

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON
INSTITUTO NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
REPUBLICA DE NICARAGUA

No. 1

INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BASICO
PARA
EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE MANAGUA
EN
LA REPUBLICA DE NICARAGUA

FEBRERO, 1995

JICA LIBRARY



J 1130184 (3)

KOKUSAI KOGYO CO., LTD.
NIPPON JOGESUIDO SEKKEI CO., LTD.

GRF

95-022



1130184 {3}

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON
INSTITUTO NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
REPUBLICA DE NICARAGUA

INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BASICO
PARA
EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE MANAGUA
EN
LA REPUBLICA DE NICARAGUA

FEBRERO, 1995

KOKUSAI KOGYO CO., LTD.
NIPPON JOGESUIDO SEKKEI CO., LTD.

PREFACIO

En respuesta a la Solicitud del Gobierno de la República de Nicaragua, el Gobierno del Japón decidió realizar un estudio de diseño básico para el Proyecto de Mejoramiento del Sistema de Agua Potable en la Ciudad de Managua y encargó dicho estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

JICA envió una misión de estudio presidida por el Lic. Yutaka Hosono, Director General del Centro Internacional de Kyushu de esta institución, y formada con miembros de Kokusai Kogyo Co., Ltd. y NIPPON JOGESUIDO SEKKEI Co., Ltd., del 3 de agosto al 1º de septiembre de 1994.

La misión sostuvo discusiones con las autoridades relacionadas del Gobierno de Nicaragua, y realizó las investigaciones en los lugares destinados al Proyecto. Después de su regreso al Japón, la misión realizó más estudios analíticos. Luego envió otra misión presidida por el Lic. Kei Jinnai a la República de Nicaragua, del 12 al 21 de noviembre, con el propósito de discutir el borrador del informe y se completó el presente informe.

Espero que este informe sirva al desarrollo del Proyecto y contribuya a promover las relaciones amistosas entre los dos países.

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a las autoridades pertinentes de la República de Nicaragua, por su estrecha colaboración brindada a las misiones.

Febrero, 1995



Kimio Fujita
Presidente
Agencia de Cooperación Internacional
del Japón

Febrero de 1995

Sr. Kimio Fujita
Presidente
Agencia de Cooperación Internacional del Japón

ACTA DE ENTREGA

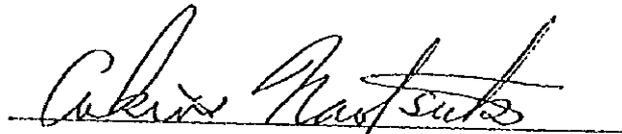
Tenemos el agrado de presentarle el Informe de Estudio de Diseño Básico sobre el Proyecto de Mejoramiento del Sistema de Agua Potable de la Ciudad de Managua de la República de Nicaragua.

Bajo el contrato firmado con JICA, KOKUSAI Kogyo Co., Ltd y NIPPON JOGESUIDO SEKKEI Co., Ltd. hemos llevado a cabo el presente Estudio durante siete meses, desde el 29 de julio de 1994 hasta el 24 de febrero de 1995. En el Estudio, hemos examinado la pertinencia del proyecto en plena consideración a la situación actual de la República de Nicaragua, y hemos planificado el Estudio más apropiado para el Proyecto dentro del marco de la Cooperación Financiera no Reembolsable del Gobierno del Japón.

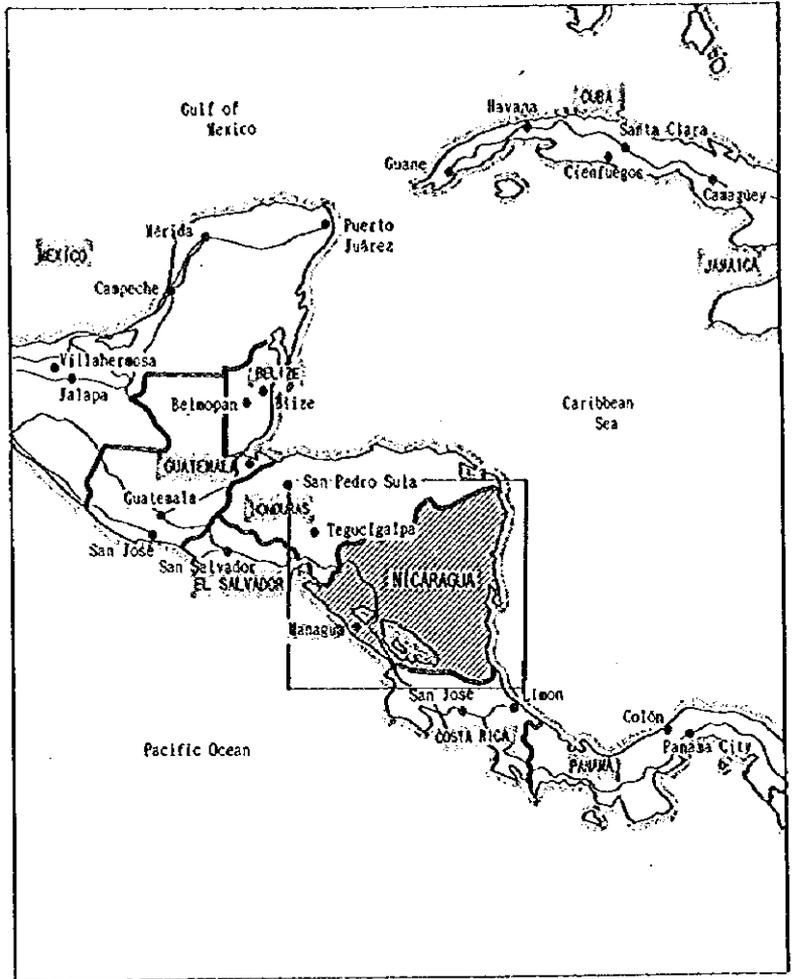
Deseamos aprovechar esta oportunidad para expresar nuestro profundo agradecimiento a los personales de JICA, del Ministerio de Asuntos Exteriores y del Ministerio de Sanidad Pública. Asimismo, deseamos expresar nuestra gratitud a los funcionarios del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), y de la Embajada del Japón en Nicaragua por sus consejys y colaboraciones con el Proyecto.

Esperamos que este Informe sea de utilidad para JICA en el mejoramiento del Proyecto.

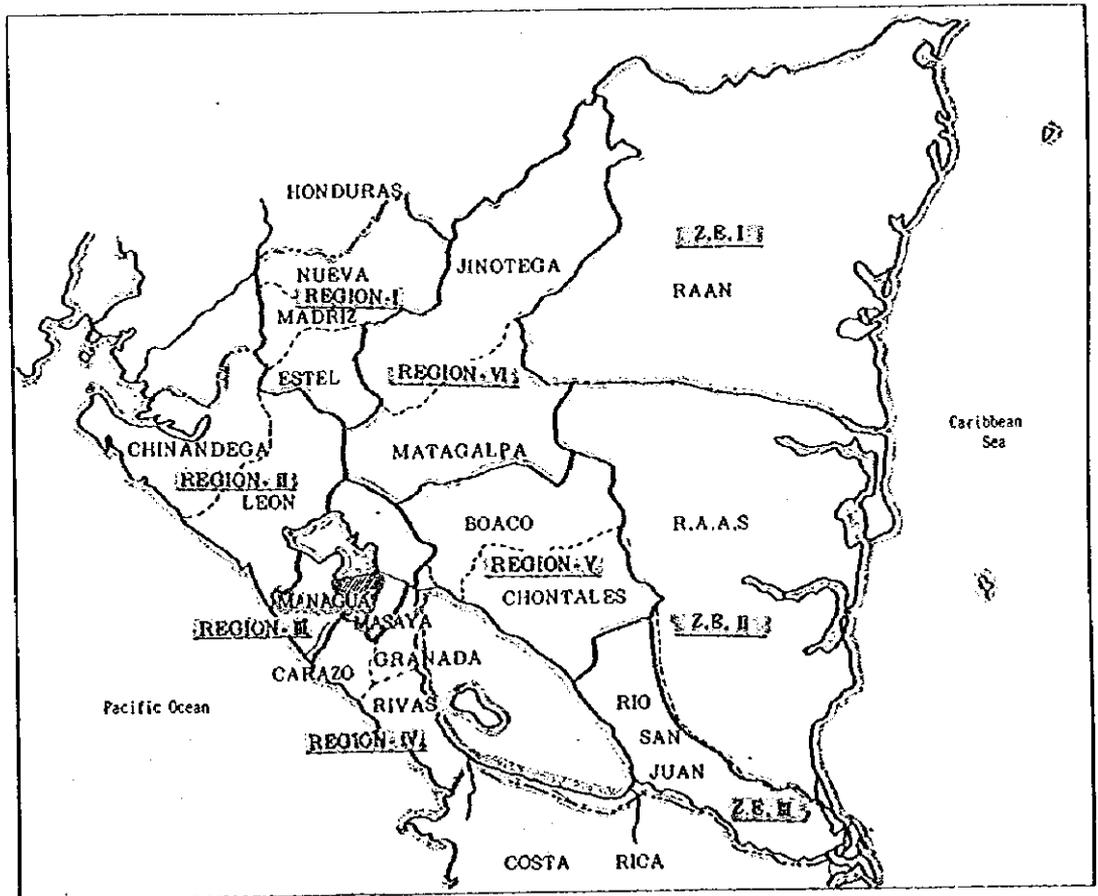
Muy atentamente,



Akira Naotsuka
Jefe del Equipo de Ingenieros
Misión de Estudio de Diseño Básico para
el Proyecto de Mejoramiento del Sistema
de Agua Potable en la Ciudad de Managua,
formado por
Kokusai Kogyo Co., Ltd. y Nippon
Jogesuido Sekkei Co., Ltd.

