y de operación, menos de 400 litros representan algún ingreso para los organismos responsables, frecuentemente con tarifas muy bajas, que están lejos de representar el costo real de los servicios. En lo que respecta al saneamiento, existe capacidad instalada para tratar el 30% de las descargas al alcantarillado, pero de esa capacidad se utiliza menos de la mitad. Es evidente que en México, igual que en otros países, en el esfuerzo de abatir rezagos y ampliar la cobertura de los servicios, se ha privilegiado la inversión en la expansión de la oferta por sobre la búsqueda de la eficiencia en el aprovechamiento de la infraestructura existente.

* Cifras a diciembre de 1995

Por otra parte, en una situación como la descrita, no es difícil identificar la existencia de amplios márgenes de maniobra en la operación de los sistemas municipales de agua, que, a través de una mejora significativa en la gestión de los servicios, podrían crear las condiciones para la autosuficiencia financiera en un lapso de unos cuantos años. Este concepto dista de ser novedoso; sin embargo, salvo contadas y meritorias excepciones, los avances en este sentido distan mucho de ser satisfactorios. En algunos casos se tienen logros importantes durante un corto plazo que después se pierden por la falta de continuidad en las políticas y en la dirección de los organismos responsables de los servicios.

Las razones para ello son diversas e incluyen aspectos económicos, financieros, sociales y políticos. En lo económico, la posibilidad de concretar un escenario en que se incrementen a niveles razonables, pero substanciales los diferentes elementos de eficiencia que se han planteado, requiere de la aportación de una masa crítica de recursos de diversos géneros: financieros, técnicos, operacionales y administrativos. A esos recursos es necesario agregar los necesarios para la ampliación de la infraestructura, que en muchos casos hay que llevar a cabo aún cuando se incrementa la eficiencia global de los sistemas.

La inversión que se requiere en nuestro país para la ampliación de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento, para incrementar marginalmente los niveles de cobertura actuales en lo que resta del decenio, se estima en la actualidad en el orden de 1,200 millones de dólares anuales. La necesidad de incrementar la capacidad de los sistemas de agua y de mejorar su eficiencia se agudiza en momentos en los que la capacidad económica de los organismos operadores para proporcionar dichos recursos es, en términos generales, insuficiente, y en los que la posibilidad de que los gobiernos de los Estados y Municipios, así como el Gobierno Federal, apoyen a los sistemas de agua con recursos presupuestales está restringida, ante la necesidad de atender múltiples demandas también prioritarias y urgentes.

Es así que la posibilidad de una amplia y decidida participación de la iniciativa privada en la prestación de servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, así como en las inversiones requeridas por dichos servicios, especialmente en localidades del orden de 100,000 habitantes o más, y en centros turísticos importantes, se presenta como un instrumento útil, entre aquellos a los que habrá que recurrir la sociedad en su conjunto para lograr los niveles de bienestar que demanda la población. Es este un concepto de aceptación creciente: en la actualidad la participación privada en la administración e inversión en los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento se da en numerosos países del mundo, bajo esquemas muy variados. En particular en Latinoamérica pueden mencionarse, entre otros los casos, aún cuando en general incipientes, de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Puerto Rico y México.

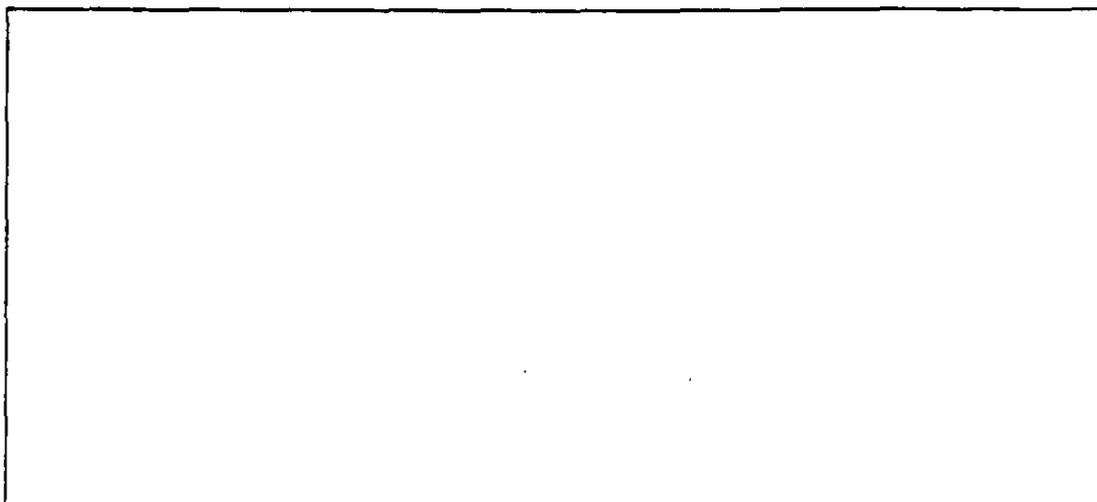


APORTACIONES Y RIESGOS DE LA PARTICIPACION PRIVADA

Las contribuciones que la participación de las empresas privadas pueden hacer al mejoramiento y la eficientación de los servicios de agua, bajo esquemas de concesión o similares, son de diferentes géneros. En primer término debe considerarse la canalización, hacia las ciudades medias y mayores, de recursos financieros privados. Estos recursos representarían un factor importante, tanto para llevar a cabo acciones directamente relacionadas con el logro de una mayor eficiencia en los sistemas de mantenimiento diferido y rehabilitación, instalación de micro y macromedición, mejoramiento de los procedimientos de facturación y cobranza, como para la expansión de dichos sistemas en sus diferentes componentes. Como resultado de ello, los recursos limitados del sector público podrían aplicarse a apoyar y a dar asistencia a los sistemas de las localidades con menor capacidad de pago.

Además de la aportación de recursos financieros adicionales, la participación directa de los particulares en la administración de los sistemas municipales de agua puede ser útil en otros aspectos, también relevantes, entre ellos: la contribución de una experiencia orientada específicamente a la eficiencia operativa, calidad de los servicios y racionalidad económica; la continuidad y estabilidad que la presencia de una empresa puede dar a las funciones técnica y administrativa, así como a los procesos de planeación, ejecución y control, al ser ajena a los efectos de los cambios inherentes a la escasa duración de la gestión municipal; la agilidad en la toma de decisiones y en la asignación de recursos, aspectos que inciden directamente en la eficiencia operativa; la separación explícita que se da entre las funciones de autoridad y regulación, que corresponden a la autoridad concedente, de las directamente vinculadas con la prestación de los servicios que corresponden al concesionario, son probablemente los más significativos de dichos aspectos.

Por otra parte, es evidente que la participación privada en los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento no está exenta de riesgos, tanto para el sector público como para el privado, y desde luego, para el actor más importante, aunque normalmente silencioso, que es el usuario. Independientemente de los aspectos políticos que se mencionan adelante, los riesgos para el organismo público responsable



de los servicios son fundamentalmente dos: en primera instancia, que los servicios proporcionados por el sector privado no sean de la calidad deseada; en segundo lugar, que los costos de dichos servicios para el usuario sean mayores que los del organismo público. Por lo que toca al participante privado, los riesgos que afronta son de diverso género: comercial, financiero, técnico, jurídico y político.

La participación privada exitosa estará condicionada en buena medida al grado en que los riesgos mencionados puedan identificarse, cuantificarse y mitigarse. Para ello se requiere un cuidadoso análisis, en las etapas iniciales, de los riesgos inherentes a cualquier esquema de participación privada. En todo caso debe seguirse el principio general de que la distribución de los riesgos entre los participantes sea tal que quien esté en mejor capacidad para asumir un riesgo debe tomarlo y que de ser necesario, debe recibir una compensación adecuada por ello.

En todos los casos, para que la participación privada sea exitosa, es esencial que se considere no como una relación de confrontación entre los sectores público y privado, sino como una asociación de esfuerzos que tiene como fin último la maximización de beneficios para los usuarios de los servicios. En colaboración, el organismo público responsable de los servicios y la empresa privada deberán en cada caso resolver algunos de los obstáculos que existen para la participación privada, entre los cuales se encuentran:

- Afectación de intereses económicos y políticos;
- Utilización de los servicios municipales como un instrumento político - electoral;
- Desconfianza hacia el sector privado. Opinión pública desfavorable;
- Resistencia ante lo que se considera como pérdida de control por parte del sector público;
- Falta de legislación adecuada;
- Inercia burocrática;
- Temor de enfrentar la responsabilidad de promover e implantar una política tarifaria adecuada;
- Falta de disposición a enfrentar y resolver posibles problemas laborales;
- Falta de un marco de referencia derivado de una experiencia nacional madura en este campo.

En la mayoría de los casos, varios de los obstáculos mencionados pueden vencerse a través de una promoción adecuada del concepto, de la selección de una modalidad apropiada de participación privada, de un proceso transparente de licitación y asignación de contratos o títulos de concesión, de la adopción de un proceso adecuado de regulación, y de la existencia de garantías mutuas y sólidas que contribuyan a la distribución adecuada de los riesgos.



La forma en que el sector privado puede participar en la prestación de servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento son muy diversas y pueden adquirir un gran número de matices. Estas modalidades varían en el grado de responsabilidad y de riesgo adquiridos por la empresa privada, en el nivel de autonomía de ésta, en los compromisos de inversión, en la duración de los contratos, en la propiedad de los activos y en la relación de la empresa privada con el usuario final de los servicios.

Las principales modalidades de participación privada se resumen en las siguientes:

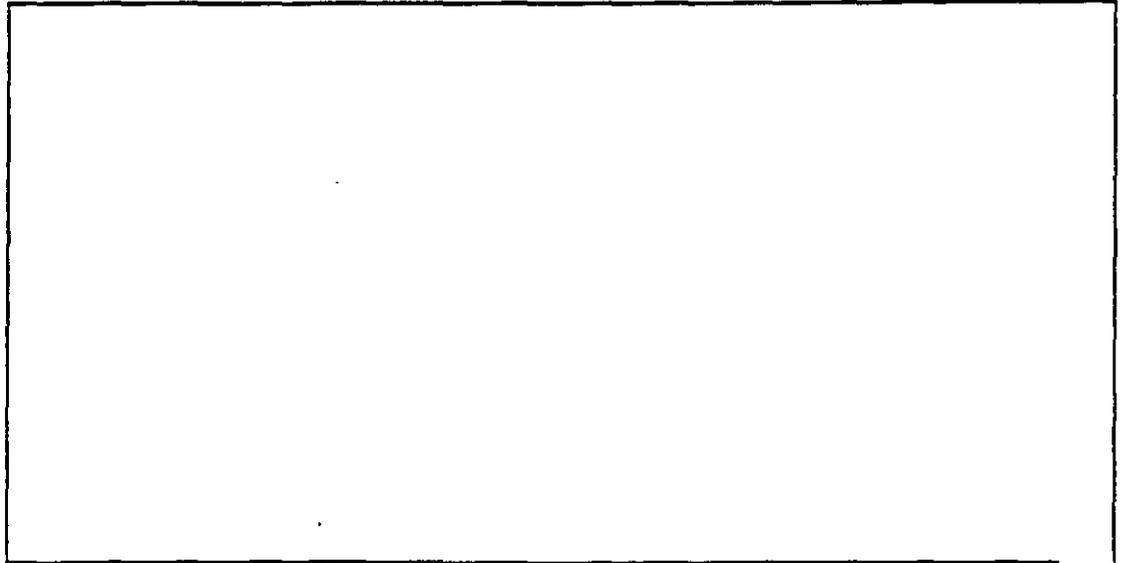
1. Contrato Parcial de Prestación de Servicios sin riesgo comercial
2. Contrato Integral de Prestación de Servicios con riesgo comercial parcial
3. Contrato Integral de Prestación de Servicios con riesgo comercial total ("Arrendamiento")
4. Concesiones
5. Contratos BOOT (Construir - Poseer - Operar - Transferir) y sus variantes tales como:
 - BOT (Construir - Operar - Transferir) y
 - BOO (Construir - Poseer - Operar).
 - BLT (Construir- Arrendar-Transferir).
6. Contratos BOOT inverso
7. Privatización Total (venta completa)
8. Esquemas Evolutivos.

Las modalidades listadas promueven en diferente grado la eficiencia operacional y la viabilidad comercial de los servicios de agua y saneamiento. Al mismo tiempo, si se manejan adecuadamente, introducen conceptos de competitividad y eficiencia del costo en la administración, así como compensaciones basadas en los resultados. Dichas modalidades ofrecen flexibilidad y el potencial para progresar de contratos menos riesgosos con inversión privada inexistente o limitada, a opciones más riesgosas con inversiones importantes, conforme las partes ganan conocimiento y confianza mutuas. Desde luego que en algunos casos es posible la combinación de modalidades, por ejemplo, un contrato tipo "arrendamiento" para el sistema de distribución de agua y alcantarillado, y un contrato tipo BOT para una planta de tratamiento de aguas residuales.

La selección de la modalidad mas adecuada debe tomar en cuenta las circunstancias físicas, políticas, legales y culturales de la localidad para las que se analice la participación privada, así como las características institucionales, financieras y técnicas del organismo público responsable de los servicios. Es esencial asegurarse desde luego que el marco jurídico es apropiado para dicha participación.

Otro aspecto fundamental en la consecución de una colaboración robusta entre los sectores público y privado es la existencia de, por una parte, un contrato bien diseñado que defina claramente las relaciones entre los participantes, y por otra parte, de un marco regulatorio eficaz, responsabilidad de un órgano específico, cuyo objetivo esencial es el asegurar que se cumpla con los niveles de calidad establecidos en el

contrato o título de concesión, proteger a los usuarios de los posibles efectos del carácter monopólico de la prestación de este tipo de servicios, así como crear una atmósfera que promueva la viabilidad comercial de la participación privada.



III. 1.

Contrato Parcial de Prestación de Servicios sin riesgo comercial parcial

Es la forma más simple de participación del sector privado, por medio del cual la autoridad pública retiene completa responsabilidad por la operación y mantenimiento del sistema, tomando todo el riesgo comercial así como el financiamiento de los activos fijos y del capital de trabajo. La responsabilidad del contratista privado se limita a dirigir de manera eficiente a su personal y los servicios que ofrece.

Los contratos de servicio son usados típicamente para el mantenimiento, reparaciones de emergencia, toma de lecturas, cobro y recaudación, mejoramiento de lo existente o construcción de nuevas obras y renta de equipo. Este tipo de contratos tienen usualmente una duración de uno a dos años, siendo renovables, esto debido a que la inversión requerida es pequeña y no fija.

III. 2.

Contrato Integral de Prestación de Servicios con riesgo comercial parcial

Son aquellos donde la autoridad pública transfiere a una compañía privada la responsabilidad de la entera operación y mantenimiento de un sistema, dándole la libertad de tomar decisiones administrativas y de lograr incrementos en las eficiencias. En un contrato de este tipo, el contratista recibe su pago del organismo contratante. Estos pagos son usualmente a través de montos definidos ya sea por lotes de trabajo o precios unitarios. Se pueden incluir condiciones de acuerdo con las cuales el contratista asuma parcialmente el riesgo comercial, a través de penalidades o incentivos en relación con la eficiencia comercial que logre con respecto a un estándar establecido.

También es posible incluir incentivos que estimulen el incremento de la eficiencia por encima de un compromiso base.



Bajo este esquema, el contratista no tiene ninguna relación legal directa con el consumidor y actúa siempre en nombre de la autoridad pública. La autoridad retiene la responsabilidad financiera por el servicio y tiene que proveer los recursos de capital necesarios.

Los contratos de administración no requieren que el contratista realice grandes inversiones con largos plazos de recuperación, por ende la duración de este tipo de contratos es generalmente de 10 a 15 años, con la posibilidad de evolucionar a otras modalidades de más largo plazo, como son los contratos con riesgo comercial total y las concesiones.

III. 3.

Contrato Integral de Prestación de Servicios con riesgo comercial total ("Arrendamiento")

Son convenios por medio de los cuales un operador privado es responsable de la operación, mantenimiento, administración del sistema y el financiamiento del capital de trabajo. Bajo este esquema la empresa privada asume el riesgo comercial en totalidad, al responsabilizarse cabalmente de la eficiencia comercial, al estar obligada a sufragar todos sus gastos y a obtener sus resultados de la cobranza que hace a los usuarios de los servicios, cobranza que realiza por cuenta y orden del organismo público contratante. La autoridad pública, que permanece como dueño absoluto de los activos, es responsable de los gastos del capital para nuevos proyectos, rehabilitación, servicio de deuda y tarifas. La autoridad pública también es responsable del riesgo político implícito en el mantenimiento de una política tarifaria previamente acordada de que debe ser suficiente, para cubrir los costos de operación y mantenimiento del sistema, así como las cantidades que, en su caso, el contratista se obliga a entregar al contratante, a lo largo de la duración del contrato.

En este tipo de contratos, es común que la empresa privada le pague a la autoridad pública una cantidad periódica (semejante a una renta, de ahí que a esta modalidad se le designe como "arrendamiento" en algunos países), suficiente para cubrir, por ejemplo, el servicio de la deuda del organismo público y financiar parte del programa de inversión. Estos pagos se obtienen de la diferencia entre los ingresos por tarifas recaudadas y los costos de operación, lo cual es un incentivo para brindar un buen servicio y establecer un buen sistema de recaudación. Igual que en el caso anterior, el contratista no tiene ninguna relación legal directa con el consumidor y actúa siempre en nombre de la autoridad pública.

Los contratos de arrendamiento tienen una duración de mediano a largo plazos, usualmente de 10 a 15 años, pero pueden extenderse a un lapso mayor, dependiendo del monto del capital requerido.

III. 4.

Concesiones

En esta modalidad la empresa privada o concesionario tiene completa responsabilidad por los servicios, incluyendo la operación, el mantenimiento y la administración del sistema, así como las inversiones de capital para la expansión de los servicios. Los activos fijos, sin embargo, permanecen en propiedad de la autoridad pública, pero son confiados al concesionario por la duración del título de concesión y deberán ser



retornados al final del periodo establecido. Este mecanismo da al inversionista privado el incentivo de realizar inversiones, y al igual que otras modalidades, estimula la aplicación de innovaciones tecnológicas enfocadas al mejoramiento de la eficiencia.

A diferencia de los contratos de prestación de servicios, en el caso de la concesión sí existe una relación comercial y jurídica directa entre usuario y concesionario, ya que este es directamente responsable de la prestación del servicio, substituyendo al organismo público en ese sentido durante la duración de la concesión.

El concesionario cobra directamente por sus servicios a los usuarios, aplicando tarifas que previamente han sido autorizadas por la autoridad, y esa cobranza le debe permitir al concesionario sufragar sus gastos, las inversiones a que se ha obligado y obtener el rendimiento de su capital. Por su parte, la autoridad es responsable de seguir una política tarifaria previamente acordada. Otra diferencia de orden jurídico entre un contrato y una concesión, que puede ser importante, es que, en tanto el contrato es un acuerdo de voluntades, la concesión es un acto de autoridad.

Es importante señalar que un contrato de prestación de servicios con riesgo comercial total puede incluir además compromisos del contratante de realizar inversiones, con lo cual este tipo de contrato se asemeja a la concesión, con las diferencias antes comentadas.

Los títulos de concesión, usualmente tienen una duración de veinte a treinta años, dependiendo del nivel de inversión y del periodo de recuperación. El concesionario recibe sus pagos por los servicios brindados directamente del usuario.

III. 5.

Contratos tipo BOOT y similares

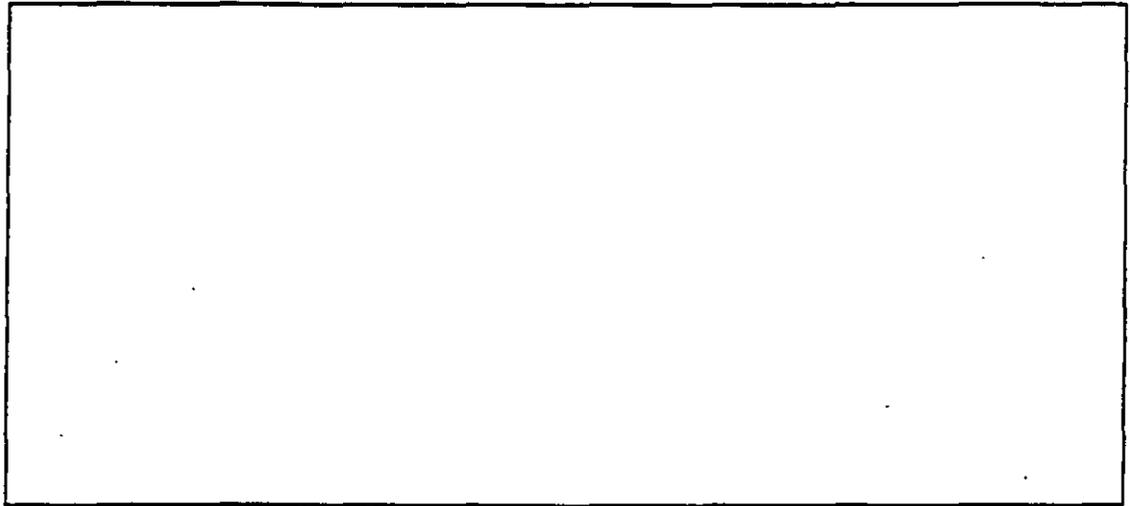
En un esquema BOT típico una compañía financia, construye, es propietaria y opera una obra nueva o sistema específico y después de un periodo determinado, la propiedad de la obra es transferida a la autoridad pública. Estos contratos son atractivos para nuevas inversiones que requieren de montos considerables de financiamiento, tal como es el caso de sistemas de abastecimiento de agua en bloque, o el de plantas de tratamiento de aguas residuales.

La duración de estos contratos es normalmente el tiempo necesario para que el contratista privado amortice la deuda contratada y recupere su capital invertido con la utilidad correspondiente. En estos contratos la compañía privada obtiene normalmente sus ingresos de la venta de servicios que hace al organismo responsable del sistema de agua, aunque en algunos casos, por ejemplo, en plantas de tratamiento de aguas residuales, la carga para el organismo público puede disminuirse de existir posibilidades de que la empresa privada venda agua tratada directamente al usuario de la misma.

Bajo la modalidad BOT, la compañía privada se encarga de construir y operar las instalaciones durante un periodo de tiempo previamente acordado, al final de cual la empresa se obliga a transferir la infraestructura al contratante bajo las condiciones



convenidas. Por lo que respecta a la modalidad BOO, la empresa privada construye la obra, pero a diferencia de la modalidad BOT, la empresa es propietaria de las instalaciones y no tiene el compromiso de transferirla al contratante. En la modalidad BLT (construir-arrendar-transferir), la empresa privada es responsable del financiamiento y de la construcción de las instalaciones y recupera su inversión y el rendimiento correspondiente por medio de un pago periódico que le hace al organismo responsable de los servicios. La responsabilidad del contratista no incluye la operación de las instalaciones y esta es realizada por el organismo contratante a partir del momento en que termina el proceso de construcción y puesta en marcha.



III. 6. **Contratos BOOT** **Inverso**

En países donde los riesgos económicos o políticos son altos, las compañías privadas podrían no estar interesadas en invertir grandes montos de capital en la construcción de una nueva obra a través de los contratos BOOT o pueden solicitar altas primas de riesgo. En estos casos, puede que sea preferible que el sector público se encargue de financiar y construir el proyecto con sus propios recursos y después contratar a una empresa privada para que la opere durante un periodo, y además la adquiera gradualmente, para lo que la empresa privada pagará una comisión anual a la autoridad pública, que usualmente cubre el monto de la deuda generada por el costo de inversión, con consideraciones que varían caso a caso respecto a el costo de operación y mantenimiento.

Este tipo de contratos ofrece una operación eficiente del sector privado y motiva a dicho operador a mantener la obra en buen estado, debido a que éste espera ser el dueño de la obra en el futuro.

III. 7. **Privatización**

A través de este mecanismo la autoridad pública vende completamente a una empresa privada los activos que conforman el sistema de abastecimiento y distribución de agua y drenaje, y el operador privado será el encargado de operar, mantener, y administrar el sistema, así como de financiar las expansiones necesarias.

Los ingresos del inversionista privado se generarán directamente de la recaudación de los servicios proporcionados a los usuarios y sus utilidades dependerán directamente de la eficiencia operacional. La combinación de tarifas adecuadas y su propia capacidad de lograr eficiencia operativa y comercial es lo que puede hacer atractivo este esquema al inversionista privado, debido a que los activos, por sí mismos, no tienen un valor alternativo. Dentro de este esquema la autoridad pública se convierte en un órgano regulatorio, encargado de vigilar que los compromisos realizados por el inversionista privado se cumplan adecuadamente. Dependiendo de diferentes factores, incluyendo el financiero y el fiscal, es posible que este esquema, al implicar la necesidad de recursos adicionales para la adquisición de los activos ya existentes, represente un costo mayor para el usuario, aunque significa, por otra parte, ingresos adicionales para el sector público.

Aunque en este caso los activos son propiedad de la empresa privada, el recurso hidráulico, igual que en las demás modalidades de participación, sigue siendo del propietario original, que en la gran mayoría de los casos de régimen jurídico análogo al de México, es la Nación. Experiencias recientes de privatizaciones totales del sector agua, son muy limitadas, siendo un caso exitoso el de Inglaterra (1989).

III.8. **Esquemas** **Evolutivos**

A fin de consolidar la experiencia hasta ahora obtenida en México y dadas las características técnicas, operativas, administrativas y financieras de numerosos sistemas de agua en nuestro país, se ha analizado la posibilidad de incorporar a la empresa privada en la prestación de los servicios mediante modalidades novedosas de participación que conduzcan a la eficiencia operativa y comercial bajo términos y condiciones que minimicen los riesgos inherentes a estos proyectos. Una modalidad consistiría en incorporar a la empresa privada en dos fases; durante la primera fase, la empresa participaría mediante un Contrato de Prestación de Servicios cuya vigencia sería del orden de tres a cinco años y a través del cual la empresa privada se comprometería, entre otras acciones, a la realización de un Programa de Consolidación encaminado al incremento de la eficiencia del sistema, teniendo además a su cargo la operación y administración de los servicios. El objetivo fundamental de esta primera fase sería crear las condiciones que hagan financierables las inversiones en obras de infraestructura mayor.

Una vez concluida la primera fase, y habiéndose logrado los objetivos planteados y analizado las variaciones que hayan sufrido los términos y condiciones previstos al final de la primera fase, la empresa privada se convertiría en concesionaria, teniendo a su cargo la prestación integral de los servicios, así como la responsabilidad de efectuar las inversiones en la expansión de la infraestructura.



De acuerdo a la propiedad accionaria de la empresa responsable de la prestación de los servicios, pueden conformarse empresas totalmente de capital privado o empresas de capital mixto. Una de las formas en las cuales una empresa pública prestadora del servicio, que haya obtenido un alto nivel de eficiencia y que tenga buenas perspectivas de estabilidad, puede hacer participar al capital privado, a través de la implementación de esquemas de burzatilización, el cual se explica más adelante en este documento.

IV.1.

Copropiedad o Empresas Mixtas

Bajo este esquema, una empresa privada y la autoridad pública coinvierten en una empresa que será la responsable de la prestación de los servicios, normalmente bajo un esquema de concesión.

La proporción en que cada una de las partes contribuye al capital accionario puede variar, sin embargo es importante que se asigne a la empresa mixta la misma libertad de acción que tendría una empresa privada prestadora de servicios equivalente, de modo de asegurar su operación eficiente. En otros países se han encontrado para ello, por ejemplo, soluciones que implican arreglos especiales respecto al valor relativo de los votos de cada parte en los consejos de administración. En todo caso, las compañías en copropiedad requieren de un acuerdo corporativo que mencione al detalle los objetivos de la copropiedad, los derechos y obligaciones de los socios. Se considera que en algunos casos, la empresa mixta mitiga algunos de los riesgos y obstáculos que dificultan la participación privada. Bajo esta modalidad, el esquema de burzatilización se constituye también en una alternativa adicional de participación privada y de obtención de recursos financieros.

IV.2.

Burzatilización

Como ya se indicó, uno de los instrumentos que pudieran utilizarse para incorporar la participación privada en la prestación de los servicios lo constituye la adopción de un esquema de burzatilización a cargo de la autoridad encargada de la prestación del servicio. Este esquema requiere de la existencia de una empresa estable prestadora del servicio de agua, de capacidad administrativa y eficiencia operativa comprobadas, con políticas tarifarias adecuadas, todo ello avalado por una empresa calificadora de crédito a nivel internacional, de modo que sea posible colocar acciones en los mercados nacionales e internacionales bajo ciertas condiciones económicas y financieras atractivas. Para que este esquema opere, será indispensable que el organismo responsable de la prestación del servicio se transforme en una "sociedad por acciones" con propósitos empresariales. Una vez constituida la sociedad, y habiéndose definido los términos y condiciones del esquema de burzatilización, sería posible colocar las acciones en los mercados nacionales e internacionales.

Este esquema de "sociedad por acciones" ha sido adoptado en Chile como un instrumento que posibilita la obtención de recursos financieros para la realización de obras de infraestructura cuya recuperación de la inversión generalmente se caracteriza por ser de largo plazo. En dicho país, el método de privatización preferido ha consistido en la constitución de "sociedades anónimas" bajo ciertos controles de regulación, sociedades que tienen a su cargo la prestación del servicio y pueden utilizar el esquema

de emisión de acciones en el mercado local y externo; sin embargo, es importante mencionar que el proceso de burzatilización en dicho país es aún incipiente.

En la actualidad, en nuestro país existen limitaciones jurídicas, económicas y financieras que dificultan la adopción de un esquema de esta naturaleza, particularmente para colocar acciones fuera del territorio nacional. Desde el punto de vista jurídico, el principal obstáculo lo constituye el Artículo 117 Constitucional Fracción VIII, el cual prohíbe expresamente que los Estados y Municipios puedan contraer obligaciones o empréstitos con gobiernos de otras naciones, con sociedades o particulares extranjeros, o cuando deban de pagarse en moneda extranjera o fuera del territorio nacional. En este mismo sentido, el párrafo segundo de dicho artículo establece que los Estados y Municipios no podrán contraer obligaciones o empréstitos sino cuando se destinen a inversiones públicas productivas, inclusive los que contraigan organismos descentralizados y empresas públicas, conforme a las bases que establezcan las legislaturas en una Ley y por los conceptos y hasta por los montos que las mismas fijen anualmente en los respectivos presupuestos.

De acuerdo a lo anterior, la implementación de esquemas de burzatilización se enfrenta a la problemática de que existe limitación constitucional para que los Estados y Municipios puedan comprometer obligaciones en el extranjero y, por otra parte, a el momento sólo poco más de la tercera parte de la Entidades Federativas han emitido Leyes de Deuda Pública que les permitan contar con un marco regulatorio más claro y eficiente.

Como puede observarse, una opción para lograr un desarrollo exitoso de este esquema a nivel nacional sería modificar los términos constitucionales descritos; otra opción consiste en instrumentar algún procedimiento jurídico que no contravenga las disposiciones constitucionales, el cual, por un lado, permita la constitución de "sociedades por acciones" y, que por el otro, logre explotar al máximo los beneficios de este esquema en los mercados nacionales e internacionales. En el sentido de no modificar los términos del marco constitucional se han planteado algunos esquemas que teóricamente permitirían tanto la burzatilización tal como se ha definido en los párrafos anteriores, como la colocación de bonos municipales en los mercados tanto nacionales como en los internacionales de dinero. Sin embargo, no existe en la actualidad ningún caso práctico en nuestro país en donde se haya concretado ese tipo de colocación.

Finalmente, por lo que respecta a las limitaciones económicas y financieras, a nivel nacional existen en la mayoría de las empresas operadoras de agua, serios problemas administrativos, económicos y financieros, los que deberán corregirse para efecto de que la posición del emisor en los mercados sea lo más sólida posible de tal manera que el riesgo para el posible comprador sea aceptable.



Existen en el mundo múltiples ejemplos de participación privada. En Inglaterra, por ejemplo, a partir de 1989 se inició el proceso de privatización total de los sistemas; en Chile la utilización de empresas privadas en la modalidad de contratos de servicios es una práctica común desde hace años. La modalidad de contratos de administración que se utiliza desde hace mucho tiempo en Francia y en España, se ha introducido recientemente en Guinea. En Francia y España, son también comunes los contratos de arrendamiento, así como los de concesión; ejemplos más recientes de este tipo de contratos se han dado en Alemania, Argentina, Australia, Bolivia, Chile, Colombia, Costa de Marfil, México y Puerto Rico. Por lo que toca a esquemas tipo BOOT, estos son muy comunes en numerosos países en todo el mundo. En México, se han utilizado en numerosas ocasiones, especialmente para la construcción y operación de plantas de tratamiento de aguas residuales.

En lo que corresponde a esquemas de concesión total en México, se cuenta solamente con dos experiencias, ambas recientes, en las ciudades de Aguascalientes y Cancún. En estos dos casos cada empresa privada tiene a su cargo la administración integral del sistema incluyendo la cobranza a los usuarios, así como la obligación de realizar obras de rehabilitación y ampliación de la infraestructura. La empresa privada se compromete además a incrementar los niveles de eficiencia del sistema en su conjunto.

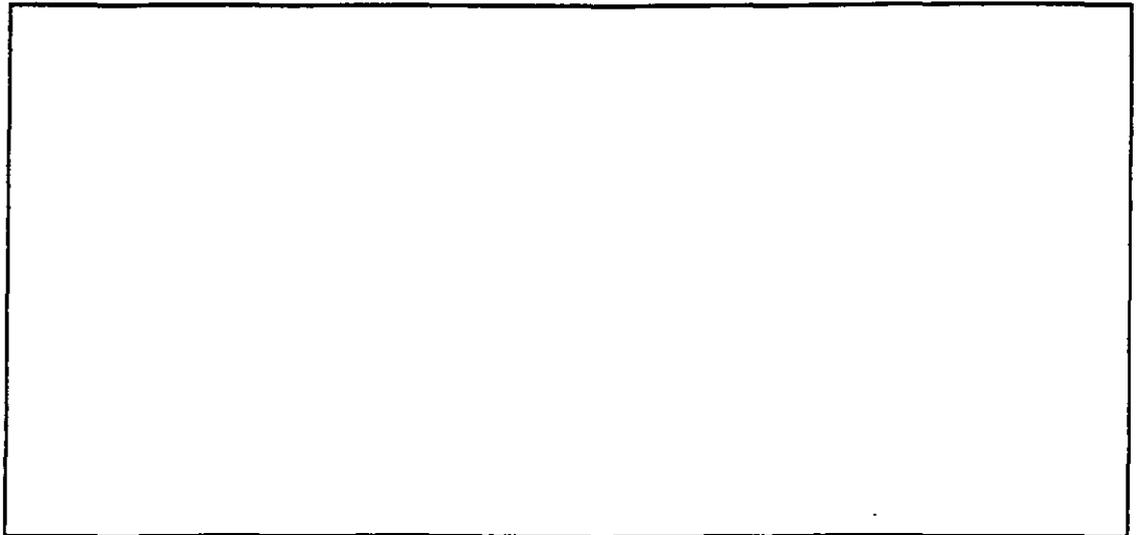
El caso más relevante de contratos en México es el del Distrito Federal, en donde se eligió un modelo de prestación de servicios en diferentes etapas, con responsabilidad creciente de 4 empresas seleccionadas a través de un concurso, las que participan en diferentes conjuntos de Delegaciones, se espera que al final del proceso, que ya tiene avances importantes, dichas empresas se encarguen en una modalidad análoga a la de arrendamiento, de la totalidad de los servicios de distribución, medición, facturación y cobranza, así como de la operación, rehabilitación y mantenimiento de las redes de agua potable y alcantarillado.

En contraste con la estrategia adoptada para el Distrito Federal, es interesante comentar el caso de Buenos Aires, otra gran área metropolitana en un país latinoamericano en donde se optó por una concesión total a una sola empresa, también seleccionada por concurso. La concesión tiene una duración de 30 años y compromete a la empresa a prestar los servicios al total de la población, que en la actualidad es superior a los 8.5 millones de habitantes, así como a la inversión de 4,000 millones de dólares a lo largo de la duración de la concesión, de los cuales 1,000 millones deberán invertirse en los primeros 5 años.

La modalidad de empresas mixtas se encuentra en Colombia, Francia, España, y Guinea. Como ya se mencionó, el ejemplo más importante de privatización total de los sistemas de agua y saneamiento es, desde luego, el de la Gran Bretaña, en donde las diez empresas públicas encargadas del servicio en el país fueron vendidas al sector privado, incluyendo sus activos, a través de la colocación de acciones en el mercado de valores.



Del análisis de algunos de los casos en que ya se da la participación privada, tanto en países con larga experiencia en este campo, como en México, se destacan algunos elementos que, en su conjunto, contribuyen al éxito de la participación privada. A continuación se listan algunos aspectos que es necesario tomar en cuenta para que la participación privada sea satisfactoria para los diversos actores involucrados en el proceso.



- **Reconocer que un proceso exitoso de participación privada requiere de preparación adecuada y tiempo suficiente para ella.**
Como ya se comentó, los riesgos y obstáculos que pueden presentarse en estos esquemas son de diferente índole y todos ellos deben abordarse con meticulosidad y profesionalismo. El tratar de precipitar el proceso, sin integrar todos los elementos necesarios para el éxito, puede conducir a problemas serios desde el inicio, y aún a fracasos totales.
- **Asegurar el apoyo político en todos los niveles de toma de decisión y el de los usuarios, antes del inicio de cualquier proceso de privatización.**
La falta de este apoyo, cuya necesidad es aparentemente obvia, ha sido el origen del fracaso de diversos proyectos de participación privada.
- **Verificar que las características del marco jurídico local permiten la participación privada en términos equitativos para los diferentes actores.**
Aunque se han tenido avances substanciales en este sentido en los últimos años, el tratamiento de este tema es muy variado en las diversas legislaciones locales. Un marco jurídico inadecuado impone riesgos adicionales, en ocasiones imposibles de manejar, a un proyecto de participación privada.
- **Realizar estudios previos que permitan el máximo conocimiento posible de las diferentes variables técnicas, económicas, sociales y financieras, de los sistemas, así como de sus perspectivas de evolución, y que aseguren la viabilidad técnica y financiera de la participación privada.**



Es esencial este conocimiento tanto para definir la modalidad más conveniente de participación privada, como para establecer metas y compromisos de eficiencia, de inversión, de cobertura, de nivel de servicio, tarifarios, etc. que, siendo realistas, conduzcan al mejor esfuerzo del contratista o concesionario y a la mayor satisfacción de los usuarios. En este sentido, es un apoyo fundamental la realización o actualización de un Estudio de Planeación Estratégica de Desarrollo del Sistema o Plan Maestro, como comúnmente se le denomina, que específicamente considere la posibilidad de la participación privada.

- **Adoptar un proceso competitivo, totalmente transparente de licitación y adjudicación.**

Es posible atribuir ventajas a los procesos de negociación directa entre un contratista o concesionario potencial, y el organismo público responsable de los servicios, con base en la posibilidad de que la empresa privada emplee toda su capacidad y creatividad para diseñar un esquema que responda de la mejor manera posible a las características de un caso particular. Sin embargo, en tratándose de un servicio de naturaleza monopólica es particularmente importante buscar la competitividad desde la selección de la empresa privada, y esto se logra más adecuadamente con un proceso de licitación transparente, que tenga como base los estudios a los que se refiere el párrafo anterior. Además, la experiencia demuestra que la ausencia de un proceso de dichas características hará que la selección de la empresa sea cuestionada en el corto o mediano plazo, poniendo en entredicho la estabilidad de la participación privada.

- **Precalificación de los oferentes potenciales como un elemento para asegurar su capacidad empresarial, técnica y financiera, y para facilitar el proceso de evaluación.**

Debe evitarse otorgar un contrato o una concesión de largo plazo a una empresa que no demuestre fehacientemente su capacidad para cumplir con los muy diversos compromisos que adquiere en esos plazos. La improvisación de alianzas de participantes no calificados o sin experiencia pertinente debe considerarse especialmente riesgosa.

- **Diseñar contratos realistas y tan específicos como sea posible, pero incluir elementos de flexibilidad que permitan ajustar metas conforme se tenga más información a lo largo de la operación del contrato.**

Una característica de los contratos o concesiones a largo plazo es la incertidumbre de las condiciones que se presentarán en el futuro, probablemente mucho antes de que se venza el plazo de vigencia. Es por lo tanto necesario que el contrato establezca con claridad las circunstancias que podrán dar lugar a revisión de los términos, así como los mecanismos para efectuar dicha revisión, proporcionando por lo tanto flexibilidad necesaria, pero simultáneamente procurando evitar tanto manipulaciones posteriores como conflictos derivados de interpretaciones divergentes.



- **Como elementos para minimizar los riesgos financieros y obtener financiamiento en mejores condiciones : Limitar el grado de apalancamiento de los proyectos; ampliar en lo posible los plazos de concesión, como una forma de amortiguar el efecto de situaciones financieras desfavorables imprevistas; desarrollar esquemas sólidos de garantías para los diferentes actores, inclusive respecto a los riesgos tarifarios.**

Es innecesario insistir sobre este tema fundamental. De la estabilidad financiera del proyecto, afectada en ocasiones por agentes exógenos al mismo, depende su éxito. Por otra parte, la seguridad del marco financiero que se establezca determinará las condiciones en las que puedan captarse los recursos en el mercado de dinero.

- **Desarrollar un marco regulatorio adecuado y el marco institucional correspondiente antes de la iniciación del proceso de licitación.**

Este es otro aspecto decisivo para la estabilidad de la participación privada. Es imprescindible la existencia de un ente regulador independiente, ajeno tanto a los intereses particulares de las partes como a los procesos político-electorales, y que proteja adecuadamente a los intereses legítimos de los diversos actores: al consumidor, al protegerlo de posibles acciones monopolísticas del concesionario o contratista; a este, al darle certidumbre jurídica a su gestión empresarial; y al sector público, al asegurar que se están proporcionando los servicios a la población en forma satisfactoria y estable.

Además de los elementos esenciales hasta aquí anotados, que deben considerarse como imprescindibles en cualquier proceso de participación privada, existen otros que es muy conveniente tomar en cuenta, tales como:

Si se requieren incrementos tarifarios, llevarlos a cabo en lo posible, antes del inicio de la participación privada.

Conviene no agregar a los diferentes obstáculos a los que se enfrenta la participación privada, el que se le asocie con el incremento automático del costo de los usuarios de los servicios, cuando este incremento esté ocasionado por la falta de incrementos tarifarios que fueron necesarios antes de su gestión.

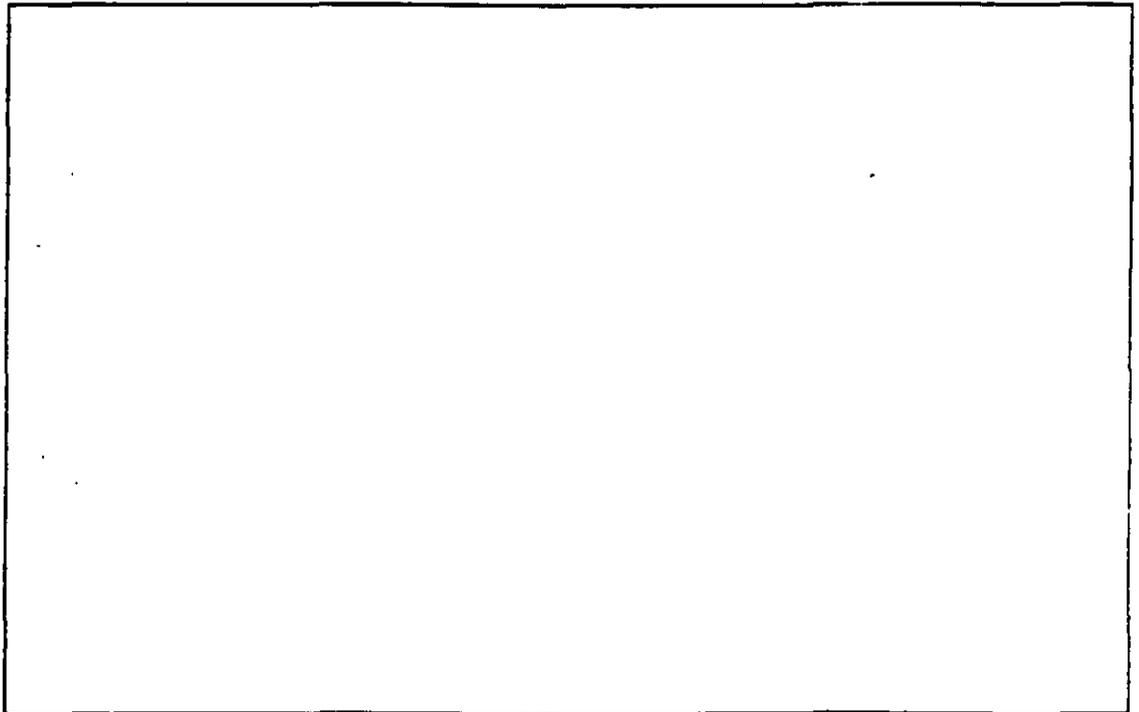
Propiciar en lo posible la concesión integral de los sistemas, como un elemento que garantice el manejo sistémico tanto de los aspectos físicos como de los económicos y financieros de la prestación de los servicios.

El que una sola entidad operativa y administrativa se encargue de la operación y mantenimiento del sistema de agua potable, alcantarillado y saneamiento, elimina problemas de diversa índole que se generan en la interfase entre dos operadores diferentes y evita la duplicación de costos indirectos. Por otra parte permite una planeación y control financiero más claros y eficaces, ya que normalmente, la mayor parte o la totalidad de los cargos por alcantarillado sanitario y por tratamiento de aguas residuales deberán repercutirse a los usuarios de agua potable.



Es evidente que cada instancia de participación privada tendrá características propias que la particularizan y que, por lo tanto, los documentos de licitación y contractuales deberán ser específicos para cada caso. Sin embargo, hay ciertos componentes básicos que se considera que deben estar presentes en cualquier proceso de licitación y contratación o concesión.

A continuación se listan diferentes conceptos básicos, que responden a lo descrito en el Apartado VI que antecede. Estos conceptos deberán incluirse en los documentos de licitación y contratación para la prestación integral de los servicios bajo la modalidad de contrato o concesión, a fin de lograr una modalidad de participación privada financiable, que proteja adecuadamente los intereses legítimos de cada uno de los participantes, incluyendo desde luego a los usuarios. Es importante mencionar que si bien el considerar estos conceptos básicos redundará en un adecuado esquema de participación, el éxito podrá depender de otros factores externos no previsible al inicio y durante la operación del proyecto.





Conceptos Básicos	Principales Características
<i>Modalidad de Contratación:</i>	De preferencia, sería recomendable utilizar alguna de las siguientes modalidades: a) Contrato de Prestación de Servicios (CPS) a largo plazo con compromisos de eficiencia y riesgo comercial parcial, sin inversión en infraestructura. b) CPS con riesgo comercial total, sin inversión en infraestructura. c) CPS con riesgo comercial total, con inversión en infraestructura. d) Concesión total. (Diferente de la "c" en algunos aspectos jurídicos y en la interrelación de los actores). e) Esquema evolutivo.
<i>Vigencia:</i>	Debe garantizarse que el plazo de vigencia del contrato o concesión sea lo suficientemente amplio para asegurar la amortización de los créditos, los cuales se caracterizan por ser a largo plazo. Como ya se indicó la duración de un CPS con riesgo parcial es de 10 a 15 años y en un CPS con riesgo total o concesión podrá ser de 20 a 30.
<i>Forma de Adjudicación:</i>	Deberá utilizarse un proceso de licitación, nacional o internacional, según el caso, a través del cual se logre un proceso de adjudicación competitivo y transparente y, en su caso, se ajuste a las disposiciones reglamentarias aplicables.
<i>Características de los Licitantes:</i>	Es fundamental que los interesados en participar en el proceso de licitación demuestren su capacidad técnica, económica y financiera y, desde luego, experiencia comprobable en la administración integral de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
<i>Contenido de las Bases de Licitación:</i>	Es importante proporcionar a los licitantes información clara, concisa y uniforme respecto a los alcances de los trabajos a cotizar. Las bases de licitación deberán de especificar claramente los trabajos que los licitantes llevarán a cabo. Los niveles de servicio a los usuarios y los plazos en los que éstos se lograrán, deberán especificarse con toda claridad. Especial atención deberá tenerse en la definición de las metas de eficiencia y cobertura de los servicios y, en su caso, de las obras de ampliación y rehabilitación a que deberá comprometerse la empresa privada. Es importante además que los interesados proporcionen los precios unitarios de las acciones a realizar, los que serán de utilidad en caso de que eventualmente hayan variaciones en los volúmenes propuestos en las bases de licitación. En todo caso, es fundamental que las bases de licitación incluyan información suficiente para que las propuestas de las empresas se refieran a los mismos alcances y sean por lo tanto comparables. Las reglas para evaluar y definir a la empresa ganadora del concurso deberán de ser explícitas y eliminar en lo posible la subjetividad. Debe establecerse con claridad que es lo que se va a evaluar y como se definirá la mejor propuesta.
<i>Criterios de Adjudicación:</i>	Para definir al oferente al que se adjudicará el contrato o concesión deberá ser de relevancia tanto a la experiencia y a la capacidad técnica, económica y financiera de los concursantes, como a las condiciones económicas ofrecidas por cada uno de ellos. Deberá para ello establecerse un sistema de ponderación en el que esté explícito el peso relativo de cada uno de los conceptos que habrán de calificarse.



Conceptos Básicos

Principales Características

- Por lo que toca a los aspectos económicos existen diversas maneras de evaluar las propuestas. en el caso de un CPS, por ejemplo el concepto a evaluar puede ser el valor presente neto de la contraprestación a lo largo de la vigencia del contrato; para el caso de una concesión el concepto a evaluar puede ser el valor presente neto del costo del servicio a los usuarios a lo largo de dicha vigencia.

Alcance de los Trabajos:

Los trabajos a cargo de la empresa ganadora serían, según el caso:

- Servicios Permanentes que incluyen la operación, conservación y mantenimiento del sistema en su conjunto.
- El financiamiento y la ejecución del programa de consolidación (de desarrollo institucional, incluyendo el incremento de eficiencias operativa y comercial).
- Además, en el caso de concesión integral, o de contrato de servicios con inversión en infraestructura: el financiamiento y la realización de las obras de ampliación y rehabilitación.

Ejecución de las Obras de Ampliación y Rehabilitación de la Infraestructura:

Con la finalidad de eliminar el sesgo constructor del proyecto, es conveniente que el concesionario o el contratista, en su caso, utilice un proceso de licitación para seleccionar al constructor que realizará las obras de ampliación y rehabilitación del sistema; proceso en el cual filiales de dicha contratista o concesionaria podrán participar. En todo caso, necesario asegurar que las obras se hagan a precio de mercado.

Modificaciones a los términos del título de concesión o contrato de servicios:

La modalidad de contratación deberá permitir efectuar modificaciones al contrato o título, de presentarse circunstancias no previsibles en el momento de la firma. Por otra parte, los criterios generales referentes a lo que constituye una causa de modificación, así como los procedimientos y mecanismos específicos que deberán utilizarse para llevar a cabo, en su caso, la modificación, deberán quedar claramente definidos en el contrato o título. Dentro de las posibles causas de modificación se encuentran las que se derivarían de variaciones imprevistas en la demanda, variación en la necesidad de inversión en obras de infraestructura, cambios en la normatividad aplicable, variaciones en los costos, incluyendo las tasas de interés de los financiamientos, variaciones en el tipo de cambio en caso de inversiones valuadas en moneda extranjera, existencia de casos fortuitos y de fuerza mayor, y falta de aportación de los subsidios comprometidos, entre otros. Para definir el efecto de posibles variaciones en las condiciones previstas, es necesario contar con un procedimiento de evaluación, seguimiento y control, el cual deberá estar apoyado en un modelo de evaluación económica y financiera, que formará parte de los anexos y que establecerá en definitiva las relaciones entre las distintas variables; el modelo considerará el monto de la contraprestación a que tiene derecho el contratista, o la tarifa necesaria en el caso de concesión.

Derechos de Concesión:

Es común que el concedente o contratante desee recibir el pago de un derecho por parte de la empresa privada. Es conveniente que el monto de dicho pago sea suficiente



Conceptos Básicos Principales Características

para cubrir los costos de supervisión y control exclusivamente (en caso de que estos sean erogados por el concedente o contratante) de tal manera que se evite en lo posible impactar el nivel tarifario.

Las fuentes de recursos financieros para proyectos de agua pueden ser múltiples y variados, a continuación se listan los principales:

- Generación Interna de Caja
- Capital privado, capital de Riesgo Finfra
- Crédito nacional y extranjero (Banobras, Nafin, Banca de primer piso, Bandan, IFC, BID, Eximbank, etc.)
- Capital subordinado del Finfra
- Subsidios vía Apazu

Dado que estos proyectos, particularmente en el caso de inversiones en infraestructura tienen recuperación a largo plazo, será conveniente estructurar un esquema de financiamiento que incluya un periodo de amortización largo (cuando menos 12 años) y la mejor tasa de interés existente en el mercado. Por otro lado, para evitar apalancamiento excesivo, se deberá definir una relación adecuada de deuda/capital.

En caso de utilizarse aportaciones de capital subordinado del Finfra, los términos en que se otorgará dicho financiamiento deberán ser publicados como parte de las bases de licitación del proyecto. Para el capital de riesgo del Finfra, los términos podrán establecerse en las bases de licitación o de acuerdo con los requerimientos financieros del ganador de la licitación, según lo determine el Comité Técnico de FINFRA.

Existencia del Ente Regulador:

Es necesario que exista un Ente Regulador que norme las relaciones entre el Contratante, la empresa privada y los usuarios, protegiendo los intereses legítimos de todos ellos. En este sentido, se recomienda el establecimiento de un ente regulador estatal, autónomo y dotado de autoridad, cuyos miembros sean ciudadanos independientes y distinguidos, ajenos tanto a los intereses particulares de las partes como a los cambios político-electorales, pero al mismo tiempo conocedores de las condiciones sociales, culturales y jurídicas que existen en el ámbito de influencia del ente Regulador. Dicho organismo tendrá como objetivo fundamental la supervisión, control y seguimiento del contrato/concesión, el asegurar la calidad de los servicios, la protección de los intereses de la comunidad, el análisis de posibles incrementos tarifarios, así como el análisis de la posible revocación. Los procedimientos de supervisión y control deberán ser tales que aseguren al Contratante que se está cumpliendo con los aspectos fundamentales a que la empresa se ha comprometido mediante la firma del contrato o título de concesión, pero sin coartar la capacidad y libertad de la empresa privada en el desarrollo de los compromisos adquiridos. De acuerdo con las condiciones del marco jurídico vigente, es imprescindible que el municipio responsable de los servicios, acepte formal y explícitamente la existencia y funciones del Ente Regulador.



Conceptos Básicos Principales Características

- Política Tarifaria:** En el caso de contratos de servicios, será responsabilidad del contratante pagar al contratista la contraprestación acordada en los tiempos establecidos en el contrato. Para el caso de concesiones se recomienda establecer un nivel tarifario que garantice en el corto plazo la sanidad financiera del sistema en su conjunto, tomando en cuenta los costos reales del servicio y los beneficios que se deriven del incremento en la eficiencia del sistema, así como la capacidad de pago real de la población. Cuando sea el caso, deberá tomarse en cuenta el efecto de los subsidios que puedan considerarse como firmes. La tarifa o monto de la contraprestación, en su caso, deberá ser actualizada con base en las variaciones de precios de cada uno de los componentes de costos. El dictamen de aprobación de la actualización de tarifas o contraprestación estará a cargo del ente regulador del contrato/concesión, normalmente previa solicitud de la empresa privada. En caso de financiamiento en dólares, el riesgo cambiario deberá ser asumido por la empresa privada; sin embargo, ante variaciones fuerte no previstas de la paridad del peso con respecto al dólar, conviene que exista el compromiso de ambas partes de efectuar una revisión a los términos y condiciones de contratación.
- Manejo del Personal:** Se sugiere que previo al inicio del contrato/concesión la autoridad contratante liquide al personal a su cargo. La empresa privada adquirirá el compromiso de contratar nuevamente al personal que desee hacerlo bajo la nueva relación laboral. Este procedimiento tiene la ventaja de que la empresa privada tendrá una relación más directa con sus empleados y le permitirá lograr con mayor facilidad el nivel de productividad comprometido. Al término de la vigencia del contrato/título de concesión, la empresa privada debe comprometerse a liquidar al personal y transferirlos libres de pasivos laborales al contratante. En el caso de contratos de servicios deben evitarse en lo posible esquemas en los cuales la empresa privada proporciona algún personal directivo, quedando el resto del personal en la nómina del organismo operador público.
- Manejo de Pasivos:** En lo posible, es recomendable que la empresa privada no asuma pasivos a cargo del contratante. En general, las instituciones financieras no están dispuestas a otorgar créditos que sean destinados a cubrir pasivos existentes. Por otra parte, el hacer que la empresa privada asuma pasivos tendría el efecto de tener que efectuar incrementos tarifarios para cubrir la amortización de capital y el costo financiero respectivo.
- Facultades de la Empresa Privada de suspender el Servicio a los Usuarios morosos** Es recomendable que la empresa privada tenga la facultad de suspender el servicio a usuarios morosos, ya sea a nombre de la autoridad competente en el caso de contratos o por sí misma en el caso de concesiones; lo anterior, como un elemento indispensable para asegurar el cumplimiento de las metas de incremento en la eficiencia comercial.
- Garantías:** Con la finalidad de diseñar un esquema de contratación financiable y que minimice los riesgos inherentes a este tipo de proyectos, normalmente será necesario que los participantes otorguen las siguientes garantías:

Conceptos Básicos Principales Características

Por parte de la empresa privada:

- Fianza para cubrir el incumplimiento en la etapa de adjudicación y de operación del proyecto;
- Fianza para cubrir las penalidades y sanciones, en caso de incumplimiento con respecto a la calidad, nivel de eficiencia y cobertura de los servicios;
- Fianza para cubrir las penalidades, en caso de incumplimiento en las inversiones comprometidas.

Por parte del Contratante/Concedente:

- Por incumplimiento en la actualización e incremento de tarifas, en el caso de concesión;
- Por incumplimiento de pago de la contraprestación en favor de la empresa privada (en caso de CPS);
- De recuperación de la inversión no amortizada, en caso de rescisión/ revocación de contrato y título de concesión por causa imputable o no imputable a la empresa privada;
- Para cubrir déficit derivado de que la empresa privada no pueda suspender el servicio a usuarios morosos por causa imputable al contratante/concedente

Figura del Fideicomiso:

Es muy importante para dar transparencia al manejo de los recursos, que exista la figura jurídica del fideicomiso, el cual deberá tener una definición clara de sus fines y de prelación de pagos. Esta última deberá asegurar, en primera instancia, la operación del sistema y el pago de los compromisos financieros adquiridos. En caso de utilizarse recursos vía Finfra, el fideicomiso deberá cumplir con los términos y condiciones que se deriven de las reglas de operación de dicho fondo.

Rescisión del Contrato o Revocación del título de Concesión:

Normalmente es inaceptable para las instituciones financieras que el contratante o concedente tenga la facultad de poder rescindir/revocar el contrato/título de manera unilateral. La recomendación final de rescisión/revocación deberá estar a cargo del Ente Regulador, a solicitud del contratante o del contratista y previo análisis del Ente Regulador. Los documentos de contratación deberán contener las causales de rescisión de contrato o revocación de la concesión y los cursos de acción a seguir para cada una de estas causales. Cabe mencionar que en caso de rescisión de contrato o revocación de concesión, la autoridad contratante/concedente deberá asumir la responsabilidad de pagar los compromisos financieros adquiridos por la empresa privada en la ejecución de obras comprobablemente ejecutadas, aplicando las penalidades correspondientes en caso de rescisión/revocación por causa imputable al contratista/concesionario. En caso de rescisión/revocación por causa no imputable a la empresa privada, el Contratante/Concedente normalmente se obliga además a recompensar a la empresa por los daños causados, incluyendo, en su caso, la utilidad no ejercida.

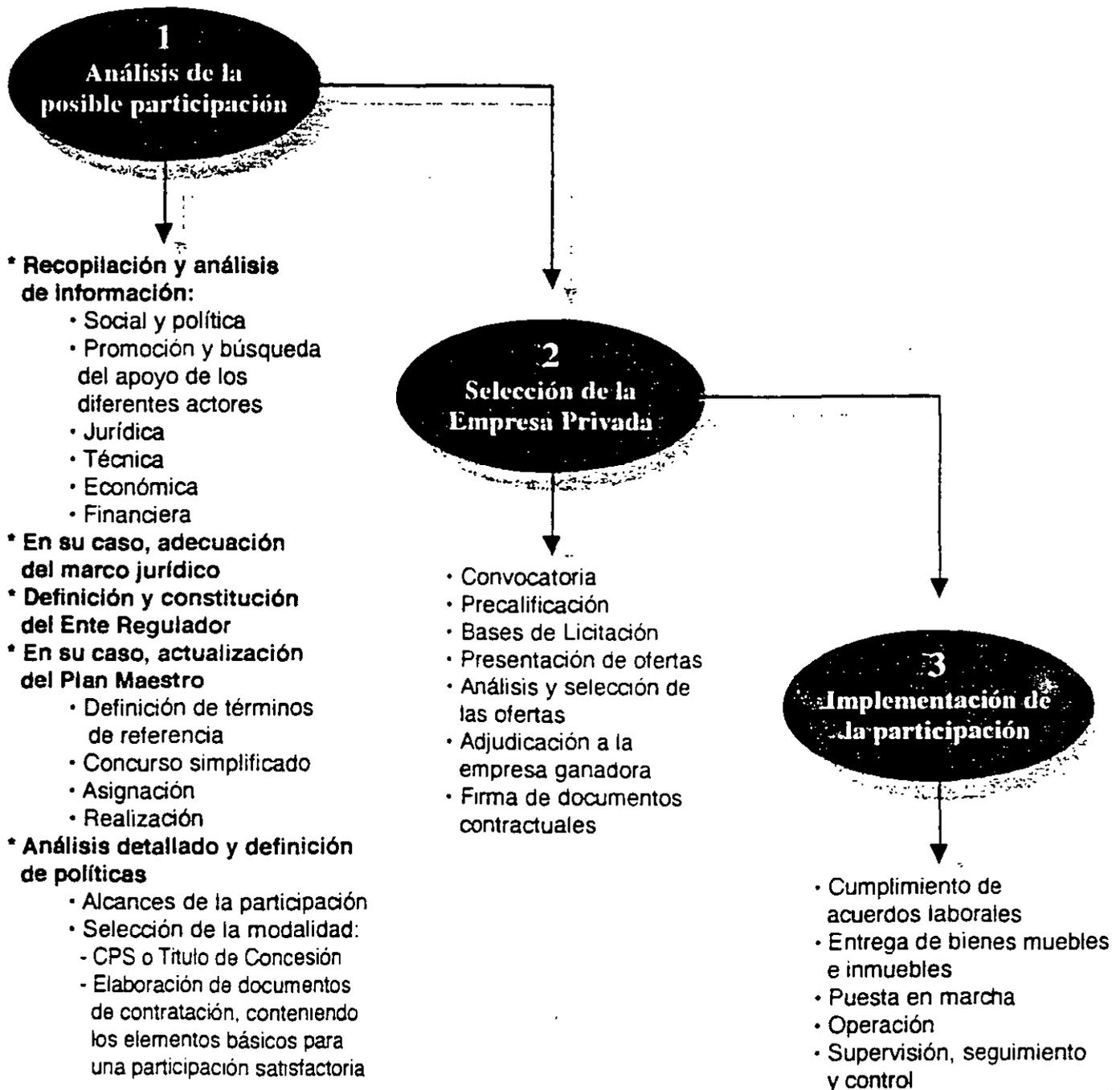
Conceptos Básicos Principales Características

Propiedad de los Bienes: Con la finalidad de evitar conflictos futuros por la propiedad de los bienes que integran en la actualidad y que integren en el futuro la infraestructura del sistema en su conjunto, es conveniente definir con claridad en el contrato/título lo que se conceptúa como infraestructura y quien es el propietario. En este sentido, el contratante o concedente mantiene la propiedad de la infraestructura existente y le da desecho de uso al contratista/concesionario, transmitiéndole también el derecho de utilizar el agua para los fines acordados.

Riesgo de Caso Fortuito y Fuerza Mayor: Deberá incluirse una definición clara de lo que se entiende por caso fortuito y fuerza mayor y las acciones a seguir en caso de darse cualquiera de estas dos eventualidades, en particular sobre la reanudación del servicio, en su caso, sobre la terminación anticipada del contrato/título de concesión, pago y destino de las indemnizaciones de los seguros, pago y destino de la inversión y los financiamientos, entre otros.



Con la finalidad de mostrar el proceso para la instrumentación de la participación privada en la administración integral de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, a continuación se incluye un diagrama que muestra los tres pasos básicos que se recomienda utilizar. El primero, se relaciona con la etapa de análisis y de determinación de las posibilidades reales de participación privada, el segundo con el proceso de selección de la empresa privada que se encargaría de la prestación de los servicios y el tercero que se refiere a la etapa de implementación, seguimiento y control.





PARTICIPACION PRIVADA EN LA PRESTACION DE LOS SERVICIOS CUADRO COMPARATIVO DE CARACTERISTICAS CONTRACTUALES BASICAS

¿Qué se le pediría hacer a la empresa ganadora?

CONTRATO DE PRESTACION (10 a 15 años)	PROCESO Contrato de 3 a 5 años + Concesión a 20 años	CONCESION Concesión inmediata (20 a 30 años)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Gestión del sistema como contratista 2. Financiamiento y ejecución del Programa de Consolidación 	<ol style="list-style-type: none"> 1. En la primera fase: Gestión del sistema, como contratista y futuro concesionario 2. Financiamiento y ejecución del Programa de Consolidación 3. En 2a fase: Prestación directa del servicio concesionado e inversión 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prestación directa del servicio concesionado e inversión 2. Financiamiento y ejecución del Programa de Consolidación

Nota: De preferencia los trabajos de ampliación y rehabilitación se concursarán por separado

¿Cuál sería el criterio de selección?

Ganará la empresa que cumpliendo las condiciones propuestas ofrezca el menor costo anual de operación del sistema y del Programa de Consolidación (Valor Presente)	Ganará la empresa que cumpliendo las condiciones propuestas conduzca al menor costo del servicio a los usuarios a lo largo de la vigencia del contrato o título. (Valor presente)
--	---

¿Qué información se le proporcionará a las empresas?

Información lo más precisa posible del sistema físico, operativo, comercial y financiero, así como las proyecciones de población y demanda de agua, entre otros elementos

¿Qué información básica deberán proporcionar los licitantes?

<ol style="list-style-type: none"> 1. Costo anual de operación y del programa de consolidación. 2. Distribución anual de las inversiones del Programa de Consolidación 3. Corriente de ingresos y egresos previstos para el periodo de contratación. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tarifa media propuesta. 2. Distribución anual de las inversiones del Programa de Consolidación. 3. Programa de inversión en expansión de los sistemas 4. Corriente de ingresos y egresos previstos para todo el periodo de vigencia 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tarifa media propuesta. 2. Distribución anual de las inversiones del Programa de Consolidación. 3. Programa de inversión en expansión de los sistemas 4. Corriente de ingresos y egresos previstos para todo el periodo de vigencia
---	---	---

Niveles de servicio mínimos requeridos para el periodo, con esquemas de estímulos (premios y penalizaciones) asociados



Cláusulas	Contrato de Prestación de Servicios	Concesión
OBJETO DEL CONTRATO	<ol style="list-style-type: none"> 1. La contratación para la prestación del servicio de agua potable, alcantarillado y saneamiento, que implica asumir el funcionamiento de los subsistemas de planeación, operativo, comercial, administrativo, contable y financiero, sin que exista relación jurídica y comercial con el usuario. 2. El financiamiento y ejecución de las acciones necesarias para la consolidación. 3. En el contrato estricto de prestación de servicios las obras de ampliación y rehabilitación son a cargo del Contratante. El contrato puede sin embargo, también incluir el financiamiento y construcción de infraestructura a cargo del contratista. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. La concesión para la prestación del servicio de agua potable alcantarillado y saneamiento, que implica asumir el funcionamiento de los subsistemas de planeación, operativo, comercial, administrativo, contable y financiero, existiendo relación jurídica y comercial directa con el usuario. 2. El financiamiento y construcción de obras e instalaciones necesarias para la consolidación. 3. El financiamiento y construcción de las obras de ampliación y rehabilitación
AMBITO DE LA PRESTACION DEL SERVICIO	<p>Los servicios comprenden parte de los municipio de: _____ Los límites que defina la autoridad contratante/concedente.</p>	
VIGENCIA	<p>Plazo del contrato de prestación de servicio y del título de concesión de entre 10 a 30 años, prorrogables a discreción absoluta del municipio.</p>	
FACULTADES DEL ENTE REGULADOR	<p>El Ente Regulador normará las relaciones entre el Contratante/Concedente, la empresa privada y usuarios, protegiendo los intereses legítimos de todos ellos y operará a petición de alguna de las partes. Sus facultades serán las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resolver controversias no resueltas que se presenten entre las partes; • Realizar un eficaz control y verificación de los trabajos del contratista/ concesionario; • Vigilar el cumplimiento de las obligaciones contractuales; • Dictaminar sobre los planes de inversión, tarifas, cambios en propiedad, organización financiera, etc.; • Aplicar sanciones a la empresa por incumplimiento de sus obligaciones; • Resolver conflictos entre usuarios, el municipio y la empresa; • Dictaminar sobre las penalidades aplicables y la posible rescisión del contrato o revocación del título de concesión; • Emitir reglas y procedimientos internos; • Ser receptor directo de quejas a los usuarios; • Informar sistemáticamente al concedente/contratante de la calidad del servicio. <p>Por las condiciones del marco jurídico vigente, es imprescindible que el municipio, responsable de los servicios, acepte formal y explícitamente la existencia y funciones del Ente Regulador.</p>	



Cláusulas

Contrato de Prestación de Servicios

Concesión

REGIMEN JURIDICO DE LA INFRAESTRUCTURA

Deberá quedar debidamente especificada la inalienabilidad de los bienes que, siendo de dominio público, son y serán indispensables para garantizar la continuidad del servicio y, por ende, que la empresa privada no podrá enagenarlos ni comprometerlos como garantía de crédito, sino tan sólo usarlos, administrarlos, operarlos y conservarlos. Con respecto a la infraestructura y equipo que incorpore la empresa privada en el futuro, se recomienda que exista una definición clara de la propiedad de los mismos.

CONDICIONES DE LA PRESTACION DE LOS SERVICIOS

Se detallará en los anexos, los niveles de servicio que, como mínimo deberá cumplir la empresa respecto a la calidad, continuidad, presión del agua entregada, eficiencia operativa y comercial, entre otros; fijándose sanciones y penalidades en caso de incumplimiento, conforme a la clase y magnitud de la falla. Para estimular la mejor gestión de la empresa, en algunos casos, como por ejemplo la eficiencia de cobranza, podrán establecerse participaciones adicionales sobre la recaudación.

Se detallará en los anexos, los niveles de servicio que, como mínimo deberá cumplir la empresa respecto a la calidad, continuidad, presión del agua entregada, eficiencia operativa y comercial, entre otros, fijándose sanciones y penalidades en caso de incumplimiento, conforme a la clase y magnitud de la falla.

MONTO DE LA CONTRAPRESTACION

El Contratante pagará a la empresa:

1. Una contraprestación que cubrirá los costos de operación, conservación y mantenimiento del sistema de agua potable, alcantarillado y saneamiento (servicios permanentes).
2. Un cargo que cubrirá la amortización y los intereses, por las inversiones hechas por el Prestador para la consolidación del sistema, y en su caso, por otras inversiones (contrato de servicios con inversión en infraestructura)
3. El IVA, en su caso.

El Concesionario cobrará al usuario una tarifa que cubra:

1. Los costos de operación, conservación y mantenimiento de la red incluyendo la reposición de equipo, líneas, tanques, y trabajos de obra civil necesarios para continuar prestando el servicio.
 2. Los indirectos de operación del sistema.
 3. El servicio de la deuda y la recuperación del capital invertido y el rendimiento justo del mismo.
 4. Los derechos que deba pagar al Organismo por la concesión.
 5. Los derechos de extracción que deberá pagar a la CNA (extracción y descarga en su caso).
 6. El IVA, en su caso.
- Estas tarifas se revisarán periódicamente.



Cláusulas

REVISIONES FUTURAS AL MONTOS DE LA CONTRAPRESTACION

Contrato de Prestación de Servicios

Se establecerán fórmulas para el ajuste de la contraprestación con las siguientes reglas:

1. El costo de la mano de obra (revisiones salariales).
2. El índice nacional de precios al consumidor.
3. El costo de la energía eléctrica.
4. El costo de maquinaria y materiales.
5. El costo de los derechos por extracción y de descarga de agua, en su caso.
6. El costo indirecto de operación del sistema.
7. Las variaciones en las tasas de interés de los créditos.
8. Por variaciones significativas en aspectos como: cambios no previstos en la demanda, necesidades adicionales de obras de infraestructura, en su caso cambios en la normatividad aplicable, variaciones justificadas en los costos, incluyendo las tasas de interés de los financiamientos, variaciones en el tipo de cambio cuando parte o la totalidad de la propuesta ganadora fuera en dólares, existencia de casos fortuitos y de fuerza mayor, y falta de aportación de los subsidios comprometidos, entre otros.
9. Respecto al pago por la ejecución del programa de consolidación se escalará:
 - Conforme a los índices arriba citados, durante el periodo de ejecución del programa, y
 - Conforme a la variación de tasas de financiamiento, durante el periodo de amortización.
 - La inversión valuada en dólares no se escala.

Se deberá disponer de un modelo de evaluación el cual incluya las relaciones entre cada una de las variables, determine el nivel de tarifas correspondiente y permita efectuar revisiones ante las variaciones de los indicadores señalados.

Concesión

Las tarifas se ajustarán periódicamente en función de índices por:

1. El costo de la mano de obra (revisiones salariales).
2. El índice nacional de precios al consumidor.
3. El costo de la energía eléctrica.
4. El costo de maquinaria y materiales.
5. El costo de los derechos por extracción de agua.
6. El costo de indirectos de operación del sistema.
7. Las variaciones en las tasas de interés de los créditos contratados.
8. Por variaciones significativas en conceptos como: cambios no previstos en la demanda, necesidades adicionales de obras de infraestructura, en su caso cambios en la normatividad aplicable, variaciones justificadas en los costos, incluyendo las tasas de interés de los financiamientos, variaciones en el tipo de cambio cuando parte o la totalidad de la propuesta ganadora fuera en dólares, existencia de casos fortuitos y de fuerza mayor, y falta de aportación de los subsidios comprometidos, entre otros.

Se deberá establecer la proporción que cada elemento del costo representa de la tarifa total.

El Organismo deberá cubrir lo que resulte de un atraso en la autorización de la tarifa previamente acordada. Se deberá disponer de un modelo de evaluación, el cual incluya las relaciones entre cada una de las variables, determine el nivel de tarifas correspondiente y permita efectuar revisiones ante las variaciones indicadas.



Cláusulas	Contrato de Prestación de Servicios	Concesión
ESTIMULOS ADICIONALES A LA CONTRAPRESTACION	El Prestador podrá recibir incentivos por el incremento en sus logros, respecto a los mínimos que se hayan pactado, en rubros tales como: facturación, cobranza, eficiencia en el uso de agua, etc.	El Concesionario podrá recibir un incentivo adicional a su utilidad por incrementar la eficiencia en el uso del agua que permita retrasar inversiones futuras.
DERECHOS POR LA CONCESION	No hay.	El Concesionario podrá pagar al concedente por concepto de derechos por la concesión, un importe fijado de común acuerdo entre las partes, procurando que éste importe no impacte seriamente las tarifas
FIDEICOMISO	El fideicomiso se encargará de: <ol style="list-style-type: none"> 1. Recibir la cobranza. 2. Pagar al Prestador su contraprestación. 3. Pagar los créditos que se hayan contratado. 4. Crear las reservas para proyectos de ampliación y rehabilitación. 5. Entregar los remanentes al Contratante. 	El fideicomiso se encargará de: <ol style="list-style-type: none"> 1. Recibir la cobranza. 2. Pagar los créditos contratados. 3. Crear las reservas acordadas para sustitución de equipos o bien para proyectos futuros. 4. Pagar a la CNA los derechos de explotación y de descarga. 5. Retener los derechos por la concesión 6. Entregar los remanentes al Concesionario.
FORMA DE PAGO	Conforme a: <ol style="list-style-type: none"> 1. La operación y mantenimiento del sistema se pagará mensualmente en pesos. 2. El cargo correspondiente al programa de Consolidación o de inversión, en su caso, se cubrirá en un período de ____ años con intereses sobre saldos insolutos en pesos y en dólares según la oferta (pagadera en pesos al tipo de cambio vigente en el momento del pago). 	Mediante la cobranza que efectúe el Concesionario por los servicios de agua de acuerdo a la tarifa autorizada. El remanente de la cobranza que el fideicomiso entregue al Concesionario.
LUGAR DEL PAGO	A través del Fideicomiso en pesos	



Cláusulas

PENAS CONVENCIONALES

Contrato de Prestación de Servicios

Se aplicarán penas convencionales por las siguientes causas:

1. Atrasos en la terminación de las acciones e inversiones para la consolidación del sistema y para la ampliación del mismo, en su caso.
2. Incumplimiento en la tasa de crecimiento de facturación establecida.
3. Incumplimiento en la tasa de incremento en la eficiencia del uso del agua establecida.
4. Incumplimiento en la calidad del agua suministrada a los usuarios por sus características físico químicas y bacteriológicas establecidas, o en la calidad de las aguas residuales tratadas.
5. Incumplimiento por la calidad del servicio a los usuarios en cuanto a presión en el sistema.
6. Incumplimiento por la calidad del servicio a los usuarios en cuanto a continuidad.
7. Otros incumplimientos como en los programas de actualización del padrón de usuarios, informes al contratante, atención a clientes etc.

Concesión

Se podrán aplicar las siguientes penas convencionales:

1. Incumplimiento en el incremento comprometido para la cobertura de los servicios
2. Otros incumplimientos como mantenimiento del padrón de usuario, informes al concedente, atención a clientes etc.
3. Incumplimiento en el programa de incremento en la eficiencia del uso del agua establecida.
4. Incumplimiento en la calidad del agua suministrada a los usuarios por sus características físico químicas y bacteriológicas comprometida, y en la calidad de las aguas residuales tratadas.
5. Incumplimiento de la calidad del servicio a los usuarios en cuanto a presión en el sistema.
6. Incumplimiento por la calidad del servicio a los usuarios en cuanto a continuidad.
7. Incumplimiento del programa de inversiones con estudio.

OBLIGACIONES Y FACULTADES DEL CONTRATANTE O CONCEDENTE

1. Pagar al contratista por la prestación del servicio.
2. Liquidar al personal, previo al inicio del contrato.
3. Promover a solicitud del contratista las expropiaciones y actos de autoridad requeridos.
4. Guardar confidencialidad respecto a la información técnica del contratista.
5. Proporcionar al contratista los planos existentes de infraestructura y apoyarlo en los trámites de otros que se requieran.
6. Acceso al contratante a documentos e instalaciones sin limitación alguna incluyendo las de carácter financiero.

1. Promover la autorización de las tarifas acordadas.
2. Liquidar al personal, previo al inicio del contrato.
3. Guardar confidencialidad respecto a la información técnica del Concesionario.
4. Promover a solicitud del Concesionario las expropiaciones y actos de autoridad requeridos.
5. Proporcionar al Concesionario los planos existentes de infraestructura y apoyarlo en los trámites para obtener otros que se requieran.



Cláusulas

Contrato de Prestación de Servicios

Concesión

OBLIGACIONES Y FACULTADES DEL CONTRATANTE O CONCEDENTE Continuación...

7. Fijar la normatividad técnica de los servicios.
8. Asumir temporalmente la dirección en la prestación total o parcial de los servicios, cuando exista deficiencia por el contratista o en los casos de excepción que prevea el contrato.
9. Revisar los análisis financieros y de costos que entregue el contratista.
10. Establecer una garantía que cubra daños y perjuicios al contratista por incumplimiento en el pago oportuno de la contraprestación.
11. En su caso, aprobar el programa de inversiones a cargo del contratista.
12. Revisar los análisis financieros y de costos para, en su caso, modificar el monto de la contraprestación.

OBLIGACIONES Y FACULTADES DEL CONTRATISTA/ CONCESIONARIO

1. Realizar las actividades requeridas para la eficiente prestación del servicio, cumpliendo con todas las disposiciones legales concernientes.
2. Suministrar el agua a los usuarios con la calidad, continuidad, presión especificadas o concertadas.
3. En cuanto a las aguas residuales, entregarlas bajo las condiciones establecidas por las normas vigentes.
4. Incrementar la eficiencia operativa del sistema.
5. Establecer un servicio permanente de localización y reparación de fugas en el sistema, y fallas en alcantarillado. Destinar el agua tratada no comprometida a los usos que le indique el contratante.
6. Mantener en condiciones de funcionamiento los medidores, realizar su lectura y facturación regular.
7. Abastecer con pipas cuando se requiera.

6. Acceso al concedente a documentos e instalaciones sin limitación alguna incluyendo los de carácter financiero.
7. Fijar la normatividad técnica de los servicios.
8. Asumir temporalmente la conducción en la prestación total o parcial de los servicios, cuando exista deficiencia por el Concesionario o en los casos de excepción que prevea el contrato.
9. Establecer una garantía que cubra daños y perjuicios al Concesionario por incumplimiento en la actualización e incremento de la tarifa.

Obligaciones y facultades similares a las enunciadas para el CPS. Se recomienda considerar adicionalmente:

1. Formalizar contratos con los usuarios en términos que se acuerden con el concedente.
2. Cobrar las tarifas autorizadas por los servicios.
3. Pagar al concedente, a través del fideicomiso, los derechos por la concesión.
4. Pagar a la CNA, a través del fideicomiso, los derechos por extracción y de descarga de agua.
5. Liquidar al personal al término de la concesión.



Cláusulas

OBLIGACIONES Y FACULTADES DEL CONTRATISTA/ CONCESIONARIO ...continuación

Contrato de Prestación de Servicios

8. Mantener actualizados los planos de infraestructura e información técnica.
9. Capacitar y adiestrar en la gestión de los servicios al personal que le señale el contratante en el número que se acuerde, de modo de que pueda asumir en cualquier tiempo la administración del sistema.
10. Denunciar ante las autoridades los actos de terceros que causen perjuicios a la infraestructura o servicios.
11. Proponer con la anticipación debida las modificaciones al régimen de contraprestación o a cualquier aspecto relacionado con la prestación de los servicios.
12. Suspender temporalmente los servicios en los casos previstos en el contrato.
13. Llevar a cabo la cobranza a nombre del contratante.
14. Restringir previa, autorización del contratante, la prestación de los servicios por falta de pago y previa notificación.
15. No interrumpir la prestación de los servicios, salvo casos fortuitos o causas de fuerza mayor.
16. Conservar en buen estado los bienes requeridos para el desarrollo de los servicios a lo largo de la vigencia del contrato.
17. Cubrir las indemnizaciones por daños a terceros, siempre que sean atribuibles al contratista.
18. Informar oportunamente al contratista, cualquier evento que pueda poner en riesgo la continuidad del servicio.
19. Constituir fianza para garantizar sus obligaciones, la cual estará vigente durante todo el plazo del contrato.
20. Liquidar al personal al término del contrato.

Concesión

**Cláusulas****Contrato de Prestación de Servicios****Concesión****RESCISION DEL
CONTRATO O
REVOCACION DEL
TITULO DE
CONCESION**

Ambas partes tendrán derecho a rescindir/revocar el contrato/concesión, pero en ningún momento ésta podrá ser unilateral. Ante la eventualidad de una posible rescisión/revocación la parte solicitante deberá someter a consideración del ente regulador la solicitud, quién tendrá la facultad de dictaminar respecto a la misma.

Las principales causales de rescisión/revocación de contrato/título de concesión serán:

- Incumplimiento grave, imputable, reiterado y probado del contratista/concesionario, respecto de sus obligaciones.
- Quiebra o suspensión de pagos del contratista/concesionario.
- Si el contratista/concesionario pierde la capacidad o carece de los elementos técnicos, materiales y financieros para la prestación del servicio.
- En los casos en que se demuestre que el contratista/concesionario no mantiene los bienes e instalaciones en buen estado, o si éstos sufren deterioro por su negligencia, descuido o mala fe.
- Cuando el contratista/concesionario no otorgue o no mantenga vigente la garantía que le corresponde de acuerdo con el contrato/título de concesión.
- Cuando transmita el contratista/concesionario, bajo cualquier título, los derechos u obligaciones derivados de contrato/título de concesión en favor de terceros autorización del contratante/concedente.



La problemática que representa el proporcionar los servicios -de agua potable, alcantarillado y saneamiento- a una población que crece a un ritmo mayor del que pueden hacerlo los niveles de cobertura, ha generado -desde hace algunos años- un cambio en las políticas del subsector; la mayor intervención de los sectores privado y social en la prestación de los servicios públicos, así como el impulso hacia una economía de mercado son, hoy día, tendencias que se reflejan en el marco legislativo nacional e internacional.

En nuestro país, la participación de la iniciativa privada en la prestación de los servicios es aún incipiente y requiere -con base en las experiencias recientes- de crear algunas condiciones para garantizar su desarrollo exitoso.

Los empresarios necesitan autonomía gerencial y certidumbre jurídica, aspectos que se pueden lograr mediante el establecimiento preciso -en términos contractuales claros- de las metas que deben alcanzar y las restricciones que van a enfrentar. Los sectores público y social, por otra parte, requieren asegurarse ante la posibilidad de abusos derivados del poder monopólico que representa la administración del agua.

Estas consideraciones han llevado a reconocer la importancia que tiene un marco legal -y regulatorio- claro, justo y estable, en la protección de los derechos, tanto de los usuarios como de los inversionistas.

En este documento se presentan, a grandes rasgos, los antecedentes que justifican el desarrollo de un marco regulatorio y las características que debe tener un ente regulador (con base en un análisis de casos nacionales e internacionales y de su adecuación al marco de referencia nacional), su estructura, organización y facultades, así como los mecanismos específicos de los que debe disponer para el cumplimiento de su función.

1. ¿Es necesaria la regulación?

Cuando un bien se encuentra en un mercado competitivo, es este el que se encarga de regular su precio y calidad. Sin embargo, en el caso de algunos bienes (entre ellos el agua), las condiciones que se presentan son distintas.

1. Requiere grandes inversiones de capital e implica periodos de retorno de capital mucho más largos que otros sectores de la infraestructura, lo que constituye una barrera de entrada.
2. Las economías de escala provocan que sea mejor que el bien sea abastecido por una sola empresa que por varias. No es económico duplicar las redes de agua potable y alcantarillado en una ciudad, hacerlo implicaría inversiones insostenibles; por lo tanto, es difícil lograr competencia directa. Esto provoca que:
 - Existan muchos compradores pero un solo vendedor, lo que implica un posible control unilateral del precio.
 - No existan bienes sustitutos cercanos. Los consumidores son cautivos, no pueden seleccionar a otra empresa para abastecerse, ni dejar de consumir el agua.
3. Tiene importantes externalidades¹, particularmente las que se refieren a la salud pública y el medio ambiente.

¹ externalidad se presenta cuando las acciones de algún individuo afectan directa o indirectamente a otros



La presencia de algunas de estas condiciones se consideran suficientes para justificar la intervención del Estado en tratar de corregirlas. La teoría ahonda sobre los abusos que pueden derivar de una posición dominante.

En cualquier caso la justificación de la regulación, surge a partir de la posición asimétrica en que se encuentran el proveedor y los consumidores. Por lo tanto, podemos afirmar que la regulación es necesaria en el subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento.

La regulación es necesaria porque:

- Protege al consumidor, de posibles abusos del poder monopolístico como alzas indiscriminadas de precios, selectividad en la provisión de los servicios.
- Protege al inversionista, al brindarle certidumbre jurídica.
- Protege a la empresa privada, al brindarle autonomía gerencial bajo reglas preestablecidas.
- Protege el interés del sector público, al encontrar un balance entre los intereses contradictorios de los distintos actores; provisión de los servicios, generación de utilidades, eficiencia en la asignación de los recursos, etc.

Además, se protege la noción de competencia al plantear las formas y momento la misma.

2. Concepto

La regulación es necesaria, pero ¿qué debemos entender por regulación?

Regulación en su "nuevo concepto" es:

- Reproducir las condiciones del mercado competitivo.
- Promover, inducir condiciones que fomenten el logro de metas preestablecidas.
- No intervenir en la autonomía de gestión de las empresas.
- Proveer la flexibilidad necesaria para responder a condiciones cambiantes.

3. Elementos esenciales para el diseño del ente regulador

Algunos aspectos que podemos considerar como punto de partida en el diseño del marco regulatorio son los siguientes.

1. Se recomienda la constitución de un ente regulador para la participación privada, cuando ésta se dé en forma de concesiones, de contratos integrales de servicios (con riesgo comercial y de inversiones) o de contratos bajo el esquema Build-Oper-Transfer (BOT).

2. Para cumplir sus objetivos, el ente regulador debe reunir algunas características mediante la atención a las mejores prácticas en regulación.



Objetivos	Características	Mejores prácticas de regulación
<p>Proteger al consumidor, de posibles abusos del poder monopolístico como alzas indiscriminadas de precios, selectividad en la provisión de los servicios.</p>	Autonomía	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los sistemas reguladores deben crearse con suficiente anticipación al inicio de cualquier proceso de participación privada, de forma tal que vaya creando un historial y subsanando deficiencias operativas. 2. Deben regirse por normas impersonales y directas, claramente definidas, técnicamente coherentes con las capacidades administrativas y comprensibles para todos los involucrados. 3. Deben diseñarse previendo cierta capacidad de adaptación ante condiciones cambiantes. 4. Deben ser instituciones públicas autónomas y los nombramientos de su junta directiva deben hacerse escalonadamente para no coincidir con ciclos políticos.
<p>Proteger al inversionista, al brindarle certidumbre jurídica.</p>	Autoridad	<ol style="list-style-type: none"> 5. El personal debe estar técnicamente calificado, muy bien pagado (en relación con el sector que debe regular) y una vez terminada su función debe tener prohibición de trabajar en la empresa regulada durante un tiempo.
<p>Proteger a la empresa privada, al brindarle autonomía gerencial bajo reglas preestablecidas.</p>	Continuidad	<ol style="list-style-type: none"> 6. Debe contar con fluidos canales de comunicación para con el sector que regula, pero reservarse al mismo tiempo la última palabra en decisiones de regulación. 7. La transparencia en su accionar es fundamental en la confianza y respaldo que le otorguen los usuarios.
<p>Proteger el interés del sector público, encontrando un balance entre los intereses contradictorios de los distintos actores.</p>	Credibilidad <ul style="list-style-type: none"> • <i>Transparencia</i> • <i>Imparcialidad</i> • <i>Representatividad</i> • <i>Capacidad técnica</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 8. La información debe ser accesible para el regulador, el público y la empresa regulada; la información además no debe estar "manipulada", debe establecerse un catálogo de cuentas y conceptos estándar para todos los involucrados. 9. Es preciso crear un marco legal que reconozca al ente regulador como la autoridad que resolverá en casos de desacuerdo entre concedente y/o concesionario y/o usuarios
<p>Proteger la noción de competencia, al plantear los momentos y formas de la misma.</p>		<ol style="list-style-type: none"> 10. El regulador debe disponer de un conjunto de sanciones claras, prácticas y de severidad creciente en caso de incumplimiento de la empresa o del concedente. 11. La revisión oficial del marco regulatorio en los diversos servicios públicos debe realizarse a lo largo de un período amplio. 12. El proceso de regulación debe ser imparcial y justo para todos, e incluir mecanismos para incorporar las opiniones y/o los representantes de todos los actores.

Lecciones de la experiencia...

"La efectividad final de los entes de regulación depende en gran medida de su autonomía respecto de los concesionarios y de los funcionarios políticos, de su credibilidad ante la sociedad y de los dispositivos de seguimiento aplicados" (Azpiazu & Vispo, 1994).



4. Nivel de gobierno en el que conviene establecer al ente regulador

El establecimiento de un ente regulador en cualquiera de los niveles de gobierno (o de un ente regional) tiene implicaciones que deben analizarse antes de tomar una decisión.

Nivel	Implicaciones/Consideraciones
<i>Federal</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Requeriría una modificación a la Constitución que otorga autonomía a los municipios (o a los estados) en la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado. • Por otro lado, el ente regulador tendría poca capacidad efectiva de regulación ante la necesidad de dar seguimiento a muchos municipios. • Finalmente, la tendencia general es inversa, hacia la descentralización.
<i>Municipal</i>	<ul style="list-style-type: none"> • La mayoría de los municipios del país no cuentan con la capacidad de gestión adecuada, sería aún más difícil que pudieran constituir un ente regulador. • Colocarla a la autoridad municipal como juez y parte, lo que puede implicar un sesgo en las decisiones. • La tecnoestructura que se requeriría, implica una gran cantidad de recursos. • La coordinación de la misma sería sumamente complicada, dado el número de entes que se crearían.
<i>Regional (por cuenca)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Implicaría también un cambio constitucional o formular acuerdos intermunicipales. • La legislación vigente está diseñada de acuerdo con la división política del país, la división por cuencas responde a factores de tipo hidrológico. • En este sentido, entes como los consejos de cuenca solo pueden ser "instancias de coordinación y concertación", sin capacidad efectiva de decisión o sanción.
<i>Estatal</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Esta parece ser la opción más factible, no implicaría modificaciones constitucionales y se pueden aprovechar en cambio otros instrumentos legales establecidos para formalizar la capacidad reguladora de la nueva tecnoestructura. • Las leyes y reglamentos estatales deben definir las reglas para la participación privada en el servicio de agua potable. La mayoría de los elementos contenidos en estas leyes pueden ser obligatorios; sin embargo, algunos aspectos, como la autoridad del ente regulador, no pueden serlo y dependen de la adhesión voluntaria del municipio.

La conclusión es que el nivel más adecuado para establecer un ente regulador -en las actuales condiciones y tendencias- es el estatal.

5. Diseño del órgano regulador (estructura, organización y facultades)

La definición de un ente regulador conlleva al diseño de dos conceptos, en cada uno de ellos se pueden identificar las características más importantes a determinar, como se muestra a continuación:

1. Órgano regulador (como estructura),
 - El tipo de órgano administrativo (y su mecanismo presupuestal)
 - La organización del ente
 - Sus facultades
2. Mecanismos de regulación.



El tipo de órgano administrativo

Básicamente existen cuatro "formas"/opciones que puede tomar el órgano regulador; una de ellas consiste en no crear un ente nuevo, sino utilizar los órganos de solución de controversias existentes. Las otras tres si implican la creación de un nuevo órgano o al menos de una nueva dirección u oficina.

Órgano administrativo	Ventajas	Desventajas
<i>Tribunal de lo contencioso administrativo</i>	<ul style="list-style-type: none"> No se requiere crear un ente regulador nuevo. En este caso el gobierno municipal vigilaría la concesión y los conflictos con el concesionario se resolverían a través del tribunal. 	<ul style="list-style-type: none"> No es un órgano especializado, no fué diseñado para realizar funciones técnicas. El procedimiento del tribunal es lento y puede impedir que el proceso de regulación funcione eficientemente. La regulación diaria estaría a cargo de los municipios, lo que puede generar conflictos políticos. En muchos casos, el tribunal no se considera un ente independiente del poder ejecutivo estatal.
<i>Dirección/oficina dentro de una secretaría</i>	<ul style="list-style-type: none"> Es fácil de crear, sólo requiere un ajuste al reglamento interior de la secretaría y su aprobación por el poder ejecutivo. 	<ul style="list-style-type: none"> Es completamente dependiente de la secretaría en cuestión. Carece de personalidad jurídica y patrimonio propios. No tiene autonomía técnica ni financiera.
<i>Órgano desconcentrado</i>	<ul style="list-style-type: none"> Tiene autonomía técnica. 	<ul style="list-style-type: none"> Carece de personalidad jurídica y patrimonio propios. No tiene independencia financiera su presupuesto se aprueba por la Secretaría Estatal de Finanzas.
<i>Organismo descentralizado</i>	<ul style="list-style-type: none"> Tiene personalidad jurídica y patrimonio propios. Tiene autonomía técnica. Tiene mayor autonomía financiera que un órgano desconcentrado. En general, su presupuesto se aprueba directamente por el Congreso en un proceso público y transparente 	<ul style="list-style-type: none"> Existe la opinión jurídica que un ente regulador no debe ser un organismo descentralizado, para evitar la dispersión del poder público hacia entes no electos e independientes del poder ejecutivo.

Comentarios:

Sólo los órganos desconcentrados y descentralizados tiene autonomía técnica, elemento crítico para que el ente regulador pueda tomar decisiones de manera independiente.

Aunque técnicamente un organismo descentralizado tiene más autonomía que un órgano desconcentrado, en la práctica, el grado de independencia de un órgano gubernamental depende más de la voluntad política que de su naturaleza jurídica.

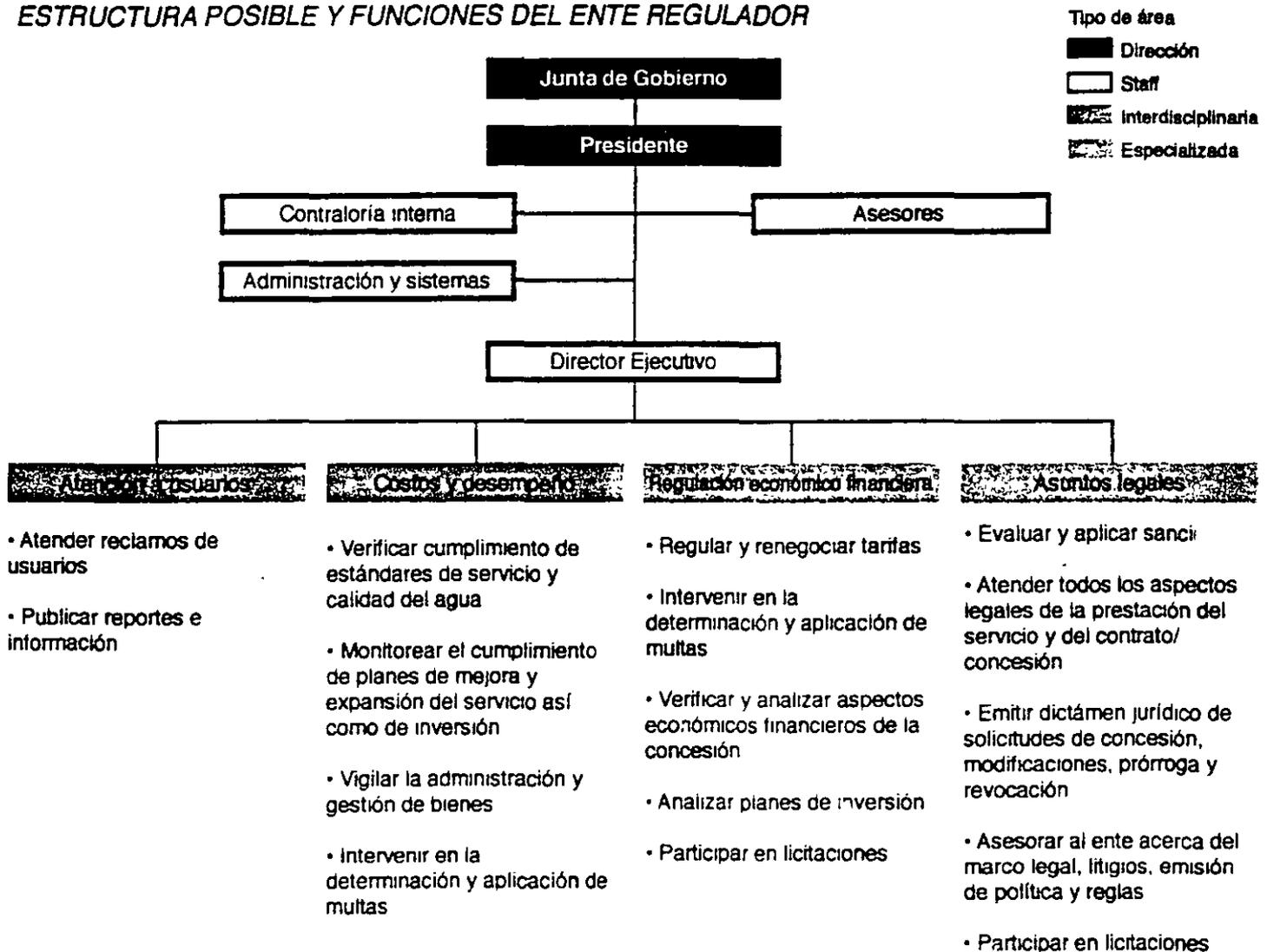
La conclusión que se deriva de este análisis es que el ente regulador debería ser preferiblemente un órgano descentralizado del gobierno estatal, la decisión, sin embargo, depende de diversos factores locales.



Organización del ente regulador

La siguiente figura muestra una estructura posible para el ente regulador, así como las funciones generales que desarrollaría cada área.

ESTRUCTURA POSIBLE Y FUNCIONES DEL ENTE REGULADOR



Facultades

El ente regulador debe estar facultado para:

- ✓ *Opinar sobre política.* El ente regulador debe aportar su opinión experta e imparcial, para ser considerada por los encargados de definirla (gobernadores y secretarías de estado) y/o aprobarla (congreso del estado).
- ✓ *Participar en los procesos de licitación.* El ente debe utilizar su conocimiento experto, la experiencia que haya adquirido y su credibilidad para garantizar la calidad del contrato y la transparencia y el éxito del proceso de licitación.
- ✓ *Asegurar el cumplimiento del contrato y sancionar en caso de incumplimiento.* El ente regulador es creado precisamente para aplicar la regulación correspondiente.



Por ello se le debe facultar para:

- Vigilar el cumplimiento de las obligaciones contractuales.
 - Estándares de servicio
 - Estructura tarifaria
 - Niveles de cobertura, etc.
- Revisar y aprobar planes de inversión, tarifas, cambios, organización financiera, etc.
- Aplicar sanciones a la empresa por incumplimiento de sus obligaciones.
- Resolver conflictos entre el municipio, la empresa y los usuarios.
- Emitir sus reglas y procedimientos internos para ejecutar la regulación.

6. Mecanismos de regulación

Una vez definida la estructura de organización y las atribuciones que corresponden al ente regulador, se debe proceder a la definición de los mecanismos específicos que le permitirán cumplir con su función. Para delinear los aspectos fundamentales de este tópico se utilizará la siguiente secuencia:

La definición de los mecanismos de regulación, para:

- ✓ *Monitoreo y evaluación de cumplimiento*
 - Definición de las normas sujetas a inspección y vigilancia
 - Normalización de registros e informes
 - Mecanismos de atención a usuarios
- ✓ *Revisión y aprobación de ajustes y cambios*
 - Periódicos
 - Casos extraordinarios
- ✓ *Aplicación de sanciones*
 - Definición del tipo de sanción
 - Procedimiento de aplicación
- ✓ *Resolución de conflictos*

Monitoreo y evaluación de cumplimiento

Definición de las normas sujetas a inspección y vigilancia

Se requiere definir desde el contrato, las normas de servicio que estarán sujetas a inspección y vigilancia, con objeto de señalar los parámetros a monitorear, entre ellos deberían estar normas relacionadas con:

- ✓ El servicio
 - Atención a usuarios
 - Interrupciones o cortes de servicio
 - Presión, etc.
- ✓ La calidad del agua:
 - Al usuario
 - Descargada al alcantarillado
 - Descargada a los cuerpos receptores nacionales
- ✓ El avance del programa de inversión:
 - Niveles de cobertura
 - Reparación de fugas
 - Otros



Asimismo, se debe definir la metodología de inspección, es decir, deben establecerse procedimientos claros para monitorear los parámetros del servicio; entre los más importantes a definir se encuentran:

- Procedimientos para evaluación de registros e informes.
- Inspección periódica al concesionario y usuarios.
- Auditorías.
- Muestras de calidad del agua.
- Operativos de inspección y vigilancia

Registros e informes

La información es vital para el correcto desempeño del ente regulador.

Por ello se requiere:

- ✓ Definir la información y los formatos requeridos en los registros e informes durante la vigencia del contrato o concesión.
- ✓ Determinar los tiempos obligatorios para registrar y proporcionar la información, por ejemplo:
 - Registro de la información mensual.
 - Informe del nivel de servicio anual.
 - Informes contables (mensuales y anuales).
 - Inventarios (anual).
 - Avances al plan de inversión (anual y quinquenal).
- ✓ Asegurar que la información proporcionada al ente sea confiable y veraz.
 - Definir conjuntamente, desde el inicio de la participación privada, un auditor externo que certifique los registros e informes del concesionario.
 - Validar la información con relaciones o índices preestablecidos.
- ✓ Establecer mecanismos para informar a los usuarios.
 - Proporcionar de manera gratuita a quien lo solicite, información sobre niveles de servicio y copia del informe anual de inversiones, (Todos los registros e informes adicionales deberán ser públicos, pero pueden tener costo).
 - Entregar a los usuarios anual y gratuitamente un resumen del informe anual de servicio e inversiones.

Atención a usuarios

Los objetivos principales del monitoreo y evaluación de cumplimiento son proteger a los usuarios y generar la información necesaria para la regulación; por lo tanto se debe:

- ✓ Proporcionar a los usuarios un medio accesible para manifestar sus reclamos y consultas
 - Estableciendo una oficina encargada de atender reclamos y consultas de los usuarios.
 - Instalando un sistema de comunicación de quejas por vía telefónica, postal y personal.
- ✓ Instalar un mecanismo eficiente de esclarecimiento de quejas y consultas.
 - Instrumentando tiempos máximos de respuesta.
- ✓ Establecer un método de clasificación de reclamos y consultas que facilite identificación de los problemas de la empresa privada.
- ✓ Definirlas instancias que resolverán quejas de los usuarios o la empresa privada por resoluciones del ente regulador.



Ajustes Es muy importante establecer en el contrato los procedimientos para hacer modificaciones ante circunstancias cambiantes. Algunas pueden hacerse periódicamente, pero otras responden a situaciones inesperadas.

Revisión y aprobación de ajustes y cambios periódicos

Los aspectos más importantes en este rubro son los relacionados con las adecuaciones tarifarias y los programas de inversión, para ello se debe:

- ✓ Definir una fórmula automática de modificación tarifaria que considere distintos aspectos, expresados en índices públicos. Esta debe incluirse en el contrato de concesión.
- ✓ Establecer la posibilidad de modificaciones tarifarias derivadas de revisiones periódicas en los programas de inversión, basada en una propuesta con justificación técnica y analítica.

Casos extraordinarios

La experiencia ha demostrado que existen algunos casos en los que se requiere de ajustes tarifarios significativos, o bien de modificaciones sustanciales de los planes de inversión. Por ello es importante establecer desde el principio los mecanismos que se utilizarán si se presentaran estos casos. Para ello se debe desarrollar un proceso que contenga los siguientes pasos:

- Propuesta de modificación tarifaria o del programa de inversiones con justificación técnica y analítica.
- Estudio del cambio propuesto.
- Auditoría de la propuesta.
- Resultados del estudio.
- Determinación de la modificación tarifaria o de las modificaciones al programa de inversión.
- Autorización del ente regulador y la Secretaría de Estado.

Aplicación de sanciones

El ente regulador debe de disponer de un conjunto de sanciones claras, prácticas y de severidad creciente en caso de incumplimiento de cualquiera de las partes.

Definición del tipo de sanción

Las sanciones pueden ser:

- Amonestación. Sancionar con amonestación por incumplimientos leves o por incurrir en ellos por primera vez en un periodo anual.
- Multa. Imponer castigos monetarios crecientes por la reincidencia en incumplimientos.
- Rescisión/revocación. Sancionar con la extinción del contrato o de la concesión por los siguientes incumplimientos:

Del concesionario

- Atrasos reiterados en los programas de inversión
- Renuncia o abandono del servicio
- Reiterada violación del reglamento

Del concedente

- Cuando una disposición, acto, hecho u omisión del concedente resulte en incumplimiento grave de las obligaciones asumidas en el contrato/concesión.

Procedimiento de aplicación

También se debe establecer un proceso de aplicación de sanciones que sea sencillo, congruente con las capacidades administrativas del ente regulador, transparente y justo para las partes.

- En caso de amonestación, avisar del incumplimiento y prevenir de la sanción por reiteración de la falta.
- Mantener las multas en un fondo similar al de un fideicomiso e informar al usuario de su destino.
- Para rescindir/revocar el contrato/concesión se debe:
 - Avisar al responsable
 - Dar un plazo de respuesta
 - Asignar la responsabilidad
 - Efectuar los pagos a quien corresponda
 - Cancelar el contrato.

Resolución de conflictos

Se deben especificar procedimientos claros para la resolución de conflictos y tiempos máximos de respuesta. En el proceso de resolución de conflictos se distinguen las siguientes etapas:

- Presentación de caso
- Determinación de incumplimiento por el ente regulador.
- Notificación de incumplimiento e intimación al concesionario o concede
- Presentación de descargo por parte del concesionario o concedente.
- Resolución del ente regulador o en su caso del poder judicial o los tribunales.

En cuanto a los tiempos para la emisión de las resoluciones:

- Se debe fijar un tiempo razonable para recibir el descargo.

La resolución del poder judicial o los tribunales demora de acuerdo a los procesos administrativos de cada entidad, pero para hacer más efectiva la resolución se debe procurar rapidez en la resolución del poder judicial.



CURSO DIPLOMADO
EVALUACION DE PROYECTOS DE
INVERSION

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA
Coordinación de Educación a Distancia
FACULTAD DE INGENIERÍA, UNAM.

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

FEMISCA





MÓDULO 6

CONCEPTOS GENERALES DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS

TEMA:

Generación de Alternativas.

Dimensionamiento y Formulación de un Proyecto

. Plan Director para el mejoramiento de los servicios de agua potable y alcantarillado de la zona metropolitana de Guadalajara. Tomo 1

M. en I. Arturo Jiménez Ramón

17 de septiembre de 1998

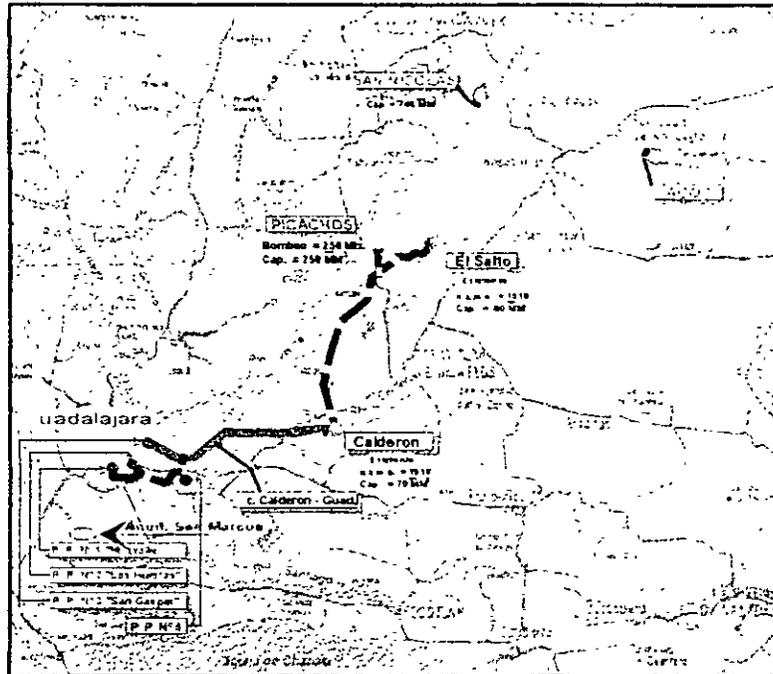


hgc/JVR/AMB



SISTEMA INTERMUNICIPAL DE LOS SERVICIOS DE
AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

PLAN DIRECTOR
PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS
DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
DE LA ZONA METROPOLITANA
DE GUADALAJARA



SINTESIS EJECUTIVA

INDICE

	pág.
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS	4
3. DIAGNOSTICO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA	5
3.1 Descripción del área de estudio	5
3.2 Análisis de las demandas de agua	5
3.3 Recursos hidráulicos existentes	7
3.3.1 Fuentes superficiales utilizadas en el abastecimiento	7
3.3.2 Otras fuentes superficiales disponibles	8
3.3.3 Fuentes Subterráneas	8
3.4 Infraestructura existente	9
3.4.1 Agua potable	9
3.4.1.1 Captación	9
3.4.1.2 Conducción	10
3.4.1.3 Distribución	10
3.4.1.4 Regulación	11
3.4.1.5 Potabilización	11
3.4.2 Alcantarillado	12
3.4.2.1 Cuenca del Valle de Atemajac	12
3.4.2.2 Cuenca del Ahogado	13
3.4.2.3 Cuenca del Río Blanco	13
3.5 Saneamiento	14
3.6 Impacto Geoambiental de las obras de infraestructura hidráulica en la ZMG	14
3.6.1 Introducción	14
3.6.2 Diagnóstico	15
3.6.3 Soluciones y evolución a corto, mediano y largo plazos	17

3.7	Caracterización del Organismo Operador	18
4.	PRONOSTICO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA	22
4.1	Proyección de Población	22
4.2	Proyección de la demanda	23
4.3	Fuentes de abastecimiento futuro	23
4.3.1	Disponibilidad hidrológica del sistema en condiciones actuales	24
4.3.2	Disponibilidad hidrológica del sistema en condiciones futuras	28
4.3.2.1	Alternativas por aprovechamiento de las cuencas aledañas a la ZMG	28
4.3.2.1.1	Selección de la alternativa más económica	29
4.3.2.2	Análisis de alternativas en la cuenca del río Verde	29
4.3.2.2.1	Disponibilidad hidrológica	29
4.3.2.2.2	Selección de la alternativa más conveniente	30
4.3.2.3	Alternativa de abastecimiento con aguas subterráneas	32
4.3.2.4	Programa de recuperación de caudales	33
4.4	Red de distribución de agua potable	38
4.5	Red de alcantarillado	41
4.5.1	Reforzamiento del sistema de colectores	41
4.5.2	Ampliación y rehabilitación de la red	41
4.5.2.1	Cuenca de Atemajac	41
4.5.2.2	Cuenca del Ahogado	42
4.5.2.3	Cuenca del río Blanco	42
4.6	Saneamiento	42
4.7	Fortalecimiento empresarial	44
5.	ANALISIS FINANCIERO DEL PROYECTO DE INVERSION	46
5.1	Reestructuración de la deuda	46
5.1.1	Alternativas analizadas	47
5.1.1.1	Capitalización de intereses	48

5.1.1.2	Reestructuración de la deuda con BANOBRAS	49
5.1.1.3	Créditos afincados	50
5.1.1.3.1	Reestructuración del crédito con un esquema de pagos crecientes con tasas de mercado	51
5.1.1.3.2	Reestructuración del crédito con un esquema de pagos crecientes apoyados por BANOBRAS como agente financiero	52
5.1.1.4	Capital extranjero	52
5.2	Conclusiones	53
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
6.1	Obras por realizar	54
6.2	Inversión requerida	55
6.3	Beneficios generados	56

ANEXOS:

INVERSION REALIZADA PERIODO 1989-1994
PROGRAMA DE INVERSIONES 1995-2005
CALENDARIO DE INVERSIONES 1995-2005
CALENDARIO DE OBRAS Y ACCIONES 1995-2005

INDICE DE FIGURAS

1. Localización del estado de Jalisco
2. Delimitación de la Zona de Conurbación
3. Etapas de Crecimiento de la Zona Metropolitana de Guadalajara
4. Etapas de Abastecimiento de Agua Potable a la ZMG
5. Temperatura Media Mensual
6. Precipitación Media Mensual
7. Cuenca Hidrológica de los Ríos Lerma y Santiago
8. Fuentes de abastecimiento
9. Organigrama SIAPA-1995
10. Densidad de población en la ZMG 1990
11. Densidad de población en la ZMG 1995
12. Proyección de densidad de población en la ZMG 2005
13. Proyección de densidad de población en la ZMG 2020
14. Demanda de agua potable en la ZMG
15. Proyecto El Salto-Elías González Chavez-ZMG
16. Proyecto San Marcos-ZMG
17. Sistema Regional La Zurda-Elías González Chávez
18. Curva de oferta-demanda de agua potable en la ZMG
19. Red primaria de agua potable, proyecto 1995-2005
20. Red de colectores y subcolectores, proyecto 1995-2005
21. Niveles del Lago de Chapala

1. INTRODUCCION

La Zona Metropolitana de la Ciudad de Guadalajara, de acuerdo con su definición legal dentro del **Plan de Ordenamiento del Gobierno del Estado de Jalisco, Zona Conurbada de Guadalajara**, es el área contenida dentro de los límites o parteaguas de las cuencas hidrológicas de San Juan de Dios, Río Blanco, El Ahogado, Colimilla, Juanacatlán, Bajío y la Subcuenca del Arroyo Hondo. Comprende en su totalidad el territorio de los municipios de **Guadalajara, Tlaquepaque y Tonalá**, así como parte de los municipios de **Zapopan, Tlajomulco, Juanacatlán, y El Salto**.

Es en el año de **1978** cuando por iniciativa del Ejecutivo del Estado, en **Decreto número 9765 del 27 de marzo** del año referido, se aprueba la creación de una Institución única prestadora del servicio en la zona en ese entonces habitada, modificando las funciones que hasta entonces tenía únicamente para el municipio de Guadalajara, por un organismo público descentralizado del Gobierno del Estado, integrando en su cuerpo directivo a los representantes de los cuatro Ayuntamientos: Guadalajara, Tlaquepaque, Tonalá y Zapopan para la prestación del servicio de agua potable y alcantarillado. Esta situación obedeció fundamentalmente a condiciones de economía de escala y a disponibilidad de fuentes en competencia o comunes para el abastecimiento de las mismas áreas de conurbación.

El servicio de agua potable y alcantarillado se presta a través del "**SISTEMA INTERMUNICIPAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO**" -SIAPA, en la actual zona de desarrollo de esta conurbación que continúa cubriendo los municipios de Guadalajara, Tlaquepaque, Tonalá y parcialmente Zapopan. Para 1995, ya se inicia la prestación del servicio en las inmediaciones de El Salto y Juanacatlán.

Durante la sequía de 1989-1991, en la cual se presentaron nuevamente niveles críticos en el Lago de Chapala, principal fuente de abasto a la Zona Metropolitana de Guadalajara, (ZMG), se acelera el proceso de identificación, evaluación, construcción y puesta en operación de nuevas obras para proporcionar agua a la población. Es también resultado de estas acciones que se firma el Convenio de Coordinación entre la Federación, el Estado y el Sistema para llevar a cabo las obras de lo que se define como el "**Sistema Regional La Zurda-Presa Calderón**", en noviembre de 1989. Como primer resultado de este convenio, se construye la Presa Elías González Chávez (Calderón) y el acueducto que conduce el agua a la zona metropolitana, así como la potabilizadora San Gaspar y otras obras que permitirían distribuir el agua de esta nueva fuente entre la población.

Sin embargo, el aceleramiento de las obras, las dificultades burocráticas y los requerimientos de agua por la población, inducen a un endeudamiento de gran magnitud por parte del Sistema, debido a que la única parte del convenio que se cumple correspondió precisamente a las obras que correspondían al SIAPA y a la concertación de créditos, mismos que se amplían para poder avanzar en la construcción de colectores. **De la inversión total del convenio original que ascendía a \$1,850 miles de millones de pesos de 1989, el 21.6% sería inversión de la Federación, el 10.8**

del Gobierno del Estado, el 23.7% directamente del SIAPA y el resto de la inversión, 43.8% correspondía a los créditos.

La inversión prevista de la Presa Elías González Chávez, el acueducto a la ZMG, las potabilizadoras "Las Huertas" y "San Gaspar, la. etapa", las obras de ampliación de la red de distribución y parcialmente la construcción de colectores, son ejecutadas y sus inversiones, con incrementos de hasta el 100% de lo presupuestado, son cubiertas en su totalidad por el SIAPA, **mientras** se lograba recaudar y canalizar los recursos por las dependencias involucradas, situación que aún a la fecha no ha sido concretada.

Como elemento importante de esta situación y de la participación de diversas Instituciones para conocer la condiciones actuales y la proyección en la prestación de los servicios por parte del Organismo, se recibieron durante los últimos tres años, representantes de diversas Instituciones, tales como: **Comisión Nacional del Agua, BANOBRAS, SHCP, BID, BEI, CEPIS**, orientadas todas ellas a la integración de un Programa de Inversiones que reuniera las condiciones más adecuadas para resolver la problemática de la prestación del servicio e incrementara la posibilidad de otorgarlo a una mayor parte de la población de la Zona Conurbada. Esta actividad que ha sido realizada por el SIAPA en el pasado reciente, ha llevado a conocer más profundamente la problemática, la disponibilidad de información y la integración de nuevos estudios, como el que se presenta en este documento, de manera tal que paralelamente a la condición de operación y ejecución de obras que le corresponde, se formule la planeación de acciones que permitan realizar las labores encomendadas con mayor eficiencia y con un óptimo empleo de los recursos tanto humanos, materiales y de equipo con que cuenta la Institución.

Estas condiciones presentadas han conducido a mejorar el servicio de atención a la población, bajo dos vertientes fundamentales:

1. Ampliación de la cobertura
2. Control en el consumo

La primera de ellas se cumple fundamentalmente por la aplicación del programa de 153 acciones tendientes a dar servicio en nuevas colonias de la ZMG.

La segunda se logra a través de diversos mecanismos:

- a. Medición de los consumos
- b. Incremento real de la tarifa
- c. Control del abastecimiento

La medición de los consumos de los usuarios se ha constituido en columna vertebral del comportamiento en el manejo del agua. En 1989 el porcentaje de usuarios con servicio medido era de tan sólo el 28%, mientras que en la actualidad este porcentaje alcanza el 76%.

El manejo tarifario que se dió a los grupos consumidores ha sido altamente favorable, ya que en pesos corrientes, se pasó de una cuota global¹ de N\$0.13/m³ en 1989 a N\$1.07/m³, de acuerdo con los volúmenes estimados de entrega de agua a la ciudad y considerando tanto a los consumidores de cuota fija como a los de servicio medido. Esta situación refleja también aspectos de equidad social, **paga más quien más consume**, y permitió al Organismo hacer frente a las condiciones de operación derivadas de las grandes inversiones requeridas para traer agua a la ciudad.

Por último, el control de abastecimiento se logra al contar con volúmenes almacenados suficientes para abastecer a la población, en todas las fuentes a partir del verano de 1991: **Lago de Chapala y Presa Elías González Chávez** como fuentes superficiales, mientras que en las fuentes provenientes del agua subterránea se cuentan con: **Sistema Tesistán-Atemajac, Sistema Toluquilla y Pozos de la ciudad**. La operación de estas fuentes por tanto permitió dar el servicio bajo un abastecimiento homogéneo a partir de este año, proporcionando a la ciudad un gasto medio anual de 9.39 m³/s. durante 1994.

La combinación de sucesos ha llevado al SIAPA a poder efectuar análisis técnicos más minuciosos y sin la presión de la falta del recurso para poder tomar decisiones más precisas con respecto a las obras que debe realizar y resultados específicos a obtener. Surge a través de estos esquemas y de un conjunto de trabajos aislados que se han realizado para los diferentes eventos que vive la sociedad tapatía que se toma la decisión de formular un "**Plan Director para el mejoramiento de los servicios de agua potable y alcantarillado de la Zona Metropolitana de Guadalajara**".

¹La cuota global se determinó como la relación entre los ingresos totales y el volumen total entregado a la ciudad.

2. OBJETIVOS

La elaboración del "Plan Director para el mejoramiento de los servicios de agua potable y alcantarillado de la Zona Metropolitana de Guadalajara", tiene como objetivo fundamental la formulación del plan de inversión de obras y acciones para el mejoramiento de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en el corto, mediano y largo plazos, acorde con las características de crecimiento y demanda de servicios de la localidad, integrándolas de acuerdo con lo establecido hasta el año anterior como normatividad federal, en tres componentes: infraestructura, saneamiento y consolidación por la capacidad explicativa de las mismas en la proyección de sus condiciones.

Como objetivos específicos del trabajo se tienen contempladas:

- i. Hacer un **diagnóstico técnico** de la infraestructura existente, identificando aquellas acciones de bajo costo que permitan mejorar el servicio en el **corto plazo**.
- ii. Llevar a cabo un **diagnóstico de la administración** de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento que permita **caracterizar al Organismo Operador** y formular acciones para su consolidación, logrando en el **corto plazo una mayor recaudación**.
- iii. **Identificar, jerarquizar y programar** aquellas obras y acciones que satisfagan adecuadamente la demanda de agua en cantidad y calidad, así como el desalojo, previo tratamiento de las aguas servidas en el **mediano y largo plazo**.
- iv. Analizar la **factibilidad financiera** del organismo operador que permita cubrir sus **costos de operación y mantenimiento** y cumplir con sus obligaciones financieras mediante sus ingresos operacionales.

Adicionalmente, integrando los objetivos de los estudios con objetivos específicos pero íntimamente relacionados con el Plan Director que bien pueden integrarse a este documento, se tienen:

- v. Conocer la **problemática asociada** con la prestación de los servicios y las **implicaciones** que se pueda tener en la **infraestructura urbana** debido al mal funcionamiento de las redes de agua potable y alcantarillado.
- vi. **Definir la manera más eficiente** de operar las **fuentes de abastecimiento** de la ZMG, conociendo sus **características hidrológicas** tanto en **condiciones actuales como las futuras**.

3. DIAGNOSTICO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA.

3.1 Descripción del área de estudio

La Zona Metropolitana de Guadalajara se localiza en los 20° 39' de latitud norte y 103°18' de longitud oeste, con una altitud de 1,550 metros sobre el nivel medio del mar. (Figuras 1 y 2). En la actualidad el área que abarca asciende a 34,500 hectáreas, contando con el servicio por parte del SIAPA de alrededor de 31,600 hectáreas equivalente a una cobertura del 92%. (Figuras 3 y 4)

La temperatura media anual de la ZMG es de 19.3 °C, presentándose extremos de 7 y 38° C como mínima y máxima respectivamente. La precipitación media anual en la zona es de 880 mm, con mínimas de 0 en el mes de marzo y máximas de 270 en el mes de agosto. En las figuras 5 y 6, se muestra la variación de las temperaturas y precipitaciones a lo largo del año.

La ZMG está localizada en el punto intermedio de la cuenca del río Lerma-Chapala-Santiago, precisamente al final de la cuenca del río Lerma y en el nacimiento del río Santiago. El área de cuenca del origen del río Lerma hasta el Lago de Chapala, incluida la cuenca propia de este Lago, es de 45,166 km². (Figura 7)

Se constituye como la segunda zona metropolitana de la República Mexicana, sólo después de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, y en ella se ha instalado una planta industrial importante, sobre todo debido a la existencia de un sistema de comunicación bueno, tanto carretero, aéreo, ferroviario, y contando con puertos cercanos de gran importancia.

3.2 Análisis de las demandas de agua

La población de la Zona Metropolitana de Guadalajara ha crecido a un ritmo muy importante, debido a las condiciones de atracción que ejerce sobre las áreas rurales y otras poblaciones tanto del Estado como del país. La tasa de crecimiento poblacional en el período 1970-1990 da como resultado un valor de 3.87% medio anual en el período. La integración de áreas habitadas a la ZMG, trae consigo que la población a quienes hay necesidad de prestar los servicios crezca de ésta manera y concuerda adicionalmente con el Plan de Ordenamiento del Gobierno del Estado de Jalisco, Zona Conurbada de Guadalajara, en donde se pone de manifiesto la integración de la Zona Conurbada de Guadalajara, a través de la incorporación paulatina de los municipios aledaños.

De acuerdo a la información que se dispone del *Censo General de Población y Vivienda de 1990*, integrado conforme al seccionamiento de zonas catastrales en que está dividida la Zona Metropolitana e integrando para cada caso la información reportada por área geostadística básica (ageb) e interrelacionándolas con el número de tomas registradas por el SIAPA, el número de

conexiones de energía eléctrica en la ciudad, así como los niveles de servicio que se tiene en la prestación del servicio de agua potable y alcantarillado, fue factible determinar la población base del proyecto (1995), presentándose una población total de 3'605,700 habitantes, de los cuales 3'299,000 son atendidos por el sistema.

La sectorización que ha efectuado el SIAPA de acuerdo con el nivel socioeconómico al cual pertenecen: popular, medio y residencial, correlacionada con investigaciones previas de los consumos por toma (*Estudio de Evaluación de Pérdidas de la Zona Metropolitana de Guadalajara, SIAPA-PSC, jul 1993*) las cuales reportaron 110, 150 y 300 l/h/d, permiten definir el nivel de consumos requeridos en la ZMG- resultando en 6,008 l/s, incluido el concepto de otros usos (comercial e industrial); añadiéndole a este resultado el valor obtenido del mismo estudio sobre las pérdidas determinadas a nivel toma domiciliaria, red, medición, facturación y tomas clandestinas -estimadas en 43% del total abastecido-, se obtiene que el nivel total de demanda de agua en la ZMG asciende a 10,737 l/s.

La distribución de la demanda se realiza de la siguiente forma:

Descripción	Habitantes atendidos	Número de tomas	Demanda (l/s)
1. Sector Popular	1,449,578	272,433	2,101
2. Sector Medio	1,459,166	311,899	2,533
3. Sector Residencial	189,981	45,407	660
4. Nuevos usuarios	200,524	37,366	255
Subtotal DOMESTICO	3,299,249	667,105	5,549
5. Otros usos	-	37,610	714
Subtotal CONSUMO	3,299,249	704,715	6,008
Pérdidas	-	-	4,729
DEMANDA TOTAL	-	-	10,737

Es importante recalcar el comportamiento en los consumos del agua por parte de los sectores usuarios de la ZMG. Es a partir de la instrumentación del programa de instalación de micromedidores que la información disponible puede ser tomada con mayor confiabilidad, por el

rango de servicio que está considerando. Sin embargo, durante 1991 el valor de facturación promedio por usuario de servicio medido global, -esto es, doméstico y otros usos- ascendía a $29 \text{ m}^3/\text{mes}$; en la actualidad, para el mismo grupo de atención, servicio medido, la facturación es de $23 \text{ m}^3/\text{mes}$.

Como puede observarse de la información presentada, la dotación media de consumo, resultado de la facturación fluctúa alrededor de 150 l/h/d , mismo valor promedio que se obtiene a través del cálculo de la integración de la demanda por sector socioeconómico. Si a este valor se le añade el gasto correspondiente a las pérdidas, el resultado obtenido es de 280 l/h/d , el cual equivale al valor de dotación global de la ZMG.

3.3 Recursos hidráulicos existentes

3.3.1 Fuentes superficiales utilizadas en el abastecimiento

Para el abastecimiento de agua potable a la Zona Metropolitana de Guadalajara se cuenta con diversas fuentes, mismas que para fines de análisis se pueden dividir en: superficiales y subterráneas.

Como fuentes superficiales se tienen el Lago de Chapala y la Presa Elías González Chávez. La primera se localiza en la Cuenca Lerma-Chapala, mientras que la segunda está localizada en el río Calderón afluente del Río Santiago.