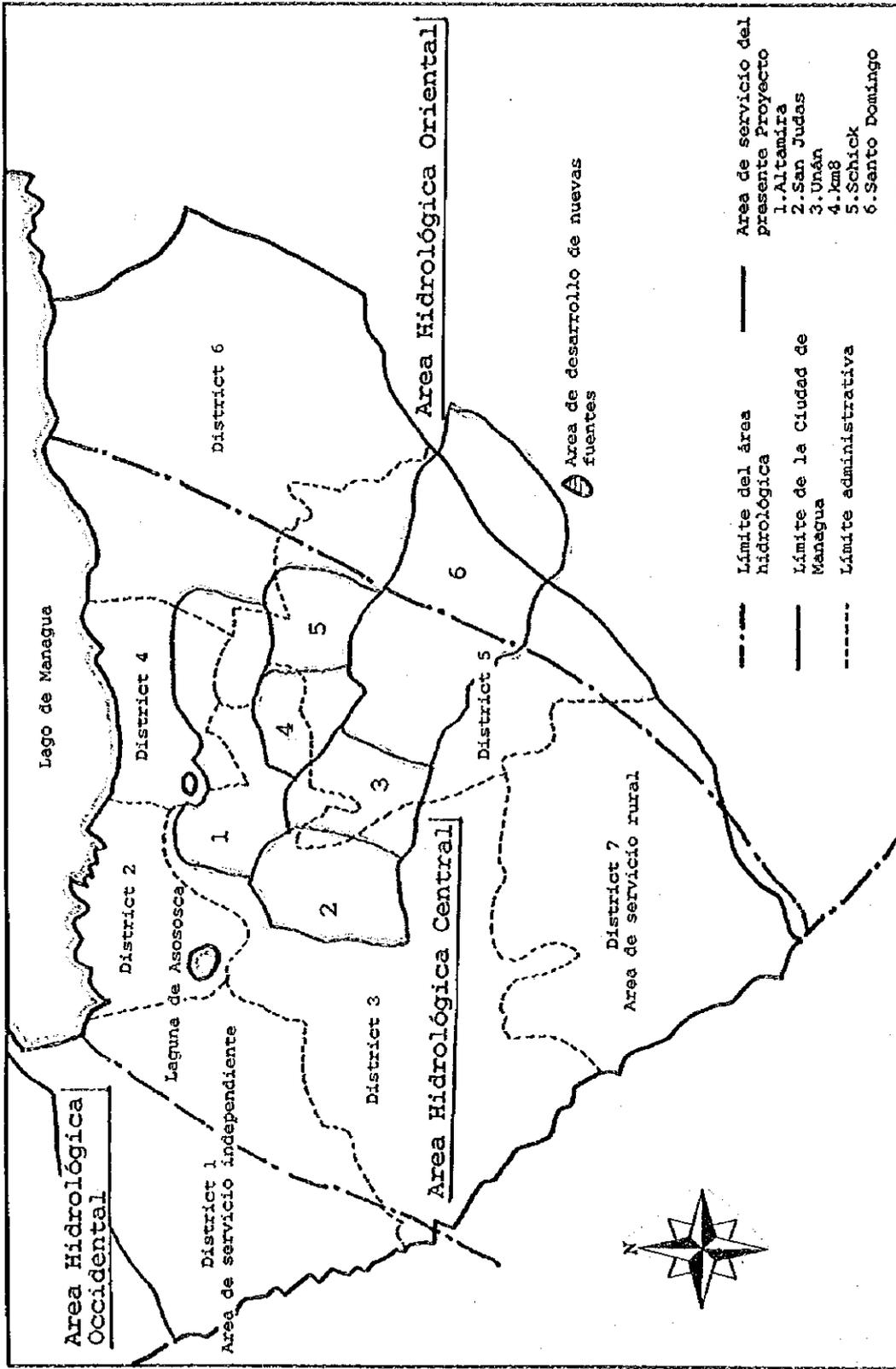


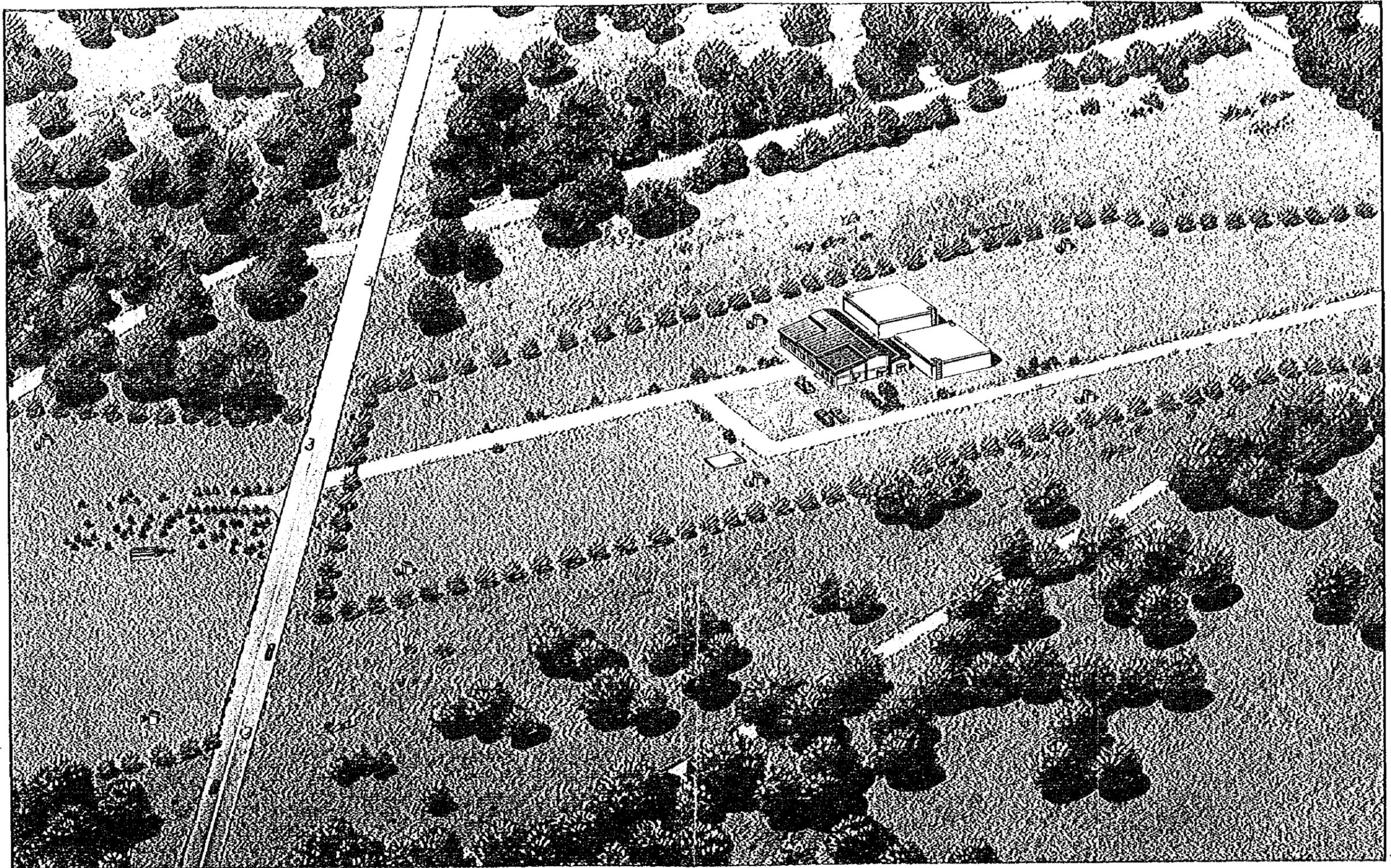
Ubicación del Area del Proyecto



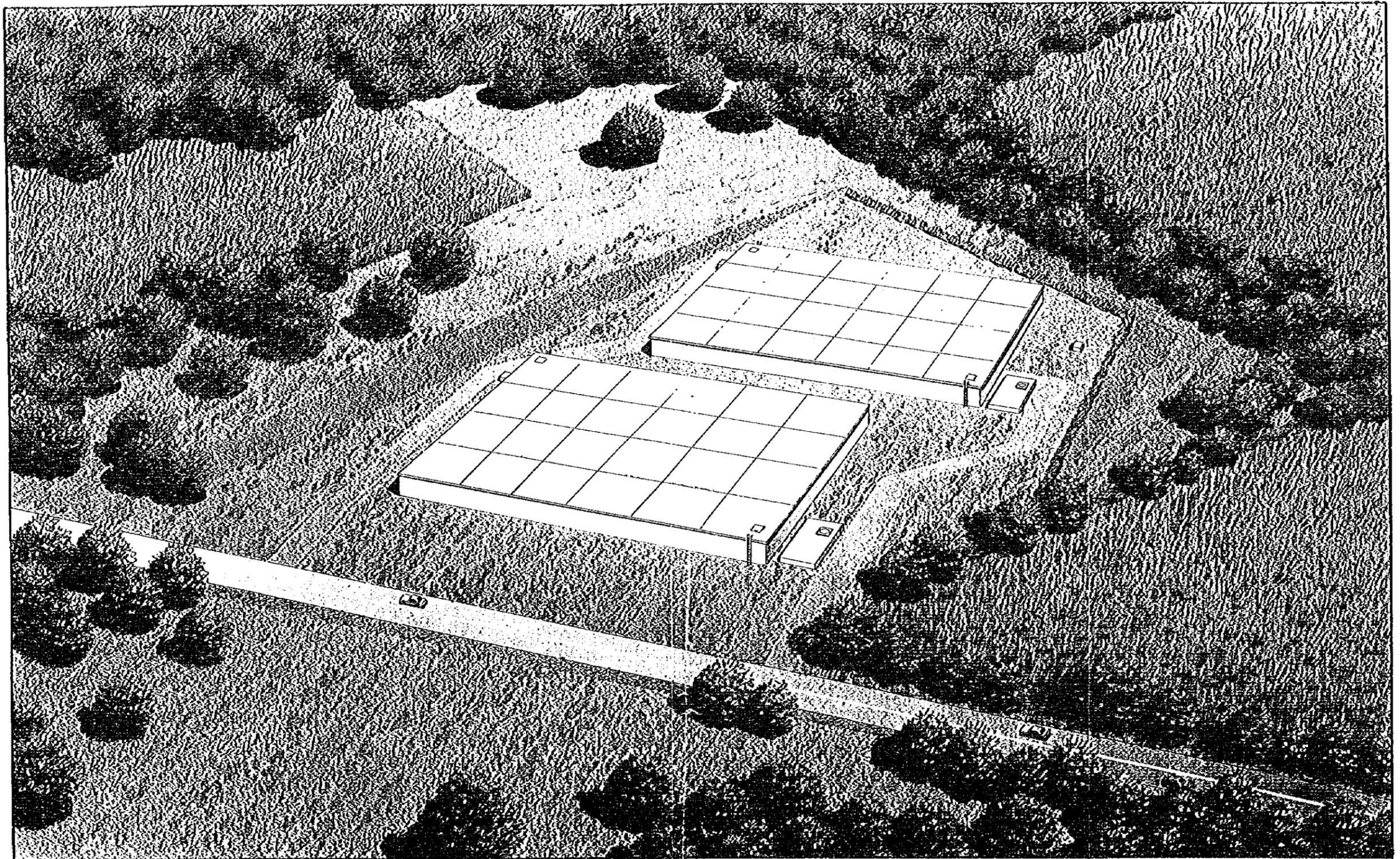


Areas Principales de la Ciudad de Managua
1/50,000





Pump Station and Water Wells



Santo Domingo Reservoirs

RESUMEN

La República de Nicaragua se ubica al sureste del istmo centroamericano y abriga una población aproximada de 4 millones de habitantes (en 1994). Una vez alcanzada la estabilidad política en 1990, bajo el gobierno de la presidenta Chamorro, el Estado ha venido invirtiendo grandes esfuerzos en la restauración económica y rehabilitación de las infraestructuras sociales que habían sido destruidas durante los ochos años del conflicto político en la década de los '80.

La ciudad de Managua constituye el foco de las actividades políticas, industriales, económicas y culturales de Nicaragua. Sin embargo, aún no ha logrado restaurarse de los desastres ocurridos por el terremoto del año 1972, por lo que es considerada como una ciudad que carece de centros administrativos y comerciales. Durante el conflicto político, se acentuó la inmigración de la población rural hacia la ciudad provocada por las violencias producidas en los diferentes puntos del país, tanto es así que se había alcanzado una tasa de crecimiento del margen de 7.5%. Finalizada la guerra civil, aún sigue creciendo a un ritmo de 5%, aunque ahora el principal motivo de la inmigración es la búsqueda de mejores condiciones de empleo. En estas circunstancias la población de la ciudad capital se multiplicó por 1.6 veces en estos últimos diez años, lo cual se refleja en un desequilibrio total de la población nacional ya que sólo en Managua se concentra una tercera parte de ella. Las infraestructuras sociales, tales como las viviendas, acueductos, suministro de electricidad e instalaciones sanitarias, por su lado, no han alcanzado aún el mismo ritmo de desarrollo.

En lo que respecta a acueductos, específicamente,

el servicio tanto en las zonas urbanas como rurales, está bajo control del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), que es una institución pública directamente perteneciente a la Presidencia de la República. Sin embargo, no recibe subsidios estatales para su operación, debiendo autofinanciarse a base del fondo reunido por la recaudación de operaciones facturadas. Desde que fue fundado en 1979, su administración se ha mantenido equilibrada: en 1993, los ingresos de la institución fueron aprox. de \$c 197.6 millones, y los gastos, de \$c. 182.38 millones, arrojando un saldo sensiblemente positivo. Sin embargo, es aún difícil para INAA, invertir grandes montos en diferentes proyectos, debiendo acudir para tal caso a la asistencia de los organismos monetarios internacionales o a los países integrantes del Comité de Ayuda al Desarrollo (CAD). Del ingreso total de la institución por el concepto de tarifas de acueductos y alcantarillados, el 60% corresponde únicamente a la ciudad de Managua, por lo que su estado financiero depende en gran medida del monto recaudado en esta región.

El servicio de acueductos en la ciudad capital se inició tomando las aguas del Lago de Asososca, y subsiguientemente desarrollando las aguas subterráneas en el mismo centro de Managua. En 1990, se tomó un total de 268,500 m³.día (aprox. 70.93 MGD), que desglosados fueron 65,700 m³/día (17.36 MGD) del Lago de Asososca y 202,800 m³/día (53.57 MGD) correspondientes a los pozos, para suministrar a una población de 1.10 millones de habitantes. La calidad de agua tomada es muy buena, por lo que es distribuida a los usuarios directamente después de clorarla, sin someterse a un sistema de purificación especial. Además, debido a que las condiciones hidrogeológicas locales son muy buenas, los proyectos de ampliación de los sistemas existentes han sido impulsados mediante el desarrollo de las

aguas subterráneas (la producción media de un pozo es de 3,000 m³/día ó más). No obstante y aún sí, la ampliación de la red no ha sido compatible con el crecimiento tan acelerado de la población, tanto es así que la falta de agua ha obligado, en 1990, a suspender planificadamente el servicio durante dos días semanales en toda la ciudad.

Otro problema es el estado actual de los sistemas existentes, que sufrieron grandes daños por el terremoto de 1972 y por los efectos del tiempo, produciendo fugas de agua a lo largo de los conductos de suministro y transmisión. Esto no sólo origina una pérdida de más de una cuarta parte de la producción total, sino que el agua potable puede ser contaminada por la penetración de agua sucia a través de las fisuras y grietas.