El Lago de Chapala se localiza a 50 km de la ciudad de Guadalajara, a una elevación de $1,524 \text{ msnm}$, su capacidad a la cota 97.8 (cota de tasación) era de $8,100 \text{ Mm}^3$. Con el último levantamiento topobatimétrico del lago a esa cota, correspondiente a la elevación 1523.8 msnm , el almacenamiento registrado es de $7,897.2 \text{ Mm}^3$. La cota mínima actual de extracción es la 90 , elevación 1516 msnm , con un volumen almacenado de 0.475 Mm^3 que corresponde al canal de llamada del acueducto Chapala-Guadalajara. Sin embargo, debido a las condiciones de calidad del agua en el lago conforme se reducen los niveles del mismo, se ha tomado como estrategia de explotación del mismo la extracción por encima de la cota que permite almacenar un volumen de $2,000 \text{ Mm}^3$, misma que corresponde a la cota 92.18 , (1518.18 msnm).

El escurrimiento medio anual de esta fuente se estima, conformando la traza histórica de los escurrimientos y descontando las demandas aguas arriba de la misma en $1640 \text{ Mm}^3/\text{año}$, incluidos en estos, la aportación del Lerma, aquella correspondiente a los ríos Duero y Zula, así como la producida por la precipitación en la cuenca propia del Lago. La evaporación media que se presenta en el lago, equivale a $1,300 \text{ Mm}^3/\text{año}$.

Con relación a la cuenca del río Calderón, ésta tiene un área de captación de 710 km^2 , hasta su confluencia con el río de El Salto, con escurrimiento medio anual de 75.24 Mm^3 .

La Presa Elías González Chávez tiene una capacidad útil de 66 millones de metros cúbicos. Su cortina tiene una altura de 37 metros en su sección máxima, con longitud de 700 metros, siendo de materiales graduados.

3.3.2 Otras fuentes superficiales disponibles

Las cuencas hidrológicas aledañas a la ZMG, desde el punto de vista de aguas superficiales, están constituidas por: Bolaños, Juchipila y el Verde. Las tres cuencas forman parte del Sistema Río Santiago, y drenan una parte importante de los estados de Nayarit, Jalisco y Zacatecas.

El río Bolaños, hasta la confluencia con el río Santiago drena un área de 11.900 km², y presenta un escurrimiento medio anual de 605.3 Mm³. El río Juchipila drena una superficie de 8.534 km², con un escurrimiento medio anual de 321.6 Mm³. Por su parte el río Verde drena un área de 19.097 km² con un escurrimiento medio anual de 667.6 Mm³, presentándose este escurrimiento en la estación La Cuña.

El volumen que se presenta en las inmediaciones de la ZMG, asciende a valores altamente significativos, cercanos a los 3,000 Mm³/año, para todas las cuencas hidrológicas que rodean a la zona metropolitana.

3.3.3 Fuentes subterráneas

En lo que respecta al agua subterránea, los acuíferos que se tienen en las inmediaciones del área de estudio son: Tesistán, Toluquilla, Zapopan, Agua Azul, El Dean, Colomos, Ameca-Ahualulco y San Marcos.

El nivel de estudio que se le ha dado a estos acuíferos no ha sido muy importante, sin embargo, de acuerdo con la información existente se puede concluir que presentan una explotación casi en equilibrio. En 1991, se llevó a cabo un estudio parcial de las condiciones de explotación de los pozos de la ZMG, incluidos en ellos aquellos del Sistema Tesistán, Toluquilla, y los del área metropolitana concluyéndose que presentaban en ese momento una sobreexplotación superior al 25%. Sin embargo, esta condición fue resultado fundamentalmente de la sequía que se presentó en ese período y de la existencia de un número importante de perforaciones clandestinas que en ese momento estaban operando.

Se estima que la recarga del acuífero, resultado de balances puntuales, es del orden de 210 Mm³/año, y la extracción actual es mayor a los 250 Mm³/año.

Por otra parte, en las nuevas zonas de disponibilidad identificadas como los acuíferos San Marcos y Amecalco-Ahualulco se tiene un potencial de extracción de 31.5 y 150 Mm³/año. En el primero de

los casos, se tienen análisis detallados del comportamiento de los niveles en pruebas de bombeo, mientras que en el segundo de ellos, las estimaciones de aprovechamiento se encuentran en un nivel de gran visión como esquema de estudio.

De esta manera, los recursos subterráneos que rodean la ZMG ascienden en conjunto a un volumen superior a los 390 Mm³/año, equivalentes a un gasto de 12.36 m³/s.

3.4 Infraestructura existente

3.4.1 Agua potable

3.4.1.1 Captación

El suministro actual a la Zona Metropolitana de Guadalajara, se realiza a través de pozos, los cuales históricamente han correspondido a las condiciones de abastecimiento a la ciudad, en los sistemas identificados como Tesistán, Toluquilla y Pozos de la Zona Metropolitana (Agua Azul, El Dean, Colomos, Agua Caliente, y otros), y a estos sistemas se le agregaron las aportaciones provenientes del Lago de Chapala y finalmente de la Presa Elías González Chávez.

La explotación del agua se realiza de la siguiente manera:

1. Lago de Chapala. El agua se conduce a través del acueducto Chapala-Guadalajara. Esta conducción tiene una longitud de 42.6 km, y 2.1 m de diámetro, con una capacidad de diseño de 7.5 m³/s.

El acueducto se inicia en Chapala con un canal de llamada que llega hasta una planta de bombeo, en la que seis bombas KSB de 1.5 metros cúbicos por segundo cada una, con 3,500 HP, eleva el agua hasta 138 metros hasta un tanque de entrega ubicado en el Cerro del Cuatro, desde donde se regula su distribución por gravedad, alimentando desde este punto a la planta potabilizadora número 1.

2. Presa Elías González Chávez. El agua captada en la Presa Elías González Chávez, es conducida a través de un acueducto de 31 kilómetros de longitud, con una tubería de diámetro de 1.83 metros de concreto presforzado, excepto en el sifón invertido para cruce del río Santiago, en el que se ha empleado tubería de acero de 1.52 metros de diámetro, en una longitud aproximada de un kilómetro. El gasto de diseño es de 3 m³/s.
3. Sistema Tesistán. En esta zona acuífera se tienen perforados 40 pozos, normalmente en funcionamiento. En conjunto tienen una capacidad instalada de hasta 1.7 m³/s, que se conducen a la ciudad a través de un acueducto de 5,841 metros que desemboca en el acueducto Periférico Norte.

4. Sistema Toluquilla. Este acuífero está explotado tanto con fines agrícolas como urbano-industriales, cuenta con diez pozos perforados y equipados de los cuales normalmente operan nueve. La capacidad instalada es de 1.1 m³/s. Los pozos están conectados a la línea de conducción con longitud de 17,814 metros. Se encuentra ubicada en esta zona una estación de estabilización físico-química, debido al contenido de microorganismos y pequeñas porciones de sales minerales.
5. Sistema Pozos de la ZMG. Este sistema está constituido por los pequeños subsistemas locales de la Zona Metropolitana de Guadalajara, principalmente se tienen los de: Zapopan, Agua Azul, El Dean², Colomos y otros. La capacidad instalada en estos pozos es de 1.0 m³/s.

En la figura 8 se presenta la distribución espacial de las fuentes actuales de abastecimiento a la ZMG, así como los diferentes puntos de entrega del agua en bloque.

Esta operación puede mejorarse sustancialmente a través de la instrumentación de políticas para las fuentes superficiales en función de los volúmenes almacenados en diferentes épocas del año, y con ello asegurar el abasto a la ciudad en períodos difíciles conjuntando el manejo de las zonas acuíferas.

3.4.1.2 Conducción.

La magnitud de la zona metropolitana de Guadalajara, ocasiona que dentro de la mancha urbana se ubiquen acueductos que atraviesan la ciudad para poder ofrecer los servicios a la población.

La longitud total en estas conducciones es superior a los 256,000 metros, con diámetros que varían desde 8 hasta 72 pulgadas y permiten cubrir el área urbana de la ZMG.

3.4.1.3 Distribución

La red actual de distribución de agua potable de la ZMG, cuenta con una longitud total de tuberías desde 2 hasta 84 pulgadas de 5.7 millones de metros de tubería. El estado actual de las mismas es muy variable, pero se tienen identificadas a través de registros de obra la antigüedad de la tubería instalada.

²Los pozos de Agua Azul y El Dean están fuera de operación desde 1993, debido a encontrarse problemas de hidrocarburos y cromo en el agua producida por estas fuentes.

Durante 1993, a través del "Estudio de Evaluación de Pérdidas en el Sistema de Distribución de la ZMG", se obtuvieron índices muy importantes acerca del estado que guardan las tuberías, las tomas, y las presiones que se presentan en las redes. Esta información ha permitido en el período reciente calibrar de manera adecuada el modelo matemático de la red de distribución de acueductos en una primera fase, y actualmente, del levantamiento complementario que se realizó en tramos perpendiculares a las conducciones importantes, se logró integrar un modelo con tubería de diámetro superior a 10", las cuales en conjunto representan más de 450 kilómetros y permite dar una idea muy clara de la forma en que se presta el servicio de agua potable en la ciudad.

Las áreas que presentan altas y bajas presiones en la ciudad están perfectamente identificadas. En la zona aledaña al acuaféncico, debido fundamentalmente a las condiciones topográficas, las presiones que se presentan en las tuberías son altas, presiones mayores de 50 metros. Adicionalmente a lo anterior, la presencia de tuberías antiguas producen eventos de rotura de tuberías, mismos que han podido disminuirse por los cambios en la clase de tubería que se ha instalado en algunos tramos de la red.

3.4.1.4 Regulación

La regulación del agua potable se realiza a través de 78 tanques, tanto del tipo superficial como elevados, distribuidos en la ZMG y efectuando realmente la labor para la que se han construido, esto es regular las demandas de agua de la población en las horas pico y valle de la demanda.

La capacidad total de regulación asciende a 478,920 m³.

3.4.1.5 Potabilización

En la ZMG se cuenta con tres plantas potabilizadoras del agua que se incorpora al servicio, con una capacidad global de 14,000 l/s, de acuerdo con el siguiente esquema:

Nombre de la Planta	Fuente que la abastece	Capacidad (l/s)
PP1 Miravalle	Lago de Chapala	9,000
PP2 Las Huertas	Lago de Chapala E. González Chávez (futuro)-	2,000
PP3 San Gaspar	Elías González Chávez	3,000
Capacidad instalada		14,000

3.4.2 Alcantarillado

La Zona Metropolitana de Guadalajara se puede subdividir, de acuerdo a su desalojo de aguas residuales, en tres cuencas: Atemajac (95%), Tesistán-Río Blanco (1%) y el Ahogado (4%), las cuales conducen las aguas residuales hacia el principal punto de vertido: el río Santiago. La cuenca de Atemajac vierte sus aguas residuales de origen sanitario, industrial y de servicios, a través de un sistema de alcantarillado de tipo combinado que opera en su totalidad por gravedad, en tanto que en las cuencas del río Blanco y del Ahogado el sistema de alcantarillado es exclusivamente sanitario. Dichas cuencas abarcan los municipios de Guadalajara, Tlaquepaque, Tonalá, Zapopan, Tlajomulco y El Salto.

En la actualidad la Zona Metropolitana de Guadalajara genera 8.3 m³/s de aguas residuales, con una cobertura en el servicio del 90 %. Esto se logra a través de 3,035 km de red de atarjeas y con 600 mil descargas domiciliarias, distribuidos en las tres cuencas hidrológicas en la que se asienta la ZMG.

Por lo que respecta a la red de colectores ésta tiene una longitud de 158.76 km, mientras que la de subcolectores tiene 152.36 km.

3.4.2.1 Cuenca del Valle de Atemajac

Esta se encuentra dividida en 12 subcuencas, las cuales captan parte de la precipitación pluvial y el total de las descargas sanitarias del área que benefician. La descarga más importante de aguas residuales hacia el río Santiago la constituyen las corrientes San Juan de Dios, Huentitán, Arroyo Hondo, Atemajac, San Andrés y Osorio, tanto por la superficie que drenan y el volumen que aportan, así como por ser las subcuencas que concentran la mayor población e industrias dentro de la Zona Metropolitana.

Dentro de las doce subcuencas se tienen problemas de inundaciones y de falta de capacidad de algunos colectores y subcolectores, hecho que se ve agudizado por la falta de mantenimiento de la red menor de tuberías y el taponamiento de las bocas de tormenta de diferentes sectores de la localidad.

Las subcuencas que actualmente presentan los mayores problemas durante la temporada de lluvias son: Oriente, Intermedia del Oriente y la San Juan de Dios y Federacha. Presentan también problemas de capacidad en pequeños sectores las subcuencas Intermedia del Poniente, Poniente y Huentitán.

Para la revisión de la capacidad de los colectores y subcolectores de la Cuenca del Atemajac, se contó con diversos planos y documentos relativos al sistema de alcantarillado de la ciudad de Guadalajara. A partir de la información básica, combinada con los datos básicos presentados en el

documento "Sistema de Colectores del Area Metropolitana de la ciudad de Guadalajara" (Gobierno del Estado de Jalisco), en el cual se presenta el esquema general de diseño del sistema de colectores de la ZMG, resultó factible efectuar la revisión del sistema.

La longitud total de colectores y subcolectores en la ZMG, Cuenca del Atemajac, asciende a 311 kilómetros, presentando secciones muy variables: herradura, circular, ovoide, canasta y rectangular.

3.4.2.2 Cuenca del Ahogado

La cuenca del Ahogado cubre un área aproximada de 520 km², de los cuales un 30 % es ocupado por área urbana, 19 % por area semiurbana y 51 % por area rural. Dicha cuenca abarca gran parte de los municipios de Tlaquepaque, Tonalá, Zapopan, Tlajomulco y El Salto.

Durante 1994 se inició el proyecto de saneamiento de la Cuenca del Ahogado. En diversas comunidades de la cuenca, se introduce el alcantarillado sanitario, a diferencia de aquél operando en la Cuenca del Atemajac que es del tipo combinado. La idea fundamental de hacerlo separado, sanitario y pluvial, corresponde fundamentalmente al hecho de que el servicio de agua potable y alcantarillado es un servicio que debe cobrarse en función de la demanda que se tenga de él, y en el caso del alcantarillado pluvial, este está afectado por el sitio de la cuenca en que se ubique el usuario.

Adicionalmente, los costos de inversión, permitirán en el corto plazo cubrir una mayor área a sanear que si se integrara el alcantarillado pluvial. En la actualidad, se han construido 40,371 metros de colectores y subcolectores y el resto, 29,982 metros serán los que se integren en las etapas subsecuentes de esta cuenca.

3.4.2.3 Cuenca del Río Blanco

Su cuenca cubre un área de 160 km², en donde existe un sinnúmero de poblaciones. Haciendo una clasificación de desarrollo socioeconómico de las áreas pobladas, se pueden encuadrar dentro de tres tipos de áreas: Urbanizada, Semiurbanizada y Rural.

Al igual que la cuenca del Ahogado, esta cuenca ha iniciado la introducción del sistema de alcantarillado y también únicamente de aguas residuales de origen doméstico e industrial. En la actualidad se tienen construidos casi en su totalidad los 16.5 km de colectores y subcolectores requeridos para el saneamiento de la Cuenca del Río Blanco.

3.5 Saneamiento

En la zona metropolitana de Guadalajara no se cuenta con tratamiento alguno de las aguas residuales desalojadas por la población.

El volumen más importante de la zona, aquella captada en la cuenca del Valle de Atemajac, se descarga al río Santiago y es empleado para generación de energía eléctrica en la planta hidroeléctrica de Agua Prieta. Se han llevado a cabo diversos planteamientos sobre el posible tratamiento del agua, lo cual implicaría modificaciones importantes en su conducción a la generación de energía y por consiguiente la gran inversión aquí realizada por la CFE se desperdiciaría.

El problema fundamental que se plantea con respecto al tratamiento derivado de esta cuenca de la ZMG, lo constituye la legislación federal sobre las aguas residuales que deben ser devueltas a los cauces federales con ciertas características fisicoquímicas que no se cumplen en la actualidad. Sin embargo, para complicar aun más las cosas, la CNA, otra dependencia federal es la que otorgó la concesión para el uso de las aguas para generación de energía eléctrica a la CFE, bajo las condiciones de descarga que se tenían, sin fijar parámetros especiales para ella. La situación no representa un problema tan grave en la calidad de las aguas del río Santiago, ya que aguas abajo de la descarga de la planta hidroeléctrica, no se localizan sitios de consumo y las condiciones de la corriente permiten aminorar sustancialmente las condiciones contaminantes que presenta esta descarga.

3.6 Impacto Geoambiental de las obras de infraestructura hidráulica en la ZMG

3.6.1 Introducción

Desde hace ya varios años, el SIAPA ha implementado y viene realizando una serie de acciones encaminadas a dar solución a una serie de problemas que hasta ahora la tendencia ha sido relacionarlos exclusivamente a las fugas de los sistemas de agua potable y alcantarillado. Tales problemas se manifiestan como asentamientos del terreno que por lo general solamente causan deformación del pavimento; pero que en ocasiones sí llegan a afectar seriamente a las vialidades e inclusive se han dado casos donde son las construcciones las que han sufrido daños de consideración.

Bajo ésta óptica, el SIAPA enfocó a atacar el problema desde tres frentes principales.

Para el primer frente se consideró indispensable efectuar un análisis geotécnico del problema, ya que con base en las descripciones que se han hecho en las diversas fuentes de información, salta a la vista que una parte fundamental del problema consiste en estudiar el comportamiento del subsuelo de la ZMG cuando está sometido a flujo de agua incontrolado.

El segundo frente consistió en recopilar la mayor cantidad de información útil posible a fin de contar con una base de información sólida sobre el subsuelo y los daños. Luego de analizar las diversas fuentes de información existentes, se decidió integrar exclusivamente aquella documentada en las bitácoras.

El tercer frente consistió en estudiar algunas posibles soluciones para esta problemática. Estas soluciones se presentan en diversas opciones, ya que mientras algunas están relacionadas con el diseño y procedimientos constructivos de las líneas de agua potable y alcantarillado, otras lo están con las líneas directrices de los estudios de mecánica de suelos y de ingeniería estructural. Por último, como alternativa, se presenta una solución basada en un modelo matemático que permite calcular la relación beneficio/costo que representaría la sustitución de tuberías.

Los objetivos particulares de este estudio pueden resumirse en las cinco *funciones objetivo* siguientes:

Obj-1 Determinar las causas y mecanismos que conducen a la formación de cavidades o a la generación de asentamientos del subsuelo.

Obj-2 Determinar en que medida participan las fugas de los sistemas de agua potable y de alcantarillado en la problemática.

Obj-3 Diagnosticar la relación causa-efecto en función de la interrelación posible entre fugas y problemas geotécnico-estructurales.

Obj-4 Pronosticar cual podría ser la evolución futura de la problemática ante diversos escenarios de solución.

Obj-5 Definir las acciones concretas a seguir como soluciones a corto, mediano y largo plazo.

3.6.2 -- Diagnóstico

La relevancia que puede representar el fenómeno de asentamientos por colapso parcial o total de la estructura del suelo sobre los daños observados en la Zona Metropolitana de Guadalajara, con respecto a la importancia que podría tener el fenómeno de erosión interna del subsuelo no puede establecerse rigurosamente en ausencia de resultados experimentales confiables sobre el potencial de colapso que tienen los suelos pumíticos de la ZMG. Tales resultados no existen o aún no han sido reportados en la literatura especializada. Ante tal incertidumbre, conviene conservar las siguientes hipótesis:

(H1) Los daños tienen por causa directa el fenómeno de erosión interna del subsuelo, y como causa colateral, la presencia de diversas fuentes de flujo y vías posibles para el transporte del suelo arrastrado por el flujo. Estas fuentes y salidas serían: las conducciones enterradas y sus obras accesorias (pozos de visita), agua subterránea (lluvia infiltrada, ascenso del nivel freático), antiguos cauces de arroyos que hoy se encuentran bajo varios metros de relleno, los pozos de absorción que se construyen por reglamento en la ZMG, etc.

(H2) Los daños tienen por causa directa el fenómeno de colapso de la estructura de los suelos pumíticos debido a la saturación por flujo de agua incontrolado proveniente de conducciones subterráneas, pozos de absorción, aguas subterráneas por infiltración de lluvia o ascensos del nivel freático.

(H3) Los daños tienen por causa directa una combinación compleja de ambos fenómenos: erosión interna y colapso de la estructura de los suelos pumíticos. En un marco donde interactúan, según las estaciones del año, las diversas fuentes de aportación al flujo de agua subterránea, con la influencia de importantes gradientes hidráulicos del escurrimiento freático, como parecen indicarlo la correlación a nivel mensual entre el número daños con la precipitación pluvial.

El conjunto de resultados obtenidos permite plantear la microzonificación de riesgo de daño que se presenta en la tabla siguiente:

MICROZONIFICACIÓN DEL RIESGO DE DAÑO EN LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO Y AGUA POTABLE DE LA Z.M.G.		
ZONA DE RIESGO	POR CIENTO DE DAÑOS PROBABLE	ZONAS CATASTRALES
ALTO	≥5%	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 y 15
INTERMEDIO	≥2%	8, 10, 12, 14, 17, 23 y 29
MODERADO	>0%	11, 13, 16, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 35, 37, 38, 39, 40, 42, 44, 50, 51 y 52
SIN DAÑOS HASTA 1994	0% (1993 Y 1994)	18, 31, 32, 33, 34, 36, 41, 43, 45, 46, 47, 48, 49, Y MAYOR QUE 52

Un aspecto importante es que *a priori* no es fácil establecer la importancia o participación de una fuga de agua del sistema en un escenario de daño, particularmente en el caso de los hundimientos o colapsos de infraestructura vial donde el ducto pudo haber sufrido deformaciones importantes que finalmente provocaron fisuramiento en su estructura, agravando así el problema, sin que esto implique *per se*, que fue la fuga quien inició el proceso de erosión interna o de saturación en el subsuelo.

Sin embargo, el área con mayor cuantía de daños coincide con las zonas de la ciudad de Guadalajara donde las tuberías de la red de agua potable, y de atarjeas y subcolectores del sistema de alcantarillado, tienen edades que superan los 20, 30 y 40 años. En estas zonas también es muy improbable que se tenga un número significativo de pozos de absorción ya que las áreas de jardines son relativamente reducidas; en consecuencia es entonces difícil suponer que el flujo de agua subterránea esté siendo alimentado por agua proveniente de fuentes distintas a las fugas en los sistemas de agua potable y alcantarillado. Esto requiere ser estudiado con mayor detalle, con el respaldo e información generada mediante un programa de observaciones de campo que permita establecer las características del escurrimiento freático.

En las zonas donde las tuberías son relativamente nuevas, los daños podrían deberse fundamentalmente a deficiencias constructivas, alta presión en la red de agua potable, o a la presencia de los pozos de absorción para aguas pluviales, ya que en estas zonas abundan las construcciones recientes. Asimismo, en las zonas de construcción de tipo residencial de lujo, la infiltración a través de las áreas de jardines puede representar una aportación muy importante al flujo de agua subterránea.

3.6.3 Soluciones y evolución a corto, mediano y largo plazos.

Las opciones de solución aplicables a corto, mediano y largo plazo se basan, entre otros, en los siguientes aspectos:

- a) Profundizar el estudio del comportamiento del subsuelo de la ZMG ante flujo de agua incontrolado y caracterizar el peligro por:
 - (a.1) Erosión interna y tubificación del subsuelo.
 - (a.2) Asentamiento y colapso del suelo por saturación.
 - (a.3) Licuación del suelo por acción del sismo.

- b) Determinar las zonas y características de las fugas no visibles mediante métodos de exploración directa, con el fin de microzonificar la ciudad y definir prioridades para reparación o reconstrucción de infraestructura hidráulica con una base racional.

- c) Revisar la normatividad del SIAPA, así como el Reglamento de Construcciones, vigentes, con el fin de incluir los aspectos que pueden contribuir a incrementar significativamente la seguridad estructural, aun en el caso donde se presenten los fenómenos de erosión interna y de saturación del subsuelo. Esto implica incluir técnicas de recimentación de estructuras atendiendo al factor económico, así como garantizar la seguridad sísmica de la infraestructura bajo la responsabilidad del SIAPA.
- d) Revisar la normatividad referente al diseño y construcción de rellenos artificiales, así como a otros aspectos geotécnicos tales como métodos de análisis para revisar los Estados Límite de Falla y de Servicio, y las técnicas experimentales.
- e) Revisar la normatividad relativa a la construcción de pozos de absorción para aguas pluviales.
- f) Establecer metodologías para análisis y diseño, así como de procedimientos constructivos y de control de calidad para la construcción de infraestructura hidráulica. Esto podría implicar que en el caso de colectores importantes sea conveniente recurrir a una cimentación profunda o a técnicas de mejoramiento de suelos.
- g) Existen en la Zona Metropolitana de Guadalajara una cantidad no determinada en el marco de este estudio pero que sabe puede ser considerable (más de 100 tenerías en el rumbo de la Colonia Jardines Alcalde, por ejemplo), que han estado vertiendo aguas residuales de procesos industriales donde se emplean sustancias tales como ácido clorhídrico, sosa cáustica y ácido sulfúrico, entre otras. Estas sustancias diluidas en agua son altamente corrosivas, causan el deterioro de las tuberías de alcantarillado y se infiltran en el subsuelo provocando o ampliando el espectro de contaminación. Aun cuando la interacción de estas sustancias con los materiales piroclásticos no causaría problemas de disolución de los granos, sí ocasionan que, debido a las fugas del sistema de alcantarillado, ingrese una cantidad importante de agua que está alimentando al flujo de agua subterránea, a la vez que estas mismas zonas de exfiltración (o de fuga), constituyen auténticas brechas por donde el flujo de agua subterránea puede introducir suelo al alcantarillado y agravar y extender los problemas de tubificación del subsuelo.

3.7 Caracterización del Organismo Operador

La modificación que ha sufrido el Organismo Operador de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la Zona Metropolitana de Guadalajara, en los últimos tres años, ha sido muy significativa. El decreto de su creación, declara al Organismo como una dependencia descentralizado del Gobierno del Estado, con personalidad jurídica y patrimonio propio y capacidad para actuar, contratar, decidir y determinar lo conveniente en las materias propias de su competencia.

La dirección del Organismo está a cargo de un Consejo de Administración de tipo plural en el que convergen funcionarios públicos, y privados de todos los sectores sociales. Las tarifas se presentan a aprobación primero del Consejo de Administración para que toda vez autorizadas por éste, se turnen a los Ayuntamientos y al Congreso del Estado para su aprobación final. Se contaba en el pasado con un ajuste de tarifa mensual relacionado con las condiciones inflacionarias que presentara la economía local, misma que fue retirada en el año de 1993.

En la figura 9 se presenta el organigrama que presenta SIAPA hasta febrero de 1995, y de acuerdo con esto, se puede observar la existencia de 8 áreas a nivel gerencial

- a). Tesorería
- b). Administración
- c). Calificación y Control
- d). Técnica
- e). De Obras y Proyectos
- f). Control de calidad del agua
- g). Uso eficiente del agua
- h). Operación y Mantenimiento

adicionalmente, el área staff de la Dirección General controla Asuntos Jurídicos, Planeación, Auditoría y Comunicación Social.

La estructura básica que presenta el organismo es suficiente y bien planteada en términos de las necesidades de la ZMG para ser atendida en los servicios de agua potable y alcantarillado. Más aún, a pesar de que la existencia de índices de personal para atender un sistema de agua potable no necesariamente debe cumplir con las condiciones que se recomiendan debido a la complejidad del sistema, el número de empleados que tiene el SIAPA, resulta bajo para el número de tomas que se reportan. El número de empleados en el Organismo al 31 de diciembre de 1994 era de 2,173 empleados, concentrándose cerca del 50% en el área de operación y mantenimiento.

En los últimos años, debido a las dificultades generadas por las grandes inversiones que ha afrontado el Organismo de manera directa, ha implantado un control presupuestal muy estricto que le ha llevado a disminuir sus costos de producción de manera sustancial. El impacto en su egreso ha sido sustancialmente afectado por el alto nivel de endeudamiento resultado de la gran inversión que se realizó en los últimos años y con un alto componente contraído con la Banca Comercial. Las obras ejecutadas en el período 1990-1994 alcanzan un monto de más de \$1,648 millones de pesos, de los cuales el 91.3% ha sido ejecutada con fondos de SIAPA o adquiriendo créditos la Institución.

A partir del año de 1990, en el cual la tarifa representaba 238 \$ anuales por toma, los ingresos del SIAPA se han incrementado en un 116%, alcanzando en el año de 1994 un monto total de 454.7 millones de pesos por concepto de venta de agua y algunos otros ingresos derivados de la explotación del recurso, con una tarifa media de 606 \$ anuales por toma. Por su parte los conceptos de egresos representan un monto total para el mismo año de 218.65 millones de pesos en el año de 1994, teniendo en sus principales conceptos la remuneración al personal (21.7%), el costo de energía eléctrica (14.4%), mantenimiento (10.7%) y la depreciación del activo fijo en servicio (43.9%). El servicio de la deuda ha representado a partir del año de 1992 un concepto de egreso importante que ha afectado ligeramente al SIAPA, así en 1992 el gasto financiero fue de 105 millones de pesos, mientras que en 1993 y 1994 este ascendió a 192.5 y 236.1 millones de pesos, respectivamente. Como puede observarse, durante 1994 el gasto financiero fue superior al gasto corriente de la Institución.

Bajo estas condiciones, se resumen a continuación los indicadores del organismo:

a. Indicadores de operación

Concepto	Indicador
Cobertura de agua potable	92. %
Cobertura de alcantarillado	90. %
Volumen producido/no. tomas/mes	452.9 m ³
% de agua no contabilizada	43%
% de conexiones con medidor	75.9%
Volumen de pérdidas físicas	4,038 l/s
% de agua desinfectada	100%

b. Indicadores de personal

Concepto	Indicador
Número de empleados por cada 1000 tomas Período de cobro	3.0 Bimestral

c. Indicadores financieros

Concepto	Indicador
Gasto de operación/Volumen producido	\$0.738/m ³
Costo de energía/Gastos de operación	14.4%
Costo salarios/Gasto de operación	21.7%
Gasto de operación/Ingresos de operación	48.1%
Ingresos por m ³ abastecido	\$1.536/m ³
% de recaudación/facturación	60%

4. PRONOSTICO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA.

4.1 Proyección de población

La base del crecimiento poblacional esperado para la Zona Metropolitana de la ciudad Guadalajara, lo constituyó el Censo General de Población y Vivienda realizado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática en el año de 1990. La información de este censo se tomó al nivel mínimo reportado, esto es, el área geoestadística básica, **AGEB**. Estos datos permitieron integrar la información a una unidad de referencia conocida en el medio de planeación del Gobierno del Estado de Jalisco y del SIAPA consecuentemente, denominada Zona Catastral.

Los elementos antes mencionados, se combinaron con el Plan de Ordenamiento del Gobierno del Estado de Jalisco para la zona conurbada de Guadalajara, y de esta manera se integraron los corredores de crecimiento esperado para la ZMG en una imagen objetivo para el año 2020, y con metas establecidas para los años 2000, 2005 y 2010. En las figuras 10 y 11 se presenta gráficamente la distribución de densidades que se presentaron en las etapas 1990 y 1995 y en las figuras 12 y 13 las proyecciones de densidades previstas para los años 2005 y 2020.

De acuerdo con las condiciones prevalecientes en cada zona catastral en la actualidad y las densificaciones previstas para los años futuros, se realizó una estimación del crecimiento físico del área en estudio y de la población allí asentada, cumpliendo además con la tasa global de crecimiento en el período 1970-1990 de 3.87% anual.

Con este procedimiento, la población esperada y atendida con el servicio del agua potable en el mediano y largo plazos está dada por:

Año	Población (habitantes)	Población atendida (habitantes)
1995	3,605,737	3,299,249
2000	4,359,946	4,158,381
2005	5,270,769	5,100,862
2010	6,374,202	6,223,002
2015	7,708,288	7,526,625
2020	9,325,046	9,104,585

4.2 Proyección de la demanda

Con base en el crecimiento de población esperado y tomando en consideración las condiciones de consumo promedio por sector socioeconómico de la ZMG, se realizó la proyección de la demanda de agua potable. Para ello se integró de igual manera a nivel de zona catastral la población y como se tenía caracterizada por el sector socioeconómico al que pertenece, se utilizaron los valores de consumo de 110, 150 y 300 l/h/d para los sectores popular, medio y residencial de acuerdo con los resultados obtenidos por el *Estudio de Evaluación de Pérdidas en el Sistema de Distribución de agua potable en la ZMG*. Adicionalmente a lo anterior, se estimó conveniente considerar la reducción de pérdidas en el gasto entregado a la ciudad, a través del programa diseñado y que permitiría reducir la demanda entre 1.76 y 4.17 m³/s en 1995 y 2020 respectivamente. (Figura 14)

De esta manera, la curva de demanda quedaría integrada por:

Año	Demanda Global (l/s)	Demanda Con Programa de reducción (l/s)
1995	10,737	8,971
2000	12,372	10,340
2005	14,470	12,102
2010	17,234	14,430
2015	20,983	17,602
2020	26,261	22,087

4.3 Fuentes de abastecimiento futuro

Con el propósito de realizar una evaluación detallada de la disponibilidad hidrológica de las fuentes de abastecimiento de agua a la ZMG se utilizaron modelos de optimización-asignación de recursos-simulación, con objeto de definir las políticas de operación que permitieran asegurar con el mayor nivel de confianza (99%), el abasto de agua a la zona metropolitana.

Se reconstruyeron los escurrimientos de ingreso al **Lago de Chapala** provenientes de las aportaciones de los Ríos Lerma y Duero y la aportación por cuenca propia del lago.

Por lo que respecta a la **Cuenca del Río Calderón** donde se localiza la presa de almacenamiento Elías González Chávez, no existe información hidrométrica con una traza significativa por lo que se procedió a utilizar la información con la cual se realizó el proyecto ejecutivo de esta presa.

Para la construcción de la Presa El Salto se llevó a cabo un estudio hidrológico¹ para evaluar el potencial hidrológico de la **Cuenca del Río El Salto** y proponer con estos resultados la capacidad útil de este aprovechamiento en el cual se intenta respetar los aprovechamientos actuales de la cuenca.

En la **Cuenca del Río Verde** se tiene identificado el proyecto de la Presa La Zurda, sobre el río Verde. Este sitio representa un magnifico sitio para aprovechar los caudales que se generan hasta este punto en la cuenca, para aforar los escurrimientos se cuenta con algunas estaciones hidrométricas, pero la representativa resulta ser La Cuña, la cual empezó a operar desde 1944, que significa una traza muy importante para los análisis posteriores.

La posible incorporación de la Presa Picachos en la Cuenca del Río Verde genera una flexibilidad de alternativas en el sistema, este aprovechamiento es analizado en diversos estudios hidrológicos de la región donde se ha podido evaluar el potencial hidrológico. Para ser congruente con los análisis posteriores los valores que se incorporarán en este estudio son los mismos que se utilizaron en los estudios de gran visión.

4.3.1 Disponibilidad hidrológica del Sistema en condiciones actuales

Para analizar las condiciones actuales del aprovechamiento de las aguas superficiales y subterráneas, la geometría del sistema puede ser analizada en la Figura 4.1. El agua almacenada en el Lago de Chapala será transferida a la Ciudad a través de un acueducto de 2.0 m de diámetro y una longitud de 42 Km y una carga total a vencer de 135 m, para entregar en bloque un gasto hasta de 7.5 m³/s.

La Presa Elías González Chávez almacena y regula el escurrimiento del Río Calderón, desde este punto se envía a la ZMG un gasto firme de 1.3 m³/s a través de un acueducto de 33 Km de longitud, con un diámetro de 1.5m, este sistema debido a la ubicación del punto de llegada a la planta de San Gaspar sirve para atender a la red que se encuentra conectada al acuaférico.

En condiciones actuales, se simuló la operación del sistema bajo condiciones de demanda establecidas y probando diferentes niveles de demanda hasta producir en el suministro una deficiencia superior al 1% en volumen promedio en el período analizado. Los resultados obtenidos indican que el sistema puede suministrar hasta 12.6 m³/s, de la siguiente forma:

	Fuente	Gasto medio (m ³ /s)
1.	Lago de Chapala	6.80
2.	Presa Elías González Chávez	2.20
3.	Tesistán	1.70
4.	Toluquilla	1.00
5.	Pozos de la ZMG	0.90
	SUMA	12.60

Posteriormente a la definición del potencial hidrológico del sistema de abastecimiento en condiciones actuales, en el cual se indica que la demanda se satisface con las fuentes existentes hasta el año 2000, o el 2005 si se aplica el programa de reducción de pérdidas, se realizó la simulación del sistema admitiendo la política de operación que permitía cumplir con las extracciones de las fuentes superficiales: Lago de Chapala y Presa Elías González Chávez, al definir una política de operación apoyada en los niveles de almacenamiento de cada una de ellas.

Esta política de operación, de ser aplicada, permitirá al sistema ofertar un gasto medio anual de 12.3 m³/s. Resulta conveniente indicar que esta política de operación asegurará el suministro de agua a la ciudad siempre y cuando se sigan las recomendaciones vertidas en las tablas que a continuación se presentan, en las cuales se cumple que abajo del nivel de 2,000 millones de metros cúbicos de capacidad en el lago, la extracción será nula dadas las condiciones de calidad del agua y la posibilidad de extracción por el área del acueducto Chapala-Guadalajara.

El análisis realizado consideró para cada mes las probabilidades de ocurrencia de escurrimientos y las condiciones prevalecientes en los acuíferos que actualmente abastecen a la ZMG, para cumplir con la demanda de agua en la ciudad. Adicionalmente, considera los costos de transferencia de manera tal que utiliza primero el agua más barata y posteriormente incorpora el agua con mayor costo de producción.

Otro elemento importante que se manifiesta en este estudio, lo constituye el hecho de contar con una política de operación de cada una de estas fuentes considerando condiciones a nivel mensual, situación que permite con mayor rapidez rectificar las condiciones de extracción a que se someten las fuentes toda vez que han recuperado o disminuido sus niveles en el mes inmediato anterior, contrario a lo que ocurre actualmente con la aplicación del tratado de coordinación para la cuenca del Lerma que define la operación una vez al año, en el mes de noviembre.

A continuación se presenta la política de operación obtenida para las fuentes indicadas:

Vol. Almacenado (miles de M ³)	Gasto de Extracción (m ³ /s)											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
2.25	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
2.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
2.60	2.00	2.31	2.37	2.37	2.44	2.44	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
2.70	2.33	2.63	2.71	2.73	2.88	2.88	2.88	2.33	2.29	2.00	2.00	2.00
2.80	2.67	2.94	3.10	3.10	3.32	3.32	3.32	2.67	2.58	2.27	2.27	2.58
2.90	3.00	3.26	3.47	3.47	3.76	3.76	3.76	3.00	2.87	2.54	2.54	2.87
3.00	3.33	3.57	3.83	3.83	4.20	4.20	4.20	3.33	3.16	2.80	2.80	3.16
3.10	3.67	3.89	4.20	4.20	4.64	4.64	4.64	3.67	3.45	3.07	3.07	3.45
3.20	4.00	4.20	4.57	4.57	5.08	5.08	5.08	4.00	3.74	3.34	3.34	3.74
3.30	4.33	4.51	4.93	4.93	5.52	5.52	5.52	4.33	4.03	3.61	3.61	4.03
3.40	4.67	4.83	5.30	5.30	5.96	5.96	5.96	4.67	4.32	3.88	3.88	4.32
3.50	5.00	5.14	5.67	5.67	6.40	6.40	6.40	5.00	4.61	4.15	4.15	4.61
3.60	5.33	5.45	6.04	6.04	6.84	6.84	6.84	5.33	4.90	4.42	4.42	4.90
3.70	5.67	5.77	6.41	6.41	7.28	7.28	7.28	5.67	5.19	4.69	4.69	5.19
3.80	6.00	6.09	6.78	6.78	7.50	7.50	7.50	6.00	5.48	4.96	4.96	5.48
3.90	6.33	6.40	7.15	7.15	7.50	7.50	7.50	6.33	5.77	5.23	5.23	5.77
4.00	6.67	6.71	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	6.67	6.05	5.49	5.49	6.05
4.10	7.00	6.62	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.00	6.33	5.75	5.75	6.33
4.20	7.33	6.93	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.33	6.61	6.01	6.01	6.61
4.30	7.50	7.24	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	6.89	6.27	6.27	6.89
4.40	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.17	6.53	6.53	7.17
4.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.45	6.79	6.79	7.45
4.60	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.05	7.05	7.50
4.70	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.31	7.31	7.50
4.80	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
...
9.20	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50

**Políticas de Operación Lago de Chapala
(Condiciones Actuales)**

Vol Almacenado (Mm ³)	Gastos de Extracción (m ³ /s)											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
10	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
15	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	2.15	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
20	1.30	1.30	1.30	1.30	3.00	3.00	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
25	1.30	1.30	1.30	1.30	3.00	3.00	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
30	1.30	1.30	1.87	2.15	3.00	3.00	1.87	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
35	1.30	1.87	2.43	3.00	3.00	3.00	2.43	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
40	1.30	2.43	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
45	1.87	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.15	1.30	1.30	1.30	1.30
50	2.43	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	1.30	1.30	1.30	3.00
55	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	1.87	1.30	3.00	3.00
60	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.43	1.87	3.00	3.00
65	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.43	3.00	3.00
70	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
75	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
80	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00

**Políticas de Operación Presa Elías González Chávez
(Condiciones Actuales)**

La simulación efectuada para condiciones actuales, respetando la política de operación del Lago de Chapala y de la Presa Elías González Chávez, indicada líneas arriba, arrojó como resultado, en el período de 40 años de simulación los siguientes gastos ofertados por las fuentes:

	GASTOS PROMEDIO APORTADOS POR LAS FUENTES A LA ZMG (m ³ /s)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
Chapala	6.8	7.0	6.7	6.1	6.6	6.4	6.7	7.1	6.8	7.3	6.0	6.0	6.63
Cakderón	3.0	3.0	2.4	2.3	0.9	0.7	1.7	1.5	2.2	1.7	2.9	3.0	2.10
P ZMG	0.9	0.5	0.5	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.88
Toluqu.	0.7	0.8	0.7	0.9	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	0.99
Tecistán	1.5	1.3	1.5	1.6	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.69
Totales	12.9	12.6	11.8	11.6	11.5	11.0	12.3	12.5	12.9	12.9	12.8	12.9	12.29

y los déficits operacionales acumulados en los cuarenta años de simulación en los centros de demanda dados por:

	DEFICITS TOTALES EN LOS CENTROS DE DEMANDA (Mm ³)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Dat 013	0	23	86	43	35	0	0	0	0	0	0	0	227
ZMG	0	35	97	134	166	199	63	31	0	0	0	0	725
Total	0	58	183	217	201	199	63	31	0	0	0	0	952

Finalmente, los derrames ocurridos en la Presa Elías González Chávez, son los indicados a continuación:

	DERRAMES TOTALES EN LA PRESA ELIAS GONZALEZ CHAVEZ (Mm ³)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
E. Giez.	0	0	0	0	0	0	0	0	19	33	94	0	146

4.3.2 Disponibilidad hidrológica del Sistema en Condiciones Futuras

La construcción de un sistemas de presas de almacenamiento en las Cuencas de los Ríos Verde, Juchipila y Bolaños con objeto de incrementar los caudales de agua hacia la ZMG, representa un análisis de los beneficios y costos de este sistema, en el cual se respetará los actuales usos del agua y se analizará las repercusiones técnicas de la puesta en operación de este sistema.

4.3.2.1 Alternativas por aprovechamiento de las cuencas aledañas a la ZMG.

Los recursos hidráulicos con que se cuentan en la ZMG, como opciones de aprovechamiento para el suministro de agua a la ciudad, indican la posibilidad de utilizar el río Verde, el Juchipila o el Bolaños, los tres afluentes del río Santiago.

El aprovechamiento de estas corrientes ha sido objeto de diversos planteamientos en cuanto a su aprovechamiento.

En primer término, se llevará a cabo el análisis correspondiente al aprovechamiento de las corrientes y los costos en que se incurriría en cada una de ellas.

A continuación, se presentan las condiciones previstas en cada una de las alternativas analizadas, los costos de inversión, operación, conservación y mantenimiento en que se incurriría para poder llevar a cabo la selección de la mejor opción en cuanto al aprovechamiento disponible.

4.3.2.1.1 Selección de la alternativa más económica

De los resultados obtenidos para las tres alternativas analizadas, se presentan los resultados jerarquizados de la siguiente forma:

Cuenca	Area (km ²)	Volumen (Mm ³)	Gasto (m ³ /s)	Carga (m)	Long. (km)	Costo (\$/m ³)	J
Bolaños	11,900	605.3	8.0	1,437.9	145.0	4.9	3
Juchipila	8,534	321.6	5.9	732.5	41.0	3.0	2
Verde	19,097	667.6	10.0	554.1	2.7	1.6	1

J- Orden en la jerarquización de resultados

De la tabla anterior se puede observar que los costos por metro cúbico de la *alternativa del Río Verde* se convierte en la *opción más conveniente* para el abastecimiento de agua a la Zona Metropolitana de Guadalajara.

4.3.2.2 Análisis de alternativas en la cuenca del río Verde

4.3.2.2.1 Disponibilidad hidrológica

Como resultado del estudio que se le ha dedicado al análisis de los posibles aprovechamientos de la cuenca del río Verde para suministro de agua potable a la ZMG, se han generado cinco alternativas que se compararán en cuanto a los costos de inversión, operación y mantenimiento, para definir la opción más adecuada de abastecimiento en el tiempo a la esta zona del país.

Las alternativas generadas son las siguientes:

- Alt. 1: Presa La Zurda-El Salto-Purgatorio-ZMG
- Alt. 2: Presa El Salto-Elías González Chávez
- Alt. 3: Presa Picachos-El Salto-ZMG
- Alt. 3a: Presa Picachos-El Salto-Elías González Chávez-ZMG
- Alt. 4: Presa Picachos-El Salto-Elías González Chávez-Purgatorio-ZMG

Para todas estas alternativas se incluyeron los costos de potabilización requeridos acorde con los volúmenes aportados a la ciudad.

Los volúmenes considerados de aportación, fueron determinados en función de las condiciones de aprovechamiento que se reportaron en el estudio: *"Políticas de Operación para las fuentes actuales"*

y futuras de la Zona Metropolitana de Guadalajara", para cada una de las alternativas analizadas, los cuales indican que en la condición de gasto firme total, fuentes actuales y futuras, pueden suministrar a la ciudad los siguientes gastos:

Alternativa	Gasto firme ofertado (m ³ /s)
1. La Zurda-El Salto-Purgatoro-ZMG	22.3
2. El Salto-Elías González Chávez	15.1
3. Picachos-El Salto-ZMG	23.4
4. Picachos-El Salto-Calderón-ZMG	22.8
5. Picachos-El Salto-Elías González Chávez-Purgatoro-ZMG	23.9

4.3.2.2.2 Selección de la alternativa más conveniente

Del análisis de costos en que se incurre, así como considerando los montos de inversión y requerimientos de agua en la zona metropolitana de Guadalajara, se presenta a continuación el resumen de costos para las alternativas analizadas:

Alternativas	Q	H	L	It	C	J
1. La Zurda-El Salto-Purgatoro	8.8	553.2	2.7	2,738.7	1.74	3
2. El Salto-Elías González Chávez	1.4	-	52.0	503.6	1.51	1
3. Picachos-El Salto-ZMG	9.1	295.0	85.0	2,9217.6	1.61	2
3a. Picachos-El Salto-Elías González Chávez	8.7	339.2	125.0	2,478.1	1.61	2
4. Picachos-El Salto-Elías González Chávez-Purgatoro	10.2	733.5	127.7	3,242.5	1.80	4

- Q Gasto aprovechable (m³/s)
 H Carga dinámica (m)
 L Longitud total (km)
 It Inversión total (millones de pesos)
 C Costo por m³ (\$/m³)
 J Jerarquización

De aquí puede observarse que la alternativa más conveniente corresponde a aquella en que se construye el acueducto El Salto-Elías González Chávez y posteriormente aquellas correspondientes al Proyecto Picachos en sus dos variantes iniciales. Sin embargo, debido a la diferencia en el valor del costo por metro cúbico que tan sólo asciende al 15% comparando la alternativa 1 contra la 2, se sugiere llevar a cabo el análisis de detalle a nivel proyecto ejecutivo de las alternativas 2 a 4 para poder concluir significativamente sobre aquella que realmente sea la más conveniente.

Análisis de las alternativas del Río Verde, descontando la inversión ya realizada de la presa El Salto.

Con objeto de llevar a cabo una análisis más realista, en función de las características que se presentan en la actualidad con la obra ejecutada de la Presa El Salto, este análisis se orientó a descontar de los proyectos de inversión de las alternativas analizadas el costo de la Presa El Salto y comparar los resultados así obtenidos.

Alternativas	Q	H	L	It	C	J
1. La Zurda-El Salto-Purgatorio	8.8	553.2	2.7	2,627.6	1.68	4
2. El Salto-Elías González Chávez	1.4	-	52.0	387.9	1.16	1
3. Picachos-El Salto-ZMG	9.1	295.0	85.0	2,798.5	1.55	3
3a. Picachos-El Salto-Elías González Chávez	8.7	339.2	125.0	2,359.1	1.50	2
4. Picachos-El Salto-Elías González Chávez-Purgatorio	10.2	733.5	127.7	3,123.4	1.70	5

- Q Gasto aprovechable (m^3/s)
 H Carga dinámica (m)
 L Longitud total (km)
 It Inversión total (millones de pesos)
 C Costo por m^3 ($\$/m^3$)
 J Jerarquización

De esta manera, como era de esperarse, el monto correspondiente a la alternativa 2 (Figura 15), se reduce significativamente y por consiguiente el costo por metro cúbico se convierte en un elemento fundamental para la selección de esta alternativa como la más conveniente para Guadalajara y por consiguiente, la siguiente fase corresponderá a la de la Presa Picachos-ZMG.

De esta forma, se integró un programa de inversiones y oferta de agua que manifiesta dos opciones alternativas, una de ellas considerando no ejercer acción alguna sobre la incidencia en el consumo por parte de la Institución hacia la población, mientras que la otra opción considera un programa agresivo de recuperación de caudales mediante la inversión en rehabilitación de tomas, rehabilitación de redes, adecuación de presiones denominado *Programa de Recuperación de Caudales*.

Bajo la primera de las opciones, se consideró la incorporación de las fuentes de abastecimiento a la ZMG de la siguiente manera:

Fuentes	Año de ingreso al sistema
Actuales	Hasta 2000
El Salto	2000
San Marcos	2005
Picachos	2007
Otras fuentes	2017

4.3.2.3. Alternativa de abastecimiento con aguas subterráneas

Dentro de las condiciones de abastecimiento de agua a la ZMG, se tiene contemplada también la inversión en el proyecto denominado como San Marcos o Domo Sur-La Primavera para explotación del agua subterránea de la zona.

Con objeto de lograr el análisis global de información para abastecimiento de agua a la Zona Metropolitana de Guadalajara, se analizó la información correspondiente a este apartado, en donde se incluye la perforación de 10 pozos y la conducción a través de un acueducto de 22 km de longitud para llevar 1.0 m³/s a la ciudad. (Figura 16)

El monto total de inversión requerido en este caso es de \$197.5 millones de pesos, para un año, y con un costo por metro cúbico equivalente de \$0.82/m³, resultando de esta manera hasta este momento, la obra de menor inversión y menor costo por metro cúbico equivalente que se presenta entre las fuentes de abasto a la ZMG.

Esta condición modifica el ingreso de las fuentes de abastecimiento, integrándose de la siguiente forma:

Fuentes	Año de ingreso al sistema
Actuales	Hasta 2000
San Marcos	2000
El Salto	2003
Picachos	2007
Otras fuentes	2017

4.3.2.4 Programa de recuperación de caudales

Del estudio denominado: "*Estudio de Evaluación de Pérdidas en el Sistema de Distribución de agua potable a la Zona Metropolitana de Guadalajara*", se definieron algunos esquemas de recuperación de agua en: tomas, redes de distribución, tomas clandestinas.

Del análisis de esta información y en función de los costos de inversión que estos representan para recuperar un gasto de hasta $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$, si se aplicara al total de la zona metropolitana, se decidió analizar para cada una de las zonas catastrales el monto de la inversión requerida y el costo por metro cúbico de recuperación que se tendría, obteniéndose lo siguiente:

ZONA CATASTRAL	TOMAS POR REHABILITAR	COSTO	Q FUGA EN TOMAS	COSTO POR m ³ (\$/m ³)
46	135	78.98	15.2	0.029
12	2,406	1,407.51	173.3	0.046
38	1,034	604.89	63.1	0.054
5	703	411.26	39.9	0.058
1	2,382	1,393.47	128.1	0.061
11	2,746	1,606.41	131.3	0.069
9	5,134	3,003.39	232.8	0.072
29	1,377	805.54	62.1	0.073
26	1,573	920.21	68.1	0.075
13	1,873	1,095.70	78.0	0.079
23	5,165	3,021.51	210.8	0.08
7	2,057	1,203.35	81.8	0.083
17	2,388	1,396.98	91.2	0.086
16	1,288	753.48	49.0	0.086
30	244	142.74	9.0	0.089
50	262	153.27	9.2	0.093
28	2,642	1,545.57	92.6	0.094
51	105	61.43	3.4	0.101
44	500	292.50	15.1	0.109
10	5,181	3,030.89	155.6	0.109
8	1,667	975.19	49.7	0.110
2	1,889	1,105.07	54.5	0.114
6	4,319	2,526.62	120.0	0.118
19	2,725	1,594.13	75.7	0.118
25	7,651	4,475.84	165.1	0.152
37	593	346.91	10.1	0.193
20	2,377	1,390.54	39.3	0.199
22	1,901	1,112.09	30.8	0.203
4	3,337	1,952.15	50.4	0.218
24	5,838	3,415.23	85.0	0.225
21	2,025	1,184.63	27.1	0.245
27	1,040	608.40	12.4	0.275
14	3,526	2,062.71	41.7	0.277
3	4,622	2,703.87	52.7	0.288
39	2,731	1,597.64	11.7	0.766
52	903	528.26	2.6	1.140
SUMA	86,339	50,508.32	2,538.4	0.112

La tabla anterior se construyó dividiendo el gasto entre un factor que se obtiene convirtiendo el gasto recuperable en las tomas en un período de 20 años, trayendo este dato a *valor presente*. Como puede observarse, el valor ponderado de la inversión en tomas produce un costo por metro cúbico de $\$0.112/m^3$, valor con un factor de 7 comparado contra el menor costo por metro cúbico traído a la ZMG, correspondiente al del acuífero de San Marcos, $\$0.82/m^3$.

De esta forma, la rentabilidad de la inversión corresponde en primer término a la recuperación de caudales y posteriormente el resto de las fuentes analizadas.

El impacto que tiene esta acción en el resultado final del sistema, es realmente importante, ya que como puede observarse en las figuras localizadas al final del informe, el no efectuar alguna acción para resolver las fugas que se presentan en el sistema, la necesidad de obras con inversiones por metro cúbico mucho mayores, tienen que iniciarse en el corto plazo.

La implicación fundamental que presentan estas acciones, indican que el diferimiento de las obras de abastecimiento, amen de permitir al sistema la recuperación de su flujo de caja que le dé los márgenes de maniobra suficientes, aprovechará los recursos que se han invertido en llevar agua a la ZMG en toda su magnitud, ya que el agua que se recupera, ya presenta potabilización y su pérdida en la red resulta muy grave.

El programa de incorporación que resulta bajo el esquema de aplicación del programa de recuperación de caudales, indica que la entrada en operación de las obras se podrá realizar como sigue:

Fuentes	Año de ingreso al sistema
Actuales	Hasta 2006
San Marcos	2006
El Salto	2008
Picachos	2012
Otras fuentes	Después de 2020

Así como en el caso de condiciones actuales, también se efectuó la simulación de la oferta en condiciones futuras adecuando las condiciones de suministro a las políticas de operación de las fuentes superficiales, y en este caso, debido a que las fuentes que se incorporarán en el mediano

plazo son El Salto a través de la Presa Elías González Chávez, y la explotación de ésta para llegar a la Planta Potabilizadora San Gaspar, se obtuvieron las políticas de operación de estas dos fuentes, ya que las obtenidas para el Lago de Chapala no se verían modificadas. Bajos estas condiciones, las políticas de operación de la Presa Elías González Chávez serían las siguientes:

Vol Almacenado (Mm ³)	Gastos de Extracción (m ³ /s)											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
10	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
15	2.00	2.00	2.00	2.00	2.75	2.75	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
20	2.00	2.00	2.00	2.75	3.50	3.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
25	2.00	2.00	2.75	3.50	3.50	3.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
30	2.00	2.00	3.50	3.50	3.50	3.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
35	2.00	2.75	3.50	3.50	3.50	3.50	2.75	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
40	2.75	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
45	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.75
50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	2.75	2.00	2.00	2.00	3.50
55	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	2.75	2.00	2.75	3.50
60	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	2.75	3.50	3.50
65	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
70	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
75	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
80	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50

**Políticas de Operación Presa Elías González Chávez
(Condiciones futuras)**

Por su parte, la operación de la Presa El Salto, restringida por la capacidad de la conducción entre esta Presa y la Presa Elías González Chávez, así como por la capacidad de regulación que pudiera tener esta última, queda definida por:

Vol Almacenado (Mm ³)	Gastos de Extracción (m ³ /s)											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
10	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
15	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
20	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	1.95	1.95	1.50	1.50	1.95	1.95
25	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	1.95	1.95	2.40	2.40
30	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
35	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
45	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
50	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
55	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
60	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
65	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
70	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
75	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
80	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40

**Políticas de Operación Presa El Salto
(Condiciones futuras)**

De acuerdo con las condiciones de oferta asegurable que debe tener una ciudad como lo es la Zona Metropolitana de Guadalajara, se prevé que en cualesquiera de las secuencias a seleccionar para incorporar más agua, se deberán atacar casi simultáneamente las opciones de San Marcos y El Salto para el abasto de la ciudad. En las figuras 17 y 18 se presenta la curva de oferta-demanda de agua a la ciudad en su proyección al año 2020.

Como acciones complementarias, se tienen detectadas en este rubro, aquellas relacionadas con:

- i. Estudio geohidrológico en la ZMG. El objetivo fundamental de este trabajo, estará relacionado con el aseguramiento de los recursos hidráulicos subterráneos de la Zona Metropolitana, que permitirá regular adecuadamente la explotación.
- ii. Programa de rehabilitación de pozos. Este programa deberá ser permanente con objeto de mantener siempre en los niveles adecuados de explotación los pozos, con el consecuente consumo disminuído de energía eléctrica.

4.4. Red de distribución de agua potable

Con base en la revisión y modelación matemática de la red primaria de distribución de agua potable en la Zona Metropolitana de Guadalajara, se ha detectado que conforme a los patrones de crecimiento de la ciudad y a la ausencia de servicio en ciertas zonas de la misma, será indispensable ampliar las redes de distribución en las siguientes cantidades:

Diámetro		Longitud de proyecto metros
mm	pulgadas	
254	10	45,110
304	12	39,079
355	14	15,120
406	16	10,501
457	18	5,861
508	20	4,518
610	24	5,403
762	30	12,852
915	36	11,009
1066	42	10,513
1219	48	7,146
1295	51	1,283
1371	54	5,527
1828	72	6,641
1930	76	1,977
2134	84	1,860
RED PRIMARIA (m)		184,400
RED SECUNDARIA (m)		2,117,200
TOTAL DE PROYECTO (m)		2,301,600
INVERSION TOTAL (Miles de \$)		377,500

A partir de la incorporación del acuaféncico como fuente de abasto a la ciudad entregando el agua procedente de la Presa Elías González Chávez, se modificaron las presiones con las que se abastecía a la zona norte de la ciudad, razón por la cual resultó necesario readecuar las condiciones de las redes, y se dispone de los proyectos ejecutivos de veinte colonias aledañas al acuaféncico cuya inversión global asciende a 30 millones de pesos de acuerdo con la siguiente distribución:

Colonia	Longitud de red (km)	INVERSION (Miles de \$)
Autocinema/Sta Elena de la Cruz	21.38	1,546
Rancho Nuevo	26.31	2,477
Jardines Alcalde	20.31	4,951
Víctor Hugo	5.79	2,061
Santa Cecilia	28.33	6,308
Lomas del Paraíso	23.52	3,650
Huentitán El Bajo	23.72	1,389
Guadalupana	12.99	1,455
Santa Elena Alcalde	20.01	1,641
Independencia Poniente	3.73	1,110
Constitución	12.46	644
La Palmita	4.37	329
Tabachines	8.65	444
División del Norte	1.41	35
Auditorio	6.79	589
Balcones de la Cantera	5.87	739
La Experiencia, Benito Juárez e Indígena de Mezquitán	29.91	650
SUMA:	255.55	30,018

Finalmente como complemento a las actividades de rehabilitación de redes, se tiene detectado la modificación de la red de distribución localizada en la zona central de la zona metropolitana abarcando las zonas catastrales 1,2,3 y 4, para lo cual se ha establecido el modelo de evaluación y sustitución de tuberías que se presentó en el capítulo de impacto geoambiental de las obras. (Figura 19)

Como algunas actividades que podrán ayudar en la mejoría de la operación de la red de distribución se tienen detectadas aquellas acciones complementarias que permitirán cumplir con las acciones previstas anteriormente, siendo estas:

- a) Rehabilitación de tanques. Cuyo objetivo fundamental será el mantenerlos siempre en correctas condiciones operativas a fin de asegurar la función para las cuales fueron concebidos: regulación, almacenamiento, distribución.
- b) Diseño de las políticas de operación de los tanques. El objetivo de estas políticas están orientadas a mantener siempre operando de manera óptima el sistema de distribución, debido a que en ocasiones la disminución de niveles o el almacenamiento inadecuado de agua produce derrames en los mismos y pérdidas de carga en la distribución.
- c) Automatización del acuaférico. Con esta acción se busca dar al acuaférico, la flexibilidad de operación que ya en estos momentos requiere y que en el corto plazo será indispensable para mantener presiones y caudales en el sistema.
- d) Rehabilitación y ampliación de la planta potabilizadora número uno. Con objeto de contar con la capacidad suficiente para tratar el agua procedente del Lago de Chapala en primera instancia y conforme se vaya incorporando el acuaférico en toda su dimensión, poder introducir más agua a la potabilizadora, se requiere modernizarla y ampliarla.
- e) Proyecto de catastro de instalaciones de agua potable. El objetivo que se persigue con esta labor consiste fundamentalmente en disponer desde los puntos de vista cartográfico y digital la información del sistema para poder ser consultado desde el punto de vista computacional y en un futuro no lejano automatizar la operación del sistema.
- f) Programa de operación y mantenimiento. Parte de las labores que le corresponden a la Gerencia de Operación y Mantenimiento, pueden ser sistematizadas si se introducen adecuadamente a la computadora para producir oportunamente los programas requeridos para la operación y mantenimiento del sistema.

4.5. Red de alcantarillado

4.5.1 Reforzamiento del sistema de colectores

Con base en el diagnóstico definido para las tres subcuencas en las cuales se tienen identificados los mayores problemas de operación en la red de drenaje (cuenca de Atemajac), se procede en este capítulo a establecer las propuestas de mejoramiento a la problemática planteada.

Actualmente, dada la anexión de mayores áreas con alto nivel de impermeabilidad, el sistema de drenaje recibe mayores volúmenes de escurrimientos a los contemplados en el diseño original y es por ello que se hace necesario reforzar la capacidad de conducción en los sectores altos que presentan los mayores problemas.

- a). Programa de mantenimiento riguroso. Debido a la densificación que han sufrido ciertas zonas de la ciudad, se requiere implantar un programa riguroso y prioritario en las subcuencas siguientes:
 - i). San Juan de Dios y Federacha
 - ii). Intermedia Oriente
 - iii). Oriente
- b). Reforzamiento de tramos de la red de colectores y subcolectores. Con relación al manejo adecuado de precipitaciones con período de retorno superior a los 7 años, se requiere el reforzamiento de algunos tramos de colectores, mismos que están referidos en la figura 20.

La inversión requerida para el reforzamiento de los sistemas actuales se estiman en \$5.026 millones de pesos.

4.5.2 Ampliación y rehabilitación de la red

4.5.2.1 Cuenca del Atemajac

Dada la necesidad de la ampliación de la cobertura del servicio de alcantarillado debido al crecimiento de la población, se han planteado algunas soluciones para ello. Del programa de construcción de colectores, derivado del Plan rector en este sentido, aún falta la construcción de algunos elementos por ejecutarse. La inversión requerida se estima a precios de enero de '95 en \$89.6 millones de pesos.

Con relación al estudio de "Impacto Geoambiental de las fugas en los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado de la Z.M.G." se tiene que las zonas catastrales con mayor daño en lo que respecta a los daños por fallas en el sistema de alcantarillado son: 1 a 7, 9 y 15 por lo que se propone la

rehabilitación de la red en dichas zonas. El costo derivado de estas acciones no se tiene determinado por necesitarse de realizar una investigación de mayor detalle para determinar aquellos tramos de tubería que se encuentren en malas condiciones. De la información disponible se tiene que para estas zonas afectadas se tiene una longitud global de 159,280 metros de redes de alcantarillado en general, colectores, subcolectores y redes de atarjeas.

Adicionalmente a lo anterior, debido al crecimiento de la ciudad y a la necesidad de integrar nuevas áreas al servicio de alcantarillado, se obtuvo que la inversión requerida para la cuenca es de \$170.36 millones de pesos, estimado realizarse en el período 1995-2005.

4.5.2.2 Cuenca del Ahogado

En principio, se considera necesaria la conclusión de las etapas 2 y 3 de colectores y subcolectores para esta cuenca, cuya inversión se tiene estimada en \$65.85 millones de pesos.

Esta parte de la ZMG, contempla un crecimiento importante en lo referente a población y la incorporación de la misma a los servicios de agua potable y alcantarillado. Se estima que la inversión requerida para dotar de los servicios a la nueva población allí asentada, será de \$179.18 millones de pesos, correspondiente exclusivamente a la ampliación de las redes de atarjeas.

4.5.2.3 Cuenca del río Blanco

Debido a la problemática actual en la cuenca en cuanto a saneamiento se refiere, es urgente la conclusión de la fase de introducción de colectores y subcolectores, la inversión faltante para el sistema de colectores se estima en \$8.23 millones de pesos.

Adicionalmente se contempla la necesidad de construir ampliaciones a la red de alcantarillado. El monto requerido para la realización de estas acciones es de \$48.8 millones de pesos.

4.6 Saneamiento

En la actualidad como se mencionó en el diagnóstico las aguas residuales de la ciudad de Guadalajara no reciben tratamiento alguno, descargándose cerca del 85% a la Planta Hidroeléctrica de Agua Prieta.

Bajo estas condiciones, la modificación de las condiciones de descarga produciría al país una pérdida enorme debido a los cambios en los sitios de entrega del agua y las pérdidas de carga que son requeridas por la planta hidroeléctrica para la generación de energía. Ya ha sido motivo de un sinnúmero de discusiones que la autoridad federal entregó la concesión del uso del agua a otra entidad federal, en donde, debido a que en esos momentos no existía la legislación sobre las descargas y calidad del agua hacia cuerpos receptores, no obligaba a la Institución a darle

tratamiento alguno, y aun más con la concesión otorgada, la liberaba de acuerdo con la legislación actual de cualquier acción en su contra, ya que el último usuario lo es la planta hidroeléctrica.

Bajo estas condiciones, el **SIAPA** inició hace algunos años el programa de saneamiento de las cuencas del Ahogado y del río Blanco, cuencas de cuyas aguas no se abastece la hidroeléctrica y que adicionalmente cuentan con áreas de desarrollo urbano que en caso de cuidarse podrán en el corto plazo convertirse en nuevos polos de la zona metropolitana.

Se tiene previsto por tanto la construcción de cinco plantas de tratamiento de aguas residuales, cinco de ellas en la cuenca del Ahogado y dos más en la cuenca del río Blanco.

En la cuenca del Ahogado se tienen consideradas las siguientes plantas de tratamiento:

- PT-1, Santa María Tequepexpan, localizada en el municipio de Tlaquepaque, la capacidad final será de 3600 l/s.
- PT-2, Los Gavilanes, 2.3 km. abajo del poblado de Los Gavilanes, su capacidad de proyecto es de 135 l/s.
- PT-3, San Sebastián, se construirá en dos etapas, la primera de 258 l/s y su gasto final de diseño será de 486 l/s.
- PT-4, Aeropuerto, se construirá en terrenos adyacentes al Aeropuerto, dispondrá de una capacidad de tratamiento de 4,500 l/s.
- PT-5, Ahogado, adyacente a la presa del Ahogado con capacidad en su primera etapa de 902 l/s y una segunda etapa que la llevará hasta 2,686 l/s.

En la cuenca del Río Blanco, se tienen contempladas las siguientes obras de saneamiento:

- PT-1, Tesistán, aguas abajo de la población del mismo nombre.
- PT-2, Nuevo México, se localiza en el municipio de Zapopan y permitirá tratar en la primera etapa 320 l/s, con otras dos de 160 l/s cada una.

La inversión requerida para las obras de saneamiento en la ZMG es de \$924.1 millones de pesos, considerando en este monto, el requerido para la adquisición faltante de algunos terrenos que asciende a la cantidad de 19,250 miles de pesos.

Planta	Inversión (Miles de \$)
Santa María Tequepexpan	232,089
Aeropuerto	298,554
Los Gavilanes	11,195
San Sebastián	37,318
El Ahogado	201,524
Nuevo México	68,296
Tesistán	19,250
SUMA:	868,226

4.7 Fortalecimiento empresarial

Con objeto de sustentar adecuadamente las estimaciones correspondientes al incremento en la eficiencia operacional del SIAPA, se tiene contemplada la realización de acciones encaminadas a fortalecer la Institución como empresa, siendo estas las siguientes:

- a. *Actualización del padrón de usuarios.* Esta actividad estará orientada a la regularización de alrededor de 30,000 tomas como mínimo y 50,000 como valor medio que aun no se tienen contempladas en el padrón y que pueden representar un ingreso de entre 18 y 30 millones de pesos al año.
- b. *Programa de recuperación de rezagos.* En años anteriores el SIAPA ha promovido la realización de este tipo de programas, mismos que le han dado un buen resultado, sin embargo aun cuenta con una cartera vencida, y aun cobrable que le permitiría resolver muchos de sus compromisos financieros.
- c. *Sistema de planeación financiera.* Con un elemento como el propuesto, se podría contar de manera sistematizada con un sistema de planeación financiera con el cual se pudiera controlar el flujo de la empresa, así como el control de las obras.
- d. *Reestructuración y actualización del esquema tarifario.* Bajo las condiciones actuales, el SIAPA deberá renovar sustancialmente el esquema tarifario estructurándolo de tal manera que el subsidio cruzado permita a usuarios domésticos, industriales y comerciales participar en las acciones que se tienen previstas para el mejoramiento de los servicios.

e. *Programa de uso eficiente del agua.* Si la actividad primordial en la cual el SIAPA encaminará su esfuerzo es la recuperación de caudales a través de fugas domiciliarias, de red y clandestinas, la incidencia que se debe lograr en la modificación de patrones de consumo en los usuarios, así como la conciencia en el uso del agua será una actividad relevante que requerirá mucha imaginación.

f. *Fortalecimiento administrativo.* Esta acción deberá encaminarse al empleo de técnicas y procedimientos modernizadores de la actividad del SIAPA que permitan dar agilidad a las funciones encomendadas.

g. *Programa de Desarrollo y Capacitación.* Las actividades de capacitación, promoción y desarrollo del personal deberán orientarse a las adecuaciones técnicas hacia donde se dirige la Institución.

h. *Macromedición.* Este proyecto está orientado a la instalación de medidores en cada una de las fuentes que abastecen a la ciudad, y a puntos estratégicos de la red que permitan controlar gastos y presiones para mejorar el servicio.

i. *Micromedición.* Esta actividad tiene dos vertientes:

1. Continuar con el programa de instalación y verificación de micromedidores
2. La instalación y mantenimiento de un taller de reparación de medidores mediante el cual sea factible dar servicio al casi medio millón de medidores que tiene instalados el SIAPA.

j. *Programa de Educación Ambiental.* Dado que una de las componentes más importantes del proyecto lo constituyen las plantas de tratamiento, se recomienda incidir sustancialmente tanto hacia el interior como al exterior de la Institución para lograr los resultados esperados de la conservación del ambiente.

k. *Comunicación social.* Esta actividad permitirá mantener informado y captar la imagen que se tiene de la Institución en la comunidad y producir esfuerzos que permitan modificar positivamente la labor que se desempeña.

l. *Equipo de cómputo.* Se sugiere continuar con la labor de actualización permanente que en ciertas áreas del Organismo se ha desarrollado e incidir en todas ellas para lograr una modernización homogénea.

m. *Investigación.* Una Institución que atiende a la segunda ciudad del país debe establecer líneas de investigación que permitan obtener resultados en el corto, mediano y largo plazos, tanto dentro del personal que labora en él, como con Instituciones educativas, fabricantes, y otros para lograr mejorar el servicio que se presta en la ZMG.

5. ANALISIS FINANCIERO DEL PROYECTO DE INVERSION

5.1 Reestructuración de la deuda

La frágil posición financiera que presenta el SIAPA en diciembre de 1994, se agrava en estos momentos, por la crisis económica que vive el país provocada por la devaluación iniciada el 20 de diciembre de 1994 y el desmesurado crecimiento que han presentado las tasas de interés.

En diciembre del año anterior, la tasa TIIP más dos puntos, era del 21.02% anual, indicador que tenía que pagar SIAPA por algunos de los créditos contratados. En la actualidad, marzo de 1995, la TIIP alcanza un valor de 74.65% anual, lo que provoca, una falta de liquidez y una exigencia de los bancos acreedores imposible de cumplir.

Aunado a estas características, durante este mismo mes de marzo, se presentan incrementos adicionales a los servicios tales como: incrementos a la energía eléctrica del 45% integrado en el año, a los salarios mínimos del 10%, a los combustibles del 35% y la posibilidad de que el IVA se incremente del 10 al 15%.

La operación del SIAPA tiene un egreso que se vé fuertemente impactado por las tarifas de la energía, debido a que el 83% del agua suministrada en bloque a la ZMG, tiene que ser bombeada para llegar a la ciudad. De aquí requiere de nuevos bombeos para llegar a los tanques de almacenamiento para su distribución.

Las posibles soluciones para el pago del adeudo contraído son las siguientes:

- a) Replantear a los bancos el seguir cubriendo el monto que se pagaba en diciembre de 1994, mandando el diferencial de la tasa de interés actual a capitalizar, lo que provocará un mayor endeudamiento y la inversión en obra se reduciría.
- b) Buscar créditos con bancos de desarrollo, BANOBRAS por ejemplo, o algunas instituciones financieras, intentando conseguir tasas preferenciales.
- c) Buscar el apoyo de los Gobiernos Federal y Estatal para cubrir sus participaciones dentro del marco del convenio del "Sistema Regional La Zurda-Presa Elías. González Chávez", y del programa de Desarrollo Social para recuperar las participaciones pendientes de pago y destinarlos a pagar a los acreedores bancarios.

Los créditos bancarios de la Institución están conformados de la siguiente manera.

Banco	Monto (MS)	Tasa	Plazo (años)
Crédito sindicado (Bancomer, Internacional, Comermex)	292.0	TIIP+3	8
CONFIA	93.0	TIIP+2	5
SERFIN	299.0	TIIP+2	5
BANOBRAS	77.0	CETES	8
BANPAIS	10.0	TIIP+6	3 meses
SUMA:	771.0		

5.1.1 Alternativas analizadas

Con objeto de buscar soluciones a la problemática financiera del SIAPA, se realizaron diversos planteamientos financieros orientados a resolver la carga financiera que se presenta en estos momentos a la Institución.

Se pueden dividir estos planteamientos en cinco grandes vertientes:

- a) Pago de la deuda bajo las condiciones de mercado en diciembre de 1994 y capitalización de los intereses resultado del diferencial que debiera pagar la Institución bajo las nuevas condiciones financieras del país.
- b) Apoyo de BANOBRAS y reestructuración de la deuda bajo nuevas condiciones de financiamiento.
- c) Reestructuración de la deuda bajo un esquema de amortización de pagos crecientes con valor presente de la amortización constante, con tasas de mercado. (Aficorcado)³

³ Los créditos aficorcados son los que se formularon durante las últimas devaluaciones en el país, derivados de la creación del FICORCA (Fideicomiso de COberRtura CAmbiaria).

- d) Reestructuración de la deuda, con BANOBRAS como agente financiero, siguiendo un esquema de amortización de pagos crecientes con valor presente de la amortización constante. (Aficorcado)
- e) Inversión extranjera con pagos constantes de amortización y tasa fija, entre 6 y 12%, incluye cobertura cambiaria.

A continuación se explica cada una de las condiciones analizadas como soluciones financieras para el SIAPA.

5.1.1.1 Capitalización de intereses.

Entre las opciones financieras que han concurrido al mercado de dinero, está aquella relacionada con la capitalización de intereses, resultado del diferencial entre la amortización que está en posibilidades de cubrir el usuario y aquella que se dá por el alza de las tasas de interés. Adicionalmente a lo anterior, se busca un incremento del plazo de amortización para reducir la carga financiera.

Esta alternativa se analizó entonces, integrando cuatro partes del cálculo:

- i. Cálculo de las amortizaciones derivadas de las condiciones de TIIP en diciembre de 1994, las cuales indicaron que ésta alcanzaba un valor de 21.02%, ya con sobretasa de los Bancos.
- ii. Cálculo de las amortizaciones derivadas de una tasa de interés de mercado actual, esto es 74.65% anual, incluida también la sobretasa.
- iii. Cálculo del diferencial y sus amortizaciones, considerando un período de gracia de dos años para el pago de capital e intereses, considerando tasas de mercado actuales.
- iv. Integración de amortizaciones resultado de las condiciones i y iii.

De estos resultados se deduce el impacto tan importante que ocasionaría a SIAPA el pago de cualquiera de los esquemas así obtenidos. En el caso del crédito con tasa de interés de mercado de diciembre de 1994, el valor de la amortización ascendía a 258.4 millones de pesos a pagar durante 1995, lo cual era factible de cubrir por parte del organismo, tal y como se demuestra en su presupuesto de ingresos y egresos para el año de 1995.

En el caso de que el crédito, el cual asciende en conjunto a 771 millones de pesos, para las tasas de mercado actuales, 74.65% (en marzo de 1995), el valor de la amortización asciende a la cantidad de 671.9 millones de pesos, monto que resulta imposible de cubrir por el organismo.

Formulando el esquema de capitalización de los intereses diferenciales, esto es, aquellos que no se alcanzan a cubrir con las condiciones actuales de tasas de interés restado de la primera de las alternativas presentadas, condiciones de diciembre de 1994, y traduciendo este nuevo crédito a un plazo de quince años con dos de gracia para el pago de amortizaciones, significaría para el SIAPA incrementar esta parte del crédito en esos dos primeros años en 1,546.6 millones de pesos adicionales al crédito actual a pagar en quince años.

Integrando ambos créditos, en 1995 SIAPA sólo pagaría los 258.4 millones de pesos, pero para el año 1997 debería estar en condiciones de cubrir una amortización de 785 millones de pesos, situación que nuevamente resulta imposible para la Institución.

5.1.1.2 Reestructuración de la deuda con BANOBRAS

La única Institución financiera con capacidad de otorgar créditos con tasas de interés blandas, debido a la función de desarrollo regional para lo cual fué creado es BANOBRAS. En estos términos, la alternativa analizada bajo este concepto, se dividió en tres partes:

- i. Reestructuración total de la deuda de SIAPA con BANOBRAS, empleando tasas de interés de CETES + 1 punto.
- ii. Reestructuración de la deuda de SIAPA con plazos de quince años para deuda con Banca Comercial y tasas de mercado y BANOBRAS con el mismo plazo y tasa de CETES + 1 punto.
- iii. Integración de las amortizaciones del punto ii.

En la primera corrida financiera formulada, los resultados al considerar el monto total del SIAPA, 771 millones de pesos, y con el esquema de amortización de pagos constantes de capital e intereses calculados sobre saldos insolutos, con tasa de interés de CETES más un punto, la cual ocasionaría que SIAPA tuviera que pagar un monto de amortización para 1995 de 496.5 millones de pesos, situación que con dificultades podría cubrirse, al implantar en la Institución un estricto programa de recuperación de rezagos el cual requiere para su correcta instrumentación contar con el **procedimiento económico coactivo y la reducción del servicio a los predios con adeudo.**

Los resultados obtenidos bajo esta alternativa, indican que la amortización a efectuar por parte de SIAPA alcanzaría los 285.4 y 271.56 millones de pesos con la Banca Comercial y BANOBRAS

respectivamente, situación que al integrarse indica la imposibilidad de poder cubrir de esta manera los adeudos, cuya suma es de 557 millones de pesos durante el año de 1995.

5.1.1.3. Créditos aficorcados

Durante años anteriores, la recurrencia a los esquemas de amortización de pagos crecientes con valor presente neto de la amortización constante, en períodos de inflación o devaluación han ayudado significativamente a las instituciones a cubrir su servicio de la deuda.

En los inicios del Programa Nacional de Agua Potable y Alcantarillado, la Comisión Nacional del Agua, a través de la Subdirección General de Infraestructura Hidráulica Urbana e Industrial había estudiado conjuntamente con BANOBRAS, la ventaja de emplear estos esquemas de amortización en Organismos Operadores, dado que la curva de amortización de este tipo de créditos se asemeja a la venta de agua que realiza una institución de este tipo, al cubrir la demanda de un mayor número de usuarios.

Este esquema puede traducirse para condiciones de tasas de interés variables de un año a otro en el período analizado, a las siguientes expresiones de cálculo:

En primer término, la amortización del año x , vendría dada por la siguiente expresión:

$$A_x = \frac{P}{n} (1+i_1)(1+i_2)\dots(1+i_x)$$

en donde:

- A_x es el valor de la amortización en el año x
- P es el monto total del crédito
- n es el plazo de amortización del crédito
- i_x es la tasa de interés en el año x , la cual puede ser variable para cada año.
- x es el año en que se quiere calcular la amortización dentro del plazo de amortización del crédito.

el valor presente de la amortización A_x estaría dado por:

$$VP(A_x) = \frac{\frac{P}{n} (1+i_1)(1+i_2)\dots(1+i_x)}{(1+i_1)(1+i_2)\dots(1+i_x)} = \frac{P}{n}$$

en donde:

$VP(A_x)$ representa el valor presente de la amortización A_x y el resto de los términos ya están definidos.

Para este esquema de amortización, entonces se tendrá que el valor del saldo del crédito al final del período, considerando las amortizaciones realizadas estará dado por:

$$S_x = (P - \frac{rP}{n})(1 + i_1)(1 + i_2) \dots (1 + i_x)$$

los intereses devengados en el período estarán calculados por:

$$I_x = S_{(x-1)} i_x$$

en donde:

I_x intereses devengados en el año x
 $S_{(x-1)}$ saldo del crédito en el año $(x-1)$
 i_x tasa de interés en el año x

de esta manera, año con año, se tendrá una variación del crédito dada por:

$$\delta S_x = S_{(x-1)} + I_x - A_x$$

en donde: ...

δS_x variación del monto del crédito en el año x

5.1.1.3.1 Reestructuración del crédito con un esquema de pagos crecientes con tasas de mercado.

Esta fase de la revisión de soluciones para el problema financiero de SIAPA se fundamenta en la búsqueda de un crédito que reúna las condiciones presentadas en el subinciso anterior, para lo cual se calculó el esquema que resultaría de estas condiciones de amortización utilizando tasas de interés variables por año. En los resultados obtenidos, se observa que el beneficio que se obtiene con un

esquema de amortización como el propuesto permitiría al SIAPA resolver en gran medida en el corto plazo la problemática financiera en que se encuentra, aunque resultaría fundamental la supervisión y cumplimiento de las condiciones de eficiencia en el futuro próximo por el incremento que se manifestaría con el crédito de 771 millones de pesos, que para el año 11 (2006) alcanzaría su máximo valor con los supuestos presentados, tasa de mercado de 74.65% durante 1995, 56 % en 1996 y 30% de tasa de interés a partir de 1997, siendo este monto de 5,940 millones de pesos, iniciando su rápida amortización hasta el fin del período, año 15.

5.1.1.3.2 Reestructuración del crédito con un esquema de pagos crecientes apoyados por BANOBRAS como agente financiero.

Esta última alternativa revisada, corresponde al mismo esquema de amortización anterior, pero considerando que las tasas de interés a considerar son aquellas establecidas por BANOBRAS, CETES más un punto. Bajo estos supuestos, se estableció un valor de tasa de interés de 58% durante 1995, 30% en 1996 y a partir de 1997 se considera una tasa de 25%.

Los resultados obtenidos, indican que la operación del organismo bajo estos supuestos permiten un margen de maniobra suficiente para canalizar parte del remanente de efectivo por año hacia nuevas inversiones requeridas por la ZMG. De lograrse estas condiciones de crédito, el máximo del monto del crédito se presentaría en el año 10 (2005) con un valor de 3,146 millones de pesos, y amortizaciones que al final del período alcanzan un valor superior a los 1,500 millones de pesos.

Es importante recalcar que de acuerdo con el comportamiento de la curva de demanda, número de usuarios a atender, los esquemas tarifarios a establecer, así como el incremento en eficiencia y el crecimiento de la ciudad permitirán cumplir en el futuro con los compromisos calculados bajo esta forma de amortización.

5.1.1.4 Capital extranjero

A últimas fechas se ha observado el flujo de capitales extranjeros al país que pudieran permitir salir de los problemas económicos, sobre todo a Instituciones que cuentan con el control de sus finanzas en condiciones estables de mercado como lo es el SIAPA.

Las condiciones básicas de préstamo consideradas en este tipo de préstamo, indican que se trata de amortizaciones constantes en el tiempo, con plazos de quince años o más, y tasas de interés constantes que varían de acuerdo con el origen del capital desde 5 hasta 15 puntos.

Con objeto de analizar las posibilidades, se presenta a continuación el monto de la amortización que debería afectarse cada año para estas condiciones de préstamo:

\$ 711 millones 15 años Tasa de interés	Amortización constante Pago anual Millones de pesos
5.0%	68.50
10.0%	93.50
15.0%	121.60

5.2. Conclusiones

Las alternativas de solución en el aspecto financiero, se presenta en estos momentos con un panorama incierto por la vaga definición de las variables macroeconómicas del país. Sin embargo, siguiendo las líneas principales dictadas hasta la fecha, las opciones analizadas se inclinan por la búsqueda de un esquema de amortización de pagos crecientes con valor presente neto de las amortizaciones constante, esto es, un esquema aficorcado con un agente financiero de desarrollo, o la búsqueda de capital extranjero con cobertura cambiaria considerada dentro de las tasas de interés y que estas fueran inferiores al 15%.

El lograr esta opción le daría al SIAPA una mejor posición financiera y por consiguiente la inversión de obra pública necesaria para seguir dotando de los servicios de agua potable y alcantarillado a las colonias populares y ejidales que aun no cuentan con éste. Aunado a estos objetivos se pretende seguir implementando el programa de micro y macro medición, lo que permitirá recuperar caudales para incrementar en calidad y cantidad el servicio vital que se tiene contemplado para los años venideros.

De no lograrse lo anterior, la situación de SIAPA se verá afectada y para poder cubrir con sus compromisos, se tendría que repercutir en la tarifa, a un nivel tal que quedaría fuera del alcance de los habitantes de la ZMG, lo que agravaría aun más la situación económica, social, política técnica y financiera por la que atraviesa el Estado.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Obras por realizar

La oferta de agua potable en la Zona Metropolitana de la ciudad de Guadalajara, permite en la actualidad cubrir la demanda existente, y sin ejercer acción alguna, se encuentra resuelto el suministro promedio hasta el año 2,000, siempre y cuando no se presente un período de sequía extraordinario en la zona.

La opción más económica por considerar dentro del esquema de agua en bloque lo constituye la recuperación de caudales en el sistema de distribución, equivalentes a un gasto de 2.5 m³/s, para posteriormente incorporar obra nueva del acuífero San Marcos, 1.0 m³/s, y de la Presa El Salto 2.4 m³/s.⁴

La entrada en operación de nuevas fuentes de abasto a la urbe, están dadas por la siguiente secuencia y año recomendado de entrada en operación de las fuentes:

Fuentes	Año de ingreso al sistema	Gasto medio disponible total (m ³ /s)
Actuales	Hasta 2006	12.6
San Marcos	2006	13.6
El Salto	2008	15.1
Picachos	2012	22.8
Otras fuentes	Después de 2020	> 22.8

Se dispondrá adicionalmente de 2,301,600 metros de nuevas tuberías de distribución de agua potable y la rehabilitación de redes en aproximadamente 255,500 metros.

Por otra parte, se rehabilitarán más de 86,000 tomas domiciliarias que permitirán recuperar un gasto de 2.5 m³/s, mismos que en la actualidad son objeto de conducción, potabilización, bombeo y distribución pero que se pierden antes de llegar al usuario final.

⁴ Adicionalmente al beneficio directo a la Zona Metropolitana de Guadalajara, podría permitir el desarrollo regional del Estado.

La rehabilitación del sistema de alcantarillado en más de 159,000 metros de tubería, la conclusión de las obras de colectores y subcolectores para las cuencas del Atemajac, Ahogado y Río Blanco, en alrededor de 101,000 metros, así como el reforzamiento de ciertos colectores; la introducción de redes de atarjeas debido al crecimiento urbano en 2,333,000 metros.

Finalmente, la construcción de siete plantas de tratamiento de aguas residuales que en conjunto permitirán tratar un gasto de hasta 9.7 m³/s para las cuencas del Ahogado y del río Blanco.

6.2 Inversión requerida

De acuerdo con el programa de inversiones para el período 1995-2005, presentado en los anexos, se tiene que la inversión global asciende a un monto de \$2,939.76 millones de pesos⁵, de acuerdo con el siguiente desglose:

CONCEPTO	MONTO (Miles de \$)	%
I. CONSOLIDACION	453,725	15.4%
I.A. Infraestructura con impacto corto plazo	325,531	11.1%
I.A.1 Programa de recuperación de caudales	133,219	4.5%
I.A.2 Programa de protección a la infraestructura	192,312	6.5%
	128,194	4.4%
II. INFRAESTRUCTURA	1,561,894	53.1%
II.A. Agua potable	962,870	32.8%
II.A.1 Agua en bloque	585,370	19.9%
II.A.2 Red de distribución	377,500	12.8%
II.B. Alcantarillado	599,024	20.4%
III. SANEAMIENTO	924,143	31.4%
INVERSION TOTAL 1995-2005	2,939,762	100.0%

⁵ Precios a enero de 1995.

6.3 Beneficios generados

Los beneficios que generará el proyecto se pueden expresar por los siguientes indicadores:

Concepto		Cantidad	
i.	Población incorporada a los servicios de agua potable y alcantarillado de 1995-2005	1'801,600 habitantes	
ii.	Cobertura de servicios	1995	92.0%
		2005	97.0%
iii.	Volumen de agua recuperado	72.5 Mm ³	
iv.	Volumen de agua de nuevas fuentes	78.8 Mm ³	
v.	Porcentaje de pérdidas	1995	43.0%
		2005	25.0%
vi.	Eficiencia en cobranza	1995	60.0%
		2005	80.0%
vii.	Gasto residual tratado	1995	0.0%
		2005	50.0%

Adicionalmente a estos beneficios, se pueden citar otros de tipo cualitativo como serán:

- a. Mejor distribución en la red de agua potable
- b. Mayor eficiencia en la recaudación
- c. Mantenimiento de tarifas reales y estables
- d. Autosuficiencia financiera
- e. Mayor capacidad de autogeneración de recursos
- f. Mejoramiento del ambiente
- g. Disminución de los subsidios futuros.

**SISTEMA INTERMUNICIPAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE
Y ALCANTARILLADO DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA**

RELACION DE OBRAS EJECUTADAS EN EL PERIODO 1990 - 1994

DESCRIPCION DE LA OBRA	1990	1991	1992	1993	1994	IMPORTE TOTAL	%
1 SISTEMA REGIONAL LA ZURDA-PRESA CALDERON							
1.1 PRESA CALDERON	22 247	48 152	8			70 407	4.3%
1.2 SANEAMIENTO DEL VASO		30 970				30 970	1.9%
1.3 ESTACIONES HIDROMETRICAS	863					863	0.1%
1.4 ACUEDUCTO CALDERON-SAN GASPAR	42 554	78 152	53	370		121 088	7.3%
1.5 SIFON INVERTIDO	23 186	26 148				49 332	3.0%
1.6 PLANTA POTABILIZADORA SAN GASPAR	5 474		103 300	8 481		114 935	7.0%
1.6.1 IASA	12 715	10 266				22 981	1.4%
1.6.2 ECSA	49 042	21 982	322			71 356	4.3%
1.7 RELOCALIZACION LINEA TRANSMISION CALDERON CFE	3 977	1 872				5 949	0.4%
1.8 CAMINOS DE ACCESO AL PURGATORIO (1 ^a ETAPA)					42 300	42,300	2.6%
1.9 CAMINOS DE ACCESO PRESA EL SALTO			1 187	978		2 143	0.1%
SUBTOTAL	160 058	217 850	104 550	7 788	42 300	532,324	32.3%
2 INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA A 72 COLONIAS DE LA ZMG DEL PRONAPA							
2.1 SERVICIOS DE AGUA POTABLE	10 855	35 550	17 720	10 391	8 548	82 964	5.0%
2.2 SERVICIOS DE ALCANTARILLADO	4 410	33 584	17 138	17 377	19 193	92 002	5.8%
SUBTOTAL	15 065	69,434	34 858	27,768	27,841	174,968	10.6%
3 ACUAFERICO, ANILLO DE TRANSFERENCIA 1^a ETAPA	6 023	43 205	11 382	41,720		104 330	6.3%
4 SISTEMA DE COLECTORES, RIO BLANCO				285	1 034	1 319	0.1%
5 SISTEMA DE COLECTORES, C. AHOGADO				1 571	16 477	18,047	1.1%
6 SISTEMA ORIENTE III							
6.1 OBRA DE TOMA PLANTA DE BOMBEO 2. 1 ^a ETAPA	1 352	239				1 591	0.1%
6.2 ESTACION DE REBOMBEO EN LA NUEVA PLANTA POTABILIZADORA (1 M3/S)	12 184	2 147				14 311	0.9%
6.3 PLANTA POTABILIZADORA No 2 (2 M3/S)	17 680	11,400	1 624	4		30 788	1.9%
6.4 ACUEDUCTO ORIENTE III	12 087	2,133				14 220	0.9%
6.5 ACUEDUCTO PERIFERICO OBLATOS	23 060	9,789	8 353	1,194	8	40,412	2.5%
SUBTOTAL	68,373	25,748	7,977	1,198	8	101,302	6.1%
7 NUEVAS PERFORACIONES ZONA METROPOLITANA							
7.1 PERFORACION, EQUIPAMIENTO DE POZOS, LINEAS ELECTRICAS Y DE CONDUCCION TOLUQUILLA (8 POZOS)	3 750					3,750	0.2%
7.2 PERFORACION, EQUIPAMIENTO DE POZOS, LINEAS ELECTRICAS Y ENTRONQUE A RED DE DISTRIBUCION EN ZMG (8 POZOS)	4 050					4,050	0.2%
7.3 PERFORACION, EQUIPAMIENTO DE POZOS LINEAS ELECTRICAS Y DE CONDUCCION EN TESISTAN (11 POZOS)	19 251	4 036	371	186		23 844	1.4%
SUBTOTAL	27,051	4,036	371	186	0	31,644	1.9%
8 PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DE AGUA							
8.1 OPERACION DEL SERVICIO	617					617	0.0%
8.2 CONTROL DE USUARIOS	2 050					2,050	0.1%
8.3 APOYOS	480					480	0.0%
8.4 ADQUISICION E INSTALACION DE MICROMEDIDORES	10 353	26,648	24 343	2,882	1 714	65,938	4.0%
SUBTOTAL	13,480	26,648	24,343	2,882	1,714	69,065	4.2%
9 INDEMNIZACIONES PARA TODAS LAS OBRAS	19 811	31,820	19 999	3,822	8 851	81,903	5.0%
10 ADECUACION DE PRESIONES EN REDES ACUAFERICO (1 ^a ETAPA)					488	488	0.0%
11 PROGRAMA DE REHABILITACION DE POZOS PROFUNDOS				958	1 161	2 119	0.1%
12 OBRAS DE CONTINGENCIA	8,113	20,278	10 509	20 379	36 217	85,494	5.8%
13 ESTUDIOS, PROYECTOS Y SUPERVISION	4 388	11,521	13 493	24,828	38,337	90,383	5.5%
14 REHABILITACION PRESA LAS PINTAS		754	15 519	1,433		17,706	1.1%
15 ACUEDUCTO ORIENTE IV (CIERRE PERIMETRAL)				11,034		11 034	0.7%
16 COLECTORES SANEAMIENTO	20 032	55,172	24 587	9 182	16 033	124,986	7.6%
17 SISTEMA ZONA NORTE DE ZAPOPAN	1 656	1,961	1,780	189		5 586	0.3%
18 SISTEMA BRISAS DE CHAPALA		1,114	138			1,252	0.1%
19 SISTEMA EL TAPATIO		5,347	1 514	222		7,083	0.4%
20 ACUEDUCTO CHAPALA-GUADALAJARA (EQUIPOS)	5 000	13,013	4 047	1 314		23,374	1.4%
21 ADQUISICION DE EQUIPOS							
21.1 EQUIPO DE COMPUTO	400	899	1,079	2,811	1,480	6,749	0.4%
21.2 EQUIPO DE RADIOCOMUNICACION	88	124	155	100	91	538	0.0%
21.3 EQUIPO DE MEDICION DE LINEAS	100	98	142	88	3	429	0.0%
21.4 EQUIPO DE DESAZOLVE				991	2,088	3,079	0.2%
SUBTOTAL	568	1,119	1,378	4,090	3,642	10,795	0.7%
SUBTOTAL INVERSION SIAPA	347,816	528,816	278,443	180,385	189,900	1,505,180	91.3%
22 INVERSION FEDERAL							
22.1 ESTUDIOS Y PROYECTOS			15 000			15,000	0.9%
22.2 INTRODUCCION SERVICIOS A P. 79 COLONIAS	2 751	8,181	3 864	2,281	1,687	18,744	1.1%
22.3 INTRODUCCION SERVICIOS ALC. 72 COLONIAS	1,138	7,281	3 894	3,738	4,137	19,988	1.2%
22.4 COLECTORES CUENCA DEL AHOGADO Y RIO BLANCO				1,858	17,510	19,368	1.2%
22.5 PRESA EL SALTO				70,000		70,000	4.2%
SUBTOTAL	3,889	15,462	22,558	77,855	23,334	143,698	8.7%
TOTAL	351,505	544,278	301,001	238,239	213,234	1,648,257	100.0%
%	21.3%	33.0%	18.3%	14.5%	12.9%	100.0%	

SISTEMA INTERMUNICIPAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

PROGRAMA DE INVERSIONES

INVERSION TOTAL
(MILES DE N\$)

INFRAESTRUCTURA

INFRAESTRUCTURA DE IMPACTO A CORTO PLAZO

PROGRAMA DE RECUPERACION DE CAUDALES	
1.- REHABILITACION DE LA RED DE AGUA POTABLE	30,018
2.- REHABILITACION DE TOMAS	63,650
2a.- REHABILITACION DE TOMAS	50,507
2b.- PROGRAMA DE INSTRUMENTACION DE DISTRITOS PITOMETRICOS	6,543
2c.- SECTORIZACION DE LA RED DE DISTRIBUCION	6,500
3.- REHABILITACION DE TANQUES	1,881
4.- PROGRAMA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO	1,925
5.- POLITICAS DE OPERACION DE LOS TANQUES DE REGULACION	1,500
6.- PROYECTO DE CATASTRO DE INSTALACIONES DE AGUA POTABLE	2,042
7.- ACTUALIZACION DEL ESTUDIO GEOHIDROLOGICO	2,500
8.- AUTOMATIZACION DEL ACUAFERICO	4,168
9.- REHABILITACION Y OPTIMIZACION DE LA P.P. 1	5,535
10.- REHABILITACION DE POZOS	20,000
PROGRAMA DE PROTECCION A LA INFRAESTRUCTURA	
1.- REHABILITACION DE LA RED DE ALCANTARILLADO Y DESCARGAS	140,000
2.- REFORZAMIENTO DEL SISTEMA DE COLECTORES	5,027
3.- PROGRAMA DE DESAZOLVE Y ADQUISICION DE EQUIPO	15,178
4.- PROGRAMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA Y ADQ. DE EQUIPO	14,225
5.- PROYECTO DE CATASTRO DE INSTALACIONES DE ALCANTARILLADO	2,042
6.- ESTUDIO DEL CONTROL DE LA CONTAMINACION INDUSTRIAL	15,840

FORTALECIMIENTO EMPRESARIAL

1.- ACTUALIZACION DEL PADRON DE USUARIOS	9,492
2.- PROGRAMA DE RECUPERACION DE REZAGOS	1,600
3.- SISTEMA DE PLANEACION FINANCIERA	1,100
4.- MACROMEDICION	12,178
5.- MICROMEDICION	18,021
5a.- PROYECTO MASIVO DE INSTALACION DE MEDIDORES	16,069
5b.- ADECUACION DEL TALLER DE MEDIDORES	1,952
6.- REESTRUCTURACION Y ACTUALIZACION DEL ESQUEMA TARIFARIO	900
7.- PROGRAMA DEL USO EFICIENTE DEL AGUA	2,200
8.- FORTALECIMIENTO ADMINISTRATIVO	2,500
9.- PROGRAMA DE DESARROLLO Y CAPACITACION	11,353
10.- PROGRAMA DE EDUCACION AMBIENTAL	8,850
11.- EQUIPOS DE COMPUTO	20,000
12.- COMUNICACION SOCIAL	15,000
13.- INVESTIGACION	25,000

SUBTOTAL

453,725

20

SISTEMA INTERMUNICIPAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

PROGRAMA DE INVERSIONES

INFRAESTRUCTURA		INVERSION TOTAL (MILES DE N\$)
1.- SISTEMA SAN MARCOS		197,510
2.- SISTEMA EL SALTO-CALDERON		387,860
3.- AMPLIACION DE LA RED DE AGUA POTABLE		377,500
4.- AMPLIACION DE LA RED DE ALCANTARILLADO		434,846
5.- AMPLIACION DE COLECTORES		164,178
SUBTOTAL		1,561,894
SANEAMIENTO		
1.- P.T. SANTA MARIA TEQUEPEXAN		232,089
2.- P.T. AEROPUERTO		298,554
3.- P.T. LOS GAVILANES		11,195
4.- P.T. SAN SEBASTIAN		37,318
5.- P.T. AHOGADO		201,524
6.- P.T. NUEVO MEXICO		68,296
7.- P.T. TESISTAN		55,917
8.- ADQUISICION DE TERRENOS		19,250
SUBTOTAL		924,143
TOTAL		2,939,762

SISTEMA INTERMUNICIPAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

PROGRAMA DE INVERSIONES

INVERSION TOTAL (MILES DE \$)		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
INFRAESTRUCTURA											
1 - SISTEMA SAN MARCOS	187,510				193,930	193,930				98,755	98,755
2 - SISTEMA EL SALTO CALDERON	387,860				37,750	87,950					
3 - AMPLIACION DE LA RED DE AGUA POTABLE	377,500	20,133	20,133	20,134	37,750	87,950	87,950	87,950	37,750	18,875	18,875
4 - AMPLIACION DE LA RED DE ALCANTARILLADO	434,848	23,192	23,192	23,192	43,485	78,272	78,272	78,272	43,485	21,742	21,742
5 - AMPLIACION DE COLECTORES	184,178	8,758	8,758	8,758	18,418	29,552	29,552	29,552	18,418	8,209	8,209
SUBTOTAL		1,581,894	52,081	52,081	52,082	291,581	169,704	175,774	175,774	97,851	147,581
SANEAMIENTO											
1 - P.T. SANTA MARIA TEQUEPELXAN	232,089	118,045	88,627	46,418							
2 - P.T. ACROPUEERTO	298,654	149,277	89,568	59,711							
3 - P.T. LOS GAVILANES	11,195					3,159	2,239			3,159	2,239
4 - P.T. SAN SEBASTIAN	37,318					11,195	7,464			11,195	7,464
5 - P.T. AHOGADO	201,524					80,457	40,305			80,457	40,305
6 - P.T. NUEVO MEXICO	88,298	34,148	20,489	11,859							
7 - P.T. IESISTAN	55,917	27,959	16,775	11,183							
8 - ADQUISICION DE TERRENOS	19,250					5,775	3,950			5,775	3,950
SUBTOTAL		924,141	377,426	198,457	130,921	80,788	53,857			80,788	53,857
TOTAL		2,939,762	519,752	358,759	219,982	379,981	487,525	210,031	188,174	108,788	240,017



**PROGRAMA DE MEJORAMIENTO
DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
A LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA**



Figura N° 1
Localización del Estado de Jalisco



PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO A LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

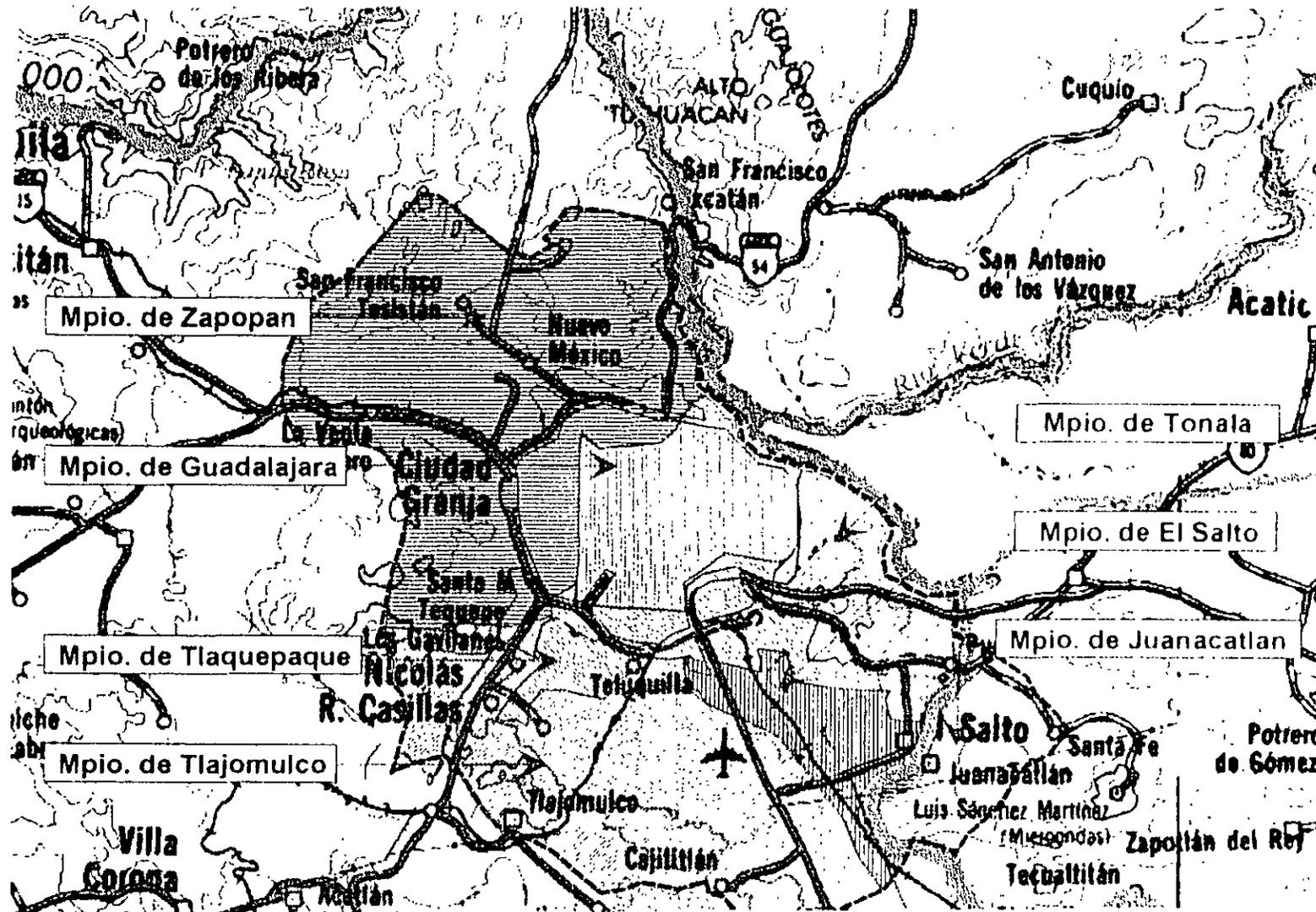
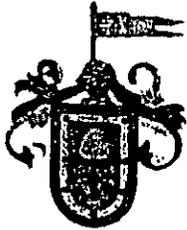


Figura N° 2
Delimitación de la Zona de Conurbación del Area Metropolitana de Guadalajara



PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO A LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

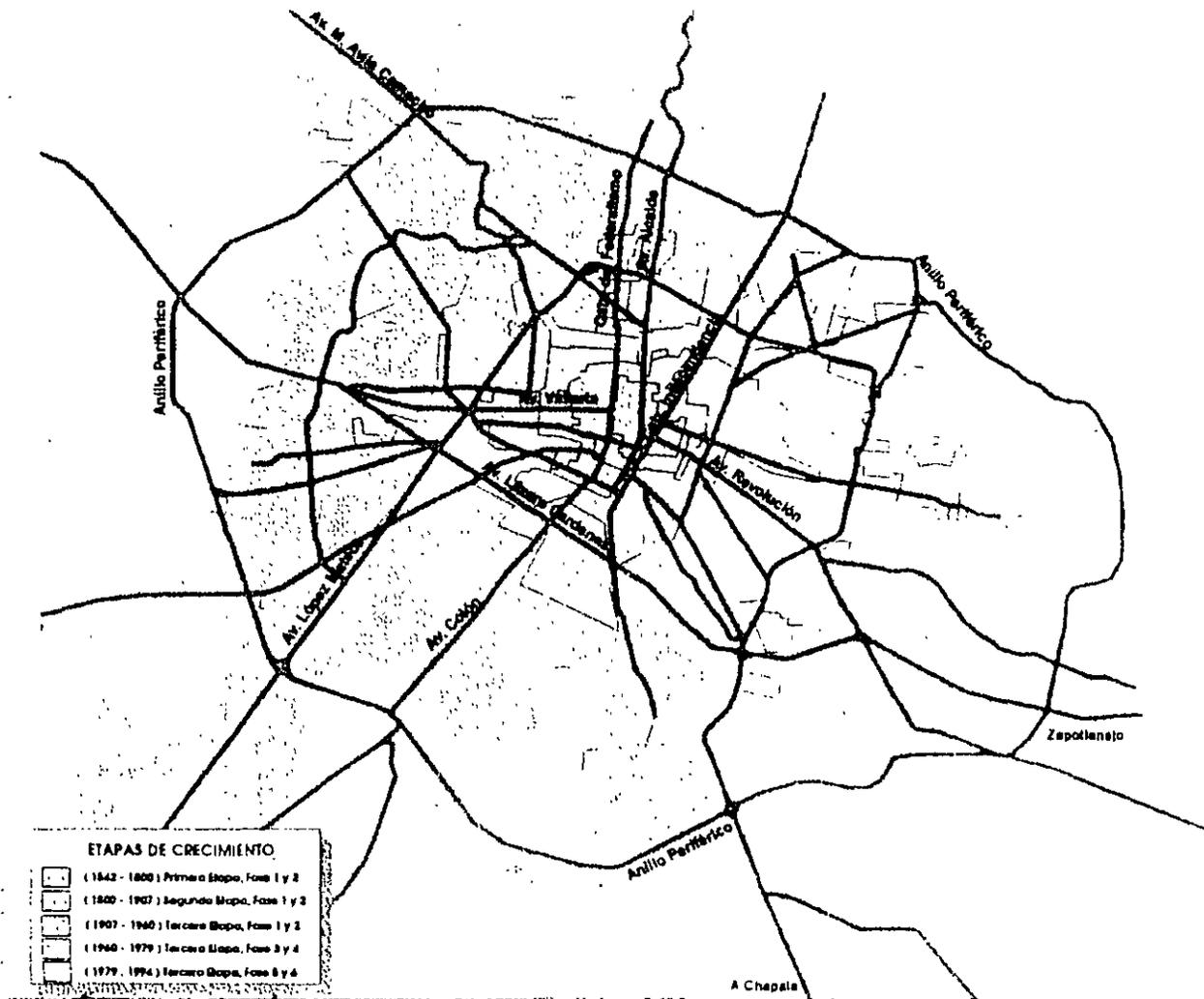


Figura 3^a
Etapas de Crecimiento de la Zona Metropolitana de Guadalajara



PROGRAMA DE JORAMIENTO DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO A LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

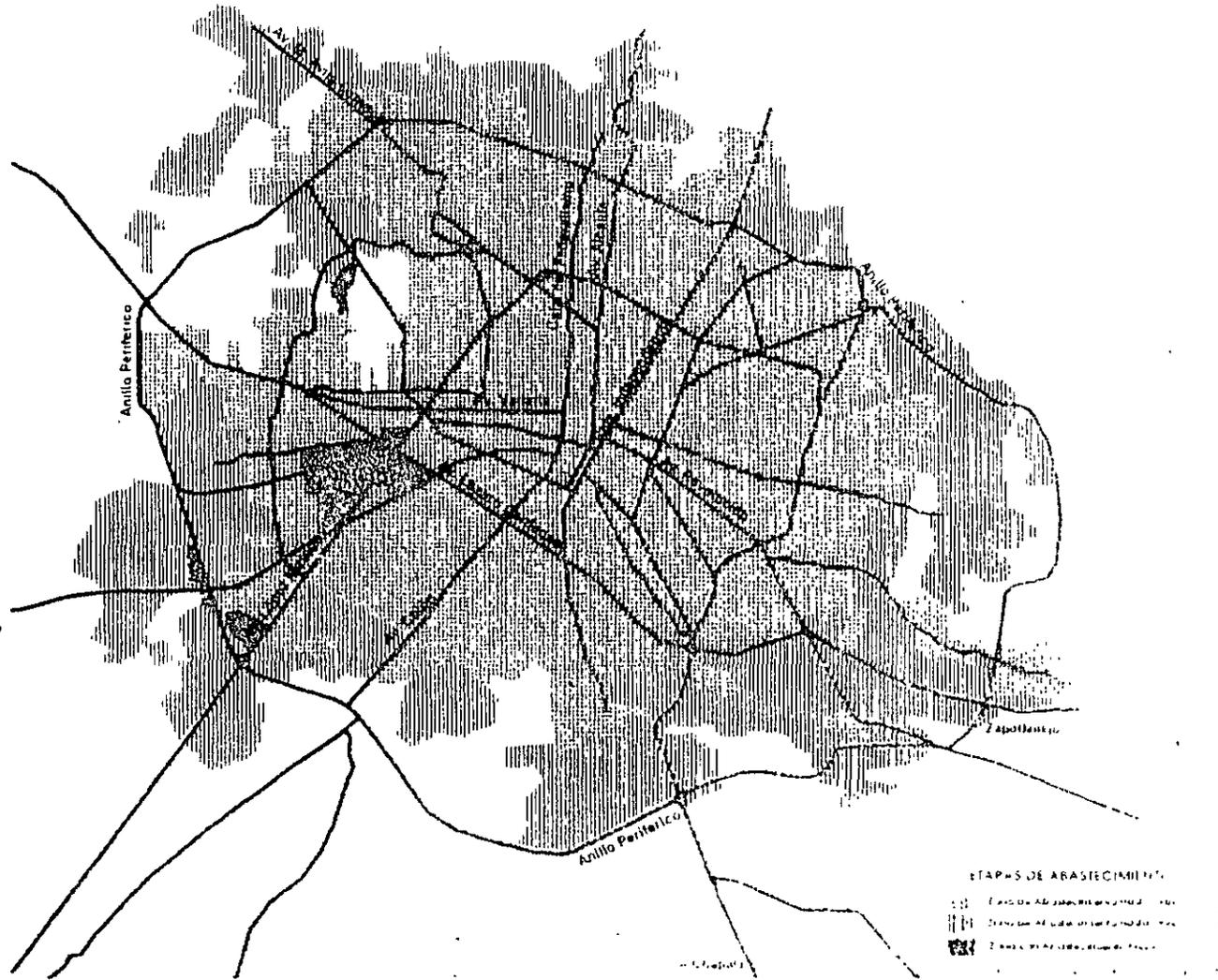


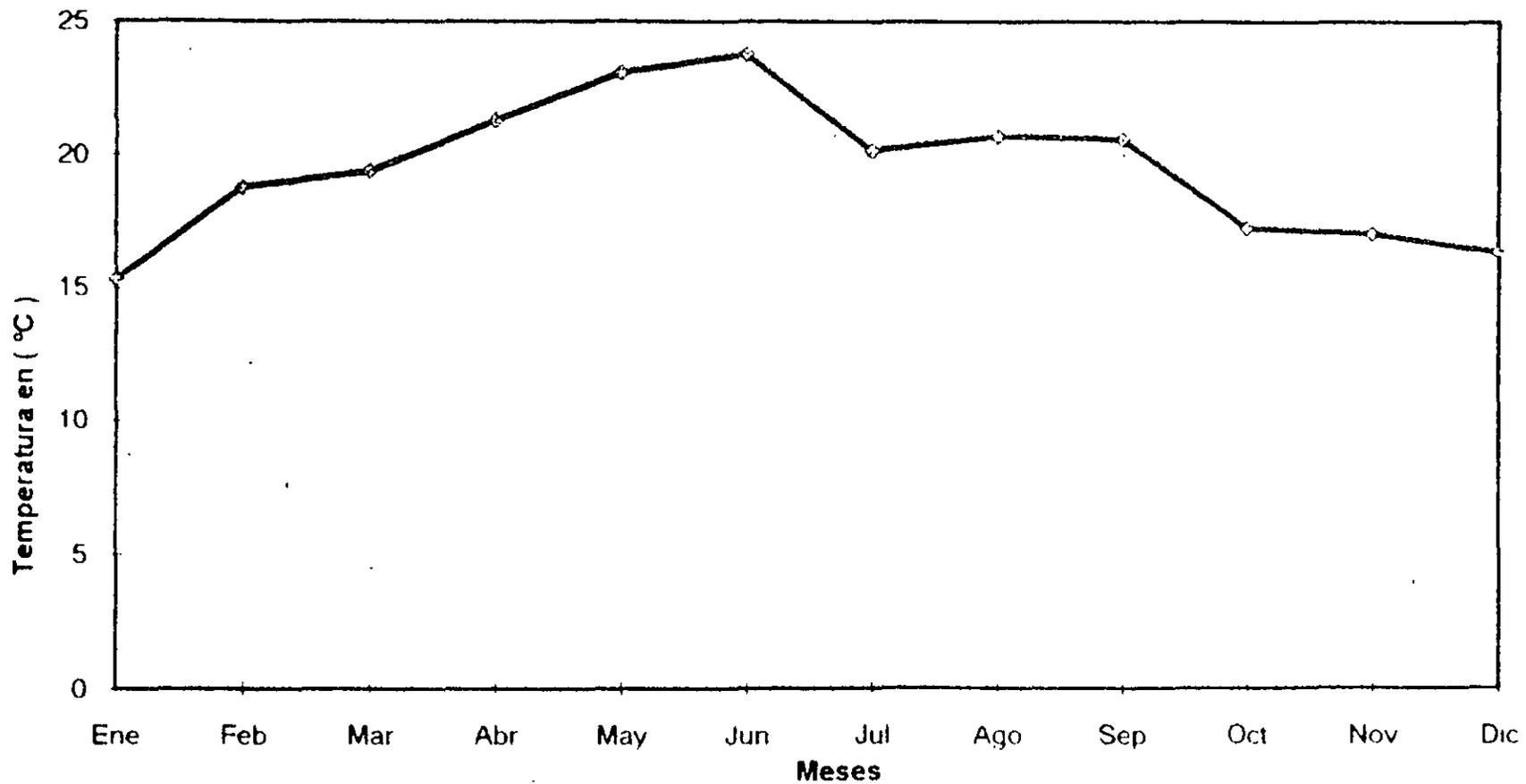
Figura N° 4
Etapas de Abastecimiento de Agua Potable



**PROGRAMA DE MEJORAMIENTO
DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
A LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA**



TEMPERATURA MEDIA MENSUAL



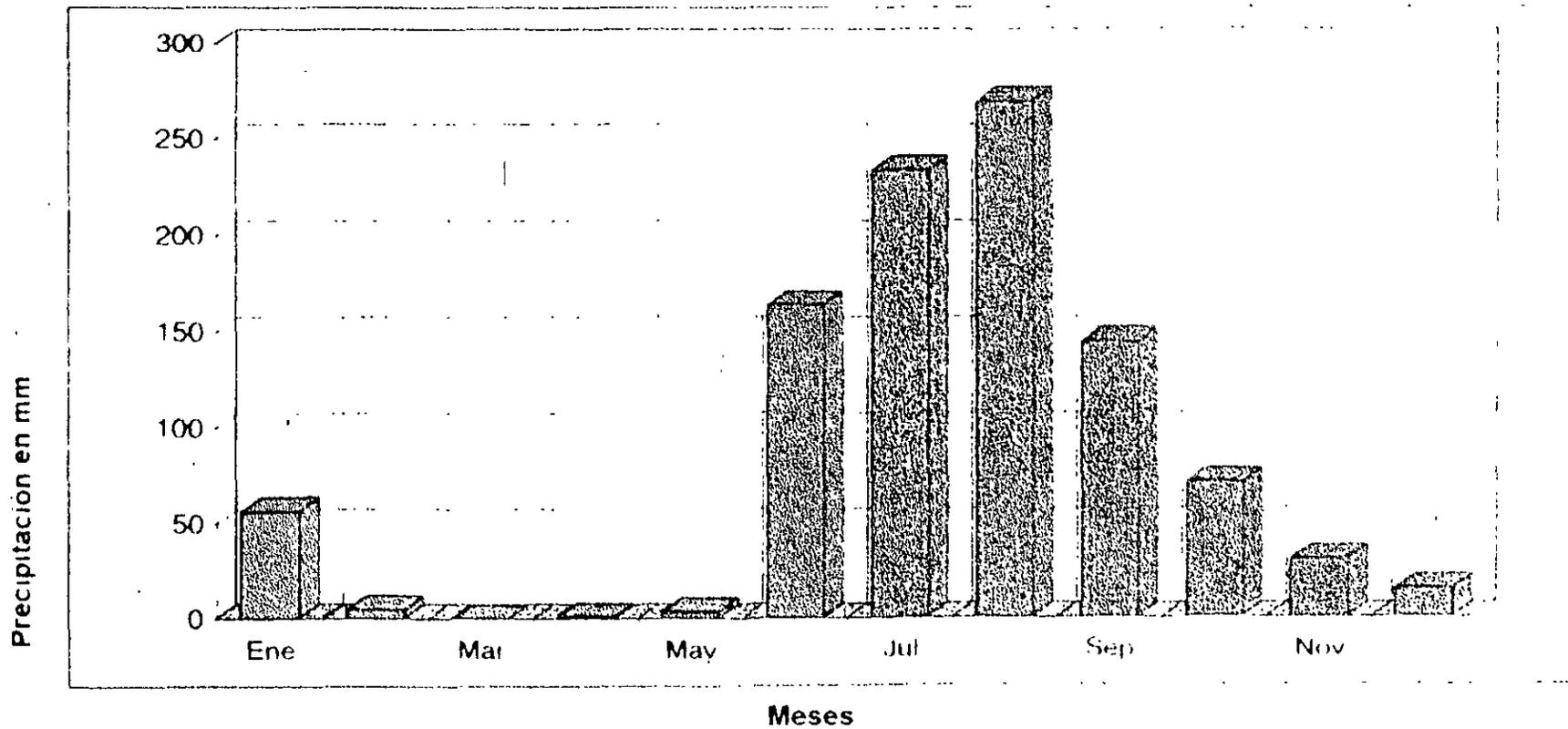
**Figura N° 5
Temperatura Media Mensual**



**PROGRAMA DE MEJORAMIENTO
DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
A LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA**



PRECIPITACION MEDIA MENSUAL



**Figura N° 6
Precipitación Media Mensual**



**PROGRAMA DE MEJORAMIENTO
DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
A LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA**

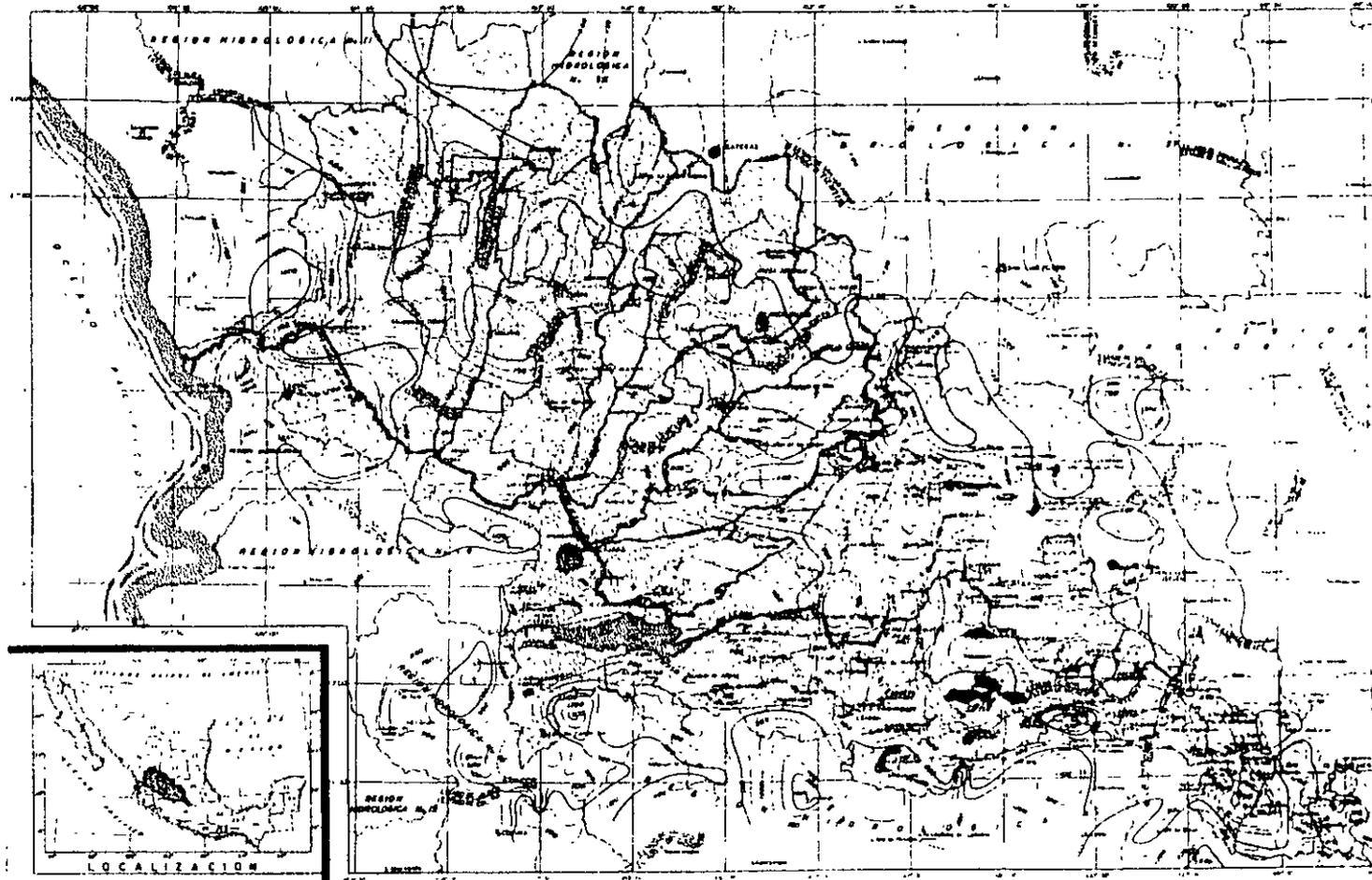


Figura N° 7
Cuenca del Río Lerma - Zapala - Santiago



PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO A LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA



ORGANIGRAMA

SIAPA - 1995

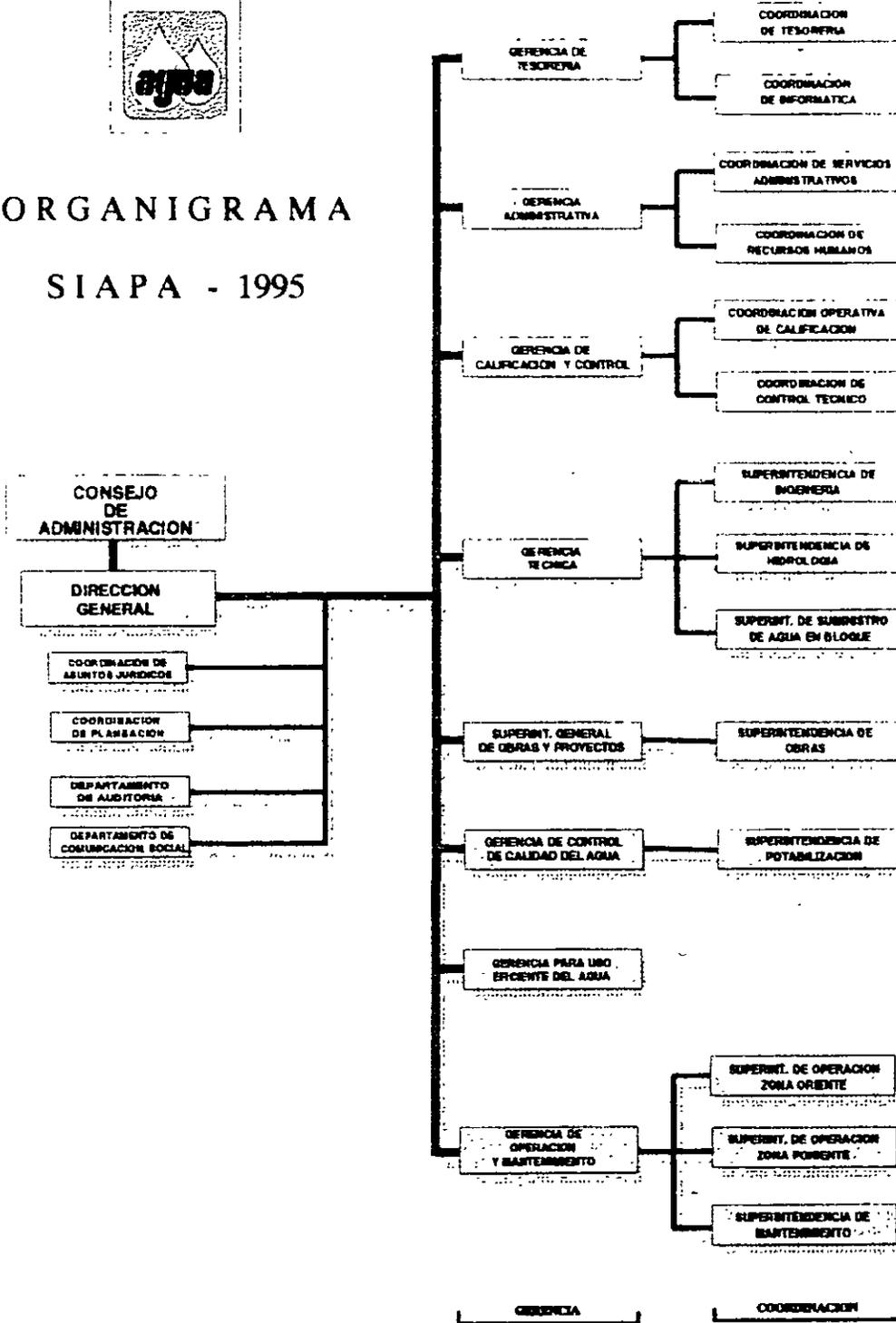


Figura N° 9
Organigrama del SIAPA



**PROGRAMA DE MEJORAMIENTO
DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
A LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA**

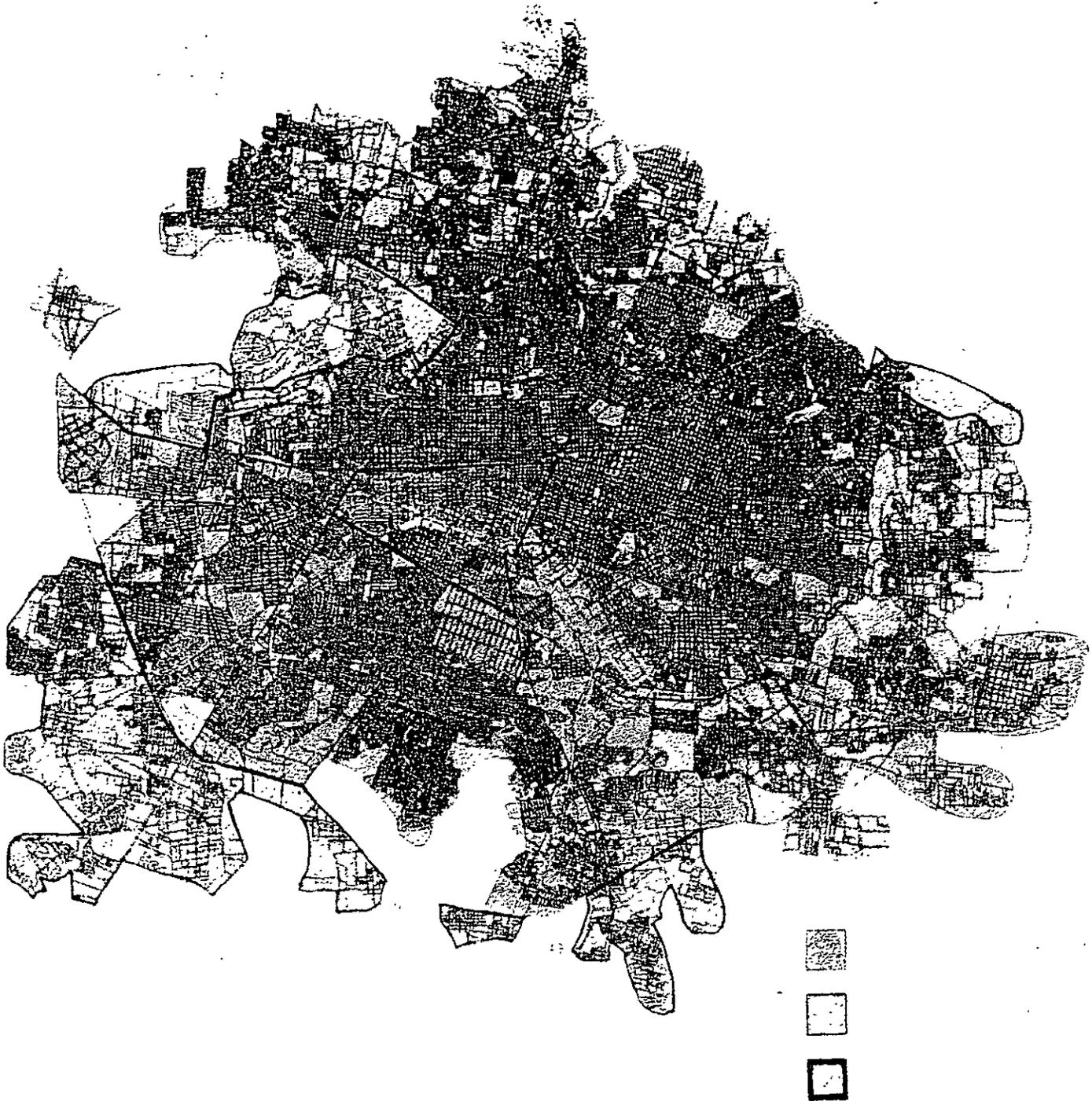


Figura N° 10
Densidad de Población (1990)



**PROGRAMA DE MEJORAMIENTO
DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
A LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA**



**Figura N° 11
Densidad de Población (1995)**



**PROGRAMA DE MEJORAMIENTO
DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
A LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA**

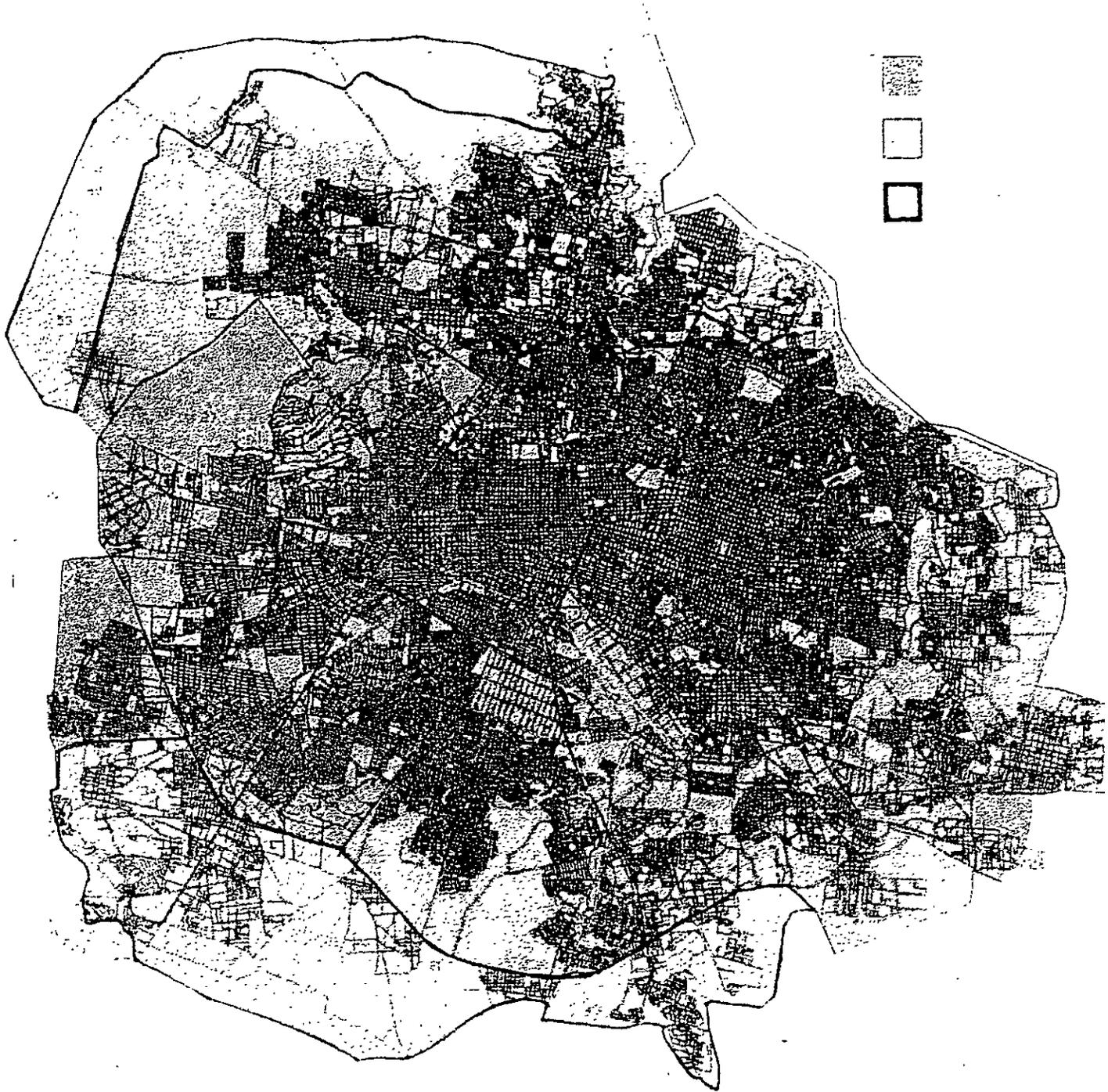
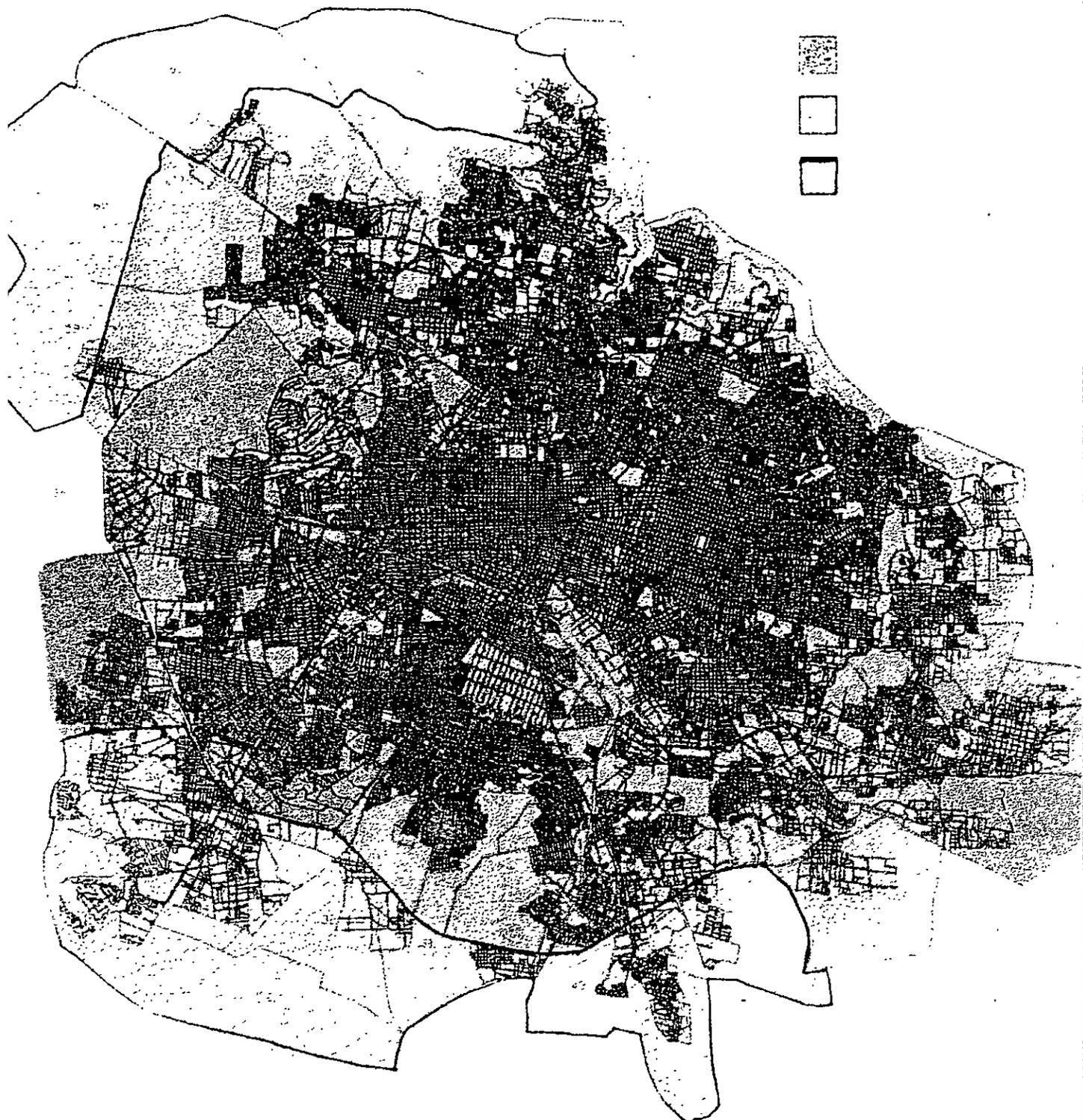


Figura N° 12
Proyección de Densidad de Población (2005)



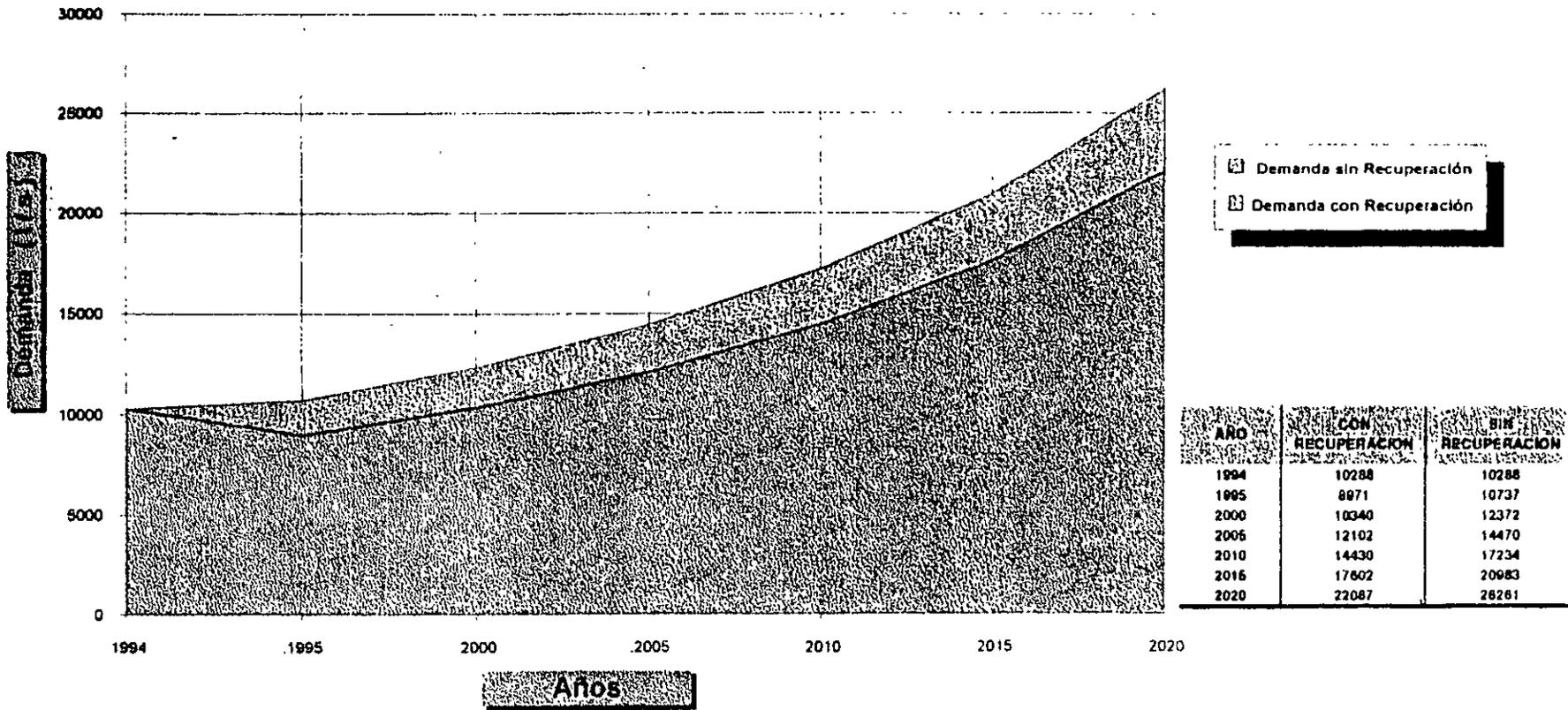
**PROGRAMA DE MEJORAMIENTO
DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
A LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA**



**Figura N° 13
Proyección de Densidad de Población (2020)**



**PROGRAMA DE MEJORAMIENTO
DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
A LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA**

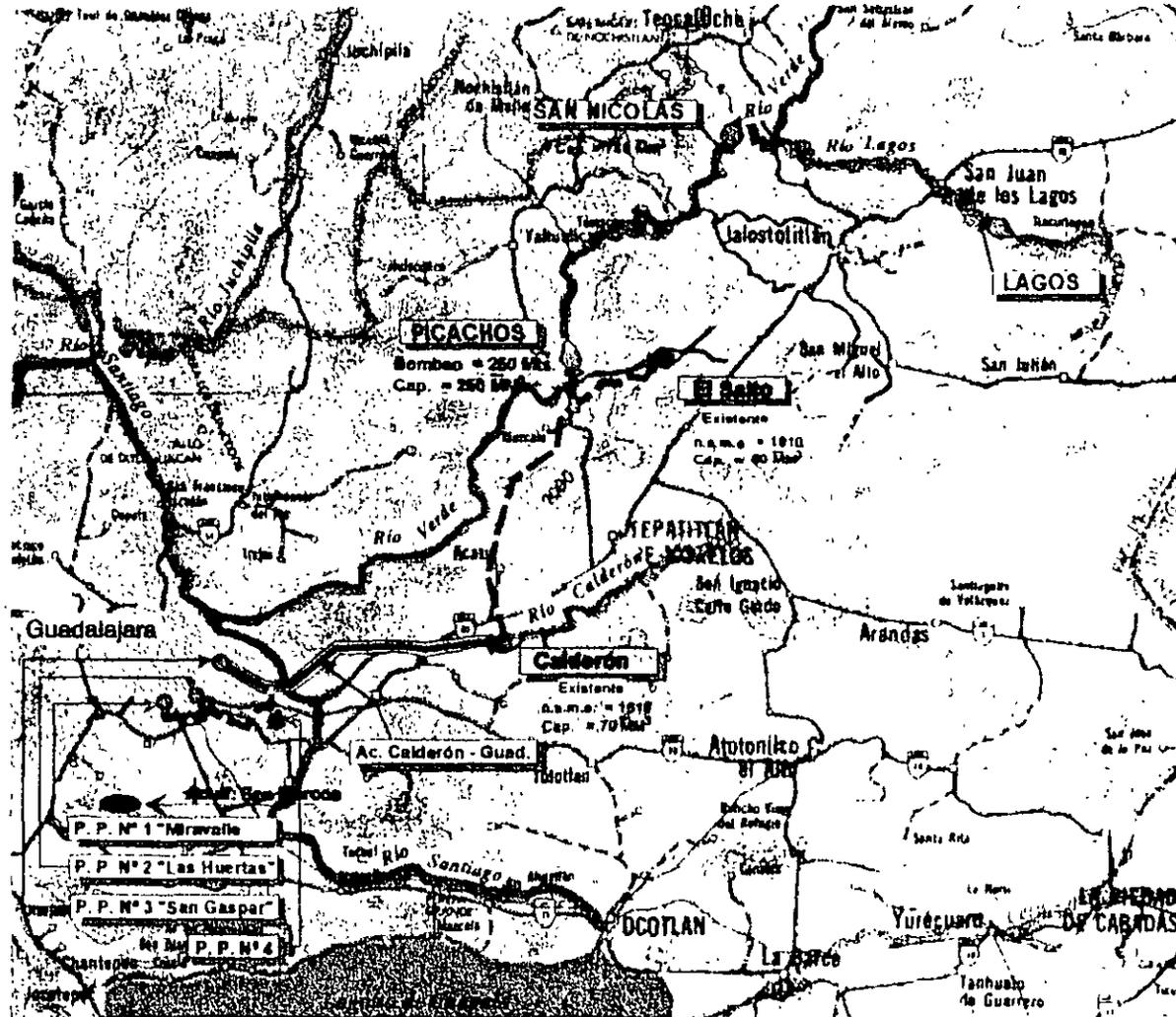


**Figura N° 14
Demanda de Agua Potable en la Zona Metropolitana**

11



**PROGRAMA DE MEJ RAMIENTO
DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
A LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA**



**Figura N° 15
Proyecto El Salto - Calderón**



**PROGRAMA DE MEJORAMIENTO
DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
A LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA**

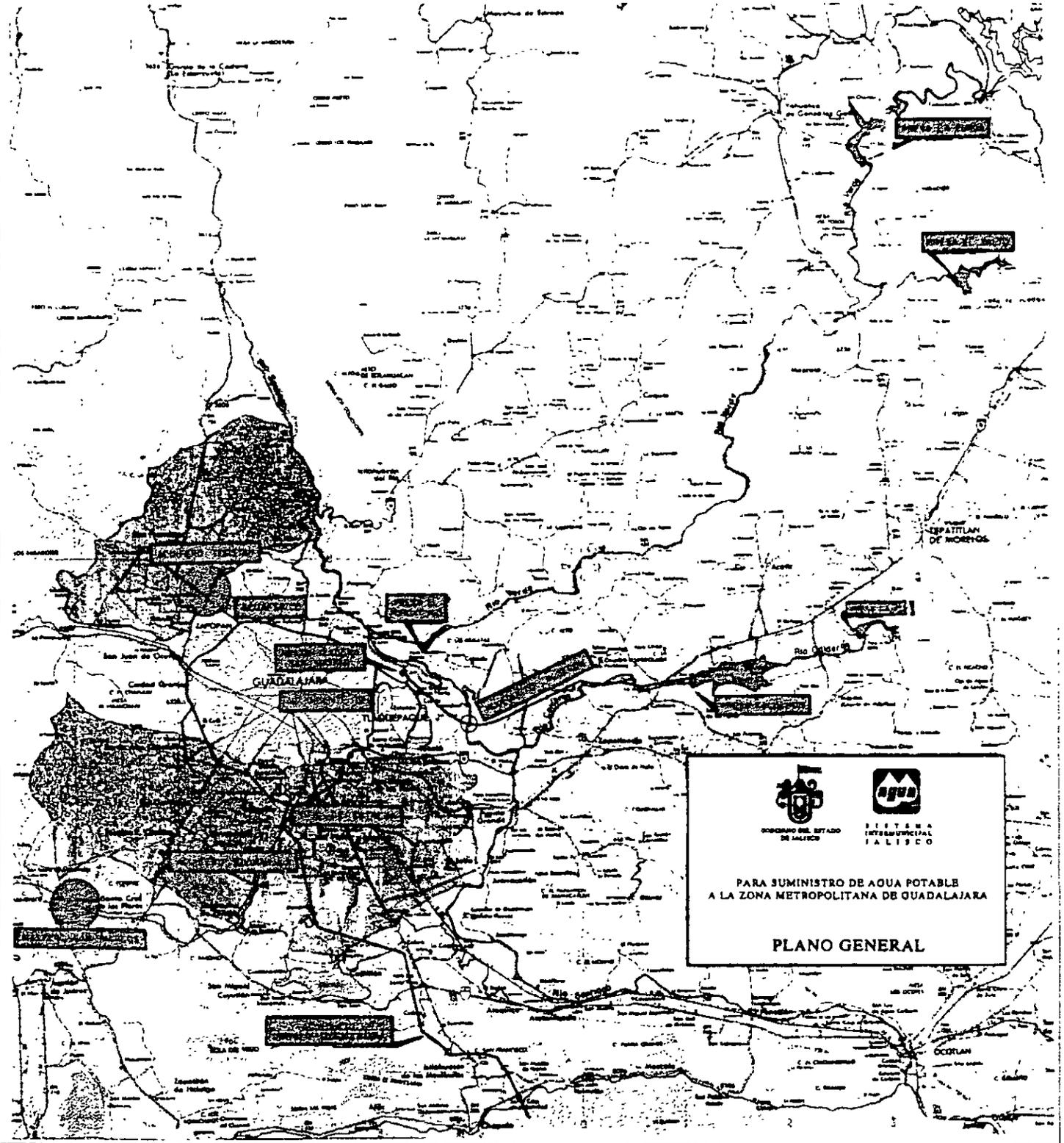


Figura N° 17
Sistema Regional La Zurda - Calderón



**PROGRAMA DE M. JORAMIENTO
DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
A LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA**

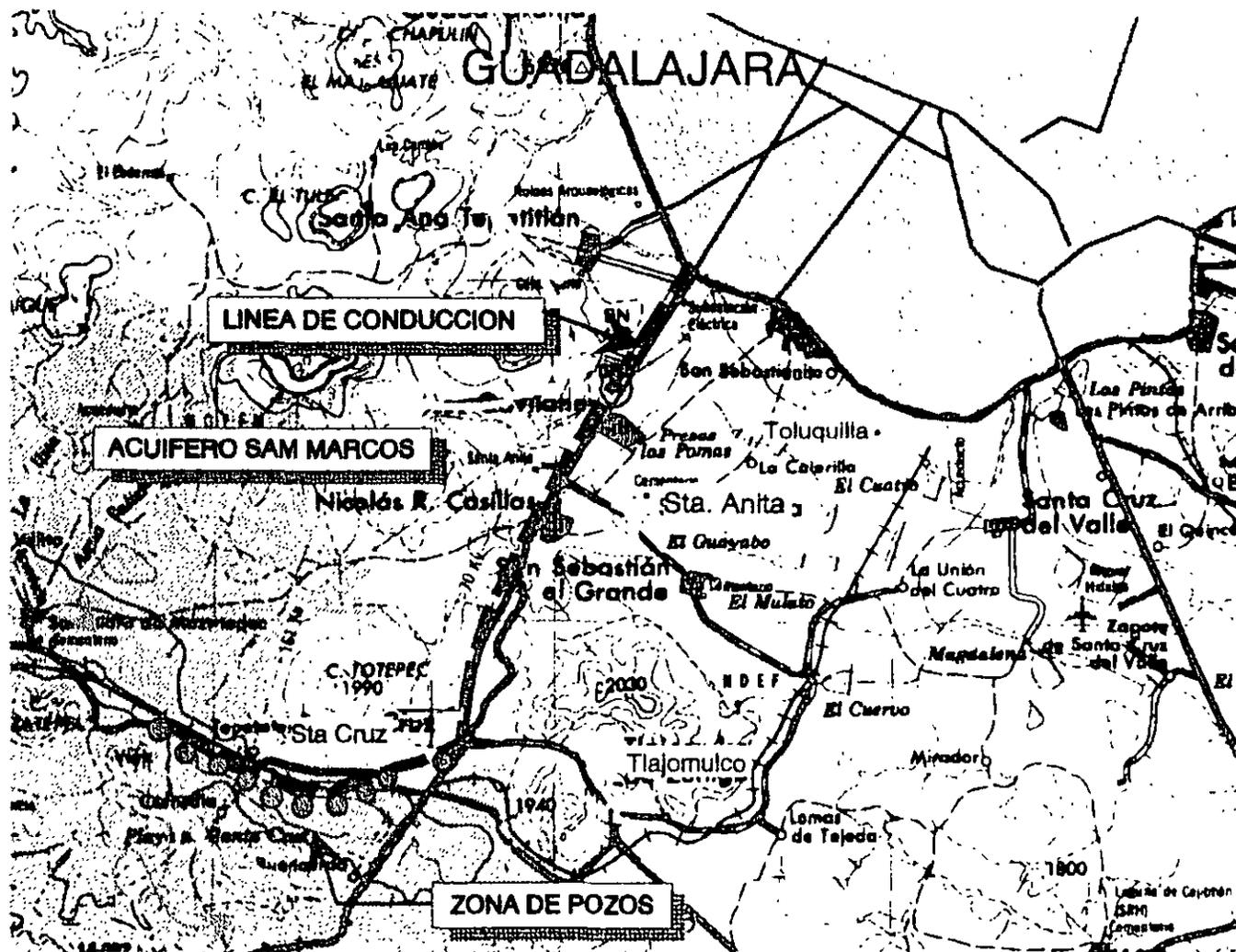
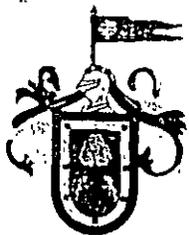
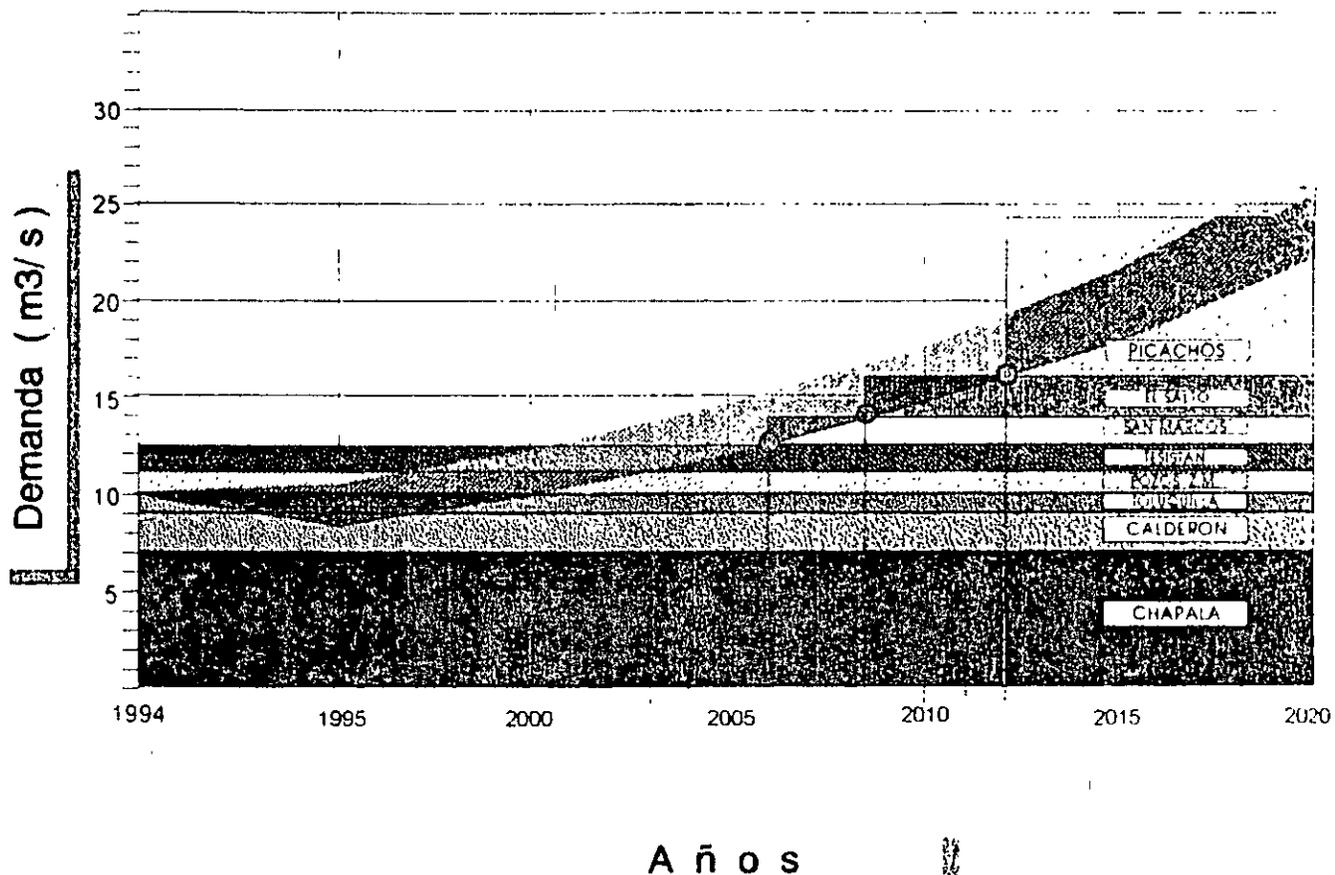


Figura N° 16
Proyecto San Marcos - ZMG



**PROGRAMA DE MEJORAMIENTO
DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
A LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA**



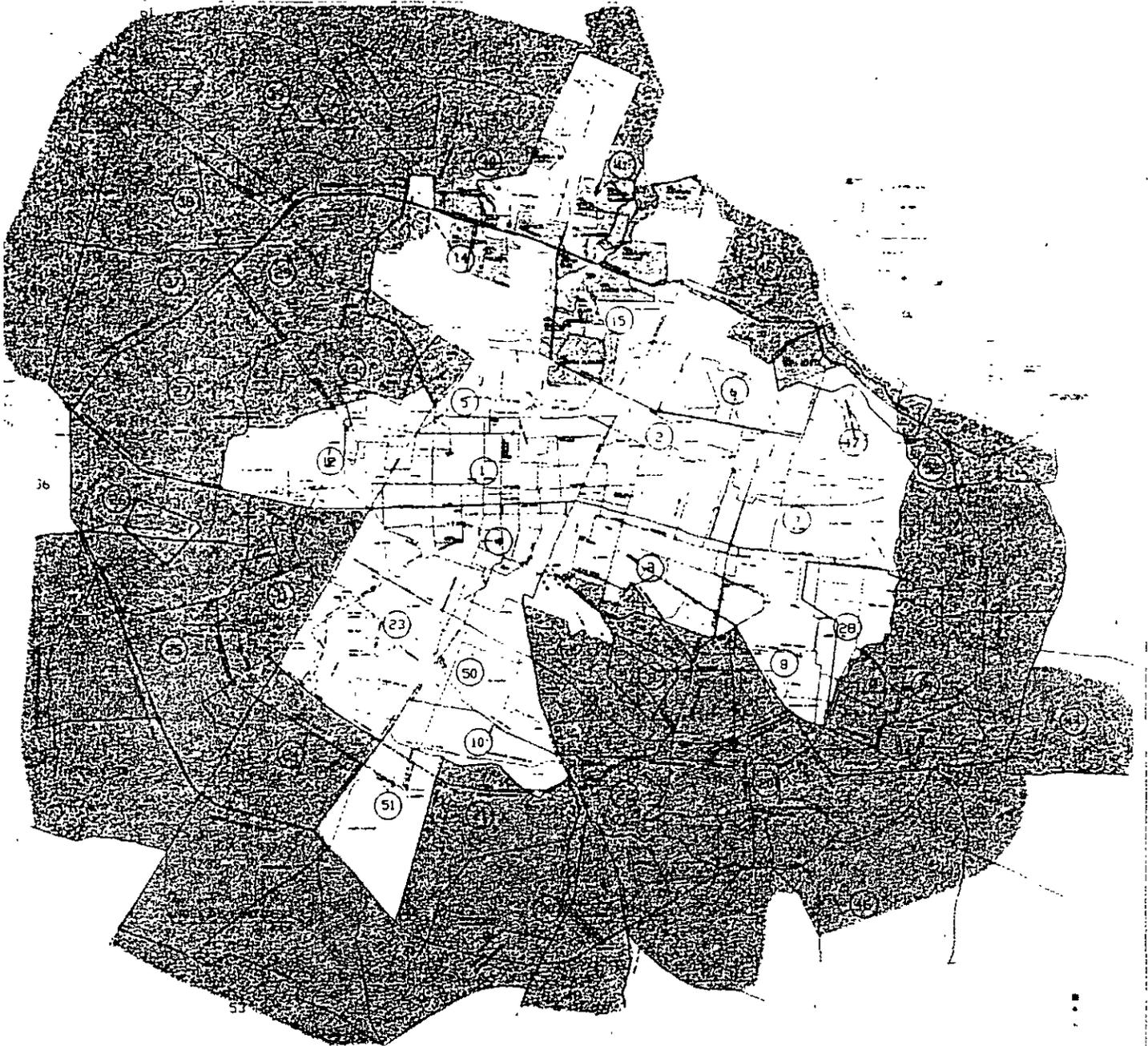
Recuperacion de Caudales

ANOS	CON RECUPERACION	SIN RECUPERACION
1994	10288	10288
1995	8971	10737
2000	10340	12372
2006	12102	14470
2010	14430	17234
2015	17602	20983
2020	22087	26261

Figura N° 18
Curva de Oferta - Demanda de Agua Potable



**PROGRAMA DE MEJORAMIENTO
DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
A LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA**



**Figura N° 19
Red Primaria de Agua Potable (Proyecto 1995-2005)**



PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO A LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

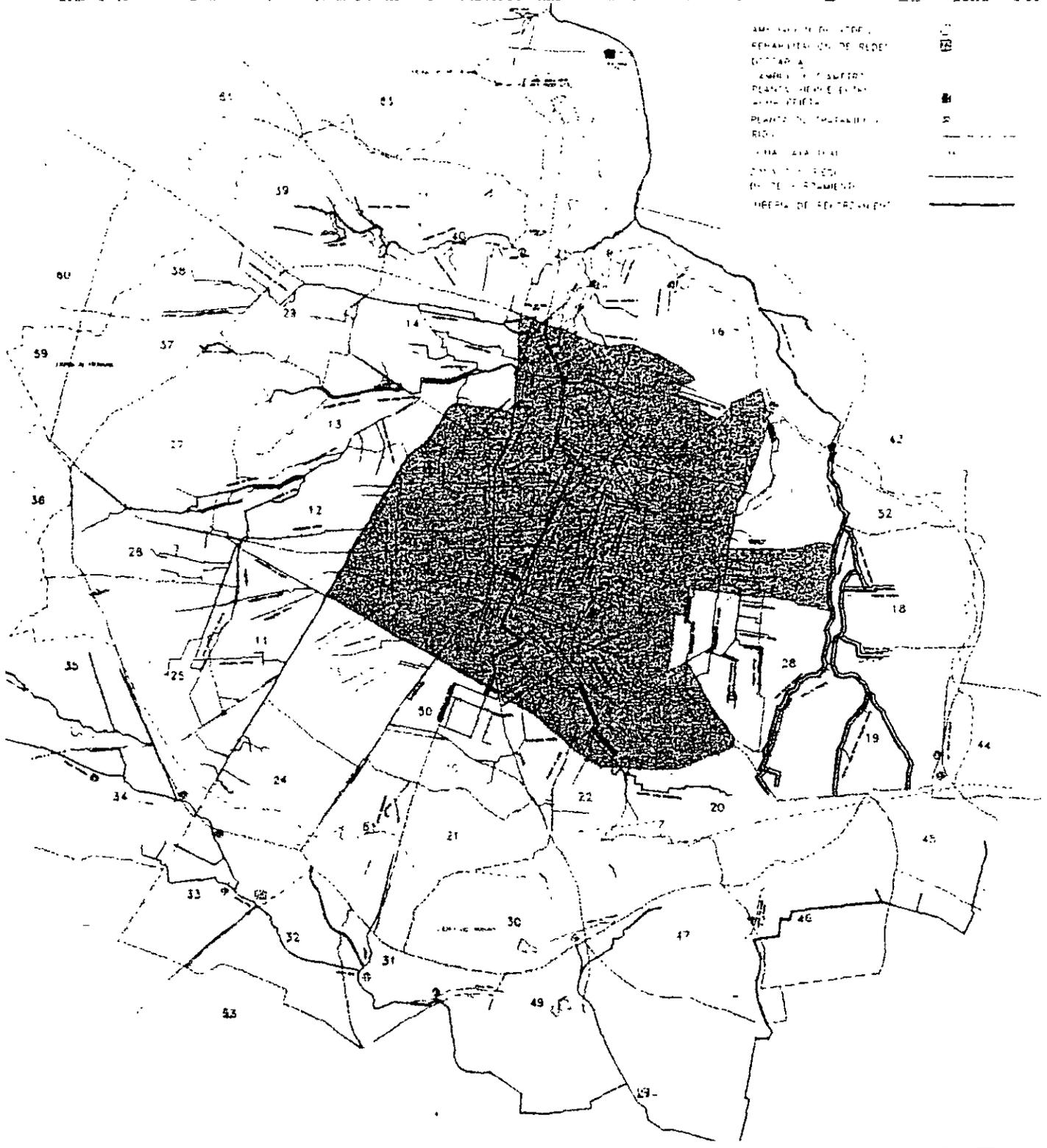


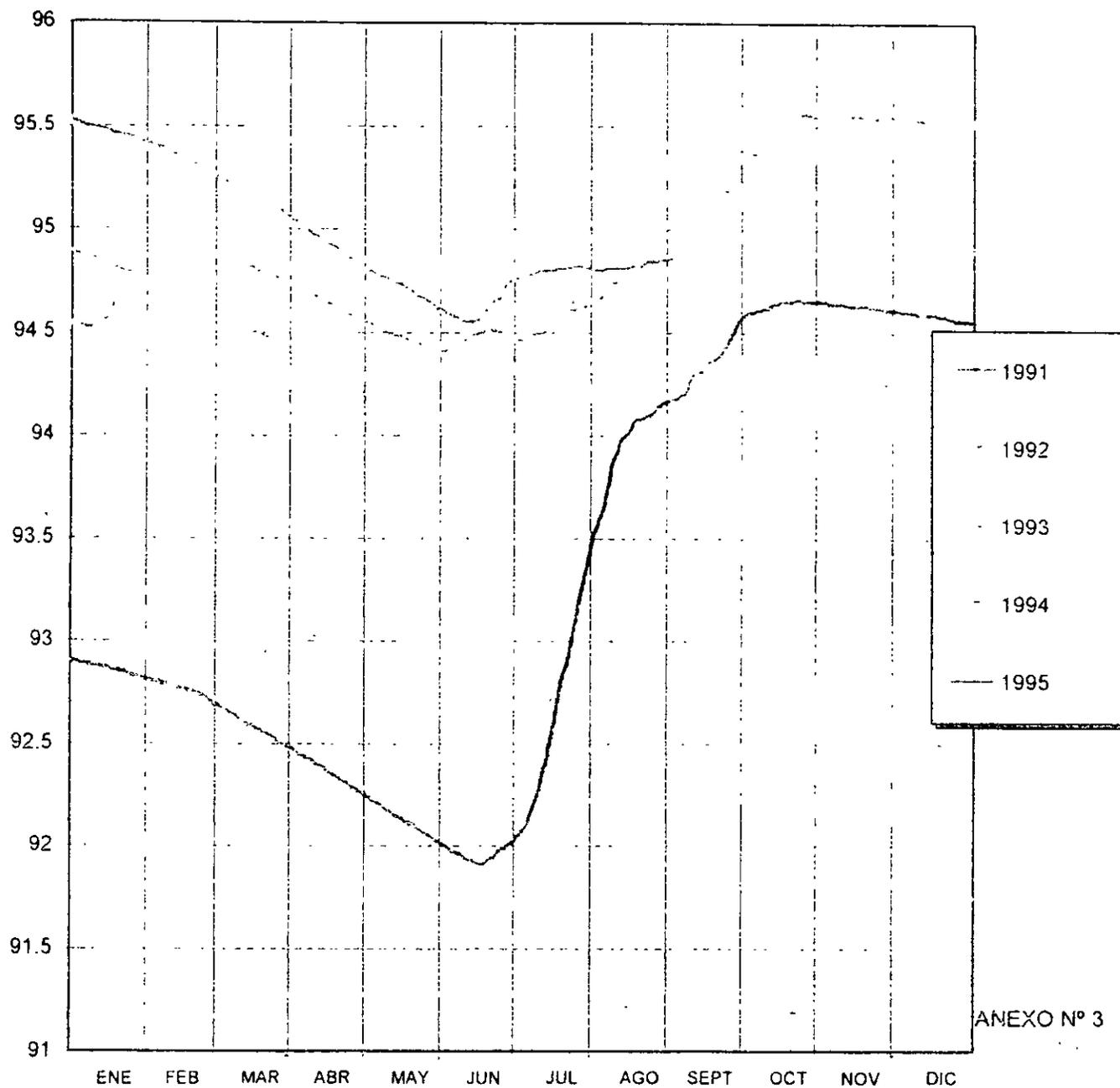
Figura N° 20
Red de Colectores y Subcolectores (Proyecto 1995-2005)



PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO A LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA



COTAS (m)



ANEXO N° 3

Figura N° 21
Niveles del Lago de Chapala



CURSO DIPLOMADO

**EVALUACION DE PROYECTOS DE
INVERSION**

**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA
Coordinación de Educación a Distancia
FACULTAD DE INGENIERÍA, UNAM.**

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

FEMISCA





MÓDULO 6

CONCEPTOS GENERALES DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS

TEMA:

**Generación de Alternativas.
Dimensionamiento y Formulación de un Proyecto**

**. Plan Director para el mejoramiento de los servicios de
agua potable y alcantarillado de la zona metropolitana de
Guadalajara. Tomo 2**

M. en I. Arturo Jiménez Ramón

17 de septiembre de 1998



hgc/JVR/AMB



**Sistema Intermunicipal de los Servicios de
Agua Potable y Alcantarillado de la Zona Metropolitana**

**PLAN DIRECTOR PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS
DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA
(1ª y 2ª Etapa)**

C. A. P. H. 097 / 94
C. A. P. H. 004 / 95

**POLITICAS DE OPERACION
PARA LAS FUENTES ACTUALES Y FUTURAS
DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA**

C. A. P. H. 003 / 95

**IMPACTO GEOAMBIENTAL DE LAS FUGAS DE LOS SISTEMAS
DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA**

C. A. P. H. 163 / 94

Elaborado por el SIAZM

Elaborado por el SIAZM

FEBRERO - 1995

RELACION DE ACETATOS

FIGURA Nº	DESCRIPCION
1	DELIMITACION DE LAZONA DE CONURBACION
2	ETAPAS DE CRECIMIENTO
3	ETAPAS DE ABASTECIMIENTO
4, a y b	GRAFICAS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACION
5	CUENCA HIDROLOGICA DEL RIO LERMA Y SANTIAGO
6	OFERTA HISTORICA
7	IDENTIFICACION DE FUENTES ACTUALES
TABLA	RELACION DE OBRAS EJECUTADAS DE 1990 A 1994
TABLA	INVERSION EJERCIDA EN OBRAS DE 1990 A 1994
8	ZONA DE INFLUENCIA DE ACUEDUCTOS
9	NIVELACION DEL TRAZO COMPLEMENTARIO
9.a	PERFILES NIVELACION TRAZO COMPLEMENTARIO 1 A 4
9.b	PERFILES NIVELACION TRAZO COMPLEMENTARIO 5 A 8
9.c	PERFILES NIVELACION TRAZO COMPLEMENTARIO 9 A 10
10	UBICACION DE DESCARGAS DE ALCANTARILLADO
11	III.4 , GEOAMBIENTAL
12	III.5 , GEOAMBIENTAL
13	III.7, GEOAMBIENTAL
14	III.8 , GEOAMBIENTAL
15	III.14 , GEOAMBIENTAL
16	III.18 , GEOAMBIENTAL
17	ORGANIGRAMA DE SIAPA
TABLAS	TOMAS REGISTRADAS EN LA ZMG
TABLAS	ESTADO DE SITUACION PATRIMONIAL
TABLAS	ESTADO DE RESULTADOS
TABLAS	ESTADO DE ORIGEN Y APLICACION
TABLA	SIAPA ACTIVO, PASIVO
TABLA	RELACION DE TOMAS POR SERVICIO Y REGIMEN
TABLA	REZAGO CUOTA FIJA
TABLA	EVOLUCION Y COMPOSICION DEL EGRESO EN EL SIAPA (BARRAS)
TABLA	EVOLUCION Y COMPOSICION DEL EGRESO 92, 93, 94, 95 (PAYS)
TABLA	EVOLUCION DE INGRESOS EN EL SIAPA (AREA)
TABLA	COMPOSICION DE LOS INGRESOS Y EGRESOS
TABLA	EVOLUCION DE LA POSICION FINANCIERA (1)
TABLA	EVOLUCION DE LA POSICION FINANCIERA (2)
18.a	EVOLUCION DE PA POSICION FINANCIERA (GRAFICA LINEAS)
18.b	EVOLUCION DE LA POSICION FINANCIERA (GRAFICA LINEAS)
19	DEMANDA DE AGUA POTABLE (PERFIL EXCEL)

RELACION DE ACETATOS

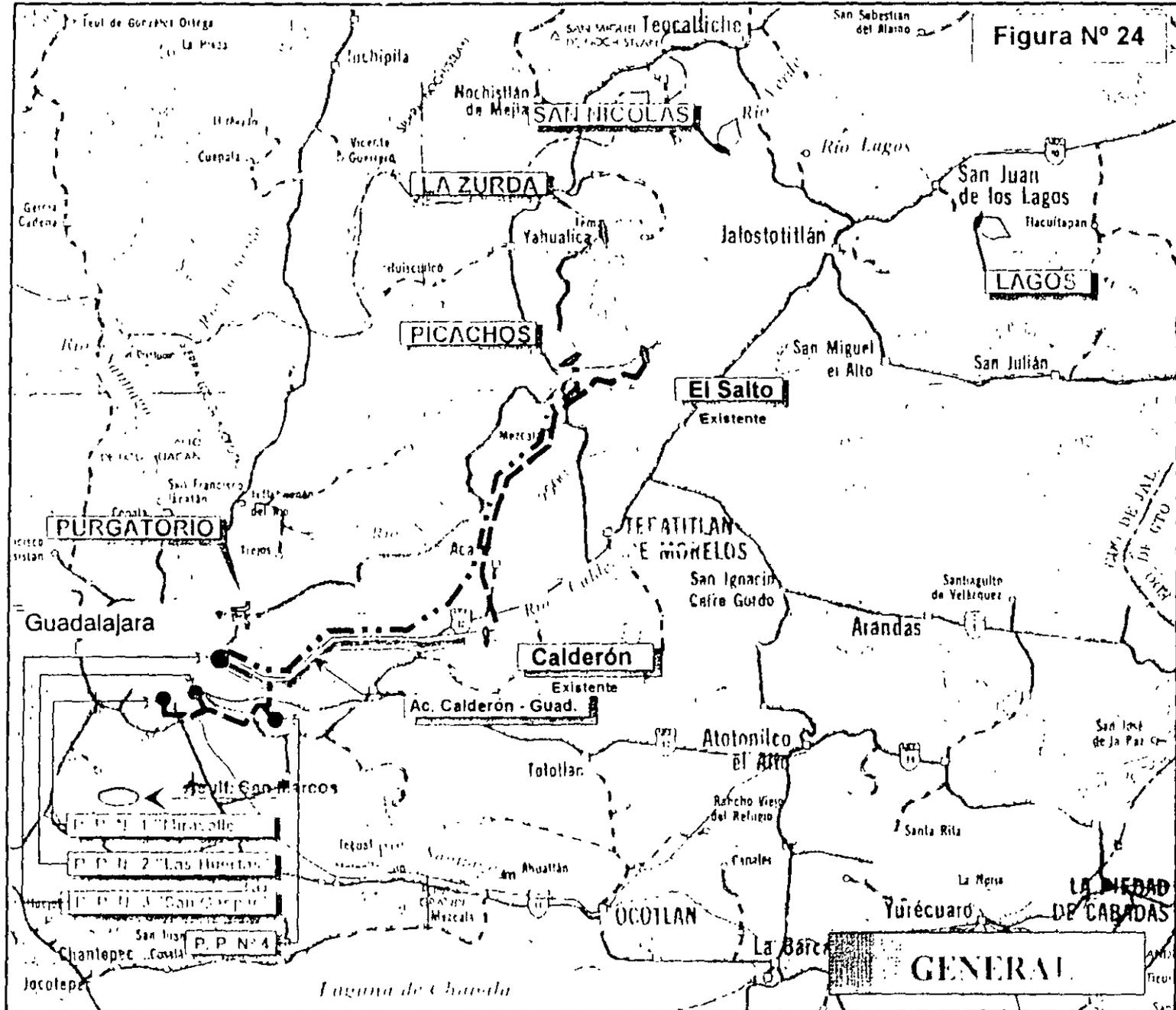
FIGURA Nº	DESCRIPCION
TABLA	GRAFICA DE OFERTA Y DEFICIT DE AGUA
21	POLITICAS DE OPERACION DE CHAPALA, CONDICIONES ACTUALES
.a , b, c, d	
22	POLITICAS DE OPERACION DE CALDERON, CONDICIONES ACTUALES
a, b, c, d	
23	ALTERNATIVAS DE ABASTECIMIENTO, BOLAÑOS Y JUCHIPILA
24	UBICACION DE ALTERNATIVAS (GENERAL)
25,a	ALTERNATIVA 1
25,b	DIAGRAMA DE ALTERNATIVA 1, GASTO FIRME
26,a	ALTERNATIVA 2
26,b	DIAGRAMA DE ALTERNATIVA 2, GASTO FIRME
27,a	ALTERNATIVA 3
27,b	DIAGRAMA DE ALTERNATIVA 3, GASTO FIRME
28,a	ALTERNATIVA 3-A
28,b	DIAGRAMA DE ALTERNATIVA 3-A, GASTO FIRME
29,a	ALTERNATIVA 4
29,b	DIAGRAMA DE ALTERNATIVA 4, GASTO FIRME
30)	ALTERNATIVA DE APROVECHAMIENTO, ACUIFERO SAN MARCOS
TABLA	PLAN ORDENAMIENTO URBANO DE LA ZONA CONURBADA
TABLA	PROYECCION DE POBLACION
TABLA	PROYECCION DE POBLACION Y NUMERO DE TOMAS
TABLA	PROYECCION DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE
31,a	CURVA DE OFERTA Y DEMANDA (SIN RECUPERACION)
31,b	CURVA DE OFERTA Y DEMANDA (CON RECUPERACION)
31,c	CURVA DE OFERTA Y DEMANDA (SAN MARCOS PRIMERO, SIN RECUP.)
31,d	CURVA DE OFERTA Y DEMANDA (SAN MARCOS PRIMERO, CON RECUP.)
32	POLITICAS DE OPERACION CALDERON (COND. ACTUALES)
a, b, c, d	
33	POLITICAS DE OPERACION EL SALTO (COND. ACTUALES)
a, b, c, d	
TABLA	MODELO DE AMORTIZACION, PAGO CTE. SALDOS INSOLUTOS (1)
TABLA	MODELO DE AMORTIZACION, PAGO CTE. SALDOS INSOLUTOS (2)
TABLA	MODELO DE AMORTIZACION, SALD INSOL., INT CAPITALIZADOS (3)
TABLA	MODELO DE AMORTIZACION, SALD. INSOL. COMB. CREDITOS (4)
TABLA	MODELO DE AMORTIZACION, SALD INSOL AGENTE. BANOBRAS (5)
TABLA	MODELO DE AMORTIZACION, SALD INSOL. TASAS MERCADO (6)
TABLA	MODELO DE AMORTIZACION, SALD INSOL. AGENTE (7)
TABLA	MODELO DE AMORTIZACION, SALD. INSOL. TASAS MERCADO / CETES (8)
TABLA	MODELO DE AMORTIZACION, CRECIENTE VPN CONS. (AFICORCADO) (9)
TABLA	MODELO DE AMORTIZACION, CRECIENTE VPN CONS. (AFICORCADO) (10)

RELACION DE ACETATOS

FIGURA Nº	DESCRIPCION
TABLA	PROYECCION - ESTADOS DE SITUACION
TABLA	OTROS PASIVOS
TABLA	RELACION FINANCIERA - PROYECCIONES
TABLA	EVALUACION ECONOMICA DE LA RECUPERACION DE PERDIDAS EN TOMAS
TABLA	INVERSIONES EN REHABILITACION DE TOMAS DOMICILIARIAS
TABLA	EVAL. ECON. DEL PROY. DE REHAB. DE TUBERIAS , 20 COLONIAS
TABLA	ESTIMACION DE FUGAS POR ZONA CATASTRAL
TABLA	DATOS BASICOS DE TOMAS DE AGUA POTABLE
TABLA	PROGRAMA DE INVERSIONES (CONSOLIDACION)
TABLA	PROGRAMA DE INVERSION (INFRAESTRUCTURA)
TABLA	PROGRAMA DE OBRAS Y ACCIONES EN LAS TRES COMPONENTES (INFRAEST.)
TABLA	PROGRAMA DE OBRAS Y ACCIONES EN LAS TRES COMONENTES (CONSOL.)



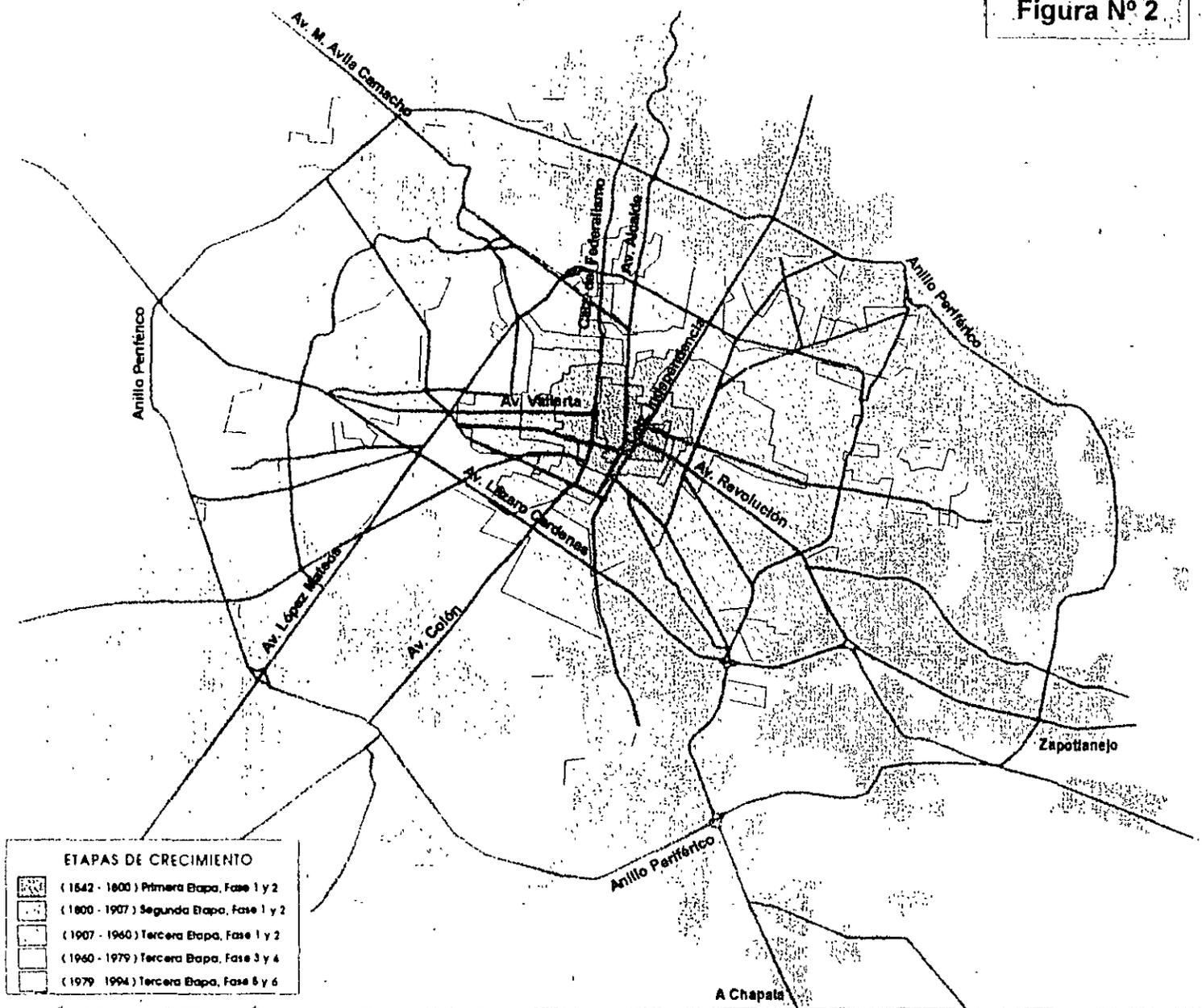
Ubicación de Alternativas de Fuentes Futuras





Etapas de crecimiento de la Zona Metropolitana de Guadalajara

Figura N° 2



A Chapala



Etapas de Abastecimiento de Agua Potable a la Zona Metropolitana de Guadalajara

Figura N° 3

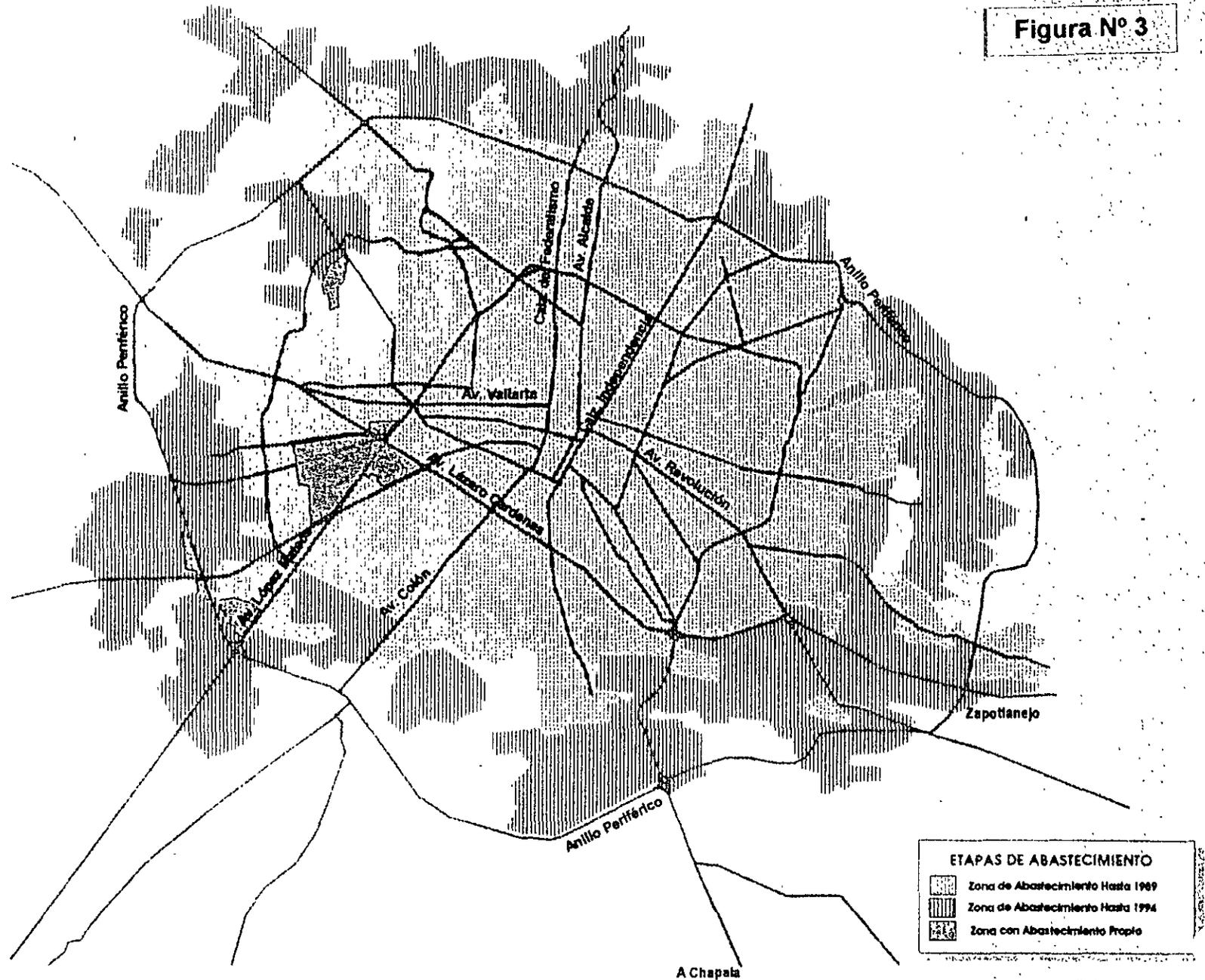


Figura N° 4.a

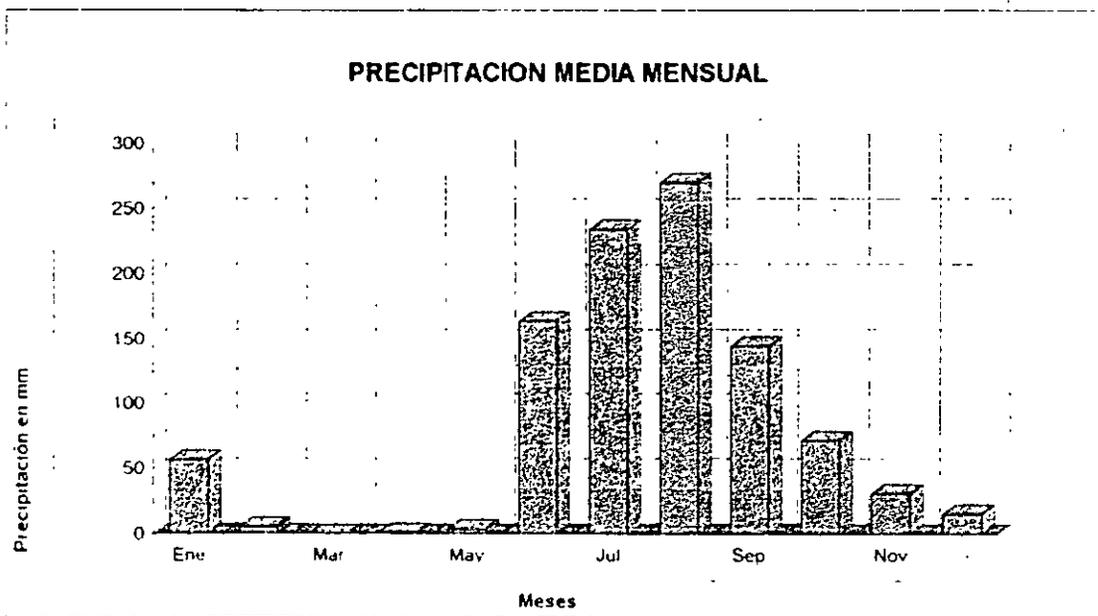
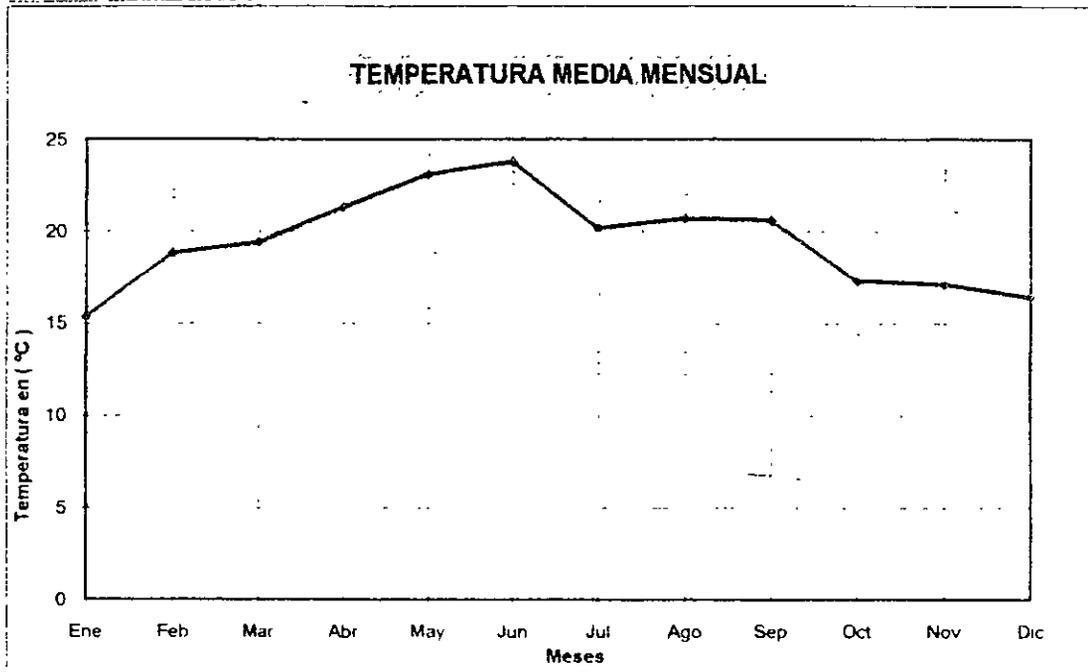
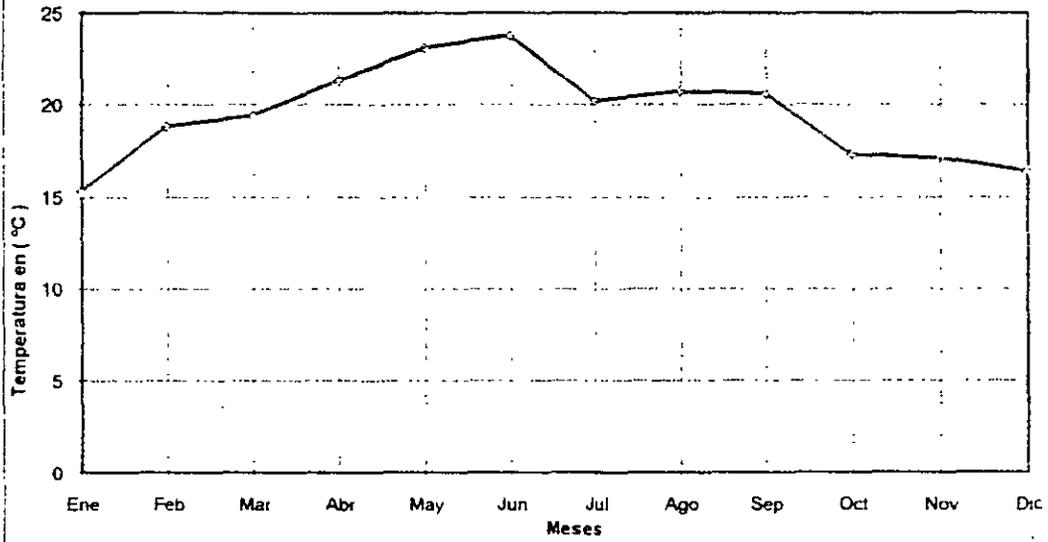
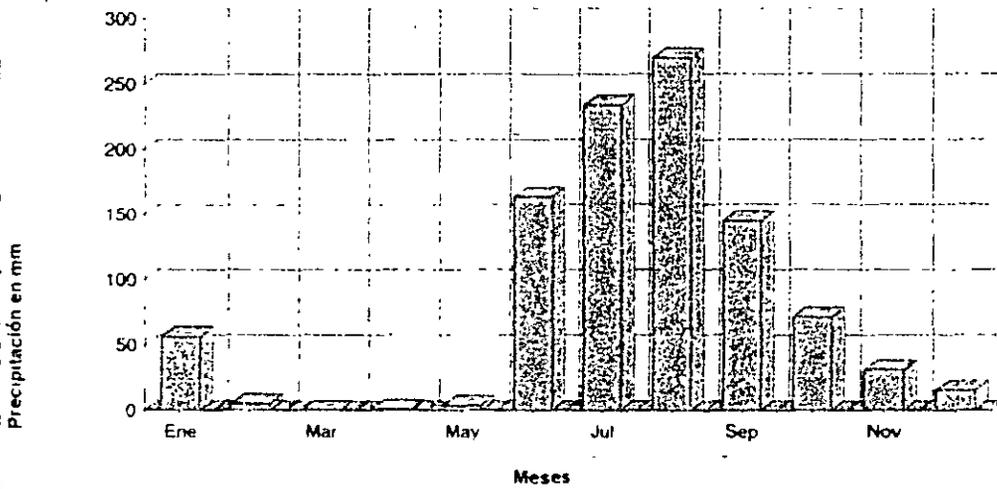


Figura N° 4.b

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL



PRECIPITACION MEDIA MENSUAL





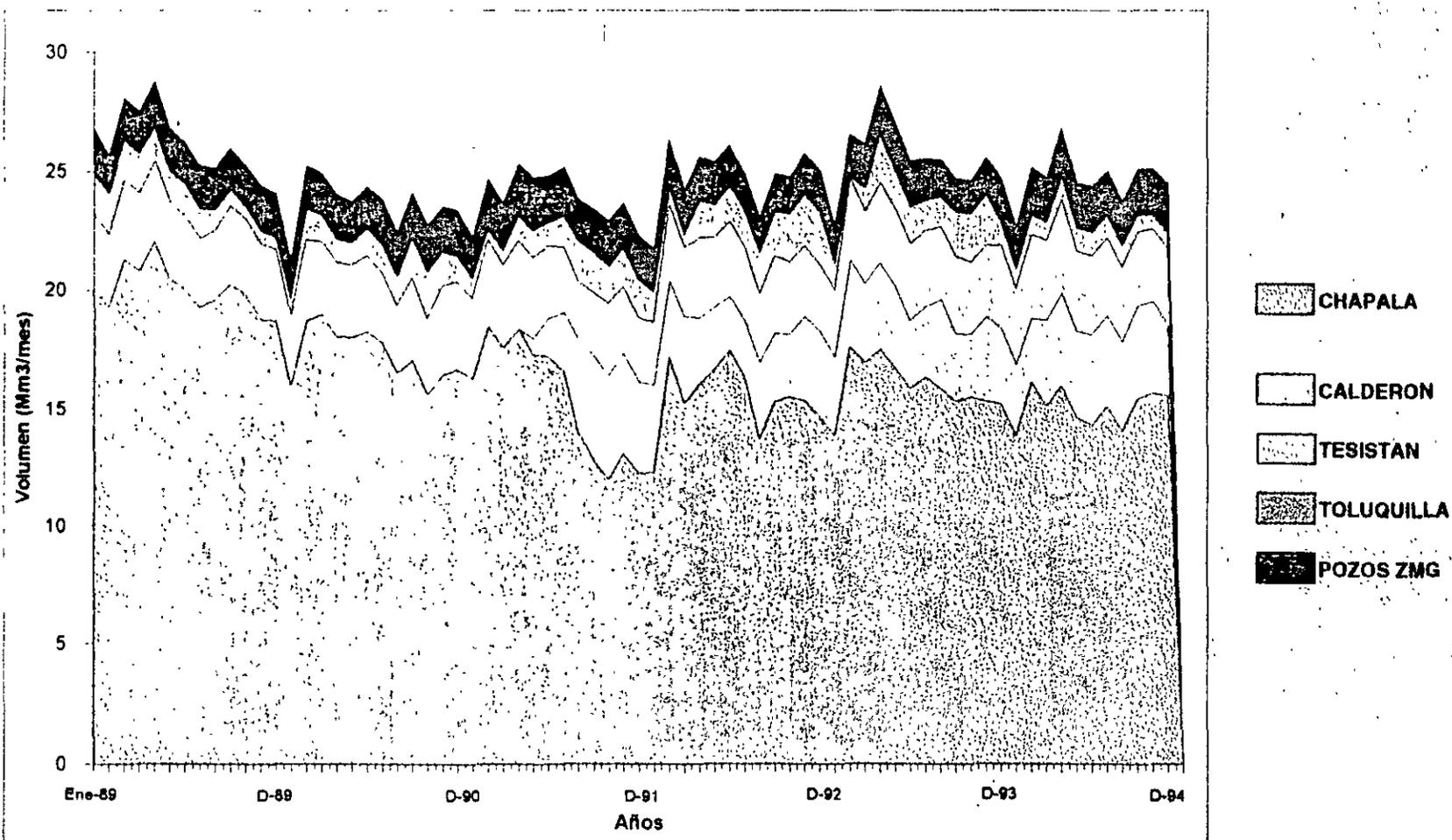
Cuenca Hidrológica de los Ríos Lerma y Santiago

Figura N° 5



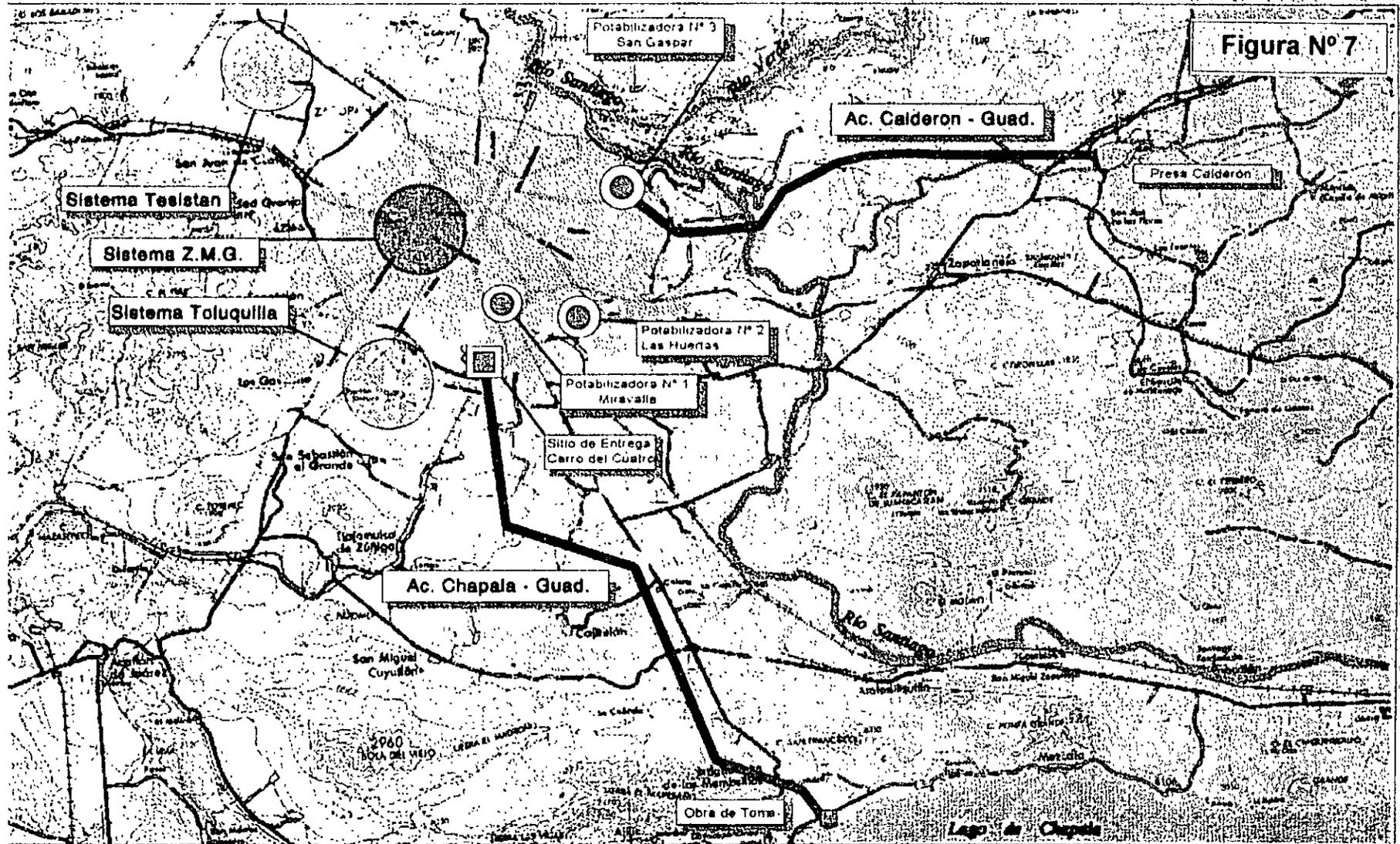
Oferta Historica de Agua Potable a la Zona Metropolitana de Guadalajara

Figura N° 6





IDENTIFICACION DE FUENTES ACTUALES DE ABASTECIMIENTO Y PLANTAS POTABILIZADORAS



SOLIDARIDAD SIAPA-PRONAPA

INVERSION EJERCIDA EN OBRAS 1990-1994

CONCEPTO	1990	1991	1992	1993	1994	TOTALES
AGUA POTABLE	11,004	37,748	18,276	10,674	8,102	85,804
FEDERAL	2,751	8,181	3,864	2,261	1,687	18,744
SIAPA	2,751	8,181	3,864	2,261	1,687	18,744
CREDITO	5,502	16,939	8,433	4,929	3,712	39,515
GIC	0	4,447	2,115	1,223	1,016	8,801
SUBTOTAL SIAPA	8,253	29,567	14,412	8,413	6,415	67,060
ALCANTARILLADO	4,553	36,325	17,703	17,833	19,990	96,404
FEDERAL	1,138	7,281	3,694	3,738	4,137	19,988
SIAPA	1,138	7,281	3,694	3,738	4,137	19,988
CREDITO	2,277	17,421	8,120	8,196	9,135	45,149
GIC	0	4,342	2,195	2,161	2,581	11,279
SUBTOTAL SIAPA	3,415	29,044	14,009	14,095	15,853	76,416
TOTALES	15,557	74,073	35,979	28,507	28,092	182,208
FEDERAL	3,889	15,462	7,558	5,999	5,824	38,732
SIAPA	3,889	15,462	7,558	5,999	5,824	38,732
CREDITO	7,779	34,360	16,553	13,125	12,847	84,664
GIC	0	8,789	4,310	3,384	3,597	20,080
SUBTOTAL SIAPA	11,668	58,611	28,421	22,508	22,268	143,476

SEMPER MUNICIPAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE
Y ALCANTARILLADO DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

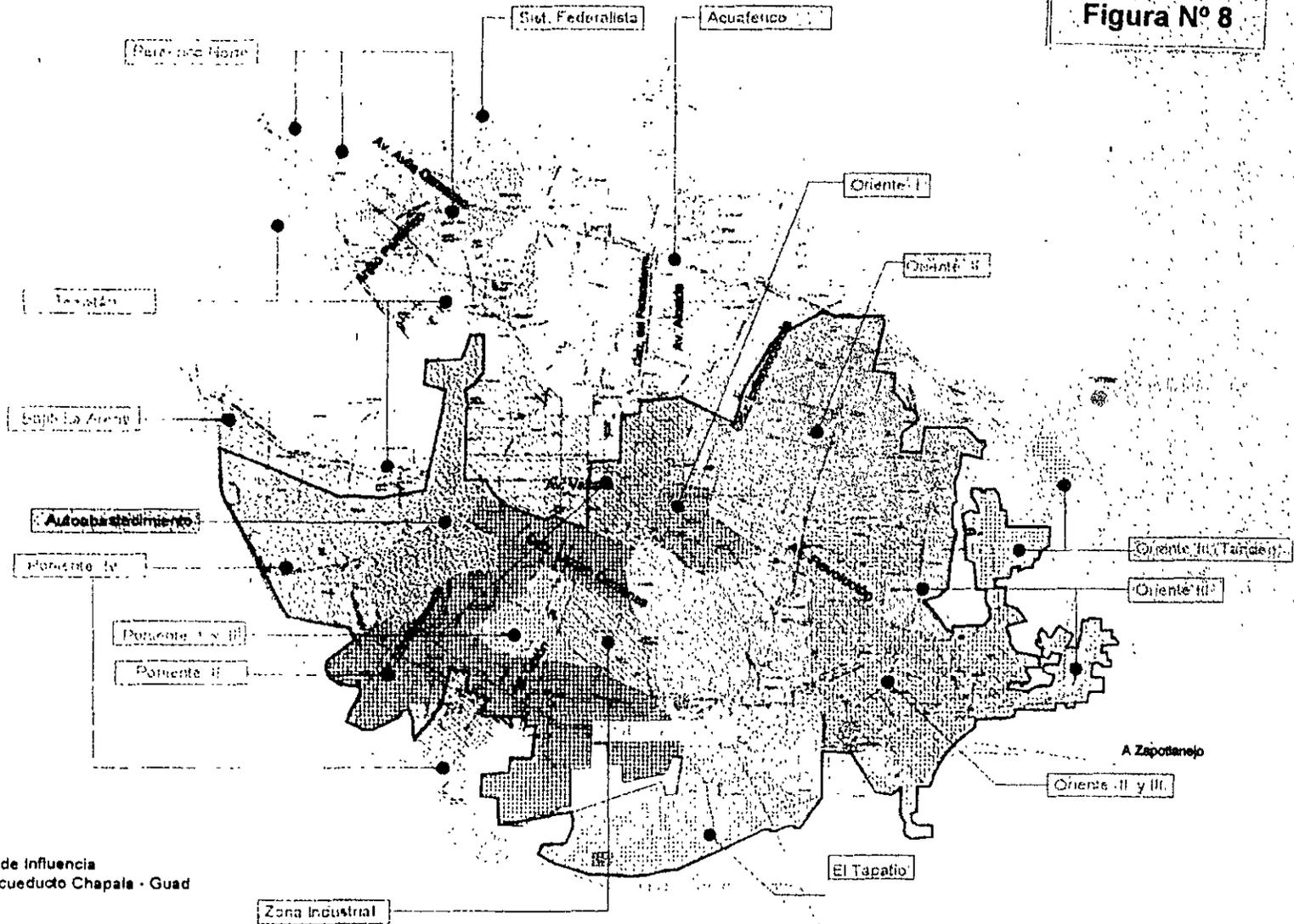
RELACION DE OBRAS EJECUTADAS EN EL PERIODO 1990-1994

DESCRIPCION DE LA OBRA	1990	1991	1992	1993	1994	IMPORTE TOTAL	%
1 SISTEMA REGIONAL LA ZURDA-PIRESA CALDERON							
1.1 PRESA CALDERON	22,247	48,120	0			70,367	4.3%
1.2 BARRIAMIENTO DEL YARO		33,870				33,870	1.9%
1.3 ESTACIONES HIDROMETRICAS	883					883	0.1%
1.4 ACUEDUCTO CALDERON-SAN BASPAR	42,884	76,182	83	389		119,538	7.2%
1.5 SIPON INVERTIDO	23,188	26,146				49,334	3.0%
1.6 PLANTA POTABILIZADORA SAN BASPAR	5,474		102,000	8,461		114,935	7.0%
1.6.1 IASA	12,713	18,288				31,001	1.9%
1.6.2 BCSA	48,042	21,888	883			71,203	4.3%
1.7 RELOCALIZACION LINEA TRANSMISOR CALDERON CFE	3,977	1,872				5,849	0.4%
1.8 CAMINOS DE ACCESO AL PURGATORIO (1A. ETAPA)					42,300	42,300	2.6%
1.9 CAMINOS DE ACCESO PRESA EL SALTO			1,167	878		2,045	0.1%
SUBTOTAL	180,058	217,820	184,360	7,768	42,300	532,324	32.2%
2 INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA A 75 COLONIAS DE LA ZONA DEL PIONAPA							
2.1 SERVICIOS DE AGUA POTABLE	10,858	38,300	17,720	18,391	8,648	82,894	5.0%
2.2 SERVICIOS DE ALCANTARILLADO	4,410	22,884	17,138	17,377	18,183	80,002	5.0%
SUBTOTAL	15,268	61,184	34,858	35,768	26,831	174,903	10.8%
3 ACERAFENCO, ANILLO DE TRANSFERENCIA 1A. ETAPA	6,073	43,988	13,388	41,720		105,169	6.2%
4 SISTEMA DE COLECTORES, RIO BLANCO				885	1,034	1,919	0.1%
5 SISTEMA DE COLECTORES, C. AMOIGADO				1,271	16,477	17,748	1.1%
6 SISTEMA ORIENTE III							
6.1 OBRA DE TOMA PLANTA DE BOMBEO 2, 1A ETAPA	1,308	239				1,547	0.1%
6.2 ESTACION DE RETENIDOS EN LA NUEVA PLANTA POTABILIZADORA (1A ETAPA)	12,184	8,167				20,351	1.2%
6.3 PLANTA POTABILIZADORA NO. 3 (3 EDAS)	17,880	11,485	1,824	4		31,203	1.9%
6.4 ACUEDUCTO ORIENTE III	12,087	2,123				14,210	0.8%
6.5 ACUEDUCTO PEMPERCO OBLATOS	22,880	8,788	8,323	1,184	8	41,183	2.5%
SUBTOTAL	62,372	64,743	21,211	1,189	8	150,503	9.3%
7 NUEVAS PERFORACIONES ZONA METROPOLITANA							
7.1 PERFORACION, EQUIPAMIENTO DE POZOS, LINEAS ELECTRICAS Y DE CONDUCCION TOLGUELLA (8 POZOS)	3,780					3,780	0.2%
7.2 PERFORACION, EQUIPAMIENTO DE POZOS, LINEAS ELECTRICAS Y EXTENSION A RED DE DISTRIBUCION EN ZONA (8 POZOS)	4,800					4,800	0.3%
7.3 PERFORACION, EQUIPAMIENTO DE POZOS, LINEAS ELECTRICAS Y DE CONDUCCION EN TESTERAN (11 POZOS)	19,291	4,828	371	188		24,678	1.5%
SUBTOTAL	27,871	4,828	371	188	0	33,258	2.0%
8 PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DE AGUA							
8.1 OPERACION DEL SERVICIO	817					817	0.0%
8.2 CONTROL DE USUARIOS	2,000					2,000	0.1%
8.3 APOYOS	482					482	0.0%
8.4 ADQUISICION E INSTALACION DE MICROMEDIDORES	18,253	26,646	24,243	2,882	1,714	63,738	4.0%
SUBTOTAL	21,552	26,646	24,243	2,882	1,714	77,037	4.7%
9 INGENIERIAS PARA TODAS LAS OBRAS	18,811	21,828	19,888	3,877	6,881	61,085	3.7%
10 ADECUACION DE PRESIONES EN REDES ACERAFENCO (1A ETAPA)				488	488	976	0.0%
11 PROGRAMA DE REHABILITACION DE POZOS PROFUNDOS				908	1,191	2,099	0.1%
12 OBRAS DE CONTINGENCIA	6,113	80,270	48,808	28,278	28,217	191,686	11.7%
13 ESTUDIOS, PROYECTOS Y SUPERVISION	4,388	11,281	13,483	24,674	28,237	82,063	5.0%
14 REHABILITACION PRESA LAS PINTAS		784	13,519	1,433		15,536	0.9%
15 ACUEDUCTO ORIENTE IV (CERRILLO PUEBLO)				11,024		11,024	0.7%
16 COLECTORES Y BARRIAMIENTO	20,821	88,178	24,287	8,182	16,820	158,288	9.8%
17 SISTEMA ZONA NORTE DE ZAPOPAN	1,888	1,381	1,780	188		5,037	0.3%
18 SISTEMA BOMBAS DE CHAPALA		1,114	128			1,242	0.1%
19 SISTEMA EL TAPATIO		8,247	1,314	222		9,783	0.6%
20 ACUEDUCTO CHAPALA-GUADALAJARA (EQUIPOS)	8,800	12,812	4,847	1,314		27,773	1.7%
21 ADQUISICION DE EQUIPOS							
21.1 EQUIPO DE COMPUTO	688	888	1,878	3,211	1,488	8,143	0.5%
21.2 EQUIPO DE RADIOCOMUNICACION	88	188	188	188	81	633	0.0%
21.3 EQUIPO DE MEDICION DE LINEAS	188	88	148	88	2	414	0.0%
21.4 EQUIPO DE DESAZOLVE				881	3,888	4,769	0.3%
SUBTOTAL	388	1,118	1,378	4,088	3,847	10,781	0.7%
SUBTOTAL INVERSION SIAPA	347,818	379,816	278,443	180,382	188,800	1,325,180	81.2%
22 INVERSION FEDERAL							
22.1 ESTUDIOS Y PROYECTOS			13,000			13,000	0.8%
22.2 INTRODUCCION SERVICIOS A.P. 75 COLONIAS	8,731	8,181	3,884	1,281	1,887	18,764	1.1%
22.3 INTRODUCCION SERVICIOS ALC 75 COLONIAS	1,128	7,281	2,884	3,728	4,127	19,888	1.2%
22.4 COLECTORES CUENCA DEL AMOIGADO Y RIO BLANCO				1,888	17,210	19,098	1.2%
22.5 PRESA EL SALTO					70,000	70,000	4.3%
SUBTOTAL	9,859	15,462	27,566	7,786	23,224	74,078	4.6%
TOTAL	547,676	844,278	506,811	338,238	412,224	1,648,231	100.0%
%	31.4%	50.0%	28.7%	19.8%	24.9%	100.0%	



ZONAS DE INFLUENCIA DE ACUEDUCTOS EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

Figura N° 8



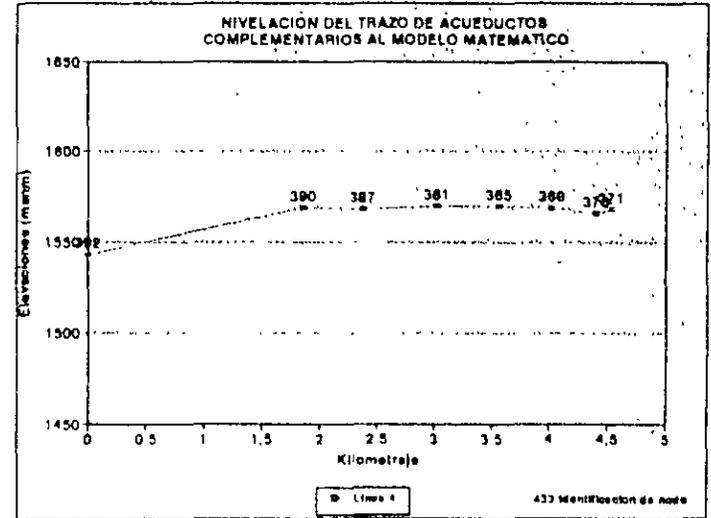
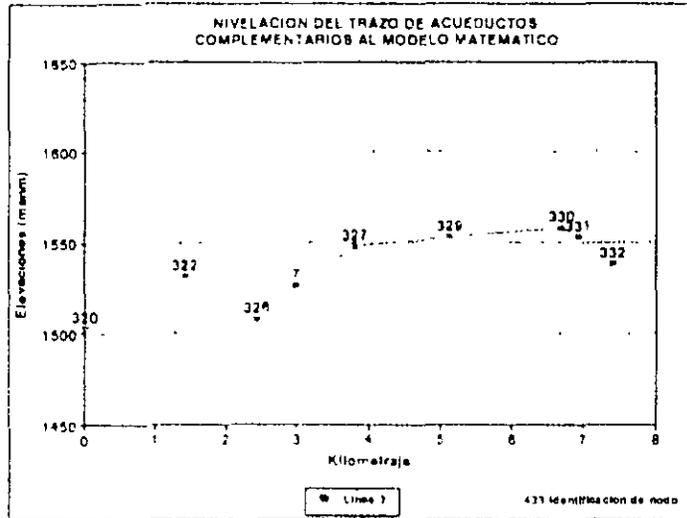
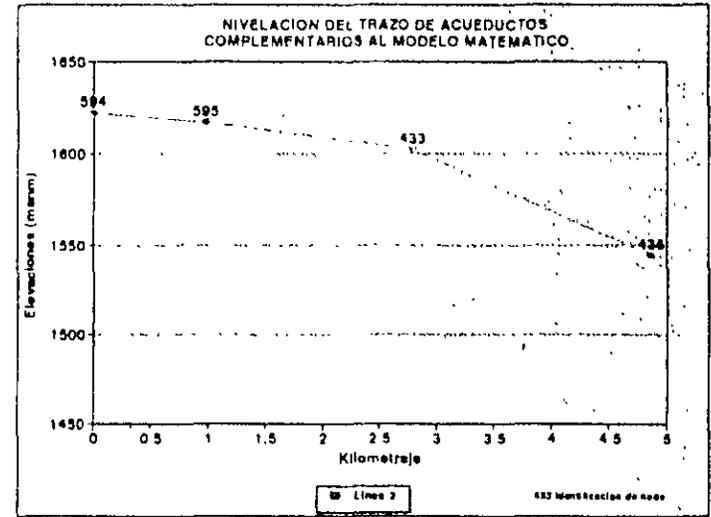
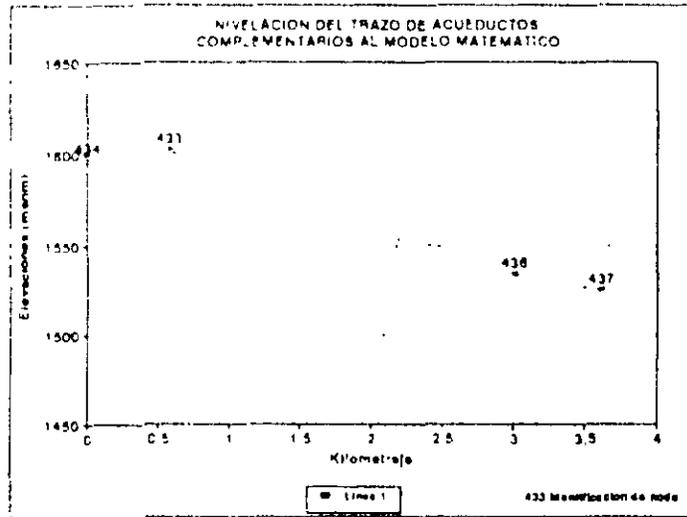


Figura N° 9.a

02

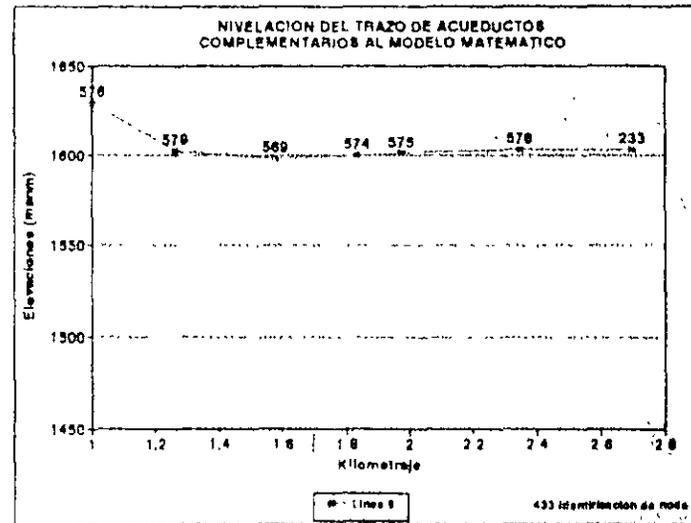
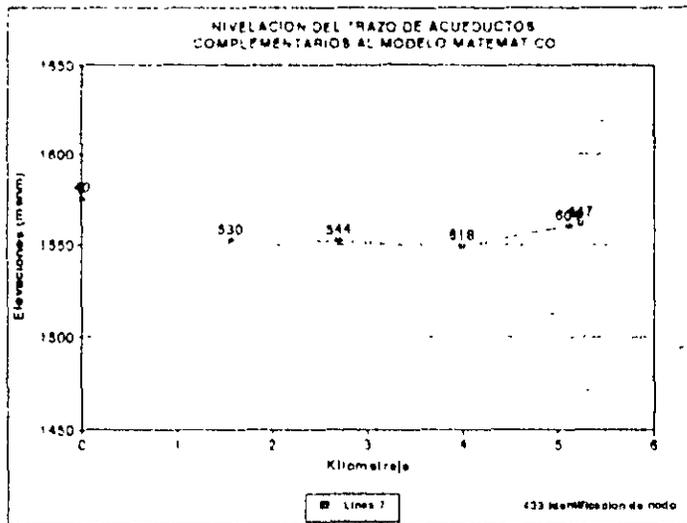
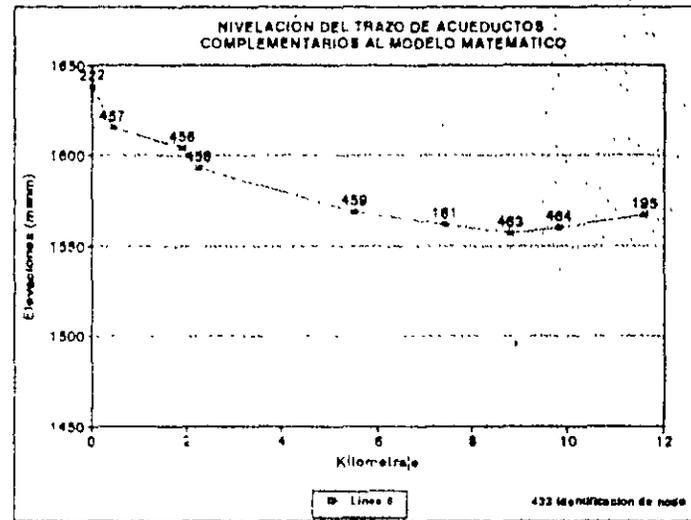
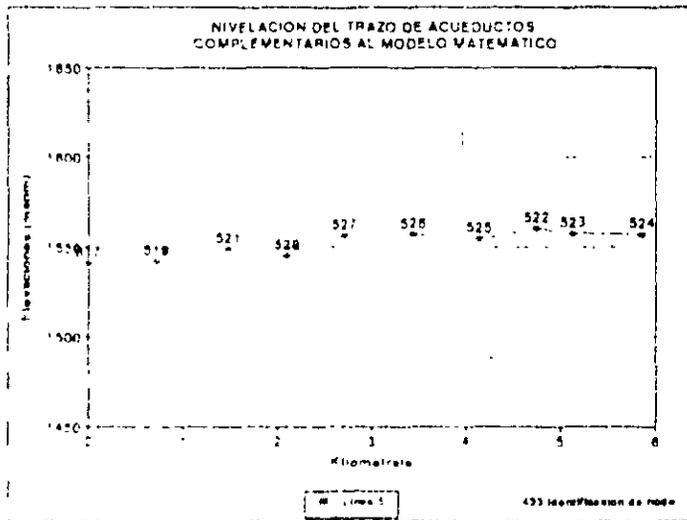


Figura N° 9.b

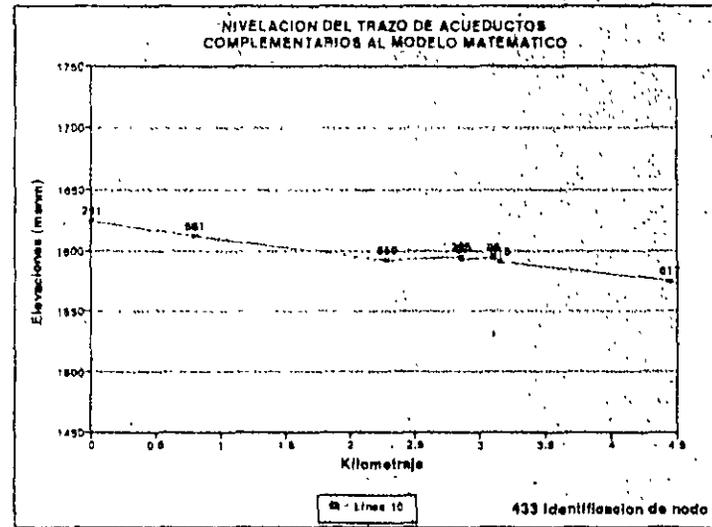
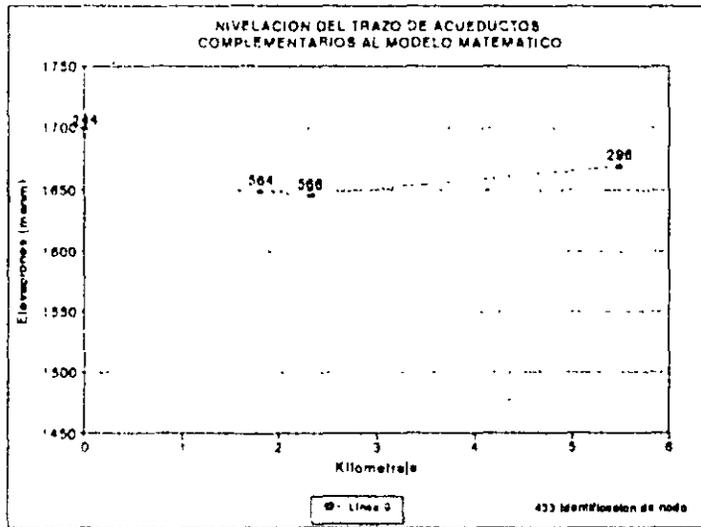


Figura N° 9.c



Ubicación de las Descargas de la Red de Alcantarillado y Límite de Cuencas

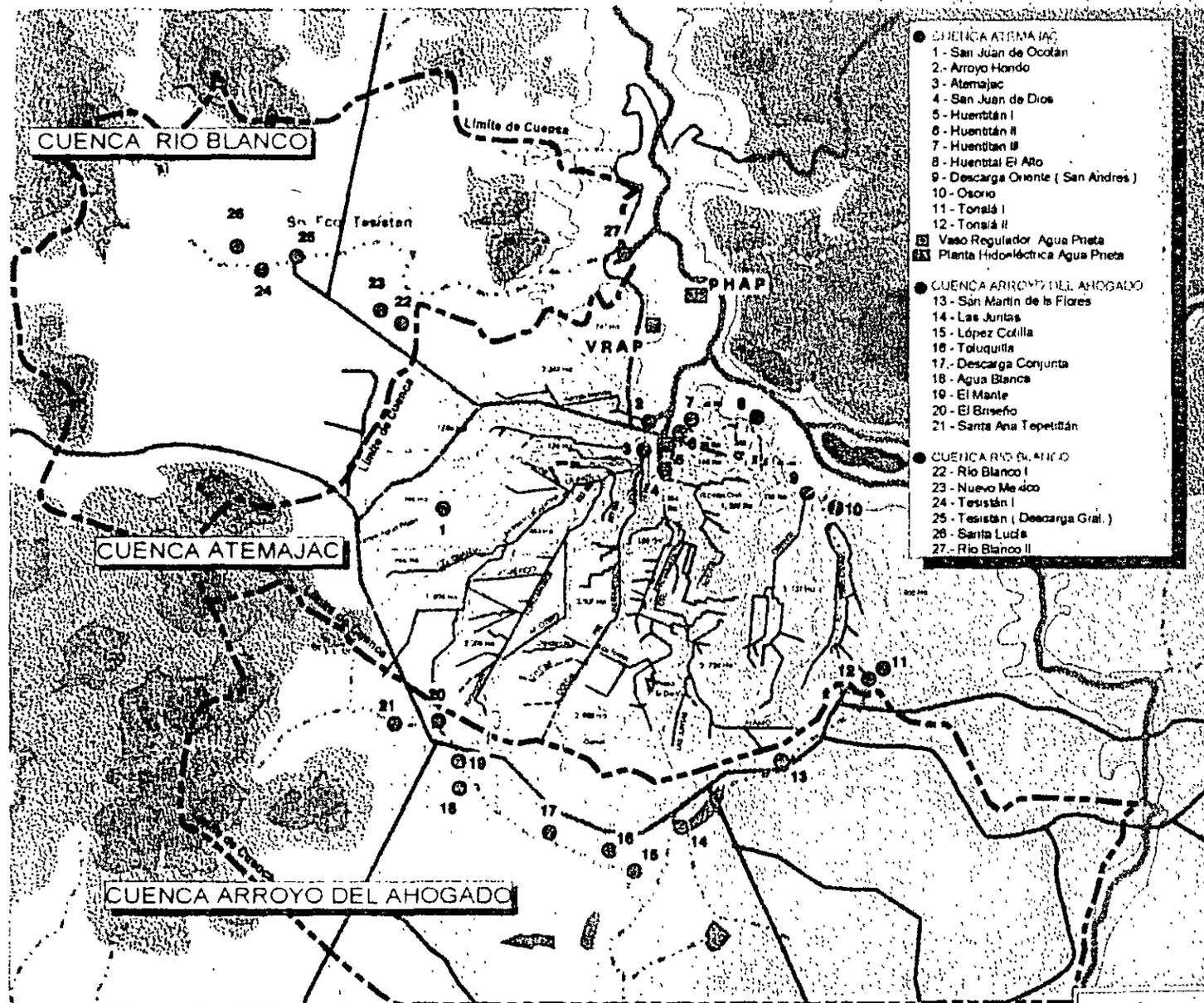


Figura N° 10



ORGANIGRAMA

SIAPA - 1995

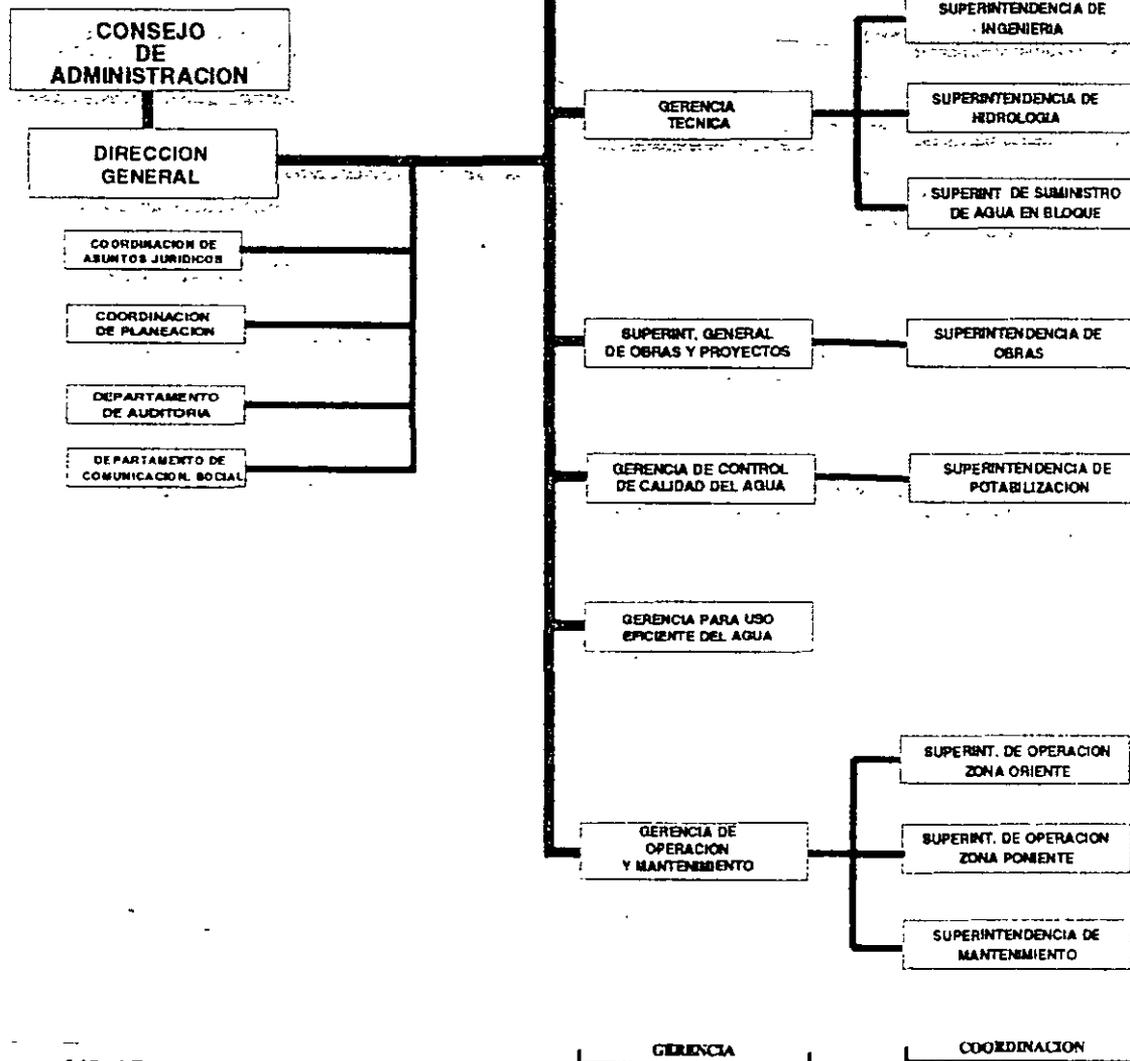


Figura N° 17

TOMAS REGISTRADAS EN LA ZMG

REGIMEN	1990	1991	1992	1993	1994
SERVICIO MEDIDO	202,708	343,954	446,724	473,012	496,115
%	37.3%	59.7%	71.4%	73.6%	75.9%
CUOTA FIJA	340,808	231,818	178,695	169,506	157,720
%	62.7%	40.3%	28.6%	26.4%	24.1%
TOTAL	543,516	575,772	625,419	642,518	653,835

SISTEMA INTERMUNICIPAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA
POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA ZONA METROPOLITANA

ESTADO DE RESULTADOS

CONCEPTO	1989	1990	1991	1992	1993	1994
VENTAS						
CONEXIONES NO MEDIDAS	367,265	356,689	266,313	205,257	174,101	163,613
CONEXIONES MEDIDAS	140,523	175,377	277,331	395,339	459,668	464,564
TOTAL DE UNIDADES VENDIDAS	507,808	532,066	543,644	600,596	633,769	628,177
INGRESO MEDIO NO MEDIDO (N\$/CONEXION)	63.08	237.38	476.00	644.24	586.72	719.08
INGRESO MEDIO MEDIDO (N\$/CONEXION)	76.99	239.63	251.23	235.93	361.53	567.95
INGRESO MEDIO PROMEDIO	66.93	238.12	365.41	375.47	423.38	606.10
SERVICIO NO MEDIDO	23,170	64,670	136,266	132,234	102,148	117,651
SERVICIO MEDIDO	10,619	42,025	69,673	93,272	166,256	275,208
TOTAL VENTAS	33,989	126,695	205,959	225,506	268,407	392,859
OTROS INGRESOS EXPLOTACION	39,726	63,793	100,447	64,623	131,725	61,664
TOTAL DE INGRESOS EXPLOTACION	73,717	210,488	306,406	310,329	400,132	454,713
GASTOS DE EXPLOTACION						
REMUNERACIONES	7,542	15,008	26,247	36,413	42,731	47,436
ENERGIA ELECTRICA	16,592	22,996	36,354	33,672	35,380	31,405
PRODUCTOS QUIMICOS	6,746	5,402	10,715	13,209	13,695	6,367
MANTENIMIENTO Y OTROS	5,113	12,005	26,017	25,200	12,965	23,459
DEPRECIACION ACTIVO FIJO EN SERVICIO	451	0	0	0	90,773	95,892
CUENTAS INCOBRABLES	7,053	16,227	0	11,236	11,770	12,722
OTROS GASTOS	0	346	593	5,816	271	1,362
TOTAL GASTOS DE EXPLOTACION	43,497	71,956	101,926	125,346	207,565	218,645
INGRESO NETO EXPLOTACION	30,220	138,532	204,480	184,983	192,537	236,068
GASTOS FINANCIEROS LARGO PLAZO	0	0	0	105,025	165,533	161,353
UTILIDAD (PERDIDA) NETA	30,220	138,532	204,480	79,958	27,004	74,715

**SISTEMA INTERMUNICIPAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA
POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA ZONA METROPOLITANA**

ESTADO DE ORIGEN Y APLICACION

CONCEPTO	1990	1991	1992	1993	1994
FUENTES					
1. FUENTES INTERNAS					
INGRESO NETO	136,532	204,480	184,983	192,537	236,068
AJUSTE RETROACTIVO RECARG.	0	0	(70,337)		
TOTAL DE FUENTES INTERNAS	136,532	204,480	114,646	192,537	236,068
2. FUENTES EXTERNAS					
APORTES GOB. FEDERAL	0	18,390	9,399	5,865	30,090
APORTES EDO. DE JALISCO	0	18,399	1,408	0	0
REGISTRO RETROACTIVO APORTES V	0	0	2,175,343	364,588	(7,660)
OTROS PRESTAMOS LARGO PLAZO	29,033	533,142	182,148	(208,678)	529,709
TOTAL DE FUENTES EXTERNAS	29,033	569,921	2,348,298	183,777	551,939
TOTAL DE FUENTES	167,565	774,401	2,462,944	356,314	788,007
II. APLICACIONES					
1. SERVICIOS DEUDAS					
INTERESES	0	0	105,025	185,533	181,353
AMORTIZACIONES	0	4,329	1,317	143,502	128,903
TOTAL SERVICIO DEUDA	0	4,329	106,342	309,035	268,256
2. COSTOS CONSTRUCCION					
OBRAS EN PROCESO	90,433	543,258	203,436	73,289	(561,168)
OTRAS OBRAS/REGISTRO RETROACTIV	43,229	59,217	2,275,203	237,946	823,567
TOTAL COSTO DE CONSTRUCCIONES	133,662	602,475	2,478,639	311,235	82,399
3. OTRAS APLICACIONES					
INGRESOS (DIV), CAP. TRAB.	35,987	170,645	(131,164)	(327,925)	381,431
OTROS ACTIVOS Y PASIVOS	(2,084)	(3,346)	9,127	83,969	75,921
TOTAL OTRAS APLICACIONES	33,903	167,299	(122,037)	(263,956)	437,352
TOTAL APLICACIONES	167,565	774,401	2,462,944	356,314	788,007

SISTEMA INTERMUNICIPAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA
POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA ZONA METROPOLITANA

ESTADO DE SITUACION PATRIMONIAL

CONCEPTO	1989	1990	VAR 90/89	1991	VAR 91/90	1992	VAR 92/91	1993	VAR 93/92	1994	VAR 94/93
ACTIVO											
CAJA Y VALORES	0	247	247	3,964	3,707	2,420	(1,534)	(9,182)	(11,802)	218	9,400
BONOS Y VALORES	25,024	36,575	11,551	58,383	21,808	143	(58,240)	123	(30)	50	(73)
DISPONIBLE	25,024	36,822	11,798	62,337	25,515	2,583	(58,774)	(9,058)	(11,822)	268	9,327
CUENTAS POR COBRAR	13,815	44,938	31,121	103,731	58,785	175,384	71,853	188,458	24,075	311,085	111,828
RECARGOS CF/SM	11,524	34,488	22,972	70,337	36,841	0	(70,337)	0	0	0	0
DOCUMENTOS POR COBRAR	42	42	0	42	0	4807	4,785	21,083	18,258	36,850	15,583
RESERVA CTA COB	(7,615)	(23,842)	(16,227)	(23,842)	0	(38,078)	(11,236)	(22,053)	13,025	(34,774)	(12,721)
IMPUESTOS	0	0	0	0	0	21,118	21,118	18,481	(2,827)	13,143	(5,348)
DEUD VARIOS	388	2,472	2,073	38,388	38,884	9,733	(28,833)	10,101	388	23,108	13,088
ANTICIPOS	1,800	0	(1,800)	0	0	0	0	9,232	9,232	9,795	583
SUBTOTAL ACTIVO CORRIENTE	44,988	84,828	49,837	251,971	157,045	178,527	(73,444)	227,234	48,707	358,282	132,048
ACTIVO FIJO	14,928	58,155	43,228	117,372	88,217	3,188,838	3,082,383	3,572,752	403,117	4,417,124	844,372
DEPRECIACION	(1,415)	(1,415)	0	(1,415)	0	(778,475)	(777,080)	(843,648)	(188,171)	(1,184,481)	(220,808)
ACTIVO FIJO NETO	13,511	56,740	43,228	115,957	88,217	2,391,180	2,275,233	2,628,108	237,946	3,232,673	623,567
OBRAS EN PROCESO	18,617	107,050	90,433	650,308	548,258	853,744	303,438	827,033	73,288	385,888	(581,188)
OTROS ACTIVOS	8	18	8	19	3	48	30	82	3	88	48
SUBTOTAL	30,138	163,808	133,670	798,284	802,478	3,244,853	2,478,888	3,556,181	311,238	3,818,838	82,445
TOTAL	75,125	258,732	183,807	1,018,255	759,523	3,423,480	2,405,225	3,783,425	389,945	3,977,918	194,483
PASIVO											
PORCION CONSTANTE LARGO PLAZO	0	4,328	4,328	1,317	(3,012)	17,337	18,020	0	(17,337)	0	0
CREDITOS BANCARIOS	1,450	16,114	14,664	0	(18,114)	9,014	9,014	384,587	385,563	68,147	(328,420)
PROVEEDORES	1,577	123	(1,454)	192	89	5,004	4,812	12,028	7,022	18,381	3,325
ACREEDORES DIVERSOS	555	1,929	1,374	4,115	2,188	25,888	21,583	38,873	10,875	48,481	9,808
IMPUESTOS	18	87	68	28	(41)	68	42	770	702	981	191
ANTICIPOS VARIOS	0	0	0	0	0	30,922	30,922	29,323	8,401	33,583	4,280
FONDOS	882	0	(882)	0	0	1,347	1,347	0	(1,347)	78,453	78,453
PASIVO CORTO PLAZO	4,263	22,562	18,299	5,650	(18,812)	78,390	73,740	473,358	383,898	243,978	(229,383)
CREDITO BANCO LARGO PLAZO	0	24,704	24,704	958,530	531,828	701,341	144,811	388,500	(332,841)	771,308	402,808
FONDOS	0	1,043	1,043	1,292	249	0	(1,292)	0	0	0	0
DEPOSITOS EN GARANTIA	3,875	4,704	1,028	7,805	3,101	0	(7,805)	0	0	0	0
TOTAL DE PASIVO	7,938	53,013	45,075	571,277	518,284	780,731	208,454	841,858	61,128	1,015,282	173,423
PATRIMONIO EJERCICIO ANTERIOR	38,987	87,187	30,220	208,719	138,532	338,882	134,143	321,178	(18,883)	272,308	(48,871)
PATRIMONIO DEL EJERCICIO	30,220	138,532	108,312	204,480	65,948	79,958	(124,522)	27,008	(52,953)	74,718	47,711
PATRIMONIO POR AP	0	0	0	38,778	38,778	47,508	10,807	53,451	5,885	83,541	30,080
SUPERAVIT POR REV	0	0	0	0	0	2,175,343	2,175,343	2,538,931	384,588	2,532,071	(7,880)
SUBTOTAL PATRIMONIO	87,187	205,719	138,532	448,978	241,259	2,842,749	2,185,771	2,941,588	298,817	2,982,838	21,070
SUMA PASIVO Y PATRIMONIO	75,125	258,732	183,807	1,018,255	759,523	3,423,480	2,405,225	3,783,425	389,945	3,977,918	194,483

**SISTEMA INTERMUNICIPAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA
POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA ZONA METROPOLITANA**

CONCEPTO	1989	1990	VAR. 90/89	1991	VAR. 91/90	1992	VAR. 92/91	1993	VAR. 93/92	1994	VAR. 94/93
ACTIVO CORRIENTE	44,960	94,926	49,937	251,971	157,045	178,527	(73,444)	227,234	48,707	359,262	132,048
PASIVO CORRIENTE	4,263	22,562	18,299	5,650	(16,912)	79,390	73,740	473,359	393,969	243,976	(229,383)
MENOS PORCION CTE LP	0	4,329	4,329	1,317	(3,012)	17,337	16,020	0	(17,337)	0	0
SUB TOTAL P. CTE	4,263	18,233	13,970	4,333	(13,900)	82,053	57,720	473,359	376,632	243,976	(229,383)
CAPITAL TRAB.	40,726	76,693	35,967	247,638	170,945	116,474	(131,164)	(246,125)	(177,337)	116,986	243,755

NOTAS:



SISTEMA INTERMUNICIPAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE
Y ALCANTARILLADO DE LA ZONA METROPOLITANA

**REZAGO
CUOTA FIJA**

AÑO	DICIEMBRE 94		FEBRERO 95		DIFERENCIAS	
	PREDIOS	IMPORTE	PREDIOS	IMPORTE	PREDIOS	IMPORTE
1986	8,434	242,127				
1987	1,231	221,696	9,580	460,335	85	3,488
1988	1,248	633,871	1,237	628,283	11	5,588
1989	2,407	1,017,303	2,377	1,009,151	30	8,152
1990	2,261	5,460,320	2,216	5,415,157	45	45,163
1991	2,888	18,645,711	2,838	18,463,463	50	182,248
1992	7,084	26,537,250	6,951	26,290,585	133	246,665
1993	4,397	30,412,761	4,297	29,972,194	100	440,567
1994	5,081	34,570,798	4,463	33,897,023	618	673,775
SUMA	35,031	117,741,837	33,959	116,136,191	1,072	1,605,646

USO DOMESTICO Y OTROS USOS						
1994	53,366	136,535,967	50,968	111,997,759	2,398	24,538,208
TOTAL	90,721	254,277,804	84,927	228,133,950	3,470	26,143,854

SERVICIO MEDIDO

AÑO	DICIEMBRE 94		FEBRERO 95		DIFERENCIAS	
	PREDIOS	IMPORTE	PREDIOS	IMPORTE	PREDIOS	IMPORTE
1991	23,116	8,869,246	22,473	8,727,942	643	141,304
1992	17,063	10,997,891	16,221	10,221,039	842	776,852
1993	38,940	41,941,805	35,342	38,843,439	3,598	3,098,366
1994	155,131	86,607,815	94,342	83,032,540	60,789	3,575,275
SUMA	234,250	148,416,757	168,378	140,824,960	65,872	7,591,797

GRAN TOTAL	324,971	402,694,561	253,305	368,958,910	69,342	33,735,651
-------------------	----------------	--------------------	----------------	--------------------	---------------	-------------------

**SISTEMA INTERMUNICIPAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE
Y ALCANTARILLADO DE LA ZONA METROPOLITANA**

MARZO 1 DE 1995

RELACION DE TOMAS POR SERVICIO Y REGIMEN

MUNICIPIO	DOMESTICAS			INDUSTRIAS			COMERCIAL			SERVICIOS			BALDIOS		
	S. M.	C. F.	TOTAL	S. M.	C. F.	TOTAL	S. M.	C. F.	TOTAL	S. M.	C. F.	TOTAL	S. M.	C. F.	TOTAL
GUADALAJARA	323,289	60,937	374,226	1,175	127	1,302	15,225	7,432	22,657	2,163	1,123	3,286	0	17,143	17,143
TLAQUEPAQUE	29,770	8,310	38,080	58	10	68	928	947	1,873	144	131	275	0	4,737	4,737
ZAPOPAN	113,761	28,618	142,369	117	21	138	3,224	2,513	6,737	396	266	662	0	23,263	23,263
TONALA	18,703	6,338	25,041	9	0	9	466	573	1,029	30	62	92	0	3,559	3,559
TOTAL	408,513	94,203	579,716	1,369	168	1,517	10,081	11,468	31,296	2,733	1,582	4,315	0	48,702	48,702

RELACION DE TOMAS POR MUNICIPIO

MUNICIPIO	SERV. MEDIDO	CUOTA FIJA	TOTAL
GUADALAJARA	341,852	76,762	418,614
TLAQUEPAQUE	30,898	14,135	45,033
ZAPOPAN	117,488	54,681	172,169
TONALA	19,198	10,532	29,730
TOTAL	509,436	156,110	665,546