Es más, el bombeo excesivo del Lago de Asososca y de los pozos ubicados en el centro de la ciudad ha provocado la reducción del nivel de agua, y el deterioro de la calidad de los recursos hídricos subterráneos. Su causante principal es el efecto negativo de las aguas contaminadas del Lago de Managua.

Ante esta situación, el Gobierno de Nicaragua solicitó al BID el financiamiento para el proyecto de mejoramiento de los sistemas existentes, mientras que al Gobierno del Japón se le solicitó la cooperación para el Proyecto de Mejoramiento del Sistema de Agua Potable de la Ciudad de Managua. En respuesta al cual, el Gobierno del Japón realizó, a través de JICA, un estudio pertinente durante el período 1990-1992, cuyos resultados resaltaron el potencial excedente de desarrollo de las aguas subterráneas del margen de 188,000 m³/día (49.78 MGD) en el Area Hidrológica Oriental que abarca las zonas este y sureste de la ciudad de Managua. Con estos antecedentes, se formuló el

Proyecto de Desarrollo de las Aguas Subterráneas al Norte de Ticuantepe y Sabana Grande, que son las dos zonas de mayor potencial.

A partir de los resultados anteriores, el Gobierno de Nicaragua formuló un plan de carácter urgente que proponía desarrollar nuevas fuentes para suministrar sus aguas al centro y al sur de la ciudad, que son las zonas más afectadas por la falta de agua, y en especial al sur donde el índice de crecimiento urbano es mayor (estas dos zonas se ubican dentro del área de distribución del tanque de Altamira), presentando así la Solicitud Oficial al Gobierno del Japón para que el Programa de Cooperación Financiera no Reembolsable sea aplicado al mismo. Este proyecto consistía principalmente en desarrollar los recursos hídricos al norte de Ticuantepe a una magnitud de 71,000 m³/día, para conducirlos al Tanque de Altamira. Los principales componentes fueron los siguientes:

- Construcción de 14 pozos y la instalación de 14 bombas para producir 71,000 m³/día de agua.
- Construcción de tuberías de conducción y tanques colectores
- Construcción de estación de bombeo y las bombas de transmisión con una capacidad de 71,000 m³/día.
- Construcción de un tanque de gran capacidad en Santo Domingo
- Tendido de tuberías de transmisión entre la estación de bombeo, nuevo tanque de distribución y el tanque existente de Altamira (con desviación parcial al tanque de Km8).
- Suministro de equipos de operación y mantenimiento de los nuevos sistemas de acueductos

Recibida la Solicitud Oficial, el Gobierno del Japón decidió ejecutar el Estudio de Diseño Básico pertinente a través de un equipo de JICA que fue enviado desde el 3 de agosto de 1994 por un período de un mes. Posteriormente, se envió otro equipo para presentar el Borrador del Informe Final desde el 12 de noviembre de 1994 por un período de 10 días.

Después de sostener una serie de discusiones sobre los términos del Proyecto entre las autoridades de INAA y el equipo de estudio de diseño básico, se llegaron a confirmar que para el suministro eficaz de las aguas explotadas se requiere modificar una parte de los componentes que integran el Proyecto.

Esto es porque dado el perfil complicado que presenta el sistema de transmisión y distribución existente, las aguas conducidas al tanque existente en Altamira no podrían ser distribuidas eficazmente, no pudiendo esperar una mayor repercusión del Proyecto.

Tras estudiar distintas alternativas y discutir sobre la naturaleza de la cooperación gubernamental del Japón, ambas partes concordaron en modificar parcialmente el Proyecto en los siguientes términos:

Las aguas serán conducidas del tanque de Santo Domingo hacia el tanque de Altamira, y en su transcurso se desviará una parte del flujo hacia los 4 tanque existentes desde diferentes cotas, siempre mayores que el nivel de las instalaciones receptoras, para aprovechar el sistema de gravedad.

A continuación se presenta un cuadro comparativo de

los términos inicialmente solicitados y las modificaciones del sistema de transmisión:

Cuadro 1
Las instalaciones de transmisión solicitadas y la nueva alternativa
Resumen y comparación de requisitos

	Instalaciones solicitadas	Modificaciones	Observación
Area del Proyecto	Ticuanatepe y sus alrededores en la ciudad de Mangua	6 áreas de servicio de los tanques de Santo Domingo, Shick, Km8, Unán, San Judas y Altamira	El Area del Proyecto en sí no ha cambiado; no obstante, se especificaron las áreas de distribución proyectada y su alcance.
Subproyecto de transmisión	Transmitir el agua desde el nuevo tanque de Santo Domingo hacia el tanque Altamira por gravedad, casi la totalidad del volumen proyectado. (Parcialmente, se deriva hacia el tanque Km8) La distribución de agua desde Altamira hacia las respectivas áreas de servicio estará sujeto a la planificación y ejecución de INAA.	Transmitir el agua por gravedad desde el nuevo tanque de Santo Domingo a los respectivos tanques de distribución mediante. El suministro de agua desde cada uno de los tanques de distribución hacia las respectivas áreas de servicio estará sujeto a la planificación y ejecución de INAA.	Se ha agregado la tubería de derivación desde el conducto principal hacia cada uno de los tanques de distribución, a modo de facilitar la ejecución del plan de distribución elaborada por INA, y conseguir mayores efectos de suministro mediante el presente Proyecto.
Subproyecto de tanques de distribución	Construir el Tanque de Santo Domingo, con capacidad de 22,700 m ³ .	Construir y ampliar los tanques existentes de acuerdo a la demanda de cada área del servicio. Construcción: Tanque de Santo Domingo (17,400 m ³) Ampliación: Tanques Shick (4,800 m ³), San Judas (2,300 m ³) Capacidad total: 24,400 m ³	El incremento de unos 1,700 m ³ de la capacidad total de los tanques de distribución permitiría distribuir racional y eficazmente el agua hacia el norte de Ticuanatepe.
Mantenimiento y supervisión	Transmitir el agua desde el Tanque de Altamira hacia los tanques ubicados en zonas altas mediante bombeo	Conducir el agua hacia los tanques de distribución de las respectivas áreas de servicio mediante sistema de gravedad. Conseguir efectos conjugados de la red de distribución existente.	La nueva alternativa permitiría economizar los costos del motor de bombeo, y conseguir una operación eficaz.

Para la ejecución del presente Proyecto, es pertinente que INAA ejecute paralelamente el plan de distribución desde el nuevo tanque de Altamira hacia las áreas del servicio, en la mayor brevedad posible. Con el fin de colaborar en dicha tarea, se ha decidido incluir en la cooperación japonesa las obras de instalación de nuevos tramos de tuberías de conducción y la ampliación de los tanques de distribución existentes, (especificadas en el Cuadro 1), tomando en cuenta la situación financiera de INAA, y los requerimientos técnicos para el diseño del nuevo tanque de distribución, entre otros, de modo que dicha institución pueda mantener y operar eficaz y eficientemente el nuevo sistema.

Sobre este lineamiento, se trazó el Diseño Básico cuyo contenido se ilustra en el Cuadro 2 se resume el Plan de Diseño Básico de las instalaciones:

Cuadro 2 Cuadro sinóptico de diseño básico de las instalaciones

Instalaciones	Especificaciones, estructura, dimensión y cantidad	Observaciones
Toma de agua Pozos	<ul style="list-style-type: none"> - Perforación: 16" Terminación: 12"..... - Profundidad: 180-220m promedio: 200m - 15 pozos..... - Distribución: agrupamiento con 70-100m de intervalo.. - Volumen de elevación: 3.3 m3/pozo/día con un total de 71,000m3/día 	<p>La dimensión fue determinada considerando la capacidad técnica de los subcontratistas locales</p> <p>Incluye 1 pozo de reserva o para aligerar la carga de las demás bombas</p> <p>Considerando las condiciones hidrogeológicas muy favorables</p>
Bombas de elevación	<ul style="list-style-type: none"> - Elevación total: 137m... - Capacidad de descarga: 3.5 m3/min. en elevación descrita - Potencia del motor: 132 Kw - 15 bombas 	<p>Nivel natural de agua de GL-1105 (con el margen de reducción del nivel de agua de 8 m. y la diferencia entre la pérdida de carga y de los tanques colectores de 14 m.)</p>
Tuberías de conducción	<ul style="list-style-type: none"> - Conducción entre pozos y tanque colectores - Diámetro: 200-500mm - Tipo: Tubos de acero revestido para acueductos - Long. total: 1476m 	
Tanques colectores	<ul style="list-style-type: none"> - Estructuras rectangulares de hormigón armado..... - Capacidad: 1500m3 x 2 tanques = 3000m3 - Tiempo de retención: 1 hora 	<p>Diseño antisísmico</p>

<p>Instalaciones de bombas de transmisión</p>	<p>Estación de bombeo</p> <p>Bombas de transmisión</p> <p>Tuberías de transmisión</p> <p>Est. de bombeo - Santo Domingo (5,897m)</p> <p>Santo Domingo - Altamira (4,437m)</p> <p>Cinco líneas laterales (8,174m)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Estructura: hormigón armado de una sola planta..... - Componentes: <ul style="list-style-type: none"> Casetas de bombas, eléctricas, cloración y oficina de administración..... - Superficie de piso: 499.5 m2 - Volumen de transmisión: 12.5 m3/min. - Elevación total: 71 m - Potencia del motor: 250 KW - Unidades: 5 (1 de reserva).. - Material: tubos dúctiles de hierro fundido - Juntas: <ul style="list-style-type: none"> Push-on (a excepción de las partes del suelo blando o en tuberías irregulares, en que las juntas serán reforzadas) - Diámetros: 750, 500, 400, 350, 300m - Longitud total: 19,442 m 	<p>Diseño antisísmico</p> <p>La caseta de bombas será una estructura semisubterránea a fin de facilitar la aspiración</p> <p>Con protector contra golpes de ariete</p> <p>Antisísmicas</p>
<p>Tanques de distribución</p> <p>Santo Domingo (nuevo)</p> <p>Schick (ampliación)</p> <p>San Judas (ampliación)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Estructura rectangular de hormigón armado..... - Capacidad: equivalente a 8 horas del vol. máximo de suministro diario..... - Dimensión <ul style="list-style-type: none"> S. Domingo: 36mx54.4mx4.5mx2 tanques = 17,625 m3 Schick: 26.2mx30.7mx6m=4,826m3 S. Judas: 17.6mx22.2mx6m=2,344m3 	<p>Diseño antisísmico</p> <p>La capacidad faltante en Km8, Unán y Altamira será cubierta por el nuevo reservorio Santo Domingo</p>	

Los vehículos y los equipos de radio son indispensables para la operación y mantenimiento de las obras, cuyo suministro es justificable dentro del Proyecto.

El período de ejecución sería de 29 meses, incluyendo los 2 meses para los preparativos. Cabe mencionar que las obras a ser asumidas por Nicaragua, paralelamente con las obras asumidas por Japón, tales como la planta de recepción eléctrica, mejoramiento de la red de distribución, etc. que permitirán mejorar el funcionamiento del sistema en general, sean terminadas oportunamente.

Una vez terminado el Proyecto, el incremento de agua permitirá abastecer el 100% de la demanda del año 1995, beneficiando a 570,000 habitantes, que son el total de la población de las 6 áreas de servicio donde se implementará el proyecto. Dado que la fecha de terminación está prevista para 1998, los efectos se producirán con algunos años de atraso, pero la crisis será resuelta al menos al nivel en que la población ya no estará sujeta a restricción alguna del suministro. Mientras que el Proyecto de Mejoramiento de los Sistemas de Suministro y Distribución que será ejecutado paralelamente, no desprenda sus efectos, el mejoramiento del servicio estaría centralizado únicamente en el Area del presente Proyecto, pudiendo correr el riesgo de beneficiar parcialmente a la población de la ciudad. Sin embargo, con el incremento de 71,000 m³/día que se conseguirá, podrá cubrirse la demanda de agua en un 90% de toda la ciudad, lo que hace que dependiendo del método de distribución se pudiera extender sus beneficios a la totalidad mediante mitigación de las restricciones del volumen de suministro que se están tomando en la actualidad. Esto, en otras palabras, implica que los efectos positivos del presente Proyecto pudieran llegar a 1,200,000 habitantes, por lo que

el beneficio sería sumamente grande. Por otro lado, dado que las aguas del Tanque de Santo Domingo serán conducidas mediante gravedad hacia zonas más bajas, se logrará reducir el costo de operación y mantenimiento, al mismo tiempo que quedar fuera del efecto de la interrupción de suministro energético, lográndose así ofrecer un servicio mucho más estable. En conclusión, dada los grandes beneficios que se producirían, es plenamente justificable que el presente Proyecto sea ejecutado por la Cooperación Financiera no Reembolsable del Japón.

Se recomienda en esta oportunidad, que para la administración de las obras terminadas, no se limite el beneficio en una zona específica de la ciudad, sino que se inviertan esfuerzos en el control de transmisión y distribución a modo de ofrecer un servicio estable de suministro de agua en mayor dimensión posible de la ciudad. Asimismo, se espera que el Proyecto de Mejoramiento de los Sistemas de Suministro y Distribución de Agua sea terminado en la mayor brevedad posible a fin de conseguir un efecto conjugado con el presente Proyecto. De la misma manera, se propone materializar el Proyecto de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de la Ciudad de Managua, a fin de contrarrestar los riesgos de contaminación ambiental que pudiera provocar el incremento del volumen de agua de suministro.

INFORME FINAL DEL ESTUDIO DE DISEÑO BASICO
PARA EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
EN LA CIUDAD DE MANAGUA DE LA REPUBLICA DE NICARAGUA

INDICE

Prefacio

Acta de Entrega

Mapas de Ubicación y de Perspectiva

Resumen

CAPITULO I ANTECEDENTES DEL PROYECTO

1-1	Antecedentes del Proyecto	1
1-2	Generalidades y Principales Componentes de la Solicitud	2
1-3	Otros Proyectos de Cooperación Extranjera o Internacional	6

CAPITULO II GENERALIDADES DEL PROYECTO

2-1	Metas y Objetivos del Proyecto	10
2-2	Evaluación de los Términos de Referencia	11
2-3	Descripción del Proyecto	21
2-3-1	Organismo Ejecutor y Estructura Operativa	21
2-3-2	Ubicación y las Condiciones Naturales del Sitio del Proyecto	25
2-3-3	Esquema General de las Instalaciones y Equipos..	29
2-3-4	Plan de Operación y Mantenimiento (O/M)	30
2-4	Cooperación Técnica y Coordinación con Otros Donadores	31

CAPITULO III DISEÑO BASICO .

3-1	Concepto Fundamental de Diseño	34
3-2	Estudio y Evaluación de Criterios de Diseño	37
3-3	Diseño Básico	40

3-3-1	Plan de Sitio y Distribución	40
3-3-2	Diseño Arquitectónico	47
	a. Toma de Agua	47
	b. Plan de Transmisión de Agua	50
	c. Sistema de Distribución	54
	d. Instalaciones Eléctricas e Instrumentos	56
	e. Materiales de Construcción	58
3-3-3	Plan de Equipos	61
3-3-4	Planos de Diseño Básico	61
3-4	Plan de Ejecución	91
3-4-1	Observaciones sobre la Construcción y Ejecución de Obras	91
3-4-2	Método de Ejecución	92
3-4-3	Plan de Construcción y Supervisión	102
3-4-4	Plan de Suministro de Equipos y Materiales	109
3-4-5	Programa de Ejecución	109
3-4-6	Alcance de Trabajo	113

CAPITULO IV EVALUACION Y CONCLUSIONES

4-1	Beneficios Esperados	115
4-2	Demostración y Verificación de Factibilidad	118
4-3	Recomendaciones	119

ANEXOS

1.	Listados de los Integrantes de los Equipos	121
2.	Programas del Estudio	123
3.	Listado de las Autoridades Nicaragüenses	126
4.	Minutas de Discusiones	127
5.	Condiciones Socio-Económicas de la República de Nicaragua.....	135
6.	Desglose del Costo del Proyecto del Gobierno Nicaragüense	140

Lista de Cuadros y Figuras

Cuadro 1-1	Resumen del Contenido de la Solicitud Oficial	5
Cuadro 1-2	Programas y/o proyectos de cooperación bilateral o multilateral	9
Cuadro 2-1	Las instalaciones solicitadas y la nueva alternativa - Resumen y comparación de requisitos	15
Cuadro 2-2	Lista de las principales instalaciones a ser construidas, equipos y materiales necesarios	29
Cuadro 3-1	Volumen de suministro de diseño y constitución del suministro (m ³ /día)	39
Cuadro 3-2	Lista de equipos y materiales (Equipos a ser instalados)	59
Cuadro 3-3	Lista de equipos y materiales (de construcción).....	60
Cuadro 3-4	División de responsabilidades en la operación y ejecución del Proyecto	100
Cuadro 3-5	Programa de Ejecución del Proyecto	112
Cuadro 4-1	Beneficios y mejoramientos esperados por la ejecución del presente Proyecto	117
Figura 2-1	Variación del Volumen Almacenado de cada Reservorio de Distribución	17
Figura 2-2	Organigrama de INAA	23
Figura 2-3	Organigrama de la Dirección General de la Región III - INAA	24
Figura 3-1	Mapa de Sub-áreas de Servicio	42
Figura 3-2	Plano de Distribución de las Instalaciones	43
Figura 3-3	Plano de diseño básico de transmisión y distribución	44
Figura 3-4	Plano de diseño básico de tuberías de	

	transmisión y distribución	45
Figura 3-5	Diagrama de Flujo del Plan de Mejoramiento de Instalaciones de Suministro en la Ciudad de Managua	46