Nivelación del Trazo de Acueductos Complementario al Modelo Matemático

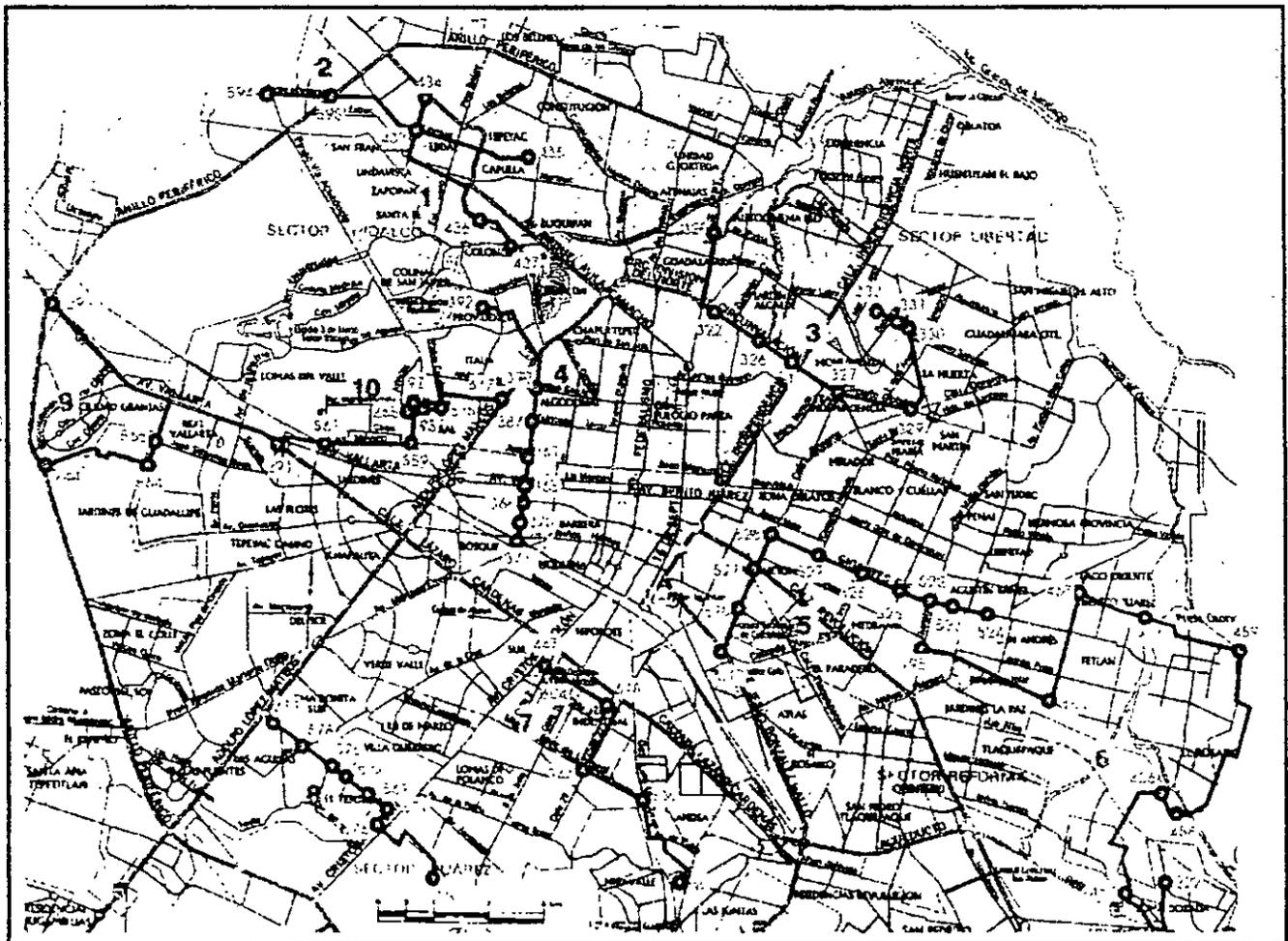
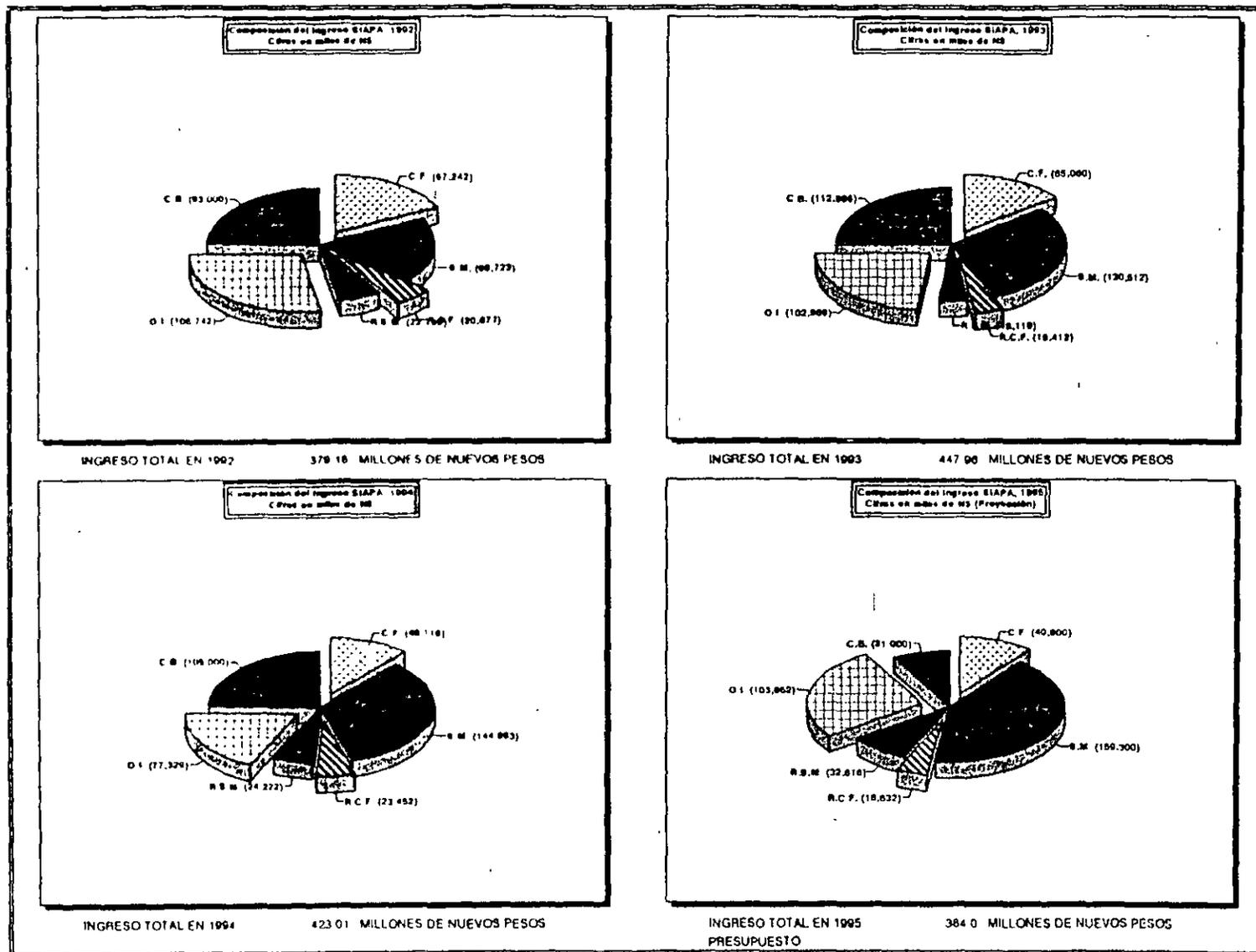
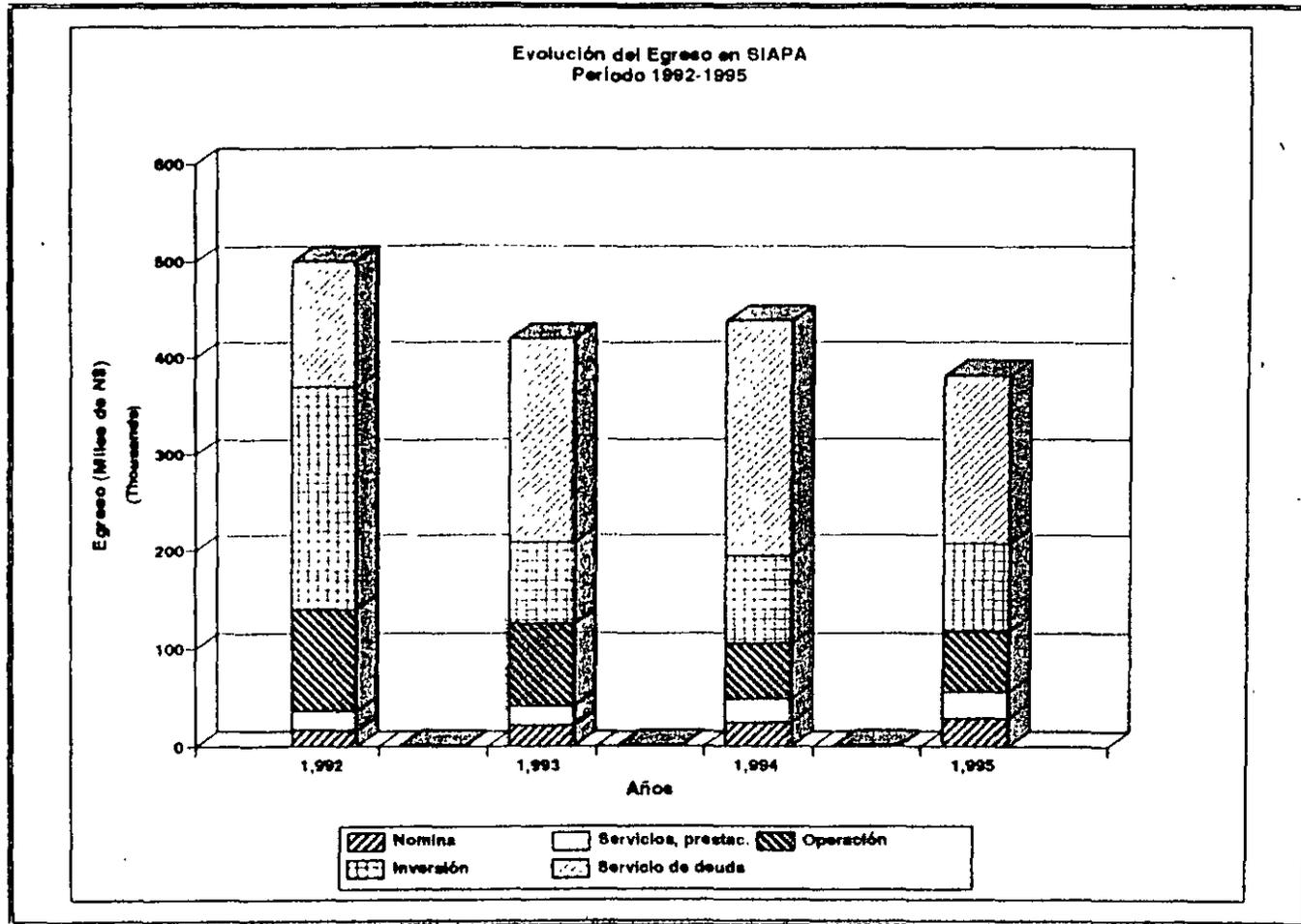


Figura N° 9



COMPOSICION DEL INGRESO DE SIAPA
 C.F. CUOTA FIJA
 S.M. SERVICIO MEDIO
 R.C.F. REZAGO CUOTA FIJA
 R.S.M. REZAGO SERVICIO MEDIO
 O.I. OTROS INGRESOS
 C.B. CREDITOS BANCARIOS

EVOLUCION DEL INGRESO EN EL SIAPA, 1992-1995



EVOLUCION Y COMPOSICION DEL EGRESO EN EL SIAPA

SISTEMA INTERMUNICIPAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
COMPOSICION DE LOS INGRESOS

CONCEPTO	1992	%	1993	%	1994	%	1995 (1)	%
CUOTA FIJA	67,242	17.7%	65,060	14.5%	46,118	11.4%	40,800	10.6%
REZAGO CUOTA FIJA	20,677	5.5%	18,412	4.1%	23,452	5.5%	16,632	4.3%
RECARGOS CUOTA FIJA	7,414	2.0%	7,073	1.8%	5,562	1.3%	9,180	2.4%
CUOTAS SERVICIO MEDIDO	66,723	18.1%	130,512	29.1%	144,893	34.3%	159,300	41.5%
REZAGO SERVICIO MEDIDO	22,799	6.0%	18,119	4.0%	24,222	5.7%	32,616	8.5%
RECARGOS SERVICIO MEDIDO	10,002	2.6%	12,838	2.9%	12,345	2.9%	11,369	3.0%
EXCEDENCIAS	31,573	8.3%	34,665	7.8%	35,070	8.3%	37,908	9.9%
CUOTAS POR ALCANTARILLADO	1,864	0.5%	1,946	0.4%	1,771	0.4%	3,132	0.8%
INSTALACION DE MEDIDORES	7,957	2.1%	3,337	0.7%	1,594	0.4%	7,236	1.9%
INST. DE TOMAS Y ALBAÑALES	944	0.2%	1,378	0.3%	1,327	0.3%	1,836	0.5%
PRODUCTOS FINANCIEROS	13,448	3.5%	4,150	0.9%	1,048	0.2%	2,850	0.7%
INTEGRACION DE NVOS USUARIOS	1,538	0.4%	739	0.2%	3,756	0.9%	5,616	1.5%
OTROS	4,812	1.3%	10,697	2.4%	14,856	3.5%	9,525	2.5%
DISPONIBLE INICIAL	9,114	2.4%	0	0.0%	0	0.0%	1,200	0.3%
DERECHOS PROGRAMA AGUA LIMPIA	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	14,000	3.6%
IVA TRASLADADO	18,077	4.8%	25,948	5.8%	0	0.0%	0	0.0%
INGRESOS PROPIOS DEL SISTEMA	286,184	75.5%	335,071	74.8%	316,013	75.2%	353,000	91.9%
CREDITOS BANOBRAS	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	31,000	8.1%
CRED. BANC. LARGO PLAZO	93,000	24.5%	112,866	25.2%	105,000	24.8%	0	0.0%
TOTAL CREDITOS BANCARIOS	93,000	24.5%	112,866	25.2%	105,000	24.8%	31,000	8.1%
TOTAL DEL INGRESO	379,184		447,937		423,013		384,000	100.0%

COMPOSICION DE LOS EGRESOS

CONCEPTO	1992	%	1993	%	1994	%	1995 (1)	%
NOMINA ORDINARIA	16,581	3.3%	21,326	5.0%	23,312	5.3%	29,160	7.6%
GASTOS DE SER. PER. Y PREV. SOCIAL	19,924	4.0%	20,393	4.8%	24,743	5.6%	26,995	7.0%
GASTOS DE OPERACION	104,325	20.8%	84,346	20.0%	56,592	12.9%	62,074	16.2%
GASTOS DE INVERSION	229,780	45.8%	84,172	19.9%	90,009	20.4%	90,881	23.7%
DEUDA	131,342	26.2%	212,282	50.2%	245,550	55.8%	174,890	45.5%
TOTAL EGRESOS	501,951		422,519		440,206		384,000	

(1) Corresponde al valor presupuestal
Cifras en miles de N\$

**EVOLUCION DE LA POSICION FINANCIERA DEL:
SISTEMA INTERMUNICIPAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA**

CONCEPTOS	AÑOS			
	1991	1992	1993	1994
Activo Circulante	302 45	175 65	245 52	359 29
Inventarios	50 48	17 54	9 23	9 80
Activos Totales	1 068 73	3 424 40	3 783 42	3 977 92
Pasivo Circulante	577 56	372 46	473 36	243 98
Pasivo Total	586 66	771 72	841 86	1 015 28
Pasivo a Largo Plazo	9 10	399 25	368 50	771 31
Patrimonio	482 08	2 652 69	2 941 57	2 962 64
Patrimonio del ejercicio	239 58	89 90	27 00	74 72
Ventas Netas	306 41	310 33	400 13	454 71

PRUEBAS DE LIQUIDEZ Y SOLVENCIA		Millones de \$			
		1991	1992	1993	1994
Indice de Solvencia		0 52	0 47	0 52	1 47
	Activo Circulante	302 45	175 65	245 52	359 29
	Pasivo Circulante	577 56	372 46	473 36	243 98
Capital Neto de Trabajo		(275 11)	(196 81)	(227 84)	(227 84)
	Pasivo Circulante	577 56	372 46	473 36	473 36
	Activo Circulante	302 45	175 65	245 52	245 52
Endeudamiento		0 55	0 23	0 22	0 22
	Pasivo Total	586 66	771 72	841 86	841 86
	Activo Total	1 068 73	3 424 40	3 783 42	3 783 42
Razon Pasivo-Capital		1 22	0 29	0 29	0 29
	Pasivo Total	586 66	771 72	841 86	841 86
	Patrimonio	482 08	2 652 69	2 941 57	2 941 57
Razon Pasivo Corto Plazo-Capital		1 20	0 14	0 16	0 16
	Pasivo Circulante	577 56	372 46	473 36	473 36
	Patrimonio	482 08	2 652 69	2 941 57	2 941 57
Razon Pasivo Largo Plazo-Capital		0 02	0 15	0 13	0 13
	Pasivo Largo Plazo	9 10	399 25	368 50	368 50
	Patrimonio	482 08	2 652 69	2 941 57	2 941 57
Razon Activo-Capital		0 45	0 77	0 78	0 78
	Patrimonio	482 08	2 652 69	2 941 57	2 941 57
	Activos Totales	1 068 73	3 424 40	3 783 42	3 783 42
		2 22	1 29	1 29	1 29
	Activos Totales	1 068 73	3 424 40	3 783 42	3 783 42
	Patrimonio	482 08	2 652 69	2 941 57	2 941 57

PRUEBAS DE PRODUCTIVIDAD		1 991	1 992	1 993	1 994
		0 50	0 03	0 01	0 01
	Patrimonio del ejercicio	239 58	89 90	27 00	27 00
	Patrimonio	482 08	2 652 69	2 941 57	2 941 57
		0 78	0 29	0 07	0 07
	Patrimonio del ejercicio	239 58	89 90	27 00	27 00
	Ventas Netas	306 41	310 33	400 13	400 13

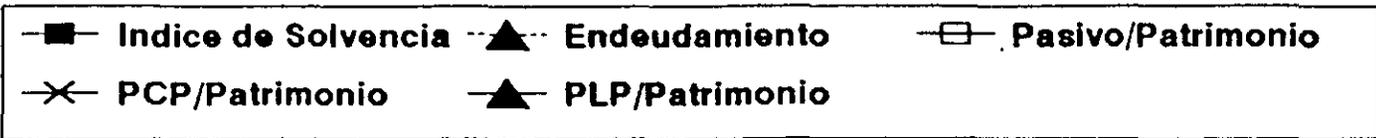
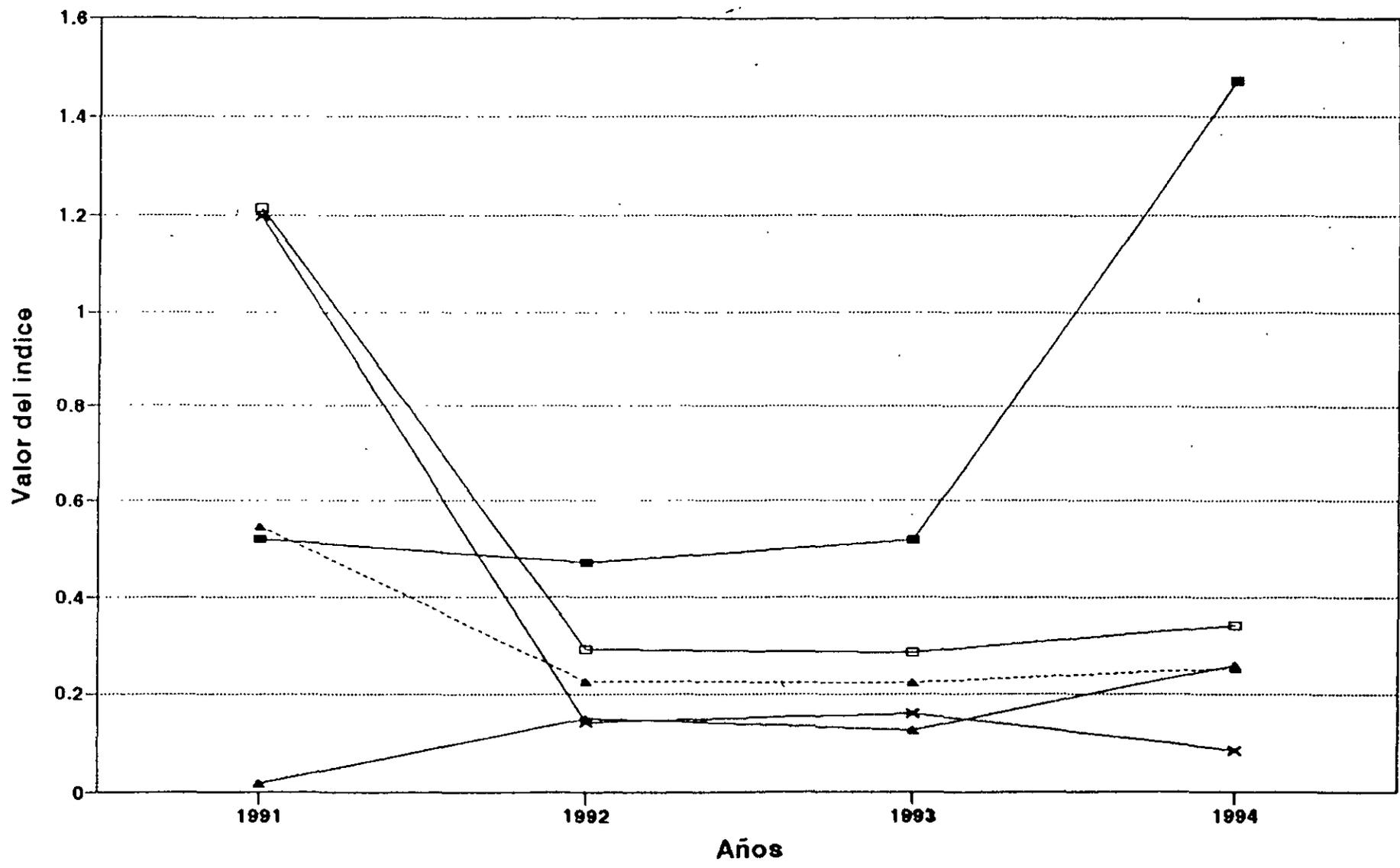
**EVOLUCION DE LA POSICION FINANCIERA DEL:
SISTEMA INTERMUNICIPAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA**

CONCEPTOS	AÑOS			
	1991	1992	1993	1994
Activo Circulante	302.45	175.65	245.52	359.29
Inventarios	50.48	17.54	9.23	9.80
Activos Totales	1,068.73	3,424.40	3,783.42	3,977.92
Pasivo Circulante	577.56	372.46	473.36	243.98
Pasivo Total	586.66	771.72	841.86	1,015.28
Pasivo a Largo Plazo	9.10	399.25	368.50	771.31
Patrimonio	482.08	2,652.69	2,941.57	2,962.64
Patrimonio del ejercicio	239.58	89.90	27.00	74.72
Ventas Netas	306.41	310.33	400.13	454.71

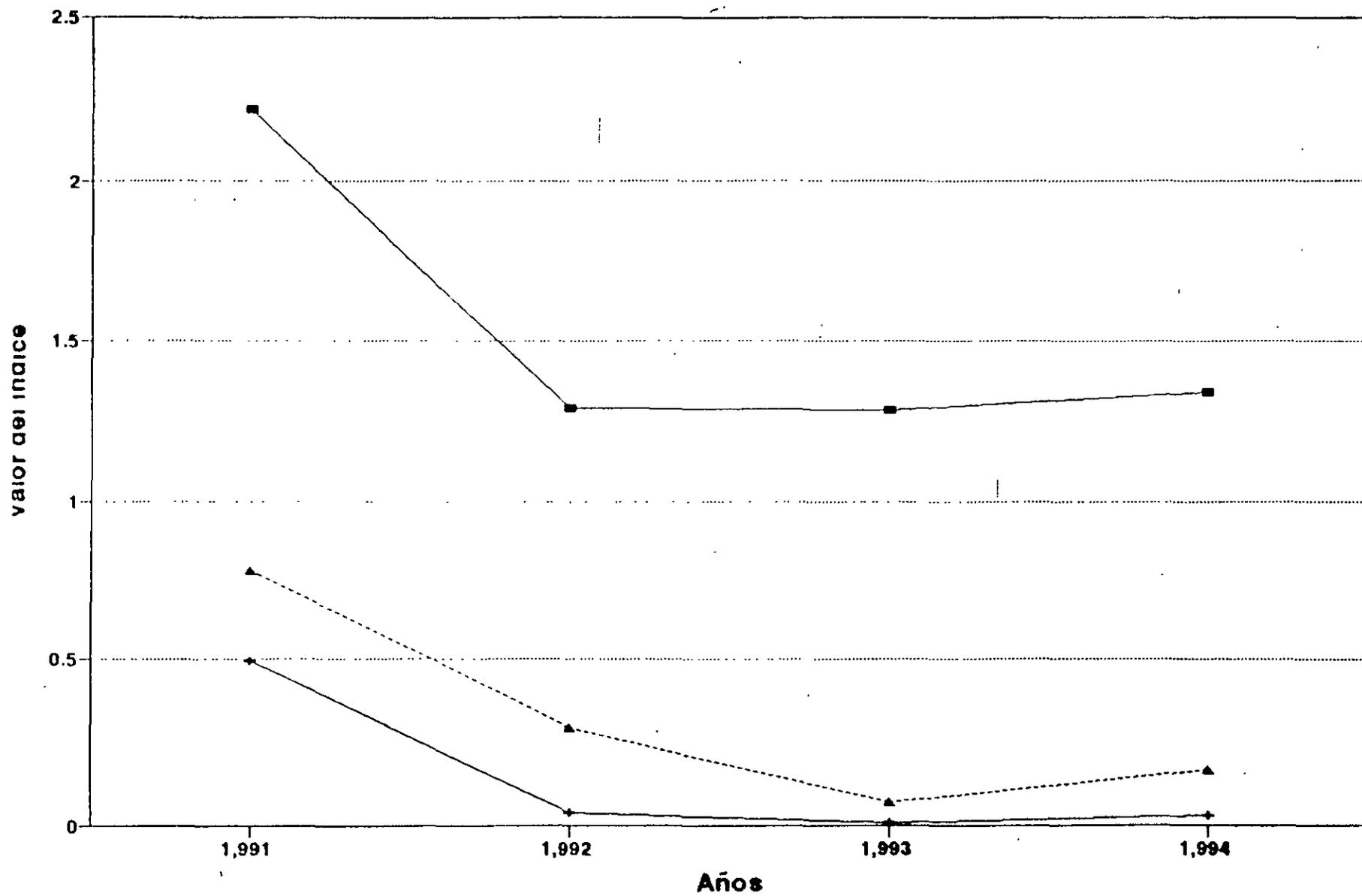
PRUEBAS DE LIQUIDEZ Y SOLVENCIA		Millones de N\$			
		1991	1992	1993	1994
Indice de Solvencia		0.52	0.47	0.52	1.47
	Activo Circulante	302.45	175.65	245.52	359.29
	Pasivo Circulante	577.56	372.46	473.36	243.98
Capital Neto de Trabajo		(275.11)	(196.81)	(227.84)	115.31
	Pasivo Circulante	577.56	372.46	473.36	243.98
	Activo Circulante	302.45	175.65	245.52	359.29
Endeudamiento		0.55	0.23	0.22	0.26
	Pasivo Total	586.66	771.72	841.86	1,015.28
	Activo Total	1,068.73	3,424.40	3,783.42	3,977.92
Razon Pasivo-Capital		1.22	0.29	0.29	0.34
	Pasivo Total	586.66	771.72	841.86	1,015.28
	Patrimonio	482.08	2,652.69	2,941.57	2,962.64
Razon Pasivo Corto Plazo-Capital		1.20	0.14	0.16	0.08
	Pasivo Circulante	577.56	372.46	473.36	243.98
	Patrimonio	482.08	2,652.69	2,941.57	2,962.64
Razon Pasivo Largo Plazo-Capital		0.02	0.15	0.13	0.26
	Pasivo Largo Plazo	9.10	399.25	368.50	771.31
	Patrimonio	482.08	2,652.69	2,941.57	2,962.64
Razon Activo-Capital		0.45	0.77	0.78	0.74
	Patrimonio	482.08	2,652.69	2,941.57	2,962.64
	Activos Totales	1,068.73	3,424.40	3,783.42	3,977.92
		2.22	1.29	1.29	1.34
	Activos Totales	1,068.73	3,424.40	3,783.42	3,977.92
	Patrimonio	482.08	2,652.69	2,941.57	2,962.64

PRUEBAS DE PRODUCTIVIDAD		1,991	1,992	1,993	1,994
		0.50	0.03	0.01	0.03
	Patrimonio del ejercicio	239.58	89.90	27.00	74.72
	Patrimonio	482.08	2,652.69	2,941.57	2,962.64
		0.78	0.29	0.07	0.16
	Patrimonio del ejercicio	239.58	89.90	27.00	74.72
	Ventas Netas	306.41	310.33	400.13	454.71

EVOLUCION DE LA POSICION FINANCIERA DEL SIAPA



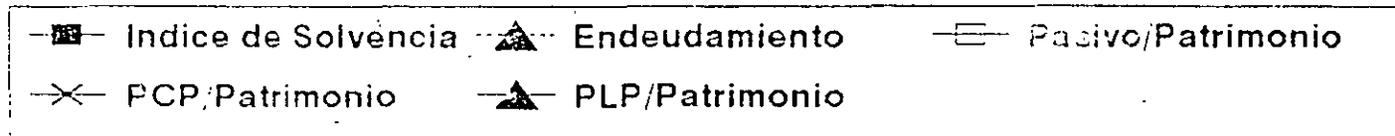
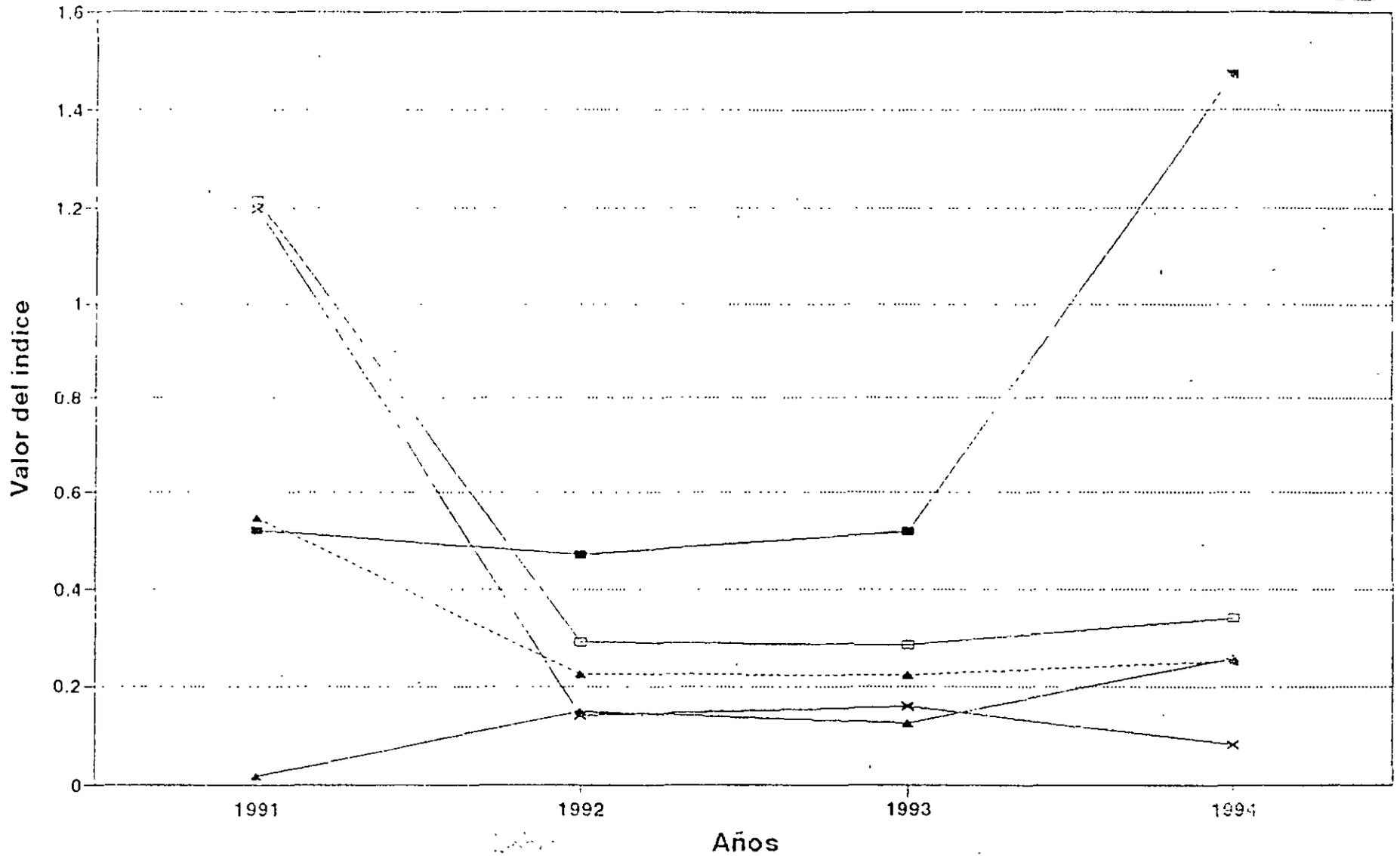
EVOLUCION DE LA POSICION FINANCIERA DEL SIAPA



■ Activo/Patrimonio + Utilidad/Patrimonio ▲ Utilidad/Ventas

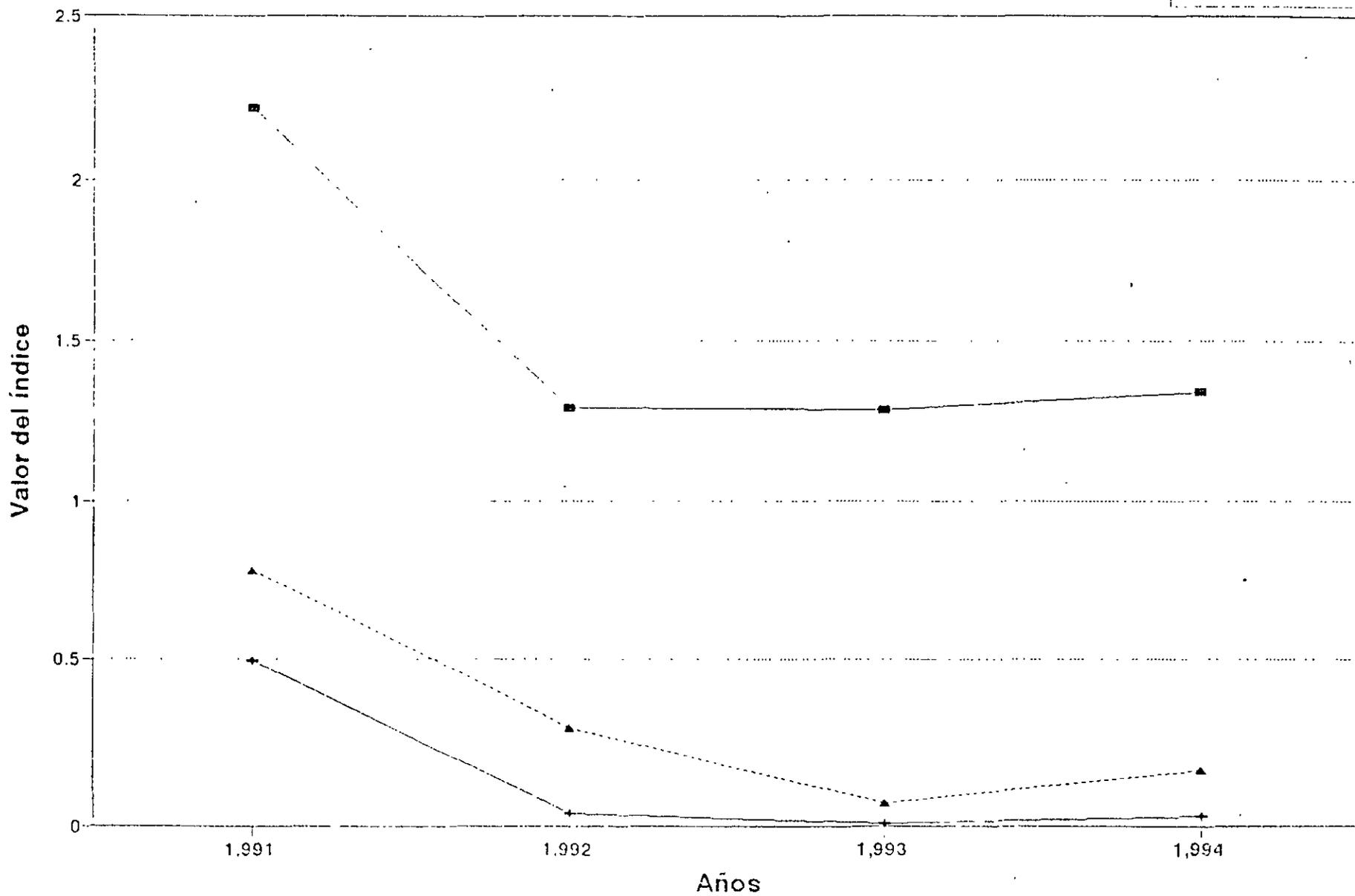
EVOLUCION DE LA POSICION FINANCIERA DEL SIAPA

Figura N° 18.a

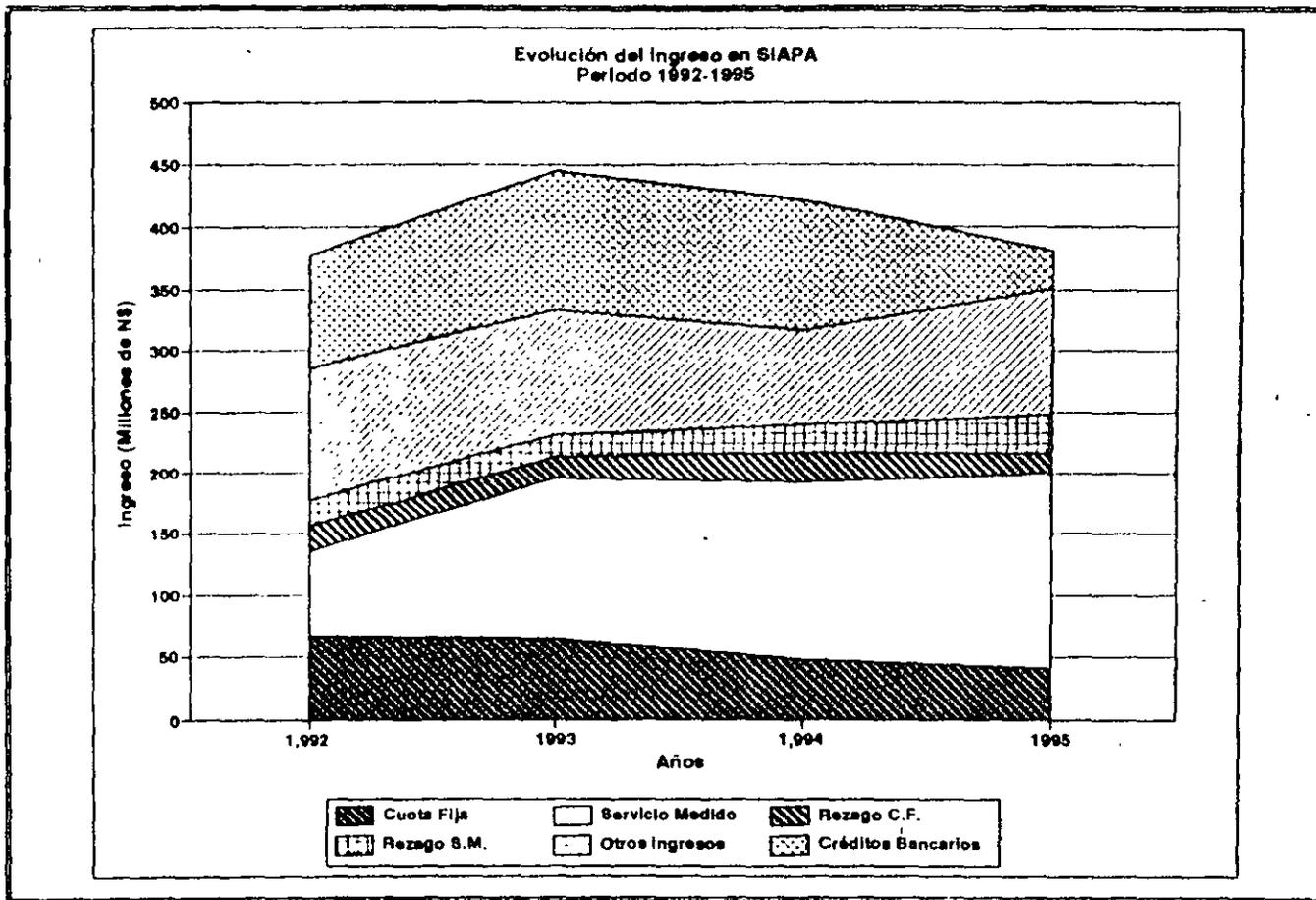


EVOLUCION DE LA POSICION FINANCIERA DEL SIAPA

Figura N° 18.b



—■— Activo/Patrimonio —+— Utilidad/Patrimonio —▲— Utilidad/Ventas



EVOLUCION DEL INGRESO EN EL SIAPA

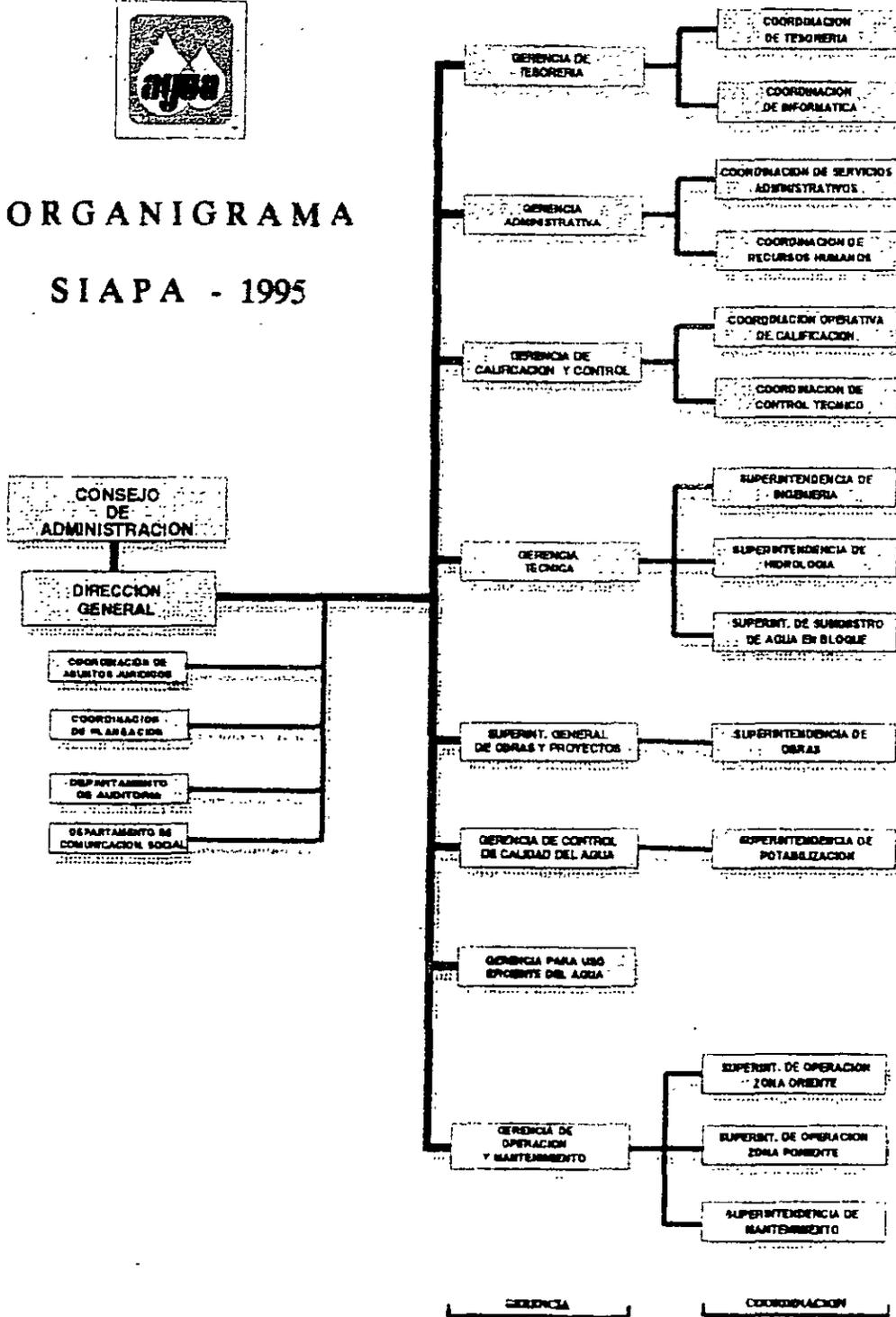


**PROGRAMA DE MEJORAMIENTO
DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
A LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA**



ORGANIGRAMA

SIAPA - 1995



**Figura N° 9
Organigrama del SIAPA**



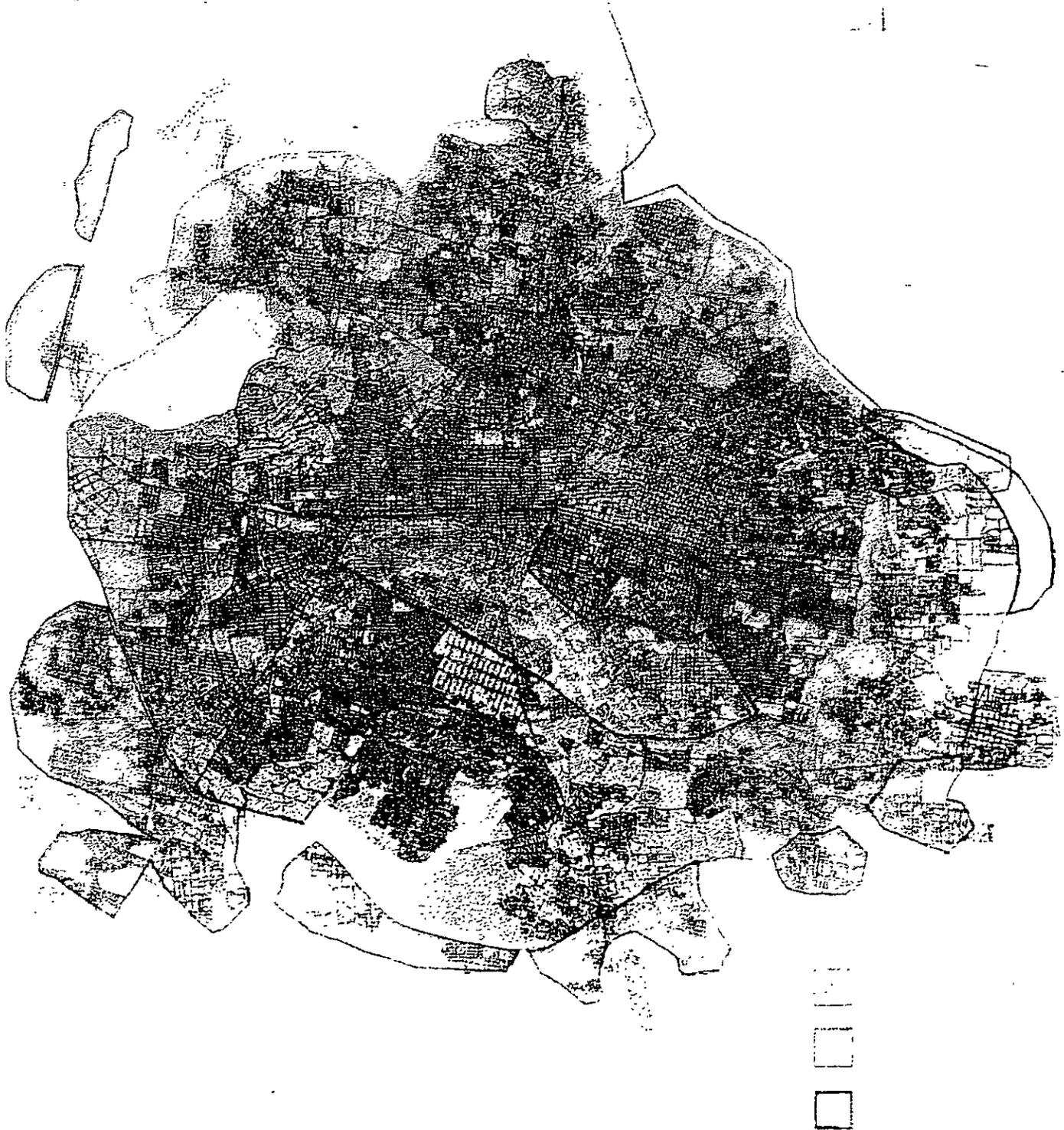
**PROGRAMA DE MEJORAMIENTO
DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
A LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA**



**Figura N° 10
Densidad de Población (1990)**



**PROGRAMA DE MEJORAMIENTO
DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
A LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA**



**Figura N° 11
Densidad de Población (1995)**



**PROGRAMA DE MEJORAMIENTO
DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
A LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA**

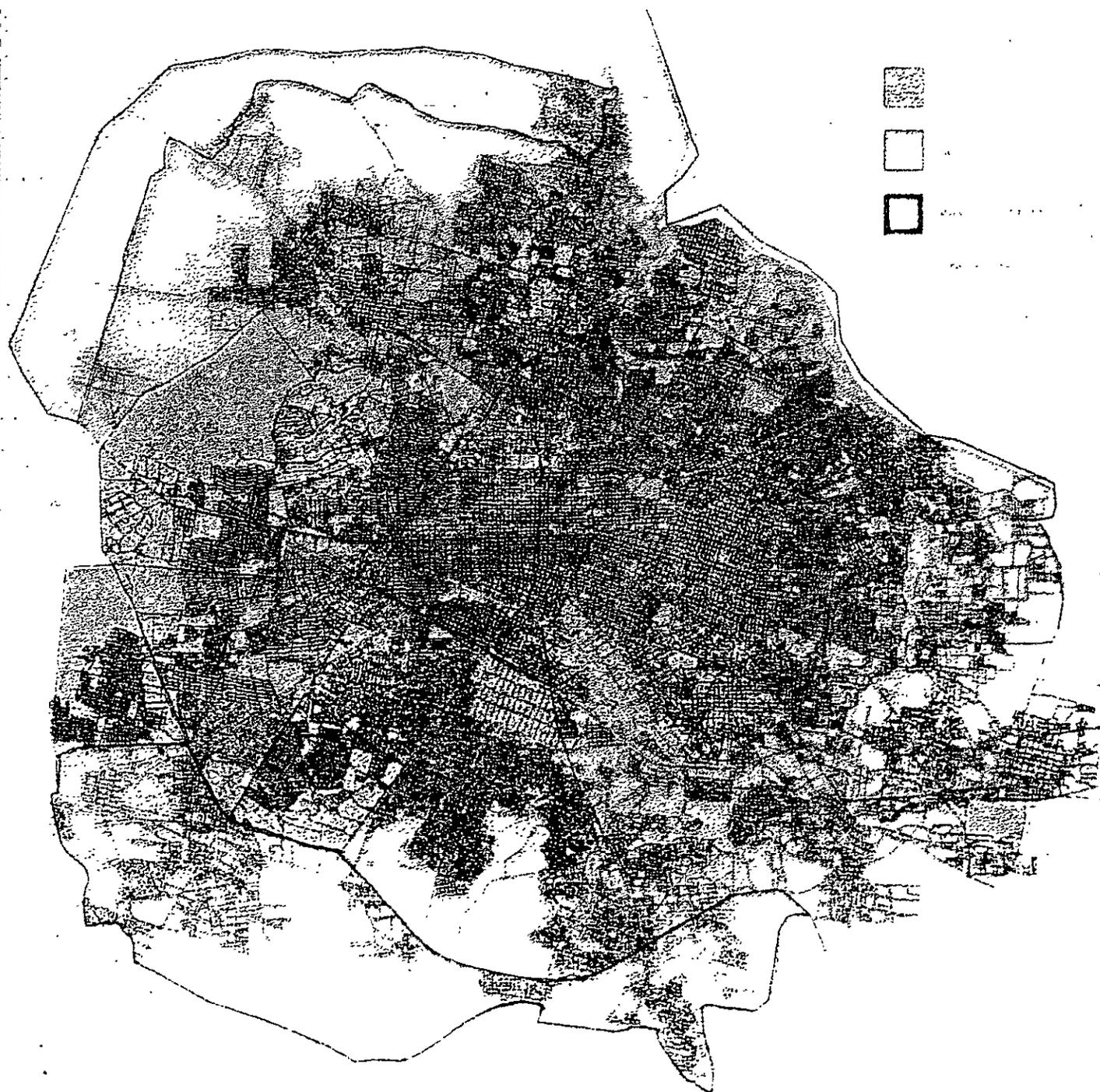


Figura N° 12
Proyección de Densidad de Población (2005)



**PROGRAMA DE MEJORAMIENTO
DE SERVICIOS DE AG A POTABLE Y ALCANTARILLADO
A LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA**

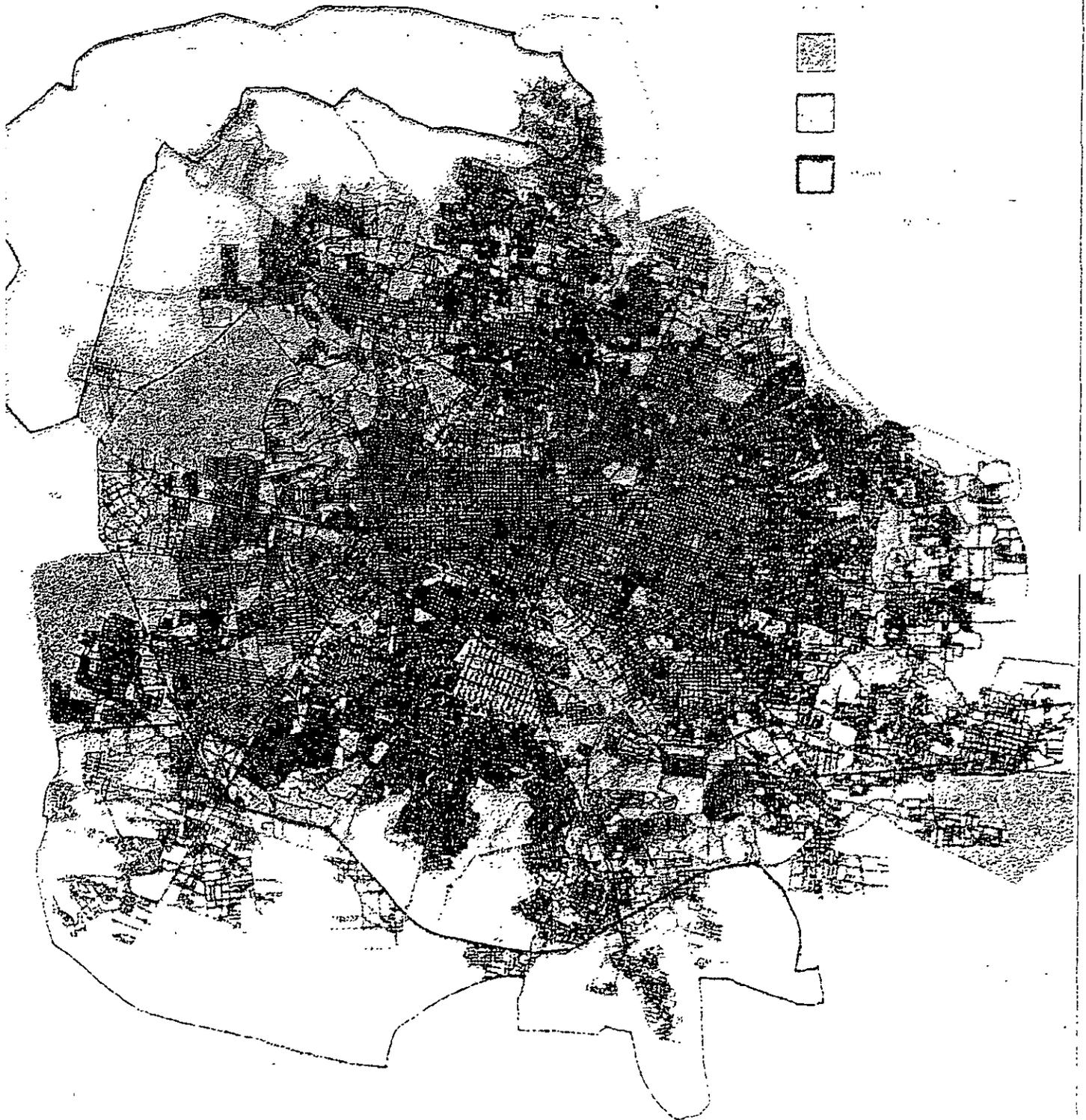


Figura N° 13
Proyección de Densidad de Población (2020)

SISTEMA INTERMUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

GASTO MEDIO ANUAL POR FUENTE
(Gasto en m³/seg)

PROMEDIO POR LOS ARCOS

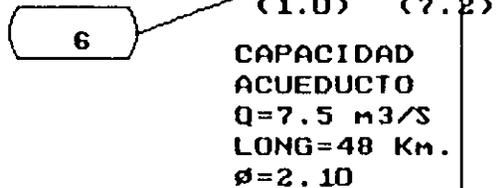
TOLUQUILLA LONG=17.8 Km.
POZOS Z.M.G.



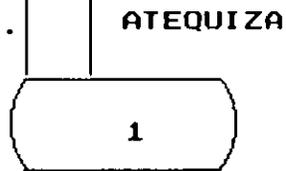
TESISTAN LONG=5.8 Km.



SAN MARCOS Q=1.0 m³/S

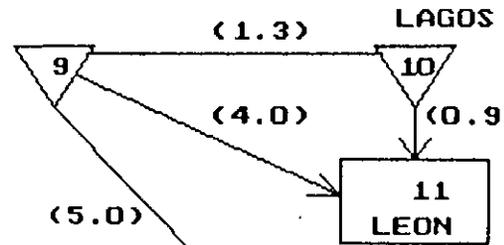


CAPACIDAD ACUEDUCTO Q=7.5 m³/S LONG=48 Km. Ø=2.10

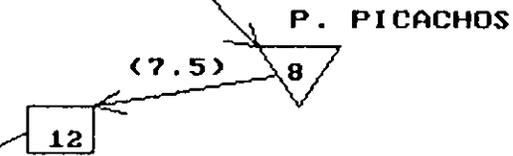


LAGO DE CHAPALA CAP.UTIL=8460 Mm³

OFERTA TOTAL:
(22.8)

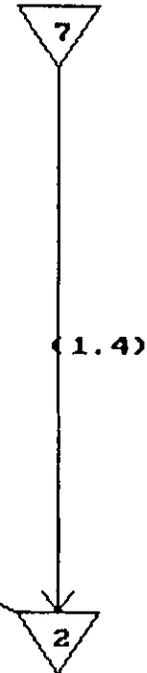


P. EL SALTO CAP. UTIL 80 Mm³ 1,820 msnm



LONG=33 Km. Ø=1.5 m. CAP. ACUEDUCTO Q=3.5 m³/s.

PRESA CALDERON



ALTERNATIVA 3A-GASTO FIRME

Figura N° 28.b

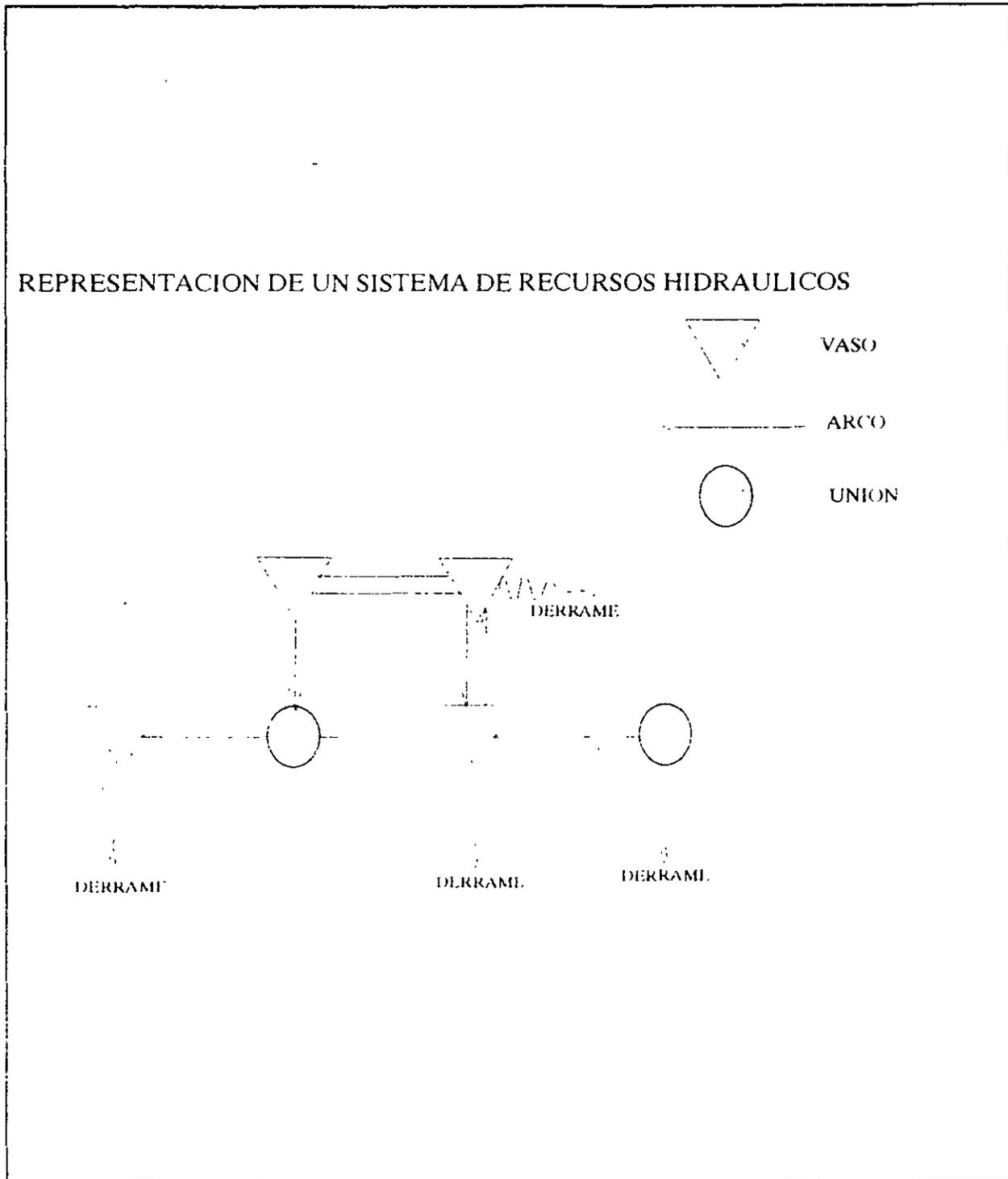


Figura 1. Representación espacial del sistema de recursos hidráulicos

Representacion Espacial del Sistema Expandida a 4 Periodos de tiempo

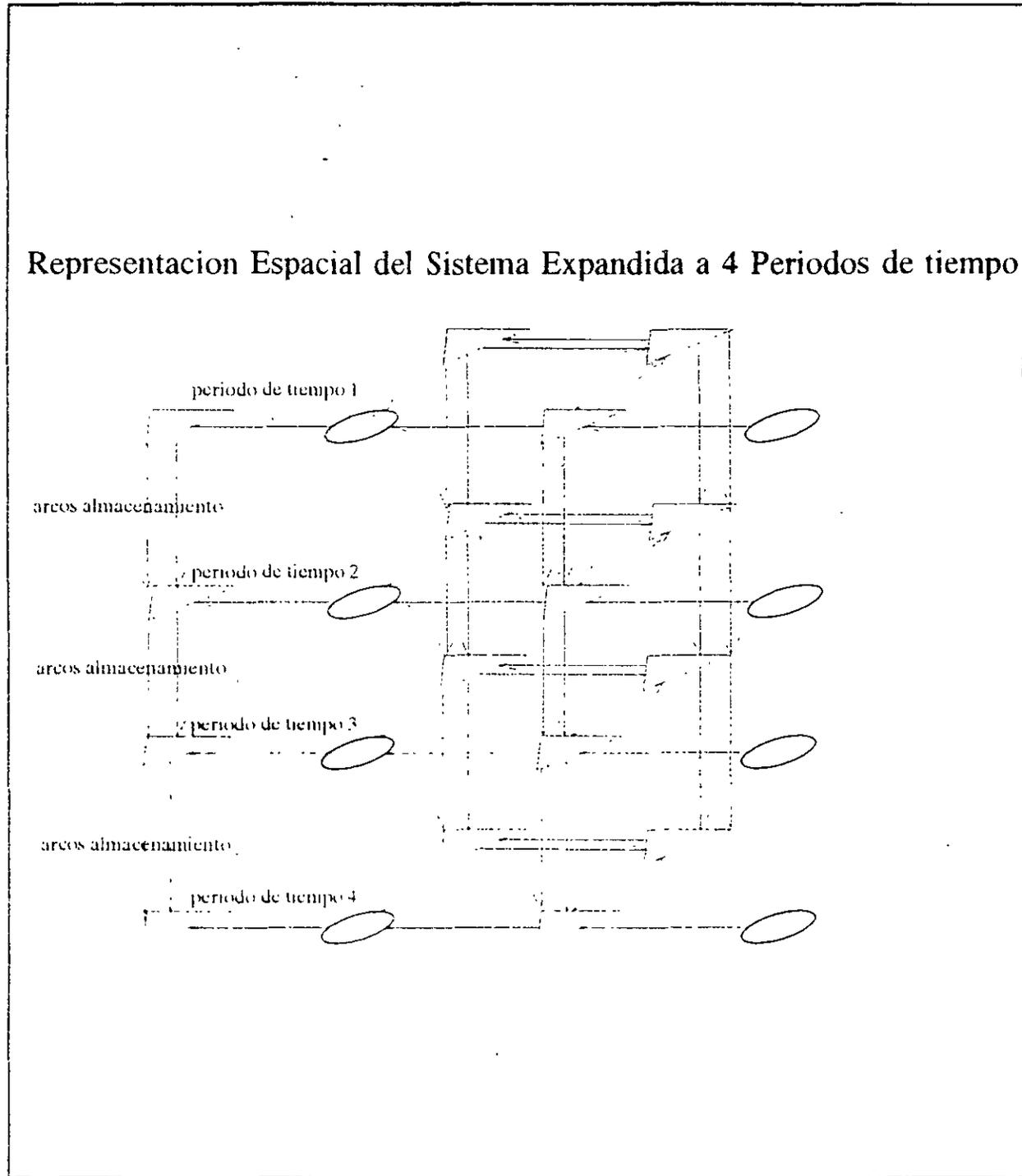


Figura 2. Representación espacial del sistema hidráulico expandido a cuatro periodos de tiempo.

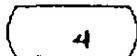
SISTEMA INTERMUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

GASTO MEDIO ANUAL POR FUENTE

(Gasto en m³/seg)

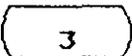
PROMEDIO POR LOS ARCOS

TOLUQUILLA
LONG=17.8 Km.



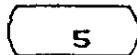
(1.0)

POZOS Z.M.G.

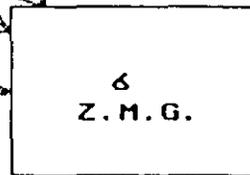


(0.9)

TESISTAN
LONG=5.8 Km.



(1.7)



(6.8)

CAPACIDAD
ACUEDUCTO
Q=7.5 m³/S
LONG=48 Km.
φ=2.10

(0.0)

ATEQUIZA



LAGO DE CHAPALA
CAP.UTIL=3460 Mm³

(2.2)

LONG=33 Km.
φ=1.5 m.
CAP. ACUEDUCTO
Q=3.5 m³/s.



PRESA CALDERON

OFERTA TOTAL:
(12.6)

CONDICIONES ACTUALES
GASTO FIRME

Figura N° 20

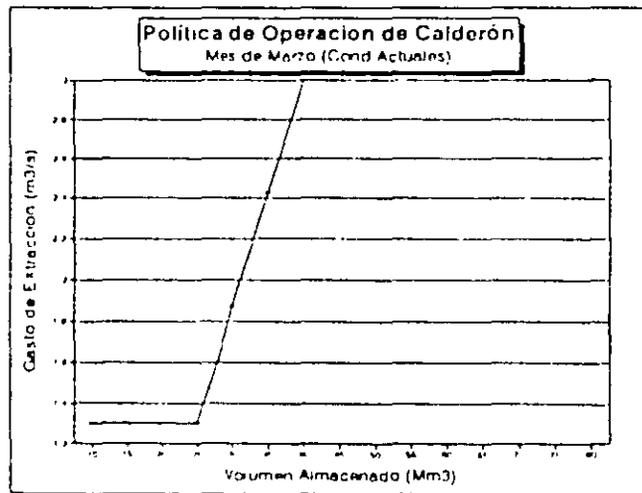
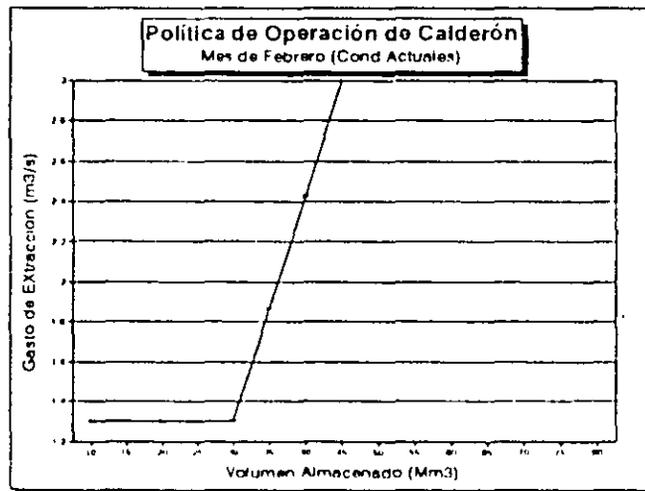
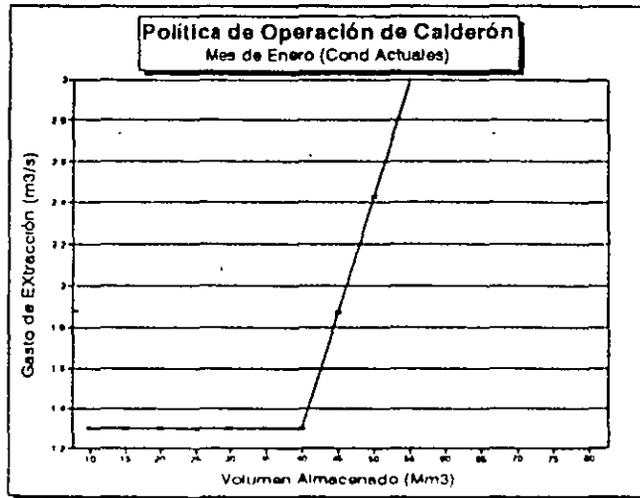


Figura N° 22.a

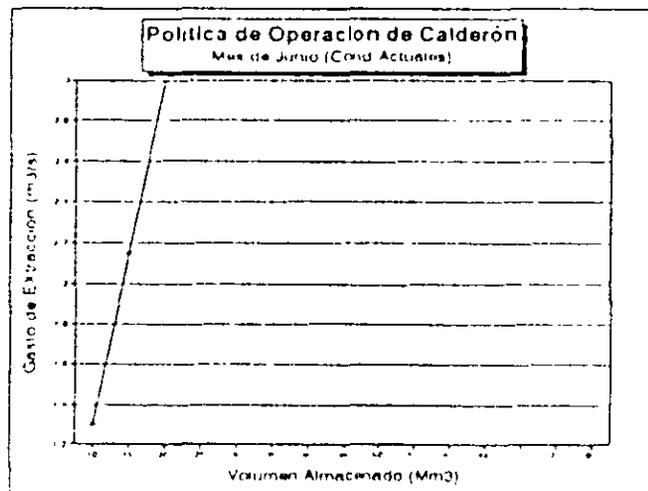
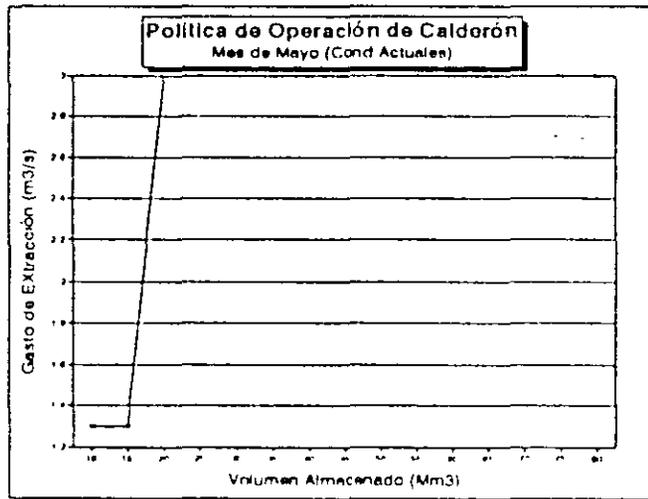
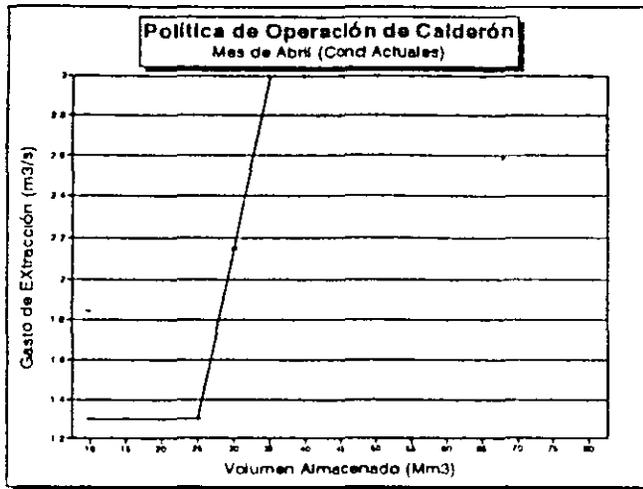


Figura N° 22.b

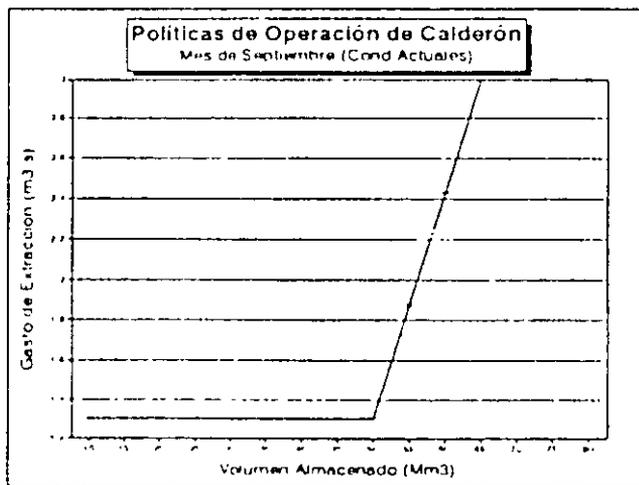
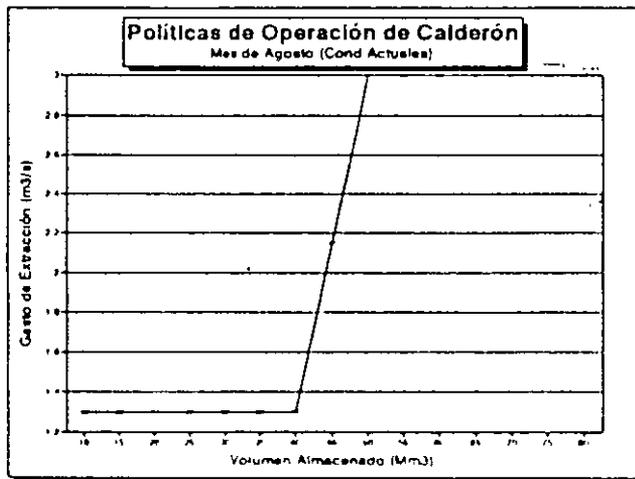
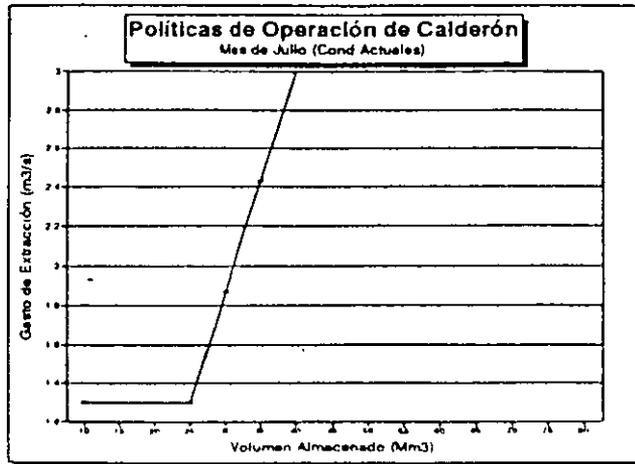


Figura N° 22.c

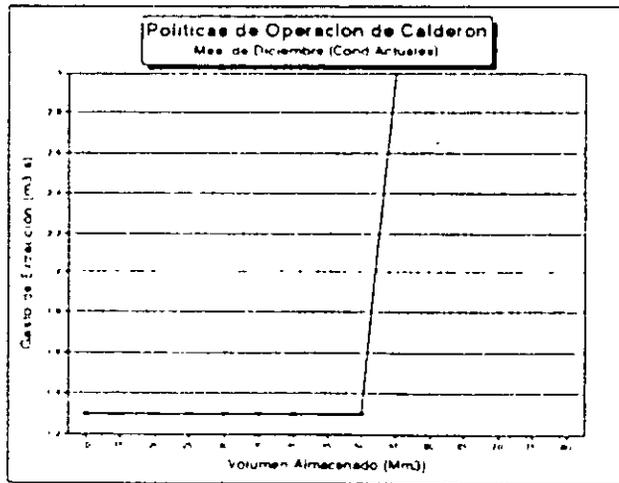
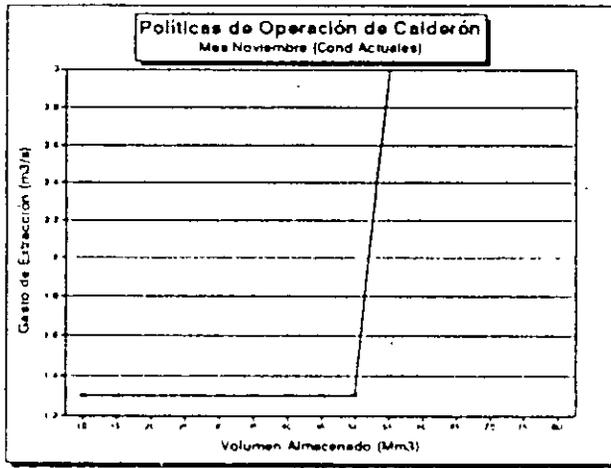
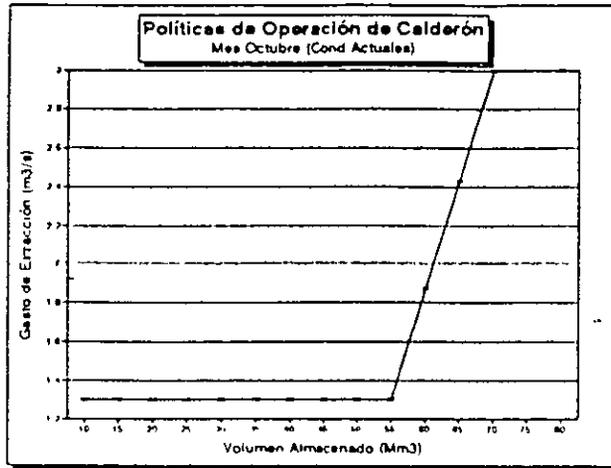


Figura N° 22.d

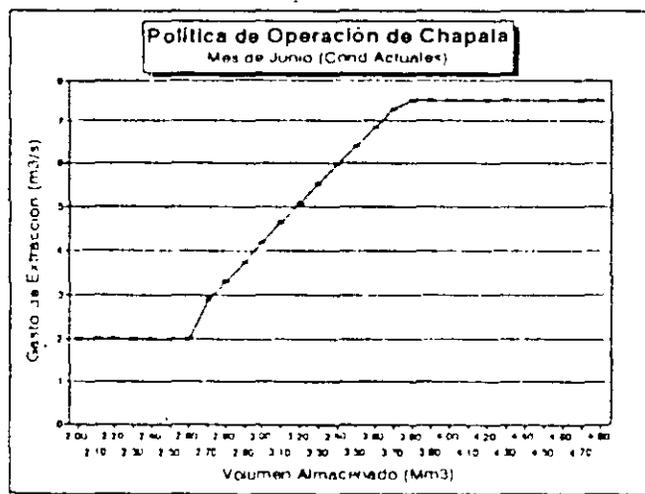
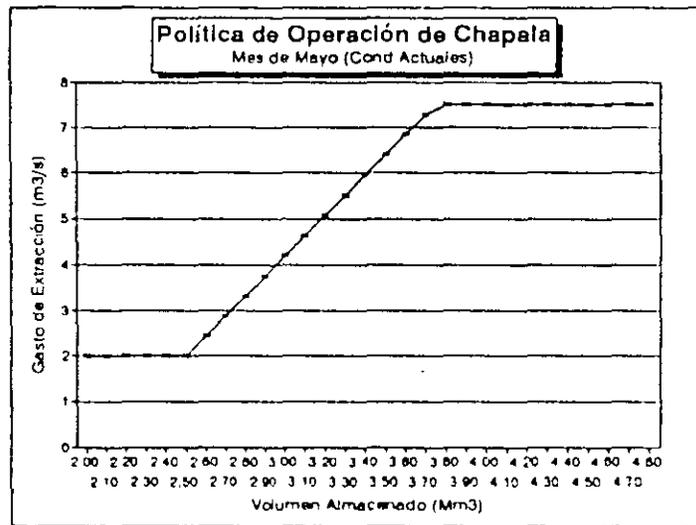
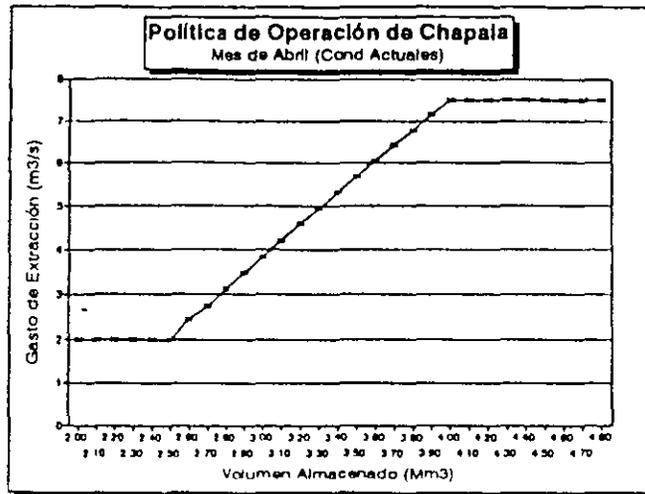


Figura N° 21.b

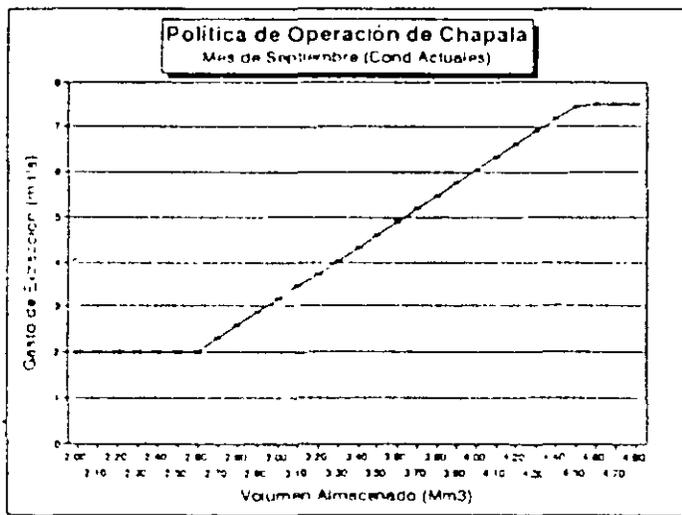
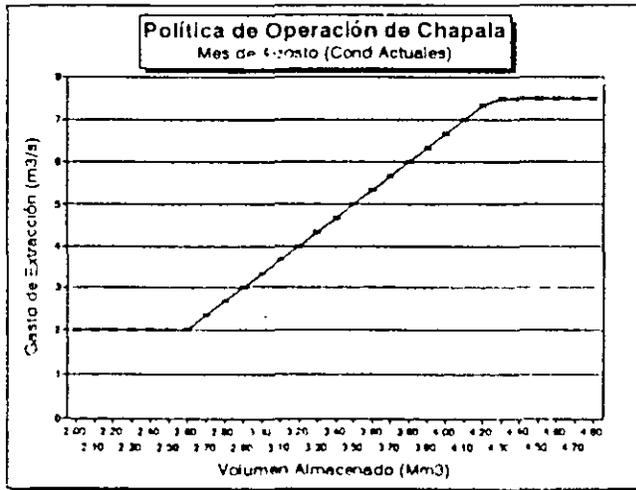
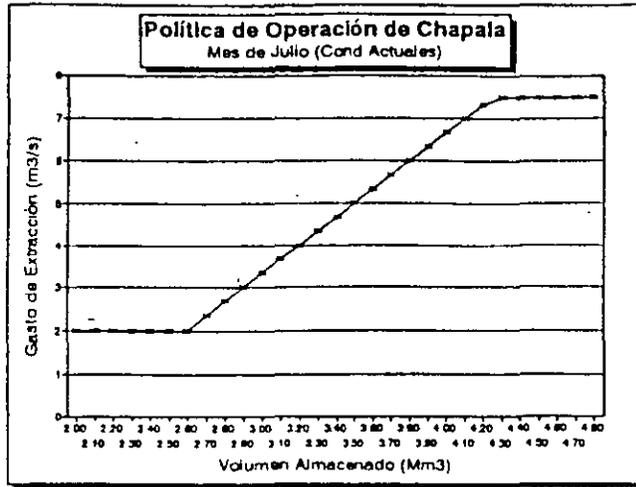


Figura N° 21.c

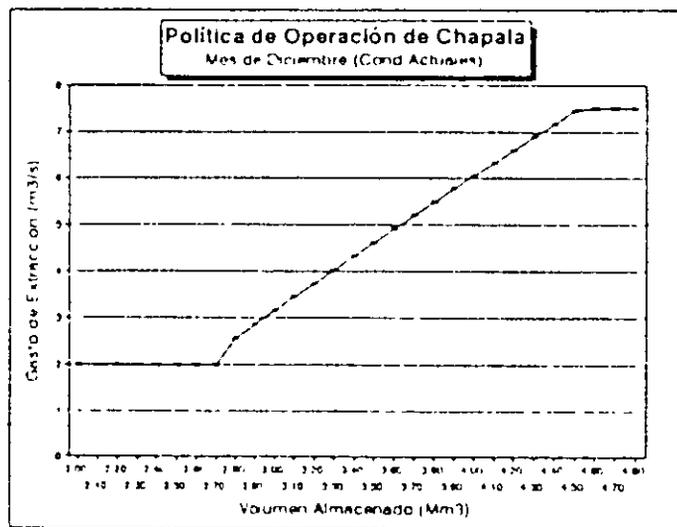
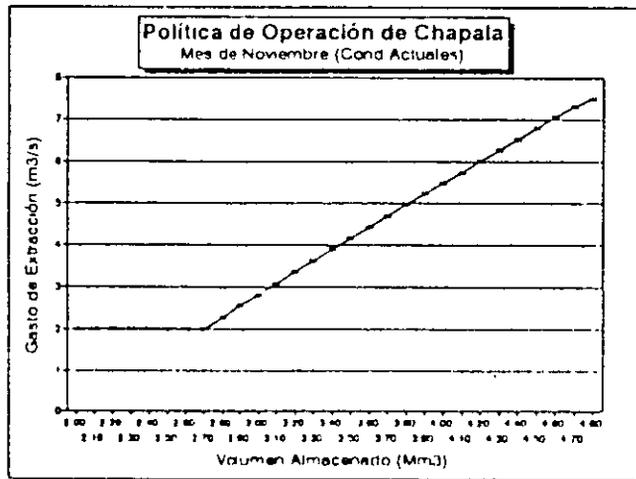
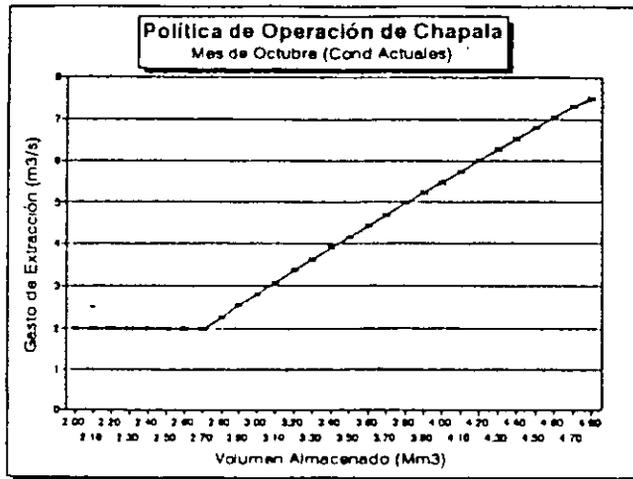


Figura N° 21.d

RESUMEN DE ALTERNATIVAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A LA ZMG

Análisis entre cuencas						
Cuenca	Area (ha)	Volumen Esc. anual	Gasto utilizado	Carga (m)	Longitud (km)	Costo por m3 (N\$/m3)
Río Verde	19,097	667.6	10.0	554.1	2.7	1.6
Río Juchipila	8,534	321.6	5.9	732.5	41.0	3.0
Río Bolaños	11,900	605.3	8.0	1,437.9	145.0	4.9

GDLANALT.WQ2
A79..189

SISTEMA INTERMUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

GASTO MEDIO ANUAL POR FUENTE

(Gasto en m³/seg)

PROMEDIO POR LOS ARCOS

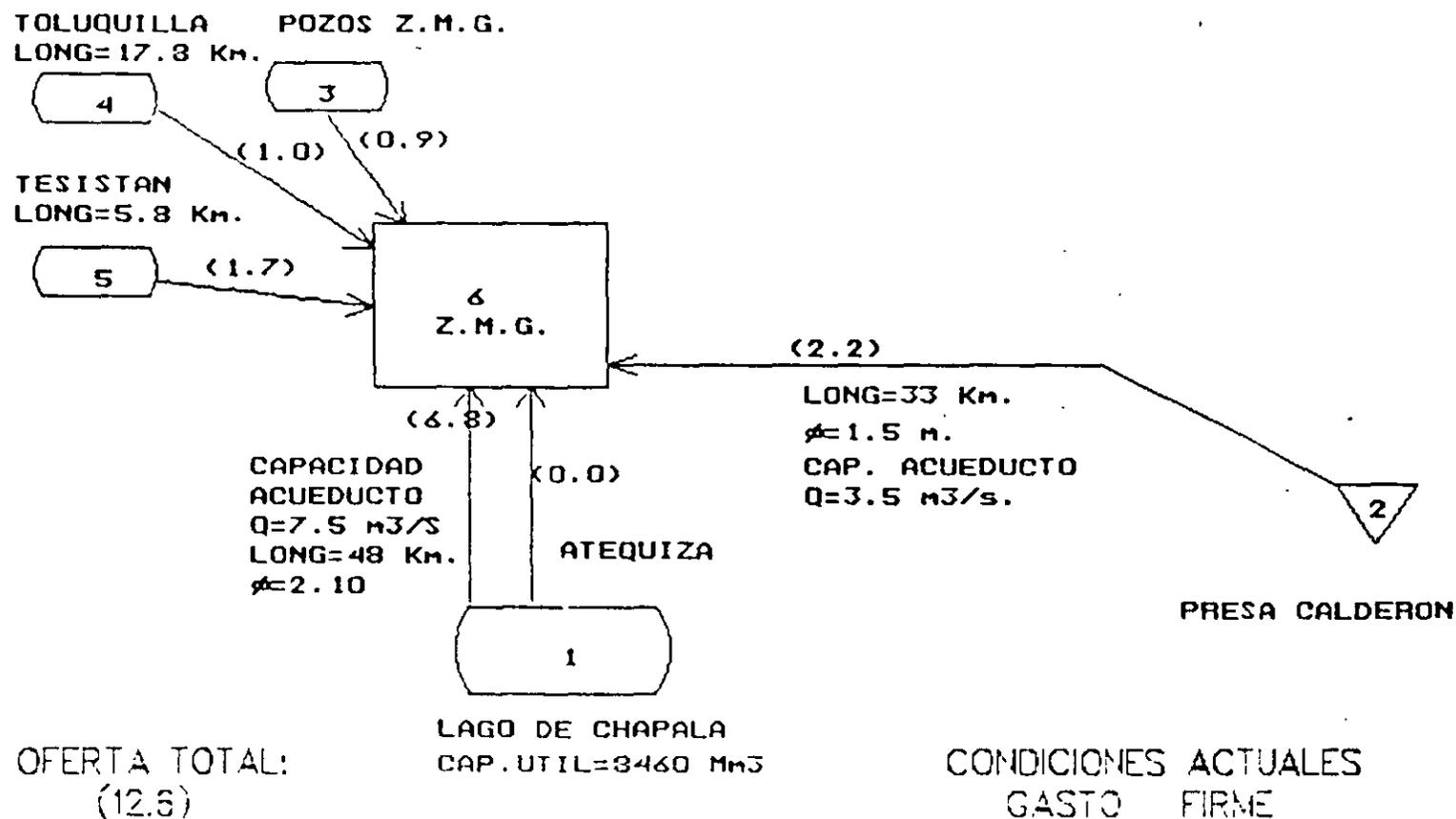


Figura N° 20

Bajo estas condiciones, se resumen a continuación los indicadores del organismo:

a. **Indicadores de operación**

Concepto	Indicador
Cobertura de agua potable	92. %
Cobertura de alcantarillado	90. %
Volumen producido/no. tomas/mes	452.9 m ³
% de agua no contabilizada	43%
% de conexiones con medidor	75.9%
Volumen de pérdidas físicas	4,038 l/s
% de agua desinfectada	100%

b. **Indicadores de personal**

Concepto	Indicador
Número de empleados por cada 1000 tomas Período de cobro	3.0 Bimestral

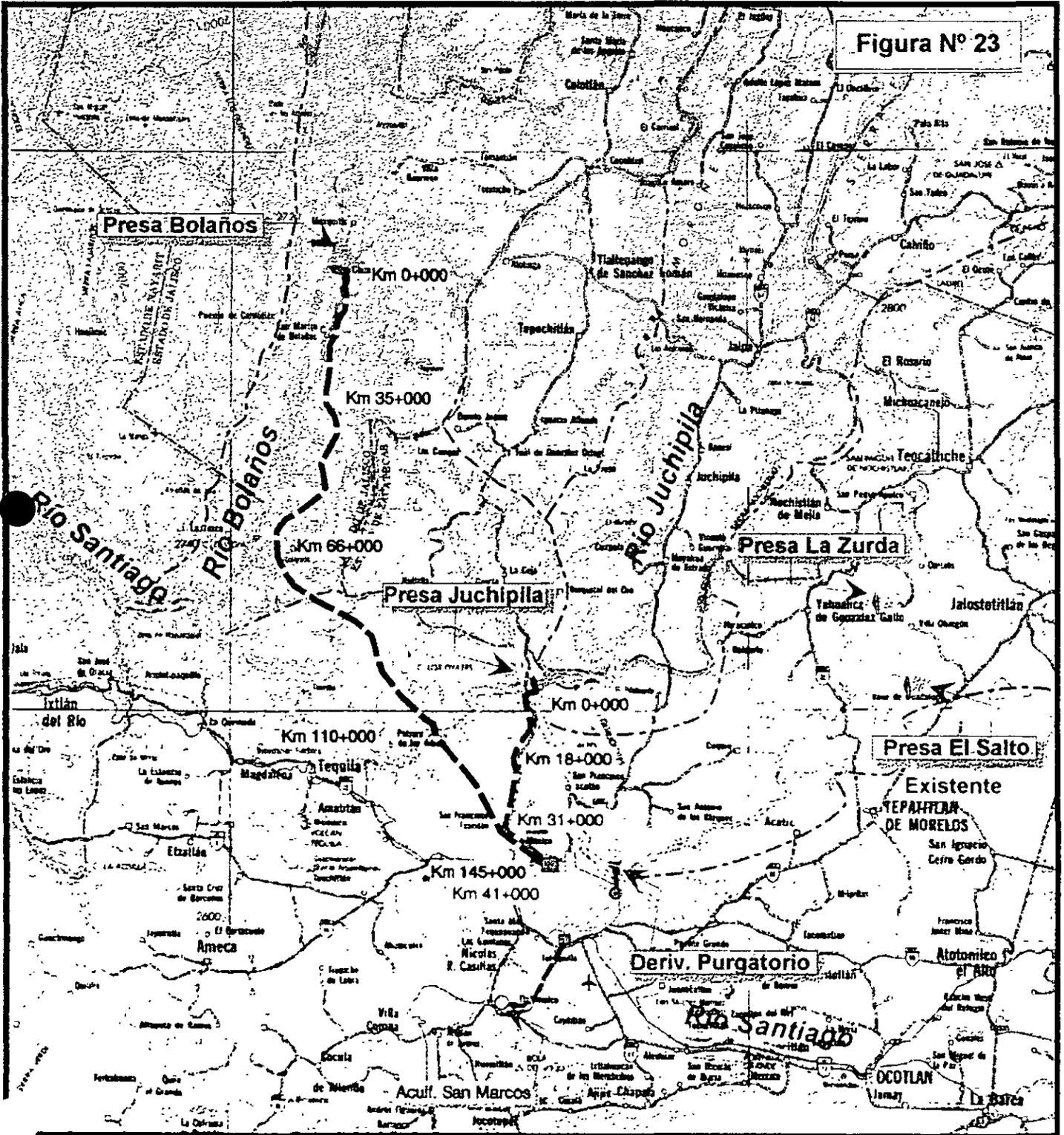
c. **Indicadores financieros**

Concepto	Indicador
Gasto de operación/Volumen producido	NS0.738/m ³
Costo de energía/Gastos de operación	14.4%
Costo salarios/Gasto de operación	21.7%
Gasto de operación/Ingresos de operación	48.1%
Ingresos por m ³ abastecido	NS1.536/m ³
% de recaudación/facturación	60%



Alternativas de Abastecimiento a la Zona Metropolitana de Guadalajara

Figura N° 23



Cálculo de costos por consumo de energía
 Tarifa eléctrica (H-M) para la región sur
 Potencia instalada de 1000 kW o mayor

$$C = 23.432 P + 0.19534 E_{\text{punta}} + 0.12209 E_{\text{base}}$$

C = Cargo por consumo de energía eléctrica en NS
 P = Potencia instalada (demanda facturable) en kW
 E = Energía consumida en pico o base en kW-h

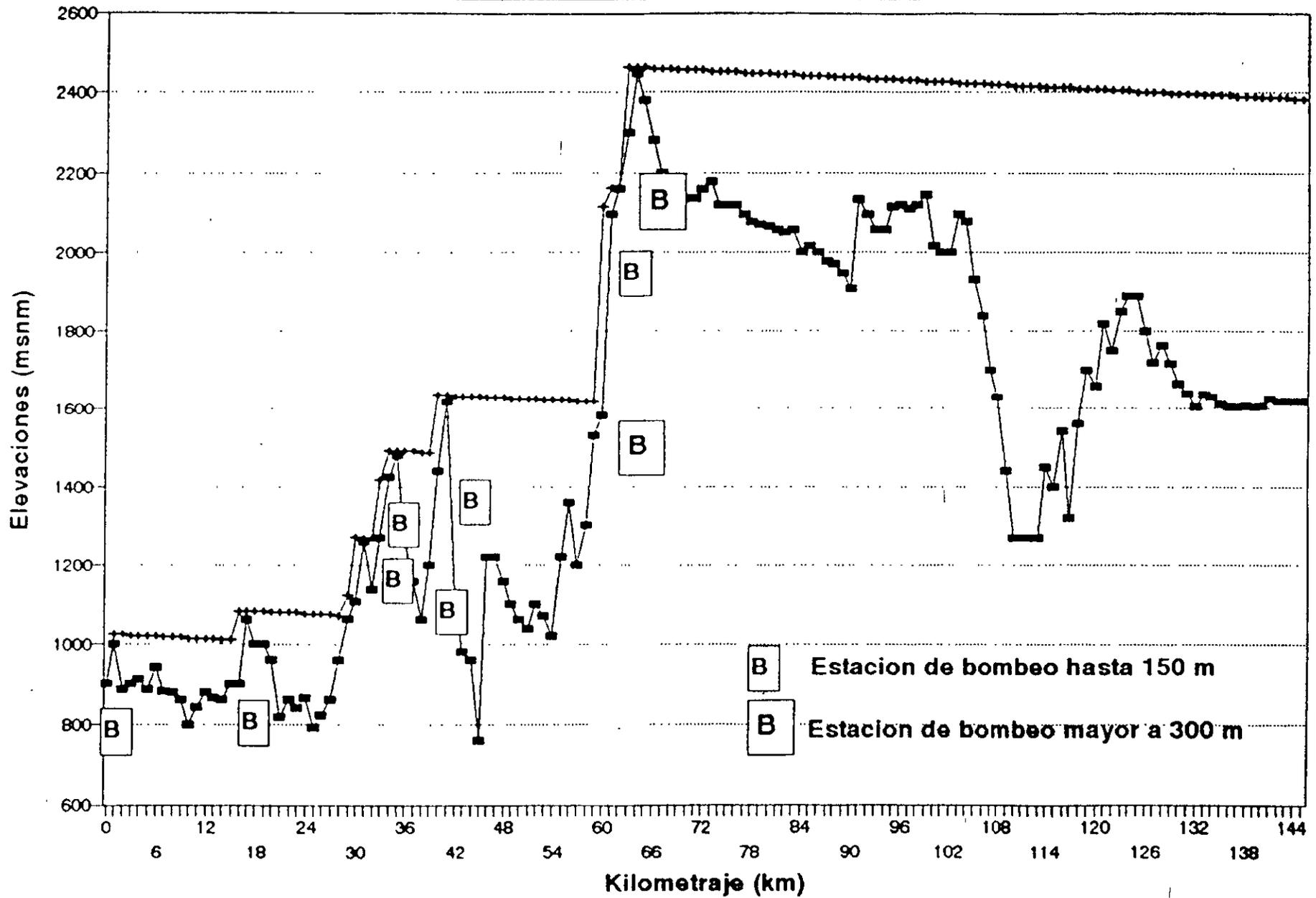
0.014 Coeficiente de Manning
 85.00% Eficiencia en bombeo
 20 Horas de bombeo

Alternativa	Qmed	Díametro (m)	L m	hf m	DESNIVEL m	H m	Pnom kW	Pequip kW	Ebase kW-h	Consumo N\$/ano	Costo tubo N\$
a). Río Verde	10.0	2.5	2,700	4.11	550	554.11	102,931	105,000	766,500,000	96,042,345	21,357,000
b). Río Juchipila	5.9	2.3	41,000	37.46	695	732.46	79,596	70,000	511,000,000	64,028,230	389,172,000
c).1 Río Bolaños	8.0	3.2	57,000	14.88	1,400	1,414.88	210,261	215,000	1,569,500,000	196,658,135	450,870,000
c).2 Río Bolaños	8.0	3.2	88,000	22.98	0	22.98	3,415	4,000	29,200,000	3,658,756	835,296,000
c). Río Bolaños	8.0		145,000	37.86	1,400	1,437.86	213,676	219,000	1,598,700,000	200,316,891	1,286,166,000

GDLANALT.WQ2
 N1..221

Perfil del Acueducto

Bolaños-ZMG



■ Cota de terreno + Nivel piezométrico ▲ Estacion de bombeo

B Estacion de bombeo hasta 150 m
B Estacion de bombeo mayor a 300 m

Acueducto Juchipila-Guadajajara

Diámetro de tubería (m) 2.5 n= 0.014

Gasto (m³/s) 5.0

Cadenamiento (m)	Cota de terreno (m)	Desnivel (m)	Pérdidas por fricción	Carga Total (m)	Carga Piezométrica	Carga con Bombeo	Estación de bombeo (1)	Línea Piezométrica
0	1,060		0.00	0	0	0		1,060
1,000	825	235	0.38	235	235	235		1,060
2,000	940	-115	0.38	(115)	119	119		1,059
3,000	840	100	0.38	100	219	219		1,059
4,000	1,015	-175	0.38	(175)	43	68	E.B. 25	1,083
5,000	1,075	-60	0.38	(60)	8	108	E.B. 100	1,183
6,000	1,180	-105	0.38	(105)	3	103	E.B. 100	1,283
7,000	1,280	-100	0.38	(100)	2	102	E.B. 100	1,382
8,000	1,370	-90	0.38	(90)	12	112	E.B. 100	1,482
9,000	1,460	-90	0.38	(90)	22	22		1,482
10,000	1,480	-20	0.38	(20)	1	1		1,481
11,000	1,480	0	0.38	(0)	1	101	E.B. 100	1,581
12,000	1,500	-20	0.38	(20)	80	80		1,580
13,000	1,455	45	0.38	45	125	125		1,580
14,000	1,460	-5	0.38	(5)	120	120		1,580
15,000	1,475	-15	0.38	(15)	104	104		1,579
16,000	1,520	-45	0.38	(45)	59	59		1,579
17,000	1,570	-50	0.38	(50)	9	9		1,579
18,000	1,560	10	0.38	10	18	18		1,578
19,000	1,560	0	0.38	(0)	18	43	E.B. 25	1,603
20,000	1,580	-20	0.38	(20)	22	22		1,602
21,000	1,580	0	0.38	(0)	22	72	E.B. 50	1,602
22,000	1,620	-40	0.38	(40)	32	32		1,602
23,000	1,635	-15	0.38	(15)	16	16		1,651
24,000	1,610	25	0.38	25	41	41		1,651
25,000	1,615	-5	0.38	(5)	35	35		1,650
26,000	1,615	0	0.38	(0)	35	35		1,650
27,000	1,595	20	0.38	20	55	55		1,650
28,000	1,590	5	0.38	5	59	59		1,649
29,000	1,590	0	0.38	(0)	59	59		1,649
30,000	1,600	-10	0.38	(10)	49	49		1,649
31,000	1,600	0	0.38	(0)	48	48		1,648
32,000	1,603	-3	0.38	(3)	45	45		1,648
33,000	1,605	-2	0.38	(2)	42	42		1,647
34,000	1,607	-2	0.38	(2)	40	40		1,647
35,000	1,602	5	0.38	5	45	45		1,647
36,000	1,608	-6	0.38	(6)	38	38		1,646
37,000	1,625	-17	0.38	(17)	21	21		1,646
38,000	1,620	5	0.38	5	26	26		1,646
39,000	1,580	40	0.38	40	65	65		1,645
40,000	1,560	20	0.38	20	85	85		1,645
41,000	1,520	40	0.38	40	124	124		1,644

1) El número que aparece junto a la estación de bombeo corresponde a la carga a vencer en metros

DEMANDA DE AGUA POTABLE EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA, JAL

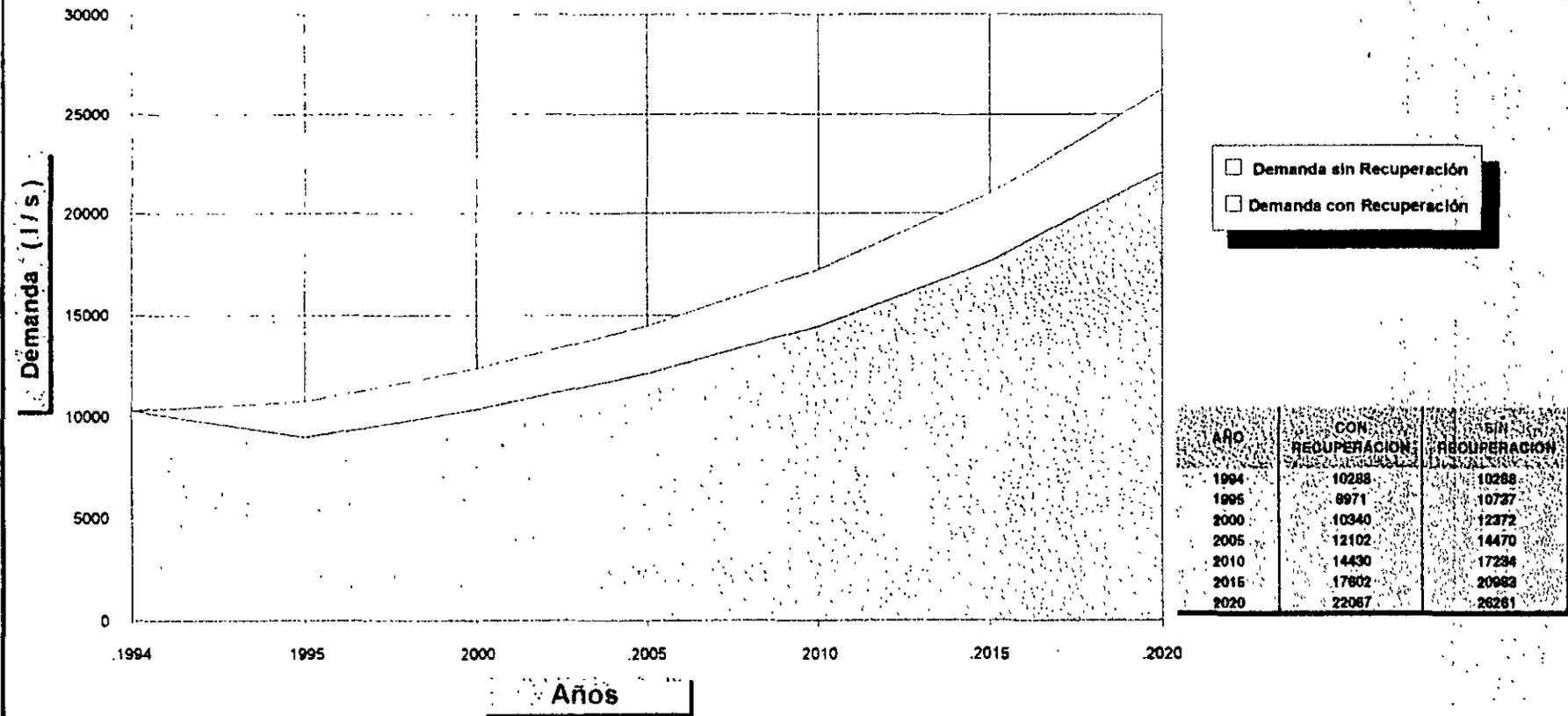


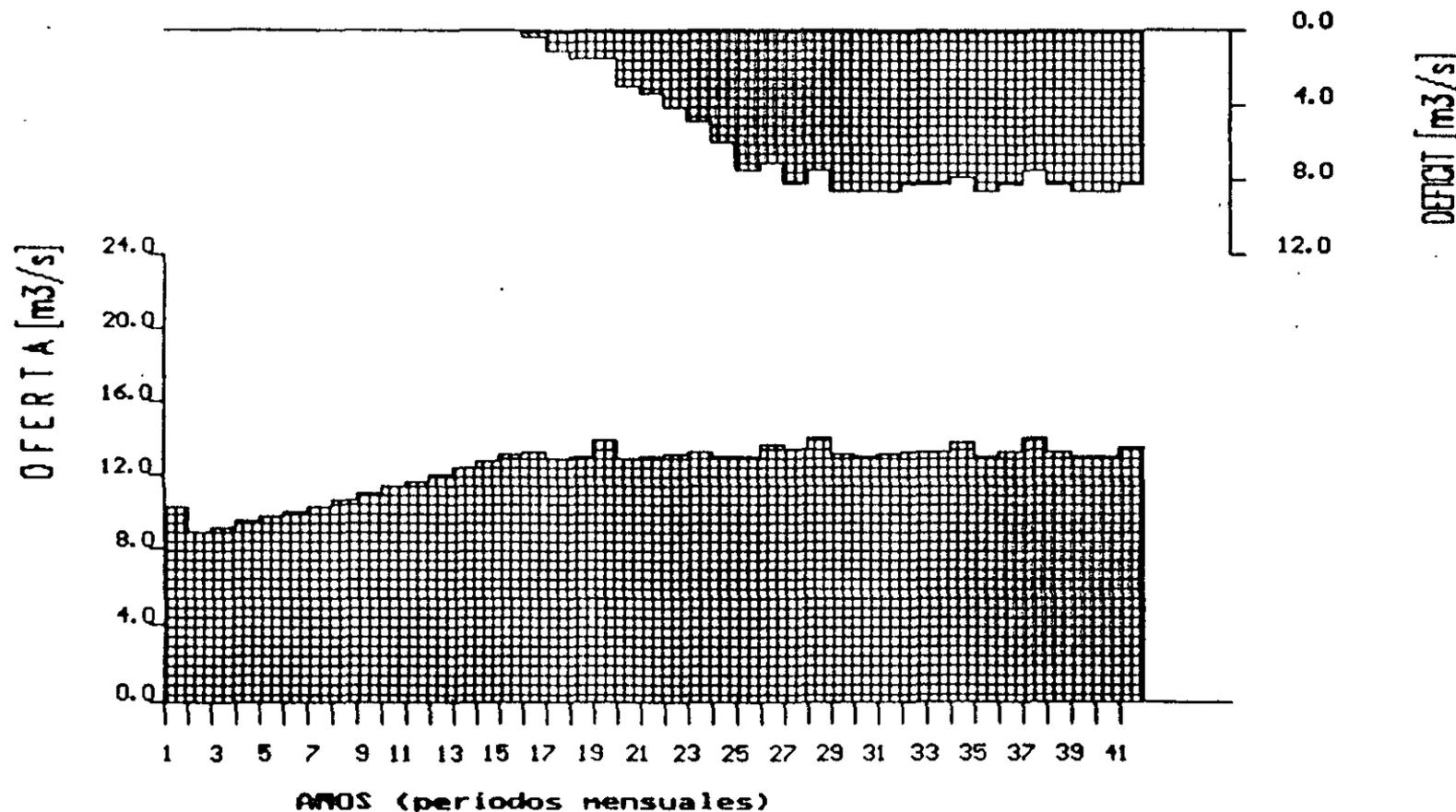
Figura N° 19

SIAPA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

GRAFICA DE OFERTA Y DEFICIT DE AGUA

PERIODO: MEDIA ANUAL

CONDICIONES ACTUALES - CON RECUPERACION

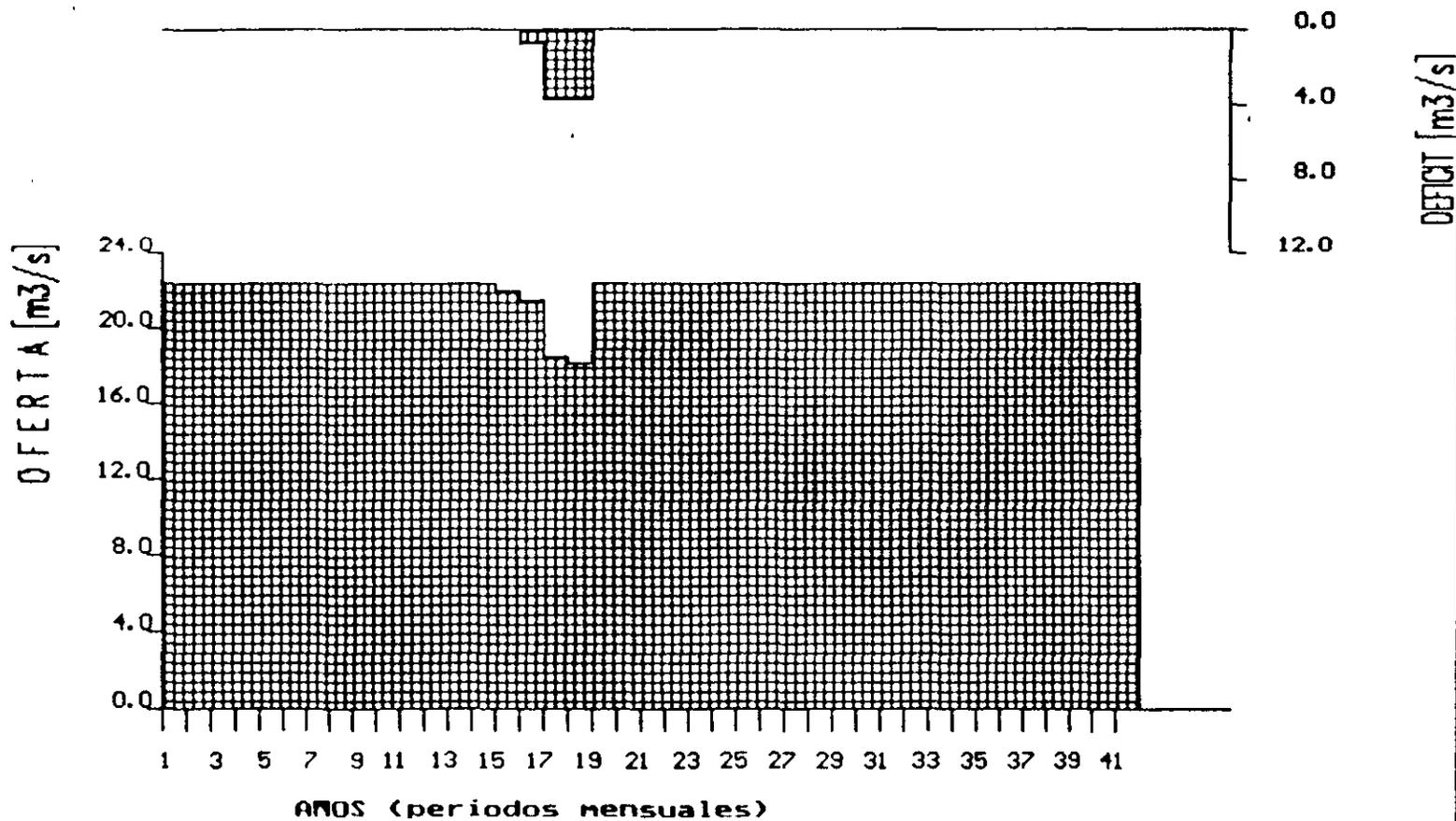


SIAPA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

GRAFICA DE OFERTA Y DEFICIT DE AGUA

PERIODO: MEDIA ANUAL

ALTERNATIVA 1-GASTO FIRME

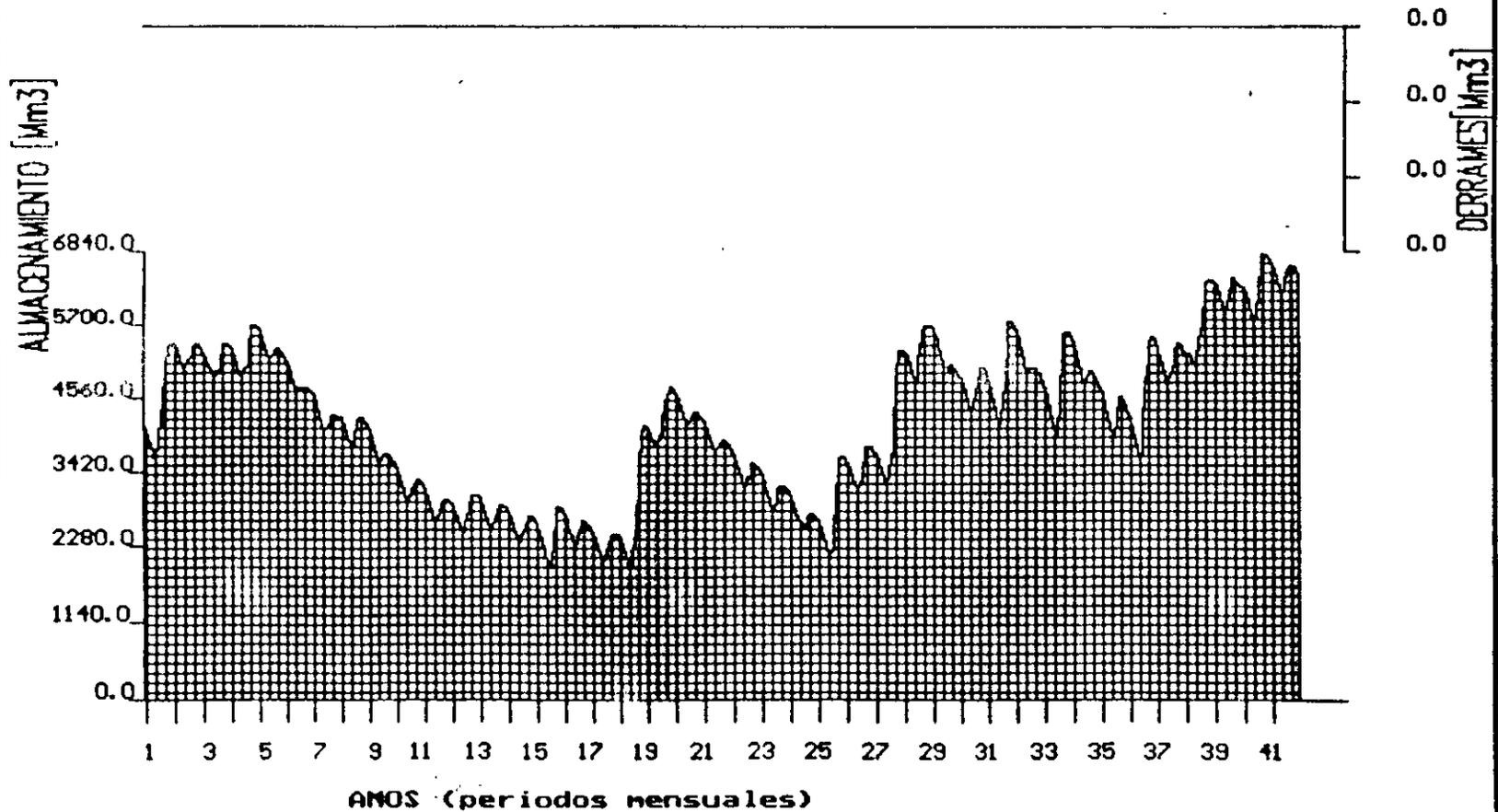


SIAPA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

GRAFICA DE ALMACENAMIENTO Y DERRAMES

LAGO DE CHAPALA

ALTERNATIVA 1-GASTO FIRME



ALTERNATIVA DE INVERSION DE AGUA EN BLOQUE EN LA ZMG

A. PROYECTO LA ZURDA-CALDERON, 2a Y 3a. ETAPAS		ALTERNATIVA 1	
Aprovechamiento del Rio Verde		Area de cuenca (km ²)	19.097
		Escorrentamiento medio anual (Mm ³)	667.6
		Precios a año '95	
A.1	Presas El Salto (Volumen de almacenamiento 80 Mm ³)		111.09 111.09
SUBTOTAL			111.09
A.2	Sistema Purgatorio		
A.2.1	Suministro e instalación de equipo de bombeo	482.63	1,537.39
A.2.2	Suministro e instalación de equipo eléctrico	254.18	
A.2.3	Suministro e instalación de equipo de control	77.40	
A.2.4	Obra civil de la Presa Derivadora	448.92	
A.2.5	Excavación y revestimiento de túneles	70.18	
A.2.6	Obra civil de tres estaciones de bombeo	92.62	
A.2.7	Suministro e instalación de tubería de acero y compuertas radiales	111.46	
SUBTOTAL			1,537.39
A.3	Ingeniería y supervisión	70.68	70.68
A.4	Indemnización	62.10	62.10
A.5	Medidas de mitigación de impactos ambientales	27.50	27.50
A.6	Capacitación y adiestramiento	2.73	2.73
SUBTOTAL			163.01
A.7	Presas La Zurda (Volumen de Almacenamiento 250 Mm ³)	521.16	521.16
SUBTOTAL			521.16
A.8	Potabilizadora San Gaspar (2a. y 3a. Etapas)	406.06	406.06
SUBTOTAL			406.06
TOTAL AGUA EN BLOQUE			2,738.71

GASTO DE OFERTA (m ³ /s)	8.8
VOLUMEN OFERTADO (Mm ³)	277.52
CARGA DE BOMBEO (m)	553.18
LONGITUD DE CONDUCCION (km)	2.7
COSTO POR m ³ (N\$/m ³)	1.74

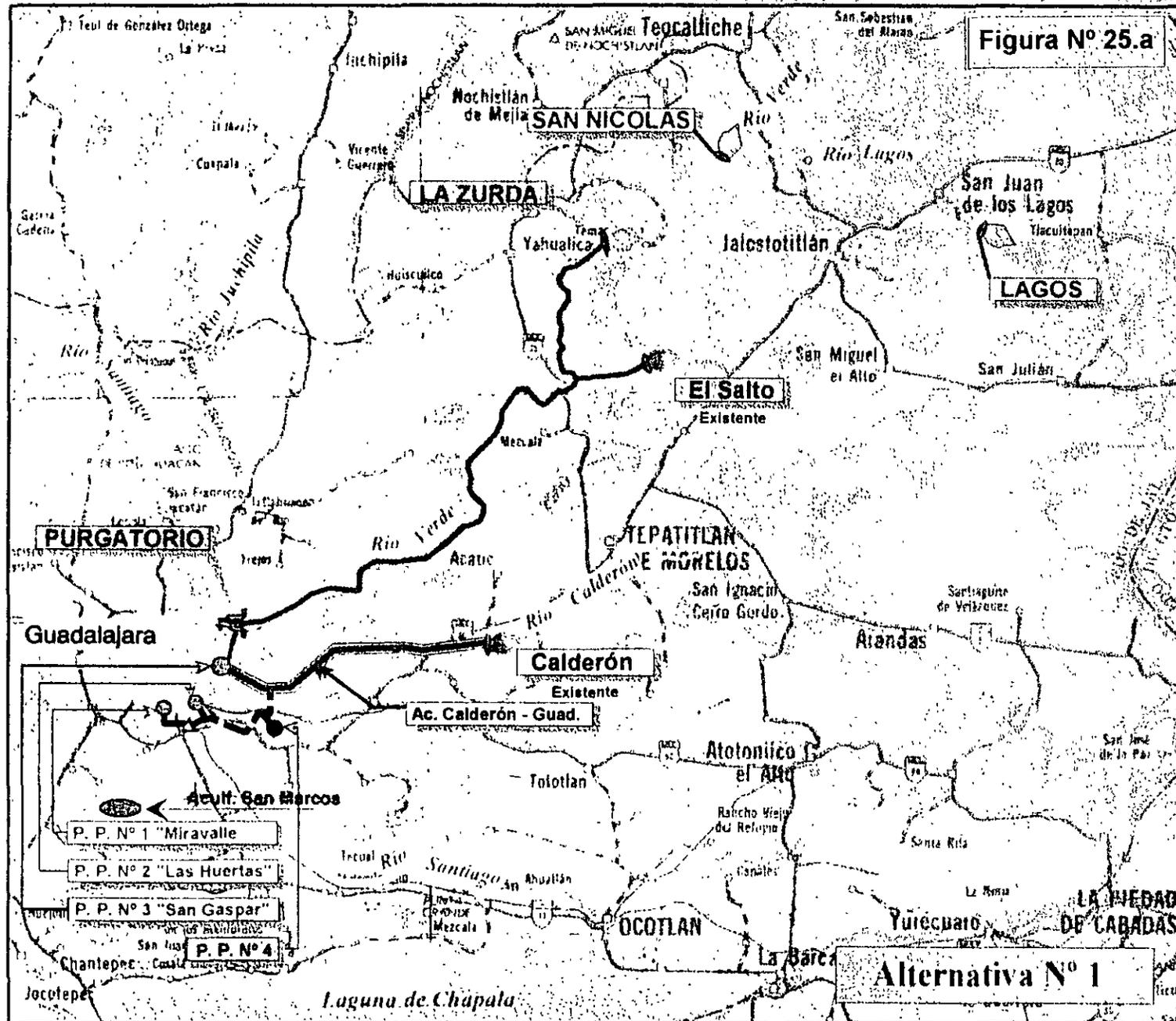
GDLANVER.WQ2
A1..L50

Vol. Almacenado (miles Mm ³)	Gastos de Extracción (m ³ /s)											
	Enc	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
2.25	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
2.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
2.60	2.00	2.31	2.37	2.37	2.44	2.44	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
2.70	2.33	2.63	2.73	2.73	2.88	2.88	2.88	2.33	2.29	2.00	2.00	2.00
2.80	2.67	2.94	3.10	3.10	3.32	3.32	3.32	2.67	2.58	2.27	2.27	2.58
2.90	3.00	3.26	3.47	3.47	3.76	3.76	3.76	3.00	2.87	2.54	2.54	2.87
3.00	3.33	3.57	3.83	3.83	4.20	4.20	4.20	3.33	3.16	2.80	2.80	3.16
3.10	3.67	3.89	4.20	4.20	4.64	4.64	4.64	3.67	3.45	3.07	3.07	3.45
3.20	4.00	4.20	4.57	4.57	5.08	5.08	5.08	4.00	3.74	3.34	3.34	3.74
3.30	4.33	4.51	4.93	4.93	5.52	5.52	5.52	4.33	4.03	3.61	3.61	4.03
3.40	4.67	4.83	5.30	5.30	5.96	5.96	5.96	4.67	4.32	3.88	3.88	4.32
3.50	5.00	5.14	5.67	5.67	6.40	6.40	6.40	5.00	4.61	4.15	4.15	4.61
3.60	5.33	5.45	6.04	6.04	6.84	6.84	6.84	5.33	4.90	4.42	4.42	4.90
3.70	5.67	5.77	6.41	6.41	7.28	7.28	7.28	5.67	5.19	4.69	4.69	5.19
3.80	6.00	6.09	6.78	6.78	7.50	7.50	7.50	6.00	5.48	4.96	4.96	5.48
3.90	6.33	6.40	7.15	7.15	7.50	7.50	7.50	6.33	5.77	5.23	5.23	5.77
4.00	6.67	6.71	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	6.67	6.05	5.49	5.49	6.05
4.10	7.00	6.62	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.00	6.33	5.75	5.75	6.33
4.20	7.33	6.93	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.33	6.61	6.01	6.01	6.61
4.30	7.50	7.24	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	6.89	6.27	6.27	6.89
4.40	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.17	6.53	6.53	7.17
4.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.45	6.79	6.79	7.45
4.60	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.05	7.05	7.50
4.70	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.31	7.31	7.50
4.80	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
...
9.20	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50

Políticas de Operación Lago de Chapala
(Condiciones Actuales)



Ubicación de Alternativas de Fuentes Futuras



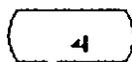
SISTEMA INTERMUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

GASTO MEDIO ANUAL POR FUENTE

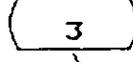
(Gasto en m³/seg)

PROMEDIO POR LOS ARCOS

TOLUQUILLA
LONG=17.8 Km.

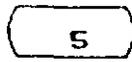


POZOS Z.M.G.



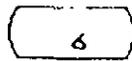
(1.0) (0.9)

TESISTAN
LONG=5.8 Km.



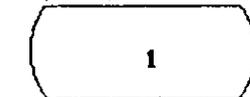
(1.7)

SAN MARCOS
Q=1.0 m³/S



(1.0) (6.7)

CAPACIDAD
ACUEDUCTO
Q=7.5 m³/S
LONG=48 Km.
φ=2.10



LAGO DE CHAPALA
CAP.UTIL=8460 Mm³

(0.0)

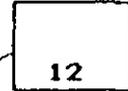
ATEQUIZA

1

(8.8)

13
Z.M.G.

DERIVADORA
PURGATORIO
Hf=560 m.
1,020 msnm



P. LA ZURDA



(7.7)

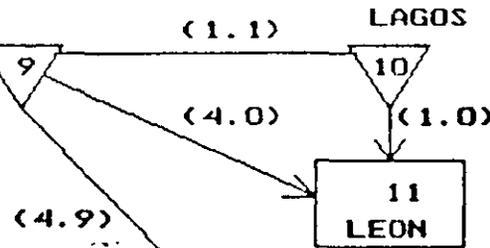
(2.0)

(2.2)

LONG=33 Km.
φ=1.5 m.
CAP. ACUEDUCTO
Q=3.5 m³/s.



PRESA CALDERON

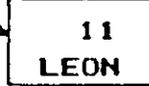


(1.1)

(4.0)

LAGOS

(1.0)



(4.9)

P. EL SALTO
CAP. UTIL
80 Mm³
1,820 msnm



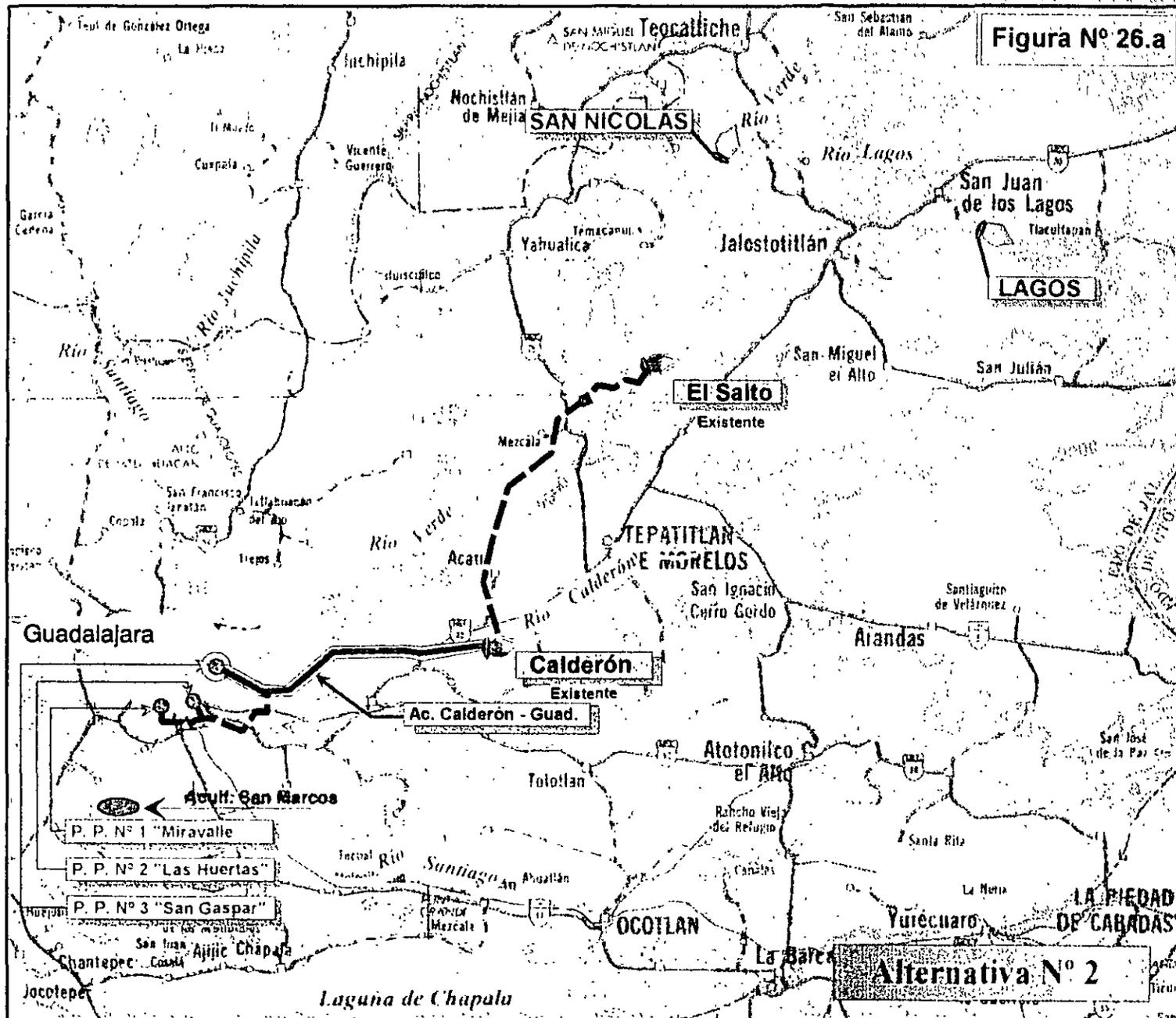
OFERTA TOTAL:
(22.3)

ALTERNATIVA 1-GASTO FIRME

Figura N° 25.b



Ubicación de Alternativas de Fuentes Futuras



SISTEMA INTERMUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

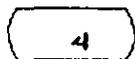
GASTO MEDIO ANUAL POR FUENTE

(Gasto en m³/seg)

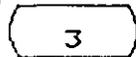
P. EL SALTO
CAP. UTIL
80 Mm³
1,820 msnm

PROMEDIO POR LOS ARCOS

TOLUQUILLA
LONG=17.8 Km.

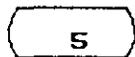


POZOS Z.M.G.



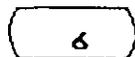
(1.0) (0.9)

TESISTAN
LONG=5.8 Km.



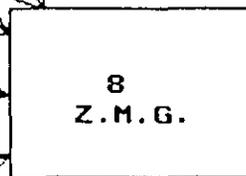
(1.7)

SAN MARCOS
Q=1.0 m³/S



(1.0) (6.9)

CAPACIDAD
ACUEDUCTO
Q=7.5 m³/S
LONG=48 Km.
φ=2.10



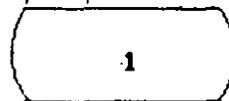
8
Z.M.G.

(3.5)

LONG=33 Km.
φ=1.5 m.
CAP. ACUEDUCTO
Q=3.5 m³/s.

(0.0)

ATEQUIZA



LAGO DE CHAPALA
CAP. UTIL=8460 Mm³



(1.3)



PRESA CALDERON

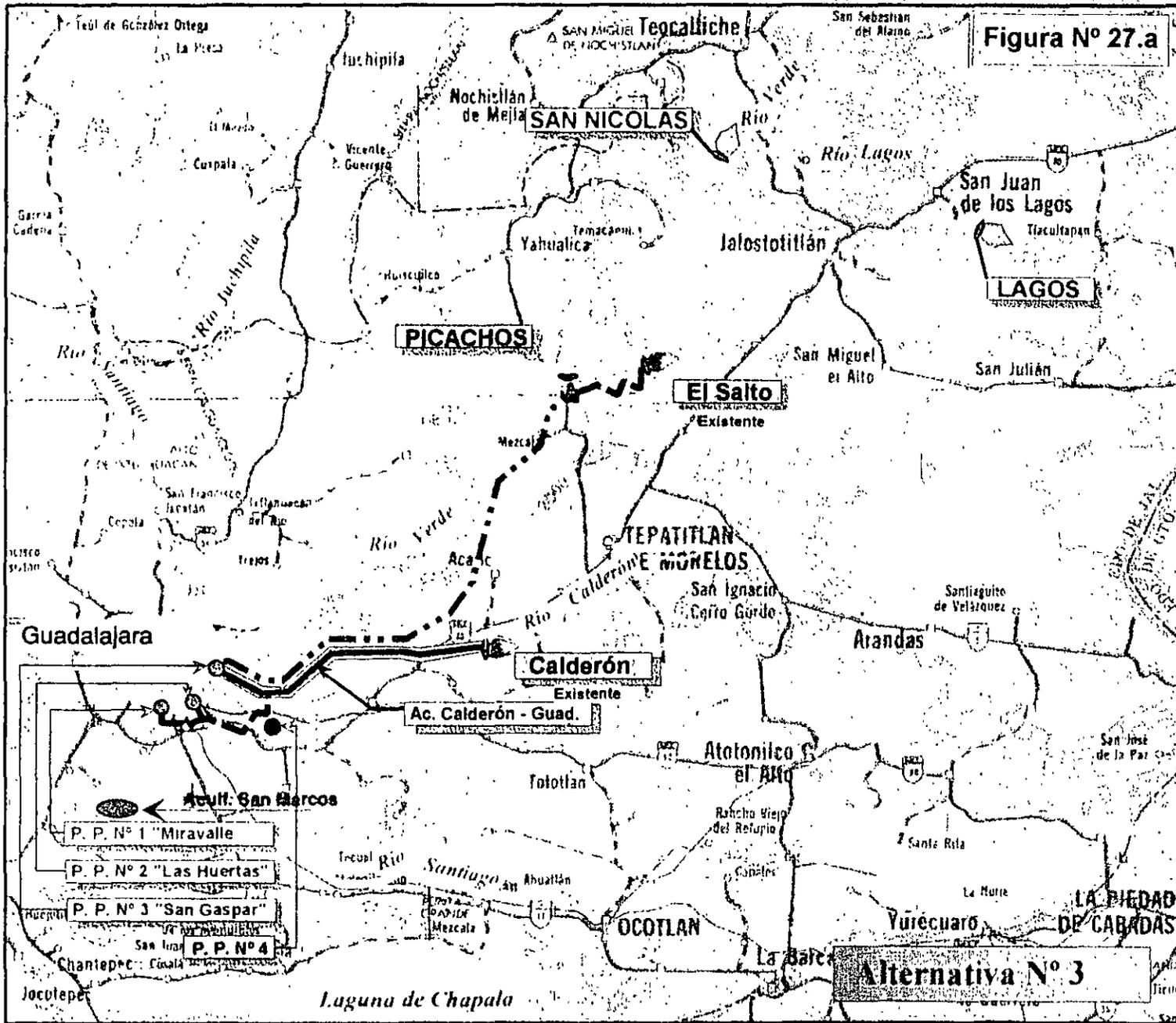
OFERTA TOTAL:
(15.0)

ALTERNATIVA 2-GASTO FIRME

Figura N° 26.b



Ubicación de Alternativas de Fuentes Futuras



SISTEMA INTERMUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

GASTO MEDIO ANUAL POR FUENTE

(Gasto en m³/seg)

PROMEDIO POR LOS ARCOS

TOLUQUILLA LONG=17.8 Km.
POZOS Z.M.G.



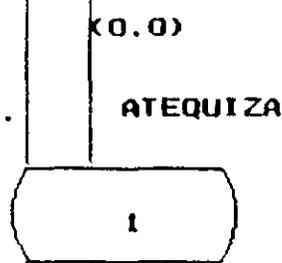
TESISTAN LONG=5.8 Km.



SAN MARCOS Q=1.0 m³/s



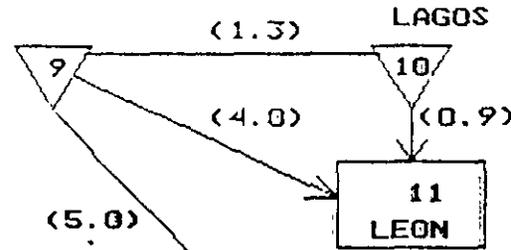
CAPACIDAD ACUEDUCTO Q=7.5 m³/s LONG=48 Km. ϕ =2.10



LAGO DE CHAPALA CAP.UTIL=3460 Mm³

OFERTA TOTAL:
(25.4)

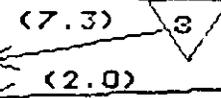
S. NICOLAS



LAGOS

P. EL SALTO CAP. UTIL 30 Mm³ 1,820 msnm

P. PICACHOS



(9.4)

(2.2)

LONG=33 Km. ϕ =1.5 m. CAP. ACUEDUCTO Q=3.5 m³/s.

PRESA CALDERON

ALTERNATIVA 3-GASTO FIRME

Figura N° 27.b

RESUMEN DE ALTERNATIVAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A LA ZMG
(Análisis de opciones del río Verde)

No.	Descripción de la alternativa	Q (m ³ /s)	H (m)	L (km)	It (MNS)	J	C (NS/m ³)
1	La Zurda-El Salto-Purgatorio	8.8	553.18	2.7	2,738.71	3	1.74
2	El Salto-Calderón	1.4	(167.96)	52	503.56	1	1.51
3	Picachos-El Salto-ZMG	9.1	295.01	85	2,917.57	2	1.61
3.A	Picachos-El Salto-Calderón	8.7	339.21	125	2,478.13	2	1.61
4	Picachos-El Salto-Calderón- Purgatorio	10.2	733.51	127.7	3,242.45	4	1.80

- Q Gasto aprovechable (m³/s)
- H Carga dinámica (m)
- L Longitud de tubería (km)
- It Inversión Total (Millones de nuevos pesos)
- J Orden en la jerarquización
- C Costo por m³ (NS/m³)

GOLANVER.WQ2
A251..K274

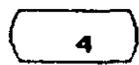
SISTEMA INTERMUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

GASTO MEDIO ANUAL POR FUENTE

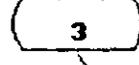
(Gasto en m³/seg)

PROMEDIO POR LOS ARCOS

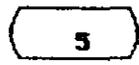
TOLUQUILLA
LONG=17.8 Km.



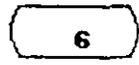
POZOS Z.M.G.



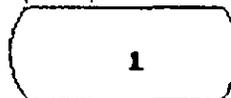
TESISTAN
LONG=5.8 Km.



SAN MARCOS
Q=1.0 m³/s



CAPACIDAD
ACUEDUCTO
Q=7.5 m³/s
LONG=48 Km.
ø=2.10



LAGO DE CHAPALA
CAP.UTIL=8460 Mm³

OFERTA TOTAL:
(22.8)

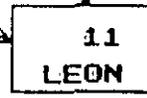
S. NICOLAS



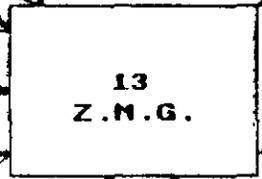
LAGOS



P. EL SALTO
CAP. UTIL
80 Mm³
1,820 msnm



P. PICACHOS



LONG=33 Km.
ø=1.5 m.
CAP. ACUEDUCTO
Q=3.5 m³/s.

PRESA CALDERON



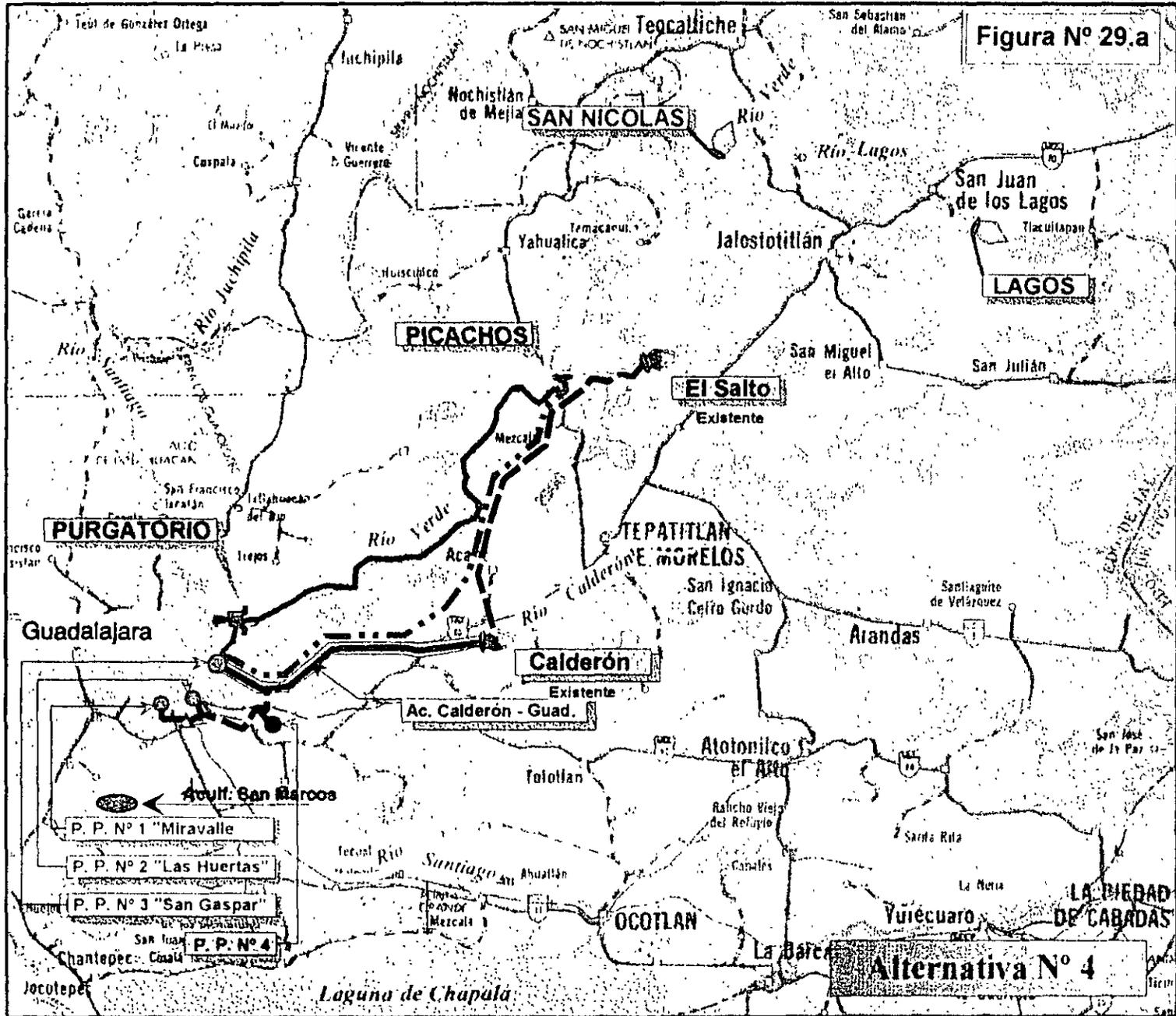
ALTERNATIVA 3A-GASTO FIRME

Figura N° 28.b

67



Ubicación de Alternativas de Fuentes Futuras



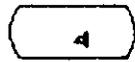
SISTEMA INTERMUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

GASTO MEDIO ANUAL POR FUENTE

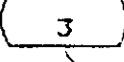
(Gasto en m³/seg)

PROMEDIO POR LOS ARCOS

TOLUQUILLA
LONG=17.8 Km.

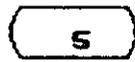


POZOS Z.M.G.



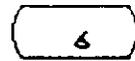
(1.0) (0.9)

TESISTAN
LONG=5.8 Km.



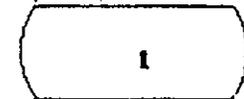
(1.7)

SAN MARCOS
Q=1.0 m³/S



(1.0) (7.1)

CAPACIDAD
ACUEDUCTO
Q=7.5 m³/S
LONG=48 Km.
φ=2.10



LAGO DE CHAPALA
CAP.UTIL=3460 Mm³

(0.0)

ATEQUIZA

(1.5)



DERIVADORA
PURGATORIO
Hf=560 m.
1,020 msnm

P. PICACHOS



(7.3)

(3.4)

LONG=33 Km.
φ=1.5 m.
CAP. ACUEDUCTO
Q=3.5 m³/s.

PRESA CALDERON



(1.4)

LAGOS

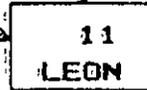


(0.9)

(1.1)

P. EL SALTO
CAP. UTIL
80 Mm³
1,820 msnm

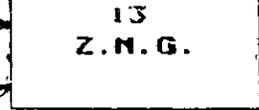
(4.0)



(5.8)



S. NICOLAS



OFERTA TOTAL:

(23.9)

ALTERNATIVA 4-GASTO FIRME

Figura N° 29.b



**PROGRAMA DE MEJORAMIENTO
DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
A LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA**

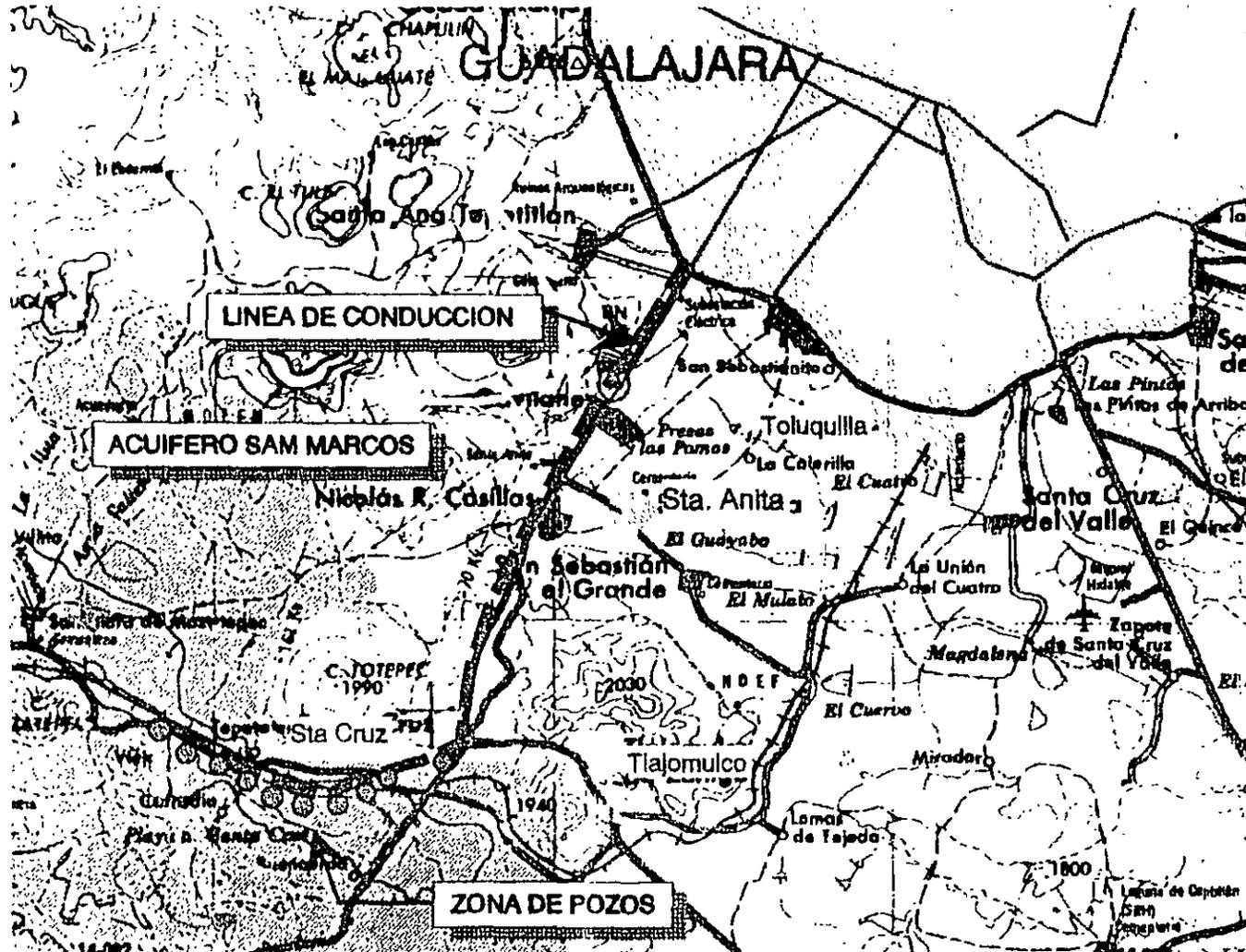


Figura N° 16
Proyecto San Marcos - ZMG



Alternativa de Aprovechamiento del Acuífero San Marcos

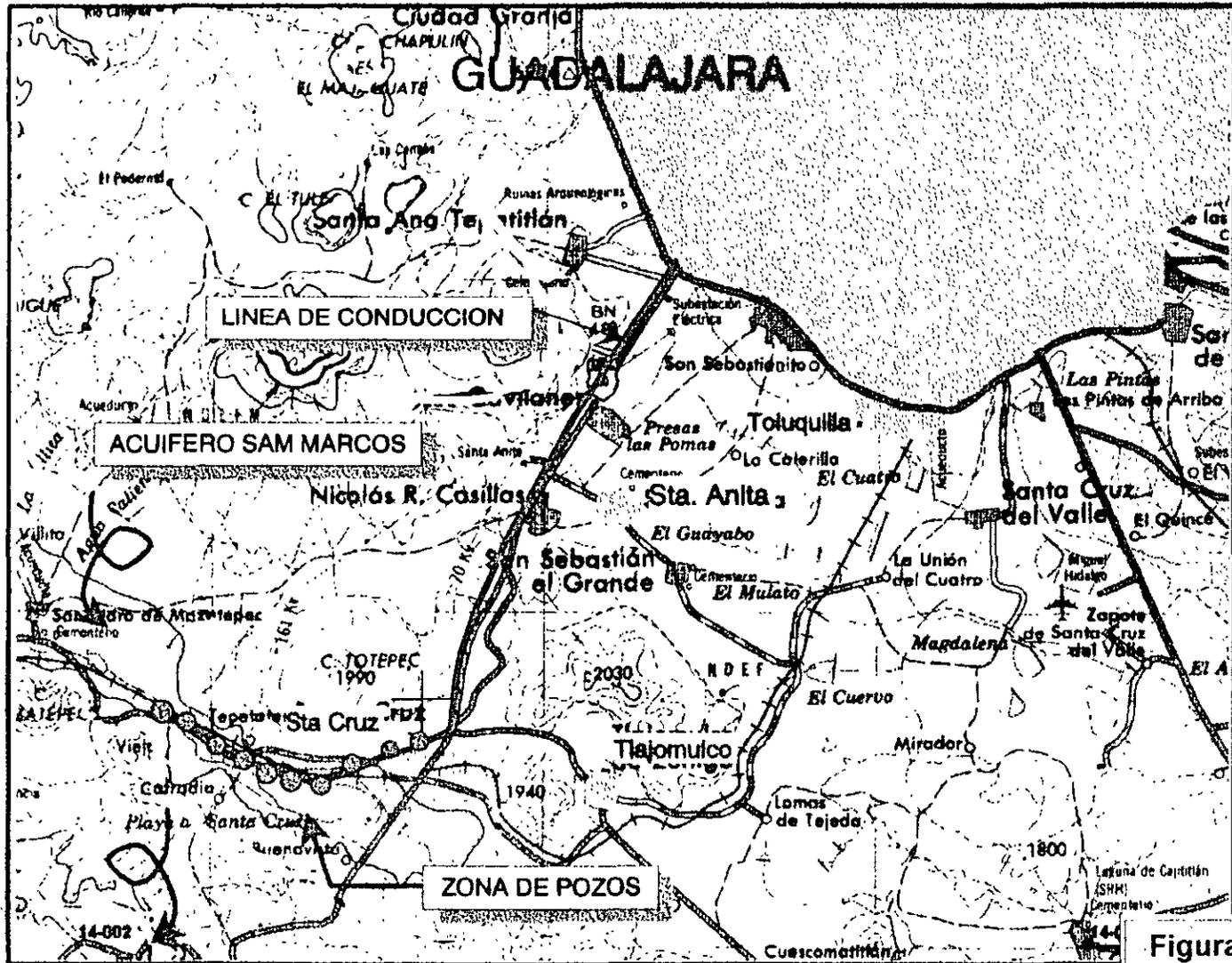


Figura N° 30

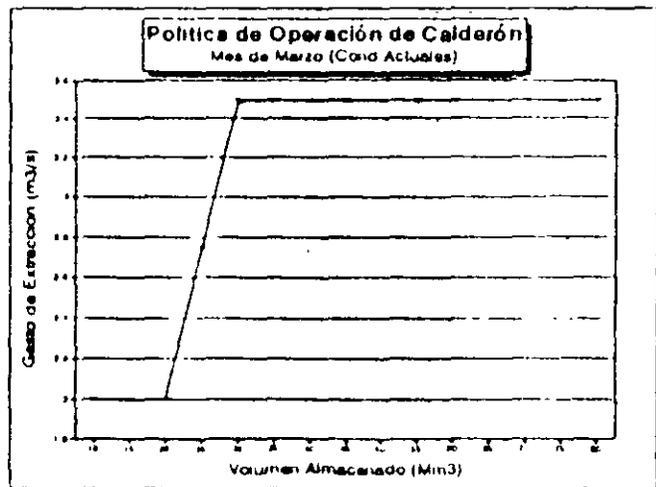
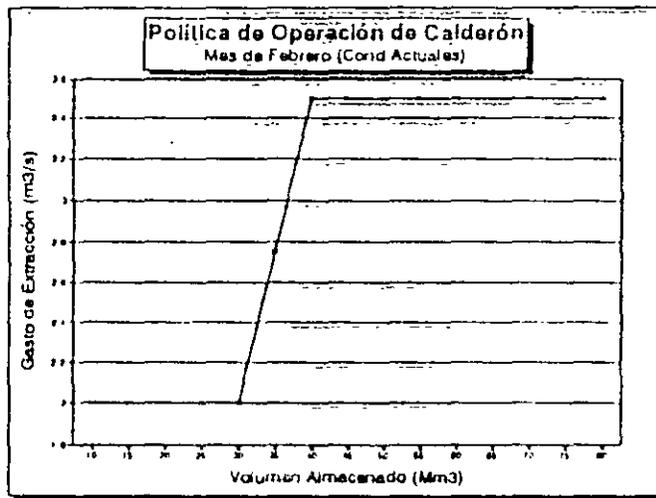
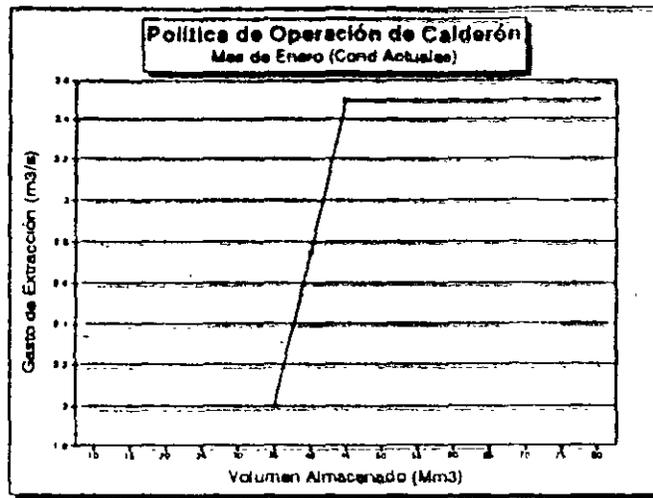


Figura N° 32.a

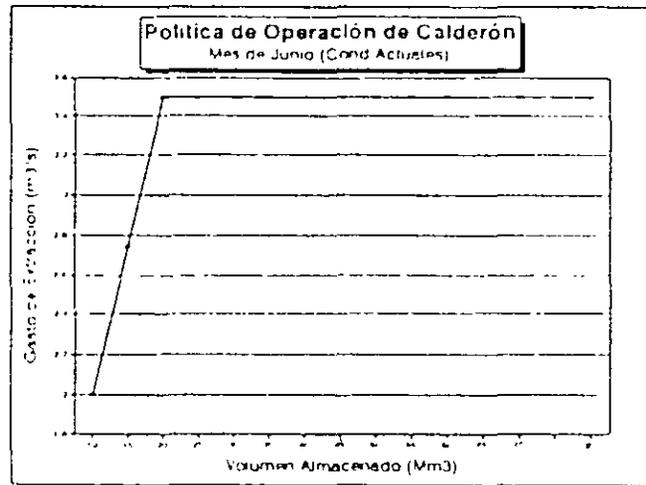
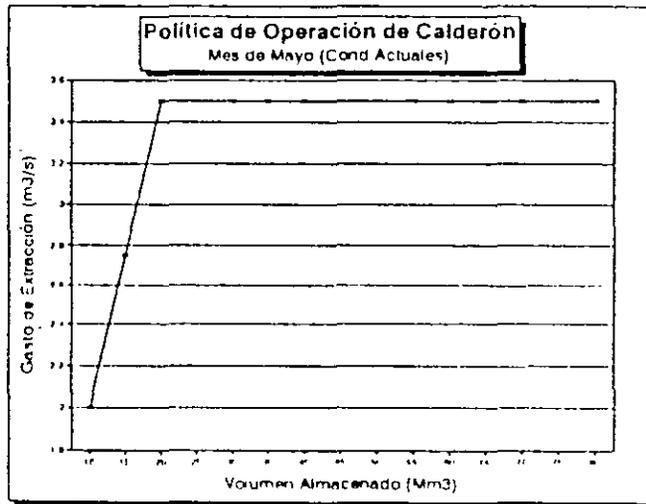
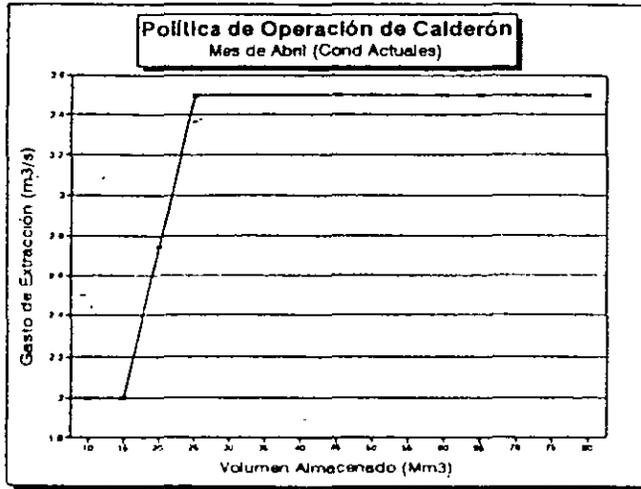


Figura N° 32.b

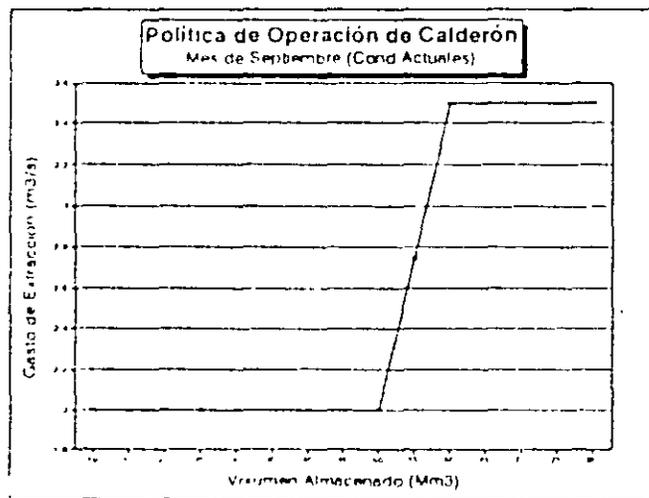
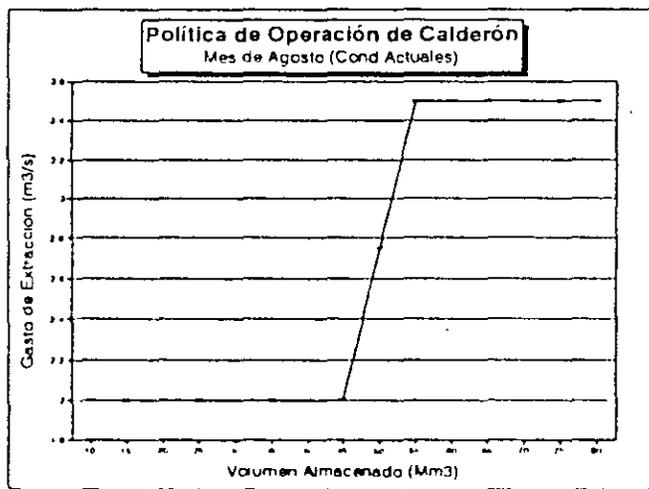
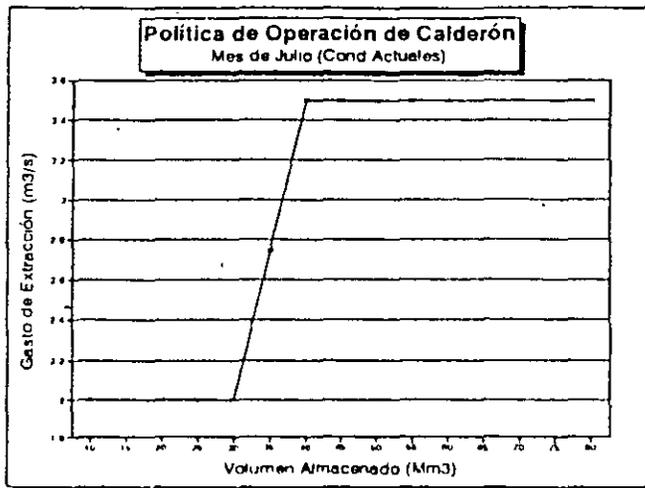


Figura N° 32.c

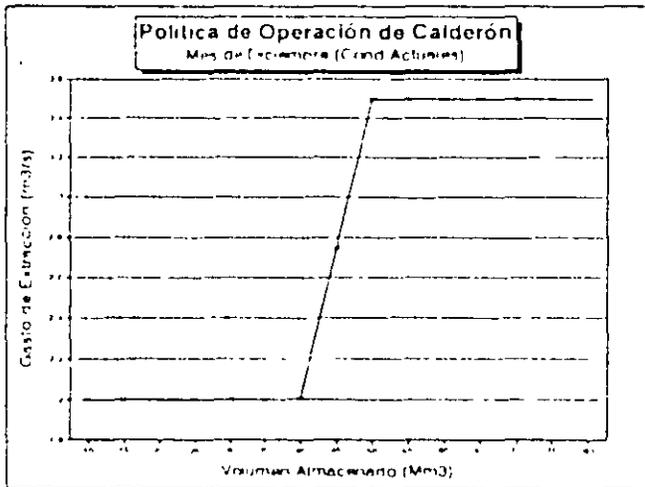
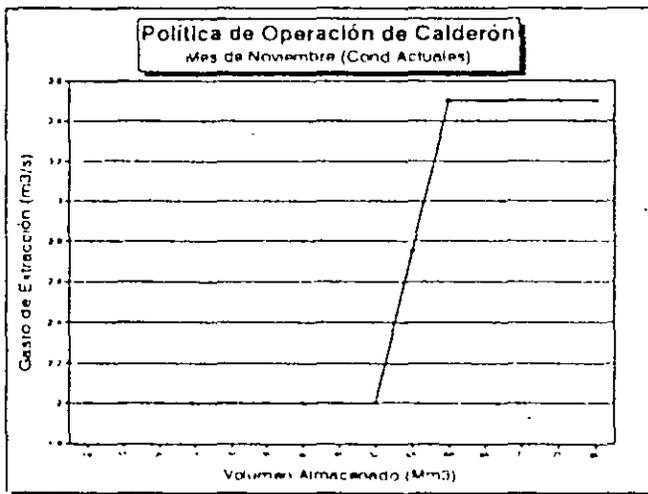
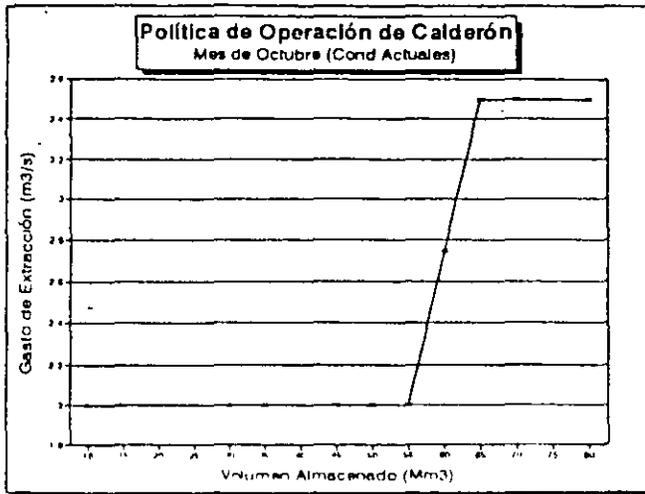


Figura N° 32.d

88

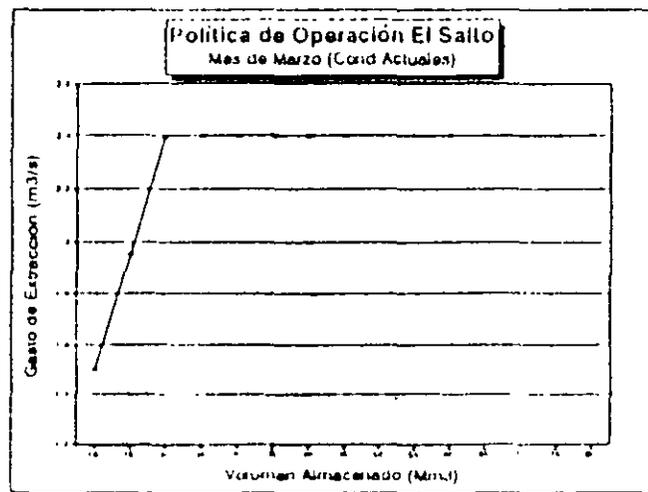
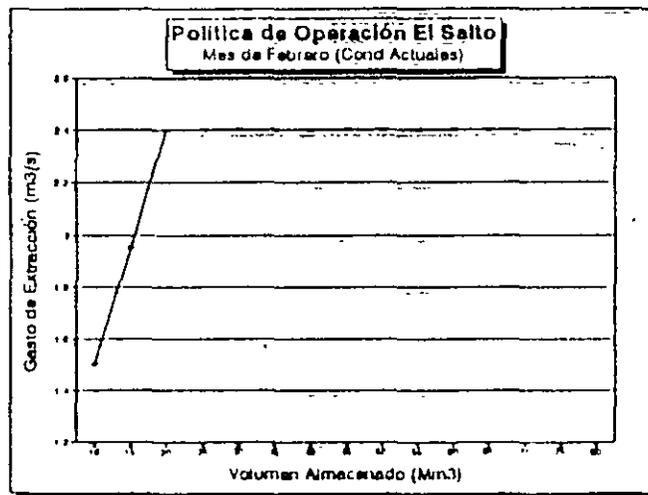
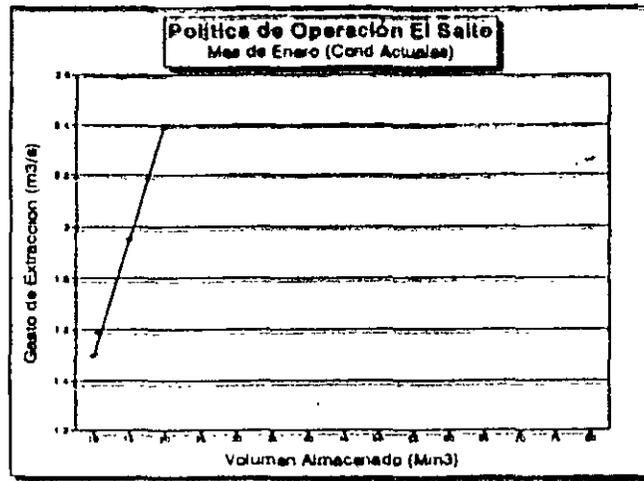


Figura N° 33.a

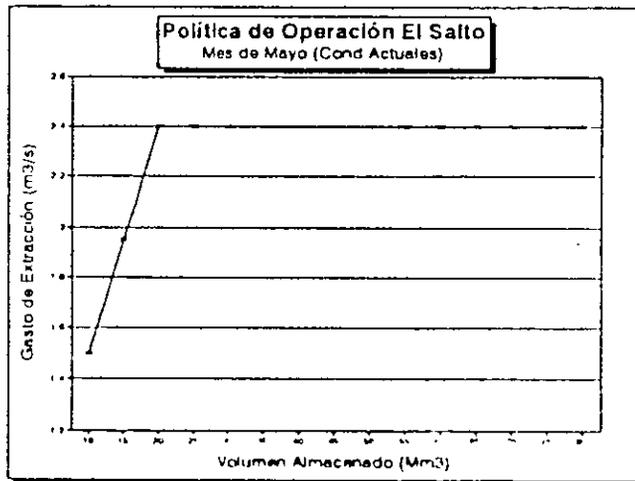


Figura N° 33.b

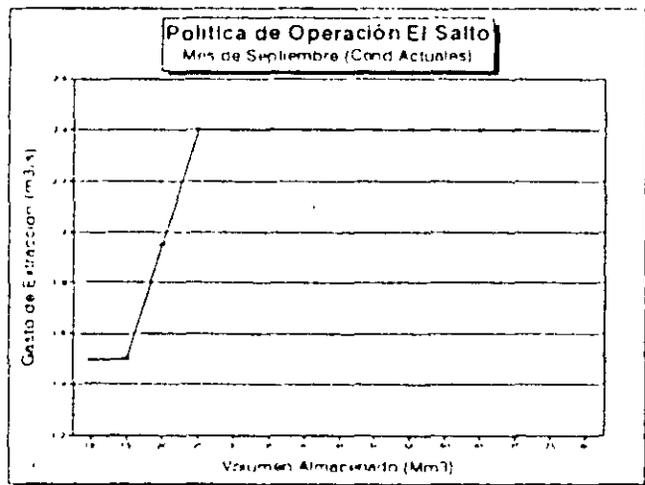


Figura N° 33.d

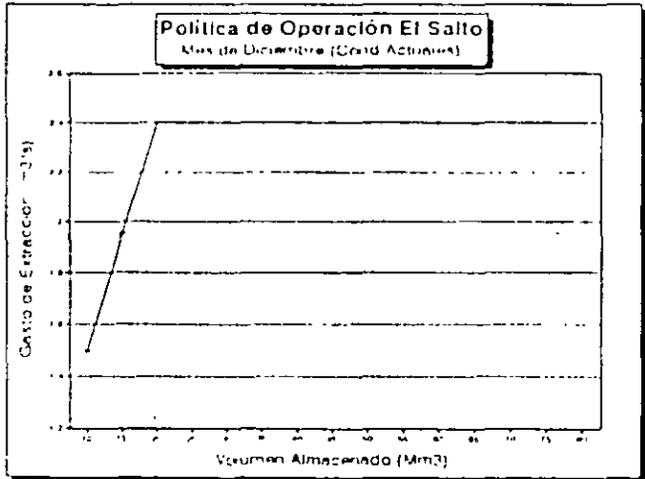
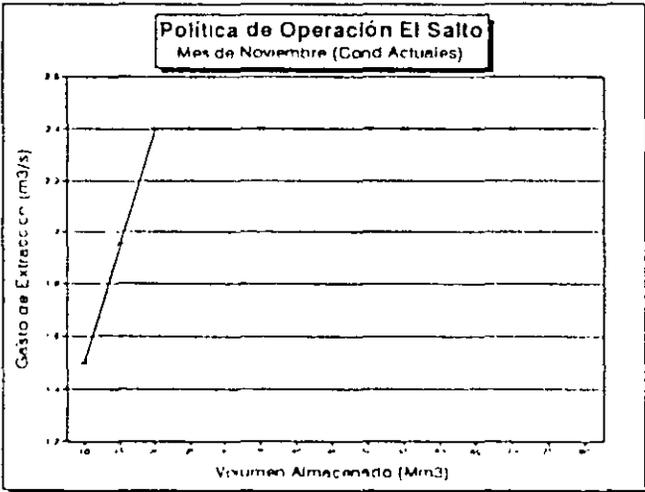
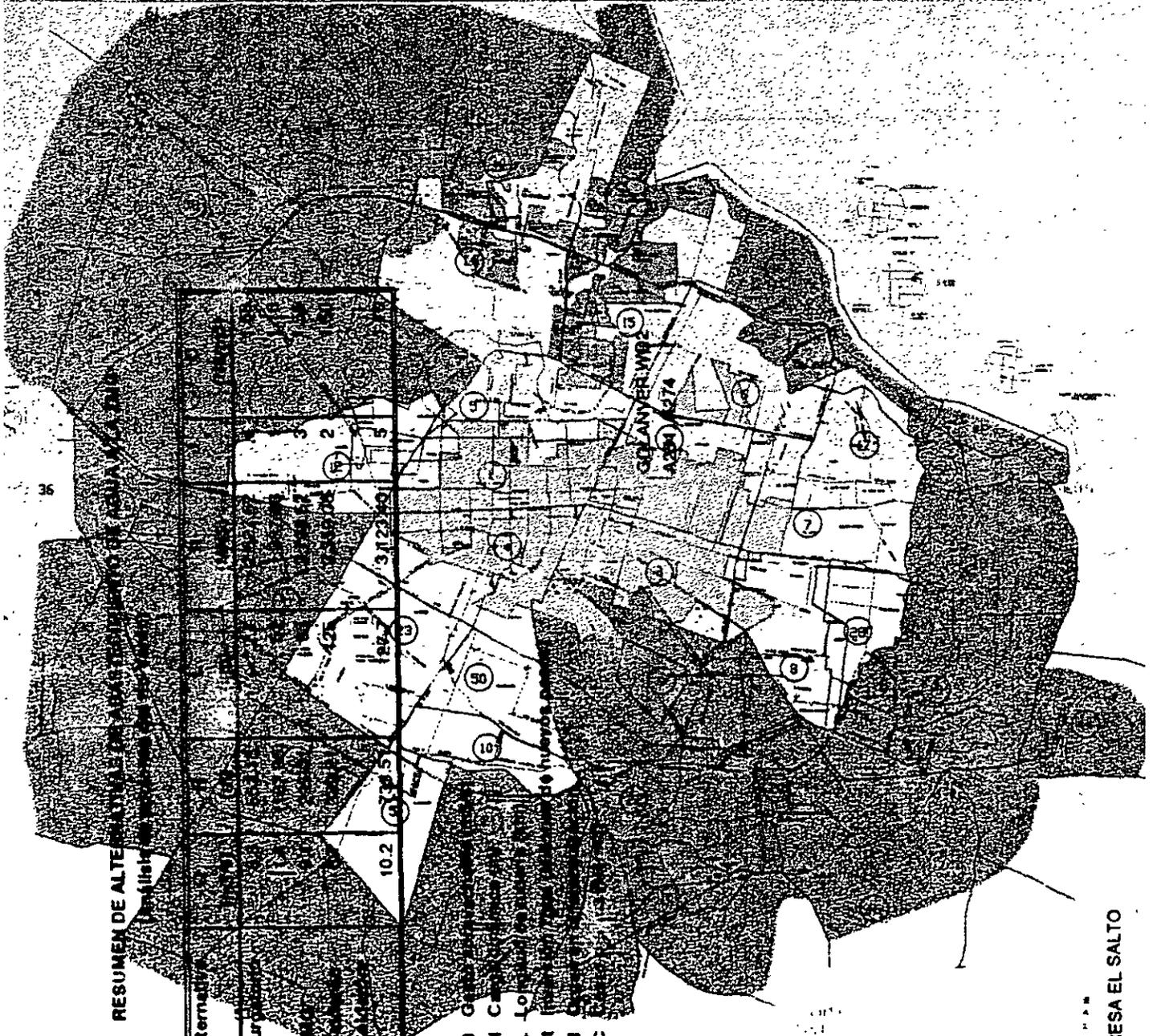


Figura N° 33.c



**PROGRAMA DE MEJORAMIENTO
DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
A LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA**



RESUMEN DE ALTERNATIVAS PARA EL SERVICIO DE AGUA POTABLE

No.	Descripción de la alternativa
1	La Zurda-El Salto-Purgatorio
2	El Salto-Calderón
3	Picachos-El Salto-Zurda
3.A	Picachos-El Salto-Calderón
4	Picachos-El Salto-Zurda
	Purgatorio

O
H
L
N
J
C

Figura N° 19

Red Primaria de Agua Potable (Proyecto 1995-2005)

DESCONTANDO EL COSTO DE LA PRESA EL SALTO

MODELO DE EVALUACION BENEFICIO/COSTO PARA LA SUSTITUCION DE TUBERIAS

Las soluciones factibles consisten en iniciar un macro-proyecto de sustitución de tuberías. Para ello se propone un modelo matemático que permitirá calcular la relación beneficio/costo, a fin de planificar razonablemente las diversas etapas y alcances del proyecto.

Para evaluar esta solución, el problema reside fundamentalmente en determinar la relación Beneficio/Costo que representaría la sustitución de tuberías en las zonas catastrales donde el índice de daños es más alto, debido a la combinación desfavorable que se produce por la edad de éstas con las fugas ocasionadas o agravadas por las deformaciones inducidas por el flujo de agua en el suelo que confina las tuberías. Este modelo permite definir los períodos óptimos de sustitución de tuberías, en procesos de rehabilitación de redes, desde el punto de vista económico y para las zonas catastrales en que está dividida la Zona Metropolitana de Guadalajara.

Considérese que la información correspondiente a diámetros y edades de tubería en la zona catastral k puede representarse mediante la matriz A , de elementos L_{ik} , donde los subíndices i y j representan, respectivamente, el diámetro y la edad, y el subíndice k la zona catastral analizada.

Por otra parte, se conoce el costo de sustitución (c_i) por cada metro de tubería en función de su diámetro, de tal manera que

Tabla 2. Costo de sustitución de tubería por metro de longitud	
Diámetro i	Costo N\$/m c_i
4	82.21
6	108.90
8	123.38
10	134.48
12	146.59
14	231.61
16	280.25
18	344.70
20	434.33
...	...
i	c_i

Considérese sustituir tuberías con una edad mayor que "T" años, entonces el costo total de sustitución en la zona catastral k (C_T^k) será:

$$C_T^k = \sum_{i=\sigma_{min}}^M \sum_{j=T}^N c_i L_{ijk} \quad (2)$$

En el caso del Sistema de Agua Potable el beneficio producido por esta sustitución estará dado por el volumen total de dotación recuperado (V_R^k), y puede calcularse para la zona catastral k de acuerdo con

$$V_R^k = \sum_{i=\sigma_{min}}^M \sum_{j=T}^N (p_i)_j^k L_{ijk} \cdot v_i \cdot n_i \cdot v_{t_i} \quad (3)$$

en donde:

- $(p_i)_j^k =$ Probabilidad de falla de la tubería con edad mayor que j años.
 $L_{ijk} =$ Longitud de tubo de diámetro i y edad j en la zona catastral k .
 $v_i =$ Volumen recuperable en la red por metro sustituido de tubería.
 $n_i =$ Número de tomas por metro de longitud de tubo sustituido.
 $v_{t_i} =$ Volumen recuperable en cada toma.

Para la probabilidad de falla, se puede utilizar una variación de la probabilidad de falla de tipo lineal, o preferentemente los valores de probabilidad recomendados en la **tabla IV.2**.

Edad de tubo (años)	Prob. de falla
5	0.03
10	0.06
15	0.13
20	0.21
25	0.27
30	0.32
40	0.35
50	0.40

El beneficio (B_T^k) expresado como costo (nuevos pesos) puede obtenerse multiplicando el valor

del volumen total recuperable (V_R^k) por el costo de producción por m^3 del sistema (c_p), lo cual puede expresarse para la zona catastral k de acuerdo con

$$B_o^k = c_p V_R^k \quad (4)$$

En adición, se debe contemplar el beneficio obtenido por el ahorro de costos del mantenimiento de las tuberías, el cual para el año de 1992 resultó en **N\$20.058/m**, que se añadirá al beneficio del volumen recuperado, el **ahorro de costos (A_c)** se obtiene como:

$$A_C^k = \sum_{i=d_{mn}}^M \sum_{j=T}^N (p_j)_j^k L_{ijk} (c_m + c_D)_k \quad (5)$$

en donde:

$A_C^k =$	Beneficio monetario por ahorro de costos en la zona catastral k .
$c_m =$	Costo unitario de mantenimiento de la tubería.
$c_D =$	Costo unitario por daños ocasionados en el sistema.
$(p_j)_j^k =$	Probabilidad de falla de la tubería con edad mayor que j años.
$L_{ijk} =$	Longitud de tubo de diámetro i y edad j , en la zona catastral k .

El beneficio global para la zona catastral k será entonces,

$$B_k = B_o^k - A_C^k \quad (6)$$

para el Sistema de Agua Potable ambos términos de la derecha son mayores que cero, mientras que para el Sistema de Alcantarillado B_k^k será cero.

Entonces, el valor de $j=T$ años para el cual deberá realizarse la sustitución, será aquel para el cual se obtenga una relación beneficio/costo mayor que la unidad ($B_k^k/C > 1$), de manera que entonces puede escribirse la expresión

$$B_k = \sum_{\sigma=1}^Q B_r^k \cdot 1 \cdot \Delta^{\sigma} \quad (7)$$

en donde Q es el horizonte de planeación y se sugiere sea igual o mayor que 20 años.

Zona Catastral	Años			Inversión Total
	1995	1996	1997	
46	78,975			78,975
12	1,407,510			1,407,510
36	604,890			604,890
5	411,138			411,138
1	1,393,470			1,393,470
11	1,606,410			1,606,410
9	3,003,390			3,003,390
29	805,545			805,545
26	920,205			920,205
13	1,095,705			1,095,705
23	3,021,525			3,021,525
7	1,203,345			1,203,345
17	1,396,980			1,396,980
16	753,315			753,315
30		142,740		142,740
50		153,270		153,270
28		1,545,570		1,545,570
51		81,425		81,425
44		292,500		292,500
10		3,030,885		3,030,885
8		975,195		975,195
2		1,105,065		1,105,065
6		2,526,617		2,526,617
19			1,594,125	1,594,125
25			4,475,835	4,475,835
INVERSION (NS)	17,702,403	9,833,267	6,069,960	33,605,630
GASTO POR RECUPERAR (1%)	1,424.7	509.2	240.8	2,174.7
TOMAS A REHABILITAR	30,261	16,809	16,376	67,446

TABLA 2. INVERSIONES EN REHABILITACION DE TOMAS
DOMICILIARIAS

16

ZONA CATASTRAL	TOMAS POR REHABILITAR	COSTO DE REPARACION N°	IMPORTE ACUMULADO N°	GASTO DE FUGA EN TOMA	GASTO RECUPERABLE ACUMULADO	IMPORTE N°/m	VOLUMEN RECUPERADO (m3)	COSTO POR m3 (N°/m3)
46	135	76,975	78,975	15.2	15.2	5,199	2,706,637	0.029
12	2,406	1,407,510	1,486,485	173.3	188.5	8,122	30,877,754	0.046
36	1,034	604,890	2,091,375	63.1	251.6	9,579	11,251,519	0.054
5	703	411,136	2,502,513	39.9	291.6	10,297	7,114,568	0.058
1	2,382	1,393,470	3,695,983	128.1	419.7	10,878	22,825,554	0.061
11	2,746	1,606,410	5,502,393	131.3	550.9	12,236	23,392,896	0.069
9	5,134	3,003,390	8,505,783	232.8	763.7	12,903	41,475,669	0.072
29	1,377	805,545	9,311,328	62.1	645.6	12,978	11,059,613	0.073
26	1,573	920,205	10,231,533	66.1	913.9	13,507	12,139,239	0.076
13	1,673	1,095,706	11,327,238	78.0	991.9	14,042	13,903,988	0.079
23	5,165	3,021,525	14,348,763	210.8	1,202.7	14,334	37,561,489	0.080
7	2,057	1,203,345	15,552,108	81.8	1,264.5	14,711	14,575,568	0.083
17	2,368	1,396,960	16,949,088	91.2	1,375.7	15,318	16,250,512	0.086
16	1,288	753,315	17,702,403	49.0	1,424.7	15,384	8,725,384	0.086
30	244	142,740	17,845,143	9.0	1,433.7	15,860	1,603,660	0.089
50	262	153,270	17,998,413	9.2	1,442.9	16,660	1,639,306	0.093
26	2,642	1,545,570	19,543,983	92.6	1,535.5	16,691	16,499,971	0.094
51	105	61,425	19,605,408	3.4	1,538.9	18,066	605,830	0.101
44	500	292,500	19,897,908	15.1	1,554.0	19,371	2,690,600	0.109
10	5,181	3,030,885	22,928,793	155.6	1,709.6	19,479	27,725,653	0.109
8	1,667	975,195	23,903,988	49.7	1,759.3	19,618	6,856,311	0.110
2	1,669	1,105,065	25,009,053	54.5	1,813.8	20,276	9,711,106	0.114
6	4,319	2,526,617	27,535,670	120.0	1,933.9	21,048	21,389,379	0.118
19	2,725	1,594,125	29,129,795	75.7	2,009.8	21,058	13,488,637	0.118
25	7,651	4,475,835	33,605,630	165.1	2,174.7	27,110	29,418,415	0.152
37	593	346,905	33,952,535	10.1	2,184.8	34,347	1,799,673	0.193
20	2,377	1,390,545	35,343,060	39.3	2,224.1	35,383	7,002,688	0.199
22	1,901	1,112,085	36,455,165	30.8	2,254.9	36,107	5,488,111	0.203
4	3,337	1,952,145	38,407,310	50.4	2,305.2	38,768	8,972,528	0.218
24	5,838	3,415,230	41,822,540	85.0	2,390.2	40,179	15,145,762	0.225
21	2,025	1,184,625	43,007,165	27.1	2,417.3	43,713	4,828,825	0.245
27	1,040	606,400	43,615,565	12.4	2,429.7	49,065	2,209,499	0.275
14	3,526	2,062,484	45,678,049	41.7	2,471.4	49,415	7,437,104	0.277
3	4,622	2,703,870	48,381,919	52.7	2,524.1	51,307	9,390,372	0.288
39	2,731	1,597,635	49,979,554	11.7	2,535.8	136,550	2,084,770	0.766
52	903	526,255	50,507,809	2.6	2,538.4	203,175	463,262	1.140
SUMA	66,336	60,907,696		2,536.4		19,697		

TABLA 1. EVALUACION ECONOMICA DE LA RECUPERACION DE PERDIDAS EN TOMAS

Nota: Costo toma N° 596

Factor Valor Presente

5.65

TABLA 3. EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO DE REHABILITACION DE TUBERIAS
PROYECTO DE 20 COLONIAS EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL ACUAFERCO

COLONIA	EDAD DE TUBERIA (años)	LONGITUD DE RED (km)	PROBABLE GASTO DE RECUPERACION (l/m)	TOMAS EN LA COLONIA	COSTO DE REHABILITACION TOMAS NS	COSTO DE ADECUACION DEL SISTEMA NS	COSTO TOTAL (1) NS	VOLUMEN RECUPERADO (m ³)	BENEFICIO NS anual	BENEFICIO ACTUALIZADO NS (2)	AHORRO DE COSTOS NS (3)	AHORRO DE COSTOS AC NS	BENEFICIOS TOTALES	B/C
AUTOCINEMA	16													
STA. ELENA DE LA CRUZ	26	21.36	20.88	2,742	208,500	888,180	1,548,281	852,184	882,184	5,456,883	428,781	3,586,818	8,042,780	5.85
RANCHO NUEVO	9	28.30	22.28	2,851	737,750	985,800	2,477,318	701,891	701,891	6,872,702	527,587	4,413,874	10,288,377	4.15
JARDINES ALCALDE	25	20.31	20.28	2,688	872,250	2,771,714	4,850,698	638,650	638,650	6,350,332	407,278	3,407,203	8,757,536	1.77
VICTOR HUGO	15	5.78	4.82	883	184,500	1,288,128	2,080,840	155,157	155,157	1,288,010	118,058	970,888	2,288,907	1.10
SANTA CECILIA	18	28.33	25.85	6,548	1,518,250	2,872,713	6,307,887	818,521	818,521	6,822,488	588,285	4,753,975	11,578,441	1.84
LOMAS PARAISO	32	23.52	12.08	1,788	872,250	1,888,881	3,860,015	380,855	380,855	3,188,854	471,785	3,946,851	7,133,835	1.95
HUENTITAN EL BAJO	28	23.72	4.18	1,772	108,000	857,887	1,388,808	131,180	131,180	1,087,504	475,777	3,980,244	5,077,748	3.68
GUADALUPANA	25	12.98	4.87	2,078	81,000	831,084	1,454,871	153,580	153,580	1,284,818	280,884	2,180,073	3,464,881	2.38
STA. ELENA ALCALDE	24	20.00	10.57	1,402	350,500	780,858	1,840,704	333,336	333,336	2,783,911	401,181	3,358,023	6,144,814	3.75
INDEPENDENCIA PONIENTE	5-10	3.73	4.80	1,703	150,750	821,253	1,108,754	145,085	145,085	1,213,588	74,817	825,888	1,830,483	1.88
CONSTITUCION	15	12.48	4.03	3,418	281,888	185,877	843,777	127,080	127,080	1,083,207	248,823	2,080,883	3,153,171	4.80
LA PALMITA	15	4.37	2.40	2,048	150,300	78,823	328,384	75,888	75,888	633,178	87,583	732,452	1,385,828	4.15
TABACHINES	15	8.85	5.23	2,842	118,880	188,808	443,888	188,488	188,488	1,843,818	173,442	1,450,977	3,084,585	8.97
DIVISION DEL NORTE	10	1.41	0.35	148	8,705	17,858	35,708	11,038	11,038	82,338	28,302	236,787	328,108	8.32
AUDITORIO	10	8.78	4.38	1,858	83,700	325,832	888,845	138,128	138,128	1,155,545	138,214	1,138,538	2,285,888	3.88
BALCONES DE LA CANTERA	10	5.87	2.18	918	41,400	472,588	738,858	88,118	88,118	588,858	117,821	885,884	1,588,522	2.11
LA EXPERIENCIA, BENITO JUAREZ E INDIGENA DE MEZOLITA	10	28.81	11.50	3,382	203,488	248,825	850,173	385,187	385,187	3,055,072	588,818	5,018,785	8,073,837	12.42
TOTAL		295.52	181.41	38,748	5,518,882	15,383,300	30,018,886	5,080,228	3,983,444	42,583,883	5,128,152	42,875,882	85,458,375	2.88

EVEREH WO1

(1) INCLUYE IMPUESTOS Y UTILIDA 25% Y 15% RESPECTIVAMENTE
 (2) COSTO DEL AGUA= FACTURACION PROMEDIO USO DOMESTICO
 NS/m³ 1.00
 HORIZONTE DE PLANEACION 20 AÑOS TASA DE DESCUENTO= 12%
 (3) COSTOS DE MANTENIMIENTO POR KM DE RE 20.088 NS/KM

bb

LONGITUDES DE TUBERIA POR DIAMETROS Y EDADES
 COLONIA PROY. DE REHAB. DE 20 COLONIAS EN LA ZMG

Diámetro (in)	Edad de la tubería (años)					SUMA
	5	10	15	20	25	
3		165	7 500		8 973	15 138
4	35 492	35 434	21 787		83 374	175 247
6	4 722	4 955	8 400		14 658	32 733
8	1 673	2 347	1 779		8 448	14 397
10	110		321		4 084	4 517
12	1 154				1 655	2 609
14					609	609
16						0
18						0
20						0
SUMA	44 513	44 071	40 097	0	120 019	245 690

Volumenes Recuperados	Beneficios esperados				
	Edades de la Tubería (años)				
	5	10	15	20	25
Redes	681 581	646 109	575 670	479 564	479 564
Tomas	3 601 578	3 413 635	3 041 463	2 533 717	2 533 717
Vr	4 283 259	4 059 744	3 617 133	3 013 281	3 013 281
R	1 858 034	1 761 926	1 569 644	1 307 764	1 307 764
Ac	3 421 939	3 243 371	2 869 780	2 407 341	2 407 341
Ba	44 178 607	41 873 218	37 308 223	31 079 741	31 079 741
Ba CT	1 98	2 28	2 57	2 83	2 83

pf	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
i	0.12				
vn	0.03397	lit			
vr	0.00013	l.m			
nl	0.15640	tomas/m			
cp	0.43	N\$/m3	cm	20.058	N\$/m
ph	12.60%				

BENEFICIOS ESPERADOS
 COLONIA PROY. DE REHAB. DE 20 COLONIAS EN LA ZMG

Diámetro (in)	Costo Sustitución (N\$/m)
3	74.08
4	82.21
6	108.90
8	123.38
10	134.48
12	148.59
14	231.61
16	280.25
18	344.70
20	434.33

SUSTITUCION Y ADECUACION
 TUBERIAS PROPUESTAS

Diámetro	Longitud
3	
4	71 859
6	18 445
8	7 666
10	1 369
12	1 010
14	
16	
18	
20	
SUMA	101,349

EVALUACION ECONOMICA DE LA SUSTITUCION DE TUBERIAS

Diámetro (in)	Costo de Sustitución de tubería mayor de 15 años				
	5	10	15	20	25
3	1,121,167	1,121,167	1,094,134	518,442	518,442
4	14,853,690	11,638,059	8,646,286	8,854,177	8,854,177
6	3,564,624	3,050,398	2,510,798	1,598,038	1,598,038
8	1,776,302	1,551,380	1,261,607	1,042,314	1,042,314
10	610,155	592,403	592,403	549,233	549,233
12	411,785	242,603	242,603	242,603	242,603
14	192,004	192,004	192,004	192,004	192,004
16	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0
CT	22,329,702	18,368,013	14,539,034	10,992,611	10,992,611

COSTOS DE SUSTITUCION DE TUBERIAS.
 COLONIA PROY. DE REHAB. DE 20 COLONIAS EN LA ZMG

TOMAS	38,695
POBLACION	
ACTUAL	199,491
PROYECTO	309,635
INVERSION	8,507

Nota: La inversión en miles de
 US\$, incluye las modificaciones
 al sistema

ZONA	% de Ingresos en el Lugar	Cuanto de Ingresos	Cuanto en Ingresos	Cuanto de Ingresos en el Lugar	Cuanto de Ingresos Total
16	18.3%	8.80880	168.4	37.4	175.8
06	12.0%	0.02883	126.9	23.3	150.2
26	18.3%	0.02884	86.5	26.9	113.4
17	8.0%	0.02818	64.8	22.3	87.1
18	21.0%	0.02776	73.8	18.9	92.7
07	8.3%	0.02877	78.3	18.8	97.1
16	14.3%	0.04146	68.8	18.1	86.9
06	8.0%	0.02882	46.0	12.1	58.0
20	26.0%	0.01862	26.8	10.4	37.2
41	12.3%	0.07891	27.4	8.8	36.2
22	26.7%	0.01819	24.1	8.9	33.0
21	11.0%	0.02700	22.2	8.8	31.0
46	11.1%	0.01328	28.4	8.7	37.1
44	10.0%	0.11274	12.8	3.8	16.6
40	12.3%	0.02823	8.4	2.8	11.2
20	16.7%	0.01708	8.4	2.8	11.2
51	18.7%	0.02220	8.8	1.8	10.6
52	12.0%	0.02283	2.8	0.8	3.6
46			8.8	0.9	9.7
26					
18					
SUBTOTAL			241.8	247.8	1,188.2
Bandas					
06	18.3%	0.04634	218.6	23.8	242.4
23	18.1%	0.04081	162.1	26.3	188.4
23	28.0%	0.02136	164.3	26.7	191.0
15	11.3%	0.08708	126.1	18.8	144.9
01	11.0%	0.08377	118.8	18.1	136.9
24	27.0%	0.01466	82.8	12.7	95.5
06	8.7%	0.08288	68.7	10.0	78.7
23	8.3%	0.04407	87.9	8.8	96.8
26	8.0%	0.08108	87.8	8.8	96.6
14	16.3%	0.01281	86.7	8.8	95.5
02	7.3%	0.02887	84.1	7.8	91.9
00	18.0%	0.01146	46.8	7.4	54.2
04	18.0%	0.01888	46.4	7.1	53.5
40	18.0%	0.04882	42.2	8.4	50.6
26	28.0%	0.04428	11.1	1.7	12.8
SUBTOTAL			1,248.1	208.3	1,456.4
Fraccionados					
12	17.0%	0.07882	168.4	86.8	255.2
11	21.0%	0.04781	128.1	44.8	172.9
13	20.0%	0.04187	71.8	26.1	97.9
26	18.7%	0.04288	87.8	24.7	112.5
27	18.7%	0.01184	11.8	4.2	16.0
SUBTOTAL			423.3	182.1	605.4
otros de Ingresos					
06			8.0		8.0
21			8.0		8.0
22			8.0		8.0
23			8.0		8.0
24			8.0		8.0
26			8.0		8.0
27			8.0		8.0
43			8.0		8.0
47			8.0		8.0
48			8.0		8.0
53			8.0		8.0
56			8.0		8.0
60			8.0		8.0
61			8.0		8.0
63			8.0		8.0
PUNTAS SALTO			8.8		8.8
SUBTOTAL					8.8
TOTAL			2,171	811	2,982

Tabla 8. Estimación de Ingresos por zona censal

ZONA CATASTRAL	Superficie (ha)	Hab/VH.	Unidad de SALPA Jul 88 a/med	Unidad de SALPA Jul 88 a/med	Total	Población 1988	% Cubierto	Superf. Utilizada	Densidad 1988	Edad de Tuberia	% de loma con fuga	Usado de fuga/loma	Unidad de fuga en loma	Unidad de fuga en red	Unidad de fuga total
Popular															
06	1,186	4.90	3,840	31,186	37,026	186,123	95%	1,108	167.12	35	12.0%	0.02863	126.9	33.3	160
07	1,068	4.90	5,388	26,186	30,584	172,004	97%	920	166.93	18-30	6.2%	0.02877	75.3	16.8	96
08	1,048	4.88	3,621	18,584	22,206	111,023	77%	804	136.02	10-18	6.9%	0.02862	46.0	12.1	58
10	728	5.84	3,679	20,788	24,468	181,781	98%	688	226.18	16	18.2%	0.03003	142.4	37.4	179
16	2,388	5.83	3,294	6,314	11,608	66,389	27%	688	163.32	10	14.3%	0.04148	66.6	18.1	86
17	883	5.67	4,025	21,886	26,720	162,038	97%	637	183.67	20	6.9%	0.02816	64.6	22.3	107
18	818	5.82	1	0	1	30,153	38%	384	147.47						
19	1,146	4.98	4,382	8,278	12,630	66,782	38%	438	166.10	10-18	21.8%	0.02778	75.6	18.9	96
20	2,388	5.88	4,483	7,208	11,671	71,971	38%	618	116.20	5	28.8%	0.01862	36.8	10.4	48
21	1,338	4.98	3,038	13,088	16,136	103,734	52%	688	146.97	10	11.8%	0.01338	25.4	6.7	32
22	2,388	5.41	2,988	6,291	7,887	47,882	23%	621	90.94	20	26.7%	0.01618	34.1	6.9	43
28	1,441	5.83	3,788	11,673	15,461	67,047	88%	780	168.82	18	18.2%	0.03884	66.6	26.9	124
30	2,441	5.86	2,338	1,888	3,387	38,112	20%	688	78.06	8-10	28.7%	0.037	28.2	6.6	40
36	1,141		0	1	1	0	0%	0	0.00						
37	871	5.82	744	2,983	3,388	60,836	32%	311	186.73	10-20	16.7%	0.01788	6.4	2.6	11
41	1,332	5.44	1,888	2,801	3,888	62,002	23%	388	137.13	18	13.3%	0.07881	37.4	6.8	47
44	1,387	5.47	1,842	2,988	4,840	38,836	23%	388	94.61	10-20	18.8%	0.02888	13.8	3.6	17
46	1,288	5.88	72	74	148	12,832	9%	117	108.08				0.0	0.0	0
48	2,632	5.88	363	788	1,151	34,377	8%	182	160.70	8-10	11.1%	0.11274	13.8	3.6	17
80	888	5.89	882	1,434	2,322	38,382	40%	341	146.88	8-25	13.3%	0.03633	6.4	2.6	11
81	927	5.82	488	827	1,315	40,560	30%	278	165.78	8-10	18.7%	0.03023	6.8	1.8	7
82	781	5.37	2,000	4,447	6,448	34,886	38%	293	118.07	10	12.8%	0.00283	2.6	0.6	3
SUBTOTAL	29,418	5.32	83,326	187,787	241,081	*****		10,732	146.28				841.6	247.5	1,189
Media															
01	923	4.88	3,480	16,781	19,201	80,846	98%	887	90.87	80	11.8%	0.06377	118.8	18.1	136
02	988	4.88	3,887	18,211	22,146	130,788	90%	672	146.93	20-30	7.8%	0.02887	80.1	7.8	87
03	1,072	4.91	4,788	18,078	22,838	122,041	98%	1,019	118.79	80-90	18.0%	0.0114	46.8	7.4	54
04	1,338	4.88	4,983	18,863	23,846	88,879	98%	1,288	66.47	28-88	15.8%	0.01808	66.4	7.1	53
06	638	4.88	3,888	14,384	18,282	83,847	87%	728	128.46	28-30	8.7%	0.06288	66.7	10.0	75
09	2,181	4.89	5,487	21,872	28,479	136,337	70%	1,512	88.48	28-38	18.3%	0.04834	218.8	33.6	253
14	1,133	4.88	3,834	20,141	27,384	138,863	78%	884	156.20	18	16.3%	0.01281	86.7	6.6	64
15	803	4.88	3,041	18,841	19,882	86,820	88%	714	133.70	8-10	11.3%	0.06798	138.1	16.6	147
23	1,238	4.87	5,833	20,073	26,008	121,344	88%	1,066	113.88	18-30	18.1%	0.04081	182.1	28.3	221
24	3,034	4.72	3,634	17,419	21,283	109,338	40%	1,214	82.68	8-10	27.0%	0.01458	83.8	12.7	96
25	1,327	4.22	6,124	17,810	26,934	113,880	78%	1,046	106.43	20	28.0%	0.02188	186.3	26.7	193
29	843	5.23	2,787	11,088	13,838	81,877	48%	462	180.87	20-25	8.3%	0.04687	57.8	6.8	66
38	1,388	5.37	2,371	8,702	11,074	74,331	38%	688	182.88	20	6.6%	0.06108	57.8	6.8	66
39	1,883	4.20	2,466	7,888	10,323	84,186	38%	868	180.88	8-10	23.8%	0.00428	11.1	1.7	12
40	677	5.28	3,171	7,142	10,213	80,181	48%	384	152.32	10	10.0%	0.04882	42.2	6.4	48
SUBTOTAL	18,636	4.88	66,824	231,322	297,846	*****		13,103	118.06				1,346.1	205.3	1,581
Residencial															
11	1,884	4.88	4,389	7,410	11,809	83,088	48%	474	111.80	18-30	21.6%	0.04781	122.1	44.8	166
12	1,888	4.88	5,002	7,723	12,738	50,828	58%	546	83.19	10-40	17.8%	0.07202	180.4	56.5	218
13	988	4.24	2,621	3,102	3,723	28,978	32%	310	88.88	20	30.0%	0.04187	71.3	28.1	97
26	884	4.28	3,725	5,862	8,267	41,211	48%	407	101.35	20	16.7%	0.04332	67.8	24.7	92
27	1,847	4.26	2,838	2,821	5,781	24,428	28%	308	78.86	10-20	16.7%	0.01184	11.6	4.2	15
SUBTOTAL	6,884	4.18	18,687	28,720	45,907	188,630		2,047	98.06				433.3	158.1	581
Fuera de loma															
89		5.28	477	417	894	4,880	100%	0	0.00				0.0	0.0	0
91	1,338	5.48	0	0	0	12,388	38%	372	33.33				0.0	0.0	0
92	1,384	5.67	0	0	0	6,672	48%	774	12.88				0.0	0.0	0
93	2,887	5.44	0	0	0	18,088	88%	1,888	11.81				0.0	0.0	0
94	3,781	5.28	843	62	988	80,888	48%	1,512	33.88				0.0	0.0	0
96	1,431	5.28	4,819	5,808	10,425	62,433	88%	718	87.27				0.0	0.0	0
92	1,383	5.48	382	1,374	1,758	23,308	28%	273	86.62				0.0	0.0	0
93	1,288	5.88	0	0	0	4,184	22%	308	13.84				0.0	0.0	0
97	2,112	5.88	148	4	180	10,848	88%	1,182	8.33				0.0	0.0	0
98	1,888	5.82	0	0	0	8,880	38%	330	18.84				0.0	0.0	0
99	2,884	5.28	0	0	0	3,800	18%	438	7.88				0.0	0.0	0
88	1,881	5.28	0	0	0	1,881	8%	0	0.00				0.0	0.0	0
89	978	5.28	0	0	0	2,936	8%	0	0.00				0.0	0.0	0
90	2,887	5.28	217	227	444	23,388	28%	401	58.04				0.0	0.0	0
91	1,728	5.28	0	0	0	18,088	28%	346	43.68				0.0	0.0	0
93	1,781	5.28	0	0	0	4,288	8%	0	0.00				0.0	0.0	0
PINTAS SALTO	1,200	5.80	0	0	0	33,388	48%	480	98.68				0.0	0.0	0
SUBTOTAL	28,180	5.27	8,734	7,870	14,624	298,463		6,486	33.08				0.0	0.0	0
TOTAL	83,778	4.98	144,291	453,878	688,168	*****		34,548	104.37				2,721	611	3,332

Tabla 8a. Datos básicos de lomas de agua potable



PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO A LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

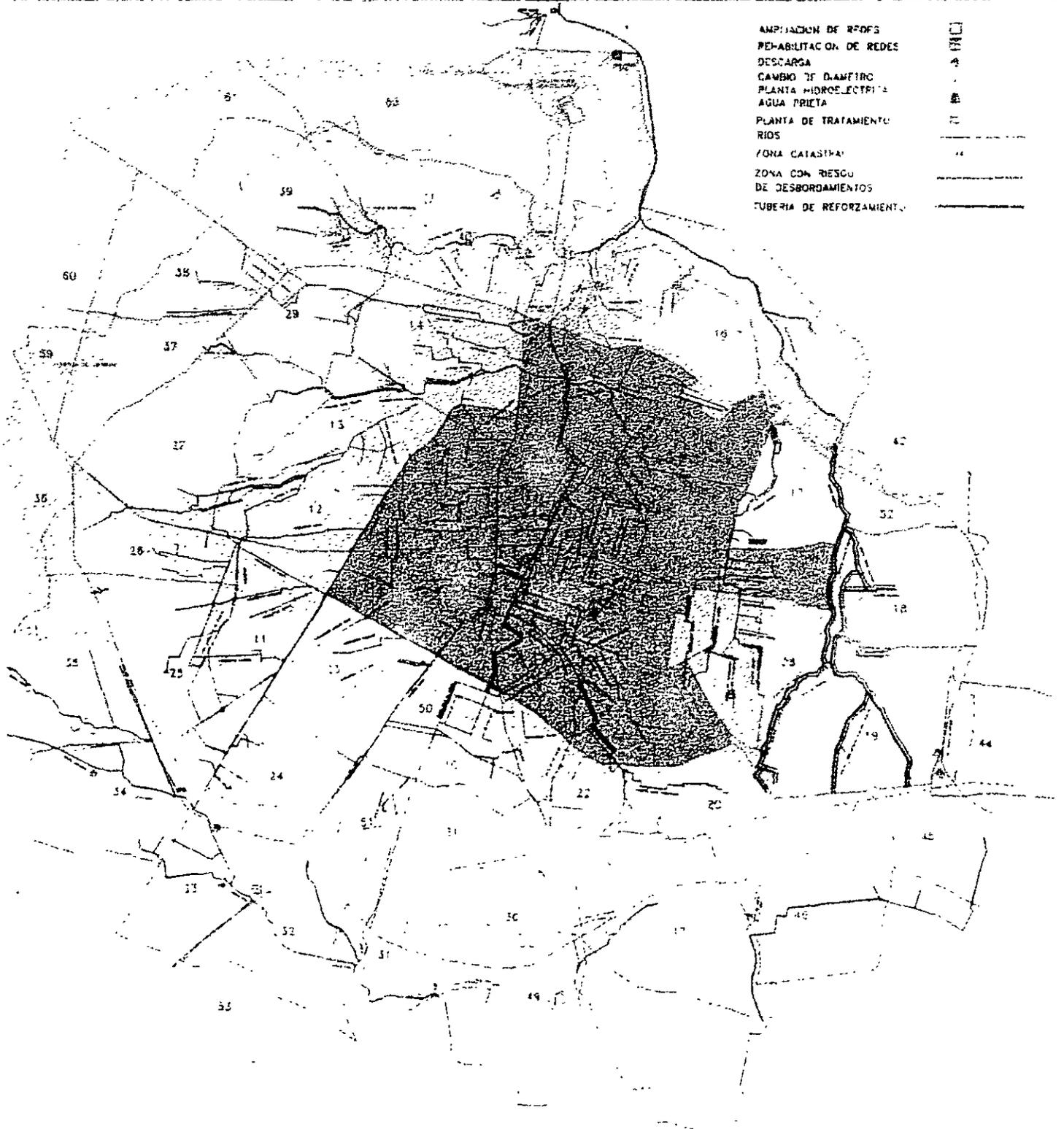


Figura N° 20
Red de Colectores y Subcolectores (Proyecto 1995-2005)

SISTEMA INTERMUNICIPAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

PROGRAMA DE OBRAS Y ACCIONES EN LAS TRES COMPONENTES

CONSOLIDACION	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
---------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

INFRAESTRUCTURA DE IMPACTO A CORTO PLAZO

PROGRAMA DE RECUPERACION DE CAUDALES	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1. REHABILITACION DE LA RED DE AGUA POTABLE										
2. REHABILITACION DE TOMAS										
2a. PROGRAMA DE INSTRUMENTACION DE DISTRITOS PITOMETRICOS										
2b. SECTORIZACION DE LA RED DE DISTRIBUCION										
3. REHABILITACION DE TANQUES										
4. PROGRAMA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO										
5. POLITICAS DE OPERACION DE LOS TANQUES DE REGULACION										
6. PROYECTO DE CATASTRO DE INSTALACIONES DE AGUA POTABLE										
7. ACTUALIZACION DEL ESTUDIO GEOHIDROLOGICO										
8. AUTOMATIZACION DEL ACUAFERICO										
9. REHABILITACION Y AMPLIACION DE LA P.P. 1										
10. REHABILITACION DE POZOS										
PROGRAMA DE PROTECCION A LA INFRAESTRUCTURA										
1. REHABILITACION DE LA RED DE ALCANTARILLADO Y DESCARGAS										
2. REFORZAMIENTO DEL SISTEMA DE COLECTORES										
3. PROGRAMA DE DESAZOLVE Y ADQUISICION DE EQUIPO										
4. PROGRAMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA Y ADQ. DE EQUIPO										
5. PROYECTO DE CATASTRO DE INSTALACIONES DE ALCANTARILLADO										
6. ESTUDIO DEL CONTROL DE LA CONTAMINACION INDUSTRIAL										

FORTALECIMIENTO EMPRESARIAL

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1. ACTUALIZACION DEL PADRON DE USUARIOS										
2. PROGRAMA DE RECUPERACION DE REZAGOS										
3. SISTEMA DE PLANEACION FINANCIERA										
4. MACROMEDICION										
5. MICROMEDICION										
5a. PROYECTO MASIVO DE INSTALACION DE MEDIDORES										
5b. ADECUACION DEL TALLER DE MEDIDORES										
6. REESTRUCTURACION Y ACTUALIZACION DEL ESQUEMA TARIFARIO										
7. PROGRAMA DEL USO EFICIENTE DEL AGUA										
8. FORTALECIMIENTO ADMINISTRATIVO										
9. PROGRAMA DE DESARROLLO Y CAPACITACION										
10. PROGRAMA DE EDUCACION AMBIENTAL										
11. EQUIPOS DE COMPUTO										
12. COMUNICACION SOCIAL										
13. INVESTIGACION										

104

SISTEMA INTERMUNICIPAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y AJ CANTARILLADO
DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

PROGRAMA DE INVERSIONES

CONTRIBUCION		INVERSION TOTAL	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
		(MILES DE \$61)											
INFRAESTRUCTURA DE IMPACTO A CORTO PLAZO													
PROGRAMA DE RECUPERACION DE LAS REDES													
1	REHABILITACION DE LA RED DE AGUA POTABLE	30,018	15,910	8,705	5,403								
2	REHABILITACION DE TUNELAS	83,860	31,825	18,095	12,730								
2a	PROGRAMA DE INSTRUMENTACION DE DISTRIBUCIONES PRINCIPALES	8,843											
2b	SECTORIZACION DE LA RED DE DISTRIBUCION	8,500											
3	REHABILITACION DE TANQUES	1,881	841	564	376								
4	PROGRAMA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO	1,925	1,925										
5	POLITICAS DE OPERACION DE LOS TANQUES DE REGULACION	1,500	1,500										
6	PROYECTO DE CATASTRO DE INSTALACIONES DE AGUA POTABLE	2,042	2,042										
7	ACTUALIZACION DEL ESTUDIO GEOGRAFICO	2,500	2,500										
8	AUTOMATIZACION DEL ACTUARIADO	4,198	1,250	834							1,250	834	
9	REHABILITACION Y OPERACION DE LA P.P. 1	5,535	5,535										
10	REHABILITACION DE PIZZOS	20,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	
PROGRAMA DE PROTECCION A LA INFRAESTRUCTURA													
1	REHABILITACION DE LA RED DE AJ CANTARILLADO Y EXHIBICIONES	140,000	28,000	28,000	28,000	28,000	28,000	28,000	28,000	28,000	28,000	28,000	
2	REFORZAMIENTO DEL SISTEMA DE COLECTORES	6,027	6,027										
3	PROGRAMA DE DESAJUSTOS Y ADJUSCION DE CUBIERTOS	15,178		7,589									
4	PROGRAMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA Y AEROSOL DE CUBIERTOS	14,225	14,225										
5	PROYECTO DE CATASTRO EN INSTALACIONES DE AJ CANTARILLADO	2,042	2,042										
6	ESTUDIO DEL CONTROL DE LA CONTAMINACION INDUSTRIAL	15,840	15,840										
FORTALECIMIENTO EMPRESARIAL													
1	ACTUALIZACION DEL PLAN DE OPERACIONES	8,492	8,492										
2	PROGRAMA DE RECUPERACION DE RECURSOS	1,800	1,800										
3	SISTEMA DE PLANEACION FINANCIERA	1,100	1,100										
4	MACROECONOMIA	12,178		12,178									
5	AMPLIACION	18,021		18,021									
5a	PROYECTO MAQUINA DE INSTALACION DE MEDIDORES	18,099											
5b	ADQUISICION DEL TALLER DE MEDIDORES	1,957											
6	REESTRUCTURACION Y ACTUALIZACION DEL ESQUEMA TARIFARIO	800		800									
7	PROGRAMA DEL USO EFICIENTE DEL AGUA	2,200		2,200									
8	FORTALECIMIENTO ADMINISTRATIVO	2,500		2,500									
9	PROGRAMA DE DESARROLLO Y CAPACITACION	11,135	1,135	1,135	1,135	1,135	1,135	1,135	1,135	1,135	1,135	1,135	
10	PROGRAMA DE EDUCACION AMBIENTAL	8,284	1,284	1,284	1,284	1,284	1,284	1,284	1,284	1,284	1,284	1,284	
11	EQUIPOS DE COMPUTO	20,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	
12	ELABORACION SOCIAL	15,000	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	
13	INVESTIGACION	21,000	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	
SUBTOTAL			451,725	168,783	109,771	58,908	36,400	37,155	10,400	10,400	9,125	11,850	11,223

105

MA DE

		REVERSIONE TOTAL (MILES DE \$)	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
1	M. SALIC	187,510									98,766	98,766
2	MA. SALIC	388				194	194					
3	CON. DE LA RE	277,500	20,133	20,133	20,134	37,760	87,860	87,860	87,860	37,760	18,876	18,876
4	AM. DE LA RE	434,848	23,192	23,192	23,192	43,486	73,272	78,272	78,272	43,486	21,742	21,742
5	AMPLIACION DE COLE	164,178	8,768	8,768	8,768	16,418	29,562	28,662	28,662	16,418	8,208	8,208
TOTAL		1,174,422	62,081	62,081	62,082	87,847	176,988	176,774	176,774	87,863	147,681	147,681
1	PT	232,088	116,046	89,627	48,418							
2	PT	298,564	119,277	89,568	59,711							
3	PT	11,196					3,369	2,238			3,369	2,238
4	PT	37,318					11,196	7,484			11,196	7,484
5	PT	201,524					60,467	40,306			60,467	40,306
6	PT N	68,298	34,148	20,489	13,869							
7	PT	56,917	27,868	16,776	11,183							
8	ADD	18,260					5,776	3,860			5,776	3,860
SUBTOTAL		924,143	327,428	195,467	130,971		80,786	63,867			80,786	63,867
		2,657,290	540,262	360,268	241,982	138,247	296,888	238,031	184,174	104,788	238,017	210,672

SISTEMA INTERMUNICIPAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

PROGRAMA DE OBRAS Y ACCIONES EN LAS TRES COMPONENTES

INFRAESTRUCTURA	1986	1987	1988	1989	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1 - SISTEMA SAN MARCOS										
2 - SISTEMA EL SALTO-CALDERA										
3 - AMPLIACION DE LA RED DE AGUA POTABLE										
4 - AMPLIACION DE LA RED DE ALCANTARILLADO										
5 - AMPLIACION DE COLECTORES										

SANEAMIENTO	1986	1987	1988	1989	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1 - F.F. SANTA MARIA TEOCUISTAPAN										
2 - F.F. AEROPUERTO										
3 - F.F. LOS GAVILANES										
4 - F.F. SAN NEEAS'AN										
5 - F.F. AHOQUAC										
6 - F.F. NUEVO MEXICO										
7 - F.F. TESISTAN										
8 - ADQUISICION DE TERRENCOS										

107

425		03/16/95	S.I.A.P.A.									
426		16:02	RELACIONES FINANCIERAS-PROYECCIONES									
427		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
428		REAL	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
431												
432	CAPITAL TRABAJO NETO	194759	173565	163845	166542	161002	145586	169914	200767	232899	275102	325953
433	PROMEDIO ACTIVO CORRIENTE	359282	275565	187100	183818	183211	174224	179807	208091	242092	281822	329203
434	PROMEDIO ACT.FIJO SERV.	3252673	3366605	3408791	3307502	3464392	3741116	3857000	3927364	4041452	4141758	4187177
435	TOT.INVERSION INMOVILIZ.	3611955	3642169	3595892	3491320	3647603	3915340	4036807	4135455	4283544	4423580	4516380
438												
439	INDICES DE SOLVENCIA:											
440	-----											
441	RELACION CORRIENTE	2.18	2.75	2.61	2.64	2.53	2.29	2.61	3.00	3.30	3.81	12.19
442	RELACION ACIDA	2.12	2.70	2.56	2.59	2.48	2.24	2.56	2.95	3.24	3.74	11.96
443	INDICE ENDEUDAMIENTO	0.26	0.46	0.42	0.37	0.33	0.29	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15
444												
445	% ING.NET.TOTAL/TOT.INGR.	51.92%	38.34%	44.79%	51.84%	54.51%	56.38%	59.74%	63.11%	62.88%	66.19%	69.40%
446												
447	COBERT.GTOS.FINANC.VECES	1.46	6.16	4.58	4.17	3.62	3.16	2.90	2.70	2.41	2.29	2.20
448	COBERT.SERV.DEUDA VECES	0.82	3.96	3.71	3.65	3.42	3.19	3.00	2.84	2.58	2.46	2.35
449												
450	% UTIL.NETA/TOT.INGRESOS	19.02%	38.55%	42.02%	47.31%	47.34%	46.27%	46.96%	47.73%	44.18%	44.80%	45.36%
451	% RELACION DE OPERACIONES	55.65%	73.99%	66.26%	57.79%	54.58%	52.34%	48.31%	44.26%	44.54%	40.57%	36.72%
452	% UT.NET/ACT.FIJ.SERV.NET	2.30%	4.57%	5.69%	7.73%	8.58%	8.95%	10.16%	11.75%	12.28%	14.12%	16.50%
453												
454	% UTILIDAD NET/PATRI.PROM	2.52%	5.06%	6.04%	7.44%	8.00%	8.31%	8.92%	9.57%	9.36%	10.01%	10.67%
455	PDO.PROMEDIO COBRO(DIAS)	289.02	146.00	127.75	109.50	91.25	73.00	73.00	73.00	73.00	73.00	73.00
456												
457	RENTABILIDAD FINANCIERA											
458	-----											
459	RENT.S/INV.INMOV CAP.TRAB	6.54%	5.04%	6.90%	9.63%	11.26%	12.51%	14.82%	17.70%	19.79%	23.44%	28.10%
460												
461	% AUMENTO (DISMINUCION)											
462	-----											
463	PRECIO:SOBRE AÑO ANTERIOR		0.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%
464	UNIDAD:SOBRE AÑO ANTERIOR		-2.87%	-5.27%	-13.66%	-18.51%	-25.81%	-32.51%	-19.78%	3.74%	3.76%	4.22%
465												
466	CONTRIBUCION A CONSTRUC.											
467	-----											
468												
469	GEN.INTERNA META	-52188	240448	286138	349138	399807	450541	516206	593153	637041	734506	848347
470												
471	% GEN.INT./CONSTRUCCION	-83.64%	280.62%	54.31%	100.43%	176.21%	165.19%	156.01%	225.42%	268.19%	401.36%	815.73%
472												

103

3.a Créditos aficorcados

Durante años anteriores, la recurrencia a los esquemas de amortización de pagos crecientes con valor presente neto de la amortización constante, en períodos de inflación o devaluación han ayudado significativamente a las instituciones a cubrir su servicio de la deuda.

En los inicios del Programa Nacional de Agua Potable y Alcantarillado, la Comisión Nacional del Agua, a través de la Subdirección General de Infraestructura Hidráulica Urbana e Industrial había estudiado conjuntamente con BANOBRAS, la ventaja de emplear estos esquemas de amortización en Organismos Operadores, dado que la curva de amortización de este tipo de créditos se asemeja a la venta de agua que realiza una institución de este tipo, al cubrir la demanda de un mayor número de usuarios.

Este esquema puede traducirse para condiciones de tasas de interés variables de un año a otro en el período analizado, a las siguientes expresiones de cálculo:

En primer término, la amortización del año x , vendría dada por la siguiente expresión:

$$A_x = \frac{P}{n} (1+i_1)(1+i_2) \dots (1+i_x)$$

en donde:

- A_x es el valor de la amortización en el año x
- P es el monto total del crédito
- n es el plazo de amortización del crédito
- i_x es la tasa de interés en el año x , la cual puede ser variable para cada año.
- x es el año en que se quiere calcular la amortización dentro del plazo de amortización del crédito.

el valor presente de la amortización A_x estaría dado por:

$$VP(A_x) = \frac{\frac{P}{n} (1+i_1)(1+i_2) \dots (1+i_x)}{(1+i_1)(1+i_2) \dots (1+i_x)} = \frac{P}{n}$$

en donde:

- $VP(A_x)$ representa el valor presente de la amortización A_x , y el resto de los términos ya están definidos.

Para este esquema de amortización, entonces se tendrá que el valor del saldo del crédito al final del período, considerando las amortizaciones realizadas estará dado por:

$$S_x = \left(P - \frac{xP}{n} \right) (1+i_1) (1+i_2) \dots (1+i_x)$$

los intereses devengados en el período estarán calculados por:

$$I_x = S_{(x-1)} i_x$$

en donde:

- I_x intereses devengados en el año x
- $S_{(x-1)}$ saldo del crédito en el año $(x-1)$
- i_x tasa de interés en el año x

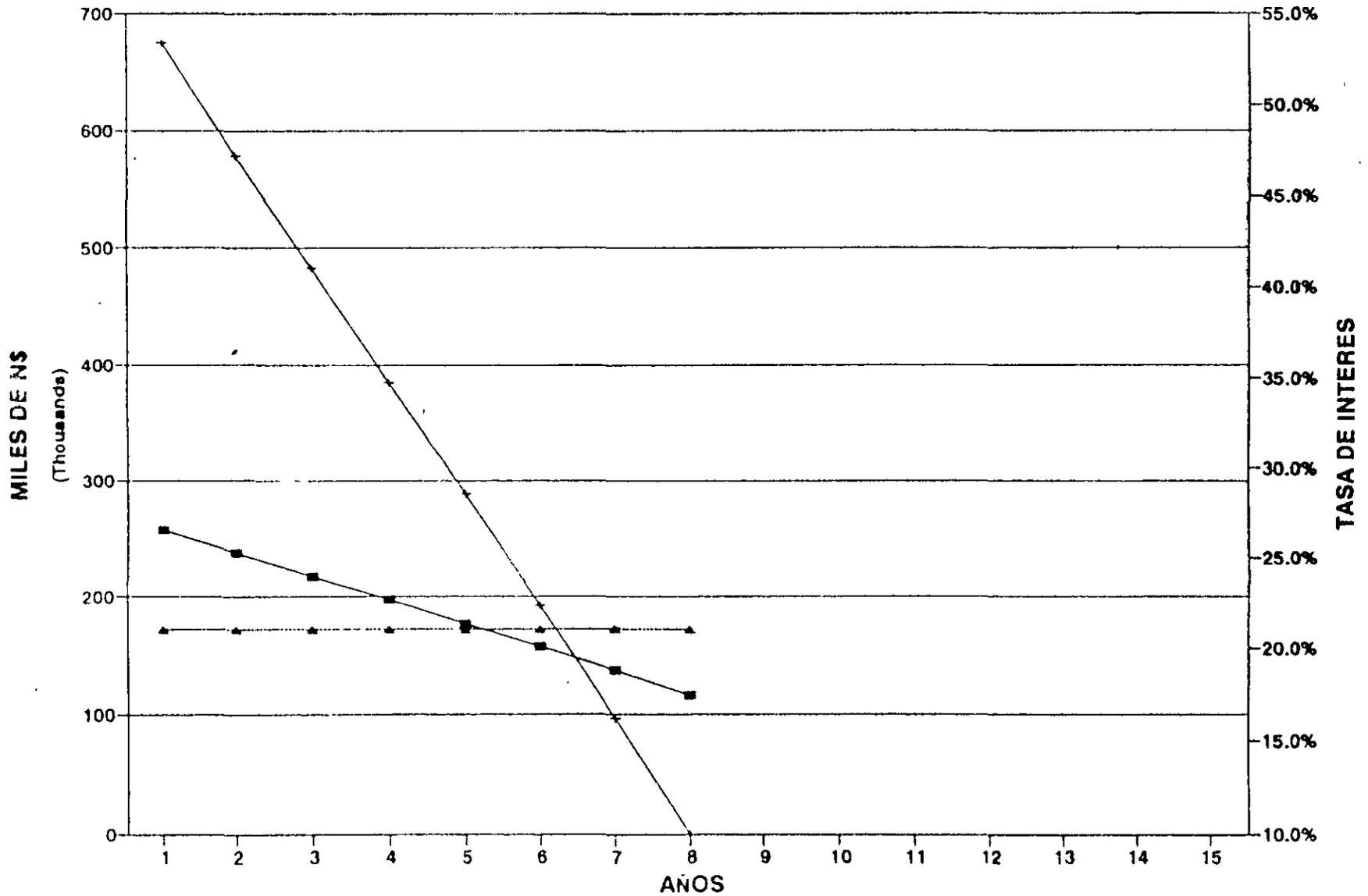
de esta manera, año con año, se tendrá una variación del crédito dada por:

$$\delta S_x = S_{(x-1)} + I_x - A_x$$

en donde:

- δS_x variación del monto del crédito en el año x

SIAPA. MODELO DE AMORTIZACION, PAGO CTE
SALDOS INSOLUTOS

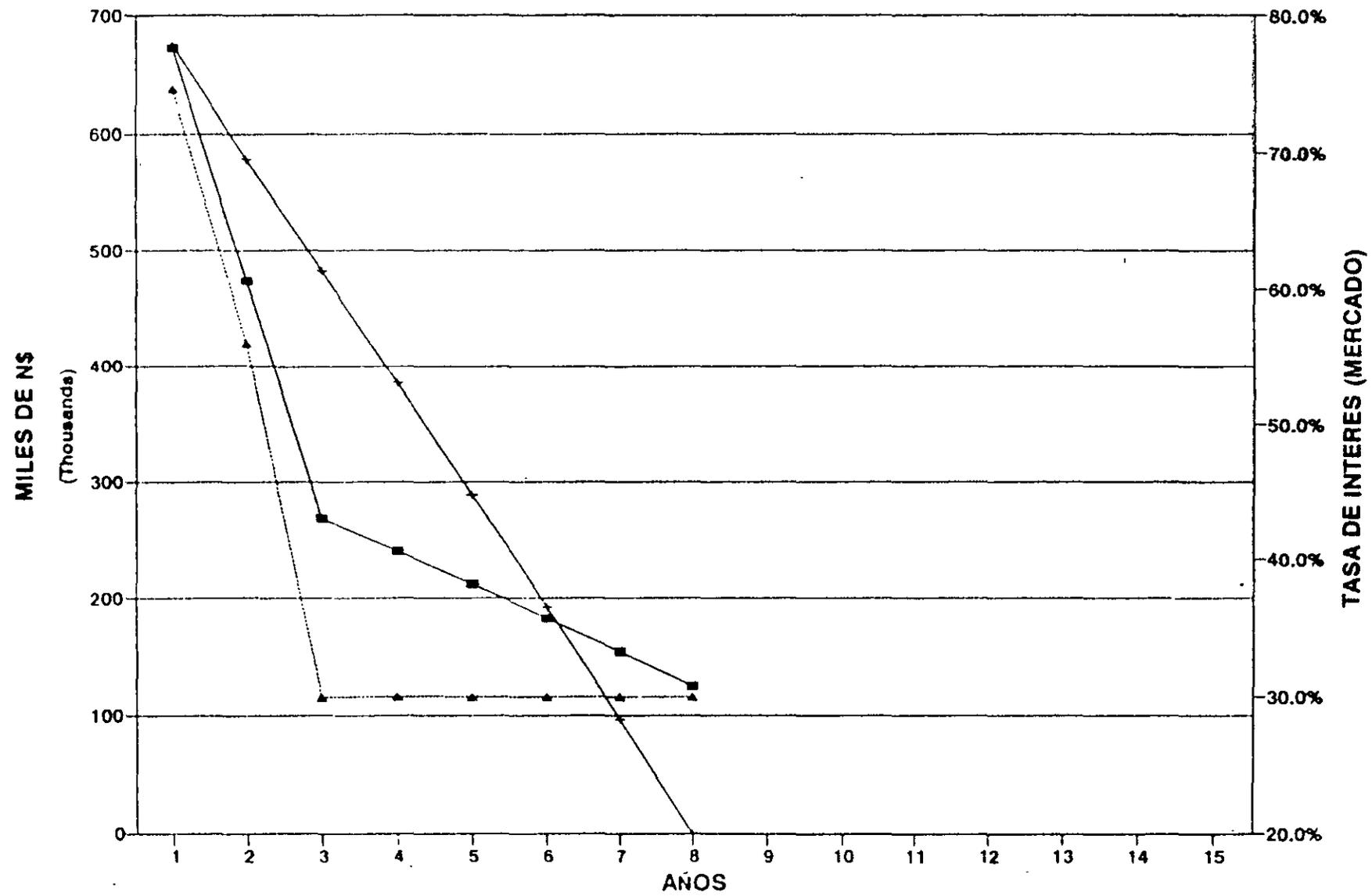


■ AMORTIZACION + SALDO DEL CREDITO ▲ TASA DE INTERES

FIGURA No. 1

///

SIAPA. MODELO DE AMORTIZACION, PAGO CTE
SALDOS INSOLUTOS

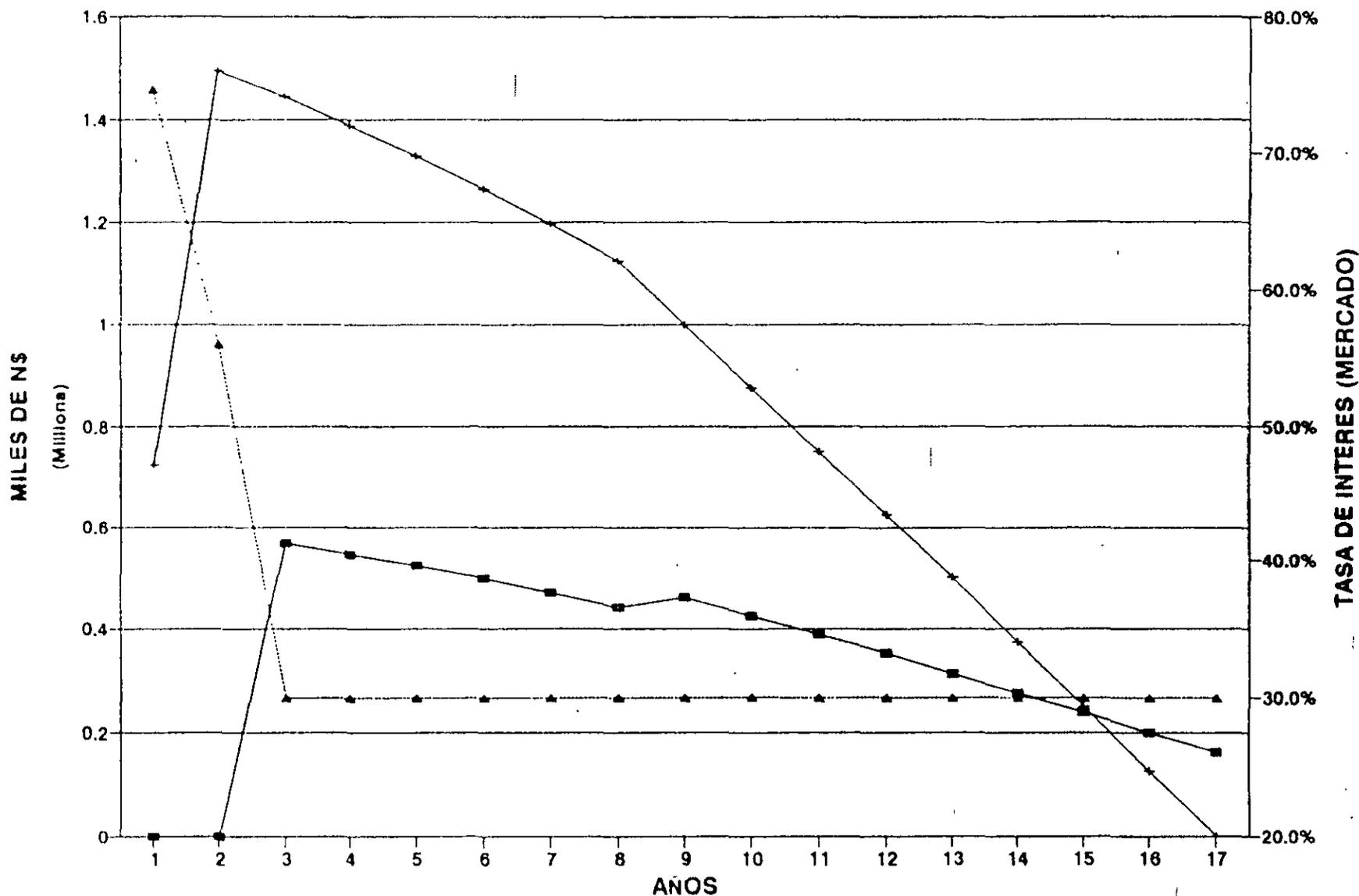


■ AMORTIZACION + SALDO DEL CREDITO ▲ TASA DE INTERES

FIGURA No. 2

112

SIAPA. MODELO DE AMORTIZACION
SALDOS INSOLUTOS, INT. CAPITALIZADOS

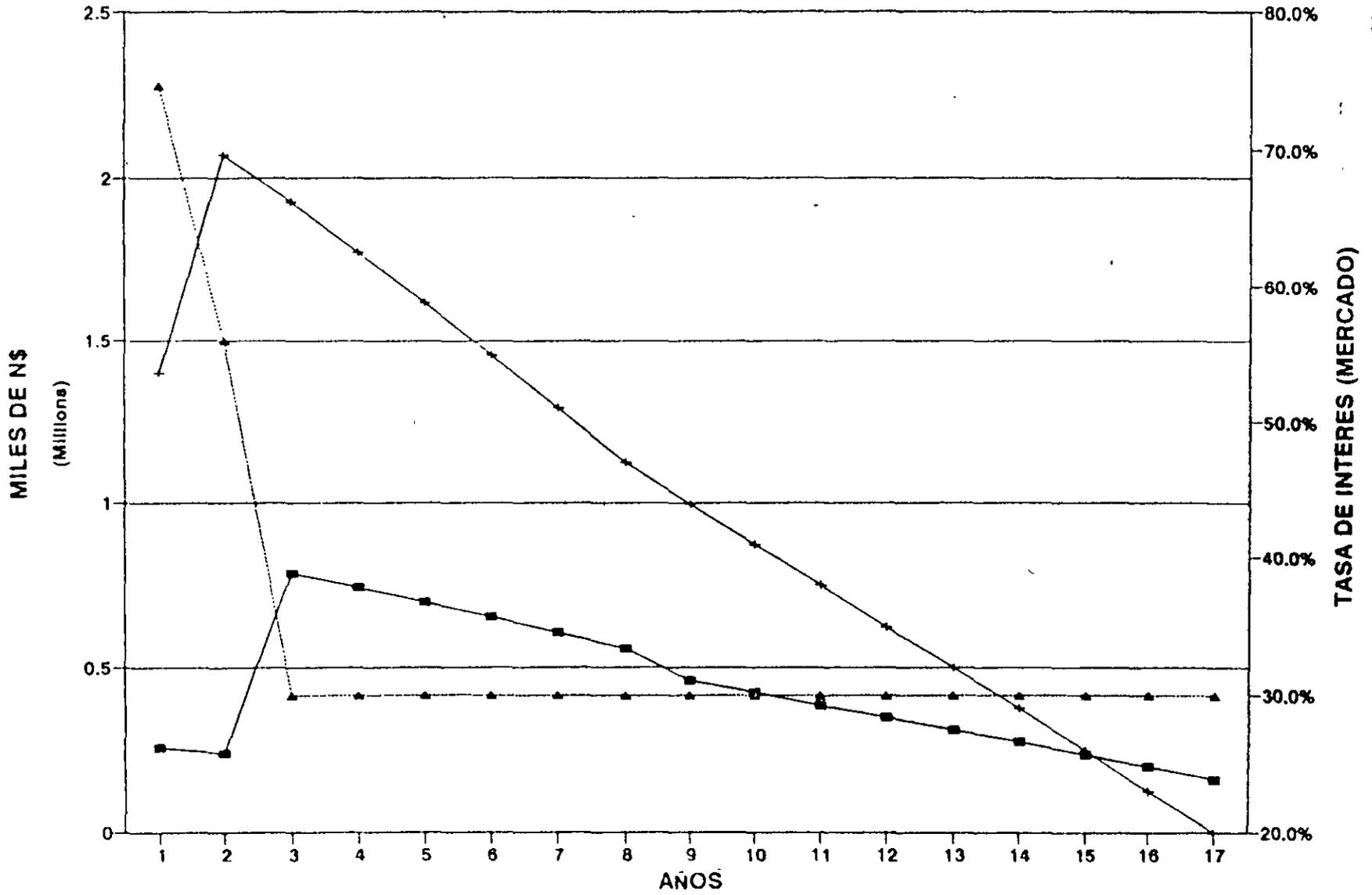


■ AMORTIZACION + SALDO DEL CREDITO ▲ TASA DE INTERES

FIGURA No. 3

1/3

SIAPA. MODELO DE AMORTIZACION
SALDOS INSOLUTOS, COMBINACION CREDITOS

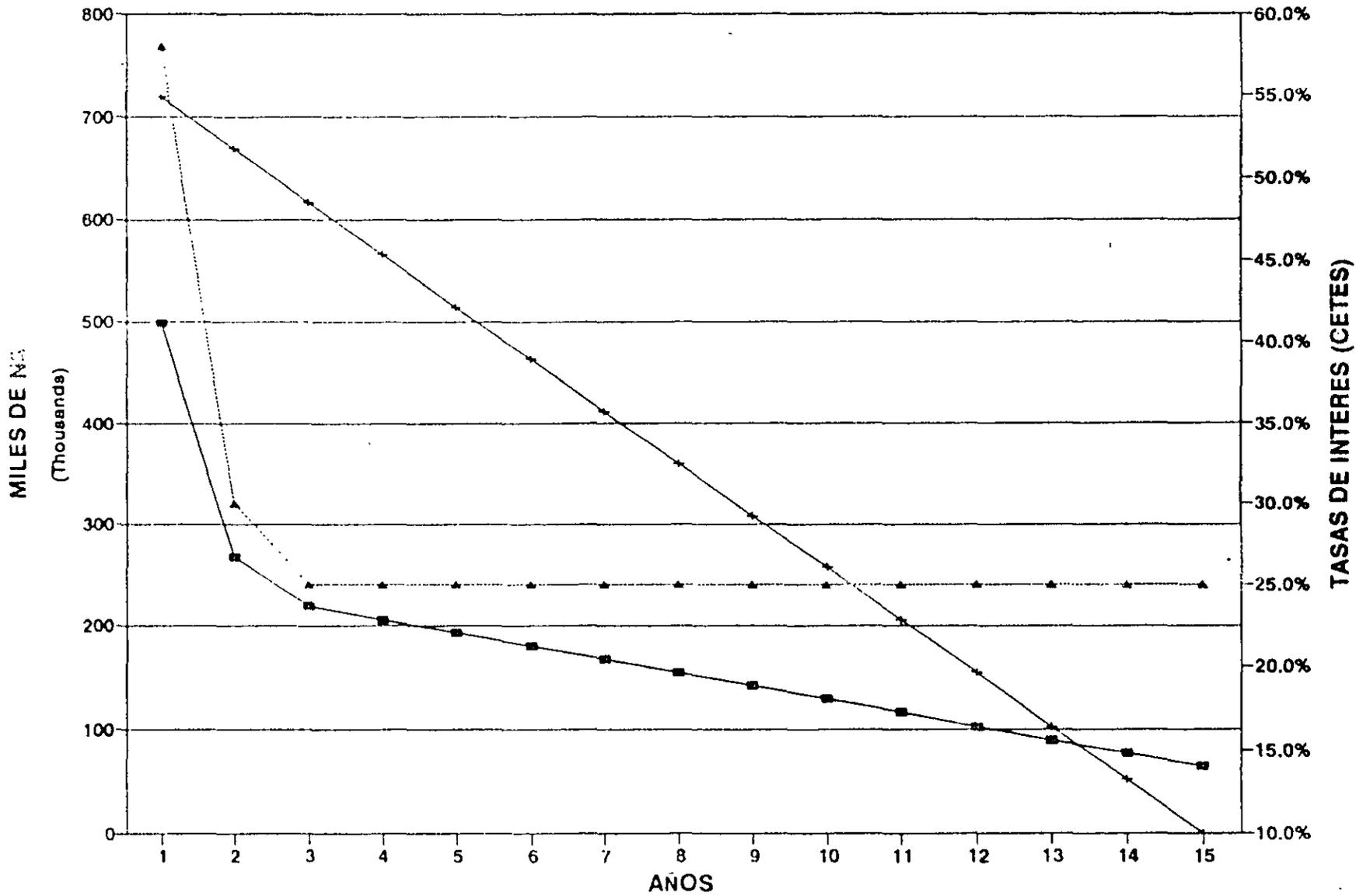


■ AMORTIZACION + SALDO DEL CREDITO ▲ TASA DE INTERES

FIGURA No. 4

1/11

SIAPA. MODELO DE AMORTIZACION SALDOS
INSOLUTOS, AGENTE: BANOBRAS

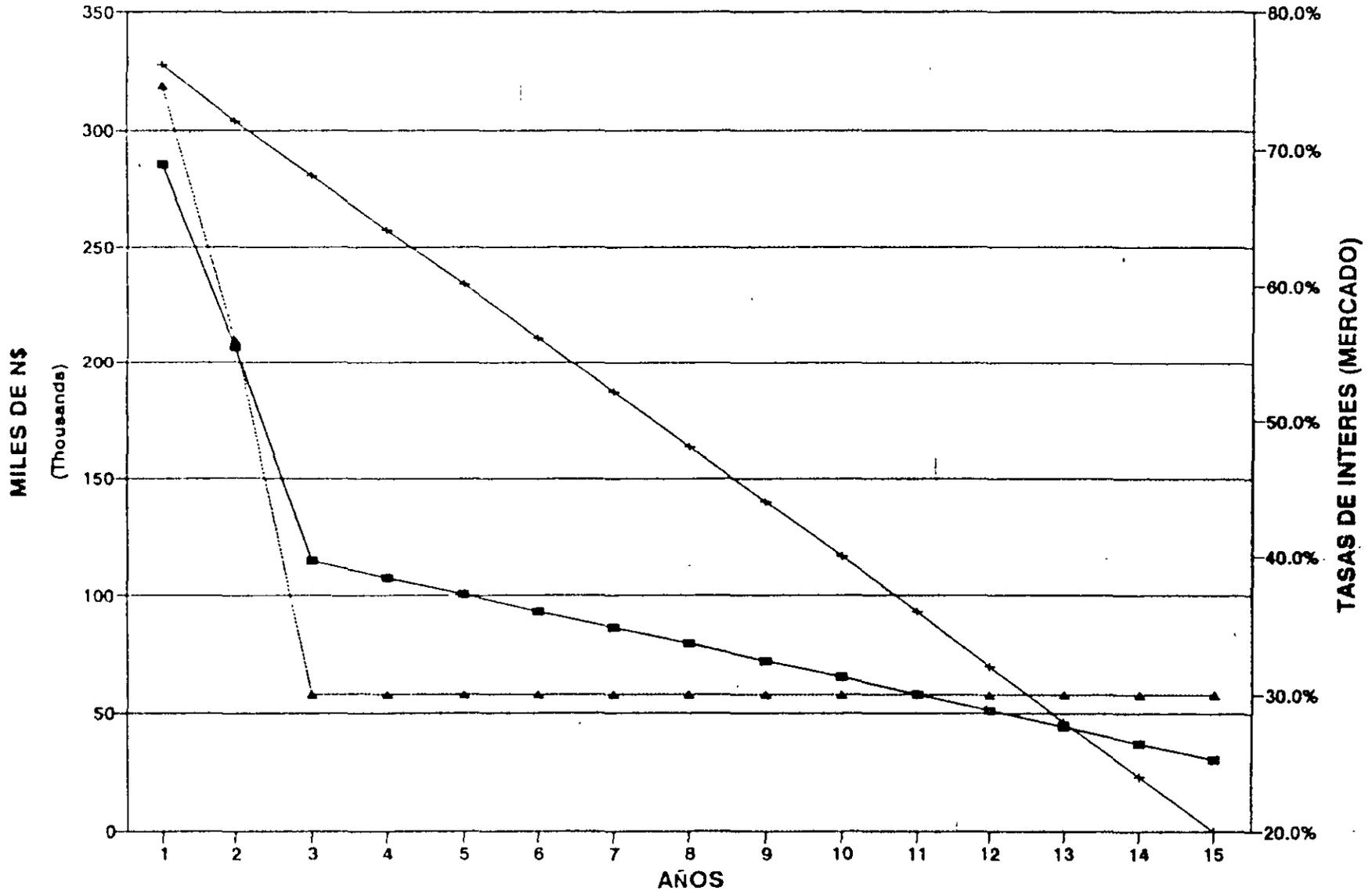


■ AMORTIZACION × CREDITO ▲ TASA DE INTERES

FIGURA No. 5

1/5

SIAPA. MODELO DE AMORTIZACION SALDOS
INSOLUTOS, TASAS MERCADO



■ AMORTIZACION + CREDITO ▲ TASA DE INTERES

FIGURA No. 6

SIAPA. MODELO DE AMORTIZACION SALDOS
INSOLUTOS, AGENTE: BANOBRAS

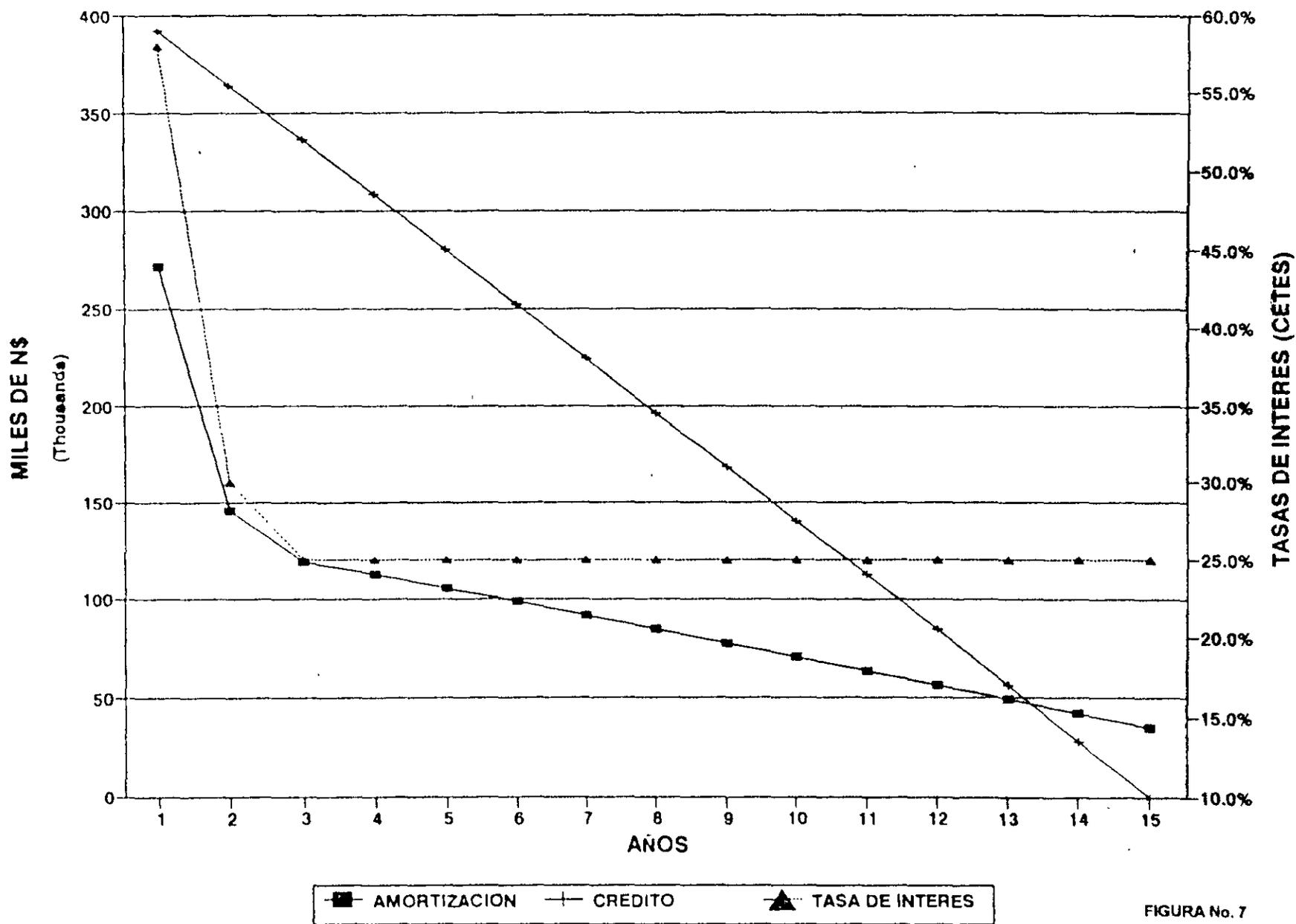
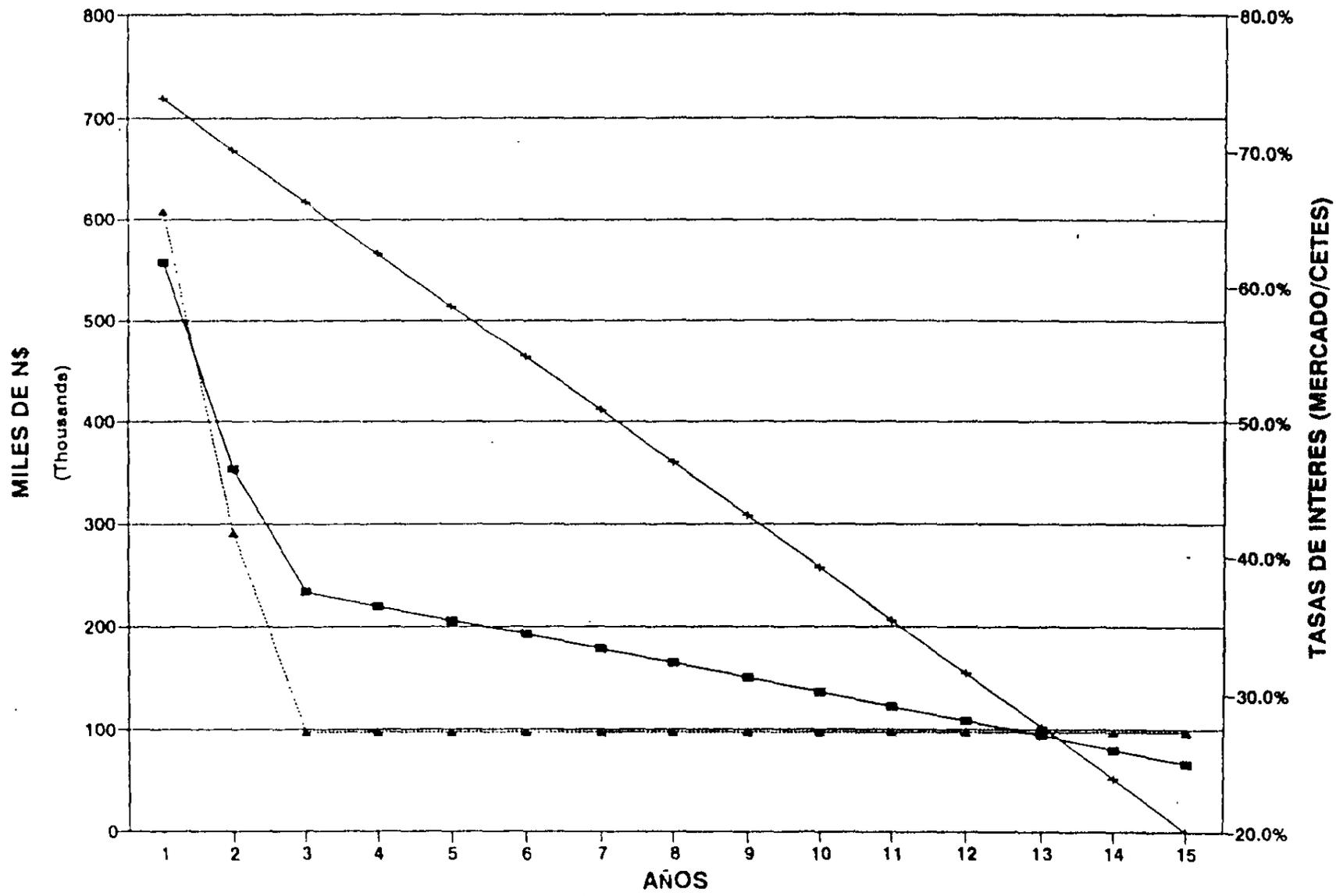


FIGURA No. 7

111

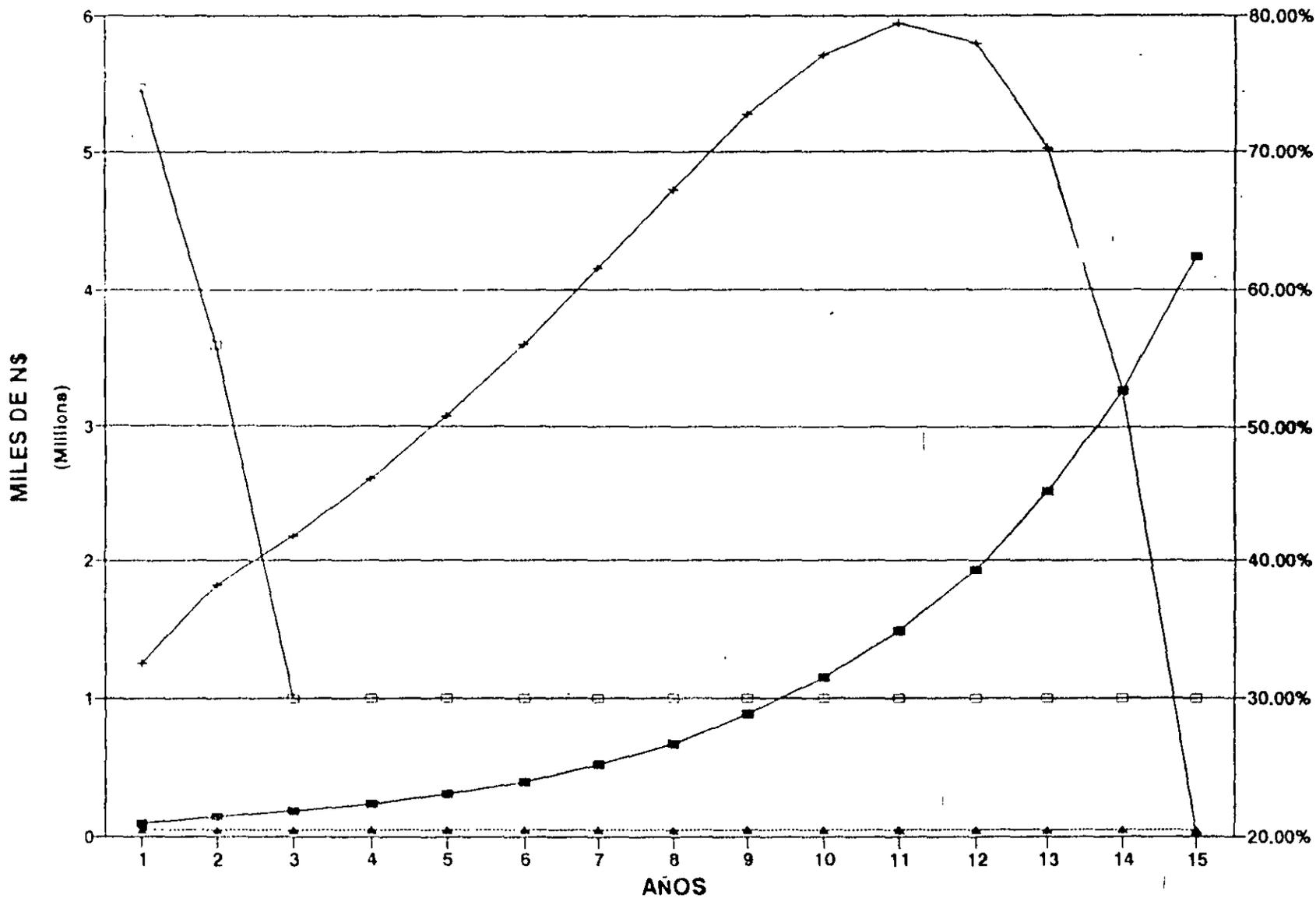
SIAPA. MODELO DE AMORTIZACION SALDOS
INSOLUTOS, TASAS MERCADO/CETES



■ AMORTIZACION + CREDITO ▲ TASA DE INTERES

FIGURA No. 8

SIAPA. MODELO DE AMORTIZACION CRECIENTE
VPN CONSTANTE. (AFICORCADO)



■ Amortización + Crédito ▲ VPN(AMORTIZACION) ○ TASAS DE MERCADO

FIGURA No. 9

6.11

SIAPA. MODELO DE AMORTIZACION CRECIENTE
VPN CONSTANTE. (AFICORCADO)

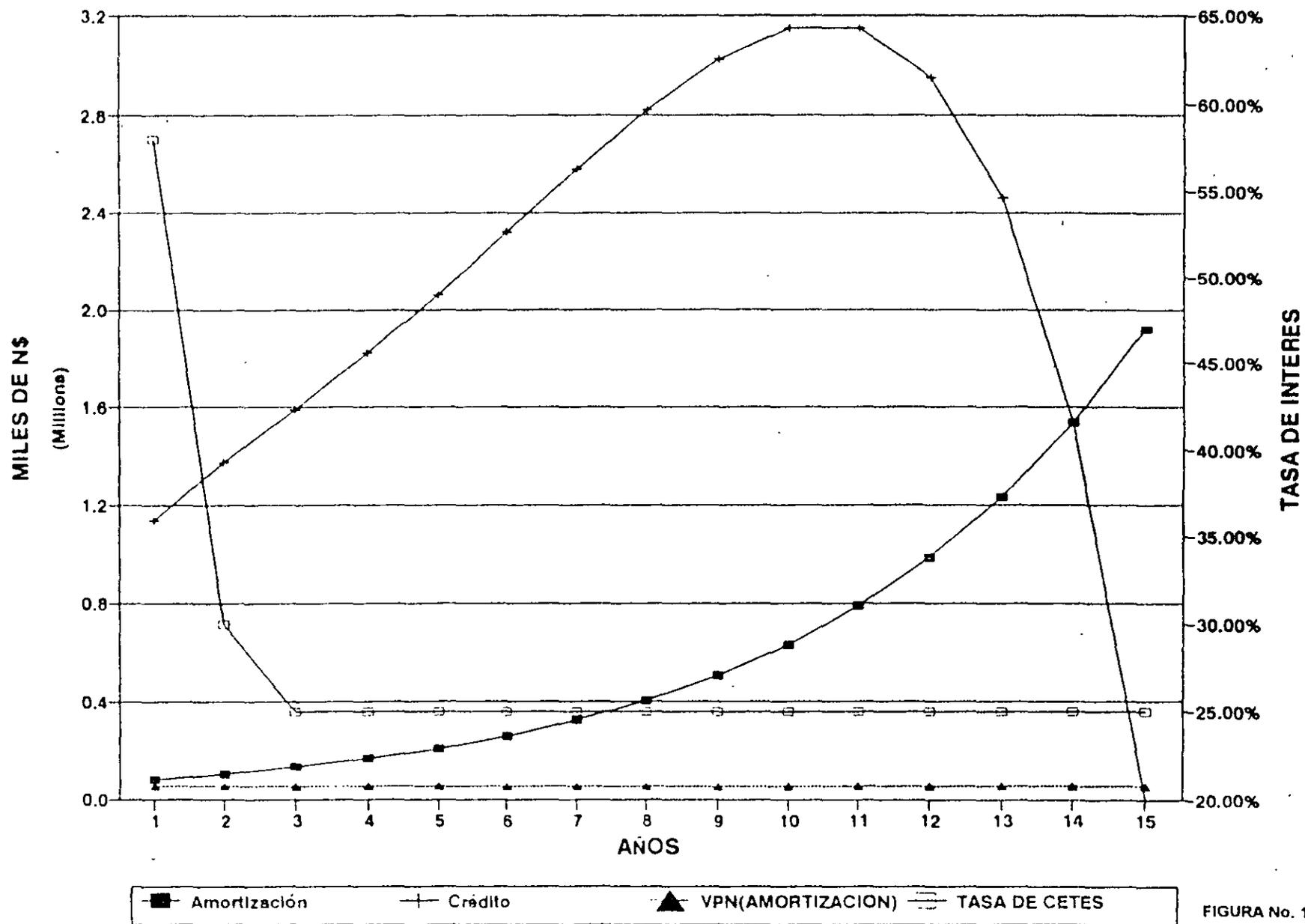


FIGURA No. 10

120

RELACION DE PLANOS DE GUADALAJARA

- 1.- SECTORES SOCIOECONOMICOS
- 2.- DENSIDAD DE POBLACION (1990)
- 3.- DENSIDAD DE POBLACION (1995)
- 4.- DENSIDAD DE POBLACION (2005)
- 5.- DENSIDAD DE POBLACION (2020)
- 6.- RED PRIMARIA DE AGUA POTABLE (ACTUAL)
- 7.- FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE AGUA POTABLE (ACTUAL)
- 8.- EDADES DE TUBERIAS DE AGUA POTABLE**
- 9.- RED PRIMARIA DE AGUA POTABLE (PROYECTO 1995 - 2005)
- 10.- RED DE COLECTORES Y SUBCOLECTORES (ACTUAL)
- 11.- RED DE COLECTORES Y SUBCOLECTORES (ACTUAL - FUNCIONAMIENTO)
- 12.- DAÑOS DE ALCANTARILLADO CON EDADES DE TUBERIAS**
- 13.- MICROZONIFICACION DE RIESGO DE OCURRENCIA DE DAÑOS DE LA ZMG**
- 14.- RED DE COLECTORES Y SUBCOLECTORES (PROYECTO)

ANÁLISIS FINANCIERO DEL SIAPA, BAJO EL ESQUEMA DE REESTRUCTURACION DE LA DEUDA CON UDI's (SHCP-SFJAL)

Anexo a la presente encontrará las corridas financieras elaboradas con el nuevo esquema de amortización propuesto por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, considerando un prepago del 10%, tasa real de 9.5%, período de gracia de 2 años y período total del crédito de 8 años.