Planos de Diseño Básico

1	Plano General de Distribución	63
2	Instalaciones de producción Ticuantepe	64
3	Plano de Estructura de un Pozo Estándar	65
4	Plano de Estructura de los Tanques Colectores ..	66
5	Plano de Estructura de la Caseta de Bombas de Transmisión (1/2)	67
6	Plano de Estructura de la Caseta de Bombas de Transmisión (2/2)	68
7	Plano de Planta del Reservorio de Distribución de Santo Domingo	69
8	Plano de Estructura del Reservorio de Distribución de Santo Domingo	70
9	Plano de Planta del Reservorio Schick	71
10	Plano de Estructura del Reservorio Schick	72
11	Plano de Planta del Reservorio San Judas	73
12	Plano de Estructura del Reservorio San Judas ...	74
13	Planos de Corte Longitudinal y de Planta de las Tuberías de Transmisión (1/9)	75
14	Planos de Corte Longitudinal y de Planta de las Tuberías de Transmisión (2/9)	76
15	Planos de Corte Longitudinal y de Planta de las Tuberías de Transmisión (3/9)	77
16	Planos de Corte Longitudinal y de Planta de las Tuberías de Transmisión (4/9).....	78
17	Planos de Corte Longitudinal y de Planta de las Tuberías de Transmisión (5/9)	79
18	Planos de Corte Longitudinal y de Planta de las Tuberías de Transmisión (6/9)	80
19	Planos de Corte Longitudinal y de Planta	

	de las Tuberías de Transmisión (7/9)	81
20	Planos de Corte Longitudinal y de Planta de las Tuberías de Transmisión (8/9)	82
21	Planos de Corte Longitudinal y de Planta de las Tuberías de Transmisión (9/9)	83
22	Plano Estándar de Colocación de Tuberías (1/2)	84
23	Plano Estándar de Colocación de Tuberías (2/2)	85
24	Plano de Planta de las Instalaciones de Bombas de Transmisión	86
25	Plano de Corte de una Bomba de Transmisión	87
26	Planos del Sistema Monolineal de Instalaciones Eléctricas (1/2)	88
27	Planos del Sistema Monolineal de Instalaciones Eléctricas (2/2)	89
28	Diagrama Esquemático del Panel de Recepción y Distribución Eléctrica	90

CAPITULO I

ANTECEDENTES DEL PROYECTO

CAPITULO I ANTECEDENTES DEL PROYECTO

1-1 Antecedentes del Proyecto

El conflicto nacional que azotó al pueblo nicaragüense durante ocho largos años y que se vio resuelto finalmente en 1990, dejó serias cicatrices en las infraestructuras socio-económicas del país, a los que actualmente el Gobierno centraliza grandes esfuerzos en rehabilitarlos como una tarea de primera prioridad. Sin embargo, la concentración demográfica en la ciudad de Managua, donde hoy reúne una tercera parte de la población nacional, es decir, unos 1,400,000 hab. (estimación 1994) de los 4,300,000 hab., ha hecho difícil que el nivel de las ofertas vaya a la par de las demandas. Específicamente en el sector de acueductos, la ciudad capital había sido servida tradicionalmente por las aguas del lago volcánico Asososca, así como de los recursos hídricos de buena calidad obtenidos de las capas acuíferas, a través de los sistemas de acueductos cada vez más ampliados acorde con el crecimiento de la urbe. Sin embargo, estas fuentes están llegando a su límite; la explotación excesiva de su riqueza ha reducido notablemente el nivel de las aguas tanto lacustres como freáticas en la parte central de la ciudad. La situación se vio aún más agravada no sólo por la entrada de los flujos contaminados desde el lago Managua hacia el Asososca y a las corrientes subterráneas, sino también por el déficit del volumen absoluto suministrable, lo que ha obligado a suspender el servicio de abastecimiento por dos días semanalmente.

Ante esta situación, el Gobierno de Nicaragua solicitó al Gobierno del Japón, en octubre de 1989, la cooperación para el Proyecto de Mejoramiento del Sistema de Agua Potable en la Ciudad de Managua. En respuesta a lo cual, JICA, el organismo gubernamental japonés encargado de extender la cooperación

internacional, realizó el estudio pertinente al proyecto ya mencionado, desde diciembre de 1991 hasta septiembre de 1993, a fin de evaluar el potencial de desarrollo de las aguas subterráneas en los 880 km² del área de aportación, incluyendo la ciudad capital. En este estudio, se identificaron dos zonas altamente desarrollables al este y sureste de Managua, para las que se formuló un plan de desarrollo. Dicha documentación sirvió de fundamento para que el Gobierno de Nicaragua decidiera adoptar como un plan de emergencia la explotación del área norte de Ticuantepe, una de las dos zonas anteriormente mencionadas, y presentara en marzo de 1993, la Solicitud Oficial para la aplicación del Programa de Cooperación Financiera no Reembolsable del Japón para su desarrollo.

1-2 Generalidades y Principales Componentes de la Solicitud

El presente Proyecto pretende desarrollar los recursos hídricos subterráneos en las cercanías de la ciudad capital a fin de satisfacer la creciente demanda de agua de Managua, lo que a su vez permitiría mitigar las restricciones a la que se sujeta actualmente el servicio de suministro, en especial en las zonas distribuidas a las alturas. De igual modo, se pretende reducir, a través del Proyecto, el volumen de bombeo de las aguas tanto del Lago de Asososca como de los pozos ubicados en la parte central de la ciudad, hasta ahora excesivamente desarrolladas, a fin de conservar la calidad de las mismas.

La ejecución del Proyecto corresponde al Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), la única institución a cargo de los servicios del sector en todo el país. Los acueductos y alcantarillados de la ciudad de

Managua, específicamente, son controlados por la Dirección General de la Región III.

Las fuentes de agua disponibles en la actualidad son el Lago de Asososca y unos 70 pozos perforados dentro de la ciudad, de los que se producen diariamente unos 280,000 m³. de agua potable. Si consideramos que la demanda del margen de 392,000 m³/día (1994), el déficit actual se calcula en más de 100,000 m³/día.

Esta falta de producción ha sido resuelta transitoriamente mediante una serie de medidas de restricción de suministro, ya que actualmente se suspende el servicio por dos días semanales en toda la ciudad y sólo unas cuantas horas diarias en los barrios ubicados en las lomas.

Para subsanar el desequilibrio que existe entre la demanda y la oferta, INAA se ve enfrentado ante la necesidad de desarrollar nuevas fuentes (=incremento de la oferta) y de solucionar la alta tasa de fuga (=reducción de la demanda) que actualmente está alrededor del 30% del volumen total suministrado. Con respecto al último, actualmente está en la fase de estudio un proyecto de mejoramiento de sistemas de suministro y distribución de agua de la ciudad de Managua, con el préstamo otorgado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), cuyo contrato fue firmado en abril de 1994 a un monto de 47 millones de dólares, de los que INAA invertirá al Proyecto unos 14.7 millones.

Para el incremento de la oferta, por su lado, fue elaborado el presente proyecto que contempla desarrollar nuevas fuentes para producir diariamente 71,000 m³ de aguas subterráneas en las áreas con mayor potencial de desarrollo al sureste de la ciudad de Managua, cuyos recursos serán conducidos a los tanques de distribución existentes, para cuya

ejecución se solicitó al Gobierno del Japón la aplicación del Programa de Cooperación Financiera no Reembolsable.

Los Términos de Referencia del Proyecto se indican en el Cuadro 1-1 "Resumen del contenido de la Solicitud Oficial":

Cuadro 1-1
Resumen del contenido de la Solicitud Oficial

Rubros	Descripción		
Desarrollo de fuentes	Construir 14 pozos al norte de Ticuantepe y bombear sus aguas (71,000m ³ /día)		
Construcción de sistemas de transmisión	Transmitir a los tanques de distribución existentes el volumen producido por el proyecto (71,000m ³ /día) y construir las siguientes instalaciones para la transmisión de agua		
	2 tanques colectores (1892 m ³ x 2)	1 estación de bombeo	2 tanques de distribución (11,355m ³ x 2)
	Tuberías de conducción entre pozos y tanques colectores Ø10", L=10km	4 bombas de transmisión 16m ³ /min x4	Tuberías de transmisión (Ø24", L=10.7km)
	1 caseta de operación de bombas	2 equipos de cloración	Desde la estación de bombeo hasta el nuevo tanque de distribución serán conducidas las aguas mediante bombeo, y de éste al tanque de Altamira mediante gravedad.
Equipos de operación y mantenimiento	- 3 camionetas de doble tracción - Equipos de radio: 1 central y 3 móviles		

Las obras de construcción solicitadas se clasifican en los siguientes cuatro componentes:

- Ingeniería civil: Pozos, tuberías de transmisión, tanques colectores y de distribución
- Edificación: Estación de bombeo y caseta de control
- Instalaciones: bombas de elevación y transmisión y equipos de cloración
- Instalaciones eléctricas e instrumentaciones: para las bombas de elevación y de transmisión, e instrumentos

1-3 Otros Proyectos de Cooperación Extranjera o Internacional

En los ocho años comprendidos entre 1990-1997, han sido realizados o están en desarrollo 12 diferentes proyectos con cooperación multilateral o bilateral en el sector aguas, cuyo listado se presenta en el siguiente cuadro. El monto total de la asistencia equivale a US\$ 120 millones, y los países asistentes son Alemania, Canadá, Italia, Noruega, Australia, Suiza, Finlandia, etc. Entre los organismos internacionales están el BID, UNICEF, PNUD y UNCDF. De estos proyectos, los que se relacionan estrechamente con el presente Proyecto es el Proyecto de Mejoramiento y Restauración del Sistema de Agua Potable, financiado por el BID, y el Proyecto de Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable para la ciudad de Managua, bajo la asistencia del gobierno francés.

Para el Proyecto de Mejoramiento y Restauración del Sistema de Agua Potable se invierten un total de US\$ 58.52 millones, de los cuales el 60% corresponde a la ciudad capital y el 40% para las áreas urbanas regionales. En 1991 fue firmado el contrato de préstamo de US\$ 47 millones con el BID. INAA, por su lado, contempla invertir US\$ 5.3 millones entre

el año 1995 y 1997, que equivale a un 9% del costo total. El Proyecto incluye también los US\$ 6.5 millones aprox. financiado por el gobierno de Noruega. Por otro lado, para el Proyecto de Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable de la Ciudad de Managua, se contempla invertir aproximadamente US\$ 35 millones, asignando la mitad a acueductos y la otra mitad a alcantarillados. Ambos proyectos se encuentran en la fase del Estudio de Diseño de Ejecución. El Subproyecto de Mejoramiento de Acueductos de Managua, uno de los componentes del Proyecto del BID, contemplaba, inicialmente, no sólo solucionar el problema de la fuga de agua, sino también incrementar el volumen de producción mediante rehabilitación de pozos; no obstante, actualmente el estudio está enfocado principalmente a la prevención de fuga. Cabe destacar que para el servicio de acueductos de la ciudad capital, la reducción de la pérdida de agua de casi una cuarta parte de la producción total constituye una tarea de igual importancia que el desarrollo de nuevas fuentes. Por lo tanto, mientras que con el proyecto del BID se espera rehabilitar los sistemas existentes de suministro y distribución de agua potable, se espera que el Gobierno del Japón otorgue su cooperación para el desarrollo de nuevos recursos hídricos. Ambos proyectos, tanto del BID como del Japón, iniciarán sus obras en 1995 y finalizarán en 1997 y 1998, respectivamente, esperando conseguir con sus efectos conjugados un mejoramiento considerable del servicio de agua potable en la ciudad.

Mientras tanto, el Proyecto de Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable para la ciudad de Managua, bajo asistencia del gobierno francés, consistió en el suministro de aprox. 40 km. de tuberías para mejorar la red de transmisión y distribución en 1992. Inicialmente, INAA se había propuesto desarrollar las nuevas fuentes para conducir la aguas producidas a los tanques de distribución existentes con los materiales suministrados. Sin embargo, el proyecto de

desarrollo de los recursos hídricos se vió limitado por falta de recursos financieros, por lo que actualmente sólo se les ha dado utilidad a 5 km de tuberías. Dado que la ampliación y mejoramiento de la red constituye un programa que debe ser implementado conjuntamente con el proyecto del BID, INAA contempla seguir adquiriendo tuberías para una distancia de 70-80 km., con los préstamos sin intereses otorgados por el Gobierno de Francia. El desarrollo de nuevas fuentes que se propone impulsar INAA propiamente se destina a la ampliación específica de la red hacia el lado de Masaya. Por consiguiente y dentro de este contexto, el proyecto de INAA antes mencionado estaría complementado mutuamente con el presente Proyecto, ya que éste pretende desarrollar los recursos hídricos para suministrarlos casi en su totalidad a la ciudad de Managua.

Cuadro 1-2
Programas y/o Proyectos de
Cooperación Bilateral o Multilateral

Programas/descripción	Período	Monto US\$1000	Asistente
TERMINADOS			
SUMINISTRO DE EQUIPOS DE CLORACION	Oct./91 Julio/92	709.0	Finlandia
EQUIPOS BOMBEO, MEDIDORES MAESTROS Y TRANSFORMADORES	Junio/92 Dic./92	835.2	Alemania
AGUA POTABLE EN 27 COMUNIDADES RURALES -Nueva Guinea (Población beneficiada: 27,000 hab.)	Julio/90 Dic./93	237.3	UNCDF
FORTALECIM. TECNICO DE LOS SERVICIOS DE ABASTECIM. DE AGUA Y SANEAMIENTO	Julio/92 Junio/94	900.0	PNUD
EN EJECUCION			
AGUA POTABLE RURAL REGION I (VI FASE)	Julio/90 Dic./94	1,654.0	Suiza
AGUA POTABLE, LETRINAS Y EDUCACION EN SALUD EN LA VI REGION (Población beneficiada: de 32,000 - 42,000 hab.)	Feb./91 Feb./96	4,267.3	Canadá
SOSTENIM. DE LA CAPACIDAD INSTALADA EN ACUEDUCTOS DE 6 CIUDADES (Masaya, Granada, León, Chinandega, Estelí y Diriamba)	Mayo/91 Ago./96	11,272.0	Canadá
MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE A.P. EN MANAGUA (I Etapa)	Ago./92 Dic./96	5,267.3	Francia
AGUA Y SANEAMIENTO (Provisión de servicio de A.P. y A.S. a comunidades rurales de las Regiones I, V, VI, beneficiando a una población de 75,000 hab.)	Julio/89 Dic.96	8,486.0	UNICEF
PROGRAMA ANUAL REFORZAMIENTO DE FUENTES, ASISTENCIA TECNICA Y SUMINISTRO DE EQUIPOS	Enero/93 Dic./94	2,800	Austria
PROGRAMADOS			
MEJORAM. Y REHAB. SISTEMA DE AGUA Y ALCANTARILLADO (Mejoramiento del servicio de A.P. y A.S. en Managua y otras ciudades regionales)	Marzo/92 Dic./96	58,210.0	BID
A.P. y A.S. MATAGALPA y JINOTEGA (Año horizonte: 2005)	Feb./96 Dic./98	24,242.4	Alemania

CAPITULO II

GENERALIDADES DEL PROYECTO

CAPITULO II GENERALIDADES DEL PROYECTO

2-1 Metas y Objetivos del Proyecto

A fin de mejorar el sector de acueductos que se encuentra en crisis en la Ciudad de Managua, el Estado estableció una estrategia enfocando a: 1) la reducción de la tasa de fuga y 2) el incremento del volumen de suministro. El presente Proyecto constituye una parte integral del segundo enfoque, y contempla desarrollar los recursos hídricos subterráneos para almacenarlos en los tanques municipales existentes, y con ellos subsanar la falta de agua que actualmente obliga a suspender el servicio de suministro durante dos días semanales. Además, como un segundo efecto, se pretende proteger la calidad de agua del Lago de Asososca (la fuente más importante de la ciudad capital) contra la contaminación. Concretamente, al reemplazar las aguas del Lago de Asososca que, en la actualidad, son bombeadas excesivamente, por los recursos de las nuevas fuentes subterráneas, se lograría detener la reducción del nivel del agua del lago protegiéndolo contra el refluo de las aguas contaminadas del Lago de Managua. El volumen de bombeo del Lago de Asososca fue reducido de 65,700 m³/día (17.4 MGD) de 1991 a 36,000 m³/día (9.5 MGD) en 1992, lo que afectó a las zonas que habían sido servidas por dicha fuente.