Las hipótesis consideradas para la elaboración de las corridas fueron las siguientes:

- a). Tasa de interés real: 9.5% anual
- b). Período de amortización: 8 años con dos de gracia
- c). Esquema de amortización: Saldos insolutos en UDI's
- d). Moneda de crédito: Nuevos pesos

- i. **REESTRUCTURACION DE LA DEUDA E INVERSION PROGRAMADA¹.** La reestructuración de la deuda libera recursos para que el SIAPA pueda llevar a cabo por sí sólo la Inversión programada. Los incrementos tarifarios requeridos son de 12% en 1996 y 1997 para poder hacer frente a los costos de producción, servicios de la deuda e inversión.

Como puede observarse en la corrida financiera, aparecen préstamos durante los años 1996, 1997, 1998, 1999, 2000 y 2001 debido al incremento de la reestructuración en UDI's que se formularon y que en caso de no presentarse de esta manera distorsionarían los estados proforma que se presentan.

¹De acuerdo con lo establecido en el Plan Director Para el Mejoramiento de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado para la Zona Metropolitana de Guadalajara, Jal

223
224
225
226

07/21/95
17:40

REESTRUCTURACION UDI's SHCP/SFJAL
PROYECCION-ORIGEN Y APLICACION DE FONDOS
(MILES/THOUSANDS)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	TOTAL	
FUENTES	REAL												
FUENTES INTERNAS													
232	INGRESO NETO EXPLOTACION	236068	183653	248217	337622	354788	367158	376417	388812	403564	418713	437656	3516599
234	DEPREC.Y AMORT.DIFERIDOS	0	138002	143490	143490	143490	143490	143490	143490	143490	143490	143490	1429409
238	TOTAL FUENTES INTERNAS	236068	321655	391707	481112	498278	510648	519907	532302	547053	562202	581146	4246008
FUENTES EXTERNAS													
243	APORTES CAPITAL GOB.FED.	30090	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
245	APORTES CAPITAL VARIOS	-7860	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250	OTROS PRESTAMOS	529709	766009	123341	185011	255336	333236	418709	494336	0	0	0	2575977
251	TOTAL FUENTES EXTERNAS	551939	766009	123341	185011	255336	333236	418709	494336	0	0	0	2575977
263	TOTAL FUENTES	788007	1087664	515047	666122	753614	843883	938615	1026637	547053	562202	581146	7521985
APLICACIONES													
SERVICIO DEUDAS													
271	GTS.FIN.L/P.PROY.OTRO PTM	161353	84123	85972	87851	89761	91702	107432	77239	31280	0	0	655360
277	AMORT.PRESTAMOS (OTROS)	126903	771306	0	251009	312679	383005	460904	546377	622004	0	0	3347283
282	TOTAL SERVICIO DEUDA	288256	855429	85972	338860	402440	474707	568336	623616	653284	0	0	4002643
COSIOS CONSTRUCCION													
291	OIRAS OBRAS	-561168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
294	OTRAS OBRAS	623567	168100	350000	358000	240000	330000	467000	240000	186000	110000	240000	2689100
295	TOT.COSIO CONSTRUCCION	62399	168100	350000	358000	240000	330000	467000	240000	186000	110000	240000	2689100
OTRAS APLICACIONES													
302	INCREM(DISMIN)CAP.TRAB.	361431	-29725	1893	-673	-23934	-29423	1740	6673	207	12215	4720	-56308
307	APLIC.DECR.L426 OTRS PASV	75921	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
313	TOT.OTRAS APLICACIONES	437352	-29725	1893	-673	-23934	-29423	1740	6673	207	12215	4720	-56308
315	TOTAL APLICACIONES	788007	993804	437864	696187	618506	775284	1037076	870289	839490	122215	244720	6635435
318	SUPERAVIT(DEFICIT)ANUAL	0	93860	77183	-30064	135108	68600	-98461	156348	-292437	439987	336426	
319	SUPERAVIT(DEFICIT)ACUM.	0	93860	171043	140979	276087	344686	246226	402574	110137	550124	886550	

122
123
124
125
142
143
144
145
148
149
150
151
152
155
156
157
158
159
162
163
165
167
168
169
170
171
177
173
174
175
179
180
181
191
193
194
202
203
204
206
208
209
219
220
221

07/21/95
17:46

REESTRUCTURACION UDI's SHCP/SFJAL
PROYECCION-ESTADO DE RESULTADOS
(MILES/THOUSANDS)

1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 TOT
REAL -----

VENTAS

144	CONEXIONES #1	163613	158913	150543	129985	105929	78590	53041	42549	44140	45801	47736	857227
145	CONEXIONES #2	484564	501557	535461	594309	652867	710306	766608	808429	838658	870224	906986	7185405
149	TOTAL UNIDADES VENDIDAS	648177	660470	686004	724294	758796	788896	819649	850978	882798	916025	954722	8042632
151	ING. MEDIO NO MEDIDO	719	719	805	902	902	902	902	902	902	902	902	902
152	ING. MEDIO MEDIDO	568	568	636	712	712	712	712	712	712	712	712	712
156	INGRESO MEDIO PROMEDIO	606.100	604.313	673.249	746.459	738.902	731.322	724.704	721.915	721.915	721.915	721.915	721.915
158	SERVICIO MEDIDO	117651	114271	121243	117248	95549	70889	47844	38380	39815	41313	43059	729611
159	SERVICIO MEDIDO	275208	284859	340609	423407	465126	506048	546160	575954	597491	619979	646170	5005803
163	TOTAL VENTAS	392859	399130	461852	540656	560676	576937	594003	614334	637305	661292	689228	5735414
165	OTRS INGRESOS EXPLOTACION	61854	79826	92370	108131	112135	115387	118801	122867	127461	132258	137846	1147083
168	TOT. INGRESOS EXPLOTACION	454713	478957	554222	648787	672811	692325	712804	737201	764767	793551	827074	6882497
170	GASTOS DE EXPLOTACION												
177	REMUNERACIONES	47438	58055	60145	62310	66360	70674	75268	80160	85370	90919	96829	746091
173	ENERGIA ELECTRICA	31405	45893	47545	49256	52458	55868	59499	63366	67485	71872	76544	589785
174	PRODUCTOS QUIMICOS	6367	11089	11488	11902	12676	13500	14377	15312	16307	17367	18496	142512
175	MANTENIMIENTO Y OTROS	23459	20183	20910	21662	23070	24570	26167	27868	29679	31608	33663	259381
179	DEPREC.ACT.FIJ.EN SERV.	95892	138002	143490	143490	143490	143490	143490	143490	143490	143490	143490	1420000
180	CUENTAS INCOBRABLES	12722	19158	19398	19464	16820	13846	14256	14744	15295	15871	16541	140000
181	OTROS GASTOS	1362	2924	3030	3081	3149	3219	3331	3449	3576	3711	3856	33326
191	TOTAL GASTOS EXPLOTACION	218645	295303	306005	311165	318023	325167	336387	348389	361203	374838	389418	3365898
194	INGRESOS NETO EXPLOTACION	236068	183653	248217	337622	354788	367158	376417	388812	403564	418713	437656	3516599
202	UTILIDAD ANTE GTOS.FINANC	236068	183653	248217	337622	354788	367158	376417	388812	403564	418713	437656	3516599
203	GASTOS FINANCIEROS												
206	GTOS.FINANCIEROS LGO.PLZO	161353	84123	85972	87851	89761	91702	107432	77239	31280	0	0	655360
209	TOTAL GTOS.FINANCIEROS	161353	84123	85972	87851	89761	91702	107432	77239	31280	0	0	655360
220	UTILIDAD(PERDIDA)NETA	74715	99530	162245	249771	265027	275456	268985	311573	372284	418713	437656	2861240

Op16.66H 425

426		07/21/95	REESTRUCTURACION UDI's SHCP/SFJAL									
427		17:45	RELACIONES FINANCIERAS-PROYECCIONES									
428		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
429		REAL	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
430												
431												
432	CAPITAL TRABAJO NETO	194759	165034	166927	166253	142319	112896	114636	121309	121516	133731	138451
433	PROMEDIO ACTIVO CORRIENTE	359282	271299	184375	185214	173246	147018	133657	138375	142359	149150	158235
434	PROMEDIO ACT.FIJO SERV.	3252673	3366605	3408791	3265302	3121812	2978322	2834833	2691343	2547853	2404364	2260874
435	TOT.INVERSION INMOVILIZ.	3611955	3637904	3593167	3450516	3295058	3125341	2968489	2829718	2690213	2553514	2419109
438												
439	INDICES DE SOLVENCIA:											
440	-----											
441	RELACION CORRIENTE	2.18	10.03	0.69	0.56	0.40	0.28	0.24	0.22	6.72	7.13	7.16
442	RELACION ACIDA	2.12	9.83	0.67	0.55	0.39	0.27	0.23	0.22	6.59	6.99	7.03
443	INDICE ENDEUDAMIENTO	0.26	0.25	0.20	0.15	0.10	0.06	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
444												
445	% ING.NET.TOTAL/TOT.INGR.	51.92%	38.34%	44.79%	52.04%	52.73%	53.03%	52.81%	52.74%	52.77%	52.76%	52.92%
446												
447	COBERT.GTOS.FINANC.VECES	1.46	2.18	2.89	3.84	3.95	4.00	3.50	5.03	12.90	0.00	0.00
448	COBERT.SERV.DEUDA VECES	0.82	0.38	4.56	1.42	1.24	1.08	0.91	0.85	0.84	0.00	0.00
449												
450	% UTIL.NETA/TOT.INGRESOS	19.02%	24.94%	35.13%	46.20%	47.27%	47.74%	45.28%	50.72%	58.42%	63.32%	63.50%
451	% RELACION DE OPERACIONES	55.65%	73.99%	66.26%	57.55%	56.72%	56.36%	56.63%	56.71%	56.68%	56.68%	56.50%
452	% UT.NET/ACT.FIJ.SERV.NET	2.30%	2.96%	4.76%	7.65%	8.49%	9.25%	9.49%	11.58%	14.61%	17.41%	19.36%
453												
454	% UTILIDAD NET/PATRI.PROM	2.52%	3.30%	5.16%	7.46%	7.35%	7.10%	6.48%	7.02%	7.79%	8.09%	7.81%
455	PDO.PROMEDIO COBRO(DIAS)	289.02	146.00	127.75	109.50	91.25	73.00	73.00	73.00	73.00	73.00	73.00
456												
457	RENTABILIDAD FINANCIERA											
458	-----											
459	RENT.S/INV.INMOV CAP.TRAB	6.54%	5.05%	6.91%	9.78%	10.77%	11.75%	12.68%	13.74%	15.00%	16.40%	18.09%
460												
461												
462	% AUMENTO (DISMINUCION)											
463	-----											
464	PRECIO:SOBRE AÑO ANTERIOR		0.00%	12.00%	12.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
465	UNIDAD:SOBRE AÑO ANTERIOR		-2.87%	-5.27%	-13.66%	-18.51%	-25.81%	-32.51%	-19.78%	3.74%	3.76%	4.22%
466												
467												
468												
469	CONTRIBUCION A CONSTRUC.											
470	-----											
471	GEN.INTERNA META	-52188	-533774	305735	142252	95837	35941	-48429	-91314	-106230	562202	581146
472	% GEN.INT./CONSTRUCCION	-83.64%	-317.53%	87.35%	39.74%	39.93%	10.89%	-10.37%	-38.05%	-57.11%	511.09%	242.14%

MONTO CREDITO 786,009.38 N\$
EQUIVALENTE 648,160.49 UDFs
VALOR INICIAL UDI 1.18

CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR DE CAPITAL			VALOR DE INTERES			VALOR TOTAL	VALOR TOTAL	VALOR TOTAL	VALOR TOTAL
		INICIAL	INTERMEDIOS	FINAL	INICIAL	INTERMEDIOS	FINAL				
1	1.42	-	-	-	59,241.35	84,122.71	69,904.79	59,241.35	84,122.71	69,904.79	-
2	1.83	-	-	-	46,979.12	85,971.79	55,435.36	46,979.12	85,971.79	55,435.36	-
3	2.32	108,193.42	251,008.73	127,668.23	37,866.87	87,851.13	44,682.90	146,060.28	338,859.86	172,351.14	123,340.50
4	2.89	108,193.42	312,678.98	127,668.23	31,059.22	89,761.16	36,649.89	139,252.64	402,440.14	164,318.12	185,010.74
5	3.54	108,193.42	383,004.70	127,668.23	25,904.62	91,702.35	30,567.45	134,098.04	474,707.05	158,235.68	255,336.47
6	4.26	108,193.42	460,903.96	127,668.23	25,218.75	107,431.87	29,758.12	133,412.17	568,335.83	157,426.38	333,235.73
7	5.05	108,193.42	546,376.76	127,668.23	15,294.89	77,239.21	18,047.97	123,488.31	623,815.97	145,716.21	418,708.53
8	5.749	108,193.42	622,003.96	127,668.23	5,440.87	31,279.54	6,420.22	113,634.28	653,283.50	134,088.46	494,235.73
TOTAL											

1.33

ANÁLISIS FINANCIERO DEL SIAPA, BAJO EL ESQUEMA DE REESTRUCTURACION DE LA DEUDA CON LA EMPRESA DE SAN DIEGO, CA.

Anexo a la presente encontrará las corridas financieras elaboradas con el nuevo esquema de amortización propuesto por la empresa de San Diego, CA.

Las hipótesis consideradas para la elaboración de las corridas fueron las siguientes:

- a). Tasa de interés fija: 15% anual
- b). Período de amortización: 15 años
- c). Esquema de amortización: Constante
- d). Moneda de crédito: Nuevos pesos
- e). La tasa de interés incluye la cobertura cambiaria

Se presentan tres corridas financieras, con las siguientes consideraciones:

- i. **REESTRUCTURACION DE LA DEUDA.** En esta primera corrida, únicamente se plantea la reestructuración de la deuda que permite al SIAPA aliviar las condiciones actuales.
- ii. **REESTRUCTURACION DE LA DEUDA Y PROGRAMA EMERGENTE.** En este caso se considera un crédito de 831 Millones de N\$, en el cual se consideran 120 Millones para las inversiones prioritarias como son:
 - (i.) Programa de recuperación de caudales
 - (ii.) Padrón de usuarios
 - (iii.) Programa de recuperación de rezagos
- iii. **REESTRUCTURACION DE LA DEUDA E INVERSION PRIORITARIA CON APOYO FEDERAL DEL 50%.** En esta opción se incorpora la inversión generada por el Plan Director de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, y se considera la participación federal en un 50%, para el cumplimiento de las obras de entrega de agua en bloque: San Marcos y El Salto; así como la consolidación del Organismo Operador. En esta opción, el crédito requerido aumenta a N\$1,117 millones de nuevos pesos para completar la inversión prevista en el período 1995-2004.

**SISTEMA INTERMUNICIPAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA
POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA ZMG
AMORTIZACION DE CREDITO**

MONTO DEL CREDITO (Millones de N\$)	831
TASA DE INTERES	10.0%
PLAZO (años)	15
TIPO DE AMORTIZACION	CONSTANTE

AÑO	CAPITAL	INTERESES	AMORTIZACION
1	(26.15)	(83.10)	(109.25)
2	(28.77)	(80.48)	(109.25)
3	(31.65)	(77.61)	(109.25)
4	(34.81)	(74.44)	(109.25)
5	(38.29)	(70.96)	(109.25)
6	(42.12)	(67.13)	(109.25)
7	(46.33)	(62.92)	(109.25)
8	(50.97)	(58.29)	(109.25)
9	(56.06)	(53.19)	(109.25)
10	(61.67)	(47.58)	(109.25)
11	(67.84)	(41.42)	(109.25)
12	(74.62)	(34.63)	(109.25)
13	(82.08)	(27.17)	(109.25)
14	(90.29)	(18.96)	(109.25)
15	(99.32)	(9.93)	(109.25)

INVERSION PREVISTA PROGRAMA DE EMERGENCIA

Renabilitación	93.67
Padrón de usuarios	9.50
Recuperación de rezagos	1.60
Suma	104.77
Imprevistos	15.23
INVERSION TOTAL	120.00

122
123
124
125

05/22/95
18:26

SIAPA, Tasa 15%, Programa Emergente
PROYECCION-ESTADO DE RESULTADOS
(MILES/THOUSANDS)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	TOTAL	
	REAL	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	
VENTAS													
143												
144	CONEXIONES #1	163613	158913	150543	129985	105929	78590	53041	42549	44140	45801	47736	857227
145	CONEXIONES #2	484564	501557	535461	574309	652867	710306	766608	808429	838658	870224	906986	7195405
148													
149	TOTAL UNIDADES VENDIDAS	648177	660470	686004	724294	758796	788896	819649	850978	882798	916025	954722	8042632
150													
151	ING. MEDIO NO MEDIDO	719	719	719	719	719	719	719	719	719	719	719	
152	ING. MEDIO MEDIDO	568	568	568	568	568	568	568	568	568	568	568	
155													
156	INGRESO MEDIO PROMEDIO	606.100	604.313	601.115	595.072	589.048	583.006	577.730	575.507	575.507	575.506	575.506	
157													
158	SERVICIO MEDIDO	117651	114271	108252	93470	76171	56512	38141	30596	31740	32935	34326	616415
159	SERVICIO MEDIDO	275208	284859	304115	337538	370796	403418	435395	459147	476316	494244	515123	4080951
162													
163	TOTAL VENTAS	392859	399130	412368	431007	446967	459931	473536	489743	508056	527178	549449	4697366
165	OTRS INGRESOS EXPLOTACION	61854	79826	82474	86201	89393	91986	94707	97949	101611	105436	109890	939473
167													
168	TOT. INGRESOS EXPLOTACION	454713	478957	494841	517209	536361	551917	568243	587692	609667	632614	659338	5636839
169													
170	GASTOS DE EXPLOTACION												
171												
172	REMUNERACIONES	47438	58055	60145	62310	66360	70674	75268	80160	85370	90919	96829	746071
173	ENERGIA ELECTRICA	31405	45893	47545	49256	52458	55868	59499	63366	67485	71872	76544	589785
174	PRODUCTOS QUIMICOS	6367	11089	11488	11902	12676	13500	14377	15312	16307	17367	18496	143512
175	MANTENIMIENTO Y OTROS	23459	20183	20910	21662	23070	24570	26167	27868	29679	31608	33663	251381
176	DEPREC. ACT. FIJ. EN SERV.	95892	138002	143490	143490	143490	143490	143490	143490	143490	143490	143490	143490
177	DEPRECIACIONES INCORRIBLES	12722	19158	17319	15516	13409	11038	11365	11754	12193	12652	13187	0
178	OTROS GASTOS	1362	2924	3009	3041	3115	3191	3302	3419	3545	3679	3822	35048
181													
182	TOTAL GASTOS EXPLOTACION	218645	295303	303906	307178	314578	322330	333167	345369	358070	371587	386030	3317915
183													
184	INGRESOS NETO EXPLOTACION	236068	183653	190935	210031	221783	229587	234776	242323	251597	261026	273309	2299021
185	UTILIDAD ANTE GIOS. FINANC	236068	183653	190935	210031	221783	229587	234776	242323	251597	261026	273309	2299021
186	GASTOS FINANCIEROS												
187												
188	GIOS. FINANCIEROS LGO. PLZO	161353	124650	122030	115020	115550	111570	106990	101720	95660	88690	80670	1066550
189													
190	TOTAL GIOS. FINANCIEROS	161353	124650	122030	115020	115550	111570	106990	101720	95660	88690	80670	1066550
191													
192	UTILIDAD (PERDIDA) META	74715	59003	68905	95011	106233	118017	127786	140603	155937	172336	192639	1232471
193												

ANÁLISIS FINANCIERO DEL SIAPA, COMBINANDO LA REESTRUCTURACION DE LA DEUDA CON UDI's Y EL CREDITO JAPONES A APLICARSE EN CINCO AÑOS.

Anexo a la presente encontrará la corrida financiera elaborada con el esquema de amortización planteado por el crédito japonés y apoyado en la actual reestructuración de la deuda en UDI's negociada por el SIAPA.

Las hipótesis consideradas para la elaboración de la corrida fueron las siguientes:

- a). Tasa de interés fija: 15% anual
- b). Período de amortización: 25 años, 5 años de gracia equivalentes al período de construcción.
- c). Esquema de amortización: Constante, se capitalizan intereses durante el período de gracia.
- d). Moneda de crédito: Nuevos pesos
- e). La tasa de interés incluye la cobertura cambiaria

Se presentan las siguientes consideraciones:

- i. **REESTRUCTURACION DE LA DEUDA E INVERSION DEL SIAPA EN CINCO AÑOS.** En esta opción se incorpora la inversión generada por el Plan Director de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, concentrándola en cinco años y sustentado en la reestructuración actual del SIAPA en UDI's de la deuda existente. La inversión asciende a 3,000 millones de nuevos pesos mismos que se capitalizan y generan intereses durante el período de gracia de 1,867 millones de nuevos pesos. Bajo estas condiciones, se requiere un incremento tarifario de al menos 12% en el año de 1996 y 5% en 1997.

Puede observarse que al final del período se presentan déficits operacionales que pueden cubrirse con el superávit acumulado durante el período anterior. De aquí todavía existiría la posibilidad de mantener los incrementos del 12% constante en el período y prepagar la deuda existente.

DESEMBOLSOS DEL CREDITO JAPONES		
AÑO	MONTO	CAPITALIZACION DE INTERESES
1	800,000	2,128,016
2	700,000	1,619,143
3	600,000	1,206,814
4	500,000	874,503
5	400,000	608,350
6	0	967,500
7	0	450,000
SUMA	3,000,000	6,436,826

**SISTEMA INTERMUNICIPAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA
POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA ZMG
AMORTIZACION DE CREDITO**

MONTO DEL CREDITO (Millones de N\$)	6,436.83
TASA DE INTERES	15.0%
PLAZO (años)	23
TIPO DE AMORTIZACION	CONSTANTE

AÑO	CAPITAL	INTERESES	AMORTIZACION
1	(40.41)	(965.52)	(1,005.94)
2	(46.47)	(959.46)	(1,005.94)
3	(53.45)	(952.49)	(1,005.94)
4	(61.46)	(944.47)	(1,005.94)
5	(70.68)	(935.25)	(1,005.94)
6	(81.28)	(924.65)	(1,005.94)
7	(93.48)	(912.46)	(1,005.94)
8	(107.50)	(898.44)	(1,005.94)
9	(123.62)	(882.31)	(1,005.94)
10	(142.17)	(863.77)	(1,005.94)
11	(163.49)	(842.44)	(1,005.94)
12	(188.02)	(817.92)	(1,005.94)
13	(216.22)	(789.72)	(1,005.94)
14	(248.65)	(757.28)	(1,005.94)
15	(285.95)	(719.99)	(1,005.94)
16	(328.84)	(677.09)	(1,005.94)
17	(378.17)	(627.77)	(1,005.94)
18	(434.89)	(571.04)	(1,005.94)
19	(500.13)	(505.81)	(1,005.94)
20	(575.15)	(430.79)	(1,005.94)
21	(661.42)	(344.52)	(1,005.94)
22	(760.63)	(245.30)	(1,005.94)
23	(874.73)	(131.21)	(1,005.94)

ESQUEMA DE AMORTIZACION DEL CREDITO JAPONES
PLAZO: 30 AÑOS
PERIODO DE GRACIA: 7 AÑOS
CAPITALIZACION DE INTERESES DURANTE EL PERIODO DE GRACIA

	08/05/95	SIAPA, CREDITO JAPONES 15%, 30 AÑOS, 7 GRACIA											
	09:37	PROYECCION-ORIGEN Y APLICACION DE FONDOS											
		(MILES/THOUSANDS)											
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	TOTAL	
FUENTES	REAL	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	
230	FUENTES INTERNAS												
231	-----												
232	INGRESO NETO EXPLOTACION	236068	183633	248217	298301	313799	324762	332767	343668	356731	370117	387008	3159024
234	DEPREC.Y AMORT.DIFERIDOS	0	138002	143490	143490	143490	143490	143490	143490	143490	143490	143490	1429409
237	-----												
238	TOTAL FUENTES INTERNAS	236068	321655	391707	441791	457289	468251	476256	487157	500221	513607	530498	4588437
239	-----												
240	FUENTES EXTERNAS												
241	-----												
243	APORTES CAPITAL GOB.FED.	30090	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
245	APORTES CAPITAL VARIOS	7860	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250	OTROS PRESTAMOS	529709	766009	923341	885011	855336	833236	818709	494336	0	0	0	5575977
260	-----												
261	TOTAL FUENTES EXTERNAS	551939	766009	923341	885011	855336	833236	818709	494336	0	0	0	5575977
262	-----												
263	TOTAL FUENTES	788007	1087664	1315047	1326802	1312625	1301487	1294965	981493	500221	513607	530498	10164409
264	=====												
265	APLICACIONES												
266	-----												
267	SERVICIO DEUDAS												
268	-----												
271	GTS.FIN.L/P.PROY.OTRO PTM	161353	84123	85972	87851	89761	91702	107432	77239	31280	450000	447170	1552530
277	AMORT.PRESTAMOS (OTROS)	126903	771306	0	251009	312679	383005	460904	546377	622004	18840	21660	3387783
281	-----												
282	TOTAL SERVICIO DEUDA	288256	855429	85972	338860	402440	474707	568336	623616	653284	468840	468830	4940313
283	-----												
284	COSTOS CONSTRUCCION												
285	-----												
291	OTRAS OBRAS	-561168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
292	OTRAS OBRAS	623567	18100	800000	700000	600000	500000	400000	0	0	0	0	3018100
294	GTS.FINANC.OTRAS OBRAS	0	0	0	0	0	0	0	0	537100	537100	537100	1074200
295	TOT.COSTO CONSTRUCCION	62399	18100	800000	700000	600000	500000	400000	0	0	537100	537100	4092300
296	-----												
297	OTRAS APLICACIONES												
298	-----												
302	INCREM(DISMIN)CAP.TRAB.	361431	-28240	3888	-12426	-23679	-26792	2869	4135	-694	1138	5482	-74320
307	APLIC.DECR.L426 OTRS PASV	75921	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
312	-----												
313	TOT.OTRAS APLICACIONES	437352	-28240	3888	-12426	-23679	-26792	2869	4135	-694	1138	5482	-74320
314	-----												
315	TOTAL APLICACIONES	788007	845289	889859	1026434	978762	947915	971205	627751	652589	1007078	1011412	8958293
316	=====												
317	-----												
318	SUPERAVIT(DEFICIT)ANUAL	0	242375	425188	300368	333864	353572	323760	353743	-152368	-493471	-480914	
319	SUPERAVIT(DEFICIT)ACUM.	0	242375	667563	967931	1301794	1655367	1979127	2332869	2180501	1687031	1206116	
320	-----												

08/05/95

SIAPA, CREDITO JAPONES 15%, 30 AÑOS, 7 GRACIA

09:37

PROYECCION-ESTADOS DE SITUACION

(MILES/THOUSANDS)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
323	REAL	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
329	ACTIVO	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
330	ACTIVO FIJO	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
331	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
337	ACTIVO FIJO EN SERV.BRUTO	4417124	4782989	4782989	4782989	4782989	4782989	4782989	4782989	4782989	4782989
338	MENOS:DEPREC.SERV.AGUM.	1164451	1302453	1445942	1589432	1732922	1876411	2019901	2163391	2306880	2450370
339	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
340	ACTIVO FIJO EN SERV.NETO	3252673	3480536	3337047	3193557	3050067	2906578	2763088	2619598	2476109	2332619
341	ACTIVO FIJO EN CONSTRUC.	365865	18100	818100	1518100	2118100	2618100	3018100	3018100	3018100	3555200
342	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
343	ACTIVO FIJO TOTAL NETO	3618538	3498636	4155147	4711657	5168167	5524678	5781188	5637698	5494209	5887819
344	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
345	ACTIVO CORRIENTE	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
346	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
347	CAJA Y BANCOS	218	2424	4252	3004	3339	3536	3238	3537	-1524	-4935
348	INVERSION FACIL REALIZAR	50	55	61	67	73	81	89	97	107	118
349	CUENTAS A COBRAR CONSUM.	311085	159652	161648	152059	131408	108176	111376	115188	119495	123992
350	OTRAS CUENTAS A COBRAR	36656	19158	19398	18247	15769	12981	13365	13823	14339	14879
352	DEUDORES VARIOS	32904	15965	16165	15206	13141	10818	11138	11519	11949	12399
353	IMPUESTOS	13143	6386	6466	6082	5256	4327	4455	4608	4780	4960
354	OTROS ACTIVOS CORRIENTES	-34774	-18839	-19074	-17943	-15506	-12765	-13142	-13592	-14100	-14631
355	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
356	TOTAL ACTIVO CORRIENTE	359282	184802	188914	176722	153480	127153	130517	135179	135047	136782
357	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
358	OTROS ACTIVOS	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
359	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
6	OTRAS DISPONIBILIDADES		242375	667563	967931	1301794	1655367	1979127	2332869	2180501	1687031
6	OTROS ACTIVOS	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
6	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
6	TOTAL OTROS ACTIVOS	98	242473	667661	968029	1301892	1655465	1979225	2332967	2180599	1687129
6	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
6	TOTAL ACTIVO	3977918	3925911	5011722	5854188	6423540	7307295	7890930	8105845	7809854	7711730
6	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
371	PATRIMONIO Y PASIVO	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
372	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
373	PATRIMONIO	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
374	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
375	CAPITAL	272308	272308	272308	272308	272308	272308	272308	272308	272308	272308
377	APORTES VARIOS REVALUADOS	2532071	2532071	2532071	2532071	2532071	2532071	2532071	2532071	2532071	2532071
380	OTROS (CAPITAL)	83541	83541	83541	83541	83541	83541	83541	83541	83541	83541
381	UTILIDAD(PERDIDA)RETENIDA	74716	174246	336492	546942	770980	1004039	1229374	1495803	1821254	1741372
382	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
383	TOTAL PATRIMONIO	2962636	3062166	3224412	3434862	3658900	3891959	4117294	4383723	4709174	4629292
384	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
385	PASIVO LARGO PLAZO	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
386	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
388	DEUDA LARGO PLAZO - OTRAS	771306	766009	1438341	2010673	2483004	2855336	3127668	3000000	2981160	2959500
392	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
393	TOTAL PASIVO LARGO PLZO.	771306	766009	1438341	2010673	2483004	2855336	3127668	3000000	2981160	2959500
394	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
395	PASIVO CORRIENTE	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
396	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
399	PORCION CTE.LARGO PLAZO	0	0	251009	312679	383005	460904	546377	622004	18840	21660
400	BANCOS	68147	3206	3206	3206	3206	3206	3206	3206	3206	3206
401	CUENTAS A PAGAR	61832	6259	6484	6718	7154	7619	8115	8642	9204	9802
401	IMPUESTOS A PAGAR	961	0	0	0	0	0	0	0	0	0
405	OTROS PASIVOS CORRIENTES	33583	8817	8817	8817	8817	8817	8817	8817	8817	8817
406	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
407	TOTAL PASIVO CORRIENTE	164523	18283	269517	331420	402183	480547	566515	642670	40067	43486
408	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

409	OTROS PASIVOS											
410	-----											
412	DEPOSITOS SUSCRIPTORES	79453	79453	79453	79453	79453	79453	79453	79453	79453	79453	79453
417												
	TOTAL OTROS PASIVOS	79453	79453	79453	79453	79453	79453	79453	79453	79453	79453	79453
	TOTAL PASIVO	1015282	863745	1787310	2421546	2964640	3415336	3773636	3722122	3100680	3082438	3061415
421												
422	TOTAL PATRIMONIO Y PASIVO	3977918	3925911	5011722	5856408	6623540	7307295	7890930	8105845	7809854	7711730	7630545
423												

		SIAPA UDI'S CON BANCA COMERCIAL.										
		RELACIONES FINANCIERAS-PROYECCIONES										
		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000 ^p	2001	2002	2003	2004
		REAL	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
426												
427												
428												
431												
432	CAPITAL TRABAJO NETO	194759	166519	170407	157981	134302	107510	110379	114513	113819	114957	120439
433	PROMEDIO ACTIVO CORRIENTE	359282	272042	186858	182818	165101	140317	128835	132848	135113	135914	139842
434	PROMEDIO ACT.FIJO SERV.	3252673	3366605	3408791	3265302	3121812	2970322	2834833	2691343	2547853	2404364	2260874
435	TOT.INVERSION INMOVILIZ.	3611955	3638666	3595649	3448120	3286913	3118639	2963668	2824191	2682966	2540278	2400716
438												
439	INDICES DE SOLVENCIA:											
440	-----											
441	RELACION CORRIENTE	2.18	10.11	0.70	0.53	0.38	0.26	0.23	0.21	3.37	3.15	6.36
442	RELACION ACIDA	2.12	9.92	0.69	0.52	0.37	0.26	0.23	0.21	3.30	3.08	6.24
443	INDICE ENDEUDAMIENTO	0.26	0.25	0.45	0.59	0.68	0.73	0.76	0.68	0.63	0.64	0.65
444												
445	X ING.NET.TOTAL/TOT.INGR.	51.92%	38.34%	44.79%	49.04%	49.75%	50.04%	49.80%	49.73%	49.76%	49.75%	49.91%
446												
447	COBERT.GTOS.FINANC.VECES	1.46	2.18	2.89	3.40	3.50	3.54	3.10	4.45	11.40	0.82	0.87
448	COBERT.SERV.DEUDA VECES	0.82	0.38	4.56	1.30	1.14	0.99	0.84	0.78	0.77	1.10	1.13
449												
450	X UTIL.NETA/TOT.INGRESOS	19.02%	24.94%	35.13%	41.52%	42.62%	43.09%	40.46%	46.26%	54.47%	-12.89%	-9.31%
451	X RELACION DE OPERACIONES	55.65%	73.99%	66.26%	61.15%	60.30%	59.96%	60.24%	60.33%	60.29%	60.30%	60.11%
452	X UT.NET/ACT.FIJ.SERV.NET	2.30%	2.96%	4.76%	6.45%	7.18%	7.83%	7.95%	9.90%	12.77%	-3.32%	-2.66%
453												
454	X UTILIDAD NET/PATRI.PROM	2.52%	3.30%	5.16%	6.32%	6.32%	6.17%	5.63%	6.27%	7.16%	-1.71%	-1.31%
455	PDO.PROMEDIO COBRO(DIAS)	289.02	146.00	127.75	109.50	91.25	73.00	73.00	73.00	73.00	73.00	73.00
456												
457	RENTABILIDAD FINANCIERA											
458	-----											
459	RENT.S/INV.INNOV CAP.TRAB	6.54%	5.05%	6.90%	8.65%	9.55%	10.41%	11.23%	12.17%	13.30%	14.57%	16.12%
2	X ALMENTO (DISMINUCION)											
463	-----											
465	PRECIO:SOBRE AÑO ANTERIOR		0.00%	12.00%	5.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
467	UNIDAD:SOBRE AÑO ANTERIOR		-2.87%	-5.27%	-13.66%	-18.51%	-25.81%	-32.51%	-19.78%	3.74%	3.76%	4.22%
468												
469	CONTRIBUCION A CONSTRUC.											
470	-----											
471	GEN.INTERNA META	-52188	-533774	305735	102931	54849	-6456	-92080	-136459	-153063	44767	61668
472	X GEN.INT./CONSTRUCCION	-83.64%*****		38.22%	14.70%	9.14%	-1.29%	-23.02%	0.00%	0.00%	8.33%	11.48%



CURSO DIPLOMADO
EVALUACION DE PROYECTOS DE
INVERSION

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA
Coordinación de Educación a Distancia
FACULTAD DE INGENIERÍA, UNAM.

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

FEMISCA





MÓDULO 7

EVALUACIÓN FINANCIERA

TEMA:

“Matemáticas Financieras: Theoria e Praxis”

M. en I. Enrique Augusto Hernández Ruiz

25 de septiembre de 1998

hgc/JVR/AMB





**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO**

**DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**"MATEMÁTICAS FINANCIERAS:
THEORIA E PRAXIS"**

APUNTES



M. en I. Enrique Augusto Hernández Ruiz

1998

índice:

• INTRODUCCIÓN: Valor Presente y Valor Futuro de una cuantía de valor	2
• TEORÍA DEL INTERÉS	4
• EJEMPLOS: Teoría del interés	11
• TEORÍA DEL DESCUENTO	13
• EJEMPLOS: Teoría del descuento	16
• EQUIVALENCIA ENTRE TASAS DE INTERÉS Y DE DESCUENTO	18
• EJEMPLOS: Equivalencia entre tasas de interés y de descuento	19
• ANUALIDADES: Amortización parcial periódica de una suerte principal	20
• EJEMPLOS: Anualidades	23
• EJERCICIOS PROPUESTOS	26
• SOLUCIONES DE LOS EJERCICIOS PROPUESTOS	30

MATEMÁTICA FINANCIERA: THEORIA Y PRAIXIS

M. en I. Enrique Augusto Hernández Ruiz.

• **INTRODUCCIÓN: Valor Presente y Valor Futuro de una cuantía de valor**

Los movimientos económicos existentes en la sociedad en general, han creado, desde hace mucho tiempo, el concepto de préstamo. Un préstamo es la facilitación que una persona con excedentes de recursos económicos hace a otra para quien esos recursos son escasos, a cambio de la reintegración de ese mismo recurso económico más un interés en un momento posterior.

El interés, es la cantidad o cuantía monetaria que se debe pagar, en el momento establecido, por el uso del recurso económico ajeno referido, sin menoscabo de su reintegración a quien lo prestó.

a este recurso económico prestado se le denomina "suerte principal", y es denotada con la sigla " C_0 ".

Como es lógico de pensar, un préstamo es regido por usos y costumbres de índole comercial, por lo que será necesario definir fundamentos que servirán de principio para el desarrollo de la "teoría del interés" y de la "teoría del descuento".

Se comenzará por denominar al recurso económico prestado como "suerte principal"; se llamará "plazo"

al tiempo total en que debe ser reintegrado el préstamo y su interés generado, y "periodo" al tiempo que transcurre entre el pago de un interés y otro. Debe tenerse presente que el plazo y el periodo no necesariamente son equivalentes, es más, puede decirse que el plazo es el conjunto de periodos que transcurren para la reintegración de la suerte principal y su interés generado.

Sin embargo, existen lapsos menores al periodo en que suele calcularse el interés que corresponde para integrarlo a la suerte principal, de tal manera que ésta será mayor la siguiente vez que vuelva a calcularse el interés respectivo. A esta forma de generación de intereses se le conoce como "interés compuesto", y a los lapsos referidos en esta idea se le conocen como "subperiodos". Habrá que entender que un conjunto de subperiodos formarán un periodo, y como anteriormente se dijo, un conjunto de periodos formarán el plazo.

Para efectos de nomenclatura, se designará a cada subperiodo con la literal "m", a cada periodo con la literal "n", y el plazo quedará referido consecuentemente con el producto "mn". La suerte principal se denotará con la sigla " C_0 ", y el monto que se debe reintegrar en un momento determinado se entenderá como " $C_1, C_2, C_3, \dots, C_{mn}$ ", el cual será equivalente a la suerte principal

original, más los intereses generados al momento; lo anterior significa que "m" se variará desde la unidad y hasta el número total de subperiodos que tenga cada periodo, y de manera análoga, "n" se variará también desde la unidad y hasta el número total de periodos que tenga el plazo.

Con lo anterior, se deduce que los montos son diferentes entre sí, es decir:

$$C_0 \neq C_1 \neq C_2 \neq C_3 \neq \dots \neq C_{mn},$$

y por esta razón se afirma que un recurso económico tiene valor en el tiempo, denominando a la cantidad de la extrema izquierda como "valor presente" respecto de la extrema derecha; y a la cantidad de la extrema derecha como "valor futuro" respecto de la extrema izquierda.

• TEORÍA DEL INTERÉS

El interés que se pacta pagar por el préstamo en cada subperiodo se establecerá como una proporción de la suerte principal, es decir, se calculará mediante el producto de la misma por una "tasa" expresada en términos porcentuales, y denotada como "i"; con lo cual se obtiene que:

$$I = C_0 (i),$$

y si se desea conocer la "tasa de interés del periodo", entonces bastará con multiplicar el número total de subperiodos de cada periodo por la tasa de cada subperiodo, es decir:

$$i_{(m)} = m i',$$

donde "m" es el número de subperiodos que tiene cada periodo, "i" es la tasa de interés aplicable en cada subperiodo para el cálculo del interés, y la tasa de interés del periodo " $i_{(m)}$ " se conocerá con el nombre de "tasa nominal de interés"

Con esto, es posible definir la tasa de interés aplicable en cada subperiodo de la siguiente manera:

$$i' = i_{(m)} / m.$$

Ahora bien, si nos referimos a los montos " $C_1, C_2, C_3, \dots, C_m$ " indicados anteriormente, esta tasa tiene la siguiente equivalencia:

$$i' = (C_{k+1} - C_k) / C_k,$$

donde el subíndice "k" señala el monto de un subperiodo específico, y variará desde cero, haciendo

referencia a la suerte principal, hasta el valor del producto "mn".

La teoría del interés parte de esta última expresión, en la cual la tasa de interés es vista como un cociente o razón de cambio de la diferencia entre el monto siguiente y el anterior, respecto del monto anterior.

Ahora se puede deducir otra expresión que calcule el siguiente monto a pagar con fundamento en lo anterior de la siguiente manera:

$$C_k (i') = C_{k+1} - C_k$$

$$C_{k+1} = C_k + C_k (i')$$

$$C_{k+1} = C_k (1 + i')$$

Sin embargo, habrá que considerar la idea del interés compuesto inducida anteriormente, pues cuando un interés no es pagado en el subperiodo correspondiente, es costumbre que éste se adicione a la suerte principal; y con este nuevo monto incrementado, se calculará el interés del siguiente subperiodo.

Si esta situación se repite, aplicando la misma tasa en cada subperiodo, se aplicará la misma mecánica, generalizándola de la siguiente manera:

$$C_1 = C_0 (1 + i')$$

$$C_2 = C_1 (1 + i')$$

$$C_2 = C_0 (1 + i') (1 + i')$$

$$C_2 = C_0 (1 + i')^2$$

$$C_3 = C_2 (1 + i')$$

$$C_3 = C_0 (1 + i')^2 (1 + i')$$

$$C_3 = C_0 (1 + i')^3$$

$$\begin{aligned} C_4 &= C_3 (1 + i') \\ C_4 &= C_0 (1 + i')^3 (1 + i') \\ C_4 &= C_0 (1 + i')^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_5 &= C_4 (1 + i') \\ C_5 &= C_0 (1 + i')^4 (1 + i') \\ C_5 &= C_0 (1 + i')^5 \end{aligned}$$

.....

$$\begin{aligned} C_k &= C_{k-1} (1 + i') \\ C_k &= C_0 (1 + i')^{k-1} (1 + i') \\ C_k &= C_0 (1 + i')^k \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{k+1} &= C_k (1 + i') \\ C_{k+1} &= C_0 (1 + i')^k (1 + i') \\ C_{k+1} &= C_0 (1 + i')^{k+1}, \end{aligned}$$

con lo cual se da lugar a la expresión general del interés compuesto:

$$C_k = C_0 (1 + i')^k$$

Si se restringe el valor del subíndice "k" desde cero hasta el número de subperiodos que tiene cada periodo, la diferencia entre "C_k" y "C₀" es el interés total que "efectivamente" se generó durante los "m" subperiodos por el préstamo del recurso ajeno, desprendiéndose de esta situación el concepto de "tasa efectiva de interés", que será distinguida con la literal simple "i", y que tendrá la siguiente equivalencia:

$$i = (C_m - C_0) / C_0$$

de donde se desprende que:

$$C_m = C_0 + C_0 (i)$$

Sustituyendo el valor de "C_m" en la expresión general del interés

compuesto, y teniendo presente que "k" tomará el valor de "m", se llega a que:

$$C_0 + C_0 (i) = C_0 (1 + i')^m$$

Si se divide lo anterior entre el término "C₀" se obtiene la expresión que relaciona a la tasa efectiva con la tasa de interés aplicable en cada subperiodo, que es la siguiente:

$$1 + i = (1 + i')^m$$

$$i = (1 + i')^m - 1$$

Para obtener la relación de la tasa efectiva de interés con la tasa nominal de interés, se sustituye el valor de la tasa de interés aplicable a cada subperiodo por la equivalencia correspondiente, quedando:

$$i = (1 + i_{(m)}/m)^m - 1$$

Despejando de lo anterior a la tasa nominal de interés se obtiene que:

$$i_{(m)} = m \{ (1 + i)^{1/m} - 1 \}$$

En términos de la tasa de interés aplicable en cada subperiodo, esta expresión se transforma a lo siguiente:

$$i' = (1 + i)^{1/m} - 1$$

Tomando la expresión general del interés compuesto, y considerando que "k" puede ser variada desde cero hasta el valor del producto "mn", se tendrá lo siguiente:

$$C_{mn} = C_0 (1 + i')^{mn},$$

o bien:

$$C_{mn} = C_0 (1 + i)^n$$

donde "m" es el número de subperiodos que tiene cada periodo, y "n" el número de periodos que tiene el plazo.

Por ejemplo, con las bases ya planteadas, si deseamos en un plazo de cinco años (serán cinco periodos con duración cada uno de un año), generar intereses doce veces al año (se tendrán en cada periodo doce subperiodos con duración cada uno de un mes), el exponente al que habrá que elevar el binomio "(1 + i)" será igual a sesenta, cantidad proveniente de multiplicar doce por cinco, es decir, el valor aplicable de "m" en este caso es de doce, y el de "n" igual a cinco

Cabe acotar con este ejemplo, que al proceso de generar intereses en cada subperiodo, se le denomina como "capitalización de la tasa".

No obstante lo anterior, deberá tenerse presente que el producto "mn" puede inclusive ser definido en el campo de los número reales, es decir, puede tener valores numéricos con cifras decimales; sin embargo, esta idea será discutida más adelante.

Enfoquemos ahora nuestra atención en la fórmula antes vista, que relaciona una tasa efectiva de interés con una nominal, ambas referidas a una misma amplitud de periodo:

$$i_{(m)} = m \{ (1 + i)^{1/m} - 1 \};$$

esto significa que si una es expresada en términos anuales, la otra también será referida a un periodo equivalente a un año, por ejemplo.

Planteado este caso, ¿qué ocurriría si, manteniendo constante el valor de la tasa efectiva de interés, esta proviniera de la capitalización semestral de una tasa nominal de interés?. La respuesta es la siguiente:

$$i_{(2)} = 2 \{ (1 + i)^{1/2} - 1 \}.$$

Si proviniera de una capitalización trimestral, se tendría que:

$$i_{(4)} = 4 \{ (1 + i)^{1/4} - 1 \};$$

si se tratara de una capitalización bimestral, procedería lo siguiente:

$$i_{(6)} = 6 \{ (1 + i)^{1/6} - 1 \};$$

si la capitalización se realizara de forma mensual, se llegaría a que:

$$i_{(12)} = 12 \{ (1 + i)^{1/12} - 1 \},$$

si existiese una capitalización diaria, la expresión aplicable sería la indicada a continuación:

$$i_{(365)} = 365 \{ (1 + i)^{1/365} - 1 \};$$

y así, es factible proseguir, hasta llegar al caso de tratar con una "capitalización instantánea", es decir, una en la que "m" tuviera un valor sumamente grande.

Continuando con la emulación de este procedimiento, se definirá el concepto denominado "fuerza de interés", el cual es representado con la sigla "δ". Este valor puede ser

definido con los principios de límite expresados por el cálculo diferencial, como a continuación se muestra:

$$\delta = \lim_{m \rightarrow \infty} i_{(m)} = \lim_{m \rightarrow \infty} m \{ (1 + i)^{1/m} - 1 \}$$

Para encontrar este límite, es necesario hacer el siguiente cambio de variable:

Si $x = 1/m$:

$$\delta = \lim_{x \rightarrow 0} i_{(m)} = \lim_{x \rightarrow 0} \{ (1 + i)^x - 1 \} / x.$$

Aplicando el Teorema de L'hospital nos queda:

$$\delta = \lim_{x \rightarrow 0} i_{(m)} = \lim_{x \rightarrow 0} (1 + i)^x \text{Ln}(1 + i)$$

$$\delta = \text{Ln}(1 + i)$$

Si se desea despejar de aquí la tasa efectiva de interés del periodo, queda lo siguiente:

$$e^{\delta} = 1 + i$$

$$i = e^{\delta} - 1$$

Como ya fue expresado, existe la siguiente relación entre la tasa efectiva de interés y la tasa de interés aplicable a cada subperiodo.

$$1 + i = (1 + i')^m,$$

por lo que es válida la siguiente expresión:

$$e^{\delta} = (1 + i')^m$$

$$e^{\delta n} = (1 + i')^{mn},$$

lo cual significa que la expresión del Interés Compuesto antes vista:

$$C_{mn} = C_0 (1 + i')^{mn}$$

puede escribirse también como:

$$C_{mn} = C_0 e^{(\delta n)}$$

Para ejemplificar lo anterior, supongamos que deseamos determinar la tasa nominal de interés que corresponde a una efectiva de interés del 13.8%, para distintos subperiodos de capitalización:

Si $m=1$:

$$i_{(1)} = 1 \{ (1 + 0.138)^{1/1} - 1 \}$$

$$i_{(1)} = 13.8\%$$

Si $m=2$:

$$i_{(2)} = 2 \{ (1 + 0.138)^{1/2} - 1 \}$$

$$i_{(2)} = 13.3542\%$$

Si $m=3$:

$$i_{(3)} = 3 \{ (1 + 0.138)^{1/3} - 1 \}$$

$$i_{(3)} = 13.2098\%$$

Si $m=4$:

$$i_{(4)} = 4 \{ (1 + 0.138)^{1/4} - 1 \}$$

$$i_{(4)} = 13.1384\%$$

Si $m=6$:

$$i_{(6)} = 6 \{ (1 + 0.138)^{1/6} - 1 \}$$

$$i_{(6)} = 13.0675\%$$

Si $m=12$:

$$i_{(12)} = 12 \{ (1 + 0.138)^{1/12} - 1 \}$$

$$i_{(12)} = 12.9971\%$$

Si $m=24$:

$$i_{(24)} = 24 \{ (1 + 0.138)^{1/24} - 1 \}$$

$$i_{(24)} = 12.9621\%$$

Si $m=52$:

$$i_{(52)} = 52 \{ (1 + 0.138)^{1/52} - 1 \}$$

$$i_{(52)} = 12.9433\%$$

Si $m=365$:

$$i_{(365)} = 365 \{ (1 + 0.138)^{1/365} - 1 \}$$

$$i_{(365)} = 12.9295\%$$

Si $m=8,760$:

$$i_{(8,760)} = 8,760 \{ (1 + 0.138)^{1/8,760} - 1 \}$$

$$i_{(8,760)} = 12.9273\%$$

Si $m=525,600$:

$$i_{(525,600)} = 525,600 \{ (1 + 0.138)^{1/525,600} - 1 \}$$

$$i_{(8,760)} = 12.9272\%$$

Como puede observarse, a medida que crece "m", " $i_{(m)}$ " concurre a un valor que puede determinarse mediante la expresión de la "fuerza del interés":

$$\delta = \text{Ln}(1 + i)$$

$$\delta = \text{Ln}(1 + 0.138)$$

$$\delta = 12.9272\%$$

Esto quiere decir que " δ " equivale a una idealización: " $i_{(x)}$ "; con lo cual se concluye que, dada una tasa efectiva de interés, no existirá tasa nominal de interés alguna que sea menor que la efectiva, ni mayor que la fuerza del interés, es decir:

$$\delta \leq i_{(m)} < i.$$

Por otro lado, en materia de comprobación, la validez de la expresión general del interés compuesto puede verificarse, para el conjunto de los número naturales, por el método de Inducción Matemática de la siguiente manera:

Si $mn = 0$:

$$C_0 = C_0 (1 + i)^0$$

$$C_0 = C_0$$

Si $mn = 1$:

$$C_1 = C_0 (1 + i)$$

$$C_1 = C_0 (1 + i)$$

Si $mn = k$:

$$C_k = C_0 (1 + i)^k$$

Si $mn = k+1$:

$$C_{k+1} = C_0 (1 + i)^{k+1}$$

o bien:

$$C_{k+1} = C_0 (1 + i)^k (1 + i)$$

$$C_{k+1} = C_0 (1 + i)^{k+1}$$

El ser las dos expresiones idénticas y equivalentes, queda demostrada la validez de la expresión general para el conjunto de los números naturales.

Así mismo, la expresión puede verificarse también para el conjunto de los números reales, como fue mencionado con anterioridad; pero hay que considerar que el incremento en " C_k " estará dado por el número real " $1/m$ ", el cual representa a cada subperiodo en que es capitalizada la tasa; situación que dirige al siguiente análisis:

$$i' = i_{(m)} / m = (C_{k+1/m} - C_k) / C_k$$

Si "m" tiende al infinito, puede observarse que la diferencia de " $C_{k+1/m}$ " y " C_k " es tendiente a cero por su parte, lo que es equivalente a tener:

$$\lim_{m \rightarrow \infty} i' = \lim_{m \rightarrow \infty} i_{(m)} / m = \delta / m$$

$$\delta / m = \lim_{m \rightarrow \infty} (C_{k+1/m} - C_k) / C_k$$

Haciendo el siguiente cambio de variable se tiene:

Si $\Delta m = 1/m$:

$$i' = (C_{k+\Delta m} - C_k) / C_k = (\Delta m) i_{(m)},$$

y despejando " $i_{(m)}$ " se obtiene:

$$i_{(m)} = (1 / C_k) (C_{k+\Delta m} - C_k) / \Delta m.$$

El límite de esta función cuando "m" tiende al infinito, es equivalente a aplicar el límite de la función cuando " Δm " tiende a cero; pero, si se observa el segundo cociente de la expresión, se notará que al aplicar este límite se tratará con el teorema fundamental del cálculo diferencial, por lo que se obtiene que:

$$\delta = \lim_{\Delta m \rightarrow 0} i_{(m)} = \lim_{\Delta m \rightarrow 0} (1/C_k) (C_{k+\Delta m} - C_k) / \Delta m$$

$$\delta = C_k' / C_k.$$

La sigla " C_k ", representa la derivada de la función " C_k ".

No obstante lo anterior, se necesita conocer el valor de la función y no el de su derivada, por lo que debe integrarse la afirmación anterior, y para ello es necesario hacer lo siguiente:

Si $C_k = C_t$:

$$\delta = C_t' / C_t.$$

Multiplicando ambos términos por " $d\tau$ " se obtendrá que:

$$\delta(d\tau) = (C_t' / C_t) d\tau.$$

Se debe tener presente que se ha partido de la expresión fundamentada en la tasa efectiva de interés al hacer tender a la literal "m" al infinito, es decir, la amplitud del subperiodo es

equivalente a la del periodo, y consecuentemente ambos resultan ser iguales (cada periodo solamente tendrá un subperiodo), por lo que sólo en este caso, bajo esa condición se tiene que:

$$i = i' = i_{(m)}.$$

Al integrar definitivamente la última expresión, donde se obtuvo la relación de " $\delta(d\tau)$ ", desde "0" hasta "n", que es el intervalo de interés en virtud de lo anterior, y recordando el principio del cálculo integral que afirma que la integración del cociente de la derivada de una función entre dicha función es equivalente al logaritmo natural de la misma más una constante de integración, se tiene:

$$\int_0^n \delta(d\tau) = \int_0^n (C_t' / C_t) d\tau$$

$$\delta n = \text{Ln } C_{mn} - \text{Ln } C_0$$

$$\delta n = \text{Ln } (C_{mn} / C_0)$$

$$e^{(\delta n)} = C_{mn} / C_0$$

$$C_{mn} = C_0 e^{(\delta n)},$$

pero se sabe que:

$$e^{\delta n} = (1 + i)^{mn}$$

$$C_{mn} = C_0 (1 + i)^{mn}$$

Con lo cual, queda demostrado que la expresión es válida también para el conjunto de los números reales.

Habrá que hacer notar, que al efectuar la integral de la demostración anterior, el término " C_{mn} " aparece debido a que la

amplitud del subperiodo es equivalente a la del periodo como se mencionó, y se trató con una expresión donde se involucra la tasa efectiva de interés "i", por lo que " C_T " en realidad equivale a " C_m ", que al integrarse genera a " C_{mn} ".

• EJEMPLOS: Teoría del interés

1. Encontrar el valor presente "C₀" de 1,500.00 U.M. (Unidades Monetarias), si la tasa de interés es del 8% anual efectiva y el plazo es de 5 años.

Solución:

$$C_0 = 1,500.00 (1 + 0.08)^{-5}$$

$$C_0 = 1,020.87 \text{ U.M.}$$

2. Encontrar el monto "C_{mn}" de 100,000.00 U.M., acumuladas durante 20 años a una tasa efectiva de interés del 10% durante 20 años.

Solución:

$$C_{20} = 100,000.00 (1 + 0.10)^{20}$$

$$C_{20} = 672,750.00 \text{ U.M.}$$

3. Encontrar el valor presente de 5,000.00 U.M. pagaderas dentro de 4 años, cuando el interés es del 5%, capitalizable semestralmente

Solución:

$$C_0 = 5,000.00 (1 + 0.05/2)^{-(2)(4)}$$

$$C_0 = 4,103.73 \text{ U.M.}$$

4. Encontrar el monto de 300.00 U.M., acumuladas durante 30 años a una tasa nominal de interés del 6% anual, convertible trimestralmente

Solución:

$$C_{120} = 300.00(1 + 0.06/4)^{(4)(30)}$$

$$C_{120} = 1,790.80 \text{ U.M.}$$

5. Encontrar el valor presente de 5,000.00 U.M. pagaderas dentro de 4 años cuando la fuerza del interés es del 5% anual

Solución:

$$C_0 = 5,000.00 e^{-(0.05)(4)}$$

$$C_0 = 4,093.65 \text{ U.M.}$$

6. Encontrar el monto de 300,000.00 U.M. acumuladas durante 30 años a una fuerza efectiva de interés del 6% anual.

Solución:

$$C_{30} = 300,000.00 e^{(0.06)(30)}$$

$$C_{30} = 1,814,894.24 \text{ U.M.}$$

7. Dado que C₀ = 1,000.00 U.M., y que el monto que le corresponderá dentro de 1 año será C_{mn} = 1,100.00, determinar el interés y la tasa efectiva de interés respectivos.

Solución:

El interés estará dado por la diferencia entre el monto y su valor presente, es decir:

$$I = 1,100.00 - 1,000.00$$

$$I = 100.00 \text{ U.M.}$$

La tasa efectiva de interés, estará definida de la siguiente manera:

$$i = 100.00 / 1,000.00$$

$$i = 10\%$$

8. Encontrar la tasa efectiva anual equivalente a una tasa nominal anual del 6% capitalizable semestralmente.

Solución:

$$1 + i = (1 + 0.06/2)^2$$

$$i = 6.09\%$$

9. Encontrar la tasa nominal anual convertible trimestralmente, equivalente a una tasa efectiva anual del 4%.

Solución:

$$1 + 0.04 = (1 + i_{(4)}/4)^4$$

$$i_{(4)} = 3.94\%$$

10. Encontrar la tasa efectiva anual equivalente a una fuerza del interés del 5% anual.

Solución:

$$1 + i = e^{0.05}$$
$$i = 5.13\%$$

11. Encontrar la fuerza de interés anual equivalente a una tasa efectiva de interés del 5% anual.

Solución:

$$1 + 0.05 = e^{\delta}$$
$$\delta = 4.88\%$$

12. Encontrar la tasa nominal anual de interés convertible mensualmente equivalente a una fuerza de interés del 10% anual.

Solución:

$$(1 + i_{(12)}/12)^{12} = e^{0.10}$$
$$i_{(12)} = 10.04\%$$

13. Encontrar la fuerza de interés anual equivalente a una tasa nominal anual convertible cuatrimestralmente del 9%.

Solución:

$$(1 + 0.09/3)^3 = e^{\delta}$$
$$\delta = 8.87\%$$

• TEORÍA DEL DESCUENTO

El descuento es una cantidad equivalente en monto al interés; pero la determinación de la tasa aplicable en cada subperiodo se obtiene con la siguiente ecuación:

$$d' = (C_{k+1} - C_k) / C_{k+1},$$

donde el subíndice "k", al igual que lo visto bajo la teoría del interés, señala el monto de un subperiodo específico, y variará desde cero, haciendo referencia a la suerte principal, hasta el valor del producto "mn". También se hará referencia a los montos " $C_1, C_2, C_3, \dots, C_{mn}$ " ya indicados anteriormente.

La teoría del descuento sostiene que la tasa de descuento es un cociente o razón de cambio de la diferencia entre el monto siguiente y el anterior, respecto del monto siguiente.

El descuento se calculará mediante el producto del valor futuro de la suerte principal por una "tasa" expresada en términos porcentuales, y denotada como "d"; con lo cual se obtiene que:

$$D' = C_{mn} (d').$$

y si se desea conocer la "tasa de descuento del periodo", entonces bastará con multiplicar el número total de subperiodos de cada periodo por la tasa de cada subperiodo, es decir:

$$d_{(m)} = m d',$$

donde "m" es el número de subperiodos que tiene cada periodo, "d'" es la tasa de descuento aplicable en cada subperiodo para el cálculo del descuento, y la tasa de descuento del periodo " $d_{(m)}$ " se conocerá con el nombre de "tasa nominal de descuento".

Con esto, es posible definir la tasa de descuento aplicable en cada subperiodo de la siguiente manera:

$$d' = d_{(m)} / m.$$

De manera análoga a lo hecho en la teoría del interés, se puede deducir una expresión que calcule el siguiente monto a pagar del modo siguiente:

$$C_{k+1} (d') = C_{k+1} - C_k$$

$$C_{k+1} (1 - d') = C_k$$

$$C_{k+1} = C_k (1 - d')^{-1};$$

y con este razonamiento se puede llegar a la expresión general del descuento compuesto:

$$C_k = C_0 (1 - d')^{-k}$$

Si se restringe el valor del subíndice "k" desde cero hasta el número de subperiodos que tiene cada periodo, la diferencia entre " C_k " y " C_0 " es el descuento total que "efectivamente" se generó durante los "m" subperiodos por el préstamo de un recurso ajeno, desprendiéndose así el concepto de "tasa efectiva de descuento", que será distinguida con la literal simple "d", y que tendrá la siguiente equivalencia:

$$d = (C_m - C_0) / C_m,$$

de donde se desprende que:

$$C_m = C_0 (1 - d)^{-1}$$

Sustituyendo el valor de "C_m" en la expresión general del descuento compuesto, y teniendo presente que "k" tomará el valor de "m", se llega a que:

$$C_0 (1 - d)^{-1} = C_0 (1 - d')^{-m}$$

Si se divide lo anterior entre el término "C₀" se obtiene la expresión que relaciona a la tasa efectiva de descuento con la tasa de descuento aplicable en cada subperiodo, que es la siguiente:

$$1 - d = (1 - d')^m$$

$$d = 1 - (1 - d')^m$$

Para obtener la relación de la tasa efectiva de descuento con la tasa nominal de descuento, se sustituye el valor de la tasa de descuento aplicable a cada subperiodo por la equivalencia correspondiente, quedando:

$$d = 1 - (1 - d_{(m)}/m)^m$$

Despejando de lo anterior a la tasa nominal de descuento se obtiene que:

$$d_{(m)} = m \{ 1 - (1 - d)^{1/m} \}$$

En términos de la tasa de descuento aplicable en cada subperiodo, esta expresión se transforma a lo siguiente:

$$d' = 1 - (1 - d)^{1/m}$$

Tomando la expresión general del descuento compuesto, y considerando que "k" puede ser variada desde cero hasta el valor del producto "mn", se tendrá lo siguiente:

$$C_{mn} = C_0 (1 - d')^{-mn}$$

donde "m" es el número de subperiodos que tiene cada periodo, y "n" el número de periodos que tiene el plazo.

En términos de la tasa de descuento efectiva, la relación anterior queda de la siguiente forma:

$$C_{mn} = C_0 (1 - d)^{-n}$$

De manera análoga a lo tratado bajo la teoría del interés, a continuación se definirá el concepto denominado "fuerza de descuento", representado con la sigla "δ". Este valor puede ser definido con el concepto de límite, formulado en el cálculo diferencial, como a continuación se muestra:

$$\delta' = \lim_{m \rightarrow \infty} d_{(m)} = \lim_{m \rightarrow \infty} m \{ 1 - (1 - d)^{1/m} \}$$

Para encontrar este límite, es necesario hacer el siguiente cambio de variable:

Si $x = 1/m$:

$$\delta' = \lim_{x \rightarrow 0} d_{(m)} = \lim_{x \rightarrow 0} \{ 1 - (1 - d)^x \} / x.$$

Aplicando el Teorema de L'Hopital nos queda:

$$\delta' = \lim_{x \rightarrow 0} d_{(m)} = \lim_{x \rightarrow 0} (1 - d)^x \text{Ln}(1 - d)$$

$$\delta' = -\ln(1 - d)$$

Si se desea despejar de aquí la tasa efectiva de descuento del periodo, queda lo siguiente:

$$e^{-\delta'} = 1 - d$$

$$d = 1 - e^{-\delta'}$$

Como ya fue expresado, existe la siguiente relación entre la tasa efectiva de descuento y la tasa de descuento aplicable a cada subperiodo:

$$1 - d = (1 - d')^m,$$

por lo que es válida la siguiente expresión:

$$e^{-\delta'} = (1 - d')^m$$

$$e^{\delta'n} = (1 - d')^{-mn},$$

lo cual significa que la expresión del descuento compuesto antes vista:

$$C_{mn} = C_0 (1 - d')^{-mn}$$

puede escribirse también como:

$$C_{mn} = C_0 e^{(\delta'n)}$$

Esta última expresión es equivalente a la análoga determinado bajo los concepto de la teoría del interés, es decir:

$$C_0 e^{(\delta'n)} = C_0 e^{(\delta n)},$$

por tal motivo, puede afirmarse que la fuerza de interés es equivalente en valor a la fuerza de descuento.

La validez de la expresión general del descuento compuesto puede ser verificada, para el conjunto de los números naturales y para el conjunto de los números reales, de maneras análogas a las desarrolladas en la teoría del interés, razón por la cual las demostraciones respectivas se omitirán en este apartado.

• EJEMPLOS: Teoría del descuento

1. Encontrar el valor presente "C₀" de 4,500.00 U.M. (Unidades Monetarias), si la tasa efectiva de descuento es del 7.50% anual, y el plazo es de 6 años.

Solución:

$$C_0 = 4,500.00 (1 - 0.075)^6$$

$$C_0 = 4,162.50 \text{ U.M.}$$

2. Determinar el monto de 1,000.00 U.M., acumuladas durante 15 años a una tasa efectiva de descuento del 8% anual.

Solución:

$$C_{15} = 1,000.00 (1 - 0.08)^{-15}$$

$$C_{15} = 3,492.87 \text{ U.M.}$$

3. Encontrar el valor presente de 5,000.00 pagaderos dentro de 4 años, cuando la tasa nominal de descuento es del 4.50% anual, convertible semestralmente.

Solución:

$$C_0 = 5,000.00 (1 - 0.045/2)^{(2)(4)}$$

$$C_0 = 4,167.77 \text{ U.M.}$$

4. Encontrar el monto de 300.00 U.M. acumuladas durante 30 años a una tasa nominal de descuento del 6% anual, convertible bimestralmente.

Solución:

$$C_{180} = 300.00 (1 - 0.06/6)^{-(6)(30)}$$

$$C_{180} = 1,831.41.00$$

5. Dado que C₀ = 1,000.00 U.M., y que el monto que le corresponderá dentro de 1 año será C_{m_n} = 1,100.00, determinar el descuento y la tasa efectiva de descuento respectivos.

Solución:

El descuento estará dado por la diferencia entre el monto y su valor presente, es decir:

$$D = 1,100.00 - 1,000.00$$

$$D = 100.00 \text{ U.M.}$$

La tasa efectiva de descuento, estará definida de la siguiente manera:

$$d = 100.00 / 1,100.00$$

$$d = 9.09\%$$

6. Encontrar la tasa de descuento efectiva anual equivalente a una tasa de descuento nominal anual del 5% capitalizable semestralmente.

Solución:

$$1 - d = (1 - 0.05/2)^2$$

$$d = 4.94\%$$

7. Encontrar la tasa nominal anual de descuento convertible trimestralmente, equivalente a una tasa efectiva de descuento del 4% anual.

Solución:

$$1 - 0.04 = (1 - d_{(4)}/4)^4$$

$$d_{(4)} = 4.06\%$$

8. Encontrar la tasa efectiva de descuento anual equivalente a una fuerza de descuento del 6% anual.

Solución:

$$1 - d = e^{-0.06}$$

$$d = 5.82\%$$

9. Encontrar la fuerza de descuento anual, equivalente a una tasa efectiva de descuento del 6% anual.

Solución:

$$1 - 0.06 = e^{-\delta}$$

$$\delta = 6.19\%$$

10. Encontrar la tasa nominal anual de descuento convertible mensualmente equivalente a una fuerza de descuento del 10% anual.

Solución:

$$(1 - d_{(12)}/12)^{12} = e^{-0.10}$$

$$d_{(12)} = 9.96\%$$

11. Encontrar la fuerza de descuento anual equivalente a una tasa nominal anual de descuento del 9%, capitalizable cuatrimestralmente.

Solución:

$$(1 - 0.09/3)^3 = e^{-\delta'}$$

$$\delta' = 9.14\%$$

**• EQUIVALENCIA ENTRE
TASAS DE INTERÉS Y
DE DESCUENTO**

Tras lo expuesto hasta ahora, surge la interrogante respecto de la existencia de alguna relación entre la teoría del interés y la del descuento, cuya respuesta es evidente, pues se conoce lo siguiente:

$$C_{mn} = C_0 (1 + i)^n$$

$$C_{mn} = C_0 (1 - d)^{-n},$$

de donde basta con igualar ambas relaciones, y dividir la resultante entre el término " C_0 ", obteniendo:

$$C_0 (1 + i)^n = C_0 (1 - d)^{-n}$$

$$(1 + i)^n = (1 - d)^{-n}$$

$$1 + i = (1 - d)^{-1}$$

$$i = (1 - d)^{-1} - 1,$$

o bien:

$$i = d / (1 - d);$$

y de forma análoga, se desprende también que:

$$d = i / (1 + i),$$

lo cual resulta ser la equivalencia entre la tasa efectiva de interés y la tasa efectiva de descuento, con las cuales es posible relacionar un mismo valor presente con un mismo valor futuro, aplicando la teoría respectiva.

Cuando se haga referencia a planteamientos de índole financiera, debe tenerse presente que la tasa aplicable a un esquema derivado de la teoría del interés, puede ser mencionada simplemente como "la tasa", es decir; la palabra "interés" puede ser omitida; pero, en cambio, al tratar con esquemas derivados de la teoría del descuento, habrá que precisar que la tasa tratada es "la tasa de descuento".

• **EJEMPLOS:**
Equivalencia entre tasas de interés y de descuento

1. Encontrar la tasa nominal anual de descuento convertible mensualmente, equivalente a una tasa nominal de interés, también capitalizable mensualmente, del 15% anual.

Solución:

$$(1 + 0.15/12)^{12} = (1 - d_{(12)}/12)^{-12}$$

$$d_{(12)} = 14.81\%$$

2. Encontrar la tasa efectiva de interés anual equivalente a una tasa nominal anual de descuento convertible quincenalmente del 7.50%.

Solución:

$$1 + i = (1 - 0.075/24)^{-24}$$

$$i = 7.80\%$$

**• ANUALIDADES:
Amortización parcial
periódica de una suerte
principal**

Una anualidad se define como el elemento de un conjunto de pagos iguales, realizados a intervalos iguales de tiempo para amortizar una cuantía monetaria; pero, a pesar de su nombre, no necesariamente dichos pagos deben ser hechos anualmente.

La amortización es el procedimiento con el que se salda gradualmente una deuda por medio de una serie de pagos que, generalmente, son iguales y se realizan en periodos equivalentes como ya se mencionó.

En el cálculo del monto de estos pagos, infiere también la teoría del interés, y se relaciona con el concepto matemático de las progresiones geométricas.

Para conocer el valor futuro de una serie de ingresos periódicos, referidos subsecuentemente con la literal "a", se generaría la siguiente sumatoria:

$$C_{mn} = a(1+i)^0 + a(1+i)^1 + a(1+i)^2 + a(1+i)^3 + \dots + a(1+i)^{n-1}$$

La expresión corresponde evidentemente a una progresión geométrica, que se define como una serie de cantidades que guardan entre sí una relación constante, donde para determinar el siguiente término de la serie, deberá multiplicarse el elemento anterior por la razón conocida "r", que para este

caso específico resulta ser equivalente a "(1+i)".

Cabe destacar que, tanto el ingreso periódico "a" como la tasa de interés "i", son referidos a la misma amplitud de tiempo, es decir, el subperiodo es equivalente al período. En caso de que ambos no coincidan, habrá que aplicar la tasa de interés del subperiodo "i'" que corresponda, y la literal "n" será sustituida por el término "mn".

Si se formula la solución a este problema con fundamento al concepto matemático de la suma de una progresión geométrica se llega al siguiente desarrollo:

$$C_{mn} = a(1+i)^0 + a(1+i)^1 + a(1+i)^2 + a(1+i)^3 + \dots + a(1+i)^{n-2} + a(1+i)^{n-1}$$

Si se multiplica la expresión anterior por la razón (1+i) se llega a que:

$$C_{mn} (1+i) = a(1+i)^1 + a(1+i)^2 + a(1+i)^3 + a(1+i)^4 + \dots + a(1+i)^{n-1} + a(1+i)^n$$

Si se obtiene la diferencia entre la segunda y la primera expresión se obtiene:

$$C_{mn} (1+i) - C_{mn} = a(1+i)^n - a(1+i)^0$$

$$C_{mn} (i) = a [(1+i)^n - 1]$$

$$C_{mn} = [a / i] [(1+i)^n - 1]$$

Donde "C_{mn}" es el valor futuro de una suerte principal, y "a" el monto del pago periódico que amortizará una deuda considerando el esquema del interés.

Si se desea referir una anualidad a términos de un valor presente o suerte principal "C₀", habrá que considerar lo siguiente:

$$C_{mn} = C_0 (1 + i)^n$$

por lo tanto:

$$C_0(1+i)^n = [a/i] [(1+i)^n - 1]$$

$$C_0(1+i)^n (1+i)^{-n} = [a/i] [(1+i)^n - 1] (1+i)^{-n}$$

$$C_0 = [a / i] [1 - (1+i)^{-n}]$$

De cualquiera de ambas expresiones, según sea el caso, puede despejarse fácilmente el pago periódico "a" de la siguiente manera:

$$a = C_{mn} (i) / [(1 + i)^n - 1],$$

o también:

$$a = C_0 (i) / [1 - (1+i)^{-n}].$$

Debe hacerse hincapié en que ambas expresiones consideran un esquema de pagos vencidos, es decir, el primer pago se liquidará una vez transcurrido el primer subperiodo, el segundo al final del siguiente, y así sucesivamente.

Si se trata con casos en los cuales las anualidades son expresadas en términos de tiempo distinto al que corresponde a la tasa de interés, donde como ya fue señalado, un periodo cuenta con más de un subperiodo, las expresiones anteriores se transforman a lo siguiente:

$$C_0 = [a' / i'] [1 - (1+i')^{-mn}];$$

$$C_{mn} = [a' / i'] [(1 + i')^{mn} - 1];$$

$$a' = C_0 (i') / [1 - (1+i')^{-mn}]; \text{ y}$$

$$a' = C_{mn} (i') / [(1 + i')^{mn} - 1],$$

donde las literales "a" e "i" corresponden al pago periódico y a la tasa de interés aplicables en cada subperiodo respectivamente.

No obstante lo anterior, en finanzas existen casos en los cuales se efectúan amortizaciones de "suertes principales" mediante la aportación de pagos constantes que duran un periodo muy grande, que incluso puede considerarse como indefinido; dando lugar de este modo al concepto de "anualidades perpetuas", las cuales son pagos constantes que se realizan a lo largo de un tiempo muy amplio para igualar un valor presente.

En matemáticas, esto se traduce a la consideración de un plazo tan grande que tiende al "infinito", es decir, el número de periodos son tantos, que hacen que el plazo se vuelva en un valor sumamente grande.

Siguiendo las ideas planteadas por el concepto de anualidad, es posible determinar valores presentes y futuros con esta nueva condición, efectuando el siguiente límite:

$$C_0 = \lim_{mn \rightarrow \infty} [a' / i'] [1 - (1+i')^{-mn}];$$

evidentemente el término "(1+i')^{-mn}" tenderá al valor de cero al aplicar las sustituciones correspondientes, quedando la siguiente expresión:

$$C_0 = a' / i'$$

misma que resulta ser la equivalencia de un valor presente con una sucesión de anualidades perpetuas.

Sin embargo, este proceso sólo es aplicable de manera práctica hacia un valor presente, no así para un valor futuro, pues como puede observarse, si se aplica el límite a la expresión que liga a una anualidad con un valor futuro, éste generará un valor tan grande, comparable solamente con el del "infinito".

• EJEMPLOS:
Anualidades

1. Calcular el valor presente de 20 pagos anuales de 500.00 U.M., el primero de ellos efectuándolo un año después del momento actual, a una tasa de interés del 8% efectiva anual.

Solución:

$$C_0 = (500.00/0.08)[1-(1+0.08)^{-20}]$$

$$C_0 = 4,909.07 \text{ U.M.}$$

2. Obtener el valor futuro de los pagos del problema anterior, empleando la expresión correspondiente de anualidad.

Solución:

$$C_{20} = (500.00/0.08)[(1+0.08)^{20}-1]$$

$$C_{20} = 22,880.98 \text{ U.M.}$$

3. Un bono tiene un valor nominal de 100.00 U.M., y es redimible a la par en 10 años, ¿cuál debe ser el precio de compra de un bono que proporciona dividendos netos vencidos del 1% semestral, pagaderos semestralmente?

Solución:

Evidentemente, la cantidad que se ofrece pagar como dividendo al final de cada uno de los 20 semestres se deben tratar como el valor presente de una anualidad ordinaria, la cual equivale al 1% del valor nominal del bono, es decir, 1 U.M.; sin embargo, los pagos son semestrales (20 subperiodos), y la tasa es efectiva anual, por lo que, para utilizar una de las fórmulas discutidas, primero se requiere obtener la tasa de interés efectiva semestral equivalente a una tasa efectiva anual de interés del 4.50%.

Adicionalmente, habrá que incluir el valor presente de la redención del bono al transcurrir el plazo establecido, pero considerando la tasa efectiva expresada en términos anuales (10 periodos).

$$1 + 0.045 = (1 + i_{(2)}/2)^2$$

$$i_{(2)}/2 = 2.23\%$$

$$C_0 = (1.00/0.023)[1-(1+0.023)^{-20}]$$

$$+ 100(1+0.045)^{-10}$$

$$C_0 = 16.00 + 64.39$$

$$C_0 = 80.39 \text{ U.M.}$$

4. Una deuda se va a liquidar mediante pagos semestrales iguales y vencidos. Encontrar el valor de la deuda si la renta anual es de -500.00 U.M. cada uno, durante 5 años, y la tasa de interés es del 8% anual convertible semestralmente.

Solución:

Habrà que considerar que la renta se ha expresado en términos anuales, pero se deberá involucrar en los cálculos en términos semestrales; así mismo, la tasa de interés expresada.

$$i' = i_{(2)}/2$$

$$i_{(2)}/2 = 0.08 / 2$$

$$i_{(2)}/2 = 0.04$$

$$a' = 500.00 / 2$$

$$a' = 250.00$$

$$C_0 = (250.00/0.04)[1-(1+0.04)^{-10}]$$

$$C_0 = 2,027.72 \text{ U.M.}$$

5. Una persona está formando un fondo de ahorro efectuando abonos de 10.00 U.M. cada 6 meses al 4.5% de interés capitalizable al semestre. ¿cuánto dinero habrá en el fondo al final de 7 años?

Solución:

$$i' = i_{(2)}/2$$

$$i_{(2)}/2 = 0.045 / 2$$

$$i_{(2)}/2 = 0.0225$$

$$C_{14} = (10.00/0.0225)[(1+0.0225)^{14} - 1]$$

$$C_{14} = 162.44 \text{ U.M.}$$

6. ¿Cuántos pagos anuales completos y vencidos de 1.50 U.M., y qué pago incompleto un año después deben hacerse para acumular 25.00 U.M. al 6% de interés anual?

Solución:

El término "acumular" indica que la cantidad de 25.00 U.M. se tendrá una vez transcurrido el plazo que debe calcularse, por lo que habrá que tratar con la expresión que relaciona un valor futuro con una anualidad.

$$25.00 = (1.50 / 0.06)[(1+0.06)^n - 1]$$

$$n = \text{Ln}[1 + \{(25)(.06)/1.5\}] / \text{Ln}(1+0.06)$$

$$n = 11.90 \text{ años}$$

El número de pagos completos y vencidos de 1.50 U.M. será 11, y la diferencia de las 25.00 U.M. con su respectivo valor futuro, trasladado a un año después, será el último pago incompleto que se efectuará.

$$C_{11} = (1.50 / 0.06)[(1 + 0.06)^{11} - 1]$$

$$C_{11} = 22.46 \text{ U.M.}$$

$$C_{12} = 22.46(1 + 0.06)$$

$$C_{12} = 23.80 \text{ U.M.}$$

$$a' = 25.00 - C_{12}$$

$$a' = 25.00 - 23.80$$

$$a' = 1.20 \text{ U.M.}$$

El último pago incompleto que se efectuará un año después será de 1.20 U.M.

7. Una persona dona 250,000.00 U.M. a una Universidad con el objeto de que ésta proporcione una beca anual a un grupo de alumnos en forma indefinida. Si el dinero puede ser invertido al 8% efectivo anual, ¿de cuánto será el

total de becas que se otorguen al año?

Solución:

$$C_0 = a' / i'$$

$$250,000.00 = a' / 0.08$$

$$a' = (250,000.00)(0.08)$$

$$a' = 20,000.00 \text{ U.M.}$$

8. Una deuda de 10,000.00 U.M. va a ser amortizada mediante 7 pagos anuales iguales y vencidos, cada uno de ellos conteniendo un abono a interés y otro a capital. Si la tasa efectiva de interés es del 5% anual, encontrar el pago anual correspondiente.

Solución:

$$10,000.00 = (a / 0.05)[1 - (1+0.05)^{-7}]$$

$$a = (10,000.00)(0.05) / [1 - (1+0.05)^{-7}]$$

$$a = 1,728.20 \text{ U.M.}$$

9. Una deuda de 16.00 U.M. devenga una tasa de interés del 4% efectivo anual y va a ser amortizada mediante pagos iguales de 4.00 U.M. al final de cada año. Encontrar cuántos pagos completos se deben efectuar y qué pago incompleto deberá cubrirse un año después del último completo.

Solución:

$$16.00 = (4.00 / 0.04)[1 - (1+0.04)^n]$$

$$n = \text{Ln}[1 - \{(16)(0.04)/4\}] / -\text{Ln}(1+0.04)$$

$$n = 4.45 \text{ años}$$

De lo anterior se concluye que el número de pagos completos de 4.00 U.M. es igual a 4; pero para determinar cuánto se deberá pagar al final del 5° año, primeramente se debe obtener el valor futuro de la deuda al final de 4 años, o sea, de las 16.00 U.M., y después se le restará el valor futuro de los cuatro pagos completos.

$$C'_4 = 16.00(1+0.04)^4$$

$$C'_4 = 18.72 \text{ U.M.}$$

$$C''_4 = (4.00 / 0.04)[(1 + 0.04)^4 - 1]$$

$$C''_4 = 16.99 \text{ U.M.}$$

$$C_4 = C'_4 - C''_4$$

$$C_4 = 18.72 - 16.99$$

$$C_4 = 1.73 \text{ U.M.}$$

Esto significa que después de 4 años, se tendrá un saldo insoluto (deuda) de 1.73 U.M.; pero para determinar el último pago, que será incompleto, habrá que determinar el valor futuro de dicho saldo insoluto en el 5° año, considerando que entre éste y el 4° año sólo existe un periodo.

$$a' = 1.73(1+0.04)$$

$$a' = 1.80 \text{ U.M.}$$

El último pago incompleto que se efectuará será de 1.80 U.M.

$$C_0 = 279,069.77 \text{ U.M.}$$

La cantidad mínima que esperaría recibir el heredero es de 279,069.77 Unidades Monetarias.

10. Un heredero ha recibido un inmueble que actualmente es rentado en 2,500.00 U.M. al mes bajo un contrato de duración anual que se renueva indefinidamente. Actualmente, el inquilino está dispuesto a comprarle el bien de contado. ¿En qué cantidad de dinero estaría dispuesto el heredero a vender la propiedad, por lo menos, si desea invertir lo que reciba en un banco que le garantiza entregarle el 10.75% de interés efectivo anual.

Solución:

El hecho que el contrato se renueva indefinidamente indica que se trata de anualidades perpetuas, pero para poder aplicar la expresión correspondiente, primeramente habrá que anualizar la renta que se recibe mes a mes, es decir, se deberá multiplicar por 12, a fin de obtener la renta total que se obtiene en un año.

$$C_0 = (2,500.00)(12) / 0.1075$$

**• EJERCICIOS
PROPUESTOS**

1. Encuentre el monto al cual se acumularán 100,000.00 U.M.:
 - a) a un interés del 4% anual, convertible trimestralmente durante 10 años;
 - b) al 6% de interés anual convertible semestralmente durante 5 años;
 - c) a la tasa efectiva de descuento del 3% anual durante 8 años;
 - d) al 5% de interés efectivo durante 10 años, al 4% efectivo durante los siguientes 5 años y al 2.50% efectivo durante los 3 años subsiguientes; y
 - e) a la fuerza de interés del 4% anual durante 3 años y 9 meses.
2. ¿Qué fuerza constante de interés produciría el mismo resultado que las tasas de interés del problema 1.d)?
3. Encuentre el valor presente de 100.00 U.M. pagaderas dentro de 20 años:
 - a) al 5% de interés convertible cada semestre;
 - b) al 5% capitalizable instantáneamente (fuerza de interés); y
 - c) al 4% de interés convertible trimestralmente durante los primeros 10 años y al 3% de interés anual efectivo después.
4. Encuentre el monto de 100.00 U.M. acumuladas durante 20 años a las siguientes tasas de interés:
 - a) tasa efectiva de interés correspondiente a una tasa nominal de descuento del 4% anual convertible bimestralmente;
- b) 6% anual convertible cada cuatrimestre durante 12 años y 3.50% anual capitalizable bianualmente; y
- c) tasa de interés anual a la cual un capital se triplica en 21 años.
5. Encontrar el monto de 100.00 U.M. al fin de 6 años, si el interés al que se encuentra colocado es del 5% efectivo anual.
6. Encontrar el monto de 3,000.00 U.M. al fin de 12 años, si se invierte a una tasa de interés del 5% capitalizable anualmente.
7. Encontrar el monto de 100.00 U.M. invertidas al 6% de interés durante 40 años.
8. Encontrar el monto de 100.00 U.M. por 3 años al 6% de interés.
9. Encontrar el número de años requeridos para que 500.00 U.M. se conviertan en 735.00, si la tasa de interés de inversión es del 6% anual.
10. Encontrar el número de años para que 100.00 U.M. sean el valor presente de un monto de 119.10 U.M., a una tasa de interés del 6%.
11. Encontrar el tiempo en que 500.00 U.M. se duplicarán al 6% de interés capitalizable trimestralmente.
12. Encontrar la tasa de interés a la cual 100.00 U.M. se convertirán en 119.10 U.M. en 3 años.

13. Encontrar la tasa efectiva de interés anual equivalente a una tasa efectiva semestral de interés del 3%.
14. Encontrar la tasa efectiva trimestral de interés equivalente a una tasa efectiva anual del 4% de interés.
15. Encontrar la tasa efectiva semestral de interés equivalente a una fuerza del interés del 5% anual.
16. Encontrar la fuerza del interés mensual equivalente a una tasa efectiva de interés del 5% mensual.
17. Encontrar la tasa nominal semestral de interés convertible quincenalmente equivalente a una fuerza del interés del 10% semestral.
18. Encontrar la fuerza de interés trimestral equivalente a una tasa de interés nominal trimestral, capitalizable mensualmente del 9%.
19. Encontrar la tasa de descuento efectiva mensual equivalente a una tasa de descuento nominal mensual del 5% convertible quincenalmente.
20. Encontrar la tasa nominal cuatrimestral de descuento convertible mensualmente, equivalente a una tasa efectiva de descuento del 4% cuatrimestral.
21. Encontrar la tasa efectiva de descuento mensual equivalente a una fuerza de descuento del 6% mensual.
22. Encontrar la fuerza de descuento trimestral equivalente a una tasa efectiva de descuento del 6% semestral.
23. Encontrar la tasa nominal semestral de descuento convertible quincenalmente equivalente a una fuerza de descuento del 10% semestral.
24. Encontrar la fuerza de descuento trimestral equivalente a una tasa nominal trimestral de descuento del 9% convertible mensualmente.
25. Encontrar la tasa nominal semestral de descuento convertible quincenalmente, equivalente a una tasa nominal de interés, también convertible quincenalmente, del 15% semestral.
26. Encontrar la tasa efectiva de interés bianual equivalente a una tasa nominal bianual de descuento, convertible mensualmente del 7.50%.
27. Suponga un valor del dinero en el tiempo de 0.05 anual,
 - a) ¿a qué cantidad equivalente recibida en 10 pagos anuales iguales, el primero recibido después de un año, serían 100 U.M. recibidas de inmediato?; y
 - b) ¿cuál sería la cantidad anual si el primer pago se recibiere de inmediato?
28. Se puede hacer un pago de 10,000.00 U.M. de inmediato o pagar cantidades iguales de "R"

- durante los próximos cinco años, el primer pago dentro de un año. Con un valor del dinero en el tiempo de 0.05 anual, ¿cuál es el valor máximo de "R" que se estaría dispuesto a aceptar?
29. Suponga que un banco carga un 1% de interés mensual. A Usted le presta el banco 50,000.00 U.M. a ser pagadas por cantidades iguales durante un periodo de 35 meses, siendo el primer pago dentro de un mes. ¿Cuánto tendrá Usted que pagar mensualmente?
30. Suponga que una compañía tiene pendiente una deuda de carátula de 10'000,000.00 U.M. en bonos al 10% de dividendos anuales pagaderos al final de cada periodo, cuyo vencimiento es dentro de 20 años, la deuda paga 1'000,000.00 U.M. vencidas de interés por año, y la tasa de interés del mercado de dinero es de 4% anual. ¿Cuál es el valor presente de la deuda?
31. Un bono promete pagar 30.00 U.M. anuales de dividendos vencidos durante 30 años y 1,000.00 a su vencimiento. Si el mercado de dinero paga el 3% anual efectivo de interés, ¿cuál es el valor presente del bono?
32. Exactamente dentro de 20 años, una persona empezará a recibir una pensión de 10,000.00 U.M. anuales. La duración de la pensión es de 30 años. ¿Cuánto vale la pensión ahora, si el dinero vale 0.05 por año?
33. Para comprar una casa se grava ésta con una hipoteca, y se abonan 12,000.00 U.M. anuales, pagaderas mensualmente durante 15 años. Si la tasa es del 8% anual nominal capitalizable cada mes, ¿cuál es el valor de contado de dicha casa?
34. Una persona desea disponer de un capital de 100,000.00 U.M. dentro de 10 años, formado mediante depósitos mensuales en un banco que le ofrece el 9% de interés anual nominal convertible mensualmente. ¿De cuánto será la renta anual (la suma directa de 12 depósitos mensuales) para lograr su objetivo?
35. Una persona adquiere una televisión cuyo valor es de 5,000.00 U.M. con la opción de pagarla mediante 12 abonos mensuales, el primero un mes después de efectuada la compra. Si la tasa de interés que le cargan es del 1% mensual efectiva, ¿a cuánto ascenderán los abonos mensuales?
36. Una persona adeuda 20,000.00 y desea efectuar pagos anuales de 1,000.00 U.M. ¿Durante cuánto tiempo deberá efectuar dichos pagos a fin de liquidar el adeudo si la tasa de interés involucrada es del 3.5% anual efectiva?
37. Una anualidad de 125.00 U.M. mensuales tiene un valor presente de 3,000.00 U.M. Si el interés es del 12% anual efectivo, ¿cuántos pagos completos se requieren y qué pago irregular al fin del siguiente mes para efectos de que la operación sea equitativa?
38. Para liquidar una deuda de 52,563.00 U.M. se efectúan pagos

- anuales de 6,000.00 U.M. en forma vencida durante 11 años. ¿Cuál es la tasa anual nominal capitalizable semestralmente con la que se está operando?
39. Un fideicomiso de 720,000.00 U.M. proporciona pagos anuales de 40,000.00 al fin de cada año durante 30 años. ¿Cuál es la tasa efectiva mensual que paga el fideicomiso?
40. ¿Cuál es el precio de una casa cuya renta mensual es de 1,200.00 U.M., si la tasa de interés es del 12% anual nominal convertible mensualmente?
41. Una deuda de 25,000.00 U.M. devenga interés del 4% efectivo anual y va a ser amortizada mediante pagos iguales de 4,000.00 U.M. al fin de cada año. Encontrar cuántos pagos completos se deben efectuar y qué pago incompleto deberá cubrirse un año después del último completo.

• SOLUCIONES DE LOS EJERCICIOS PROPUESTOS

1.
 - a) 148.89 U.M.
 - b) 134.39 U.M.
 - c) 127.59 U.M.
 - d) 213.42 U.M.
 - e) 116.18 U.M.
2. 4.21%
3.
 - a) 37.24 U.M.
 - b) 36.79 U.M.
 - c) 49.98 U.M.
4.
 - a) 224.37 U.M.
 - b) 267.39 U.M.
 - c) 284.71 U.M.
5. 134.01 U.M.
6. 5,387.57 U.M.
7. 1,028.57 U.M.
8. 119.10 U.M.
9. 6.61 años.
10. 3 años.
11. 11.64 años.
12. 6% efectivo anual.
13. 6.09%.
14. 0.99%.
15. 2.53 %.
16. 4.88%.
17. 10.04%.
18. 8.87%.
19. 4.94%.
20. 4.06%.
21. 5.82%.
22. 3.09%.
23. 9.96%.
24. 9.14%.
25. 14.81%.
26. 7.80%.
27.
 - a) 10 pagos de 12.95 U.M. cada uno.
 - b) 10 pagos de 12.33 U.M. cada uno
28. 2,309.75 U.M.
29. 1,700.18 U.M.
30. 18'154,195.81 U.M.
31. 1,000.00 U.M.
32. 60,834.01 U.M.
33. 104,640.59 U.M.
34. 6,201.09 U.M.
35. 444.24 U.M.
36. 35 años.

37. 27 pagos mensuales completos de 125.00 U.M., y un pago de 47.57 un mes después.
38. 3.96%.
39. 0.30%.
40. 120,000.00 U.M.
41. 7 pagos completos de 4,000.00 U.M. y 1 pago de 1,357.34 U.M. un año después.



CURSO DIPLOMADO

**EVALUACION DE PROYECTOS DE
INVERSION**

**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA
Coordinación de Educación a Distancia
FACULTAD DE INGENIERÍA, UNAM.**

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

FEMISCA





MÓDULO 8 EVALUACIÓN SOCIAL

TEMAS:

1. Teoría Económica para la Evaluación Socioeconómica de Proyectos
2. Evaluación Social de Proyectos
3. Metodologías para la Evaluación Social de Proyectos de Agua Potable y Tratamiento de Aguas Residuales y Domésticas

Lic. J. Efraín Gala Palacios

30 de septiembre de 1998



hgc/JVR/AMB





Teoría Económica para la Evaluación Socioeconómica de Proyectos

Instructor: Lic. José Efraín Gala Palacios

Apuntes elaborados por el Instituto Tecnológico Autónomo de México con base en documentos del Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP).

INDICE

I INTRODUCCIÓN.....	1
1. DEFINICIÓN DE ECONOMÍA Y CONCEPTOS BÁSICOS	1
2. EL PAPEL DE LOS PRECIOS	4
II TEORÍA DE LA DEMANDA Y EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR.....	5
1. VOLUNTAD DE PAGAR Y CÁLCULO DEL EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR.....	5
2. CURVAS DE DEMANDA INDIVIDUAL Y DEL MERCADO.....	7
3. ELASTICIDAD PRECIO E INGRESO DE LA DEMANDA.....	8
4. CÁLCULO DE LA FUNCIÓN DE DEMANDA	11
III LA TEORÍA DE LA OFERTA Y EL EXCEDENTE DEL PRODUCTOR	13
1. TEORÍA DE LA FIRMA Y LA PRODUCCIÓN	13
2. FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN	13
3. FUNCIONES DE COSTOS DE PRODUCCIÓN.....	15
4. FACTORES DETERMINANTES DE LA OFERTA.....	18
5. EL EXCEDENTE DEL PRODUCTOR	19
IV EQUILIBRIO EN EL MERCADO	21
1. MERCADO DE COMPETENCIA PERFECTA.....	21
<i>Equilibrio en el mercado</i>	21
<i>Beneficios del intercambio</i>	23
2. FIJACIONES DE PRECIOS, IMPUESTOS Y SUBSIDIO	24
<i>Precio máximo</i>	24
<i>Precio mínimo</i>	24
<i>Salario mínimo</i>	25
<i>Impuestos</i>	25
<i>Subsidios</i>	30
4. EXTERNALIDADES	32
<i>Costos externos de la producción</i>	32
<i>Beneficios externos en la producción</i>	32
<i>Costos externos del consumo</i>	33
<i>Beneficios externos del consumo</i>	34
V. EL SECTOR EXTERNO	36
1. IMPORTACIONES.....	36
2. EXPORTACIONES.....	38

I INTRODUCCIÓN

En la evaluación financiera de un proyecto de inversión, los beneficios generalmente se miden en términos de los ingresos en efectivo obtenidos ya sea por la venta del producto o por las asignaciones presupuestarias del gobierno, mientras que los costos son los pagos en efectivo hechos por las compras de todos los artículos necesarios para construir y operar un proyecto.

Por su parte, en la evaluación social se calculan los beneficios como el incremento bruto en el bienestar económico de un país, que resulta de los bienes y servicios generados por el proyecto. Expresado en términos monetarios, los beneficios económicos se miden como la cantidad máxima que la gente, en forma individual o colectiva, estaría dispuesta a pagar por el producto final del proyecto. Igualmente, los costos del proyecto se miden por el valor que los residentes del país otorgan a los recursos que deben desviarse de otros usos productivos para construir y operar el proyecto en evaluación.

La medición y evaluación de los costos y beneficios económicos necesita que el analista conozca no solamente las técnicas básicas de contabilidad, sino también los aspectos de la teoría económica relacionados con la determinación de la oferta y demanda de bienes y servicios.

1. Definición de economía y conceptos básicos

La economía es la rama de las ciencias sociales que estudia el proceso de producción y distribución de los bienes y servicios que se generan en una sociedad. Se ocupa de la organización social de la actividad económica: qué bienes producir, cuánto, cómo y para quién, en un contexto de recursos limitados y necesidades ilimitadas

El concepto de escasez

Por un lado existen deseos o necesidades ilimitadas y por otro existen recursos limitados que tienen usos alternativos. De la interacción de estos dos conceptos surge la escasez. Es decir, la escasez surge cuando la cantidad de recursos no alcanza a satisfacer las necesidades que existen a un precio igual a cero.

Elección

La escasez nos obliga a elegir alternativas. Cuando se elige se hace con base en un criterio: satisfacción. Sin embargo, elegir significa hacer a un lado alternativas. Un postulado básico en economía sostiene que la toma

de decisiones se realiza con base en los costos y beneficios de cada posible alternativa.

Costo de oportunidad

Cuando elegimos algo, estamos desechando otras alternativas. La mejor alternativa sacrificada es el costo de oportunidad. Una de las grandes "verdades" de la economía, es que todo tiene costo de oportunidad.

Racionalidad y objetivo de los agentes económicos

Un supuesto clave en economía es que los agentes económicos (familias, empresas y gobierno) son racionales, es decir, tienen un objetivo y lo persiguen de una manera consistente. Las personas tienen como objetivo maximizar su utilidad sujetas a las restricciones que enfrentan. Suponemos que UTILIDAD = BIENESTAR

Así como el objetivo de las personas es maximizar su nivel de bienestar, el objetivo de las empresas es maximizar su utilidad o la riqueza de sus accionistas.

Ley de los rendimientos decrecientes

Consumo

A nivel consumo, entre mayor cantidad se tiene de un bien, menor valor se le asigna a una unidad adicional, suponiendo todo lo demás constante. Entre menos se tenga de un bien, se siente que se pierde más al tener menos del mismo. Cuando se adquieren bienes, se puede observar que conforme se va adquiriendo más del mismo, la satisfacción que provee va siendo menor marginalmente, es decir, cada unidad adicional reporta una satisfacción menor respecto a la unidad anterior.

Producción

A nivel de producción, la ley de rendimientos decrecientes es una constatación de los procesos tecnológicos, es el resultado de una relación tecnológica. Como característica de los procesos de producción se observa que en el corto plazo, al combinar un insumo fijo con uno variable (normalmente se suponen dos insumos, tierra y capital, y mano de obra), conforme se van adicionando insumos a la producción y se mantienen los demás constantes, la producción total presenta las siguientes características.

- a) Con las primeras unidades, la producción va a aumentar cada vez más
- b) Eventualmente, con unidades adicionales la producción aumentará pero cada vez menos
- c) Hasta llegar a cierto nivel a partir del cual la producción total será menor (reducción en la producción total)

Modelo económico

Para responder la pregunta ¿Qué es una economía y cómo funciona? se construye un modelo económico. No se describen con detalle todas las acciones económicas que ocurren en cualquier país. Se concentra la atención sólo en aquellas características que son relevantes para entender las elecciones económicas y se hace caso omiso del resto.

Todos los modelos representan algo real, pero con toda intención se dejan algunas características de la realidad fuera de él, y se incluyen sólo aquellas que se necesitan para el propósito en cuestión. El economista utiliza los modelos económicos para abstraer la realidad y a partir de dicha abstracción explicar y predecir el comportamiento de los agentes económicos.

Para construir un modelo económico se utilizan supuestos e implicaciones. Los supuestos constituyen los cimientos sobre los cuales se construye el modelo, son proposiciones acerca de lo que es relevante y lo que se puede ignorar. Las implicaciones son el resultado del modelo. El vínculo entre los supuestos del modelo y sus implicaciones es un proceso de deducción lógica.

Agentes económicos y el mercado

A nivel interno de las economías nacionales, las unidades económicas básicas son las unidades familiares, las empresas, el gobierno, las instituciones sin fines de lucro y el mercado. El mercado es el espacio donde confluyen compradores y vendedores de bienes y servicios, que interactúan a través del sistema de precios. Si no hay precios no hay mercado. En un sistema de racionamiento la gente recibe lo que el gobierno (o autoridad) le da, sin embargo inmediatamente se pueden formar precios relativos porque tenderán a cambiar lo que no les gusta por lo que si les gusta, transformándose en un sistema de trueque: tal cantidad de un bien a cambio de tal cantidad de otro bien. Al equilibrio entre compradores y vendedores (demanda y oferta), se le denomina equilibrio de mercado. El mercado es el conjunto de mecanismos por medio del cual

la sociedad resuelve la mayor parte de los problemas económicos (qué, cuánto, cómo y para quién producir)

2. El papel de los precios

El precio es el valor de un bien expresado en dinero, representa los términos en que las personas y empresas intercambian mercancías, son un indicador fundamental en la organización económica de la sociedad en tanto que coordinan las decisiones de productores y consumidores en el ámbito del mercado. El aumento de los precios tiende a provocar una reducción en las compras de los consumidores, y fomenta la producción. La reducción de precios fomenta el consumo y reduce los incentivos para producir. Los precios constituyen el engranaje del mecanismo del mercado en la medida en que contribuyen a determinar en gran parte, qué y cómo se produce, y cómo se distribuye el producto.

II TEORÍA DE LA DEMANDA Y EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR

1. Voluntad de pagar y cálculo del Excedente del Consumidor

Cuando un consumidor compra bienes y servicios, generalmente enfrenta un precio en el mercado que, desde su punto de vista, es fijo. Su decisión es determinar cuántas unidades (si acaso) de los bienes disponibles para él en el mercado, va a comprar, dado su limitado ingreso disponible. Si después de que un consumidor ha gastado todo su ingreso adquiriendo bienes y servicios, decide alterar la composición de sus compras y adquirir más de un bien, se enfrentará a una situación en la que tarde ó temprano, deberá renunciar a consumir algunas unidades de uno o más bienes, a fin de tener el ingreso suficiente para incrementar sus compras de tal bien.

Esta restricción presupuestaria es algo bien entendido por cualquiera que ha intentado balancear su presupuesto personal. Sin embargo, es una restricción que los planeadores económicos nacionales han tratado a veces de ignorar, siempre con resultados negativos.

Regresando a nuestro consumidor individual, esperaríamos que si está tratando de maximizar la cantidad de satisfacción recibida por los bienes que puede comprar con su ingreso, tratará de ajustar sus compras de tal forma que el último dólar que gaste en el consumo de cada bien, le dé la misma cantidad de satisfacción. Si éste no fuera el caso, y recibiera una satisfacción de diez unidades por el último dólar gastado en vegetales, pero veinte unidades de satisfacción del último dólar gastado en periódicos, entonces la persona mejoraría su bienestar total en diez unidades si restringiera su consumo de vegetales en un dólar, e incrementara su consumo de periódico en la misma cantidad.

Denotamos el cambio en el nivel total de satisfacción disfrutado por una persona si consume una unidad adicional de un bien como la utilidad marginal (MU, por sus siglas en inglés) recibida por el consumo de ese bien. La satisfacción adicional derivada del último dólar gastado en vegetales ahora puede expresarse simplemente como la utilidad marginal de la última unidad de vegetales comprado (MU_v), dividido entre el precio de los vegetales (P_v), ó MU_v/P_v . De igual manera para el periódico, i.e., MU_n/P_n . Por lo tanto, la condición para la maximización de satisfacción (utilidad) puede escribirse como:

$$1. \quad MU_n/P_n = MU_v/P_v$$

Ahora queremos explorar la forma en que un consumidor racional se comportaría si por alguna razón el precio de uno de los bienes aumenta. Supongamos que el precio del periódico aumenta a P'_n . Si el individuo previamente ha estado maximizando su satisfacción y la igualdad expresada en la ecuación (1) permanece, ahora con un precio de P'_n , el consumidor estará recibiendo menos satisfacción por el último dólar gastado en el periódico de lo que obtendría por

consumir vegetales, o sea, $MU_n/P'_n < MU_v/P_v$. La pregunta ahora es: Qué hará el consumidor racional para corregir esta situación y por qué?

Esperaríamos que recortara sus compras de periódico en relación con otros bienes, ya que ahora puede obtener más satisfacción cambiando algunos de sus gastos de periódico a otros bienes. Cuando reduce sus compras de periódico, ahora esperaríamos que el consumidor recibiera una cantidad mayor de satisfacción por el último dólar gastado en periódicos que antes. Esto simplemente se debe al hecho de que ahora tiene menos periódicos que leer. Por lo tanto, la utilidad marginal del periódico (MU_n) se incrementará conforme él reduzca la cantidad comprada. Esperaríamos que continuara reduciendo su consumo de periódico hasta que la satisfacción que recibe por el último dólar que gasta en cada bien, de nuevo sea igualado, i.e., $MU_n/P'_n = MU_v/P_v = MU_o/P_o$, en donde el subíndice "o" se refiere a los demás bienes.

En otras palabras, la evaluación de las unidades en que una persona racional incrementa su consumo de un bien (su utilidad marginal), disminuirá conforme la cantidad total del bien consumido aumente (utilidad decreciente en el consumo). Conforme esto, el consumidor deberá estar dispuesto a pagar más por la oportunidad de consumir la primera unidad que por la segunda unidad, dado que ya ha comprado la primera.

En la Figura 2.1, este principio se ilustra para el caso de la compra mensual del periódico.

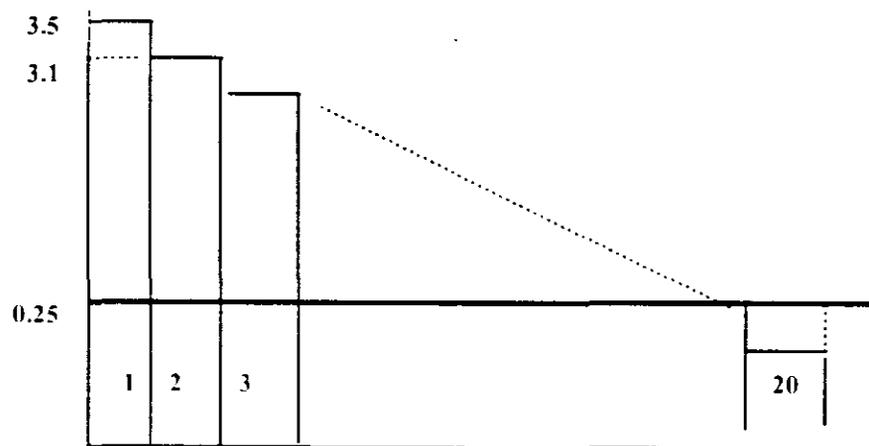


Figura 2.1 Concepto de utilidad marginal decreciente

Importancia de los precios

En un sistema de mercado, los precios nos dan: *incentivos e información*. Los precios son los que guían la asignación de recursos, ya que nos dan señales, incentivos e información de cómo actuar. En una economía de

mercado, es muy importante que los precios reflejen el verdadero costo de oportunidad para la sociedad. Los precios "mentirosos" nos llevan a una mala asignación de recursos, ya que nos dan señales equivocadas.

En un sistema donde los precios tienden a ser manipulados por el estado, o por grupos de poder (monopolios o monopsonios), en general existirán tendencias hacia una ineficiente asignación de recursos.

El sistema de precios es muy poderoso y no depende del tipo de economía o de país del que hablemos. De ahí que aún cuando el estado trata de fijar algunos precios a niveles irreales, surgen otros mecanismos compensadores como el tamaño o calidad de los bienes "ajustados" al precio verdadero, o los mercados denominados "negros".

2. Curvas de Demanda Individual y del Mercado

La curva de demanda de un bien X indica las cantidades máximas de este producto que serán compradas por los consumidores a diferentes precios, si todo lo demás permanece constante. Muestra además, los precios máximos que pagaría el grupo de consumidores por determinadas cantidades del producto X, suponiendo que el ingreso y el precio de otros productos permanecen constantes.

La función de demanda para un producto X es:

$$X = f(P_x, Y, P_z, U)$$

Donde:

P_x = Precio del artículo X.

Y = Nivel de ingreso real del consumidor

P_z = Precio de artículos relacionados

U = Preferencias del consumidor

Para obtener la curva de demanda de X, se debe mantener todo lo demás constante:

$$X = f(P_x, Y^*, P_z^*, U^*) = g(P_x)$$

donde $g(P_x)$ indica que el consumo de X es función solamente de los cambios en el precio de X.

Si cambia alguna de las variables independientes, cambiará la posición de la curva de demanda, pero no la función de la demanda por X:

$$X = f(P_x, Y', P_z', U') = h(P_x)$$

Si todas las otras variables se mantienen constantes a un nuevo nivel, se tiene que $h(P_x)$ indica que el consumo del artículo X es ahora otra función dependiente de P_x solamente.

La *variación de la demanda*, es un desplazamiento de la curva de la demanda (hacia la derecha o izquierda de su localización original) debido al cambio en alguna de las variables de las cuales depende la demanda (a excepción del precio). Por ejemplo se encarece un bien sustituto, o se abarata un bien complementario, la demanda se desplaza a la derecha.

¿Qué pasa si aumenta el ingreso? Depende del bien de que se trate:

Bien superior: Aumenta mi ingreso y aumenta la demanda por el bien. (Ejemplos: calidad de ropa, calidad de comida, coches, vacaciones, etc.)

Bien neutro: Su demanda no se ve afectada por variaciones en mi ingreso. (ejemplos: sal, insulina)

Bien inferior: Aumenta mi ingreso y disminuye la demanda por el bien. (ejemplos: viajes en el metro, petróleo como combustible de cocinas, huaraches)

En tanto que la variación en la *cantidad demandada* implica cambios de posición a lo largo de la misma curva. Cuando P aumenta, entonces la cantidad demandada disminuye, y cuando el precio disminuye, la cantidad demandada aumenta.

3. Elasticidad precio e ingreso de la demanda.

Resulta sumamente importante conocer los cambios que ocurren en la demanda, pero también es importante determinar la magnitud de estos cambios, para comprender los mecanismos de ajuste del mercado a las variaciones en los factores determinantes de la oferta y la demanda. Para llevar a cabo este análisis, se parte del concepto de precios relativos. El precio relativo de un bien o servicio A, en relación con otro bien o servicio B, es igual al cociente entre el precio de A y el de B.

De manera similar, la elasticidad indica el cambio proporcional en una variable dependiente, causado por un cambio porcentual en la variable independiente. La elasticidad de A respecto a B significa la variación porcentual de A con respecto a la variación porcentual de B. Por ejemplos :

a) incremento que se puede esperar en el consumo de carne, ante un aumento en el ingreso.

- b) ver de qué manera se afecta el aforo de una carretera de cuota, ante un aumento de tarifas¹.

Es difícil establecer comparaciones entre diferentes tipos de productos, porque las unidades en que ambos se miden son muy diferentes (litros, kilos, unidades, etc.), por lo que resulta más útil medir las variaciones porcentuales. El resultado es un número absoluto. Por ejemplo, si la elasticidad de la demanda del bien X, con respecto a su propio precio es de *menos* uno, esto significará que un aumento en el precio de digamos un dos por ciento, reducirá la cantidad demandada en la misma proporción, y por lo tanto el gasto de los consumidores (precio multiplicado por cantidad), se mantendrá constante.

En la demanda de un bien o servicio influyen no solamente su propio precio, sino también los precios de los bienes relacionados, los ingresos de los consumidores y otros aspectos especiales.

Elasticidad-precio : mide el grado en que la cantidad demandada responde a las variaciones de precio del mercado de un bien o servicio.

Elasticidad-ingreso : mide la sensibilidad de la demanda a las variaciones en el ingreso de los consumidores.

Elasticidad-cruzada : mide el grado en que la cantidad demandada de un bien responde a variaciones de precio de otro bien.

Por ejemplo para el último caso, podríamos decir que la elasticidad de la demanda de viajes en la autopista del sol, con respecto a los precios en los hoteles en Acapulco es de *menos* dos, es decir, que si los hoteles suben sus precios en cinco por ciento, los viajes por la autopista se reducirán en diez por ciento.

Elasticidad precio de la demanda

La elasticidad se puede calcular como sigue :

$$E_{px} = \frac{\text{variación \% de la cantidad demandada de un bien X}}{\text{variación \% del precio del bien}}$$

Los bienes disponibles en el mercado responden de diferente manera a las variaciones en el precio, dependiendo del tipo de bien. Se requiere mantener constantes las otras variables que intervienen en la

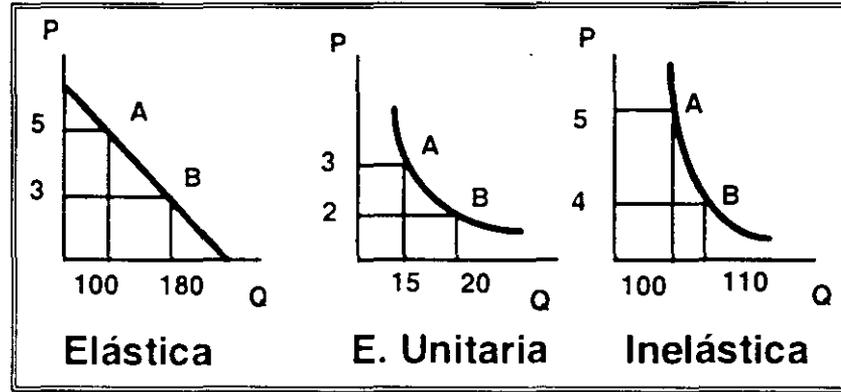
1. La elasticidad carece de unidades (adimensional), lo que permite la comparación de diferentes bienes.

determinación de la demanda (el valor del ingreso y otras variables independientes).

La elasticidad precio varía a lo largo de la curva de la demanda. Su valor permanece constante, únicamente en el caso de una recta de demanda vertical (elasticidad cero o perfectamente inelástica) o de una recta horizontal (elasticidad infinito perfectamente inelástica). Otro ejemplo de elasticidad constante (en este caso de menos uno) es una hipérbola.

- i) Demanda elástica (>-1): cuando una variación del precio del 1% produce una variación de la cantidad demandada mayor a 1%.
- ii) Demanda unitaria ($=-1$): cuando la variación del precio del bien en 1% produce la misma variación en la cantidad demandada del bien.
- iii) Demanda inelástica (<-1): Cuando una variación del precio de 1% provoca una variación de la cantidad demandada menor de 1%.

La forma de la curva de la demanda se puede observar en la gráfica 2.5..



Gráfica 2.5 Elasticidad de la curva de demanda

La elasticidad precio de la demanda siempre es negativa, ya que el consumo reacciona de manera inversa ante cambios en los precios. Además de que en la gráfica de la demanda, la variable independiente aparece en el eje de las Y y la dependiente en el de las X, contrariamente a lo que ocurre en cualquier gráfica.

Determinantes de la elasticidad precio de la demanda:

- i) Existencia de bienes sustitutos y grado de sustituibilidad. Entre más bienes sustitutos tenga un bien y mejores sustitutos sean, más elástica va a ser la curva de demanda.

- ii) Importancia del bien dentro del presupuesto del consumidor. Gasto total en el bien dividido entre el ingreso de la persona. Mientras más importante sea la proporción de un bien dentro del ingreso del consumidor, mayor va a ser la elasticidad precio.
- iii) La extensión de tiempo para realizar ajustes ante cambios en el precio. A mayor tiempo, más elástica es la curva de demanda.

Bienes sustitutos: Elasticidad cruzada positiva. un aumento en el precio de X, conduce a un aumento en la demanda de Y.

Bienes complementarios. Elasticidad cruzada negativa. Un aumento en el precio de X, provoca una disminución en la demanda de Y.

Elasticidad ingreso de la demanda

La elasticidad ingreso de la demanda mide la sensibilidad en la cantidad demandada, ante cambios en los ingresos de los consumidores. Es la variación porcentual de la cantidad demandada cuando el ingreso aumenta en un cierto porcentaje. De acuerdo con esta elasticidad se pueden clasificar los bienes como sigue :

Bienes superiores : elasticidad ingreso positiva. Un aumento en el ingreso provoca aumentos en la demanda. Por ejemplo vestidos, vinos, cortes finos.

Bienes inferiores : elasticidad ingreso negativa. Un aumento en el ingreso provoca disminución en la demanda. Por ejemplo frijoles, tortillas, viajes en el metro, etc..

4. Cálculo de la función de demanda

Aproximación lineal. Un punto y la pendiente

1. Una observación $P = 10$ $Q = 40$

2. La pendiente $m = (\Delta P / \Delta Q) = (-2/10)$ $= (-1/5)$

3. Usar la ecuación de la recta

$$P - P' = m (Q - Q')$$

$$P - 10 = (-1/5) (Q - 40)$$

$$5P - 50 = - Q + 40$$

$$Q = 90 - 5P$$

Aproximación lineal de la función de demanda

Aproximación lineal. La elasticidad y un punto

$$\eta_{px} = \delta Q / \delta P * (P_a / Q_a)$$

donde: suponiendo una función lineal

$$Q_d = a - b P_x,$$

“a” y “b” son constantes

$$\delta Q / \delta P = -b$$

entonces el coeficiente de elasticidad-precio puntual es:

$$\eta_{px} = (-b) P / Q$$

donde:

$$\begin{aligned} \eta_{px} &= (1/m) * P / Q \\ b &= 1/m \end{aligned}$$

III LA TEORÍA DE LA OFERTA Y EL EXCEDENTE DEL PRODUCTOR

1. Teoría de la firma y la producción

La teoría de la producción se deriva de la "teoría de la firma", que se basa en el supuesto de la maximización de beneficios como el objetivo principal de los productores, así como del comportamiento económico racional: Las empresas dirigen sus esfuerzos a producir una cierta cantidad de bienes al menor costo posible.

Esta teoría se aplica a cualquier tipo de sociedad: capitalista, socialista, comunitaria, etc., ya que todas ellas tienen la misma racionalidad económica en cuanto a producción, la diferencia entre ellas estriba en la distribución de la producción.

2. Función de producción

Las empresas utilizan diversos factores en su proceso productivo, insumos como materias primas, productos intermedios, fuerza de trabajo con diferentes niveles de capacitación, y bienes de capital. Estos insumos se combinan de diferentes formas para producir una cierta cantidad de bienes.

La combinación de factores debe cumplir con dos requisitos esenciales para que la empresa logre su objetivo de maximizar utilidades: ser técnica y económicamente eficiente.

Eficiencia técnica se refiere a que la producción que se genera sea la mayor posible con los factores utilizados, y eficiencia económica, a que debe minimizar el costo de oportunidad de los factores utilizados en la producción.

Con base en los criterios de eficiencia técnica y económica se selecciona un menú de opciones de procesos productivos a disponibilidad de la empresa, este menú se denomina función de producción

Función de producción : muestra la máxima cantidad de producción que se puede obtener con una cantidad determinada de factores, dada la tecnología existente.

El objetivo de la empresa es maximizar las utilidades. La utilidad total es igual a los ingresos totales menos los costos totales. Los costos se refieren a los costos económicos.

Así, interesa al empresario maximizar su ingreso total y minimizar el costo total de producir Q unidades. Quiere vender al precio más alto posible y producir al menor costo posible."

El problema de minimización de costos

Utilizando dos factores de producción, K (Capital) y L. (Trabajo), y teniendo una función de producción:

$$Q = f(K,L)$$

Se debe decidir en qué proporción utilizar los factores de producción para producir cierta cantidad del bien o servicio en cuestión. Esto dependerá en primer lugar, de la diferencia entre corto plazo y largo plazo.

Corto plazo : es aquel período de tiempo donde existen factores fijos que no podemos variar a un costo razonable. Para cada empresa depende del tiempo y del costo de variar su factor fijo.

Largo plazo : todos los factores son variables.

La función de producción de corto plazo se denota como :

$$Q = f(K^0, L)$$

Donde :

K^0 = stock de capital fijo

PT = Q, producto total.

PMeL = Producto medio asociado al factor trabajo. = PT/L

PMgL = Cambio en el producto total por cambio en una unidad de trabajo.

Se contratan de los distintos factores hasta igualar la productividad marginal por peso gastado entre ellos, porque se asegura que se minimizan los costos.

Al igual que en el caso de la utilidad por peso gastado por los consumidores, ocurre que si un empresario obtiene mayor producción por peso gastado al contratar más trabajadores que por añadir más capital, obviamente contratará más trabajadores. No se detendrá hasta que estas cantidades se igualen. Además, con una mayor cantidad de capital, se aumenta la productividad de la mano de obra

3. Funciones de costos de producción

Como resultado de utilizar los insumos se generan las funciones de costos en el corto y el largo plazo. En corto plazo las funciones son :

Costo total (CT) : costo de todos los factores asociados a la producción de un bien.

Costo fijo (CF) : es el costo que no se modifica con la cantidad producida.

Costo variable (CV) : es el costo que varía en relación a la cantidad producida.

Costo total medio (CTMe) = CT/Q

Costo medio variable (CMeV) = CV/Q

Costo Medio Fijo (CMeF) = CF/Q

Costo marginal (CMg) = Cambio en el costo total asociado a producir una unidad más.

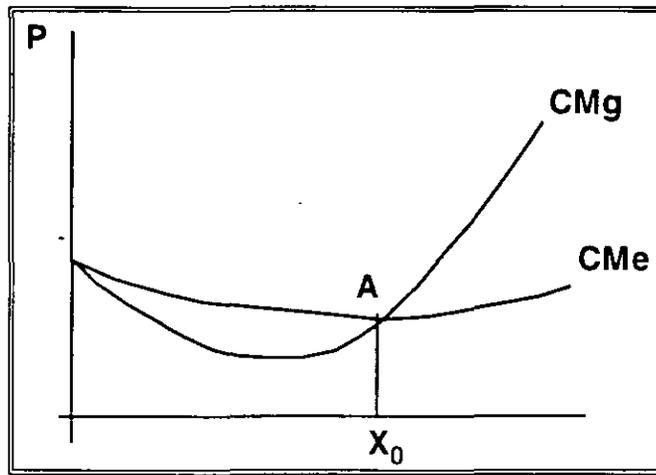
Pensemos que estamos ubicados en el corto plazo y quiero dibujar las curvas de costo marginal y medio. Para ello se requiere tener información sobre el nivel de producción y el costo total. En el cuadro 3.1 se presenta información hipotética para ello.

Cuadro 3.1 Producción y costos total, marginal y medio

Unidades producidas	CMg	CMe	CT
1	10	10	10
2	8	9	18
3	6	8	24
4	4	7	28
5	17	9	45

En la gráfica N° 3.1 se representa el comportamiento de los costos. La curva de costo marginal corta a la CMe en el punto mínimo. El costo medio fijo es decreciente.

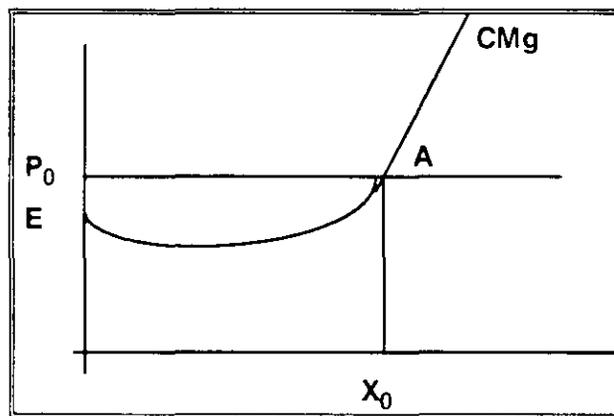
Dado que el costo medio fijo es decreciente, el CMeV se va acercando al CMeT.



Gráfica 3.1 Costo Medio y costo Marginal

Detrás de estas curvas hay minimización de costos. Si producimos, lo hacemos hasta que el costo marginal de producir una unidad más es igual al beneficio marginal que voy a obtener (ingreso marginal).

En la gráfica N° 3.2 se representa el nivel de precios del mercado, porque es igual al ingreso marginal. En la zona del origen hasta X_0 conviene aumentar la producción, ya que el costo de producir una unidad adicional es inferior al ingreso que se va a obtener al vender esa unidad marginal. Al llegar al punto X_0 , nos detenemos, ya que el costo de producir una unidad marginal es superior a su precio de venta.



Gráfica 3.2 Costos e Ingresos Marginales

En este sentido al ser el IMg el cambio en el ingreso total entre cambio en Q , e igual al precio del bien, produzco hasta que el CMg sea igual al IMg.

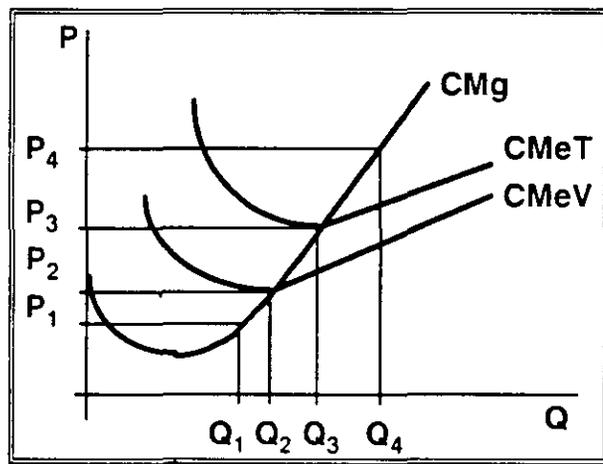
Si $CMg > IMg$, entonces no me conviene. En este caso ya no produzco la unidad X_{0+1} .

¿Por qué no producimos hasta la unidad X_{o-1} ? Porque el CMg de la siguiente unidad (X_o) es menor o igual al Img . Si la función de CMg es continua, el $Img_{X_o} > CMg_{X_o}$.

Cuando mi utilidad marginal es igual a cero, estoy considerando todos los costos de oportunidad.

En el corto y largo plazo voy a producir si y solo si al menos cubro mis costos variables de producción:

Gráficamente podemos tener información del mercado del producto y representada por los precios y los costos de la empresa. Con esto se analiza la conveniencia de producir o no hacerlo. (Ver gráfica N° 3.3)



Gráfica 3.3 Costos de producción y variación de precio del producto

Al precio P_1 no me conviene producir, porque no alcanzo a cubrir mis costos variables. Al precio de P_2 ya produzco, porque cubro mis costos variables y estoy perdiendo el costo fijo, pero al no producir mi pérdida es también el costo fijo. Es un punto de indiferencia. Por arriba del precio P_2 es conveniente producir, ya que cubro mis costos variables y parte de mis costos fijos. Al precio de P_3 tengo una utilidad total igual a cero. Si el precio sigue aumentando, en P_4 se obtienen utilidades netas porque el ingreso total es mayor que el costo total.

Al precio P_3

$$IT = P_3 \cdot Q_3$$

$$CVT = CMeV \cdot Q_3$$

$$CT = CMeT \cdot Q_3 = P_3 \cdot Q_3$$

Como $P_4 > CMeV$ $IT > CVT$

Como $P_4 > CMeT$ $IT > CT$

Me conviene producir porque cubro mis costos variables y parte de los costos fijos. Estoy minimizando pérdidas para valores del precio superiores a P_2 .

Para cualquier punto por arriba del $CMeT$, ya tengo utilidades. La curva de oferta de la empresa es entonces igual a la porción de CMg por encima del $CMeV$ (Costo medio variable).

La oferta total de un producto X será igual a la suma horizontal de las curvas de oferta individuales de las firmas que componen la industria.

Cada punto en la curva de oferta de la industria representa el costo marginal privado de producir ese nivel de producto, cualesquiera que sean los efectos externos. Sin embargo, puede no representar el Costo Marginal Social si existen economías o deseconomías externas (externalidades).

La parte relevante de las curvas de costos marginales es la parte creciente. Por eso la curva de oferta se dibuja con pendiente positiva.

4. Factores determinantes de la oferta

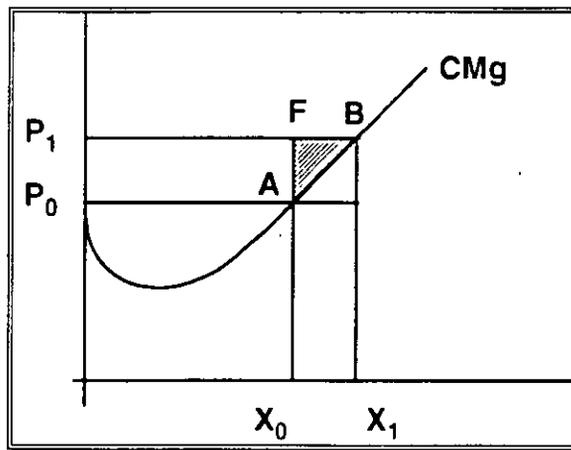
La curva de oferta del mercado resulta de la adición horizontal de las curvas individuales de oferta de las diversas empresas. Esta curva se traza manteniendo constantes los factores determinantes de los costos de los productores; la variación de cualquiera de ellos, provoca desplazamientos de la curva de oferta hacia la derecha o la izquierda de la posición original. Los factores determinantes son:

- a) Los activos productivos duraderos. Cuanto mayor es el capital que los productores tienen invertido en activos fijos, mayor es su capacidad para ofrecer diversas cantidades de productos a diferentes niveles de precio.
- b) La tecnología disponible. Mejoras en el nivel tecnológico que permitan producir cantidades dadas de bienes a menores costos, permiten incrementar la cantidad ofrecida de ese bien, sin importar el nivel de precios. Los avances tecnológicos desplazan la curva de la oferta hacia la derecha.
- c) Precios de los factores variables. Si baja el precio de cualquiera de los factores variables utilizados en la producción, se puede ofrecer una mayor cantidad de bienes, por lo que la curva de

oferta se desplaza hacia la derecha. Cuando sube el precio de los factores variables, disminuye la cantidad ofrecida, y la curva de la oferta se desplaza hacia la izquierda.

5. El excedente del productor

Es la diferencia entre el ingreso total recibido y el ingreso mínimo que exige recibir el productor para producir una cantidad determinada del producto. Al excedente del productor le resta el costo fijo y obtengo la utilidad.



Gráfica 3.4 Excedente del productor

El área bajo la curva de CMg representa el costo total evitable y el área dentro del rectángulo mide ingresos, la diferencia (ganancias) mide el tamaño del excedente del productor.

A diferencia del excedente del consumidor, el del productor tiene un valor limitado. En la evaluación de proyectos el interés se centra en los cambios en el excedente a raíz de cambios en el precio del bien que produce la implantación de un nuevo proyecto.

¿De que depende la función de oferta?

La oferta depende de el precio del bien, de los precios de los factores de producción, de la tecnología, etc.

Si bajan los precios de los factores, se desplaza la curva de oferta a la derecha. Al mismo precio se ofrece más.

Si mejora la tecnología, la curva de oferta se desplaza a la derecha. Estoy dispuesto a vender a un precio menor.



Si aumentan los precios de los factores de producción, se desplaza la curva de oferta a la izquierda. Al mismo tiempo, se ofrece menos, o la misma producción se ofrece a mayor precio.

Movimientos a lo largo de la curva son cambios en la cantidad ofrecida y dependen de movimientos en el precio del bien.

IV EQUILIBRIO EN EL MERCADO

1. Mercado de competencia perfecta.

Para que existiera competencia perfecta se requiere:

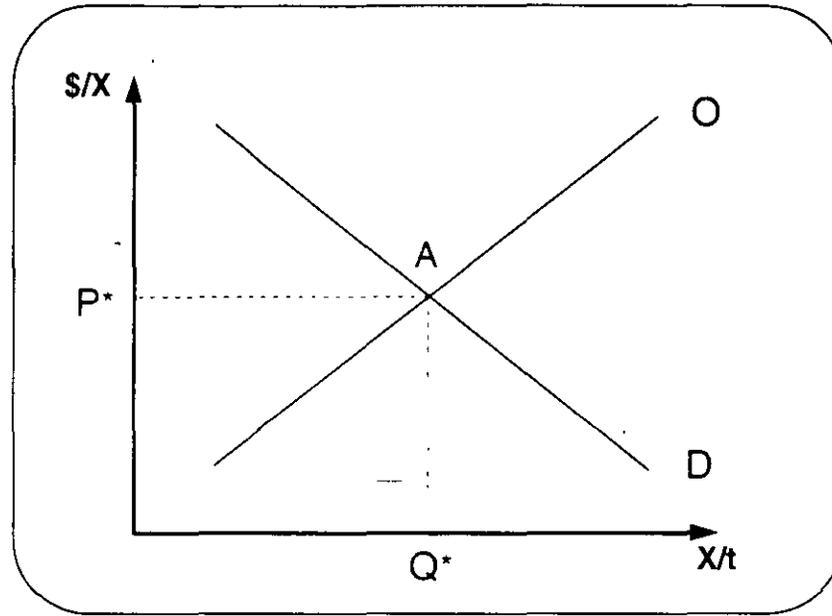
- a) Homogeneidad del producto.
- b) Movilidad de recursos sin costos.
- c) Gran número de compradores (demandantes) y productores (oferentes), de tal manera que ninguno de ellos tenga poder para modificar el precio.
- d) Información perfecta y sin costo.

Mercado perfecto se refiere a que hay una óptima asignación de recursos, existe equilibrio entre la oferta y la demanda, con base en que ni compradores ni vendedores pueden ejercer influencia alguna en el precio de los productos. Si los mercados son perfectos y no existe discrepancia entre valores sociales y privados, hay una solución óptima social. De otra manera habrá distorsiones del mercado, como monopolios y monopsonios.

En el monopolio, el vendedor puede manejar el precio, y en el monopsonio es el comprador el que puede hacerlo.

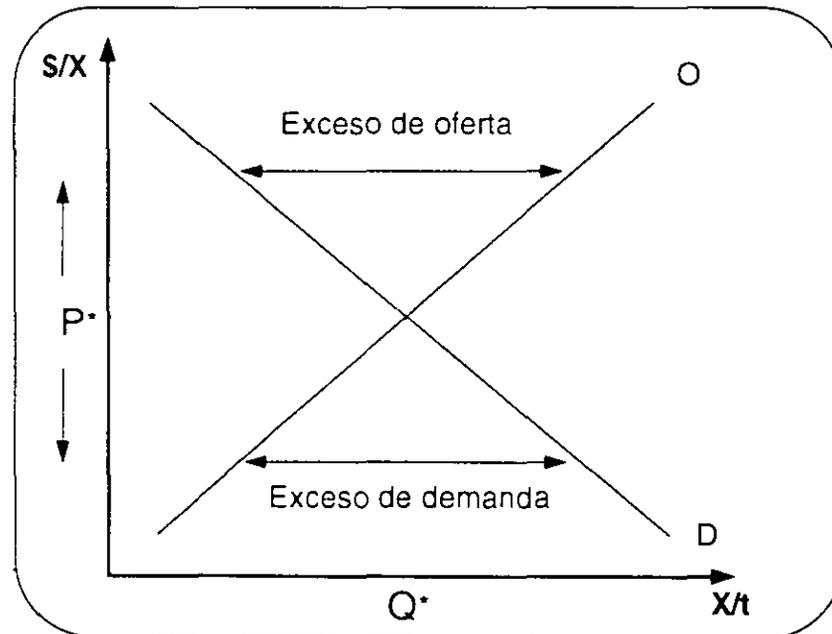
Equilibrio en el mercado

Queremos encontrar el precio y la cantidad de equilibrio. ¿Es P_1 el precio de equilibrio? En la gráfica 4.1 se observa el equilibrio con P^* y Q^* . Si el precio se ubicara por debajo de P^* , la cantidad demandada es mayor que la cantidad ofrecida. Debido a este exceso de demanda, entonces el precio comienza a subir hasta que se iguala la cantidad demandada con la ofertada.



Gráfica 4.1 Equilibrio del mercado

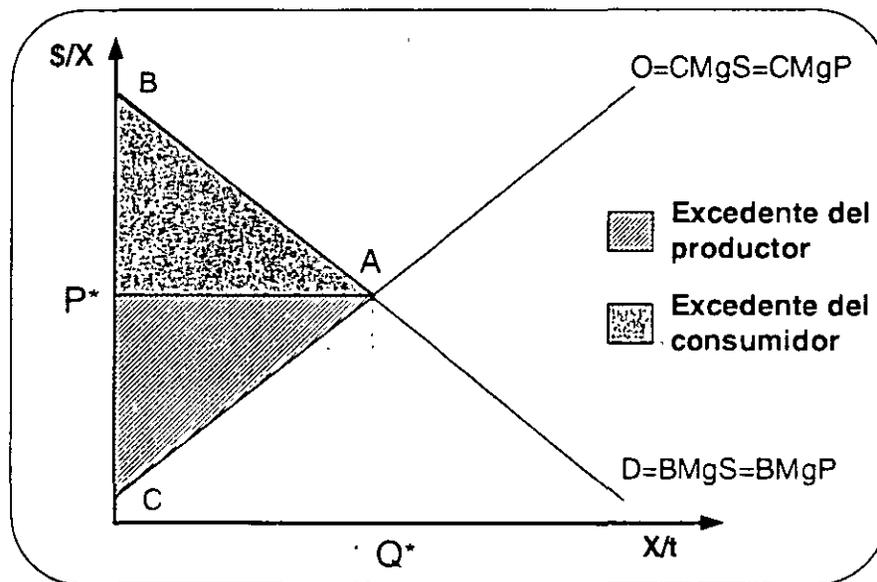
¿Qué pasa con un precio por encima de P^* ? Existe un exceso de oferta. La cantidad ofrecida es mayor a la cantidad demandada. Entonces el precio va disminuyendo hasta que se va equilibrando la cantidad demandada y la cantidad ofrecida. Los precios se ajustan de acuerdo con el mercado.



Gráfica 4.2 Exceso de oferta y demanda

Beneficios del intercambio

La sociedad gana en su conjunto tanto el excedente del consumidor como el del productor. En el gráfico 4.3 se puede ver que la sociedad valora la producción del bien en ABCD y el costo social de producir esas unidades es ACD, la ganancia entonces es ABE.



Gráfica 4.3 Beneficios del intercambio

¿Cómo se distribuye la ganancia del intercambio?

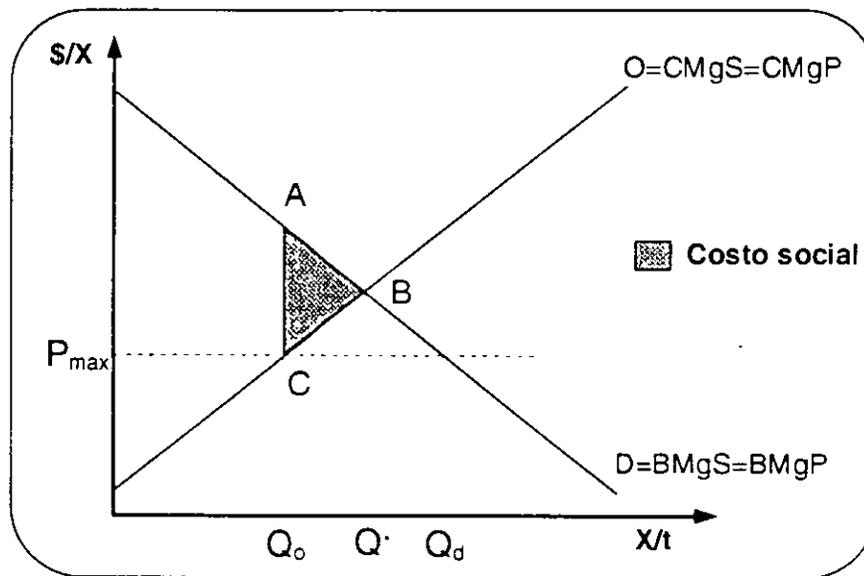
El excedente del consumidor es ABP^* y el del productor P^*AC , en el gráfico 4.3. Lo anterior es verdad siempre y cuando el costo social sea igual al costo privado, lo que es cierto cuando no hay precios "mentirosos" o la valoración social sea igual a la valoración privada.

Por ejemplo, cuando un productor contamina y no lo contempla dentro de sus costos, entonces el costo social es mayor que el costo privado y por tanto el nivel de producción excede el óptimo social (el tema de externalidades se cubre más adelante).

2. Fijaciones de precios, impuestos, subsidio y cuotas

Precio máximo

Mercado del pan. ¿Qué pasa si fijo un precio máximo al pan? Un precio máximo por arriba del equilibrio no tiene sentido. Se fija entonces por debajo del equilibrio. Al observar la gráfica N° 4.4 se crea un exceso de demanda y sólo se producirán y venderán Q_0 unidades de pan. Si suponemos que no hay mercado negro, ¿Cuánto gana o pierde la sociedad? Se han dejado de transar $Q-Q_0$ unidades. La sociedad valoraba esas unidades en $ABQ \cdot Q_0$ y el costo social de producir esas mismas unidades es $CBQ \cdot Q_0$. ¿Cuánto ha dejado de ganar la sociedad? ABC , lo cual ahora se convierte en pérdida social.



Gráfica 4.4 Precio máximo y pérdida social

Precio mínimo.

El precio mínimo por abajo del equilibrio no tiene ningún sentido. Se fija el precio mínimo por arriba del equilibrio. Hay exceso de oferta. Este es el caso en México de productos como el maíz.

Para que el precio mínimo se pueda sostener como de equilibrio, es necesario :

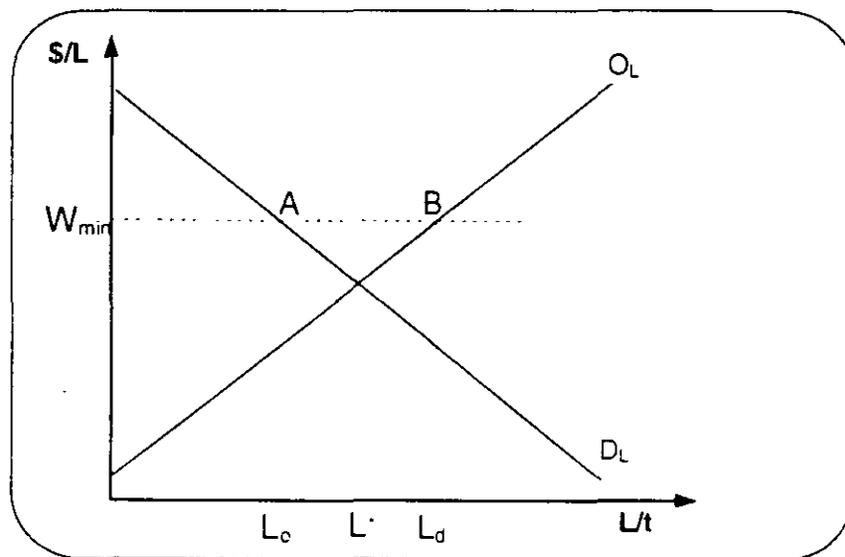
- i) que el Estado compre la diferencia entre la cantidad ofertada y la demandada.
- ii) que no la devuelva al mercado interno , esto quiere decir que se pierda o que se done al exterior.

Así, los consumidores tendrían que dejar de comprar la diferencia entre la cantidad de equilibrio y la demandada, las cuales se valoraban en $ADQ \cdot Q_d$ y costaba producirlas $ECQ \cdot Q_d$. La sociedad ganaba EAC y ahora es una pérdida social.

Además, aumentó la cantidad producida. Aumenta la producción de Q^* a Q_0 y la tengo que tirar. Tengo una pérdida social de BCF. El estado paga ABQ_0Q_d y los productores tienen el excedente ABC. El estado transfiere a los productores ABC. (Elabore esta gráfica)

Salario mínimo

El salario mínimo es un precio mínimo, por lo tanto para que tenga sentido, éste debe establecerse por arriba del equilibrio. Así, $L^* - L_0$ son personas que antes de la medida trabajaban y que después de ella ya no tienen empleo. $L_d - L^*$ son personas que antes no trabajaban y que ahora desean trabajar, pero que no encuentran empleo. Lo único que provoca esta medida es desempleo.



Gráfica 4.6 Mercado de trabajo y salario mínimo

Impuestos

Existen dos tipos de impuestos

- 1) Monto fijo por unidad: sobre el precio al productor o sobre el precio al consumidor.

2) Porcentual : al precio del productor y al precio al consumidor.

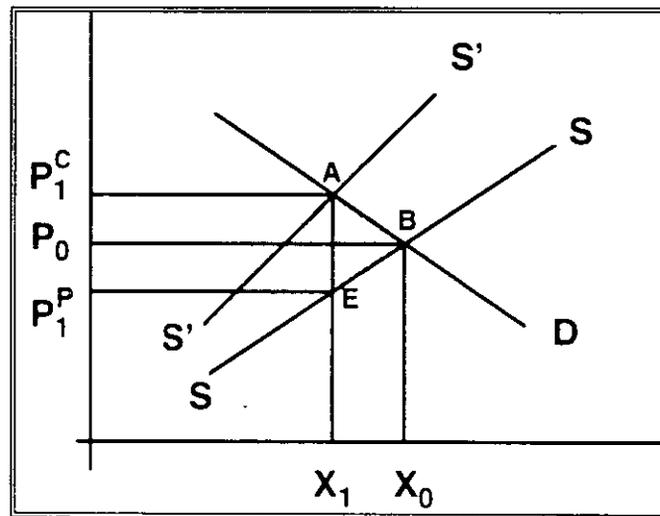
En cuanto a eficiencia, el mejor impuesto es el IVA, porque no cambia los precios relativos. Todos los bienes aumentan de precio en la misma proporción, excepto el ocio, el cual no se puede gravar.

Veamos el caso de impuesto sobre un mercado (equilibrio parcial)

Impuesto específico

1. Efecto que tiene el impuesto sobre la oferta (sobre las unidades vendidas)
2. Parte de un equilibrio de mercado competitivo, donde P^* y Q^* representan un estado eficiente

Un impuesto de \$10 por unidad sobre el precio del productor tiene el mismo efecto que un impuesto de \$10 sobre el precio del consumidor. El efecto es como si se desplazara la oferta hacia arriba en diez pesos, o la demanda hacia abajo en diez pesos.



Situación inicial:

$$P^D = P^C = P^0 \text{ y } X^D = X^P = X^0.$$

Situación con impuesto: $P_1^D + 10 = P_1^C$, ó $P_1^C - 10 = P_1^P$, ó $P_1^C - P_1^P = 10$

El nuevo equilibrio es arriba con un P_1^C es mayor en \$10 al P_1^P . Aquí $X^P = X^C = X_1$, donde X_1 es la nueva cantidad de equilibrio.

Veamos detenidamente los efectos del impuesto al productor con excedentes:

Situación inicial:

$$P^c = P^p = P_0$$

$$X^c = X^p = X_0$$

Excedente del consumidor = $P_0 B$ hasta el cruce con eje Y de la demanda.

Excedente del productor = $P_0 B$ hasta el cruce de S con el eje X

Recaudación del gobierno = 0

Situación con impuesto:

$$P^p - P^c = \$10$$

$$X^c = X^p = X_1$$

Nuevo excedente de los consumidores: $P_1 A$ hasta el cruce con el eje Y de la demanda

Nuevo excedente de los productores: $P_1^c E$ hasta el cruce de la oferta S con el eje X.

Recaudación del gobierno: $P_1^c A E P_1^c$

Pérdida social = ABE

La pérdida social se presenta debido a que la sociedad valoraba las unidades $X_0 - X_1$ en $X_1 A B X_0$ y el costo social era de $X_1 E B X_0$. Sin embargo, como esas unidades ya no se producen, la sociedad dejó de ganar AEB.

¿Qué pasa si el impuesto lo pongo al consumidor?

$P^c - \$10 = P^p$ igual al anterior.

Gráficamente, es como si se hubiera desplazado la curva de demanda a la izquierda. Un impuesto por unidad puesto al productor o al consumidor tiene exactamente el mismo efecto. Se abre una brecha igual al impuesto de \$10.

Para demostrar las afirmaciones anteriores elabore su gráfico.

¿Qué pasa cuando se pone un impuesto y la demanda o la oferta son perfectamente inelásticas?

No hay pérdida social. Disminuye el excedente del consumidor o del productor, pero es igual al aumento en la recaudación del gobierno.

Incidencia impositiva

1. Consumidor: antes pagaba P^* , mientras que ahora paga P_c

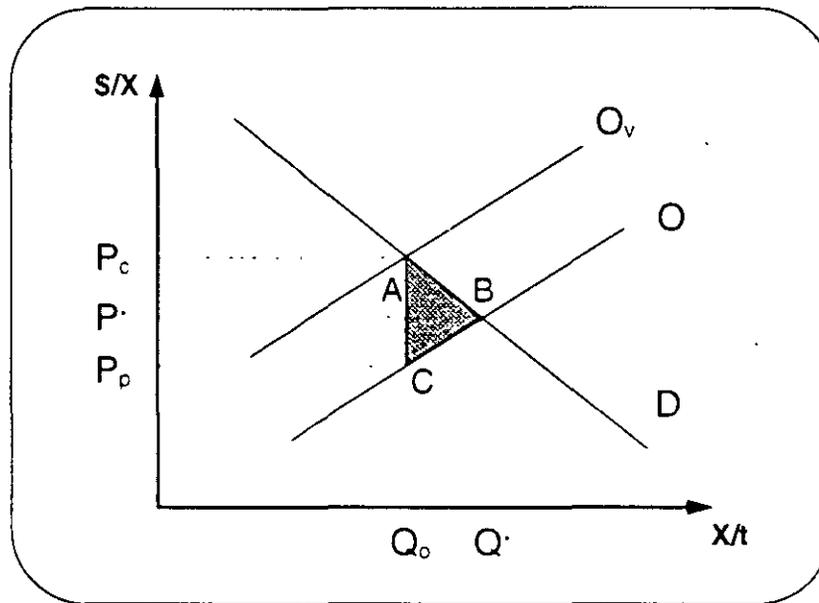
El consumidor paga por unidad $P_c - P^* = t_c$

2. El productor antes recibía P^* , mientras que ahora recibe P_p

El productor paga por unidad = $P^* - P_p = t_p$

Donde $t_x = t_c + t_p$

3. El gobierno recauda $t_x \cdot Q_0$



Gráfica 4.7 Carga excesiva del impuesto

Carga excesiva del impuesto: es la parte del bienestar social que se pierde y que no es recaudada fiscalmente. Esto se denomina como también como costo social del impuesto. El área que representa esto es: ABC

El impuesto crea un brecha entre el precio que paga el consumidor y el que recibe el productor. Es como si se hubiera desplazado la curva de oferta en t_x hacia arriba. La curva de oferta con impuesto es O_v . El productor ahora exige el precio de antes más t_x .

Ejemplo 1:

$$Q_d = 500 - 2P$$

$$Q_o = 3P$$

Se establece un impuesto específico de \$10 por unidad

$$tx = 10$$

$$P_c - P_p = tx$$

$$Q_o = 3P_p$$

$$Q_d = 500 - 2P_c$$

Equilibrio inicial

$$Q_d = Q_o$$

$$500 - 2P = 3P$$

$$P = 100$$

$$Q = 300$$

Después del impuesto

$$Q_d = Q_o$$

$$500 - 2P_c = 3P_p$$

$$3P_p = 500 - 2(10 + P_p)$$

$$3P_p = 500 - 20 - 2P_p$$

$$P_p = 96$$

$$P_c = 106$$

$$Q' = 288$$

y se tiene que $P_c = 10 + P_p$

Incidencia:

El consumidor paga \$6 por unidad

El productor recibe \$4 por unidad

$$\text{Recaudación } (10) * 288 = 2880$$

Pérdida en bienestar

$$- EC = (6 * 288) + 36 = 1,764$$

$$- EP = (4 * 288) + 24 = \underline{1,176}$$

$$2,940$$

Existe un costo social de \$60

Ejemplo 2:

$$Q_d = 100 - P$$

$$Q_o = 4P$$

Se establece un impuesto específico de \$5 por unidad

$$tx = 10$$

$$P_c - P_p = tx$$

$$Q_o = 4P_p$$

$$Q_d = 100 - P_c$$

Equilibrio inicial

$$Q_d = Q_o$$

$$100 - P = 4P$$

$$P = 20$$

$$Q = 80$$

Después del impuesto $Q_d = Q_o$

$$100 - P_c = 4 P_p$$

$$4 P_p = 100 - (5 + P_p)$$

$$4 P_p = 100 - 5 - P_p$$

$$P_p = 19$$

$$P_c = 24$$

$$Q' = 76$$

y se tiene que $P_c = 5 + P_p$

Incidencia:

El consumidor paga \$4 por unidad

El productor recibe \$1 por unidad

Recaudación $(5) * 76 = 380$

Pérdida en bienestar

$$- EC = (4 * 76) + 8 = 312$$

$$- EP = (1 * 76) + 2 = \underline{78}$$

$$390$$

Existe un costo social de \$10

Subsidios

Al igual que en el caso de los impuestos, el subsidio puede ser de monto fijo o variable. Los subsidios son en realidad equivalentes a los impuestos pero con signo negativo.

El subsidio puede ser sobre el precio que paga el consumidor ó sobre el precio que recibe el productor.

Igualmente que los impuestos al ser discriminatorios producen una la asignación ineficiente de recursos.

Efecto: como si se desplazara la curva de demanda. A ojos del productor, es como si se hubiera desplazado la curva de demanda a la derecha.

Situación inicial

$$P_d = P_s = P_e$$

$$Q_d = Q_s = Q_e$$

Situación con subsidio

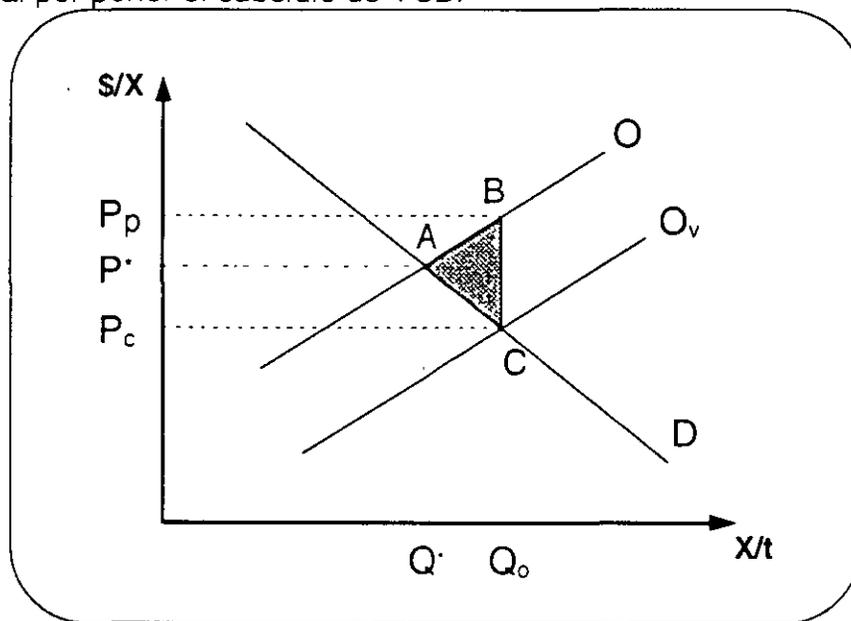
$$P_d + S = P_s$$

Hubiera dado el subsidio a los productores, $P_d = P_s - S$. Es como si se hubiera desplazado la curva de oferta.

El análisis gráfico es igual que en el caso de los impuestos, sólo que se mueven en sentido inverso. Demuéstrelo.

Un subsidio abre una brecha entre el precio que paga el consumidor y el que recibe el productor.

Existe una variación en la producción. Ahora se van a producir Q_e1 unidades del bien. Dichas unidades le cuestan a la sociedad Y_{CNM} ; mientras que solo la benefician en Y_{BMN} . Existe entonces una pérdida social por poner el subsidio de Y_{CB} .



Subsidio \$6

$$P_p - P_c = 6$$

$$Q_d = 100 - P_c$$

$$Q_o = 40 + 2 P_p$$

$$P_p = 6 + P_c$$

$$100 - P_c = 40 + 12 + 2 P_c$$

$$48 = 3 P_c$$

$$P_c = 16$$

$$P_p = 22$$

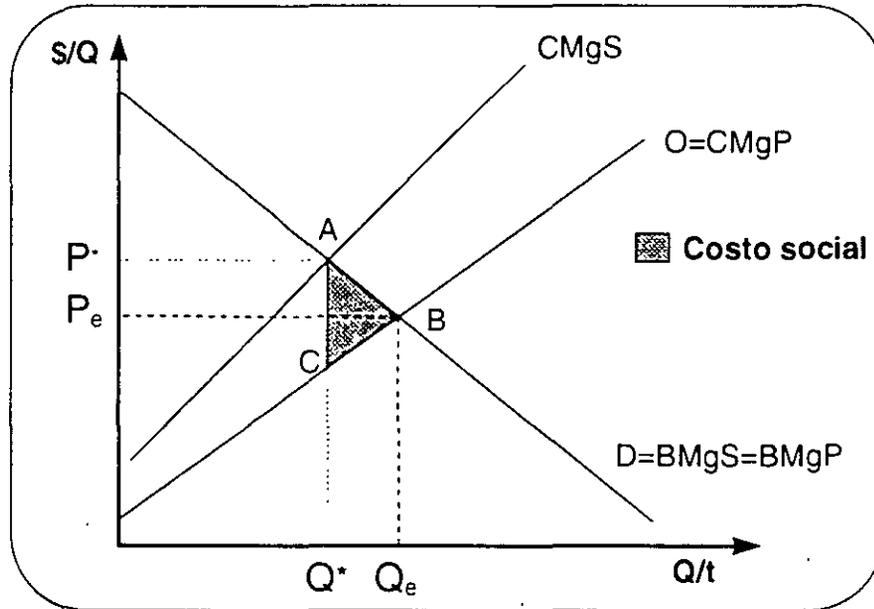
$$Q = 84$$

3. Externalidades

Costos externos de la producción

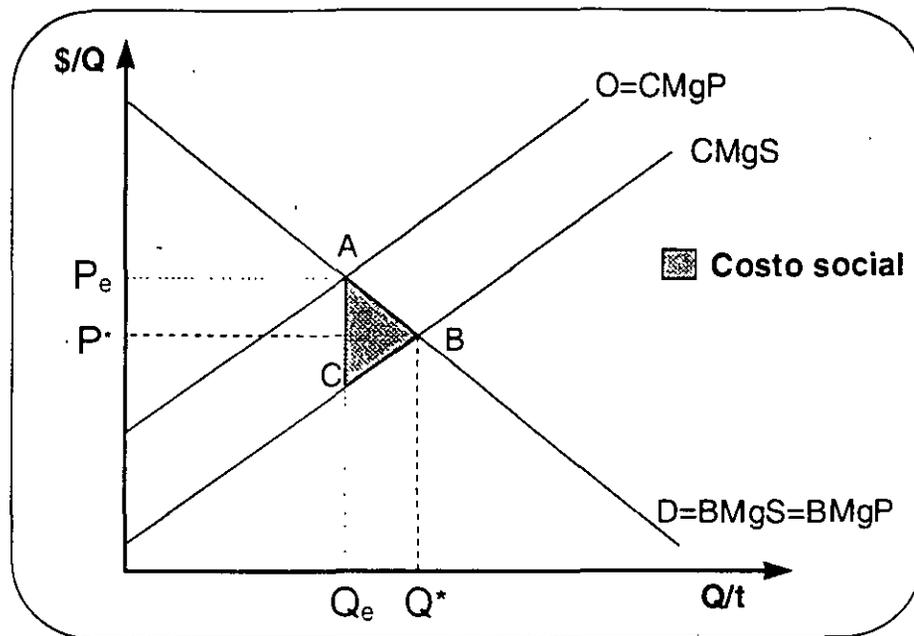
El costo privado de la producción puede diferir del costo social a causa de los costos sociales indirectos, por ejemplo, la fabricación de cemento en una zona agrícola fértil, donde la fábrica no sólo produce cemento, sino además desechos químicos que afectan la productividad de los cultivos.

En este caso, el costo social de producir cemento es igual al costo privado de insumos y materiales, más el costo para la región de las consecuencias en la disminución en la productividad agrícola en la zona afectada.



Beneficios externos en la producción

El costo privado puede diferir del costo social debido a que en la producción del proyecto se generan beneficios indirectos, por ejemplo, entrenamiento de trabajadores, drenaje de terrenos, beneficio para huertas frutícolas derivado de un apiario cercano, o alguna mejoría en el nivel de vida de la población de la región donde funciona el proyecto.

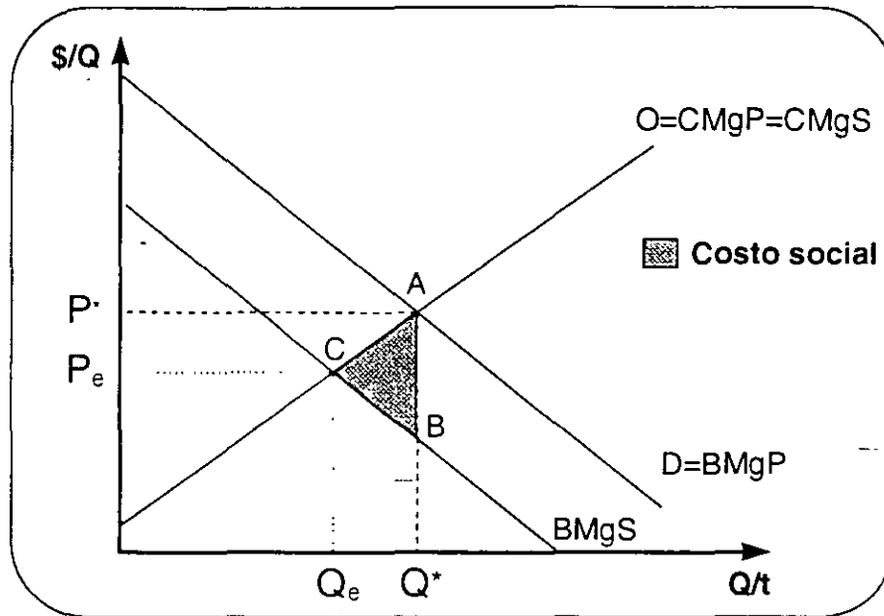


Caso inverso al anterior. ¿Cómo inducir a la firma a aumentar su producción? Una alternativa es establecer un subsidio para este tipo de proyectos, con la fijación de un precio al subsidiado al productor y otro a los consumidores.

En la gráfica N° 4.8 se observa este beneficio. Debido a que el costo Marginal Social ($CMgS$) es menor al Costo Marginal Privado ($CMgP$). El área BAE es el beneficio neto que se forma debido a la modificación de los precios al pasar de P_1 a P_0 , esto es, si el precio aumenta, el empresario genera el nivel de producción X_0 y como consecuencia hay un efecto externo derivado de que existen beneficios por realizar su proceso de producción que no puede descontar de su costo marginal privado. Este beneficio es el área ABE

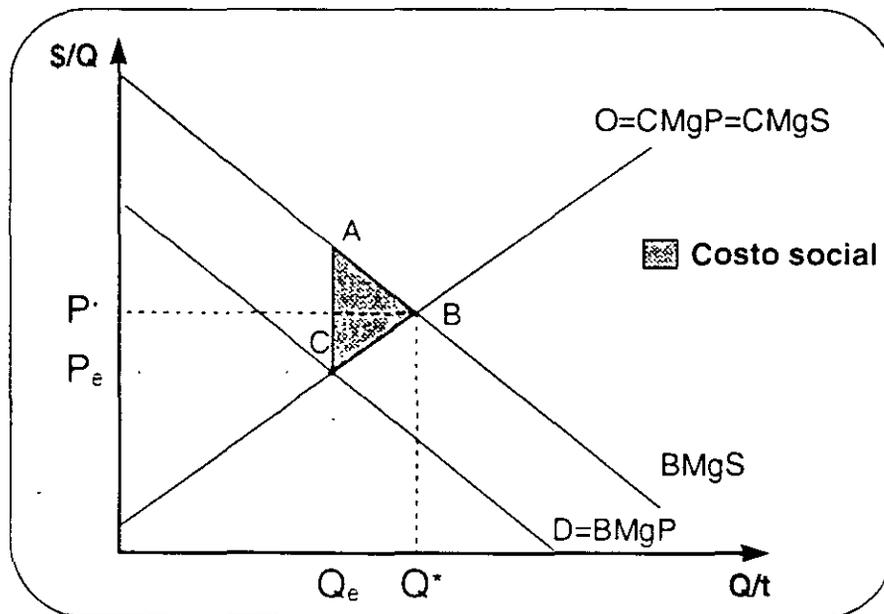
Costos externos del consumo

Algunos bienes o servicios que producen las empresas, pueden generar costos extras para la sociedad, como por ejemplo el consumo de alcohol, drogas, etc., que implican costos para la sociedad por los efectos que producen. En este caso, el control del consumo de estos bienes, aparte de consideraciones individuales, es una medida para disminuir los costos sociales que implican.



Beneficios externos del consumo

Lo contrario ocurre cuando hay bienes cuyo consumo la sociedad juzga como indispensable, como el caso de alimentación adecuada a infantes, o educación a sectores desprotegidos. El consumo de estos bienes en la etapa adecuada, además de atender necesidades básicas de la población, produce beneficios socialmente deseables y pueden considerarse, más que un costo, como una inversión, en términos sociales. Ejemplo en el caso de estimulación temprana y atención prenatal.



Necesidad de subsidios directos y focalización adecuada, sobretodo en la edad adecuada. Los proyectos dirigidos en este sentido, deben estar ciertos de implementar los mecanismos adecuados para que los subsidios lleguen directamente hasta quienes han sido considerados como su población objetivo.

V. EL SECTOR EXTERNO

En esta parte del curso se realiza una breve incursión en los aspectos microeconómicos del comercio exterior que son relevantes para la evaluación social de proyectos. En primer lugar se analiza a los mercados de importación y de exportación y a continuación, al mercado de divisas.

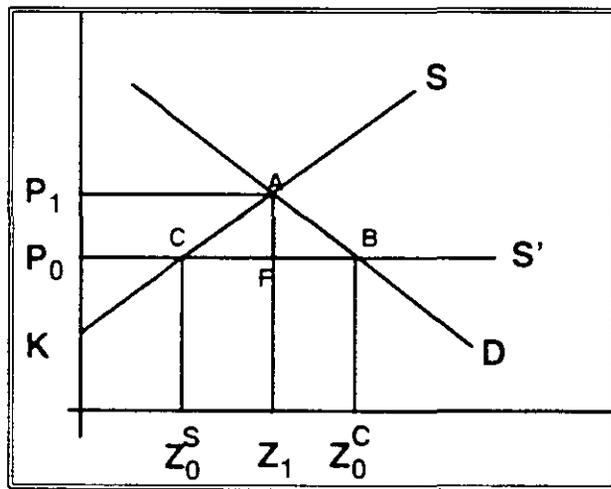
Supuestos:

- a) País pequeño que enfrenta UN precio internacional, que es el precio en la moneda extranjera por el tipo de cambio :
 $PI^* = P_{US\$} * TC$
- b) Puede comprar y vender todo lo que quiera al mismo precio.
- c) No hay impuestos ni subsidios ni aranceles.
- d) No hay costos de transporte.

El mercado es "perfecto" en el sentido de que ni compradores ni vendedores pueden afectar el precio, que se considera como fijo.

1. Importaciones

Para que sea atractivo importar el precio internacional se debe ubicar por abajo del precio de equilibrio del mercado interno. Esto se representa por el P_0 en el gráfico N° 5.1, donde P_0 es el precio internacional y P_1 el precio interno sin comercio internacional



Gráfica 5.1 Equilibrio del mercado con importaciones

Como rige el precio internacional y se puede comprar todo lo que se quiera, ofertan al P_0 los empresarios nacionales solo ofertan Z_0^s y la demanda es mayor, Z_0^c .

La diferencia entre la cantidad ofertada y la cantidad demandada, $Z^c - Z^s$, son las importaciones.

Los beneficios del comercio internacional son identificables analizando los excedentes del productor y consumidor en la situación inicial y con comercio.

Situación inicial :

Excedente del consumidor : P_1A hasta el cruce de la D con el eje Y

Excedente del productor : P_1AK

Con comercio internacional :

Excedente del consumidor : P_0CFB hasta el cruce de la D con el eje Y.

Excedente del productor : P_0CK

Ganancia para la sociedad : ACB

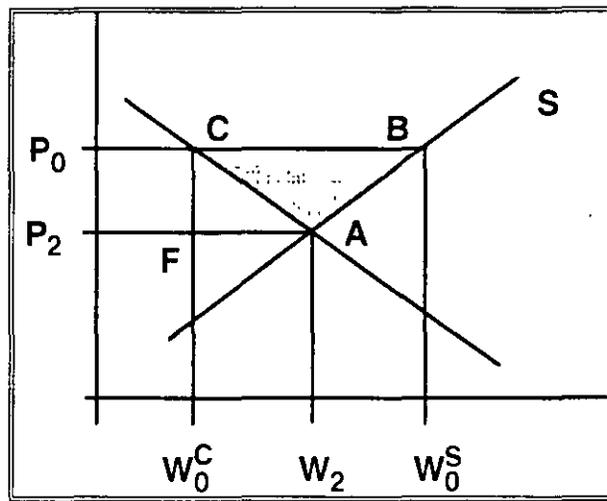
Con comercio exterior, debido a que el precio de referencia para producir es menor, los productores nacionales sólo ofrecen Z_0^s por lo que se ve reducida el área de excedente propio en P_1ACP_0 que el consumidor recibe por el menor precio.

Analizando la variación en las cantidades producidas y demandadas al precio internacional tenemos :

- i) se dejan de producir $Z_1 - Z_0^s$ unidades que costaban $Z_0^sCAZ_1$ y ahora cuestan $Z_0^sCFZ_1$, con lo que se presenta un ahorro de recursos para la sociedad en el área CAF.
- ii) se consumen más unidades del producto, $Z_0^c - Z_1$. La sociedad valora estas unidades adicionales en $Z_1ABZ_0^c$ y le cuesta adquirirlas en $Z_1FBZ_0^c$, por lo que el beneficio social o la ganancia social es el triángulo AFB.

2. Exportaciones

Para que un producto sea exportable el precio internacional debe ser superior al nacional, esto es, que sea más atractivo al productor enviarlo al mercado externo que al interno.



Gráfica 5.2 Equilibrio del mercado con exportaciones

En la gráfica N° 5.2 se representa el precio internacional P_0 , y el precio interno o doméstico P_2 con las cantidades ofrecidas y demandadas en cada caso. Debido a que P_0 es mayor la oferta se ubica en W_0^S y la demanda es sólo W_0^C . La diferencia es las exportaciones, $W_0^S - W_0^C$.

Al igual que en las importaciones, hay beneficios por las exportaciones. Estos beneficios del comercio internacional se observan analizando los excedentes del productor y consumidor en la situación inicial y con comercio internacional o exportando.

Situación inicial :

Excedente del consumidor : P_2AC hasta el cruce de la demanda con el eje Y.

Excedente del productor : P_2A hasta el cruce de la oferta (S) con el eje Y.

Con comercio internacional :

Excedente del consumidor : P_0C hasta el cruce de la demanda con el eje Y.

Excedente del productor : P_0CBA hasta el cruce de la oferta con el eje X.

Ganancia para la sociedad : ACB .

Como el precio internacional de referencia es mayor al interno, la producción aumenta porque hay incentivos para los empresarios que ofrecen W_0^s , y a nivel interno sólo se demanda W_0^c porque el precio es mayor. La ganancia en excedente del productor es el beneficio social

Del mismo modo que en el caso pasado, las variaciones en cantidades producidas y demandadas con comercio internacional son :

- i) se aumenta la producción en $W_0^s - W_2^c$ unidades que cuestan $W_2ABW_0^s$ y se venden a P_0 por $W_0^s - W_2$ con lo que se tiene una ganancia neta de la mitad del triángulo CAB .
- ii) la demanda interna disminuye de W_2 a W_0^c por el precio mayor a P_2 . Esto provoca una pérdida social en consumo interno bruta, pero ahora se venden las unidades en el mercado externo en P_0 por $W_2 - W_0^c$, por lo que la ganancia neta es la otra mitad del triángulo CAB

Para las exportaciones generalmente los precios también son fijos. La mayor parte de los países trata de incrementar su nivel de exportaciones para mejorar su posición en la balanza de pagos.



Evaluación Social de Proyectos

Instructor: Lic. José Efraín Gala Palacios

Apuntes elaborados por el Instituto Tecnológico Autónomo de México con base en documentos del Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP).



Contenido

I. VALOR SOCIAL DE LA PRODUCCION	1
1. Bien No Comerciable y Sin Distorsiones	1
2. Bien Exportable sin distorsiones	4
3. Bien no comerciable con externalidad negativa en la producción	7
II. COSTO SOCIAL DE LOS INSUMOS.....	8
1. Insumo No Comerciable y Sin Distorsiones.....	8
2. Insumo No Comerciable con Impuesto al Consumo.....	9
3. Insumo Importable con Impuesto a la Importación	11
III. EFECTOS INDIRECTOS	17
1. Mercado Sustituto.....	17
2. Mercado Complementario	19
3. Condiciones para que Existan Efectos Indirectos	20
IV. EXTERNALIDADES	21

I. VALOR SOCIAL DE LA PRODUCCION

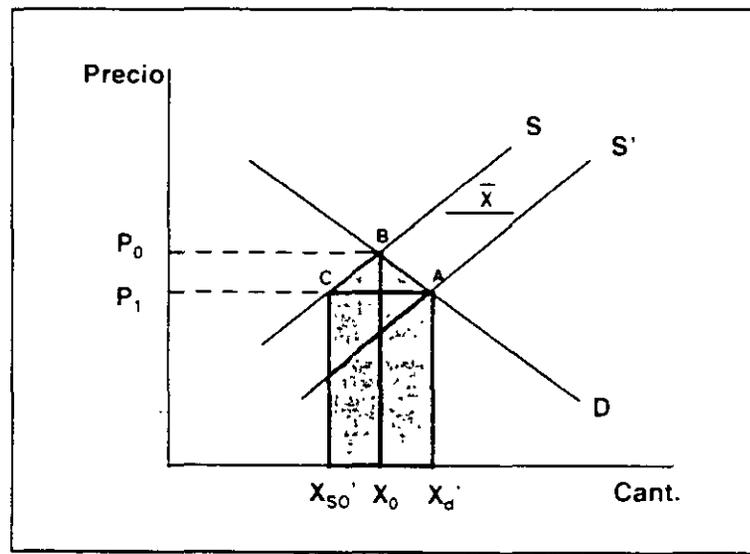
El valor social de la producción se puede definir como el valor que el país le asigna, a los bienes y servicios de que dispone adicionalmente debido al proyecto. El valor social de la producción aporta el flujo de beneficios directos para la evaluación del proyecto.

PASOS PARA ESTABLECER EL VALOR SOCIAL DE LA PRODUCCION:

- a) Establecer la situación de equilibrio sin proyecto
- b) Agregar a la curva de oferta la producción del proyecto
- c) Determinar los efectos
- d) Establecer el Valor Social de la Producción

1. BIEN NO COMERCIALIZABLE Y SIN DISTORSIONES

Este es el caso en el que se tiene una economía de mercado perfecta y con ausencia de distorsiones, aquí el precio social del bien producido por el proyecto deberá ser muy similar a su precio de mercado. En algunos casos, como el que se presenta a continuación, será preciso hacer un ajuste para tomar en cuenta los cambios en el excedente del consumidor y del productor.





1 Valor Social de la Producción 2

Dadas estas curvas de oferta y demanda, el precio del producto sin proyecto será de P_0 . Si el proyecto produce X , la curva de oferta se desplazará de S a S' , el precio del producto bajará a P_1 , la producción proveniente de otros productores del bien se reducirá a X_{SO}' y la disponibilidad total del bien X aumentará de X_0 a X_D' , lo que tiene un beneficio social por mayor consumo que se puede calcular por el área ABX_0X_D' .

Por el lado del productor, se han liberado recursos para otros usos alternativos. De este modo, el beneficio total que obtiene la sociedad por la producción del proyecto, es igual al valor de los recursos liberados más el valor para la sociedad del aumento en la disponibilidad del bien X y esto es igual al área $X_{SO}'X_D'ABC$

En resumen se tienen los siguientes efectos:

Efectos	:	Precio:	Disminuye
		X_d (Cantidad Demandada):	Aumenta
		X_{so} (Cantidad Ofrec. x otros):	Disminuye

Valor Social de la Producción:

$$\begin{aligned} \text{VSP} &= \text{Valor del consumo adicional} \\ &+ \text{Valor de recursos liberados} \\ &= (X_D' - X_0) \frac{P_0 + P_1}{2} + (X_0 - X_{SO}') \frac{P_0 + P_1}{2} \\ &= (X_D' - X_0 + X_0 - X_{SO}') \frac{P_0 + P_1}{2} \\ &= \bar{X} \frac{P_0 + P_1}{2} \end{aligned}$$

Valor Privado de la Producción:

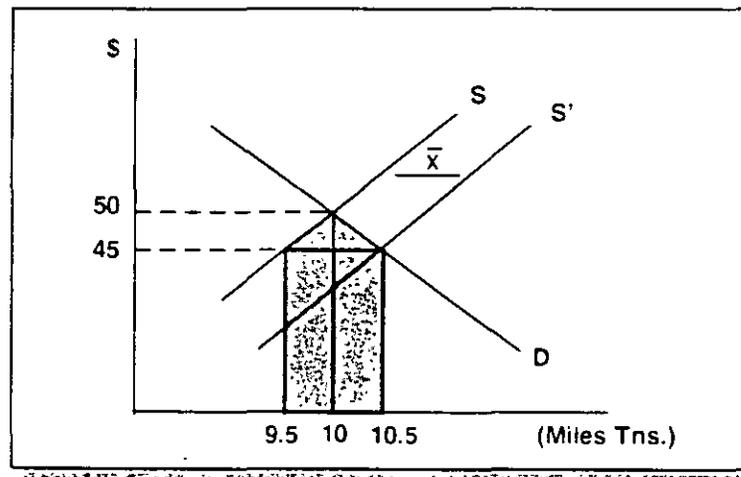
$$\text{VPP} = \bar{X} P_1$$

Se puede observar que los beneficios privados obtenidos por la venta de la producción del proyecto subestiman el beneficio social en una cantidad igual al área ABC . Esta área será menor, mientras menos importante sea el proyecto en el mercado del producto (el cambio en los precios como consecuencia del

proyecto sean mínimo) y mientras más elásticas sean las curvas de oferta y demanda del bien.

EJEMPLO:

Determine el valor social de la producción de un proyecto que consiste en producir 1,000 toneladas de trigo. Actualmente (sin proyecto), se producen y consumen un total de 10,000 toneladas a un precio de 50 \$/ton. y se espera que como consecuencia del proyecto, el precio del trigo disminuya a 45 \$/ton. aumentando su consumo total de 10,000 a 10,500 toneladas. Suponga que el trigo es un bien no comerciable (no es importable ni exportable) y que además no existen distorsiones en el mercado.



Efectos : Precio: Disminuye
 Cantidad Demandada: Aumenta
 Cantidad Ofr. x otros: Disminuye

Valor Social de la Producción:

$$\begin{aligned}
 \text{VSP} &= \text{Valor del consumo adicional} \\
 &\quad + \text{Valor de recursos liberados} \\
 &= (10,500 - 10,000) \frac{(50 + 45)}{2} \\
 &\quad + (10,000 - 9,500) \frac{(50 + 45)}{2} \\
 &= \$ 47,500
 \end{aligned}$$

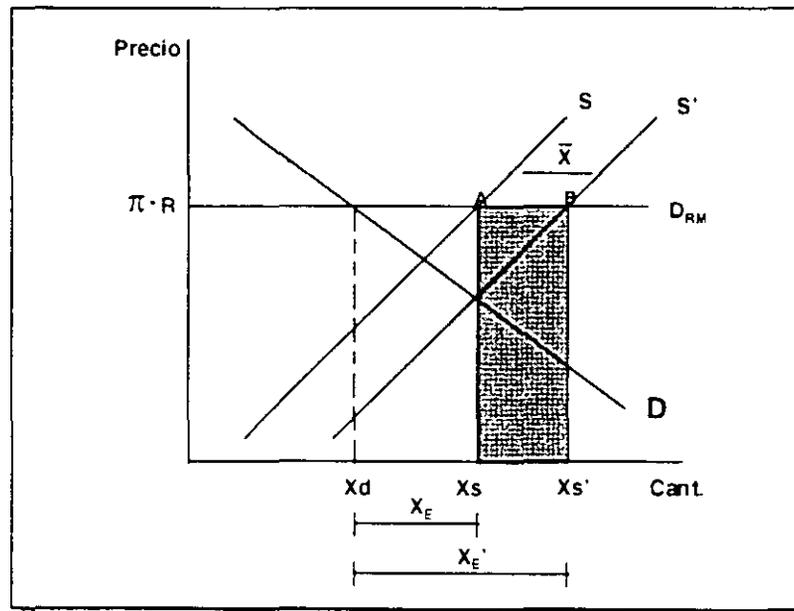
Valor Privado de la Producción

$$\begin{aligned} \text{VPP} &= \text{Cantidad} \times \text{Precio} \\ &= (1,000)(45) \\ &= \$45,000 \end{aligned}$$

2. BIEN EXPORTABLE SIN DISTORSIONES

Este es el caso de un proyecto que producirá un bien comerciable internacionalmente, por lo que su precio no podrá verse afectado por la producción del proyecto y su demanda es entonces completamente elástica.

El proyecto permitirá aumentar la cantidad ofrecida en una cantidad igual a la del proyecto, sin que ello afecte la cantidad consumida nacionalmente y la cantidad producida por los otros productores, esto debido precisamente a que el precio se mantiene constante.



En este caso el valor social de la producción va a estar dado por el incremento de las exportaciones, lo cual representa una mayor entrada de divisas al país (π) que multiplicadas por el tipo de cambio social (R), nos genera un beneficio social indicado en la gráfica por el área ABXsXs'.



Efectos: P = No cambia
 X_E = Aumenta
 X_d = No cambia
 X_{so} = No cambia

Valor Social de la Producción

$$\begin{aligned} VSP &= \text{Valor de las divisas adicionales} \\ &= \bar{X} \cdot \pi \cdot R \end{aligned}$$

Valor Privado de la Producción

$$VPP = \bar{X} \cdot \pi \cdot R$$

En este caso el beneficio social coincide con el beneficio privado, debido a que se supone que no existen distorsiones tales como aranceles o subsidios a las exportaciones y a que el tipo de cambio social es igual al tipo de cambio de mercado. Si estos fueran diferentes, al realizar el cálculo del valor social de la producción se debe utilizar el tipo de cambio social y para el cálculo del valor privado de la producción se debe utilizar el tipo de cambio de mercado

3. BIEN NO COMERCIALIZABLE CON EXTERNALIDAD NEGATIVA EN LA PRODUCCIÓN

En los casos anteriores al calcular los beneficios sociales del proyecto relacionados con la liberación de recursos hecha por los otros productores, se consideró que la curva de oferta reflejaba adecuadamente el costo social de producir el bien. Sin embargo, esto puede no ser cierto en el caso en el que los otros productores causen externalidades (positivas o negativas) al producir dicho bien, ocasionando con esto que el costo marginal social sea distinto del costo marginal privado.



1 Valor Social de la Producción 7

En este caso vuelve a ser cierto que el valor privado de la producción subestima el valor social y la diferencia va a depender básicamente del monto de la externalidad.

II. COSTO SOCIAL DE LOS INSUMOS

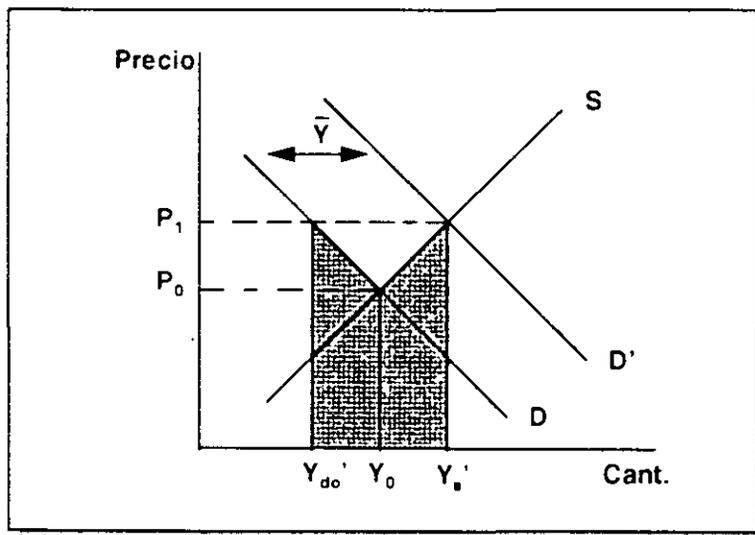
El costo social de los insumos se refiere al costo para el país de utilizar dichos insumos en la realización de un proyecto. El costo social de los insumos aporta el flujo de costos directos para la evaluación del proyecto.

PASOS PARA ESTABLECER EL COSTO SOCIAL DE LOS INSUMOS:

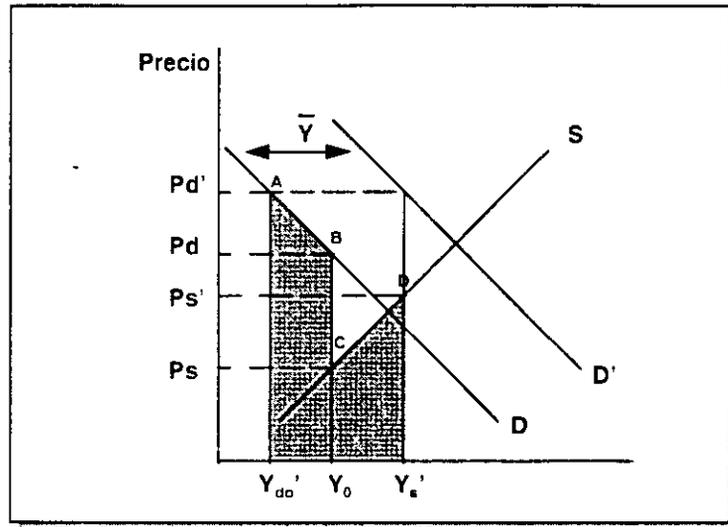
- a) Establecer la situación de equilibrio sin proyecto
- b) Agregar a la curva de demanda la cantidad requerida por el proyecto
- c) Determinar los efectos
- d) Establecer el Costo Social de los Insumos

1. Insumo No Comerciable y Sin Distorsiones

En este caso de nueva cuenta se supone que la economía funciona perfectamente y no existen distorsiones. Dadas estas condiciones el precio social del insumo deberá ser muy similar a su precio de mercado.



Podemos observar que el proyecto aumentará la demanda total por el insumo "Y" de D a D', aumentando con ello el precio de P_0 a P_1 , lo que provocará a su vez que los productores del bien estén dispuestos a incrementar su producción



Dadas estas curvas de oferta y demanda, el precio a pagar por el consumidor en la situación sin proyecto será de P_D y el precio que recibirán los oferentes será P_S . Si el proyecto consume una cantidad Y del insumo, la curva de demanda se desplazará de D a D' , los precios de demanda y de oferta se incrementarán a $P_{D'}$ y $P_{S'}$ respectivamente, ocasionando que el consumo de los otros compradores del bien disminuya a Y_{do}' y la producción total del bien "Y" aumente desde Y_0 a Y_S' , lo que tiene un costo social por mayor uso de recursos que se puede calcular por el área CDY_0Y_S' . Por el lado de los otros consumidores existe un costo por menor consumo del bien, equivalente al área ABY_0Y_{do}' . De este modo, el costo total en el que incurre la sociedad por el uso de este insumo, es igual al costo adicional por los recursos utilizados más el costo por el menor consumo de otros compradores del bien "Y" y esto es equivalente al área $Y_{do}'Y_S'ABCD$.

En resumen, se tienen los siguientes efectos:

Efectos: P_d = Aumenta
 P_S = Aumenta
 Y_S = Aumenta
 Y_{do} = Disminuye

Costo Social de los Insumos

$$\begin{aligned} \text{CSI} &= \text{Costo de producción adicional} + \\ &\quad \text{Costo de menor consumo de otros} \\ &= (Y_S' - Y_0) \frac{(P_S + P_S')}{2} + (Y_0 - Y_{do}') \frac{(P_d + P_d')}{2} \end{aligned}$$

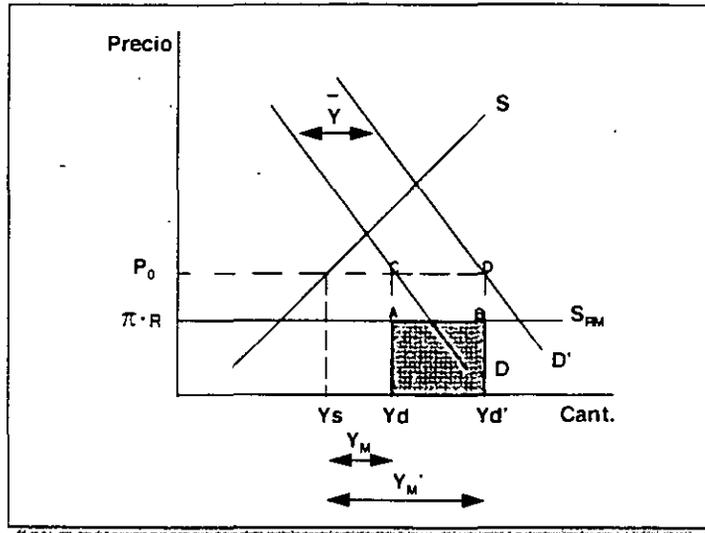
Costo Privado de los Insumos

$$\text{CPI} = Y \times P_d'$$

3. INSUMO IMPORTABLE CON IMPUESTO A LA IMPORTACIÓN

Este es el caso de un proyecto que consumirá un bien importable, y su precio no se verá afectado por el proyecto. La oferta del producto es infinitamente elástica, es decir, se puede comprar cualquier cantidad al mismo precio.

El proyecto aumentará la cantidad ofrecida total en una cantidad igual a la del proyecto, sin que ello afecte la cantidad consumida por los otros compradores ni la cantidad producida nacionalmente, esto debido a que el precio se mantiene constante.



En la gráfica anterior πR representa el precio internacional de "Y" convertido a moneda nacional y P_0 representa el precio al que se vende el producto en el mercado nacional debido al impuesto. En este caso el costo social de los insumos va a estar dado por el incremento en las importaciones, lo cual significa una mayor salida de divisas del país (π) multiplicadas por el tipo de cambio social (R), esto queda representado en la gráfica por el área $ABY_dY_{d'}$.

Efectos :	Precio	= No cambia
	Y_S (Cantidad ofrecida)	= No cambia
	Y_{do} (Cantidad dda x otros)	= No cambia
	Y_M (Cantidad importada)	= Aumenta

Costo Social de los Insumos

$$\begin{aligned} \text{CSI} &= \text{Pérdida de divisas} \\ &= Y \cdot \pi \cdot R \end{aligned}$$

Costo Privado de los Insumos

$$\text{CPI} = \bar{Y} \times P_0$$



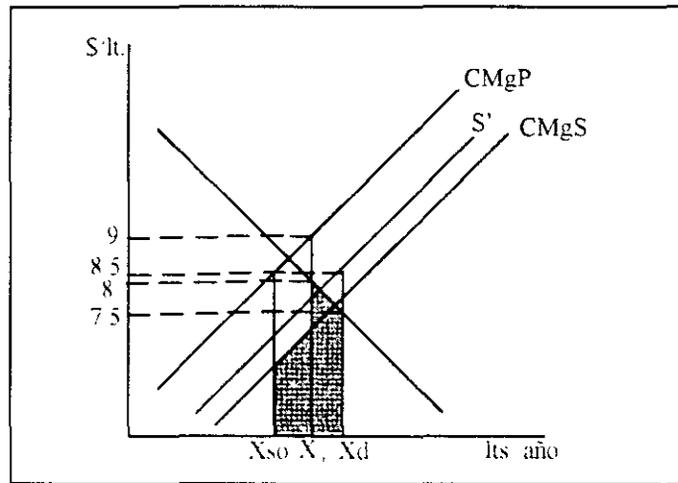
2 Costo Social de los Insumos 13

En resumen, esto nos lleva a que el costo social del insumo es la cantidad adicional de divisas gastadas a raíz del proyecto, mientras que en este caso el costo privado del insumo es mayor debido al monto del impuesto.

EJEMPLO :

Se está analizando un proyecto que consiste en producir 10,000 litros de leche al año. Considere que la leche es un bien no comerciable.

- a) el precio que pagan los consumidores de leche es de \$8/litro y existe un subsidio de \$1/litro consumido. Además se sabe que los actuales productores ocasionan una externalidad positiva a los agricultores igual a \$2/litro. Se espera que como consecuencia del proyecto aumente el consumo de leche en 6,000 litros por año y que el precio se modifique en \$0.50. Calcule el valor social y el valor privado de la producción.



Valor Social de la Producción

$$VSP = (6.000) \frac{(8 - 7.5)}{2} + (4.000) \frac{(9 - 8.5)}{2} - (4000)(2)$$

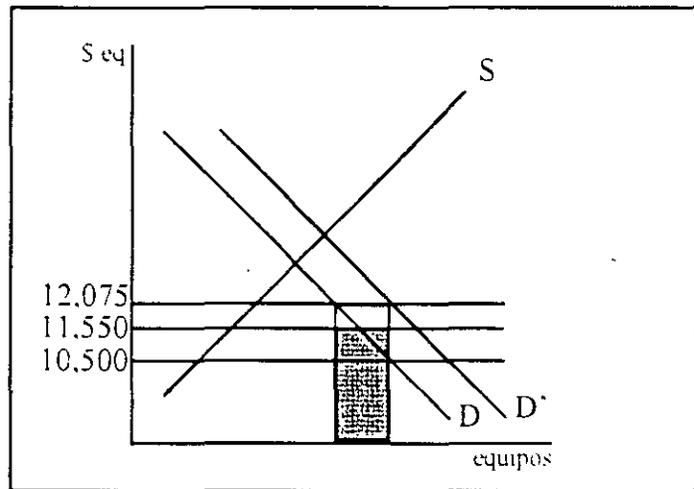
$$VSP = \$73.500 \text{ año}$$

Valor Privado de la Producción

$$VPP = (10.000)(8.5)$$

$$VPP = \$85.000 \text{ año}$$

- b) Para producir esta cantidad de leche, es necesario invertir por una sola vez en 10 equipos refrigerantes, los cuales son bienes importables. Su costo es de 1,500 dólares cada uno. El tipo de cambio de mercado es de \$7 por dólar y el tipo de cambio social es 10% mayor. Se sabe además que existe un arancel a la importación del 15%. Calcule el costo social y el costo privado de esta inversión.



Costo Social de la Inversión :

$$CSE = (1,500 \text{ dlrs/eq.})(\$7.7/\text{dl})(10 \text{ eq.})$$

$$CSE = \$115,500$$

Costo Privado de la Inversión :

$$CPE = (\$12,075/\text{eq.})(10 \text{ eq.})$$

$$CPE = \$120,750$$

- c) Además de lo anterior, para producir leche se requieren de otras inversiones por un monto de \$40,000 (por una sola vez), insumos por \$50,000 al año y se sabe además que el proyecto ocasionará efectos indirectos positivos de \$3,000 anuales. Considere que los valores sociales de las otras inversiones y de los insumos coinciden con los privados.



2 Costo Social de los Insumos 16

Calcule el valor actual neto social y el valor actual neto privado del proyecto, suponiendo que la vida del proyecto es infinita y que las tasas de descuento anuales son : 15% la social y 11% la privada.

Evaluación Social :

	0	1	∞
Inversión			
Equipo	-115,500		
Otras	-40,000		
Leche		73,500	73,500
Insumos		-50,000	-50,000
Ef. Indirectos		3,000	3,000
Flujo Efectivo	-155,500	26,500	26,500

$$VANS = -155,500 + 26,500/0.15 = \$21,167$$

Evaluación Privada :

	0	1	∞
Inversión			
Equipo	-120,750		
Otras	-40,000		
Leche		85,000	85,000
Insumos		-50,000	-50,000
Ef. Indirectos		0	0
Flujo Efectivo	-160,750	35,000	35,000

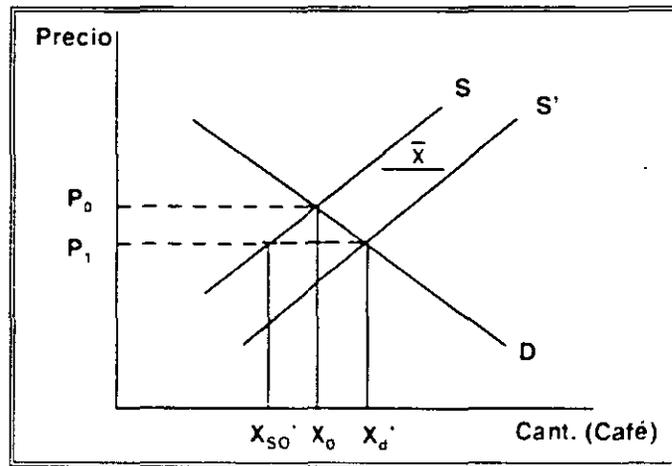
$$VANP = -160,750 + 35,000/0.11 = \$157,432$$

III. EFECTOS INDIRECTOS

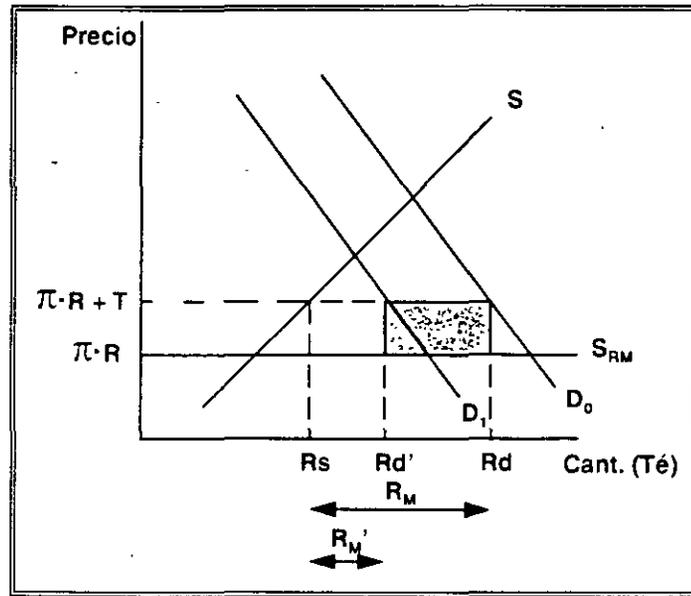
Los efectos indirectos de los proyectos pueden ser positivos o negativos. Tales efectos ocurren en mercados sustitutos o complementarios al del proyecto y se pueden ocasionar cuando el proyecto provoca cambios en los precios de los bienes que produce o que utiliza, pudiendo afectar como consecuencia las cantidades transadas en dichos mercados.

1. Mercado Sustituto

Supongamos que tenemos un proyecto que consiste en producir café (bien doméstico sin distorsiones) y como consecuencia de este proyecto el precio del café va a disminuir de P_0 a P_1 .



Por otra parte tenemos el mercado del "té" (bien importable, gravado con un impuesto a la importación), el cuál es un bien sustituto del café y que como consecuencia de la baja en el precio del café, va a ver disminuida su demanda desde D_0 a D_1 .



En la gráfica, $\pi \cdot R$, representa el precio internacional del Té convertido a moneda nacional y T representa el impuesto. En la situación sin proyecto, la cantidad producida nacionalmente es R_s , la cantidad demandada es R_d y la cantidad importada es R_m . Al bajar el precio del café, la demanda por té disminuye, y como su precio se mantiene constante, la cantidad producida en el país no cambia, disminuyendo en consecuencia la cantidad importada.

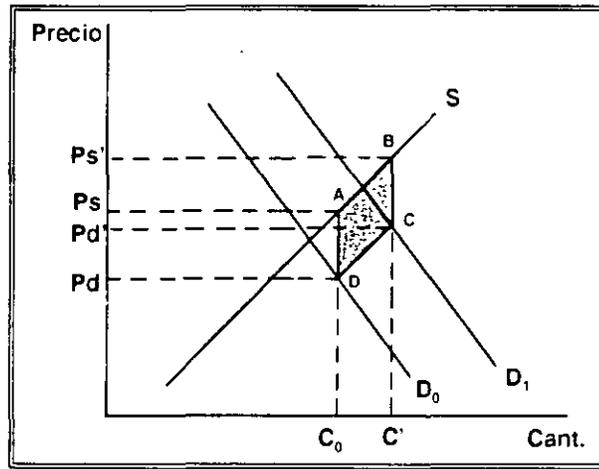
Efectos: Precio: No cambia
 R_d (Demanda): Disminuye
 R_M (Cantidad importada): Disminuye

En este caso el efecto indirecto del proyecto va a ser el ahorro en divisas por menores importaciones, menos el costo por menor consumo, obteniéndose en este caso un efecto indirecto negativo (costo indirecto).

$$\begin{aligned}
 EI &= (R_d - R_d')(\pi \cdot R) - (R_d - R_d')(\pi \cdot R + T) \\
 &= (R_d - R_d')(-T)
 \end{aligned}$$

2. Mercado Complementario

Analicemos ahora el mercado del azúcar (bien doméstico con subsidio a la producción), el cual es un bien complementario del café y que como consecuencia de la baja en el precio del café, va a ver aumentada su demanda.



En la situación sin proyecto, la cantidad ofrecida y la cantidad demandada es C_0 y al bajar el precio del café, dichas cantidades aumentan a C' . En este caso se tiene un beneficio por consumo adicional representado por el área $CDCoC'$ y se tiene un costo por mayor uso de recursos equivalente al área $ABCoC'$, por lo que se tiene un costo indirecto igual al área $ABCD$.

En resumen se tiene:

Efectos :	Precio:	Aumenta
	Cs (Cantidad ofrecida)	Aumenta
	Cd (Cantidad demandada)	Aumenta

$$EI = \text{Valor del consumo adicional} - \text{Uso de recursos}$$

$$= (C' - C_0) \left(\frac{Pd' + Pd}{2} \right) - (C' - C_0) \left(\frac{Ps' + Ps}{2} \right)$$



3. Condiciones para que Existan Efectos Indirectos

- Debe existir cambio en el precio del bien ocasionado por la realización del proyecto
- Debe existir cambio en la cantidad transada en los mercados complementarios o sustitutos.
- Deben existir distorsiones en los mercados.

IV. EXTERNALIDADES

Además de los efectos directos e indirectos, el proyecto que se está analizando puede producir externalidades, las cuales pueden ser positivas o negativas. Un ejemplo puede ser el caso en el cual el proyecto, por el hecho mismo de producir, contamina el medio ambiente, o deposita residuos a un río que se usa con fines recreativos. En estos casos como consecuencia del proyecto se ocasiona un perjuicio a la sociedad y por lo tanto existe un costo por este motivo que se debe contabilizar al evaluar el proyecto.

Cabe mencionar que las externalidades causadas por el proyecto pueden ser similares o distintas a las ocasionadas por los otros productores ya que por ejemplo la tecnología puede ser diferente

Proyecto: Producción de papel

Costo que el proyecto ocasiona al país:

Daño de la contaminación adicional	= 1000
Calcular el costo social de producir papel sin contaminar	= 300
Costo social de descontaminar	= 200

El costo atribuible sería \$200 y obligar al dueño del proyecto a descontaminar para evitar el daño de \$1000.



Metodologías para la Evaluación Social de Proyectos de Agua Potable y Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas

Instructor: Lic. J. Efraín Gala Palacios

Apuntes elaborados por el Instituto Tecnológico Autónomo de México con base en documentos del Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP).

I. PROYECTOS DE AGUA POTABLE

En general, un sistema de abastecimiento de agua potable está compuesto por el siguiente conjunto de elementos:

- **Captación.** Se obtiene el recurso desde la fuente (superficial, subterránea, afloramientos naturales).
- **Conducción.** Conjunto de obras que permiten llevar el agua desde la captación hasta las plantas de tratamiento (por gravedad, por impulsión).
- **Tratamiento.** Se realiza la purificación del agua para dejarla en condiciones aptas para el consumo humano.
- **Distribución.** Transporte o conducción desde la planta de tratamiento al domicilio de los consumidores.
- **Sistema intradomiciliario.** Corresponde al medidor y a las conexiones al interior del domicilio.

En agua potable existen inversiones llamadas específicas y generales. Las específicas son aquellas que benefician a un grupo determinado e identificable de personas y las generales son aquellas destinadas a aumentar la calidad o cantidad de servicio (se paga a través de la tarifa).

1. Tipos de Proyectos

Dependiendo del efecto producido al incorporar algunos de los elementos al sistema de abastecimiento de agua existente, se pueden originar los siguientes tipos de proyectos.

a) Instalación de un servicio público de agua potable

Este tipo de proyecto consiste en dotar de un sistema de abastecimiento de agua potable a una localidad desprovista totalmente de éste. Sin embargo, siendo el agua potable un bien imprescindible para el ser humano, siempre existe algún sistema de abastecimiento por vivienda. Por lo tanto este tipo de proyecto consiste en reemplazar un sistema individual por uno colectivo de mejor calidad.

b) Ampliación del servicio



Este consiste en aumentar la capacidad de abastecimiento de un servicio sin modificar el existente. En este caso, ampliación significa la incorporación de nuevos usuarios, ya sea por aumento de cobertura del sistema o por mejor aprovechamiento de la red ya existente (aumento de utilización de la red actual).

c) Reposición del servicio (con y sin ampliación)

Este tipo de proyecto se caracteriza porque comprende la renovación parcial o total de un proyecto ya existente, con o sin cambio de la capacidad y calidad del servicio. En general, este tipo de proyecto se genera cuando un sistema o parte de él ha cumplido su vida útil. Al igual que en el caso de proyectos de mejoramiento, casi siempre se realiza conjuntamente con un aumento de capacidad del sistema, de modo de aprovechar las economías de escala que se producen.

Para la identificación de beneficios y costos del proyecto que son pertinentes para su evaluación, es necesario definir su situación base optimizada o situación sin proyecto; la comparación de lo que sucede con proyecto versus lo que hubiera sucedido sin proyecto.

2. Identificación de Costos

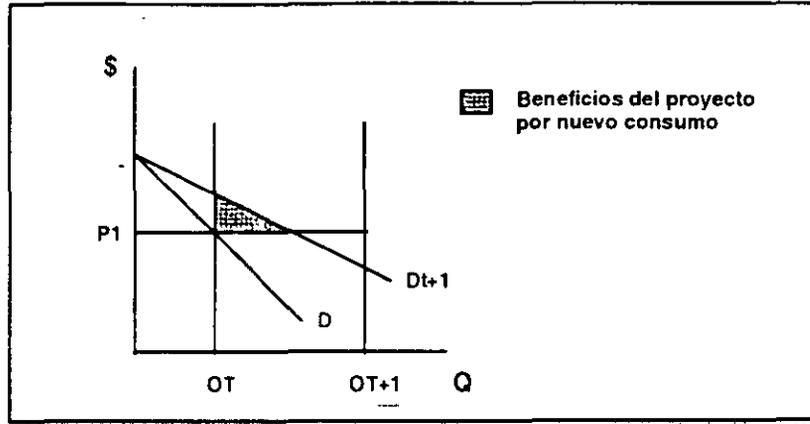
Corresponde a aquellos costos de insumos usados en la realización de estudios, diseños, construcción y operación del proyecto. Como costo indirecto se puede mencionar la disposición final de las aguas residuales en ríos, lagos, etc., que pueden ocasionar costos de difícil valoración (muerte de peces, restricción en los diversos usos del agua); y algunos costos intangibles como malos olores, mala estética, etc.

3. Identificación de Beneficios

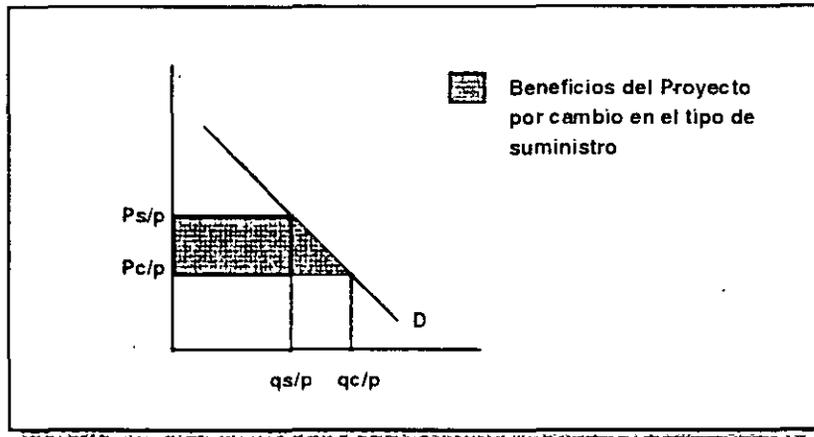
Los beneficios sociales de un proyecto de agua potable son aquellos derivados de una mayor oferta de agua para su consumo en el área del proyecto, si es que existe escasez. También constituyen beneficios la sustitución de la fuente de agua, que el consumidor usaba y, que por efecto del proyecto es reemplazada por un sistema de producción más económico.

En resumen los beneficios de este tipo de proyectos están dados por:

- Incorporación de nuevos usuarios

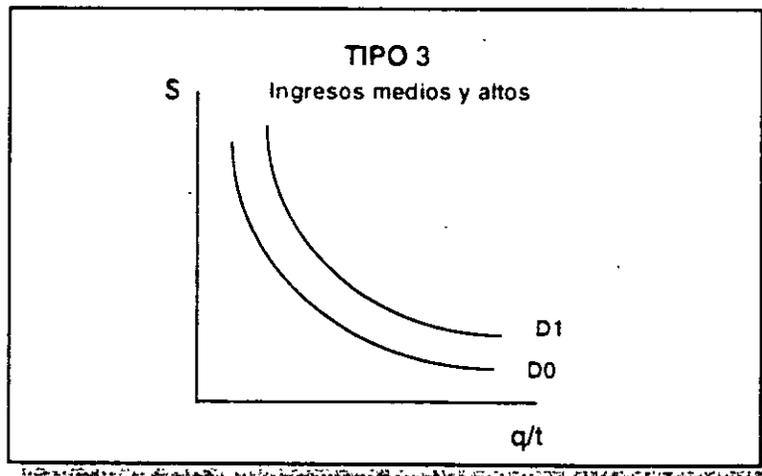
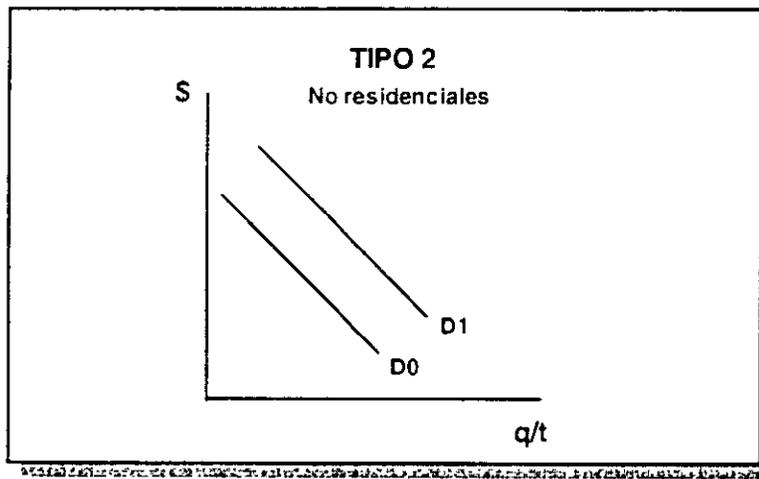
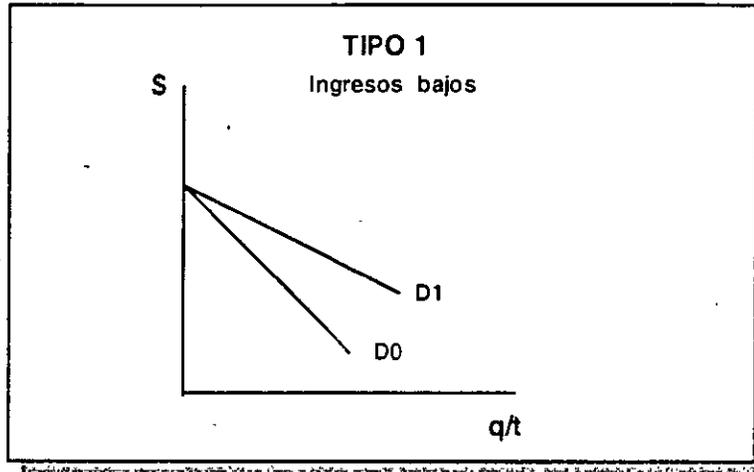


- Cambio del tipo de suministro de agua potable



- Eliminación de restricciones en el abastecimiento (corresponde a un beneficio por eliminación de molestias de los consumidores).

La demanda de agua de los distintos grupos de consumidores crece en el tiempo, debido a la incorporación de nuevos usuarios; y la disposición a pagar también puede variar en el tiempo debido a las variaciones en el consumo per cápita, por lo cual se utilizan tres tipos de curva de demanda por grupos de consumidores, que simulan la disposición a pagar en función del consumo y su desplazamiento en el tiempo.



La tasa de crecimiento de la demanda por agua potable va a depender de factores tales como la población y sus tasas de crecimiento, el ingreso de las personas, la cobertura y la eficiencia del sistema de agua potable (a mayor eficiencia es como si hubiera menos demanda).

Por otra parte, para estimar la oferta del sistema de agua potable se requiere analizar el servicio existente tanto desde el punto de vista físico como operativo. Es necesario conocer la antigüedad del sistema, estado de conservación de las principales obras, longitud de la red, tipo de captación, número y capacidad de los tanques de almacenamiento y regulación, número de plantas reguladoras y potencia instalada y número de macro y micromedidores instalados

Se puede concluir que la oferta total del sistema es igual a la cantidad de agua producida menos las pérdidas, las cuales pueden ser evitables o inevitables. Las pérdidas evitables son las ocasionadas por el mal estado de las instalaciones y por las conexiones clandestinas, mientras que las pérdidas inevitables corresponden a filtraciones o evaporación del agua.

4. Tarificación

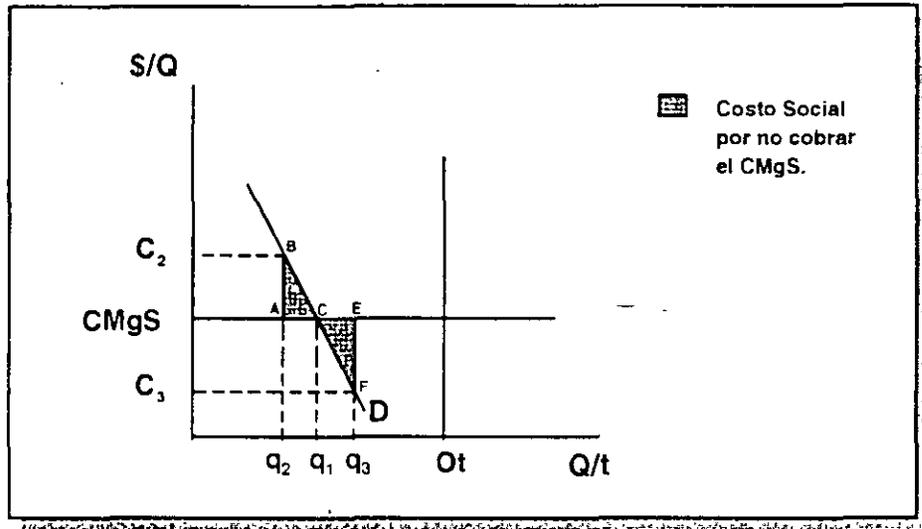
La tarificación es el proceso mediante el cual se establece el precio de un producto. Los principios económicos básicos en que debiera basarse un sistema de tarificación eficiente son:

- a) Principio de Eficiencia Económica. Se le debe cobrar a cada usuario el mismo precio por unidad adicional del recurso consumido y este cobro debe corresponder al costo marginal social de proveer dicho consumo.
- b) Principio de rentabilidad de largo plazo. El sistema tarifario debe permitir cubrir sus costos de operación y generar excedentes para financiar las inversiones y obtener una rentabilidad normal sobre el capital invertido. Este principio nos da la viabilidad privada.
- c) Principio de equidad. Cada usuario debe pagar los costos que le corresponden y bajo este principio se puede cobrar menos a cierto tipo de usuarios de extrema pobreza basado en el concepto de necesidades básicas (socialmente no se viola el principio de eficiencia económica).
- d) Principio de simplicidad. La tarifa que se cobra al usuario debe ser simple para facilitar su manejo administrativo por parte de las empresas y para servir de orientación al consumidor respecto de sus decisiones de consumo.

La tarificación según costo marginal puede ser de corto o de largo plazo.

Tarifificación según Costo Marginal de Corto Plazo:

Este enfoque menciona que en el caso de que se tenga capacidad excedente en el sistema de agua potable, la tarifa que se debe cobrar debe ser la equivalente al costo marginal social de producir dicha cantidad de agua.

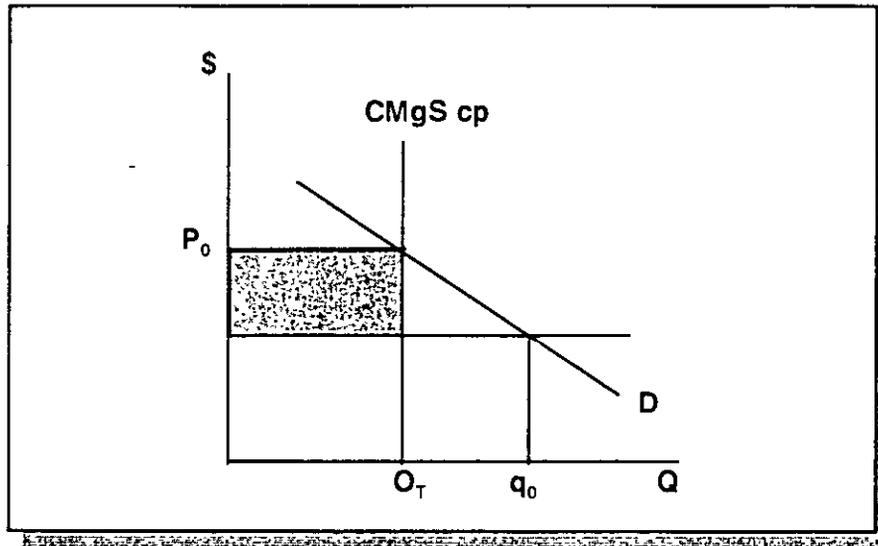


En la gráfica anterior se muestra que si en vez de cobrar el CMgS se cobrara C₂, existiría un costo social neto representado por el área ABC, esto debido a que se está restringiendo el consumo de q₁ a q₂ lo que ocasiona una reducción de beneficios equivalente al área bajo la curva de demanda (BCq₁q₂), mientras que el país solo se ahorra costos por ACq₁q₂.

Por otra parte si se quisiera cobrar un precio C₃, el consumo aumentaría de q₁ a q₃, existiendo beneficios por mayor consumo equivalentes al área CFq₃q₁ pero existiendo un aumento de costos correspondiente al área CEq₃q₁, por lo tanto existiría un costo social neto equivalente al área CEF.

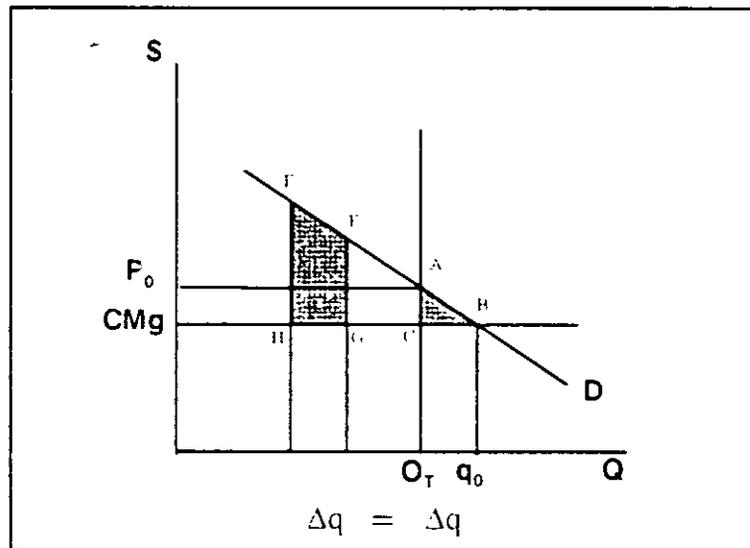
Si no hay capacidad excedente:

En el caso de que no existiera capacidad excedente este enfoque establece que la tarifa debe ser la que determine el mercado, es decir, la tarifa debe ser aquella que permita que la cantidad demandada, sea igual a la cantidad disponible de agua.



Si no hay capacidad excedente se debe cobrar P_0 (Cmg del primero que queda fuera), con esto se generan excedentes económicos crecientes (excedente para el dueño y para cubrir nuevas inversiones).

El racionamiento vía precios va eliminando a los usuarios con menor disposición a pagar. El racionamiento administrativo actúa indiscriminadamente, por lo tanto el costo social es mayor.



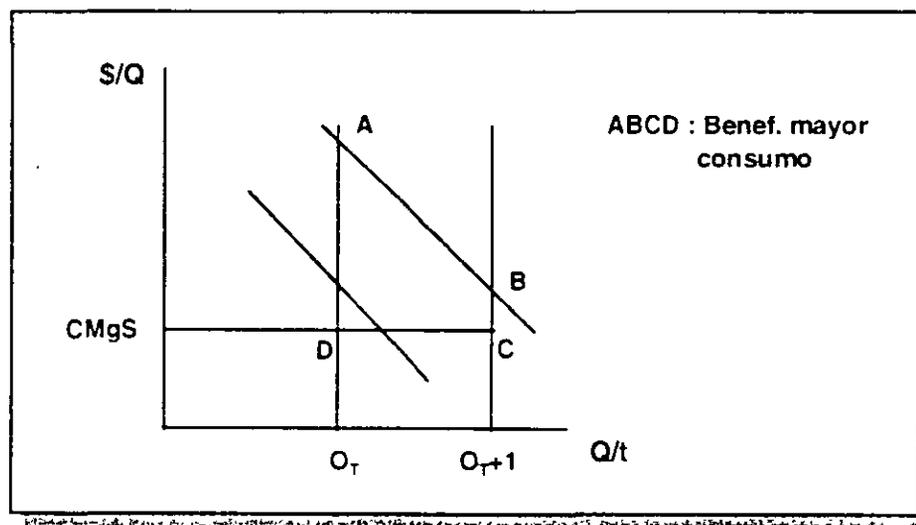
En la gráfica anterior se muestra que el costo social de racionar vía precio corresponde al área ABC, mientras que el racionamiento administrativo (tandeo) arroja un costo social mayor equivalente al área EFGH.

La tarificación según costo marginal social de corto plazo (CMgS cp) tiene la ventaja de que asigna óptimamente los recursos desde un punto de vista social, sin embargo tiene la desventaja de tener poca factibilidad de aplicación práctica debido a la inestabilidad en los precios. Esto es, se van a tener tantas tarifas diferentes como variaciones en la demanda se tengan.

Momento Óptimo de Ampliación

El momento óptimo de entrada en operación de un proyecto de ampliación de un sistema de agua potable es aquel año en el cual los beneficios generados son mayores que la inversión multiplicado por el costo de capital (costo de oportunidad de la inversión).

$$BN \geq (\text{Inversión})(\text{Tasa social de descuento})$$



Ejemplo:

Existe una localidad en la cual se tiene una demanda agregada mensual por agua potable de:

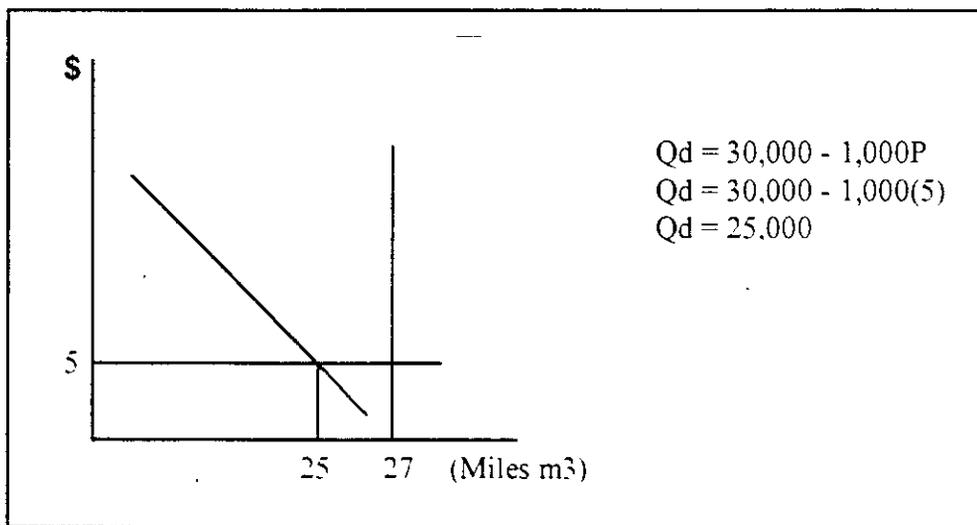
$$Q_d = 30.000 - 1.000 P$$

La demanda crece a una tasa anual de 10% (suponga traslado paralelo).

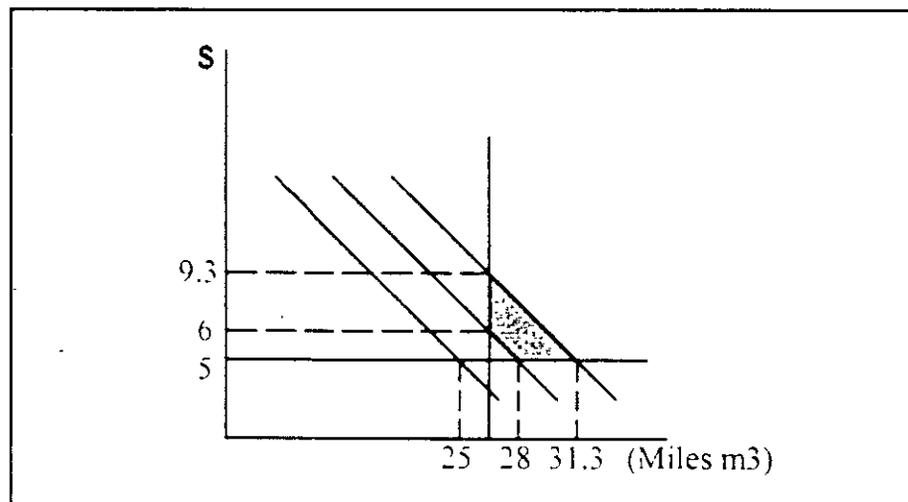
La tarifa actual es de 5 \$/m³ y ese valor representa adecuadamente el costo marginal de producir el agua y se sabe que se tiene una capacidad actual de 27,000 m³ por mes.

Se tiene un proyecto de ampliación de la capacidad de 27,000 m³ a 37,000 m³ por mes y dicho proyecto requiere de una inversión de 1 millón. La tasa social de descuento es del 10%.

a) Grafique la situación actual sin proyecto.



b) Grafique la situación para los próximos dos años y tarifique según costo marginal de corto plazo.



Año 1

Año 2

$$\begin{aligned} Q_d &= 33,000 - 1,000P \\ Q_d &= 33,000 - 1,000(5) \\ Q_d &= 28,000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_d &= 36,300 - 1,000P \\ Q_d &= 36,300 - 1,000(5) \\ Q_d &= 31,300 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 27,000 &= 33,000 - 1,000P \\ P &= \$ 6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 27,000 &= 36,300 - 1,000 P \\ P &= \$ 9.3 \end{aligned}$$

c) Determine el momento óptimo de entrada en operación.

El momento óptimo de inicio es cuando:

$$\begin{aligned} \text{Beneficios} &\geq \text{Inversión} \times \text{Tasa de descuento} \\ \text{Beneficios} &\geq (1'000,000)(0.10) \\ \text{Beneficios} &\geq \$100,000 \end{aligned}$$

Año 1:

$$\begin{aligned} \text{Beneficios} &= [1/2(28,000 - 27,000)(6-5)][12 \text{ meses}] \\ \text{Beneficios} &= \$6,000 \end{aligned}$$

Año 2:

$$\begin{aligned} \text{Beneficios} &= [1/2(31,300 - 27,000)(9.3-5)][12 \text{ meses}] \\ \text{Beneficios} &= \$110,940 \end{aligned}$$

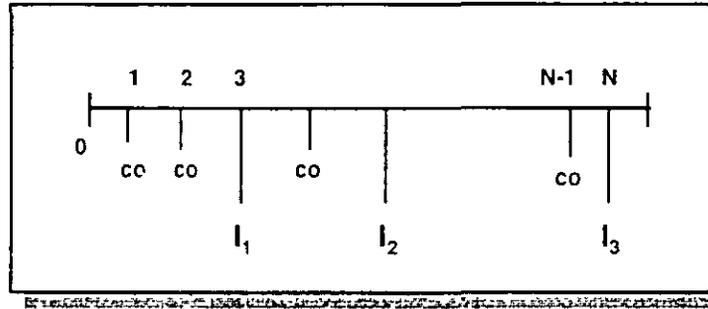
Por lo tanto, el segundo año es el momento óptimo de inicio

d) Una vez realizada la ampliación del sistema, ¿cuál es la tarifa que se debe cobrar según el enfoque de costo marginal de corto plazo?

Al realizarse la ampliación, el sistema de agua potable queda con un exceso de oferta, por lo tanto se debe cobrar el costo marginal de producción (\$5/m³).

Tarificación según Costo Marginal de Largo Plazo

En este caso, la tarifa obtenida debe ser tal que pueda cubrir los costos de operación y las futuras inversiones bajo un concepto de estabilidad de precios.

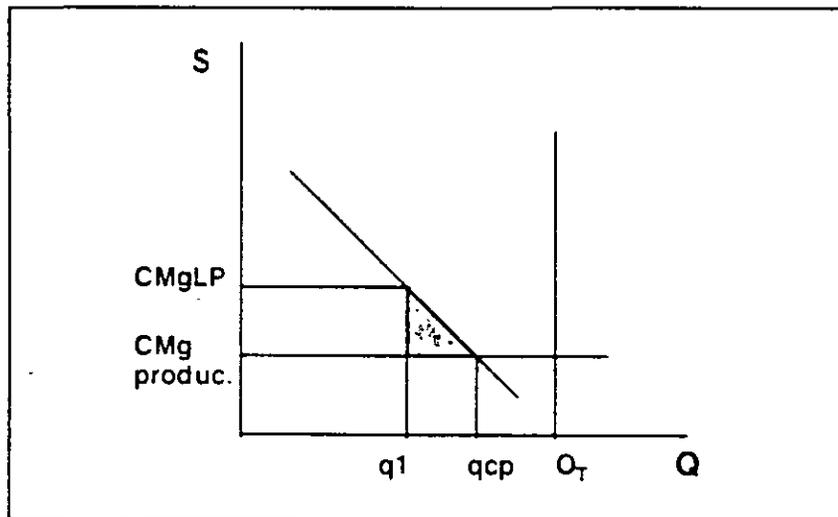


La tarifa de acuerdo al enfoque de Costo Marginal de Largo Plazo es aquella que hace que el valor presente de los ingresos sea igual al valor presente de los costos, es decir, es aquella que permite que el valor presente neto sea igual a cero.

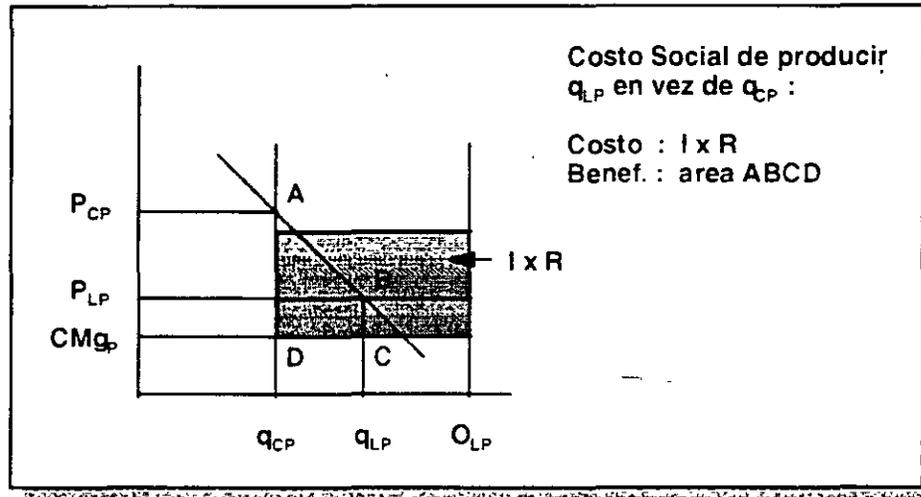
$$VP (IT) = VP (I) + VP (co).$$

Al precio o tarifa de largo plazo siempre se va a satisfacer la cantidad demandada.

La tarificación por costo marginal de largo plazo tiene un grado de ineficiencia al asignar los recursos, ya que aún existiendo exceso de oferta, reduce innecesariamente el consumo como se muestra a continuación, provocando por consiguiente un costo social.



La ineficiencia en la asignación de los recursos se manifiesta en que se invierte antes de tiempo, pero por otro lado con este sistema se tiene la ventaja de mantener una estabilidad en las tarifas.



Ejemplo :

Se tiene una ciudad en la cual la capacidad máxima del sistema de agua potable es de 60,000 m³ anuales. Se ha realizado un estudio de mercado y se llegó a estimar la cantidad demandada anual para los próximos cinco años, la cual se presenta a continuación :

Año	Demanda Estimada
1	40,000
2	50,000
3	80,000
4	100,000
5	120,000

Se pueden realizar ampliaciones de 35.000 m³ cada vez que esto sea necesario, cada una con un costo de \$100,000. Usted sabe además que la ejecución de la inversión tarda un año, y que el valor de rescate de todas las instalaciones al final del año 5 es de \$ 150.000.

Los costos de operación de la empresa son de \$50,000 anuales, además de \$10/m³ extraído.



5. Modelos Computacionales

Existe un modelo computacional desarrollado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), que sirve para cuantificar beneficios y costos, y poder así establecer la conveniencia de un proyecto.

Este modelo requiere como insumos:

- Costos periódicos
- Costos no periódicos
- Monto de inversiones
- Tarifas, etc.

Este modelo genera el valor presente neto, la tasa interna de retorno y el momento óptimo de inversión entre otros.



Determine la tarifa que se deberá cobrar por m³ en los próximos 5 años de acuerdo al enfoque de costo marginal de largo plazo. Considere una tasa de rentabilidad del 10%.

Tabla de Costos

Año	Cant. Dda.	C. Prod.	Otros Costos	Inversión	Valor Residual	Costo Total
1	40,000	400,000	50,000			450,000
2	50,000	500,000	50,000	100,000		650,000
3	80,000	800,000	50,000	100,000		950,000
4	100,000	1'000,000	50,000			1'050,000
5	120,000	1'200,000	50,000		(150,000)	1'100,000

Valor presente de los costos = Valor presente de los ingresos

$$VPC = \frac{450,000}{(1.1)^1} + \frac{650,000}{(1.1)^2} + \frac{950,000}{(1.1)^3} + \frac{1'050,000}{(1.1)^4} + \frac{1'100,000}{(1.1)^5}$$

$$VPC = 3'060,208$$

$$VPI = \frac{(40,000)(T)}{(1.1)^1} + \frac{(50,000)(T)}{(1.1)^2} + \frac{(80,000)(T)}{(1.1)^3} + \frac{(100,000)(T)}{(1.1)^4} + \frac{(120,000)(T)}{(1.1)^5}$$

$$VPI = T(280,603)$$

Valor presente de los costos = Valor presente de los ingresos

$$3'060,208 = T(280,603)$$

$$T = \$10.9/m^3$$



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**



CURSO DIPLOMADO

**EVALUACION DE PROYECTOS DE
INVERSION**

**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA
Coordinación de Educación a Distancia
FACULTAD DE INGENIERÍA, UNAM.**

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

FEMISCA





**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**



MÓDULO X

FINANCIAMIENTO DE PROYECTOS

- 10.1 Sistema Financiero Mexicano.**
- 10.2 Fuentes de Financiamiento.**
- 10.3 Organismos Financieros Multilaterales.**
- 10.4 Programas Institucionales de BANOBRAS.**
- 10.5 Capacidad de Endeudamiento.**
- 10.6 Participación de la Iniciativa Privada.**

Lic. Eduardo Ibañez Mariño

15 y 16 de octubre de 1998.

hgc/JVR/AMB



SISTEMA FINANCIERO MEXICANO

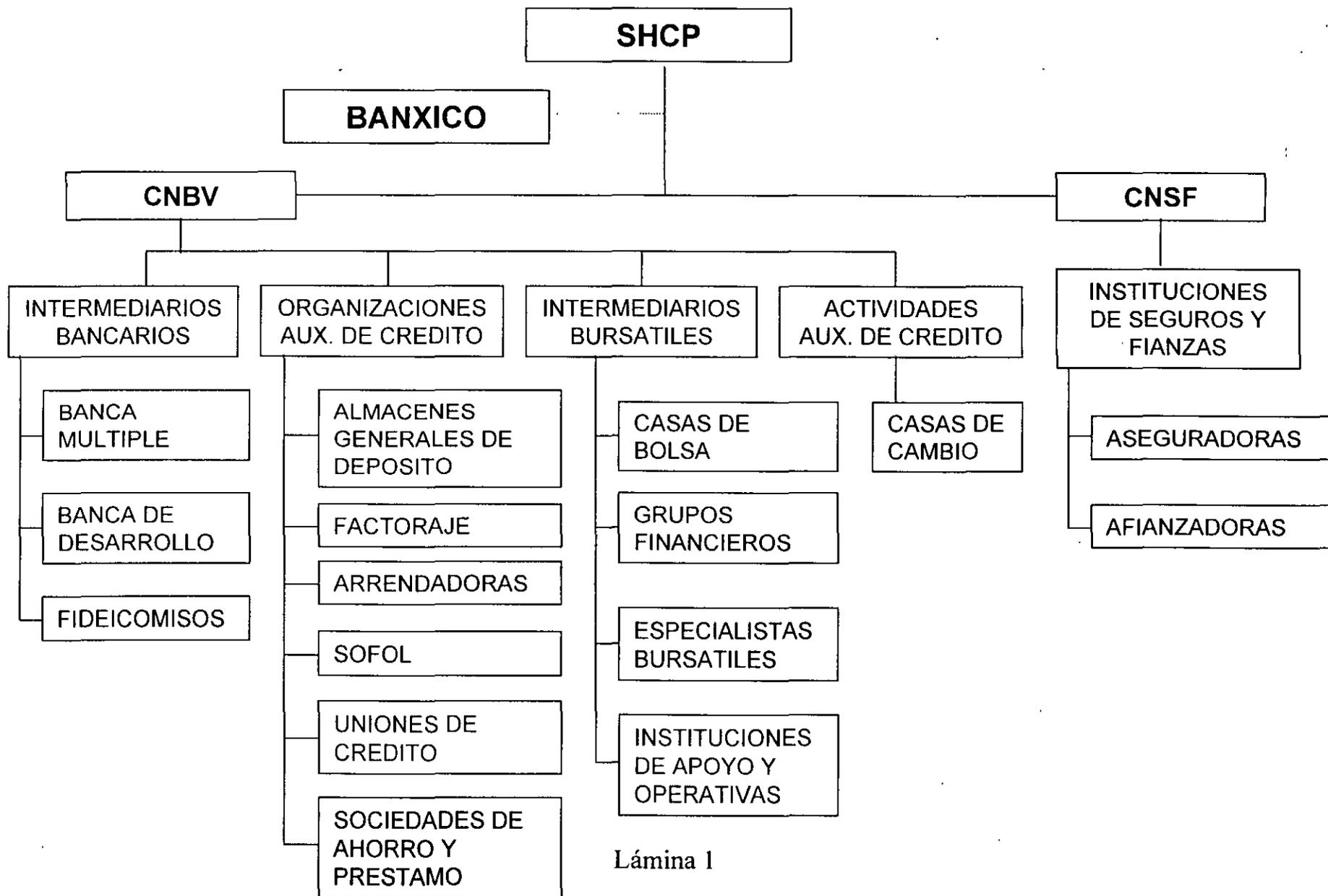


Lámina 1

FACULTADES DE LA COMISION NACIONAL BANCARIA Y DE VALORES

- ▶ FIJAR REGLAS PARA LA ESTIMACION DE LOS ACTIVOS
- ▶ FUNGIR COMO ORGANO DE CONSULTA DEL GOBIERNO FEDERAL
- ▶ ATENDER RECLAMACIONES DE LOS USUARIOS Y ACTUAR COMO CONCILIADOR Y ARBITRO
- ▶ INTERVENIR ADMINISTRATIVA O GERENCIAL A LAS ENTIDADES SEGUN LAS LEYES VIGENTES
- ▶ CELEBRAR CONVENIOS CON ORGANISMOS NACIONALES E INTERNACIONALES QUE TENGAN FUNCIONES SIMILARES A LA COMISION
- ▶ INTERVENIR EN LA EMISION, SORTEOS Y CANCELACION DE TITULOS O VALORES
- ▶ LLEVAR EL REGISTRO NACIONAL DE VALORES E INTERMEDIARIOS
- ▶ AUTORIZAR, SUSPENDER O CANCELAR LA INSCRIPCION DE VALORES Y ESPECIALISTAS BURSATILES
- ▶ SUPERVISAR A LOS EMISORES DE VALORES
- ▶ DICTAR DISPOSICIONES Y EXPEDIR NORMAS SOBRE EMISIONES
- ▶ EMITIR REGLAS PARA LAS CASAS DE BOLSA
- ▶ AUTORIZAR Y VIGILAR SISTEMAS DE COMPENSACION, DE INFORMACION CENTRALIZADA, CALIFICACION DE VALORES Y OTROS MECANISMOS

Bancos que actualmente configuran la Banca Múltiple.

BANCA MULTIPLE

Cobertura Nacional

Banamex, S. A.
Bancomer, S. A.
Bital, S. A.
Inverlat, S. A.
Santander Mexicano, S. A.
Serfin, S. A.

Cobertura Multiregional

Banca Promex, S.A.
Banco Bilbao Vizcaya, S. A.
Banco del Atlántico, S. A.
Banco del Bajío, S. A.
Banco del Centro, S. A.
Banco del Norte, S. A.
Banco Industrial, S. A.
Banco Inbursa, S. A.
Bancreser, S. A.
Banpaís, S. A.
Bansi, S. A.
Confía, S. A.

Cobertura Regional

Afirme, S. A.
Anáhuac, S. A.
Banco del Sureste, S. A.
Banco Interacciones, S. A.
Capital, S. A.
Citibank
GE Capital Bank, S. A.
Ixe, S. A.
Mifel, S. A.
Quadrum, S. A.

Grupos Financieros constituidos en el Sistema Financiero Mexicano

Banacci
Bbvpro
Gbmata
GFB
GFBital
GFCrece
GFFina
GFInbur

GFInter
GFMulti
GFNorte
GFProfin
GSerfin
Invex
IxeGF
Sanmex

BANCA DE DESARROLLO

INSTITUCIONES FINANCIERAS QUE TIENEN COMO PROPOSITO, PROMOVER Y FOMENTAR EL DESARROLLO ECONOMICO, DE SECTORES Y REGIONES, ESTRATEGICAS PARA EL PAIS, DONDE LAS INVERSIONES SON DE ALTO RIESGO Y CON LARGOS PERIODOS DE MADURACION. ESTOS BANCOS OFRECEN APOYOS FINANCIERTOS PREFERENCIALES EN: TASAS, PLAZOS Y SERVICIOS DE ASESORIA TECNICA, ECONOMICA Y FINANCIERA

BANCO NACIONAL DE OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS

NACIONAL FINANCIERA

BANCO DE COMERCIO EXTERIOR

BANCO DE CREDITO RURAL

BANCO NACIONAL DE COMERCIO DEL INTERIOR

BANCO NACIONAL DEL EJERCITO, FUERZA AEREA Y ARMADA

FINANCIERA NACIONAL AZUCARERA

FONDOS DE FOMENTO

FIDEICOMISOS FINANCIEROS INSTITUIDOS POR EL GOBIERNO FEDERAL, MEDIANTE APORTACIONES FISCALES Y / COMPLEMENTARIAS CON CREDITOS DEL EXTERIOR.

SE ENCUENTRAN VINCULADOS AL BANCO CENTRAL O A UN BANCO DE DESARROLLO.

SUS RECURSOS SE CANALIZAN A TRAVES DE LA BANCA CENTRAL.

FIDEC

FIDEICOMISOS INSTITUIDOS EN RELACION CON LA AGRICULTURA

FIRA

FIDEICOMISOS INSTITUIDOS EN RELACION CON LA AGRICULTURA

FOVI,

FIDEICOMISOS PARA FINANCIAMIENTO DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL, OTORGADOS A PROMOTORES Y CONSTRUCTORES DE VIVIENDA

FONHAPO

FIDEICOMISO PARA FINANCIAMIENTO DE VIVIENDA

FOBAPROA

FIDEICOMISO BANCARIO DE PROTECCION AL AHORRO

FONATUR

FONDO NACIONAL DE FOMENTO AL TURISMO

EL MERCADO DE VALORES

CLASIFICACION DEL MERCADO DE ACUERDO AL DESTINO Y PLAZO DE VENCIMIENTO

MERCADO DE DINERO

FORMADO POR INSTRUMENTOS DE CORTO PLAZO, COLOCADOS O VENDIDOS A DESCUENTO CUYO DESTINO ES FINANCIAR EL CAPITAL DE TRABAJO DE LAS EMPRESAS Y GASTO CORRIENTE DEL GOBIERNO

CETES: CERTIFICADOS DE LA TESORERIA DE LA FEDERACION

INSTRUMENTO DE CAPTACION DEL GOBIERNO FEDERAL, EMITIDO A UNA TASA NOMINAL Y COLOCADO A DESCUENTO

TESOBONOS: BONOS DE LA TESORERIA DE LA FEDERACION

TITULOS DE CREDITO AL PORTADOR EMITIDOS EN \$ US., LOS QUE A SU VENCIMIENTO EL GOBIERNO LIQUIDARA EN \$, AL T.C. LIBRE. (6 MESES)

AJUSTABONO: BONOS AJUSTABLES DEL GOBIERNO FEDERAL

TITULO DE CREDITO EMITIDO POR EL GOBIERNO FEDERAL, A PLAZO DE 3 A 5 AÑOS, PAGO DE INTERESES VENCIDOS O > A 91 DIAS, A TASA REAL, SOBRE EL VALOR NOMINAL ACTUALIZADO POR EL INPC

BONDE: BONOS DE DESARROLLO DEL GOBIERNO FEDERAL

TITULOS DE CREDITO NOMINATIVOS DEL GOBIERNO FEDERAL, A MEDIANO PLAZO Y PAGO DE INTERESES VENCIDOS CADA 28 DIAS A LA TASA MAS ALTA DEL MERCADO, SOBRE SU VALOR NOMINAL

BONOS DE PRENDA: TITULO EXPEDIDO ANEXO AL CERTIFICADO DE DEPOSITO Y QUE ACREDITA EL OTORGAMIENTO DE UN CREDITO PRENDARIO, SOBRE LAS MERCANCIAS INDICADAS EN EL CERTIFICADO.

CERTIFICADO DE DEPOSITO.- DOC. EXPEDIDO POR ALMACENES DE DEPOSITO, ACREDITA LA PROPIEDAD DE LAS MERCANCIAS O BIENES DEPOSITADOS EN EL ALMACEN.

ACEPTACIONES BANCARIAS: LETRAS DE CAMBIO GIRADAS POR EMPRESAS A SU PROPIA ORDEN, ACEPTADAS POR INSTITUCIONES DE BANCA MULTIPLE. EN BASE A CREDITO QUE ESTAS CONCEDEN A LAS EMISORAS.

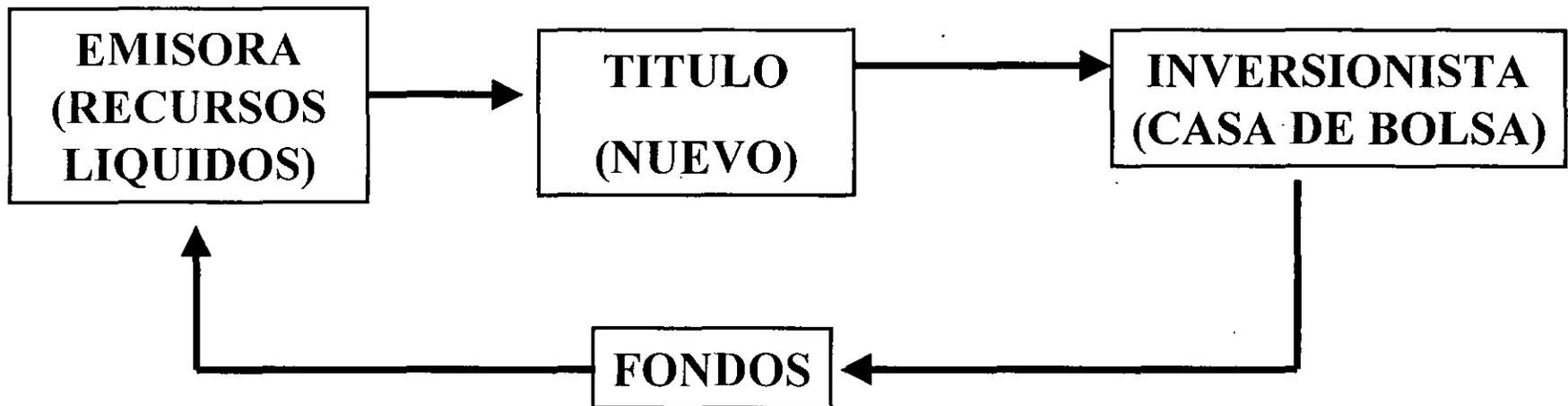
PAPEL COMERCIAL: PAGARE EMITIDO POR EMPRESAS, CUYAS ACCIONES ESTAN INSCRITAS EN EL RNV E INT. Y EN LA BOLSA, Y ES ADQUIRIDO CASI EXCLUSIVAMENTE POR PERSONAS MORALES.

LOS PAGARES, SON EXPEDIDOS A FV. DEL INDEVAL A UN PLAZO MINIMO DE 15 DIAS Y MAXIMO DE 180.

EL MERCADO DE VALORES

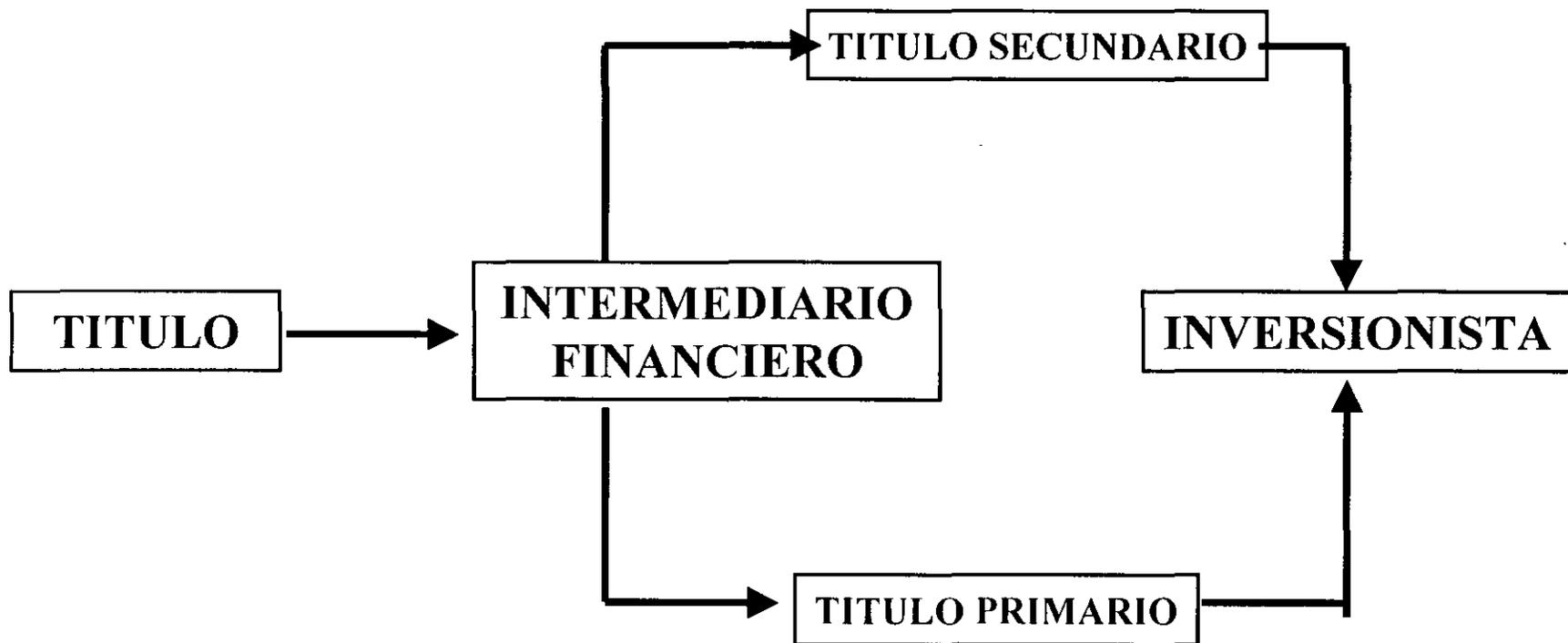
MECANISMO QUE PERMITE LA EMISION, COLOCACION Y DISTRIBUCION DE VALORES INSCRITOS EN EL REGISTRO NACIONAL DE VALORES E INTERMEDIARIOS Y SEA APROBADO POR LA BOLSA MEXICANA DE VALORES

MERCADO PRIMARIO



EL MERCADO DE VALORES

MECANISMO QUE PERMITE LA EMISION, COLOCACION Y DISTRIBUCION DE VALORES, A TRAVES DE INSTITUCIONES FINANCIERAS

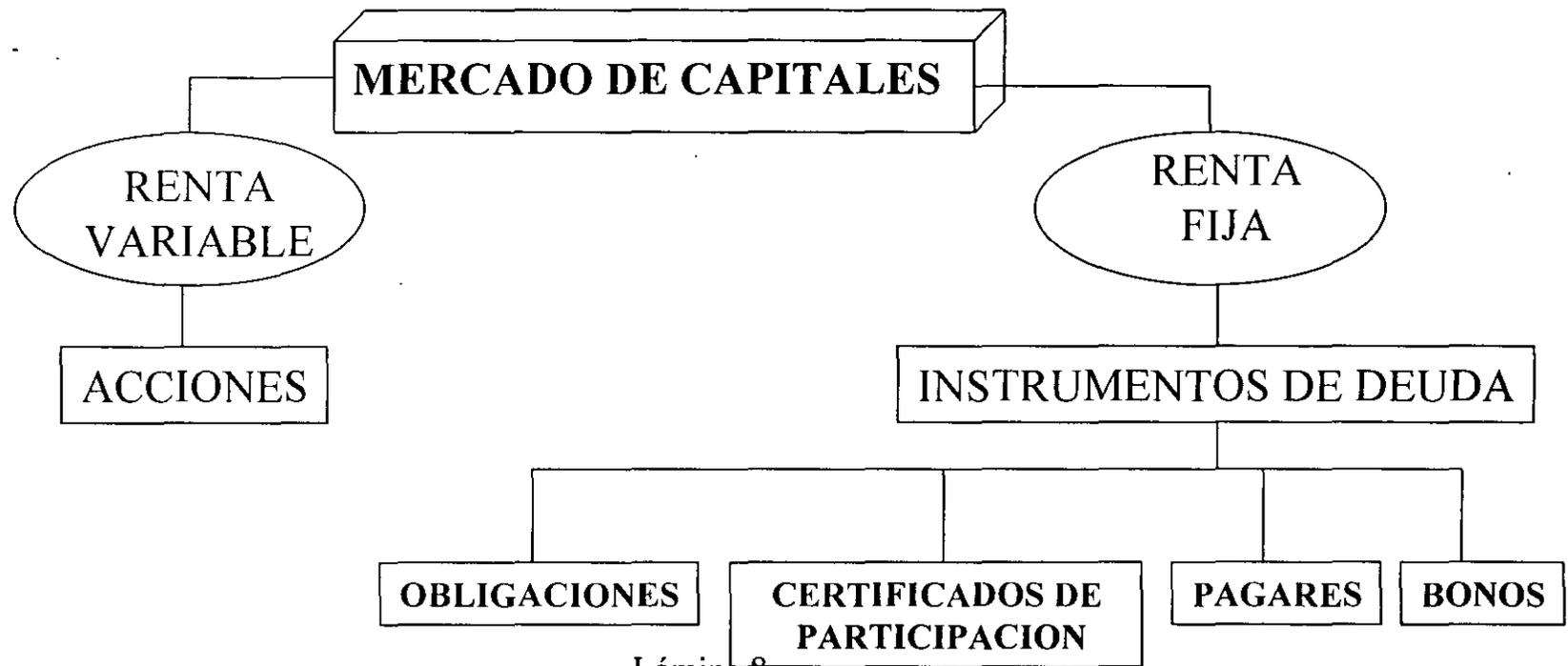


EL MERCADO DE VALORES

CLASIFICACION DEL MERCADO DE ACUERDO AL DESTINO Y PLAZO DE VENCIMIENTO

MERCADO DE CAPITALES

FORMADO POR INSTRUMENTOS DE LARGO PLAZO , CUYO DESTINO ES FINANCIAR LAS INVERSIONES DE LARGO PLAZO O EL CAPITAL DE TRABAJO PERMANENTE.



Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.

La Comisión Nacional de Seguros y Fianzas (CNSF) es un órgano desconcentrado de la SHCP encargado de la regulación, inspección y vigilancia de los sectores asegurador y afianzador.

La misión de la CNSF es la de garantizar al público usuario de los Seguros y Fianzas, que los servicios y actividades que las instituciones y entidades autorizadas realizan, se apegan a lo establecido por las leyes. —

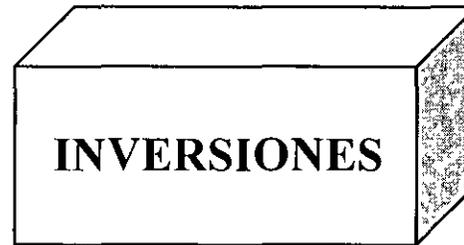
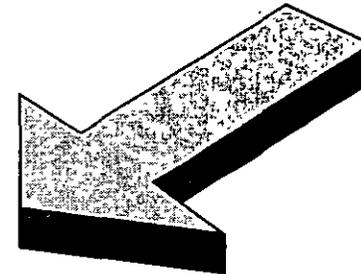
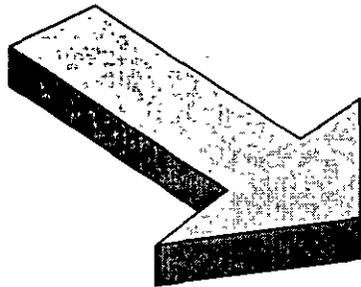
Las principales facultades de la CNSF son:

- a. Realizar la inspección y vigilancia que conforme a la Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros y la Ley Federal de Instituciones de Fianzas le competen;
- b. Fungir como órgano de consulta de la SHCP, tratándose del régimen asegurador y afianzador;
- c. Imponer multas por infracción a las disposiciones legales correspondientes;
- d. Emitir las disposiciones necesarias para el ejercicio de las facultades que la Ley le otorga, y para el eficaz cumplimiento de la misma;
- e. Actuar como cuerpo de consulta de la SHCP en los casos que se refieran al régimen afianzador y asegurador;
- f. Hacer los estudios que le encomienden y presentar a la SHCP las sugerencias que estime adecuadas para perfeccionarlos;
- g. Coadyuvar con la SHCP en el desarrollo de políticas adecuadas para la selección de riesgos técnicos y financieros, en relación con las operaciones del sistema afianzador, siguiendo las instrucciones que reciba de la propia Secretaría;
- h. Intervenir en los términos de su competencia en la elaboración de reglamentos y reglas de carácter general;

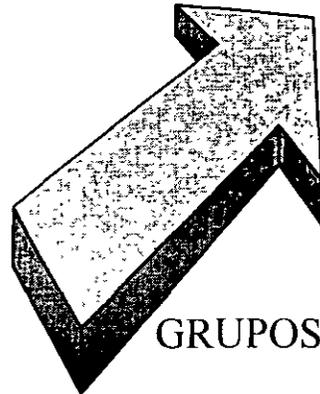
FUENTES DE FINANCIAMIENTO INTERNAS

MERCADO DE VALORES

INSTITUCIONES BANCARIAS



INVERSIONES



GRUPOS FINANCIEROS NO BANCARIOS

FUENTES DE FINANCIAMIENTO INTERNAS

MERCADO DE VALORES

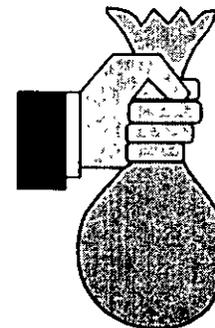
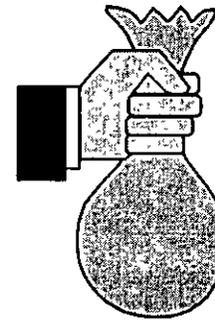
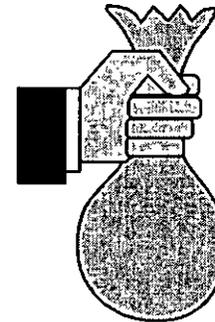
- OBLIGACIONES
- PAPEL COMERCIAL
- PAGARE DE MEDIANO PLAZO
- SOCIEDADES DE INVERSION DE CAPITAL
- CERTIFICADOS DE PARTICIPACION INMOBILIARIA

BANCA

- BANCA MULTIPLE
- BANCA DE FOMENTO

GRUPOS FINANCIEROS NO BANCARIOS

- ARRENDAMIENTO
- FACTORAJE
- AFIANZADORAS
- ALMACENADORA



FUENTES EXTERNAS DE FINANCIAMIENTO

- **ORGANISMOS FINANCIEROS MULTILATERALES**
Banco Interamericano de Desarrollo, Banco Mundial
- **ORGANISMOS BILATERALES**
EximBank de Japón, EximBank de E.U
- **ORGANISMOS GUBERNAMENTALES**
Oecf, Epa.
- **BANCA PRIVADA INTERNACIONAL**
Mercado de Dinero y Capitales
- **PROVEEDORES**
General Electric, IBM.

EL CICLO DE LOS PROYECTOS

- Identificación
 - Preparación
 - Evaluación Inicial
 - Negociación
 - Ejecución
 - Evaluación
- Proyecto o Programa prioritario
 - Doc./condiciones técnicas, económicas y financieras
 - Informe de Proyecto
 - Establecimiento de condiciones
 - Construcción/Desembolsos
 - Evaluación de resultados

Ventajas de la Contratación de Crédito Externo

- a. El crédito externo se constituye en complemento adecuado del ahorro interno.

- b. Las condiciones financieras aplicadas por los Organismos Financieros Internacionales (OFI's) son menos onerosas que las imperantes en los mercados de dinero y capitales internacionales.

- c. El financiamiento parcial de proyectos apoyados por estos recursos externos son concretizados y puestos en operación.

Desventajas de la Contratación de Crédito Externo

- a. La preparación y evaluación de los proyectos y programas financiados con recursos externos es exhaustivo y dilatado, por lo que su disponibilidad requiere el cumplimiento de diversos requisitos que en muchas ocasiones retardan el inicio de las inversiones.
- b. El excesivo número de compromisos contractuales (covenants) a cumplir impuestos por los OFI's burocratiza en demasía el proceso de disposición de recursos.
- c. Un costo financiero excesivo proveniente del pago de comisiones sobre saldos no desembolsados (Comisión de Compromiso).
- d. La volatilidad de algunas variables macroeconómicas (tipo de cambio, tasa de inflación, etc.) afecta la disponibilidad de recursos contratados.

BANCO NACIONAL DE OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS, S.N.C.

PROGRAMAS DE FINANCIAMIENTO AL SECTOR AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO

PROGRAMA	SUBPROGRAMA	TASA DE INTERES	PLAZO MAXIMO DEL CREDITO	PRIDODO MAXIMO DE GRACIA	COMISIONES	FONDEO DE RECURSOS		
						CREDITO	SUBSIDIO	APORTACIONES
APAZU Mezcla de Recursos	Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento y Mejoramiento de Eficiencia	(1.0833)CETES a 28 días, con una tasa piso de. CETES a 28 días+2.5 y una tasa techo de: CETES a 28 días+7.5	15 años	6 meses	1% apertura 1% disposición	BIRF y BID	FEDERAL ESTATAL	- GENERACION INTERNA DE CAJA - INICIATIVA PRIVADA
RECURSOS BANCARIOS	Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento y Mejoramiento de Eficiencia (Proyectos Complementarios)	(1.0833)TIIE, con una tasa piso de: TIIE+2.5 y una tasa techo de: TIIE+7.5	10 años	6 meses	1% apertura 1% disposición	BANOBRAS		
	Contraparte Estatal	(1.0833)TIIE, con una tasa piso de: TIIE+2.5 y una tasa techo de: TIIE+7.5	7 años	6 meses	1% apertura 1% disposición	BANOBRAS		
	Línea de Crédito Contingente y Revolvente	Rango de TIIE + 2.5 a TIIE + 7.5	Periodo del contrato o concesión del servicio		Variable	BANOBRAS		
FINFRA	Agua, Drenaje y Saneamiento	Rendimiento esperado	Maduración del proyecto			FINFRA (Capital de riesgo)	FINFRA (Capital subordinado)	INICIATIVA PRIVADA
ASISTENCIA TECNICA	Consolidación	CETES + 1	13 años	3 años incluyendo inversión	0.5% disposición	85% BID		
		(1.0833)TIIE, con una tasa piso de: TIIE+2.5 y una tasa techo de: TIIE+7.5	13 años	3 años incluyendo inversión	0.5% disposición	15% BANOBRAS		
CREDITOS DIRECTOS I.P	Contratos de Servicios Hidráulicos	Dependiendo de la rentabilidad y condiciones del proyecto				BANOBRAS		INICIATIVA PRIVADA
PROYECTOS ESPECIALES	Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento	Dependiendo de la rentabilidad y condiciones del proyecto				BID OECF	FEDERAL ESTATAL	

Gerencia de Financiamiento al Sector Agua Potable y Alcantarillado.

CIUDADES CON POBLACION MENOR A LOS 80,000 HABITANTES

AGUA POTABLE

IM	FEDERAL	ESTATAL	GIC (1)	CREDITO
ALTO	48% MAXIMO	32% MAXIMO	20% MINIMO	0%
MEDIO	30% MAXIMO	20% MAXIMO	15% PROMEDIO	REMANENTE (2)
BAJO	18% MAXIMO	12% MAXIMO	15% PROMEDIO	REMANENTE

ALCANTARILLADO SANITARIO

IM	FEDERAL	ESTATAL	GIC (1)	CREDITO
ALTO	48% MAXIMO	32% MAXIMO	20% MINIMO	0%
MEDIO	45% MAXIMO	30% MAXIMO	15% PROMEDIO	REMANENTE (2)
BAJO	42% MAXIMO	28% MAXIMO	15% PROMEDIO	REMANENTE

SANEAMIENTO

IM	FEDERAL	ESTATAL	GIC (1)	CREDITO
ALTO	54% MAXIMO	36% MAXIMO	10% MINIMO	0%
MEDIO	48% MAXIMO	32% MAXIMO	10% PROMEDIO	REMANENTE (2)
BAJO	42% MAXIMO	28% MAXIMO	10% PROMEDIO	REMANENTE

MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA*

IM	FEDERAL	ESTATAL	GIC (1)	CREDITO
ALTO	60% MAXIMO	40% MAXIMO	0%	0%
MEDIO	48% MAXIMO	32% MAXIMO	0%	20%
BAJO	42% MAXIMO	28% MAXIMO	0%	30%

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE ORGANISMOS OPERADORES DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO

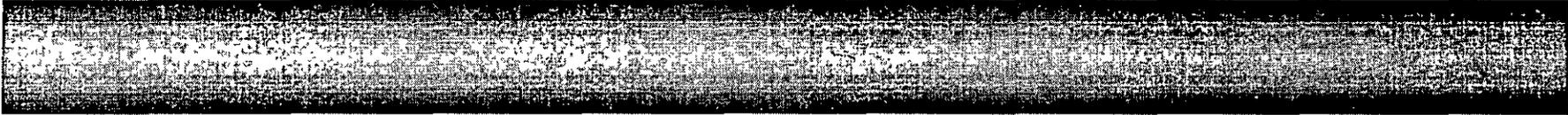
OBJETIVOS

- **GENERAL.** Contar con un instrumento que permita conocer sistemáticamente las principales características de los sujetos de crédito.
- **PARTICULARES.**
 - * Identificar las fortalezas y debilidades de los OO's.
 - * Apoyar la toma de decisiones en el otorgamiento de crédito.
 - * Posibilidad de proponer programas de asistencia técnica específicos.



PREMISA

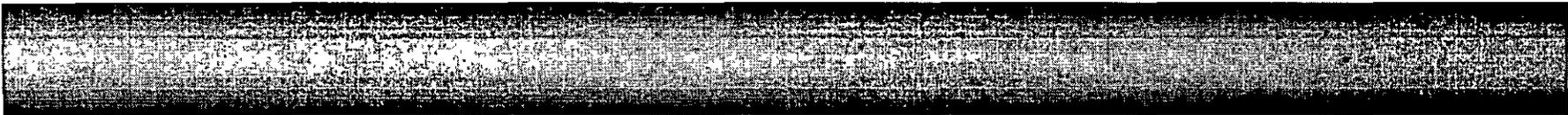
UN ORGANISMO OPERADOR CON UN MARCO JURÍDICO ACORDE A LA DESCENTRALIZACIÓN DE LOS SERVICIOS HIDRÁULICOS Y CON MODERNOS SISTEMAS ADMINISTRATIVO, OPERATIVO, COMERCIAL Y FINANCIERO, OPERA CON MAYORES ÍNDICES DE EFICIENCIA Y TIENE MAYOR CAPACIDAD PARA HACER FRENTE A SUS COMPROMISOS DE INVERSIÓN Y FINANCIEROS.



MÓDULO JURÍDICO. Determina el desarrollo normativo de los organismos operadores de acuerdo a la legislación tipo impulsada por CNA.

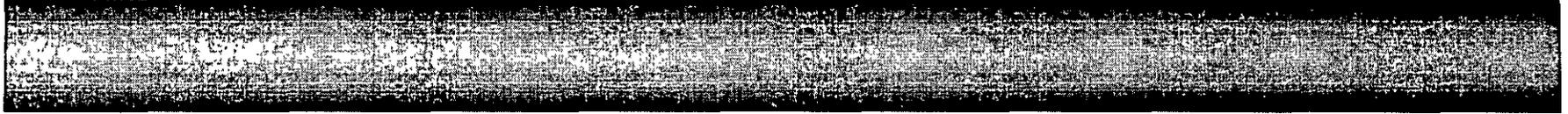
MÓDULO ADMINISTRATIVO. Se analiza la estructura administrativa, la capacidad de gestión, la planeación de acciones y la calidad de los recursos humanos de los OO's.

MÓDULO OPERATIVO. Se analizan los aspectos de operación que influyen en la calidad de los servicios, costos de producción y en la eficiencia global del sistema.



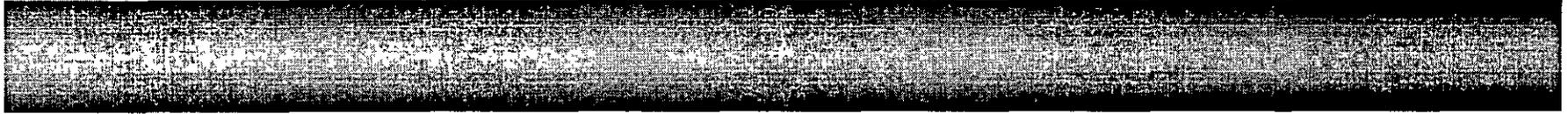
MÓDULO COMERCIAL. Se analizan las características de comercialización de los servicios hidráulicos con una visión integral.

MÓDULO FINANCIERO. Evalúa la situación financiera del OO, basándose en un conjunto de razones financieras respecto a rentabilidad y capacidad de endeudamiento.



MÓDULO	PONDERACIÓN %
---------------	----------------------

Módulo Jurídico	10
Módulo Administrativo	20
Módulo Operativo	20
Módulo Comercial	20
Módulo Financiero	30
TOTAL	100



RANGO	CALIFICACIÓN	CONDICIÓN DE RIESGO
4.00 - 3.60	A	OPTIMA
3.59 - 3.10	B+	MUY FAVORABLE
3.09 - 2.60	B	FAVORABLE
2.59 - 2.10	C+	MÍNIMA FAVORABLE
2.09 - 1.60	C	DESFAVORABLE
1.59 - 1.10	D	MUY DESFAVORABLE
1.09 - 0.00	D+	PESIMA

Participación de la Iniciativa Privada en el Sector Hidráulico

- Como Fuente de Financiamiento Adicional
- Como Administrador Calificado e Innovador
- Como Apoyo Tecnológico
- Como Instrumento para promover el Cambio



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**



CURSO DIPLOMADO

**EVALUACION DE PROYECTOS DE
INVERSION**

**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
Coordinación de Educación a Distancia
FACULTAD DE INGENIERÍA, UNAM.**

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

FEMISCA



Palacio de Minería

Calle de Tacuba 5

Primer piso

Deleg Cuauhtémoc 06000

México, D.F.

APDO. Postal M-2285

Teléfonos: 512-8955

512-5121

521-7335

521-1987

Fax 510-0573

521-4020 AL 26



CNA



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**



MÓDULO II

LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO

Tema: Propuesta de una Estrategia de Abastecimiento para las ciudades del Estado de Baja California.

*** Complemento al punto 2.4 del Programa de agua potable, alcantarillado y saneamiento en zonas urbanas. (APAZU) sus modificaciones.**

Ing. Antonio Fernández Esparza

28 de agosto de 1998

52 p.

hgc/JVR/AMB



Palacio de Minería

Calle de Tacuba 5

Primer piso

Deleg. Cuauhtémoc 06000

México, D.F.

APDO. Postal M-2285

Teléfonos: 512-8955

512-5121

521-7335

521-1987

Fax 510-0573

521-4020 AL 26



CNA



Propuesta de una Estrategia de Abastecimiento para las ciudades del Estado de Baja California

Septiembre, 1998

CONTENIDO

1.- RESUMEN Y CONCLUSIONES. RECOMENDACIONES.....	5
1.1 RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	5
1.1.1 <i>Comparación entre suministro actual y proyecciones de la demanda.</i>	5
1.1.2. <i>Tratamiento de aguas residuales.</i>	7
1.1.3. <i>Asignaciones de agua.</i>	7
1.1.4. <i>Fuentes potenciales de suministro adicional.</i>	8
1.1.5. <i>Proyectos para abastecimiento adicional.</i>	10
1.1.6. <i>Integración de estrategias opcionales. Análisis y selección.</i>	10
1.1.7. <i>Inversiones previstas en distribución, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.</i>	13
1.1.8. <i>Total de Inversiones.</i>	13
1.1.9. <i>Financiamiento de las inversiones.</i>	13
1.1.10. <i>Aspectos jurídicos e institucionales.</i>	13
1.2. RECOMENDACIONES.....	14
2.- OBJETIVOS.....	¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
3.- SITUACION ACTUAL DE LA DEMANDA Y DE LA CAPACIDAD ACTUAL DE SUMINISTRO¡ERROR!MARCAD	
4.- PROYECCIONES DE LA DEMANDA. COMPARACION CON LA CAPACIDAD ACTUAL DE SUMINISTRO.....	¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
5.- TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	27
6.- ASIGNACIONES DE AGUA Y UTILIZACION ACTUAL.....	30
7.- FUENTES POTENCIALES DE ABASTECIMIENTO ADICIONAL PARA LAS AREAS URBANAS.....	32
7.1. SITUACIÓN DE LOS ACUÍFEROS.	32
7.2. AGUAS SUPERFICIALES.	33
7.3. ACUÍFEROS EN LA ZONA ORIENTE DE LA REGION.....	33
7.4. COMPRA DE DERECHOS. INCREMENTOS DE EFICIENCIA DE RIEGO.	34
7.5.- ACUÍFERO DE TIJUANA - ALAMAR	35
7.6.- ACUÍFEROS EN EL AREA DE ENSENADA	36
7.7.- DESALACIÓN DE AGUAS SALINAS O SALOBRES.....	37
8.- PROYECTOS PARA ABASTECIMIENTO ADICIONAL.....	38
8.1.- PROYECTO 1. REHABILITACIÓN DEL ACUEDUCTO RÍO COLORADO - TIJUANA.....	38
8.2.- PROYECTO 2. NUEVO ACUEDUCTO RÍO COLORADO - TIJUANA PARALELO AL EXISTENTE (SIN TÚNEL), SIN INCLUIR LA CIUDAD DE ENSENADA.....	39
8.3.- PROYECTO 3. NUEVO ACUEDUCTO CON TÚNEL DESDE LA PLANTA DE BOMBEO PB4 A LA PRESA EL CARRIZO, SIN INCLUIR LA CIUDAD DE ENSENADA.	40
8.4.- PROYECTO 4 NUEVO ACUEDUCTO PARALELO AL EXISTENTE (SIN TÚNEL), INCLUYENDO LA CIUDAD DE ENSENADA.....	42
8.5.- PROYECTO 5 NUEVO ACUEDUCTO CON TÚNEL DE LA PB4 A LA PRESA EL CARRIZO, INCLUYENDO LA CIUDAD DE ENSENADA.....	43
8.6.- PROYECTO 6 ACUEDUCTO BINACIONAL.....	45
8.7.- PROYECTO 7. PRESA SANTA ROSA PARA ENSENADA.....	45
8.8.- PROYECTO 8. DESALACIÓN DE AGUA DE MAR ENSENADA	46
8.9.- PROYECTO 9. DESALACIÓN DE AGUA DE MAR PARA LA CIUDAD DE TIJUANA Y PLAYAS DE ROSARITO	47

8.10.- PROYECTO 10. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y SU REUSO TIJUANA-VALLE DE LAS PALMAS.....	48
8.11.- PROYECTO 11. TRATAMIENTO AVANZADO DE AGUAS RESIDUALES PARA CONSUMO DOMÉSTICO.....	49
8.12.- PROYECTO 12 AGUAS SUBTERRÁNEAS PARA ABASTECER LA CIUDAD DE ENSENADA.....	49
8.13.- PROYECTO 13. AGUAS SUBTERRÁNEAS TIJUANA (ACUÍFERO RÍO TIJUANA - ARROYO EL ALAMAR).....	50
9.- COSTOS COMPARATIVOS DE ABASTO.....	51
10.- POSIBLES ESTRATEGIAS DE SUMINISTRO.- ANALISIS COMPARATIVO Y SELECCIÓN.....	54
10.1.- ESTRATEGIA I. PROYECCIÓN BASE.....	54
10.2.- ESTRATEGIA II. PROYECCIÓN BASE.....	55
10.3.- ESTRATEGIA III. PROYECCIÓN BASE.....	55
10A.1.- ESTRATEGIA I. PROYECCIÓN ALTA.....	56
10A.2.- ESTRATEGIA II. PROYECCIÓN ALTA.....	57
10A.3.- ESTRATEGIA III. PROYECCIÓN ALTA.....	57
COSTOS DE INVERSIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA CADA UNA DE LAS ESTRATEGIAS ANALIZADAS.....	58
ESTRATEGIA PROPUESTA.....	58
11.- OBRAS DE DISTRIBUCIÓN, ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE A. RESIDUALES.....	61
12.- PROGRAMA INTEGRAL DE INVERSIONES.....	68
13.- EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA PRELIMINAR.....	70
14.- ASPECTOS INSTITUCIONALES Y JURIDICOS.....	71
A N E X O S.....	72
ANEXO 1.- SITUACIÓN ACTUAL DE LA DEMANDA Y CAPACIDAD ACTUAL DE SUMINISTRO	
ANEXO 2.- PROYECCIONES DE LA DEMANDA. COMPARACIÓN CON CAPACIDAD ACTUAL DE SUMINISTRO	
ANEXO 3.- TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
ANEXO 4.- ASIGNACIONES DE AGUAS Y UTILIZACIÓN ACTUAL	
ANEXO 5.- FUENTES POTENCIALES DE ABASTECIMIENTO ADICIONAL PARA LAS ÁREAS URBANAS.- SITUACIÓN ACTUAL DE LOS ACUÍFEROS.	
ANEXO 6.- FUENTES POTENCIALES DE ABASTECIMIENTO ADICIONAL PARA LAS ÁREAS URBANAS.- INFORME DEL ACUÍFERO RÍO TIJUANA - ALAMAR.	
ANEXO 7.- FUENTES POTENCIALES DE ABASTECIMIENTO ADICIONAL PARA LAS ÁREAS URBANAS.- AVANCES DEL DIAGNÓSTICO ELECTROMÉCANICO BATERÍA DE POZOS VALLE DE GUADALUPE.	
ANEXO 8.- .- ESTIMADO DE INVERSIÓN PARA LA REHABILITACIÓN DEL ACUEDUCTO RÍO COLORADO - TIJUANA (ARCT)	
ANEXO 9.- ESTIMADO DE INVERSIÓN PARA LOS PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO ADICIONAL. EXCEPTO PRESA SANTA ROSA.	
ANEXO 10.- ESTIMADO DE INVERSIÓN PARA PRESA SANTA ROSA.	
ANEXO 11.- INFORMACIÓN SOBRE PLANTAS DESALADORAS, TIPO DE PROCESO, INVERSIONES, COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO Y COSTO POR METRO CÚBICO DESALADO.	
ANEXO 12.- PROGRAMA INTEGRAL DE INVERSIONES DE LAS CINCO LOCALIDADES. FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y OBRAS DE DISTRIBUCIÓN, ALCANTARILLADO Y SANEMAIENTO.	
ANEXO 13.- MEMORIA DE CÁLCULO	
ANEXO 14.- EJERCICIO FINANCIERO REALIZADO PARA UN PERIODO DE 23 AÑOS (1998 - 2020) POR LOCALIDAD Y REGIONAL. ESTRATEGIAS I Y II "PROYECCIÓN BASE", ESTRATEGIAS I Y II "PROYECCIÓN ALTA".	

1.- RESUMEN Y CONCLUSIONES. RECOMENDACIONES

El presente documento integra y analiza la información disponible referente a las posibilidades de abastecimiento adicional de agua potable a las ciudades del norte del Estado de Baja California. Como resultado se plantea una propuesta de estrategia y acciones conducentes a asegurar dicho abastecimiento en el futuro. Es necesario subrayar el apoyo con que contó el personal de la Comisión Nacional del Agua, responsable del presente documento, por parte de las autoridades locales, en particular de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del Gobierno del Estado, de la Comisión de los Servicios de Agua del Estado (COSAE) y de los organismos responsables de los servicios de agua potable y alcantarillado (CESP) de las ciudades de Mexicali, Tecate, Tijuana - Rosarito y Ensenada.

A continuación se resumen los resultados obtenidos y se recomiendan las acciones que se considera conveniente llevar a cabo en lo subsecuente. Es necesario subrayar que las conclusiones que a continuación se presentan son preliminares y están sujetas a modificación, en tanto se cuente con nueva información que difiera substancialmente de la que ha sido utilizada.

1.1 Resumen y Conclusiones

1.1.1 Comparación entre suministro actual y proyecciones de la demanda.

Las estimaciones de la demanda futura, que se refieren a las localidades principales de los municipios analizados, se llevaron a cabo utilizando, por una parte, información de CONAPO para lo que se denomina en el presente documento "Proyección Base". Por otra parte, el Gobierno del Estado proporcionó información de acuerdo con la cual, particularmente en los municipios de Tijuana y Rosarito, las tasas actuales de crecimiento demográfico son considerablemente mayores a las propuestas por CONAPO, mismas que se mantienen constantes a lo largo del tiempo, suposición esta última que no se considera realista. Para tomar en cuenta la posición del Gobierno del Estado se elaboró una "Proyección Alta", en la que para cada una de las ciudades se parte de la tasa de crecimiento actual propuesta por el Estado, la que disminuye paulatinamente de modo que en el año 2010 la tasa de crecimiento se iguala con la propuesta por CONAPO; a partir de este año y hasta el 2020, se disminuyó conforme a los criterios utilizados por el mismo Consejo. La programación de las acciones para asegurar el suministro de agua a las ciudades de la región se llevó a cabo para cada una de las dos proyecciones demográficas mencionadas y las demandas resultantes.

Se puede concluir, que excepto por Tecate, e independientemente de la proyección de crecimiento demográfico adoptada, las demás ciudades analizadas enfrentan ya, o enfrentarán en corto plazo situaciones de apremio de diferente género en lo que se refiere al suministro de agua potable. (Apartados 3 y 4, Situación actual y Proyecciones de la demanda, respectivamente). En particular:

- Mexicali. De hecho, el suministro no presenta déficits, ya que el sistema se abastece directamente del Canal Independencia. Sin embargo, tal como se detalla en otra parte de este documento, las extracciones actuales exceden substancialmente a la asignación que para esta ciudad está registrada en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA). Por otra parte, las asignaciones de agua para uso urbano en Mexicali, corresponden formalmente al acuífero de la Mesa Arenosa de San Luis, para lo que existen diversos antecedentes jurídicos bien documentados. Sin embargo, en la actualidad, al no existir la totalidad de la infraestructura que permita llevar las aguas extraídas de este acuífero hasta Mexicali se utilizan, en realidad, las aguas superficiales del Río Colorado para fines urbanos, en tanto que los agricultores utilizan las extracciones de la Mesa Arenosa para riego. Por ello, la CESP Mexicali está obligada a pagar además de los derechos de aprovechamiento, los costos de bombeo en que incurren los agricultores para utilizar los caudales del acuífero, así como los correspondientes a la conducción. El Gobierno del Estado, particularmente la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Mexicali ha solicitado que se revise esta situación y que se le asignen para uso urbano aguas del Río Colorado. Es conveniente regularizar la situación de las asignaciones y la utilización de las mismas para evitar posibles afectaciones al suministro futuro.
- Tecate. No presenta déficits en la actualidad. La explotación normal de los acuíferos y la utilización de los volúmenes asignados, provenientes del ARCT (Acueducto Río Colorado-Tijuana), aseguran el suministro hasta la entrada de la próxima década, si bien conviene la regularización de las asignaciones de los volúmenes mencionados en último término.
- Tijuana-Rosarito. No presenta déficits en la actualidad. Sin embargo, de acuerdo con la "Proyección Base" se requerirá la entrada en operación de fuentes adicionales a más tardar en el año 2001. Al considerar la "Proyección Alta", se requeriría la entrada en operación de nuevas fuentes a partir del año 2000. Para el año 2005, las proyecciones estiman los déficits de abastecimiento, respecto a las fuentes actuales, 0.6 m³/s y 1.3 m³/s para las proyecciones "Base" y "Alta", respectivamente. En el año 2015 los déficits estimados son, para las mismas proyecciones, de 2.1 m³/s y 3.1 m³/s, respectivamente. Tal como es el caso de Mexicali, los volúmenes utilizados actualmente provenientes del ARCT exceden substancialmente a las asignaciones y se presenta el mismo caso de sustitución, de acuerdo con el que existen asignaciones que corresponden formalmente al acuífero de la Mesa Arenosa, pero las extracciones reales provienen de las aguas superficiales del Río Colorado, situación que conviene regularizar.

- Ensenada. Su situación es crítica ya en la actualidad y requiere atención urgente, si bien sus necesidades son relativamente modestas comparadas con las de los mayores centros urbanos de la región. Las dos proyecciones demográficas no arrojan diferencias substanciales en la estimación de los déficits futuros. El déficit actual se estima en el orden de 95 lps, suponiendo que pueda sostenerse el nivel de explotación actual de los acuíferos. Las necesidades de suministro adicional se

estiman en 134 lps para el año 2000, 203 lps al año 2005 y 445 lps en el 2015. Al no existir infraestructura que permita la conducción de caudales desde el ARCT, no utiliza los volúmenes que tiene asignados de Mesa Arenosa.

1.1.2. Tratamiento de aguas residuales.

En la actualidad, el déficit entre los caudales que requieren tratamiento y la capacidad instalada se estima en el orden de 1.2 m³/s. De estos el 94% se da en Mexicali y Tijuana, con caudales ligeramente superiores en esta última ciudad. Solamente Tecate no presenta déficits actuales, ni previsibles en el futuro próximo. Un resumen de la información correspondiente se encuentra en el Apartado 5. Tratamiento de aguas residuales.

1.1.3. Asignaciones de agua.

La información disponible permite estimar que, en conjunto, las extracciones para uso urbano en las ciudades analizadas sobrepasan considerablemente a las asignaciones de aguas subterráneas. Regionalmente para 1996, la utilización de agua para dicho uso urbano es superior, en 44.5 Mm³/año (1.4 m³/s) a las asignaciones de aguas subterráneas inscritas en el REPDA. (Apartado 6. Asignaciones de agua y utilización actual). En conjunto, Tijuana y Mexicali sobrepasan esa cifra, ya que su suministro se da, en parte, a costa de asignaciones no utilizadas en otras localidades, particularmente Ensenada.

Como ya se mencionó en lo que antecede, merece especial atención el caso de las asignaciones del acuífero de la Mesa Arenosa de San Luis. En la actualidad, las asignaciones de agua de dicho acuífero, registradas en el REPDA para ser utilizadas en las ciudades del Estado, suman en total 174.3 Mm³/año. Por no existir la totalidad de la infraestructura necesaria que permitiría conducir el agua extraída de Mesa Arenosa hasta Mexicali, o hasta la estación de bombeo PB0 del ARCT, se extrae agua para uso urbano de la Presa Morelos, situación que en el futuro podría afectar el suministro y que conviene regularizar. En todo caso será necesario tomar en cuenta, por una parte, la limitación que existe respecto a las asignaciones para fines urbanos en la región (174.3 Mm³/año) y la distribución de dichas asignaciones a las diferentes localidades y, por otra el hecho de que la totalidad de los 1,850 Mm³ anuales provenientes del Río Colorado que de acuerdo con el tratado de 1944 corresponden a

México y están asignados a los 23 módulos de riego del Distrito de Riego 014 e inscritos en el REPDA. Lo mismo ocurre con los 500 Mm³ anuales de aguas del subsuelo correspondientes a los pozos federales del Distrito mencionado.

1.1.4. Fuentes potenciales de suministro adicional.

La información disponible, que se resume en el Apartado 7. Fuentes potenciales de abastecimiento adicional para las áreas urbanas, muestran que, con alguna excepción

menor, las posibilidades de extracciones continuas adicionales de los acuíferos de la región, son muy limitadas.

- Para el caso crítico de Ensenada, se considera factible en principio, incrementar provisionalmente por un lapso de 2 a 3 años la explotación actual en el orden de 100 a 150 lps adicionales en el acuífero de Guadalupe, lo que permitiría contar con tiempo suficiente para desarrollar otros proyectos para suministro definitivo. Ya que recientemente se han dado lluvias importantes en la región que han recargado los acuíferos, es posible que pudiera mantenerse la sobreexplotación por un periodo mayor de tiempo. Sin embargo se considera en forma preliminar que, dadas las características de los acuíferos locales, no deben diferirse la búsqueda y análisis de posibles fuentes adicionales para esta ciudad. Se han ya iniciado los trabajos por parte de las Gerencias de Aguas Subterráneas y de Proyectos de la Comisión Nacional del Agua, para ratificar esto y proponer la forma más adecuada de contar con dichos caudales. En el corto plazo, puede contarse con algún volumen adicional, relativamente menor, proveniente de la Presa Emilio López Zamora. Sin embargo, esta presa está siendo ya rodeada por el área urbana de Ensenada, por lo que se considera inapropiada la sobreelevación. Al respecto, están en análisis cuatro sitios para almacenamiento y regulación, aguas arriba del sitio de la presa actual.
- En lo que respecta a los acuíferos del área de Mexicali y alrededores, se concluye que si bien podrían extraerse entre 100 y 200 Mm³/año adicionales durante una década o más con baterías de pozos al sur de la Mesa Arenosa de San Luis, esto se haría a expensas de un acuífero que prácticamente no tiene recarga y que, además el proyecto despertaría objeciones serias en el seno de la CILA.

Por lo que toca a aguas superficiales, existen algunas posibilidades, también limitadas de aprovechamiento adicional. Este es el caso del proyecto de la Presa Santa Rosa, sobre el Arroyo Guadalupe, en las inmediaciones de la ciudad de Ensenada. Dada la erraticidad de las lluvias en la región, este aprovechamiento podría probablemente utilizarse como soporte eventual a otras fuentes, tales como desaladoras. Al respecto, también es necesario revisar la posible utilidad del proyecto de construir una pantalla

impermeable aguas debajo de dicha presa. En lo que se refiere al suministro de agua para esa misma ciudad se sugiere analizar también la posible utilidad de construir una presa aguas arriba de la López Zamora, para lo cual se han identificado en forma preliminar cuatro sitios. Otra acción que puede incrementar temporalmente el suministro con caudales relativamente modestos, es la construcción de una presa en el sitio de Cancio, sobre el arroyo Las Calabazas, aguas arriba de la presa Abelardo L. Rodríguez, en el área de Tijuana.

Por la limitación actual y previsible de las posibilidades de suministro adicional proveniente de las fuentes tradicionales, es perentorio el análisis detallado y la instrumentación, en su caso, de las medidas que permitan el suministro de otras

fuentes. Entre ellas se encuentran, además de la evidente necesidad de incrementar la eficiencia en la utilización del agua disponible para fines urbanos, las siguientes:

- **La adquisición de derechos de agua actualmente utilizados por los agricultores en el oriente de la región en estudio.** Esta es una medida que de cualquier manera deberá llevarse a cabo en algún grado, y de forma inmediata, por lo menos para regularizar en el plazo más breve posible la situación derivada de que la utilización de agua para fines urbanos en la región es actualmente ya superior a las asignaciones. Las acciones de este tipo, que tienen implicaciones tanto económicas como sociales, se verán facilitadas de incrementarse la eficiencia de riego en las áreas correspondientes, aunque necesariamente tendrán efecto en el mediano y largo plazo.
- **La desalación de agua, ya sea de mar o salobre.** La evolución que ha tenido la tecnología en años recientes y la que puede esperarse en el futuro, junto con las limitaciones y los costos involucrados en otras soluciones hacen atractiva esta opción. Es necesario subrayar que de las diferentes posibilidades de suministro adicional, esta es la única que en realidad incrementa la disponibilidad de agua en la región. Por otra parte, su utilización no implica costos de oportunidad.
- **El tratamiento y reuso, hasta el límite de lo factible, de las aguas residuales.** Esto incluye la posibilidad, que es necesario promover activamente, de intercambiar las aguas residuales tratadas por aguas de primer uso que actualmente se destinan a la agricultura.
- **El tratamiento avanzado de las aguas residuales para su eventual uso doméstico, ya sea previa infiltración en acuíferos o almacenamiento en presas, ya sea por mezcla directa con aguas de primer uso.** Esta es opción que ya se utiliza en otras regiones con escasez de agua y que debe analizarse seriamente para el caso de Baja California.

1.1.5. Proyectos para abastecimiento adicional.

Las posibilidades de incrementar el abasto a las ciudades de la región en estudio, con base en las fuentes potenciales de suministro adicional que se mencionan en el apartado inmediato anterior, se relacionan con la ejecución de proyectos y acciones, de los cuales se analizaron los que a continuación se listan. El resumen del análisis, cuya profundidad dependió de la información disponible, se muestra en el Apartado 8. Proyectos para abastecimiento adicional.

- Rehabilitación del Acueducto Río Colorado-Tijuana.
- Nuevo Acueducto Río Colorado-Tijuana paralelo al existente, sin túnel, sin incluir suministro a Ensenada.
- Nuevo Acueducto Río Colorado-Tijuana, paralelo al existente, con túnel de la PB4 a la Presa el Carrizo, sin incluir suministro a Ensenada.
- Nuevo Acueducto paralelo al existente, sin túnel, incluyendo suministro a Ensenada.
- Nuevo Acueducto con túnel de la PB4 a la Presa el Carrizo, incluyendo suministro a Ensenada.
- Acueducto Binacional.
- Presa Santa Rosa en Ensenada y Pantalla Impermeable.
- Desalación agua de mar en Ensenada.
- Desalación de agua de mar para Tijuana y Rosarito.
- Tratamiento de aguas residuales de Tijuana-Rosarito para su reuso e intercambio en el Valle de las Palmas.
- Tratamiento avanzado de aguas residuales para consumo doméstico.
- Explotación adicional de aguas subterráneas en el área de Ensenada.
- Explotación adicional de aguas subterráneas del acuífero Tijuana-Alamar.

1.1.6. Integración de estrategias opcionales. Análisis y selección.

La comparación entre suministro actual y proyecciones de la demanda, por una parte, y por otra los proyectos que se consideran técnicamente factibles en el corto plazo para el aprovechamiento de las fuentes potenciales, permitió la integración de estrategias opcionales, compuesta cada una de ellas con diferentes combinaciones de dichos proyectos. Estos incluyeron además de la rehabilitación y utilización máxima de la infraestructura existente, incrementos en la explotación de acuíferos locales, diversas modalidades para un segundo acueducto Río Colorado-Tijuana y la desalación de agua de mar.

Los análisis de costos y consideraciones de seguridad de suministro sugieren como una estrategia adecuada, sujeta a revisión derivada de información adicional, la que comprende los proyectos y acciones que a continuación se listan. La estrategia está diseñada para satisfacer las necesidades en un horizonte de planeación hasta el año 2020.

- Incremento de la eficiencia física de los sistemas de distribución a un mínimo de 75% en un plazo promedio de 5 años.
- Llevar a cabo, en el plazo más breve posible, las medidas que permitan, por una parte, la asignación de agua proveniente del Río Colorado para uso urbano en las ciudades de la región hasta por un total de 174.3 Mm³/año y, por otra, la asignación del mismo caudal, proveniente del acuífero de Mesa Arenosa, para uso agrícola. Los organismos responsables de la operación de los servicios en las ciudades deberán seguir pagando, tanto los derechos ocasionados por aprovechamiento, como los costos derivados del bombeo que realizan los agricultores para utilizar el agua del acuífero de Mesa Arenosa y los correspondientes a la utilización de la infraestructura de conducción del Distrito de Riego.
- Compra inmediata de los derechos de agua suficientes para regularizar la situación actual de las asignaciones a Tijuana y Mexicali, para permitir la utilización total del ARCT y para asegurar el abasto futuro a la segunda de las ciudades mencionadas. Para satisfacer las necesidades futuras de Mexicali y utilizar a su máxima capacidad teórica el ARCT es necesario adquirir ya derechos por un caudal aproximado de 80 Mm³/año.

Cabe mencionar que los derechos de agua que se requerirán para satisfacer las necesidades en el futuro para las dos proyecciones de crecimiento de la demanda son los que a continuación se indican:

(Mm³/año)

Año	1998	2000	2005	2010	2015	2020
Proyección Base	63.8	75.4	110.2	166.7	197.4	240.3
Proyección Alta	68.0	84.5	131.7	182.6	230.9	278.6

En todos los casos se consideran los volúmenes asignados en la Presa Morelos y descontando ya la asignación de los acuíferos locales y de la Mesa Arenosa.

- Rehabilitación urgente del ARCT, para llevarlo a su capacidad máxima de operación y para prolongar su vida útil por lo menos en el horizonte del presente proyecto.
- Sobreexplotación por 2 o 3 años, a partir de 1998, de un caudal de 150 lps en el acuífero de Guadalupe, para satisfacer temporalmente las necesidades de Ensenada.
- Construcción en Ensenada de 3 módulos de desalación de 200 lps cada uno. En principio, se considera que la puesta en operación de cada uno de ellos deberá ser en los años 2001, 2005 y 2014. Sin embargo deberá revisarse en detalle la posibilidad de explotación de los acuíferos locales, a la vista de la recarga ocasionada por las precipitaciones recientes, ya que esto podría diferir la puesta en operación del primer módulo de desalación. Por otra parte, debe tomarse en cuenta que, dada la erraticidad de las lluvias en la región, es conveniente contar en todo tiempo con fuentes seguras de abasto.
- Analizar en detalle, y decidir, durante 1998, la mejor opción para el abastecimiento a Tijuana-Rosarito. La primera opción consiste en la construcción de módulos de desalación. La segunda es la de construir un nuevo acueducto. La capacidad de las obras necesarias y la fecha de entrada en operación depende en forma importante de la proyección demográfica que se adopte. De tomarse en cuenta la "Proyección Base" se requeriría la entrada en operación, ya sea de un módulo de desalación, ya sea del nuevo acueducto, en el año 2005. La "Proyección Alta" implica la entrada en operación de la nueva fuente en el año 2002. La información disponible arroja diferencias en los costos que no permiten una recomendación definitiva al momento de escribir el presente reporte.
- Análisis y promoción de las medidas que permitan en el mediano y largo plazo, el incremento de las eficiencias de riego en el Distrito de Riego 014.

Si se adopta para la fecha de entrada en operación de las obras la "Proyección Base", las cifras correspondientes a inversión y costo por metro cúbico suministrado, incluyendo todas las acciones de la estrategia recomendada, considerando para Tijuana-Rosarito, ya sea la opción de acueducto, ya sea la de desaladoras, son los siguientes:

Estrategia	Inversión (millones \$)	Costo/m3 Suministrado
------------	----------------------------	--------------------------

Estrategia I, con Desaladoras en Tijuana-Rosarito y Ensenada	3,519.1	9.74
Estrategia II, con Acueducto y Desaladora en Ensenada	2,717.0	10.05

Se considera que los montos de inversión y los de operación y mantenimiento que se han estimado para el presente reporte, son representativos de los que será necesario erogar para satisfacer las futuras necesidades de abasto de agua potable en la región.

1.1.7. Inversiones previstas en distribución, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.

Además de las inversiones necesarias para incrementar el abasto, es necesario considerar en el análisis financiero las correspondientes a la infraestructura de distribución, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, ya que incidirán en las mismas fuentes de recursos y/o garantías que las referentes al suministro. Las inversiones previstas en estos rubros por el Gobierno del Estado y para las cuales se promueve el financiamiento de la OECF son del orden de 2,353 millones de pesos, monto que corresponde a los planteamientos que se han hecho ante esa institución de crédito, excluyendo los proyectos de la ciudad de Tecate y los no relacionados directamente con el suministro de servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

1.1.8. Total de Inversiones.

Las inversiones totales para la estrategia de suministro propuesta (Proyección Base) y para las inversiones en distribución, alcantarillado y tratamiento, sumando a ellas las que se han estimado como necesarias para la expansión de estos sistemas en el horizonte de análisis, tienen un monto estimado de \$8,975 millones de pesos. De esta cantidad, 3,700 millones de pesos corresponden al periodo 1998 - 2002.

1.1.9. Financiamiento de las inversiones.

Un análisis preliminar muestra que es baja la capacidad global de los organismos operadores para sufragar las inversiones necesarias con base en sus flujos de caja calculados con el nivel tarifario actual y las eficiencias propuestas. Son particularmente preocupantes los casos de Tijuana y Ensenada, aun cuando en esas ciudades se tienen tarifas promedio relativamente altas. En contraste, Mexicali, para la cual la estrategia seleccionada no implica inversiones adicionales en suministro, presenta condiciones mucho más favorables.

1.1.10. Aspectos jurídicos e institucionales.

Se sugiere diversas adecuaciones que den mejor sustento a los organismos operadores y al Gobierno Estatal para llevar a cabo exitosamente los proyectos necesarios, asegurando la adecuada recuperación de la inversión. Sobresale la necesidad de alejar de los manejos político - electorales la fijación de las tarifas, crear condiciones que den seguridad a la participación privada y la creación de un ente regulador que proteja los intereses de los usuarios y actúe como arbitro en caso de conflicto entre autoridades y prestadores de los servicios. En lo que corresponde al marco institucional y administrativo en el que deberán llevarse a cabo las acciones de la estrategia, será necesario tomar en cuenta que la complejidad en la ingeniería, construcción, operación y financiamiento de algunos de los proyectos pueden hacer problemático su manejo a nivel municipal.

1.2. Recomendaciones

La tabla siguiente contiene acciones que se considera necesario llevar a cabo para instrumentar la estrategia propuesta. La información que contiene es preliminar y deberá ser revisada y, en su caso, modificada por cada uno de los responsables de dichas acciones, tanto dentro de la CNA, como por los participantes externos.

Acción	FECHA INICIO	FECHA TERMINO	RESPONSABLE (AREAS PARTICIPANTES)
1.- APROBACIÓN DE ESTRATEGIAS			
1.1 Validación del Reporte	04-06-98	15-07-98	Dir. Gral. (Dir. Gral Adjunta, SGT, SGAA, SGC, Gcia. Regional, Coordinación Frontera Norte.)
1.2 Revisión por Autoridades Estatales	20-07-98	03-08-98	Gobierno del Estado
1.3 Edición del reporte final	04-08-98	10-08-98	Unidad de Asesoría C.N.A.
2.- ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO			
2.1 Propuesta de estructura de Coordinación	12-08-98	17-08-98	Unidad de Asesoría C.N.A.
2.2 Aprobación de estructura de Coordinación.	20-08-98	24-08-98	CNA, Gob. Del Edo, SHCP, BANOBRAS
3.- ESTUDIOS Y PROYECTOS			
3.1 Revisión de la posibilidad de sobreexplotación del acuífero Guadalupe	26-01-98	30-01-98	SGT
3.2 Diagnóstico de la condición de pozos en acuífero Guadalupe.	26-01-98	22-06-98	SGT
3.3 Revisión de estudios hidrológicos del acuífero Tijuana – Alamar	30-03-98	25-05-98	SGT (Gerencia Regional CNA, Gob. Del Edo)
3.4 Estudio para la rehabilitación del ARCT	02-03-98	11-05-98	SGC (Instituto de Ingeniería; otros contratistas)

3.5 Estudios para la sobrelev. de las Presas A. Rodríguez y E. López Zamora u otros proyectos de almacenamiento	01-06-98	10-08-98	SGC (Gerencia Regional C.N.A. e Instituto de Ingeniería)
3.6 Visitas de campo a diversas plantas desaladoras	02-02-98	12-10-98	SGT, SGC, Coordinación de la Frontera, Coordinación de Capacitación, Consultor Privado.
3.7 Actualización Estudios Hidrológicos en La Mesa Arenosa y otros acuíferos del poniente de la región.	08-06-98	26-02-99	SGT (Gerencia Regional CNA y Gob. Del Edo)
3.8 Estudios adicionales para el proyecto Las Palmas.	08-06-98	26-02-99	SGC (SGT)
3.9 Creación de grupo de trabajo para análisis de proyectos de tratamiento avanzado y reuso (Valle de México, Baja California, otros).	08-06-98	06-07-98	SGT (SGC, Coordinación de la Frontera, Ing. Antonio Capella.)
3.10. Investigación aplicada para proyectos de tratamiento avanzado y reuso (Valle de Méx., Baja California, otros).	08-06-98	18-12-00	SGT (SGC, Coordinación de la Frontera.)
3.11. Promoción para interconexión San Diego	02-02-98	02-08-98	Coordinación de la Frontera (Gob. Del Edo.)
4.- FINANCIAMIENTO			
4.1 Revisión Presupuestal C.N.A.	13-07-98	20-07-98	SGP
4.2 Trámites presupuestales SHCP.	27-08-98	30-11-98	SGP (SGC, Gobierno del Estado)
4.3 Trámites con Agencias Financieras (OECF y otros)	04-05-98	31-03-99	Gob. del Edo (SHCP, BANOBRAS, CNA)
5.- EJECUCIÓN			
5.1 Estudio de impacto y mitigación ambiental.	13-07-98	15-07-00	Gob. Del Edo. (SGT)
5.2 Perforación de pozos adicionales en acuífero Guadalupe y obras conexas.	04-05-98	28-09-98	Gerencia Regional CNA (SGC, Gobierno del estado)
5.3 Terminación de las actividades de limpieza del acueducto actual.	02-03-98	18-12-98	Gerencia Regional CNA (SGC, Gobierno del estado)
5.4 Rehabilitación del ARCT	02-07-98	30-11-99	Gerencia Regional CNA (SGC, Gob. Del Edo.)
5.5 Preparación de bases de licitación para Desaladora Ensenada.	03-08-98	30-10-98	SGC (Gobierno del estado, Consultor Privado)
5.6 Licitación de planta Desaladora Ensenada.	02-11-98	31-01-99	Gobierno del Estado (SGC)
5.7 Construcción de planta Desaladora Ensenada	01-04-99	31-12-00	Gobierno del Estado (SGC)
5.8 Preparación de bases de licitación para Desaladora Tijuana.	03-08-98	30-10-98	SGC (Gobierno del estado, Consultor Privado)
5.9 Licitación de planta Desaladora Tijuana.	02-11-98	31-01-99	Gobierno del Estado (SGC)
5.10 Construcción de Desaladora Tijuana	01-04-99	31-12-01	Gobierno del Estado (SGC)
6.- GARANTIA DE ABASTO			
6.1 Compra de derechos de Agua para asegurar el abasto futuro a Tijuana y Mexicali.	01-04-98	18-12-98	Gobierno del Estado (Gcia. Regional, SGAA y usuarios del D.R. 014).
6.2 Regularización de las asignaciones.	01-07-98	30-01-99	SGAA (Gobierno del Estado)

7.- MARCO JURIDICO Y REGULATORIO			
7.1 Propuesta de modificaciones al Marco Jurídico Estatal.	03-08-98	07-09-98	Unidad de Asesoría CNA (Coordinación de la Frontera Norte)
7.2 Modificaciones al Marco Jurídico Estatal.	14-09-98	11-11-98	Gobierno del Estado, Congreso Local (Unidad Asesoría CNA, Coordinación de la Frontera Norte)

8.- PROYECTOS PARA ABASTECIMIENTO ADICIONAL

En lo que sigue, con base en la información disponible sobre las fuentes potenciales de abastecimiento adicional, se plantean diversos proyectos para incrementar el suministro de agua a las ciudades del Norte del Estado, considerando el incremento de la demanda a partir de la "Proyección Base".

8.1.- Proyecto 1. Rehabilitación del Acueducto Río Colorado - Tijuana.

Mediante información recibida por parte de las Gerencias Regional y de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, así como del Instituto de Ingeniería; se logró que en 1997, mediante trabajos de reparación, mantenimiento y limpieza de incrustaciones interiores en un tramo de 11.7 km de tuberías de conducción entre las plantas de bombeo, incrementar la capacidad de conducción de este acueducto de 2.5 m³/s a un máximo de 3.5 m³/s. La capacidad media actual se estima en 3.3 m³/s.

Lo anterior hace ver la posibilidad, de incrementar su capacidad de conducción a un máximo que se estima en 3.8 m³/s (0.5 m³/s adicionales); aumentando su disponibilidad y confiabilidad; así como, alargar la vida útil del acueducto, para ello proponen la Gerencia Regional de la CNA y Gobierno del Estado, entre otras acciones las siguientes:

- Construcción de estructuras lanzadiablos y la instalación de válvulas expulsoras de aire.
- Conclusión de la limpieza y la reposición de recubrimiento interior de las tuberías en el tramo de bombeo.
- Construcción antes de PB0, de un cuarto tanque de sedimentación, equipándolo con clarificadores.
- Construcción de líneas adicionales de tubería de 54" de diámetro de aproximadamente de 30 km.
- Instrumentación de un programa sistemático de mantenimiento.

La inversión en este proyecto se estima en 626.5 millones de pesos. Al incorporar los costos de operación y mantenimiento, se tiene un costo de \$9.63 por cada metro cúbico adicional a lo actualmente suministrado.

Se incluye en esta inversión, la compra de derechos de agua para la ciudad de Tijuana y Tecate, por un importe que se ha estimado de 36.5 millones de pesos, ya que en la actualidad aún con la capacidad restringida, la utilización en Tijuana excede la asignación correspondiente.

En el Anexo 8, se detalla el estimado de la inversión que se requiere realizar para incrementar la capacidad del acueducto en la forma descrita. Este presupuesto fue conformado conjuntamente por la Gerencia Regional y la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana.



**Proyecto 1.- Rehabilitación del Acueducto Río Colorado- Tijuana
(Tramo PBO - PB4)**

8.2.- Proyecto 2. Nuevo Acueducto Río Colorado - Tijuana paralelo al existente (sin túnel), sin incluir el suministro a la ciudad de Ensenada.

Consiste en la construcción de un acueducto paralelo al existente, desde la PBO hasta la potabilizadora El Florido en Tijuana, con extensión a Playas de Rosarito, cuenta con una capacidad de 3.0 m³/s, suficiente en el horizonte de planeación, si se toma la "Proyección Base", para abastecer en ruta a las ciudades de Tijuana y Playas de Rosarito. Sería insuficiente para abastecer los incrementos de la demanda resultantes de la "Proyección Alta". Se considera que la alimentación a la PBO del acueducto es del Canal Reforma del Distrito de Riego, por lo que no se incluye la inversión de conducción entre la presa Morelos y la planta de bombeo PB0. Los tramos de conducción considerados son:

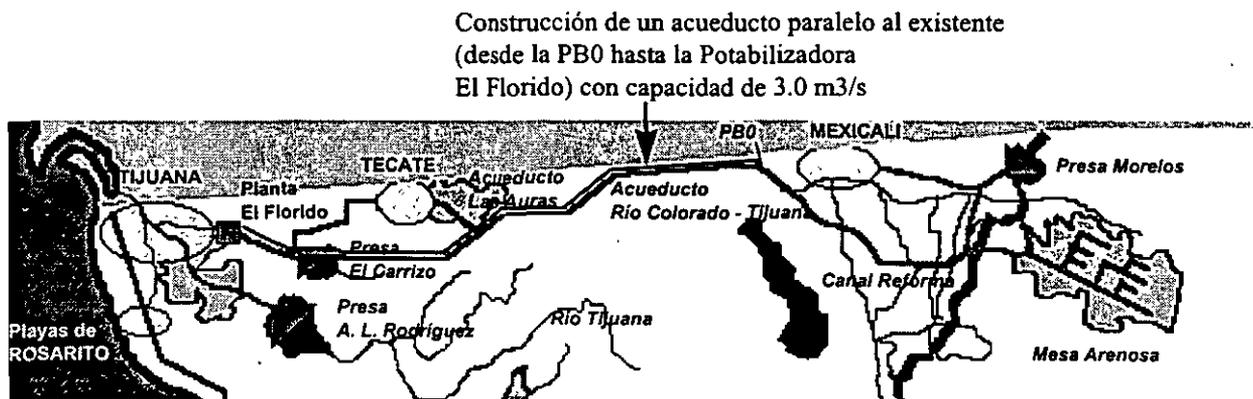
- Conducción y estructuras accesorias de la PBO a la Presa El Carrizo.
- Conducción y estructuras accesorias de la Presa El Carrizo a la potabilizadora El Florido.
- Acueducto con sus estructuras accesorias de Tijuana a Playas de Rosarito

La inversión en este proyecto se estima en 1,549.6 millones de pesos con un costo de \$ 11.16 por metro cúbico suministrado. Esta inversión incluye la compra de derechos

de agua por un monto de 69.3 millones de pesos, considerando la capacidad total del acueducto, con el que se abastecerán las ciudades de Tijuana y Playas de Rosarito a lo largo del horizonte de planeación.

Para satisfacer los incrementos de la demanda de las tres localidades para la "Proyección Alta", se consideró un acueducto con capacidad de 4.0 m³/s y con características similares al anterior.

En el Anexo 9, se presentan los costos de inversión estimados con base en precios índice, así como los costos de operación y mantenimiento operando el acueducto a su plena capacidad. Para el caso de este proyecto, se consideran los costos anuales proporcionalmente a los volúmenes conducidos para satisfacer la demanda en el tiempo.



Proyecto 2.- Acueducto paralelo al del Río Colorado- Tijuana

8.3.- Proyecto 3. Nuevo Acueducto con Túnel desde la planta de bombeo PB4 a la presa El Carrizo, sin incluir el suministro a la ciudad de Ensenada.

Consiste en la construcción de un acueducto desde la PBO hasta la Planta Potabilizadora El Florido en Tijuana, con extensión a Playas de Rosarito. En esta variante se prevé la construcción de un túnel desde la planta de bombeo PB4 a la Presa El Carrizo. La capacidad es de 4.0 m³/s; para abastecer en ruta a las ciudades de Tijuana y Playas de Rosarito. Se considera que la alimentación a la PB0 del acueducto es del Canal Reforma del Distrito de Riego, por lo que no se prevé inversión en este concepto. Las obras consideradas en esta alternativa son las siguientes:

- Tramo de conducción y estructuras accesorias de la PB0 a la PB4.
- Túnel de aproximadamente de 60 km de longitud y 4 m de diámetro de la PB4 a la Presa El Carrizo

- Tramo de la Presa El Carrizo a la Planta potabilizadora El Florido.
- Tramo de conducción y estructuras accesorias de Tijuana a Rosarito.

La inversión en este proyecto se estima en 2,909.8 millones de pesos con un costo de \$19.09 por metro cúbico suministrado, considerando los costos de operación y mantenimiento.

En la inversión se incluye además, la compra de derechos de agua para las ciudades de Tijuana, Playas de Rosarito y Tecate, por un monto de 92.4 millones de pesos, considerando a plena capacidad el acueducto.

La realización de este proyecto, es suficiente para satisfacer los incrementos de la demanda de estas tres localidades para el horizonte de planeación considerado, ya sea que se utilice la "Proyección Base" o la "Proyección Alta".

En el Anexo 9, se presentan los costos de inversión estimados con base en precios índice, así como los costos de operación y mantenimiento operando el acueducto a su plena capacidad. Para el caso de este proyecto, se consideraron los costos anuales proporcionalmente a los volúmenes conducidos para satisfacer la demanda en el tiempo para ambas proyecciones.

Construcción de un acueducto paralelo al existente (desde la PB0 hasta la Potabilizadora El Florido) con capacidad de 4.0 m³/s, con un túnel desde la PB4 hasta la Presa El Carrizo



**Proyecto 3.- Acueducto paralelo al Río Colorado- Tijuana
con Túnel de PB4 al Carrizo**

8.4.- Proyecto 4 Nuevo Acueducto paralelo al existente (sin túnel), incluyendo el suministro a la ciudad de Ensenada.

Consiste en la construcción de un acueducto paralelo al existente de 4.0 m³/s de capacidad, desde la PB0 hasta la Planta Potabilizadora El Florido en Tijuana, con extensión a Playas de Rosarito y una derivación al Valle de Guadalupe desde el sitio denominado El Hongo, para abastecer a las ciudades de Tijuana, Rosarito y Ensenada. Se considera que la alimentación a la PB0 del acueducto es del Canal Reforma del Distrito de Riego, por lo cual no se incluye inversión alguna por este concepto. Los tramos de conducción y estructuras accesorias son las que se presentan a continuación.

- Tramo de conducción y estructuras accesorias desde la PB0 hasta El Hongo
- Tramo de conducción y estructuras accesorias desde El Hongo al Valle de Guadalupe conectando con el acueducto Morelos para abastecer a Ensenada.
- Planta potabilizadora, con capacidad de 600 lps para la ciudad de Ensenada.
- Tramo de conducción y estructuras accesorias desde El Hongo hasta la presa El Carrizo.
- Tramo de conducción y estructuras accesorias desde la presa El Carrizo hasta la Planta Potabilizadora El Florido en Tijuana.
- Tramo de conducción y estructuras accesorias de Tijuana a Playas de Rosarito

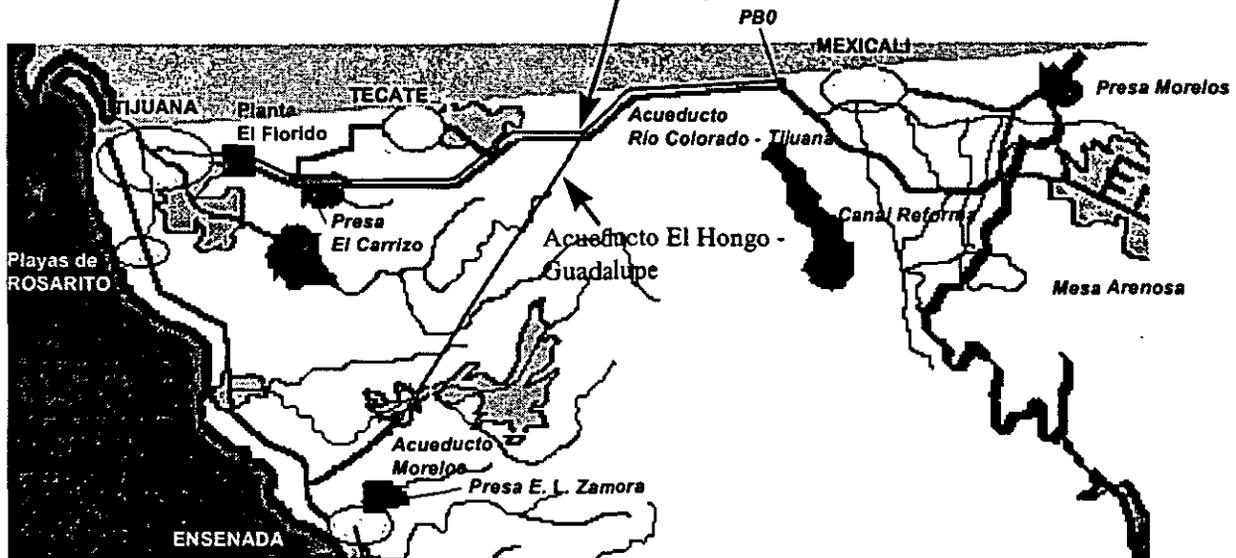
La inversión en este proyecto se estima en 2,461.1 millones de pesos, lo que resulta un costo promedio de \$14.51 por metro cúbico de agua suministrado.

Se incluye en esta inversión además, la compra de derechos de agua para las ciudades de Tijuana, Rosarito, Tecate y Ensenada, por un monto de 86.9 millones de pesos, trabajando el acueducto a su capacidad total.

La realización de este proyecto es suficiente para satisfacer los incrementos de la demanda de estas localidades que se presentan en el horizonte de planeación para la "Proyección Base". Para los incrementos de la demanda de la "Proyección Alta", se propone un acueducto con una capacidad de 4.5 m³/s, con características similares al anterior.

En el Anexo 9, se presentan los costos de inversión estimados con base en precios índice, así como los costos de operación y mantenimiento operando los acueductos a su plena capacidad. Para el caso de estos proyectos, se consideraron los costos anuales proporcionalmente a los volúmenes conducidos para satisfacer la demanda en el tiempo.

Construcción de un acueducto paralelo al existente (desde la PB0 hasta la Potabilizadora El Florido) con capacidad de 4.0 m³/s, e interconexión con el Acueducto Morelos



Proyecto 4.- Acueducto paralelo al Río Colorado-Tijuana e interconexión El Hongo-Guadalupe

8.5.- Proyecto 5 Nuevo Acueducto con túnel de la PB4 a la Presa El Carrizo, incluyendo el suministro a la ciudad de Ensenada.

Consiste en la construcción de un acueducto de la PB0 hasta la Planta Potabilizadora en Tijuana con la variante de construcción de un túnel desde la PB4 hasta la Presa El Carrizo, con extensión a Playas de Rosarito e incluyendo la derivación de un acueducto superficial de la Presa El Carrizo al Valle de Guadalupe, interconectándolo con el acueducto Morelos para abastecer a la ciudad de Ensenada. La capacidad será de 4.0 m³/s. Se consideró que la alimentación a la PB0 del acueducto es del Canal Reforma del Distrito de Riego, por lo cual no se incluye inversión alguna por este concepto. Las obras consideradas en este proyecto son las siguientes.

- Tramo de conducción y estructuras accesorias de la PB0 a la PB4
- Túnel de aproximadamente 60 km de longitud y de 4.0 metros de diámetro de la PB4 a la Presa El Carrizo
- Tramo de conducción y estructuras accesorias de la Presa El Carrizo a la Planta Potabilizadora El Florido en Tijuana

- Tramo de conducción y estructuras accesorias de Tijuana a Playas de Rosarito.
- Tramo de conducción y estructuras accesorias de la Presa El Carrizo al Valle de Guadalupe.

La inversión en este proyecto se estima en 2,998.4 millones de pesos, lo que resulta en un costo promedio de \$17.49 por metro cúbico de agua suministrado. Se incluye en esta inversión la compra de derechos de agua por un monto de \$ 86.8 millones de pesos para las ciudades de Tijuana, Rosarito, Tecate y Ensenada, considerando el acueducto trabajando a su plena capacidad.

La capacidad de este acueducto, es suficiente para satisfacer los incrementos de la demanda de estas localidades en el horizonte de planeación, si se toman los incrementos de la demanda de la "Proyección Base" y será insuficiente para la "Proyección Alta". Para esta proyección, se considera un acueducto de 4.5 m³/s de capacidad y con características similares que el anterior.

En el Anexo 9, se presentan los costos de inversión estimados con base en precios índice, así como los costos de operación y mantenimiento operando los acueductos a su plena capacidad. Para el caso de estos proyectos, se consideraron los costos anuales proporcionalmente a los volúmenes conducidos para satisfacer la demanda en el tiempo.

Construcción de un acueducto paralelo al existente (desde la PB0 hasta la Potabilizadora El Florido) con capacidad de 4.0 m³/s, con un tunel desde la PB4 hasta la Presa El Carrizo e interconexión con el Acueducto Morelos



Proyecto 5.- Acueducto paralelo al Río Colorado- Tijuana con Tunnel de PB4 al Carrizo e interconexión de la Presa El Carrizo al Acueducto Morelos

8.6.- Proyecto 6 Acueducto Binacional.

Existe interés por parte de la Autoridad del Agua del Condado de San Diego en construir un nuevo acueducto por territorio mexicano que beneficie a ambos países, del que aparentemente existen alternativas de trazos. Se estima una capacidad del orden de los 25 m³/s y no menor de 15 m³/s para satisfacer sus necesidades futuras. Es necesario establecer contacto fluido con los promotores de este proyecto a fin de tomar una decisión más conveniente para México.

8.7.- Proyecto 7. Presa Santa Rosa para Ensenada.

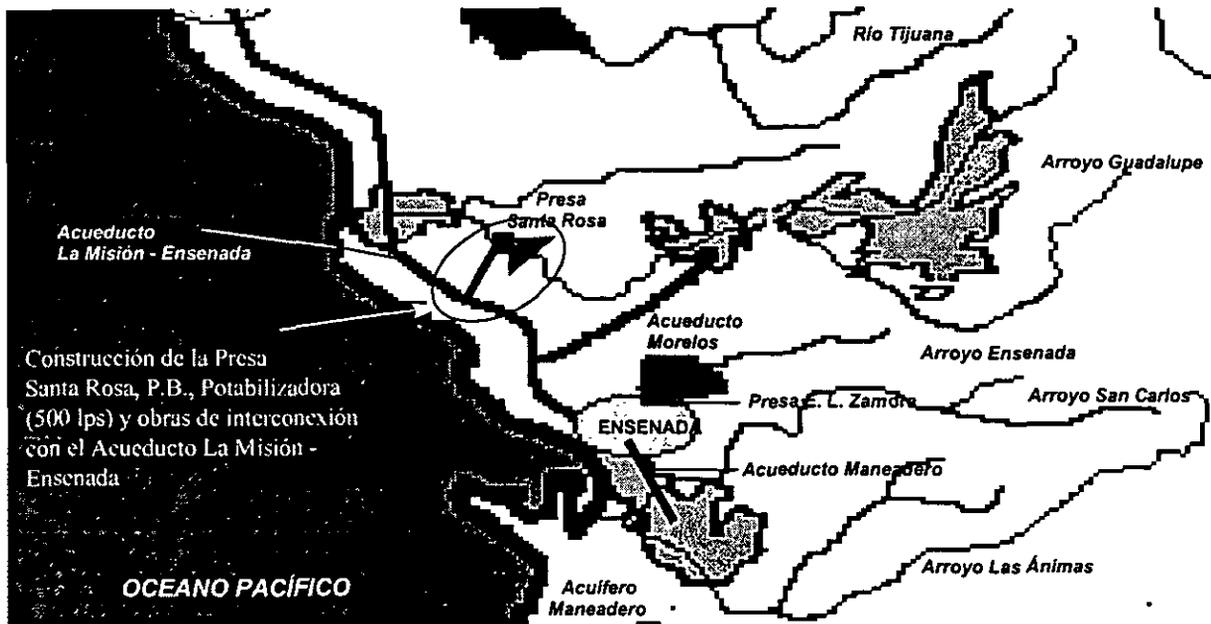
Este proyecto consiste en la construcción de la Presa Santa Rosa, planta de bombeo, planta potabilizadora con capacidad de 500 lps y obras de interconexión con el Acueducto La Misión - Ensenada. Esta presa servirá de soporte eventual para satisfacer la demanda de la ciudad de Ensenada, cuando se cuente con volúmenes almacenados en la presa.

En este sentido, si se considera que la presa Emilio López Zamora, en un período de 19 años de operación, ha derramado 9 años; esto es aproximadamente el 50% de las veces y dada la cercanía de los dos sitios, el proyecto de Santa Rosa pudiera mostrar ser de mayor relevancia, en un análisis más detallado.

En forma conservadora, se estima, que la presa Santa Rosa podría llenarse con una periodicidad de 4 años en el tiempo de su vida útil.

La inversión estimada para este proyecto es de 121 millones de pesos, por lo que resulta incluyendo los costos de operación y mantenimiento, un costo de \$ 3.85 por metro cúbico de agua suministrado. Se estima que la presa se llenará cada 4 años.

En el Anexo 9, se presenta la inversión y costos de operación y mantenimiento, obtenidos del "Estudio de Factibilidad Técnica y Económica de la presa Santa Rosa para Suministro de Agua Potable a la ciudad de Ensenada, realizado por CNA, en septiembre de 1994. La inversión y costos de operación, se actualizaron a esta fecha.



Proyecto 7.- Presa Santa Rosa

8.8.- Proyecto 8. Desalación de agua de mar Ensenada

Este proyecto consiste en la construcción de 3 módulos de desalación de agua de mar de 200 lps cada uno, para abastecer los incrementos de la demanda de la ciudad de Ensenada y zona conurbada, con inicio de operación en los años 2001, 2005 y 2014, respectivamente. Para estos módulos, se ha considerado la inclusión de líneas de conducción a los tanques de regulación existentes.

La inversión en este proyecto, se estima en 155 millones de pesos por módulo (465 millones de pesos en total, aplicados en el horizonte de planeación). A este importe es necesario agregar 31.8 millones de pesos por concepto de bombeo y conducción a la ciudad de Ensenada. De lo anterior, resulta un costo de \$ 8.66 por metro cúbico de agua suministrado. Los tres módulos serían suficientes para abastecer los incrementos de la demanda a lo largo del horizonte de planeación para las dos proyecciones consideradas "Base" y "Alta". Los costos de operación y mantenimiento se determinaron en función de los volúmenes de agua requeridos.

En el Anexo 11, se presentan las inversiones y costos de operación y mantenimiento, obtenidos del Estudio de Definición de Nuevas Fuentes de Abastecimiento para las Zonas Urbanas del Norte del Estado de Baja California, realizado en diciembre

de 1996, por la Gerencia de Proyectos de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la CNA.



Proyecto 8.- Desalación Ensenada

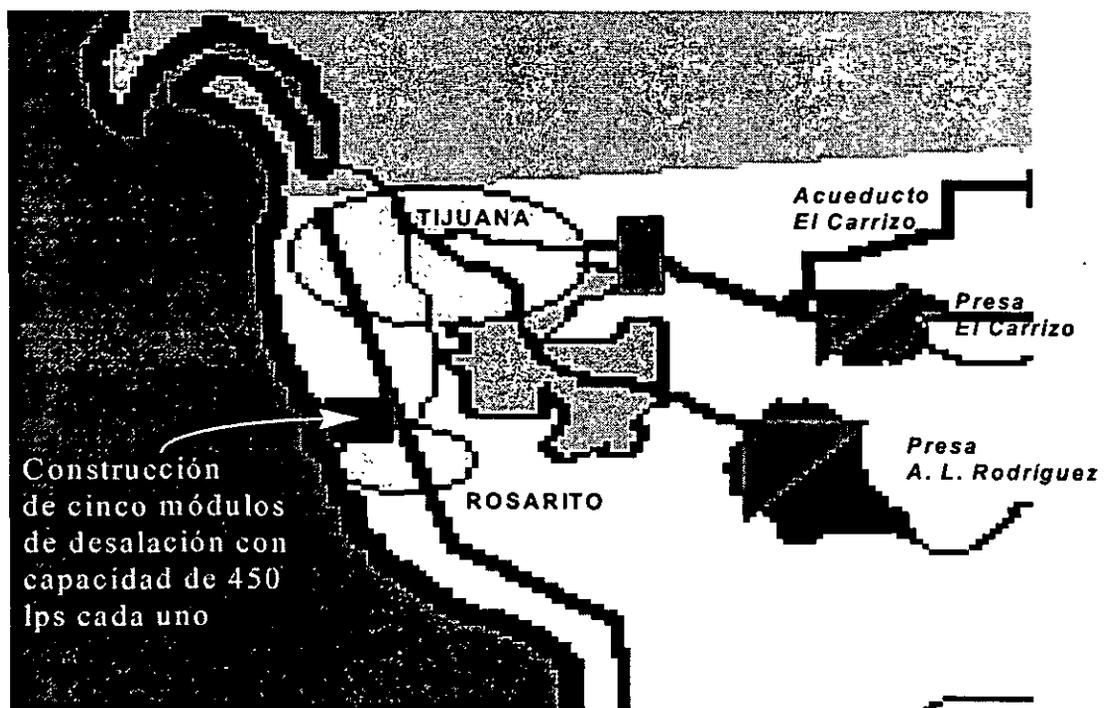
8.9.- Proyecto 9. Desalación de agua de mar para la ciudad de Tijuana y Playas de Rosarito

Este proyecto consiste en la construcción de 5 módulos de desalación de agua de mar de 520 lps cada uno para satisfacer los incrementos de la demanda en el tiempo de las ciudades de Tijuana y Rosarito, para la "Proyección Base"; con inicio de operación en los años 2005, 2008, 2011, 2015 y 2018, respectivamente. Construcción de líneas de conducción a los tanques de regulación existentes en Tijuana y Playas de Rosarito.

La inversión en este proyecto se estima en 400 millones de pesos por módulo (2,000 millones de pesos en total, aplicados en el horizonte de planeación). A este monto es necesario agregar 351.7 millones de pesos por concepto de bombeo y conducción a la ciudad de Tijuana. De lo anterior, resulta un costo de \$10.48 por metro cúbico de agua suministrado. Los costos de operación y mantenimiento se determinaron en función de los volúmenes de agua requeridos.

Para cubrir los incrementos de la demanda, resultantes de la "Proyección Alta", sería necesario construir 5 módulos de 725 lps cada uno, con inicio en operación en los años 2002, 2005, 2009, 2013 y 2017. La inversión es de 3,244.4 millones de pesos, incluyendo 454.7 millones por concepto de bombeo y conducción a la ciudad de Tijuana, que se aplicarían en el horizonte de planeación. De lo anterior resulta un costo de \$9.86 por metro cúbico de agua suministrado.

En el Anexo 11, se presentan las inversiones y costos de operación y mantenimiento, éstos fueron obtenidos del Estudio de Definición de Nuevas de Nuevas Fuentes de Abastecimiento para las Zonas Urbanas del Norte del Estado de Baja California, realizado en diciembre de 1996, por la Gerencia de Proyectos de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la CNA.



Proyecto 9.- Desalación Tijuana y Playas de Rosarito

8.10.- Proyecto 10. Tratamiento de Aguas Residuales y su Reuso Tijuana-Valle de Las Palmas

Existe una propuesta de un proyecto, actualmente a nivel conceptual, para conducir un caudal de 3.0 m³/s de las aguas residuales de la PTAR de San Antonio de los Buenos

y la PITAR al Valle de las Palmas, en donde se les daría tratamiento terciario para intercambio con los agricultores por agua de primer uso.

De los 3 m³/s, se inyectaría 1 m³/s al acuífero del Valle de las Palmas como recarga y se intercambiaría 1 m³/s a los agricultores, el restante, se enviaría al Valle de Guadalupe para satisfacer mediante intercambio con los agricultores de este Valle los déficits de Ensenada.

En el Valle de las Palmas se extraerían 2 m³/s de aguas salobres, las cuales se desalarían y se enviarían mediante otro acueducto a la Presa El Carrizo, en donde se mezclarían con las aguas del ARCT para abastecer parte de los incrementos de la demanda de Tijuana.

Para conocer la factibilidad de este proyecto, se requiere llevar a cabo estudios con mayor detalle.

8.11.- Proyecto 11. Tratamiento Avanzado de aguas residuales para consumo doméstico.

En la actualidad existen mundialmente, diversos casos en que las aguas residuales se tratan a nivel avanzado para su eventual uso doméstico, previo almacenamiento en una presa o infiltración a un acuífero.

También existen casos de mezcla directa de las aguas residuales tratadas a nivel terciario con caudales de aguas de primer uso. Se tiene información que un proyecto de este tipo se está instrumentando en San Diego, California.

Esta es una posibilidad que debe analizarse seriamente y con urgencia para las ciudades del norte del Estado.

8.12.- Proyecto 12 Aguas Subterráneas para abastecer la ciudad de Ensenada

La Gerencia de Aguas Subterráneas de la CNA, considera factible la sobreexplotación del acuífero del Valle de Guadalupe por un volumen anual entre 3.2 y 4.7 Mm³/año (100 y 150 lps), mediante la rehabilitación de los pozos de la batería-existente, en tanto se logre el abastecimiento de otras fuentes. Esta Gerencia y la de Proyectos de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, realizaron reconocimientos preliminares de esos pozos, concluyendo que su rendimiento es bajo con respecto al obtenido en los aforos originales. Actualmente está en proceso el diagnóstico de estos pozos, y de acuerdo con esta información, es posible extraer estos volúmenes durante un período

de 2 o 3 años, para resolver de manera inmediata el déficit en su demanda que presenta actualmente la ciudad de Ensenada.

La inversión en este proyecto para una capacidad de 150 lps se estima, considerando la rehabilitación o perforación de pozos, sustitución de su equipo mecánico, etc. en 10.2 millones de pesos aproximadamente, con lo que resulta un costo de \$ 2.18 por metro cúbico de agua suministrado, considerando los costos de operación y mantenimiento durante ese periodo de tiempo.



Proyecto 12.- Aguas Subterráneas Ensenada

8.13.- Proyecto 13. Aguas Subterráneas Tijuana (Acuífero Río Tijuana - Arroyo El Alamar)

De acuerdo con los datos del censo de extracciones de 1997, en este año, el volumen de extracción de este acuífero fue de 13.8 Mm³/año (438 lps) correspondiendo, 2.4 millones de m³/año (76 lps) a la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT) y 11.5 millones de m³/año (364 l/s) a los particulares.

De un estudio realizado recientemente y sujeto en la actualidad a revisión por parte de la Gerencia de Aguas Subterráneas, se indica que pueden extraerse de este acuífero

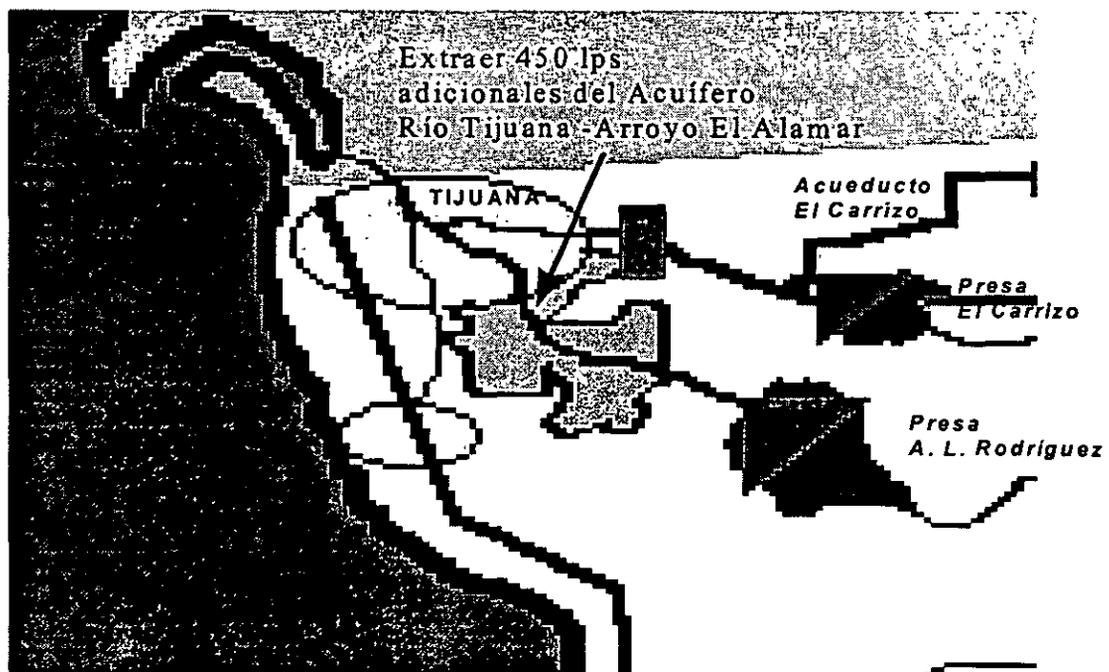
hasta 450 lps adicionales, que actualmente escurren al mar del Arroyo El Alamar y del Río Tijuana.

Este resultado deberá de tomarse con mucha reserva, pues una revisión preliminar por parte de esta Gerencia, indica que puede haber en el estudio un error conceptual en el planteamiento del balance de agua subterránea, de confirmarse esto, la disponibilidad adicional sería casi nula y solo cabría la posibilidad de captar agua salobre o contaminada para usos que no requieran agua potable.

En caso remoto, que se cuente con este volumen adicional, se explotaría 16 pozos que la CESPT tiene actualmente equipados y otros 13 que se encuentran abandonados, que podrían rehabilitarse o reubicarse en su caso.

El costo de inversión aproximada de este proyecto es de 14.5 millones de pesos, lo que resulta un costo de \$ 1.03 por metro cúbico de agua suministrada, incluyendo los costos de operación y mantenimiento. En la inversión no se incluye las interconexiones a las redes, ni a los tanques de regulación.

En el Anexo 6, se presenta el resumen del estudio de referencia, denominado "Proyecto Diagnóstico Actual y Propuesta de Explotación y Tratamiento de los Pozos de Agua Potable del Acuífero de la ciudad de Tijuana, B.C.", de la Gerencia Regional de la Península de B. C.



Proyecto 13.- Aguas Subterráneas Tijuana

9.- COSTOS COMPARATIVOS DE ABASTO

Para aquellos proyectos de suministro de agua de los cuales se cuenta con información razonablemente sustentada referente a costos de inversión, operación y mantenimiento, se obtuvieron los costos por metro cúbico suministrado para las dos proyecciones de la demanda "Base" y "Alta", mismos que se presentan en las tablas que se muestran en las siguientes hojas.

10.- POSIBLES ESTRATEGIAS DE SUMINISTRO.- ANALISIS COMPARATIVO Y SELECCION

Con el objeto de comparar los costos de diferentes formas de satisfacer las necesidades de abasto a las ciudades de la región en el tiempo, se analizan en lo que sigue tres estrategias opcionales que cumplen con ese objetivo para cada una de las proyecciones demográficas "Base" y "Alta"

Cada estrategia combina en forma diferente los proyectos individuales de suministro que se describen en las páginas que anteceden.

10.1.- ESTRATEGIA I. "Proyección Base"

- Regularizar las asignaciones del acuífero de Mesa Arenosa
- Compra de derechos de agua en el Valle de Mexicali
- a) Regularizar la situación actual y futura de las extracciones en Mexicali
- b). Regularizar la situación actual y futura de las extracciones de Tijuana-Rosarito y Tecate
- Proyecto 12.- Explotar por 2 o 3 años 150 lps adicionales a la extracción actual en el acuífero de Guadalupe.
- Proyecto 8.- Construcción de 3 módulos de desalación de 200 lps cada uno en Ensenada.
- Proyecto 1.- Rehabilitación del Acueducto Río Colorado-Tijuana hasta llevarlo a conducir 3.8 m³/s constantes.
- Proyecto 9.- Construcción de 5 módulos de desalación de 520 lps cada uno en Playas de Rosarito.

La inversión estimada de esta estrategia es de 3,519.1 millones de pesos con un costo ponderado por metro cubico suministrado de \$ 9.74. Esta estrategia incluye la compra de derechos de agua para las ciudades de Mexicali, Tijuana-Rosarito y Tecate, ya que al rehabilitar el acueducto y llevarlo a un gasto de 3.8 m³/s, se rebasará aún más la asignación de estas últimas tres ciudades. La inversión por compra de derechos que habrá de realizarse será de aproximadamente 70.3 millones de pesos, (114.2 millones de m³ a un precio actual de los derechos en el Valle de Mexicali).

En ese sentido, la CNA considera conveniente asignar los volúmenes de agua disponibles para uso urbano de acuerdo con la situación real. Eso implica cancelar asignaciones de agua del Río Colorado para uso agrícola por un total de 174.3 millones de metros cúbicos por año. Estas asignaciones serían sustituidas por el agua de Mesa Arenosa por el mismo volumen. Correspondientemente será necesario cancelar las asignaciones de Mesa Arenosa para uso urbano, sustituyéndolas por las

aguas del Río Colorado para dichos usos. En todo caso los usuarios urbanos deberán seguir pagando a los usuarios del Distrito de Riego los costos de bombeo de los volúmenes extraídos de Mesa Arenosa hasta un máximo de 174.3 millones de metros cúbicos; así como los derechos de utilización de la infraestructura de conducción.

Con estas acciones se tendría resuelto el problema de abastecimiento a las ciudades de Baja California hasta el año 2020.

10.2.- ESTRATEGIA II. "Proyección Base"

- Regularizar las asignaciones del acuífero de Mesa Arenosa
- Compra de derechos de agua en el Valle de Mexicali
 - a) Regularizar la situación actual y futura de las extracciones en Mexicali
 - b). Regularizar la situación actual y futura de las extracciones de Tijuana-Rosarito y Tecate
- Proyecto 12.- Explotar por 2 o 3 años 150 lps adicionales a la extracción actual en el acuífero de Guadalupe.
- Proyecto 8.- Construcción de 3 módulos de desalación de 200 lps cada uno en Ensenada.
- Proyecto 1.- Rehabilitación del Acueducto Río Colorado-Tijuana hasta llevarlo a conducir 3.8 m³/s constantes.
- Proyecto 2.- Construcción de un Acueducto paralelo al existente de la PBO a la potabilizadora El Florido con capacidad de 3.0 m³/s.

La inversión estimada de esta estrategia es de 2,717 millones de pesos con un costo ponderado por metro cubico de \$ 10.05

Esta estrategia incluye la compra de derechos de agua para las ciudades de Mexicali, Tijuana-Rosarito y Tecate por 139.6 millones pesos, correspondiente a los Proyectos 1 y 2 y Mexicali (compra de 226.8 millones de m³ en total).

Con estas acciones se tendría resuelto el problema de abastecimiento a las ciudades de Baja California hasta el año 2020.

10.3.- ESTRATEGIA III. "Proyección Base"

- Regularizar las asignaciones del acuífero de Mesa Arenosa
- Compra de derechos de agua en el Valle de Mexicali
 - a) Regularizar la situación actual y futura de las extracciones en Mexicali

b). Regularizar la situación actual y futura de las extracciones de Tijuana-Rosarito, Tecate y Ensenada

- Proyecto 12.- Explotar por 2 o 3 años 150 lps adicionales a la extracción actual en el acuífero de Guadalupe.
- Proyecto 4.- Construcción de un Acueducto paralelo al existente, sin túnel desde la PBO a la potabilizadora El Florido y al Valle de Guadalupe, con capacidad de 4.0 m³/s.
- Proyecto 1.- Rehabilitación del Acueducto Río Colorado-Tijuana hasta llevarlo a conducir 3.8 m³/s constantes.

La inversión de esta estrategia es de 3,131.6 millones de pesos con un costo ponderado por metro cubico de \$12.38

En esta estrategia se incluye la compra de derechos de agua para las cinco ciudades, por 157.2 millones pesos (compra de 255.4 millones de m³ en total).

Con estas acciones se tendría resuelto el problema de abastecimiento a las ciudades de Baja California más allá del año 2020.

Para satisfacer el incremento de la demanda de la "Proyección Alta", se proponen las estrategias siguientes:

10a.1.- ESTRATEGIA I. "Proyección Alta"

- Regularizar las asignaciones del acuífero de Mesa Arenosa
 - Compra de derechos de agua en el Valle de Mexicali
- a) Regularizar la situación actual y futura de las extracciones en Mexicali
- b). Regularizar la situación actual y futura de las extracciones de Tijuana-Rosarito y Tecate
- Proyecto 12.- Explotar por 2 o 3 años 150 lps adicionales a la extracción actual en el acuífero de Guadalupe.
 - Proyecto 8.- Construcción de 3 módulos de desalación de 200 lps cada uno en Ensenada.
 - Proyecto 1.- Rehabilitación del Acueducto Río Colorado-Tijuana hasta llevarlo a conducir 3.8 m³/s constantes.
 - Proyecto 9.- Construcción de 5 módulos de desalación de 725 lps cada uno en Playas de Rosarito.

La inversión estimada de esta estrategia es de 4,410.6 millones de pesos con un costo ponderado por metro cubico suministrado de \$ 9.28. Esta estrategia incluye la compra de derechos de agua para las ciudades de Mexicali, Tijuana-Rosarito y Tecate, ya que al rehabilitar el acueducto y llevarlo a 3.8 m³/s de gasto, se rebasará aún más la asignación de estas últimas tres ciudades. La inversión por compra de derechos que

habrá de realizarse será de aproximadamente 68.7 millones de pesos, (111.7 millones de m³ a un precio actual de los derechos en el Valle de Mexicali).

Con estas acciones se tendría resuelto el problema de abastecimiento a las ciudades de Baja California hasta el año 2020.

10a.2.- ESTRATEGIA II. "Proyección Alta"

- Regularizar las asignaciones del acuífero de Mesa Arenosa
- Compra de derechos de agua en el Valle de Mexicali
- a) Regularizar la situación actual y futura de las extracciones en Mexicali
- b). Regularizar la situación actual y futura de las extracciones de Tijuana-Rosarito y Tecate
- Proyecto 12.- Explotar por 2 o 3 años 150 lps adicionales a la extracción actual en el acuífero de Guadalupe.
- Proyecto 8.- Construcción de 3 módulos de desalación de 200 lps cada uno en Ensenada.
- Proyecto 1.- Rehabilitación del Acueducto Río Colorado-Tijuana hasta llevarlo a conducir 3.8 m³/s constantes.
- Proyecto 2.- Construcción de un Acueducto paralelo al existente de la PBO a la potabilizadora El Florido con capacidad de 4.0 m³/s.

La inversión estimada de esta estrategia es de 3,301 millones de pesos con un costo ponderado por metro cubico de \$ 9.47

Esta estrategia incluye la compra de derechos de agua para las ciudades de Mexicali, Tijuana-Rosarito y Tecate por 161.1 millones pesos (compra de 261.9 millones de m³ en total).

Con estas acciones se tendría resuelto el problema de abastecimiento a las ciudades de Baja California hasta el año 2020.

10a.3.- ESTRATEGIA III. "Proyección Alta"

- Regularizar las asignaciones del acuífero de Mesa Arenosa
 - Compra de derechos de agua en el Valle de Mexicali
- a) Regularizar la situación actual y futura de las extracciones en Mexicali
- b). Regularizar la situación actual y futura de las extracciones de Tijuana-Rosarito, Tecate y Ensenada
- Proyecto 12.- Explotar por 2 o 3 años 150 lps adicionales a la extracción actual en el acuífero de Guadalupe.
 - Proyecto 4.- Construcción de un Acueducto paralelo al existente, sin túnel desde la PBO al la potabilizadora El Florido y al Valle de Guadalupe, con capacidad de 4.5 m³/s.
 - Proyecto 1.- Rehabilitación del Acueducto Río Colorado-Tijuana hasta llevarlo a conducir 3.8 m³/s constantes.

La inversión de esta estrategia es de 3,324.2 millones de pesos con un costo ponderado por metro cúbico de \$ 9.93.

En esta estrategia se incluye la compra de derechos de agua para las cinco ciudades, por 167.2 millones pesos (compra de 271.6 millones de m³ en total).

Con estas acciones se tendría resuelto el problema de abastecimiento a las ciudades de Baja California más allá del año 2020.

COSTOS DE INVERSION, OPERACION Y MANTENIMIENTO PARA CADA UNA DE LAS ESTRATEGIAS ANALIZADAS

Las dos tablas de las siguientes hojas, resumen los resultados de los análisis de costos, para las estrategias de la "Proyección Base" y "Proyección Alta". El análisis se realizó con un horizonte al año 2020 (23 años), con una tasa de descuento del 12%. El valor del metro cúbico suministrado se calculó con el concepto de costo marginal dividiendo el VPN de las inversiones y costos de operación y mantenimiento entre el valor actualizado de los volúmenes suministrados en el tiempo.

En el Anexo 9, se presentan las inversiones, los volúmenes de agua requeridos por año de las localidades en estudio, los costos de operación y mantenimiento anuales y el cálculo de los costos promedio por metro cúbico suministrado para cada una de las tres estrategias de las dos proyecciones demográficas.

ESTRATEGIA PROPUESTA

Sujeto a la confirmación derivada de información adicional de mayor detalle, puede concluirse en forma preliminar que la estrategia de suministro favorable es la I, analizada para ambas proyecciones ("base" y "alta"). La variación en el costo promedio por metro cúbico suministrado entre esta estrategia y la estrategia II, no pasa del 3%.

En efecto, tal como se establece en las tablas anteriores para las dos proyecciones, la opción más económica parece ser la de incluir plantas desaladoras modulares de agua de mar, ya que resulta con un costo por metro cúbico suministrado menor en un 2% o 3%, respecto al correspondiente a la opción en que el incremento del suministro se obtiene por medio de un acueducto. Debido al escaso margen que resulta del costo promedio del metro cúbico de agua suministrado entre cada una de las estrategias presentadas, es conveniente para definir con mayor precisión la estrategia más adecuada, analizar con mayor detalle los montos de inversión y los costos de operación y mantenimiento de los proyectos, para lo cual es necesario llevar a cabo los estudios necesarios con los que se cuenta a la fecha a un mayor detalle.

Por otra parte, si bien la construcción y operación de un nuevo acueducto se basa en tecnología bien conocida y probada, dicha opción haría depender prácticamente todo el suministro de agua a Tijuana - Rosarito de una sola fuente, con costos de oportunidad significativos. Además tanto el acueducto actual como el nuevo estarían sujetos a riesgos similares de falla o algún otro imprevisto, por lo que es conveniente estudiar e incluir en su construcción vasos reguladores para aminorar este efecto. Es oportuno también analizar las implicaciones sociales que se generarán por la compra de derechos de agua a los agricultores del Distrito de Riego 014 del Valle de Mexicali.

Si se decide por la estrategia de desalación; las necesidades futuras de abasto se cubrirían para Mexicali con la compra de derechos de agua actualmente utilizada en la agricultura y para el resto de las ciudades con la explotación adicional de acuíferos locales y la construcción de plantas desaladoras para Tijuana - Rosarito y Ensenada.

Al futuro deberá analizarse adicionalmente la posibilidad de reciclar e intercambiar aguas en sus diversas modalidades.

En las tablas y gráficas siguientes se muestra la forma en que las acciones de la estrategia propuesta satisfacen los incrementos de la demanda para la "Proyección Base" y "Proyección Alta".

11.- OBRAS DE DISTRIBUCIÓN, ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Dentro del programa general de inversión para el suministro de agua potable y saneamiento que se tiene previsto para incrementar la cobertura y eficiencia de los servicios de las localidades del Norte del Estado, se tiene contemplado la construcción de obras complementarias para una adecuada distribución del agua y la recolección y tratamiento de aguas residuales.



CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS PROMEDIOS DE LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS PARA EL ABASTECIMIENTO AL AÑO 2020

"PROYECCION ALTA" ALTERNATIVAS	CAPACIDAD INSTALADA (m3/s)	CAPACIDAD INSTALADA (Mill.m3)	INVERSION (Mill \$)	COSTO PROMEDIO DE INVERSION (\$/m3)	COSTO PROMEDIO DE OPERACIÓN (\$/m3)	TOTAL COSTO (\$/m3)	INICIO DE OPERACIÓN
PROYECTO 1a: REHABILITACION DEL ARCT PARA CONducIR UN GASTO DE 3.8 m3/s; (500 lps adicionales)	3.8	120	628.53	6.19	2.21	8.40	2000
PROYECTO 2a: ALTERNATIVA DEL ARCT SIN TUNEL, SIN INCLUIR ENSENADA (4.0 m3/s)	4.0	126	2,135.20	8.04	2.14	10.18	2002
PROYECTO 3a: ALTERNATIVA DEL ARCT CON TUNEL, SIN INCLUIR ENSENADA (4.0 m3/s)	4.0	126	2,909.77	10.85	1.44	12.29	2003 <small>No cubre déficit en el año 2002.</small>
PROYECTO 4a: ALTERNATIVA DEL ARCT SIN TUNEL, INCLUYENDO ENSENADA (4.5 m3/s)	4.5	142	2,656.10	8.26	2.38	10.64	2002
PROYECTO 5a: ALTERNATIVA DEL ARCT CON TUNEL, INCLUYENDO ENSENADA (4.5 m/s)	4.5	142	3,139.24	9.85	1.49	11.34	2003 <small>No cubre déficit en el año 2002.</small>
PROYECTO 6a: ACUEDUCTO BINACIONAL	EN ESTUDIO						
PROYECTO 7a: PRESA SANTA ROSA PARA ENSENADA (500 lps eventuales).	0.5	16	121.20	2.16	1.69	3.85	2001 <small>Como apoyo eventual</small>
PROYECTO 8a: DESALACION ENSENADA (3 módulos de 200 lps).	0.6	19	496.94	5.25	3.25	8.50	2001 2006 2014
PROYECTO 9a: DESALACION TIJUANA - ROSARITO (5 módulos de 725 lps)	3.6	114	3,244.43	6.28	3.58	9.86	2002, 2005 2009, 2013 2017
PROYECTO 10a: INTERCAMBIO DE AGUA VALLE DE LAS PALMAS	EN ESTUDIO						
PROYECTO 11a: TRAT. AVANZADO DE AGUAS RESIDUALES PARA CONSUMO DOMÉSTICO	EN ESTUDIO						
PROYECTO 12a: AGUAS SUBTERRANEAS (GUADALUPE) ENSENADA EXTRACCION DE 0.15 m3/s (durante 3 años).	0.15	5	10.20	1.04	0.64	1.68	1999
PROYECTO 13a: AGUAS SUBTERRANEAS TIJUANA (450 l/s)	0.89	28	14.5	0.35	0.68	1.03	2002 <small>No se incluyó en estrategias</small>

CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS PROMEDIOS DE LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS PARA EL ABASTECIMIENTO AL AÑO 2020



"PROYECCION ALTA"

ALTERNATIVAS	CAPACIDAD INSTALADA (m3/s)	CAPACIDAD INSTALADA (Mill.m3)	INVERSION (Mill \$)	COSTO PROMEDIO DE INVERSION (\$/m3)	COSTO PROMEDIO DE OPERACIÓN (\$/m3)	TOTAL COSTO (\$/m3)	INICIO DE OPERACIÓN
PROYECTO 1a: REHABILITACION DEL ARCT PARA CONducIR UN GASTO DE 3.8 m3/s; (500 lps adicionales)	3.8	120	626.53	6.19	2.21	8.40	2000
PROYECTO 2a: ALTERNATIVA DEL ARCT SIN TUNEL, SIN INCLUIR ENSENADA (4.0 m3/s)	4.0	126	2,135.20	8.04	2.14	10.18	2002
PROYECTO 3a: ALTERNATIVA DEL ARCT CON TUNEL, SIN INCLUIR ENSENADA (4.0 m3/s)	4.0	126	2,909.77	10.85	1.44	12.29	2003 <small>No cubre déficit en el año 2002.</small>
PROYECTO 4a: ALTERNATIVA DEL ARCT SIN TUNEL, INCLUYENDO ENSENADA (4.5 m3/s)	4.5	142	2,656.10	8.26	2.38	10.64	2002
PROYECTO 5a: ALTERNATIVA DEL ARCT CON TUNEL, INCLUYENDO ENSENADA (4.5 m/s)	4.5	142	3,139.24	9.85	1.49	11.34	2003 <small>No cubre déficit en el año 2002.</small>
PROYECTO 6a: ACUEDUCTO BINACIONAL	EN ESTUDIO						
PROYECTO 7a: PRESA SANTA ROSA PARA ENSENADA (500 lps eventuales).	0.5	16	121.20	2.16	1.69	3.85	2001 <small>Como apoyo eventual</small>
PROYECTO 8a: DESALACION ENSENADA (3 módulos de 200 lps).	0.6	19	496.94	5.25	3.25	8.50	2001 2006 2014
PROYECTO 9a: DESALACION TIJUANA - ROSARITO (5 módulos de 725 lps)	3.6	114	3,244.43	6.28	3.58	9.86	2002, 2005 2009, 2013 2017
PROYECTO 10a: INTERCAMBIO DE AGUA VALLE DE LAS PALMAS	EN ESTUDIO						
PROYECTO 11a: TRAT. AVANZADO DE AGUAS RESIDUALES PARA CONSUMO DOMÉSTICO	EN ESTUDIO						
PROYECTO 12a: AGUAS SUBTERRANEAS (GUADALUPE) ENSENADA EXTRACCION DE 0.15 m3/s (durante 3 años).	0.15	5	10.20	1.04	0.64	1.68	1999
PROYECTO 13a: AGUAS SUBTERRANEAS TIJUANA (450 l/s)	0.89	28	14.5	0.35	0.68	1.03	2002 <small>No se incluye en estrategias</small>

5/5

**PROYECTO BAJA CALIFORNIA
ANALISIS COMPARATIVO DE ESTRATEGIAS**



	VOLUMEN ACTUALIZAD O (Mill. m3)	INVERSION (Mill \$)	VPN DE LA INVERSION (Mill \$)	VPN DEL COSTO DE OPERACIÓN (Mill\$)	TOTAL VPN	PORCENTAJE DE DESVIACION
ESTRATEGIAS: Proyección Alta.						
ESTRATEGIA I						
AGUAS SUBTERRANEAS (GUADALUPE) ENSENADA	5.83	10.20	9.11	3.70	12.81	
REHABILITACION DEL ARCT	86.72	590.00	347.94	203.88	551.82	
DESALACION TIJUANA - ROSARITO	191.76	3,244.73	1,361.09	686.52	2,047.60	
DESALACION ENSENADA	43.75	496.94	230.01	142.00	372.01	
COMPRA DE DERECHOS		68.73	61.37		61.37	
TOTAL	328.06	4,410.60	2,009.51	1,036.10	3,045.61	
COSTO/\$M3 SUMINISTRADO			\$/m3 DE INVERSION	\$/m3 DE OPERACIÓN	TOTAL	
			6.13	3.16	9.28	100%
ESTRATEGIA II						
AGUAS SUBTERRANEAS (GUADALUPE) ENSENADA	5.83	10.20	9.11	3.70	12.81	
REHABILITACION DEL ARCT	86.72	590.00	504.26	203.88	708.14	
NUEVO ACUEDUCTO SIN TUNEL, SIN ENSENADA (4 m3/s)	191.76	2,042.75	1,458.58	411.13	1,869.71	
DESALACION ENSENADA	43.75	496.94	230.01	142.00	372.01	
COMPRA DE DERECHOS		161.14	143.88		143.88	
TOTAL	328.05	3,301.03	2,345.83	760.71	3,106.54	
COSTO/\$M3 SUMINISTRADO			\$/m3 DE INVERSION	\$/m3 DE OPERACIÓN	TOTAL	
			7.15	2.32	9.47	102%
ESTRATEGIA III						
AGUAS SUBTERRANEAS (GUADALUPE) ENSENADA	8.75	10.20	9.11	5.56	14.67	
REHABILITACION DEL ARCT	86.72	590.00	504.26	203.88	708.14	
NUEVO ACUEDUCTO SIN TUNEL TIJUANA-ROSARITO	191.76	2,028.90	1,456.62	431.68	1,888.30	
NUEVO ACUEDUCTO SIN TUNEL, CON ENSENADA (4.5 m3/s)	40.82	527.97	375.42	122.71	498.13	
COMPRA DE DERECHOS		167.16	149.25		149.25	
TOTAL	328.06	3,324.23	2,494.66	763.83	3,258.49	
COSTO (\$/m3) SUMINISTRADO			\$/m3 DE INVERSION	\$/m3 DE OPERACIÓN	TOTAL	
			7.60	2.33	9.93	107%

**PROPUESTA DE UNA ESTRATEGIA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A LAS PRINCIPALES
CIUDADES DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA
(CNA-GOBIERNO DEL ESTADO)
(Proyección Base).**



POBLACION (HAB)

LOCALIDAD	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MEXICALI	547,300	562,405	577,190	591,620	605,630	619,192	632,372	645,245	657,822	670,099	682,071	693,733
TECATE	69,992	72,743	75,521	78,323	81,135	83,967	86,813	89,695	92,610	95,556	98,518	101,503
TIJUANA	1,107,440	1,151,627	1,196,258	1,241,286	1,286,687	1,332,330	1,378,402	1,425,021	1,472,188	1,519,874	1,568,026	1,616,601
PLAYAS DE ROSARITO	51,637	53,697	55,781	57,881	59,999	62,130	64,278	66,452	68,652	70,875	73,120	75,385
ENSENADA	231,350	239,609	247,883	256,149	264,394	272,601	280,796	289,010	297,240	305,482	313,726	321,966
TOTAL	2,007,719	2,080,081	2,152,633	2,225,259	2,297,825	2,370,220	2,442,661	2,515,423	2,588,513	2,661,685	2,735,461	2,809,189

TASAS DE CRECIMIENTO DE LA POBLACION (%)

LOCALIDAD	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MEXICALI	2.89	2.76	2.63	2.50	2.37	2.24	2.13	2.04	1.95	1.87	1.79	1.71
TECATE	4.05	3.93	3.82	3.71	3.59	3.49	3.39	3.32	3.26	3.18	3.10	3.03
TIJUANA	4.11	3.99	3.88	3.78	3.68	3.58	3.48	3.38	3.31	3.24	3.17	3.10
PLAYAS DE ROSARITO	4.11	3.99	3.88	3.78	3.68	3.58	3.48	3.38	3.31	3.24	3.17	3.10
ENSENADA	3.70	3.57	3.45	3.33	3.22	3.10	3.01	2.93	2.85	2.77	2.70	2.63
TASA PROMEDIO	3.73	3.60	3.49	3.37	3.26	3.15	3.06	2.98	2.91	2.83	2.76	2.70

COBERTURA DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE (%)

LOCALIDAD	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MEXICALI	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
TECATE	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97
TIJUANA	95	97	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
PLAYAS DE ROSARITO	70	80	90	91	92	93	94	95	95	95	95	95
ENSENADA	95	95	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96

POBLACION SERVIDA DE AGUA POTABLE (Hab)

LOCALIDAD	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MEXICALI	536,354	551,157	565,646	579,788	593,517	606,808	619,725	632,340	644,666	656,697	668,430	679,858
TECATE	67,892	70,560	73,256	75,974	78,701	81,448	84,209	87,005	89,832	92,689	95,562	98,458
TIJUANA	1,052,068	1,117,078	1,172,333	1,216,460	1,260,934	1,305,883	1,350,834	1,396,520	1,442,744	1,489,476	1,536,666	1,584,269
PLAYAS DE ROSARITO	36,146	42,958	50,203	52,871	55,199	57,781	60,421	63,129	65,219	67,331	69,464	71,616
ENSENADA	218,626	227,629	236,728	244,623	252,496	260,334	268,160	276,005	283,865	291,735	299,609	307,478
TOTAL	1,911,086	2,009,382	2,098,166	2,169,515	2,240,848	2,312,055	2,383,348	2,454,999	2,526,326	2,597,928	2,669,730	2,741,679

CONSUMO (l/hab/día)

LOCALIDAD	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MEXICALI	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
PERDIDAS	33%	32%	30%	29%	28%	27%	26%	25%	25%	25%	25%	25%
TECATE	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
PERDIDAS	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
TIJUANA	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
PERDIDAS	26%	24%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%
PLAYAS DE ROSARITO	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
PERDIDAS	40%	38%	35%	34%	33%	32%	31%	30%	29%	28%	27%	26%
ENSENADA	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
PERDIDAS	32%	31%	30%	29%	28%	27%	26%	25%	25%	25%	25%	25%

DEMANDA TEORICA (l/s)

LOCALIDAD	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MEXICALI	2,780	2,794	2,806	2,835	2,862	2,886	2,908	2,928	2,985	3,040	3,095	3,147
TECATE	210	218	226	234	243	251	260	269	277	286	295	304
TIJUANA	3,291	3,402	3,479	3,610	3,742	3,875	4,009	4,144	4,282	4,420	4,560	4,702
PLAYAS DE ROSARITO	139	159	179	185	191	197	203	209	213	216	220	224
ENSENADA	744	764	783	798	812	828	839	852	876	900	925	949
TOTAL	7,164	7,337	7,473	7,662	7,850	8,035	8,218	8,401	8,632	8,864	9,095	9,328

OFERTA (l/s)

LOCALIDAD	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MEXICALI	2,657	2,657	2,657	2,657	2,657	2,657	2,657	2,657	2,657	2,657	2,657	2,657
TECATE	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232
TIJUANA	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612
PLAYAS DE ROSARITO	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
ENSENADA	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649
TOTAL	7,290											

SUPERAVIT o DEFICIT (l/s)

LOCALIDAD	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MEXICALI	-123	-137	-149	-178	-205	-229	-251	-271	-328	-383	-438	-490
TECATE	22	14	6	-2	-11	-19	-28	-37	-45	-54	-63	-72
TIJUANA	321	210	133	2	-130	-263	-397	-532	-670	-808	-948	-1,090
PLAYAS DE ROSARITO	1	-19	-39	-45	-51	-57	-63	-69	-73	-76	-80	-84
ENSENADA	-95	-115	-134	-149	-163	-177	-190	-203	-227	-251	-276	-300
TOTAL	126	-47	-183	-372	-569	-745	-928	-1,111	-1,342	-1,574	-1,805	-2,038

**PROPUESTA DE UNA ESTRATEGIA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A LAS PRINCIPALES
CIUDADES DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA
(CNA-GOBIERNO DEL ESTADO)
(Proyección Base).**



POBLACION (HAB)

LOCALIDAD	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MEXICALI	705,100	716,170	726,984	737,526	747,777	757,723	767,421	776,784	785,872	794,753	803,338
TECATE	104,511	107,531	110,564	113,615	116,683	119,751	122,829	125,912	129,010	132,108	135,197
TIJUANA	1,665,591	1,714,892	1,764,453	1,814,387	1,864,645	1,914,991	1,965,548	2,016,257	2,067,067	2,118,124	2,169,170
PLAYAS DE ROSARITO	77,669	79,968	82,280	84,608	86,952	89,299	91,657	94,022	96,391	98,772	101,152
ENSENADA	330,201	338,423	346,847	354,828	362,989	371,120	379,210	387,249	395,227	403,171	411,033
TOTAL	2,883,072	2,956,985	3,030,827	3,104,963	3,179,045	3,252,884	3,326,664	3,400,225	3,473,567	3,546,925	3,619,558

TASAS DE CRECIMIENTO

LOCALIDAD	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MEXICALI	1.64	1.57	1.51	1.45	1.39	1.33	1.28	1.22	1.17	1.13	1.08
TECATE	2.96	2.89	2.82	2.76	2.70	2.63	2.57	2.51	2.46	2.40	2.34
TIJUANA	3.03	2.96	2.89	2.83	2.77	2.70	2.64	2.58	2.52	2.47	2.41
PLAYAS DE ROSARITO	3.03	2.96	2.89	2.83	2.77	2.70	2.64	2.58	2.52	2.47	2.41
ENSENADA	2.56	2.49	2.43	2.38	2.30	2.24	2.18	2.12	2.06	2.01	1.95
TASA PROMEDIO	2.63	2.56	2.50	2.44	2.39	2.32	2.27	2.21	2.16	2.11	2.06

COBERTURA DEL SERVICIO

LOCALIDAD	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MEXICALI	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
TECATE	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97
TIJUANA	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
PLAYAS DE ROSARITO	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
ENSENADA	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96

POBLACION SERVIDA DE

LOCALIDAD	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MEXICALI	690,968	701,847	712,445	722,775	732,822	742,568	752,073	761,248	770,155	778,858	787,269
TECATE	101,375	104,305	107,247	110,207	113,182	116,159	119,144	122,135	125,139	128,143	131,141
TIJUANA	1,632,279	1,680,594	1,729,164	1,778,099	1,827,352	1,876,691	1,926,235	1,975,932	2,025,726	2,075,761	2,125,787
PLAYAS DE ROSARITO	73,786	75,970	78,166	80,378	82,604	84,834	87,074	89,321	91,571	93,833	96,095
ENSENADA	315,342	323,194	331,048	338,860	346,654	354,419	362,146	369,823	377,442	385,028	392,536
TOTAL	2,813,781	2,885,911	2,958,068	3,030,319	3,102,614	3,174,672	3,246,672	3,318,459	3,390,033	3,461,623	3,532,828

CONSUMO (l/hab/día)

LOCALIDAD	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MEXICALI	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
PERDIDAS	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
TECATE	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
PERDIDAS	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
TIJUANA	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
PERDIDAS	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%
PLAYAS DE ROSARITO	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
PERDIDAS	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
ENSENADA	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
PERDIDAS	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%

DEMANDA TEORICA (l/s)

LOCALIDAD	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MEXICALI	3,199	3,249	3,298	3,346	3,393	3,438	3,482	3,524	3,566	3,606	3,645
TECATE	313	322	331	340	349	359	368	377	386	396	405
TIJUANA	4,844	4,988	5,132	5,277	5,423	5,569	5,717	5,864	6,012	6,160	6,309
PLAYAS DE ROSARITO	228	234	241	248	255	262	269	276	283	290	297
ENSENADA	973	998	1,022	1,048	1,070	1,094	1,118	1,141	1,165	1,188	1,212
TOTAL	9,557	9,791	10,024	10,257	10,490	10,722	10,953	11,182	11,411	11,640	11,868

OFERTA (l/s)

LOCALIDAD	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MEXICALI	2,657	2,657	2,657	2,657	2,657	2,657	2,657	2,657	2,657	2,657	2,657
TECATE	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232
TIJUANA	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612
PLAYAS DE ROSARITO	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
ENSENADA	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649
TOTAL	7,290										

SUPERAVIT o DEFICIT (l/s)

LOCALIDAD	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MEXICALI	-542	-592	-641	-689	-736	-781	-825	-867	-909	-949	-988
TECATE	-81	-90	-99	-108	-117	-127	-136	-145	-154	-164	-173
TIJUANA	-1,232	-1,376	-1,520	-1,665	-1,811	-1,957	-2,105	-2,252	-2,400	-2,548	-2,697
PLAYAS DE ROSARITO	-88	-94	-101	-108	-115	-122	-129	-136	-143	-150	-157
ENSENADA	-324	-349	-373	-397	-421	-445	-469	-492	-516	-539	-563
TOTAL	-2,267	-2,501	-2,734	-2,967	-3,200	-3,432	-3,663	-3,892	-4,121	-4,350	-4,576



**PROPUESTA DE UNA ESTRATEGIA DE ABASTECIMIENTO A LAS PRINCIPALES
CIUDADES DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA
(CNA - GOBIERNO DEL ESTADO)
"Proyección Alta"**

POBLACION (hab)

LOCALIDAD	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MEXICALI	540,680	554,305	567,830	581,231	594,483	607,562	620,442	633,099	645,508	657,643	669,481	680,966
TECATE	67,939	70,287	72,684	75,131	77,625	80,168	82,758	85,394	88,078	90,802	93,572	96,384
TIJUANA	1,151,515	1,215,645	1,280,540	1,345,944	1,411,581	1,477,160	1,542,377	1,606,913	1,670,439	1,732,621	1,793,119	1,851,589
PLAYAS DE ROSARITO	60,583	66,612	72,612	78,828	85,087	91,323	97,455	103,401	109,074	114,389	119,260	123,606
ENSENADA	231,350	239,266	247,265	255,339	263,475	271,665	279,897	288,158	296,438	304,723	313,002	321,260
TOTAL	2,052,067	2,146,014	2,240,832	2,336,469	2,432,252	2,527,879	2,622,929	2,716,965	2,809,535	2,900,179	2,988,433	3,073,835

TASAS DE CRECIMIENTO DE LA POBLACION (%)

LOCALIDAD	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MEXICALI	2.50	2.52	2.44	2.38	2.28	2.20	2.12	2.04	1.96	1.88	1.80	1.72
TECATE	3.50	3.48	3.41	3.37	3.32	3.28	3.23	3.19	3.14	3.10	3.05	3.01
TIJUANA	5.80	5.57	5.34	5.11	4.88	4.65	4.42	4.18	3.95	3.72	3.49	3.26
PLAYAS DE ROSARITO	10.40	9.79	9.17	8.56	7.94	7.33	6.72	6.10	5.49	4.87	4.26	3.64
ENSENADA	3.50	3.42	3.34	3.27	3.19	3.11	3.03	2.95	2.87	2.80	2.72	2.64
TASA PROMEDIO	6.67	6.58	6.42	6.28	6.10	5.93	5.76	5.59	5.41	5.23	5.04	4.86

COBERTURA DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE (%)

LOCALIDAD	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MEXICALI	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
TECATE	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97
TIJUANA	96	97	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
PLAYAS DE ROSARITO	79	80	90	91	92	93	94	95	95	95	95	95
ENSENADA	95	95	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96

POBLACION SERVIDA DE AGUA POTABLE (hab)

LOCALIDAD	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MEXICALI	528,866	543,219	556,474	569,608	582,593	595,410	608,033	620,437	632,598	644,490	656,091	667,376
TECATE	65,901	68,178	70,504	72,877	75,297	77,763	80,275	82,832	85,434	88,078	90,764	93,492
TIJUANA	1,083,939	1,173,097	1,254,929	1,319,025	1,383,349	1,447,817	1,511,529	1,574,774	1,637,030	1,697,969	1,757,256	1,814,558
PLAYAS DE ROSARITO	42,408	53,209	65,351	71,731	78,280	84,930	91,608	98,231	103,821	108,669	113,297	117,426
ENSENADA	218,626	227,303	236,139	243,848	251,619	259,440	267,301	275,191	283,098	291,011	298,917	306,803
TOTAL	1,880,740	2,065,007	2,183,396	2,277,087	2,371,138	2,465,161	2,558,747	2,651,466	2,741,781	2,830,218	2,916,326	2,999,654

CONSUMO (l/hab/día)

LOCALIDAD	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MEXICALI	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
PERDIDAS	33%	32%	30%	29%	28%	27%	26%	25%	25%	25%	25%	25%
TECATE	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
PERDIDAS	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
TIJUANA	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
PERDIDAS	26%	24%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%
PLAYAS DE ROSARITO	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
PERDIDAS	40%	38%	35%	34%	33%	32%	31%	30%	29%	28%	27%	26%
ENSENADA	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
PERDIDAS	32%	31%	30%	29%	28%	27%	26%	25%	25%	25%	25%	25%

DEMANDA TEORICA (l/s)

LOCALIDAD	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MEXICALI	2,746	2,754	2,760	2,786	2,810	2,832	2,853	2,872	2,929	2,984	3,037	3,090
TECATE	203	210	218	225	232	240	248	256	264	272	280	289
TIJUANA	3,422	3,573	3,724	3,914	4,105	4,296	4,488	4,673	4,858	5,039	5,215	5,385
PLAYAS DE ROSARITO	164	197	233	252	270	289	307	325	338	349	359	367
ENSENADA	744	763	781	795	809	823	838	849	874	898	923	947
TOTAL	7,279	7,497	7,716	7,972	8,227	8,480	8,730	8,976	9,262	9,542	9,814	10,078

OFERTA (l/s)

LOCALIDAD	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MEXICALI	2,657	2,657	2,657	2,657	2,657	2,657	2,657	2,657	2,657	2,657	2,657	2,657
TECATE	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232
TIJUANA	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612
PLAYAS DE ROSARITO	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
ENSENADA	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649
TOTAL	7,290											

SUPERAVIT o DEFICIT (l/s)

LOCALIDAD	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MEXICALI	-89	-97	-103	-129	-153	-175	-196	-215	-272	-327	-380	-433
TECATE	29	22	14	7	0	-8	-16	-24	-32	-40	-48	-57
TIJUANA	190	39	-112	-302	-493	-684	-874	-1,061	-1,246	-1,427	-1,603	-1,773
PLAYAS DE ROSARITO	-24	-57	-93	-112	-130	-149	-167	-185	-198	-209	-219	-227
ENSENADA	-95	-114	-132	-146	-160	-174	-187	-200	-225	-249	-274	-298
TOTAL	11	-207	-428	-682	-937	-1,190	-1,440	-1,686	-1,972	-2,252	-2,524	-2,788



**PROPUESTA DE UNA ESTRATEGIA DE ABASTECIMIENTO A LAS PRINCIPALES
CIUDADES DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA
(CNA - GOBIERNO DEL ESTADO)
"Proyección Alta"**

POBLACION (hab)

LOCALIDAD	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MEXICALI	692,164	703,051	713,856	723,981	734,026	743,793	753,280	762,596	771,456	780,141	788,564
TECATE	99,237	102,125	105,048	108,005	110,995	114,017	117,069	120,151	123,261	126,399	129,564
TIJUANA	1,907,893	1,964,190	2,021,048	2,078,230	2,135,703	2,193,432	2,251,362	2,309,620	2,367,812	2,426,227	2,484,731
PLAYAS DE ROSARITO	127,351	131,123	134,918	138,736	142,572	146,426	150,295	154,176	158,067	161,967	165,872
ENSENADA	329,484	337,694	345,885	354,051	362,188	370,290	378,352	386,371	394,342	402,261	410,123
TOTAL	3,155,029	3,238,184	3,320,556	3,403,004	3,485,485	3,567,958	3,650,383	3,732,723	3,814,836	3,896,995	3,978,853

TASAS DE CRECIMIENTO

LOCALIDAD	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MEXICALI	1.64	1.57	1.51	1.45	1.39	1.33	1.28	1.22	1.17	1.13	1.08
TECATE	2.96	2.91	2.86	2.81	2.77	2.72	2.68	2.63	2.59	2.55	2.50
TIJUANA	3.03	2.96	2.89	2.83	2.77	2.70	2.64	2.58	2.52	2.47	2.41
PLAYAS DE ROSARITO	3.03	2.96	2.89	2.83	2.77	2.70	2.64	2.58	2.52	2.47	2.41
ENSENADA	2.56	2.49	2.43	2.36	2.30	2.24	2.18	2.12	2.06	2.01	1.95
TASA PROMEDIO	2.87	2.81	2.74	2.68	2.62	2.57	2.51	2.46	2.40	2.35	2.30

COBERTURA DEL SERVICIO

LOCALIDAD	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MEXICALI	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
TECATE	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97
TIJUANA	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
PLAYAS DE ROSARITO	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
ENSENADA	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96

POBLACION SERVIDA DE

LOCALIDAD	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MEXICALI	678,321	688,990	699,383	709,501	719,345	728,918	738,220	747,255	756,027	764,638	772,993
TECATE	96,259	99,081	101,897	104,765	107,665	110,598	113,557	116,548	119,563	122,607	125,677
TIJUANA	1,869,539	1,924,907	1,980,627	2,036,668	2,092,989	2,149,563	2,206,354	2,263,329	2,320,456	2,377,702	2,435,036
PLAYAS DE ROSARITO	120,984	124,567	128,173	131,799	135,444	139,105	142,780	146,467	150,164	153,866	157,579
ENSENADA	314,657	322,498	330,320	338,119	345,889	353,627	361,328	368,984	376,597	384,159	391,688
TOTAL	3,079,760	3,160,023	3,240,400	3,320,850	3,401,333	3,481,808	3,562,237	3,642,583	3,722,807	3,802,876	3,882,753

CONSUMO (l/hab/día)

LOCALIDAD	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MEXICALI	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
PERDIDAS	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
TECATE	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
PERDIDAS	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
TIJUANA	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
PERDIDAS	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%
PLAYAS DE ROSARITO	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
PERDIDAS	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
ENSENADA	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
PERDIDAS	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%

DEMANDA TEORICA (l/s)

LOCALIDAD	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MEXICALI	3,140	3,190	3,238	3,285	3,330	3,375	3,418	3,460	3,500	3,540	3,578
TECATE	297	306	314	323	332	341	350	360	369	378	388
TIJUANA	5,548	5,713	5,878	6,044	6,211	6,379	6,548	6,717	6,886	7,056	7,226
PLAYAS DE ROSARITO	373	384	396	407	418	429	441	452	463	475	486
ENSENADA	971	995	1,020	1,044	1,068	1,091	1,115	1,139	1,162	1,186	1,209
TOTAL	10,330	10,588	10,845	11,103	11,360	11,618	11,872	12,127	12,381	12,635	12,887

OFERTA (l/s)

LOCALIDAD	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MEXICALI	2,657	2,657	2,657	2,657	2,657	2,657	2,657	2,657	2,657	2,657	2,657
TECATE	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232
TIJUANA	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612	3,612
PLAYAS DE ROSARITO	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
ENSENADA	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649
TOTAL	7,290										

SUPERAVIT o DEFICIT (l/s)

LOCALIDAD	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MEXICALI	-483	-533	-581	-628	-673	-718	-761	-803	-843	-883	-921
TECATE	-65	-74	-82	-91	-100	-109	-118	-128	-137	-146	-156
TIJUANA	-1,936	-2,101	-2,266	-2,432	-2,598	-2,767	-2,936	-3,105	-3,274	-3,444	-3,614
PLAYAS DE ROSARITO	-233	-244	-256	-267	-278	-289	-301	-312	-323	-335	-348
ENSENADA	-322	-346	-371	-395	-419	-442	-466	-490	-513	-537	-560
TOTAL	-3,040	-3,298	-3,555	-3,813	-4,070	-4,326	-4,582	-4,837	-5,091	-5,345	-5,598