Como el Area del Proyecto fueron seleccionadas las zonas este y sureste de Managua, al norte de Ticuantepe, donde se identificó un alto potencial de desarrollo de las aguas subterráneas. Estas serían distribuidas principalmente a las áreas servidas por el reservorio de Altamira, y consecuentemente las sub-áreas Schick, Unan, Km8 y San Judas ubicadas en las lomas al sur de la ciudad. El Proyecto es capaz de abastecer la demanda hasta el año 1995 en un 100%; sin embargo, dado el carácter de emergencia que reviste el

Proyecto y considerando los principios de igualdad de los beneficiarios por el mejoramiento del nivel del servicio, se tomarán las debidas precauciones para no favorecer a una zona específica por el Proyecto. Es decir, con posterioridad al Proyecto, el volumen de agua que actualmente recibe el reservorio de Altamira desde las fuentes del este de la ciudad, deberá ser destinado parcialmente a otras áreas de distribución, para que los beneficios tenga una repercusión mayor, mitigando también la actual restricción de servicios por dos días semanales en las zonas este y norte de la ciudad. El incremento del volumen de transmisión al reservorio de Altamira desde los fuentes del este, deberá hacerse una vez que se hayan desarrollado nuevas fuentes en esta zona. De esta manera, el Proyecto contribuiría a mejorar el nivel del servicio, no sólo en un área específica de la ciudad, sino a la ciudad casi en su totalidad.

2-2 Evaluación de los Términos de Referencia

El presente Proyecto constituye en explotar los recursos hídricos subterráneos del noreste de la ciudad para transmitirlos a los tanques municipales existentes. Se ha identificado en las zonas sureste y este de Managua, un potencial de desarrollo del margen de 188,000 m³/día, cuyo aprovechamiento en un 100% permitiría abastecer la demanda hasta el año 1998. Sin embargo, en el caso específico del presente Proyecto, se pretende solucionar la situación actual en que se suspende el servicio durante 2 días semanales dentro de la ciudad y de unas cuantas horas diarias en las lomas, por lo que se limita a desarrollar el área norte de Ticuantepe, situado al surestes de Managua, para producir 71,000 m³ diarios.

Este volumen potencial será conducido a las

siguientes seis áreas, donde actualmente son servidas principalmente por las aguas del Tanque de Altamira (población beneficiada proyectada para 1995: 570,100 hab.). El requerimiento para estas áreas es de 178,000 m³/día (volumen máximo de suministro de diseño: 312 lit./día/hab.), mientras que el volumen actual suministrado se limita en 107,000 m³/día.

Actualmente, el área de servicio que se enfrenta a al déficit de suministro más grave es el del Tanque del km8 es el más deficiente, con un total de 40 lit./hab./día; al que le siguen las áreas de servicio de los tanques Shich y Unán con menos de 150 lit./hab./día. Esta situación refleja la emergencia de implementar el plan de suministro, en especial en las zonas altas de la ciudad.

Reservorios	Pob.servida (hab.)	Demanda (m ³ /día)	Suministro (m ³ /día)	actual (l./hab/día)	Faltante (m ³ /día)
Sto. Domingo (nuevo)	68,000	21,240	18,430	270	2,810
Schick	74,812	23,360	9,050	120	14,310
Km 8	59,321	18,530	2,410	40	16,130
Unán	48,691	15,210	7,360	150	7,850
San Judas	86,945	27,150	20,170	230	6,980
Altamira	232,339	72,560	49,660	210	22,900
Total	570,108	178,050	107,070	Promedio 187	70,980

Al Tanque de Altamira se conduce el agua tomada de los pozos de Carlos Fonseca y del Lago de Asososca (actualmente, en menor proporción). Una vez que se agregue el volumen desarrollado por el Proyecto, se logrará subsanar considerablemente la falta de agua en las áreas servidas por los tanques Schick, Km8, Unán y Altamira. Aparentemente, la demanda en estas áreas sería cubierta en el 100%, siendo beneficiados un total de 570,000 habitantes. Sin embargo,

dado que el presente Proyecto pretende esencialmente en solucionar la falta crítica de agua que sufre la ciudad entera y el mejoramiento de la calidad de agua del Lago de Asososca, no sería conveniente privilegiar una zona específica, dejando de lado otras áreas.

Es necesario que el volumen resultante del Proyecto beneficie a un mayor número de habitantes, y de esta manera, mejorar el nivel del servicio de acueductos en general, hasta que sea solucionada la fuga de agua. Este objetivo se consigue reduciendo el volumen conducido de agua de los pozos de Carlos Fonseca hacia el Tanque Altamira, para redistribuirlo a las áreas del este de la ciudad, o sino derivar las aguas del Tanque Altamira hacia las zonas del noroeste. Esta solución permitiría solucionar la situación crítica en casi toda la ciudad, o al menos ofrecer el servicio continuo de agua, siendo beneficiados 1,000,000 de habitantes de la ciudad.

En cuanto al problema de la contaminación del Lago de Asososca, se tiene la expectativa de solucionarlo, gracias a la medida de reducir el volumen de toma del margen de 40% en 1991, lo cual ha permitido recuperar su nivel de agua hasta 36.5 m. que es mayor que el del Lago de Managua.

Inicialmente, la Solicitud Oficial contemplaba transmitir la totalidad del volumen explotado de 71,000 m³ a los tanques de Altamira y km.8. Sin embargo, los estudios en terreno pusieron de manifiesto el incremento acelerado de la demanda de agua en los últimos días en los barrios ubicados en lomas, tales como las áreas servidas de los tanques de distribución Schick y Unán, y que tanto las tuberías de transmisión como las bombas existentes no tienen la suficiente capacidad para incrementar el volumen de transmisión desde el Tanque de Altamira hacia estas áreas. En

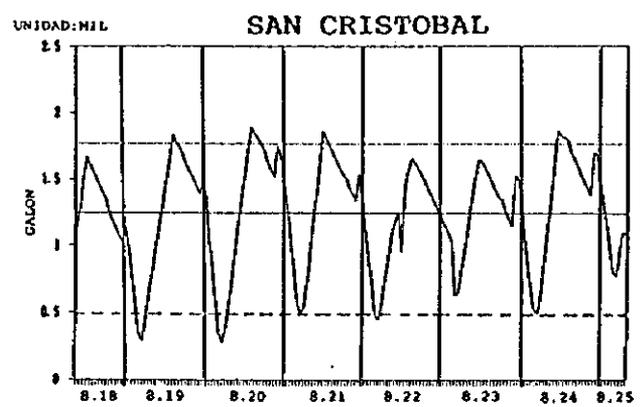
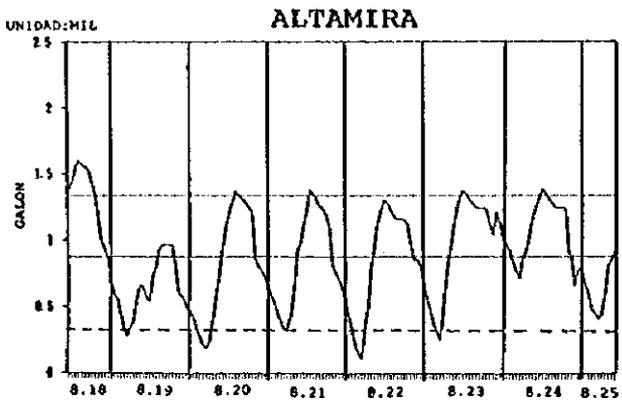
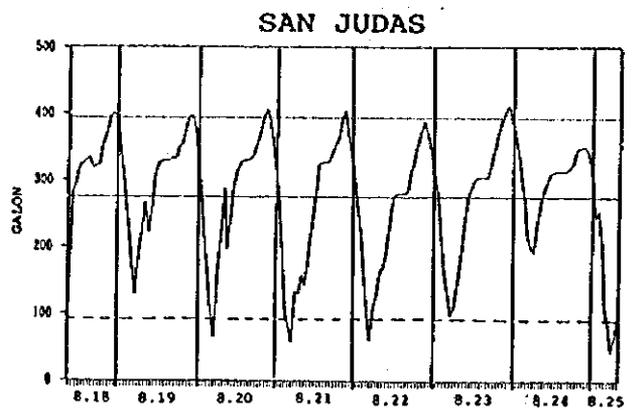
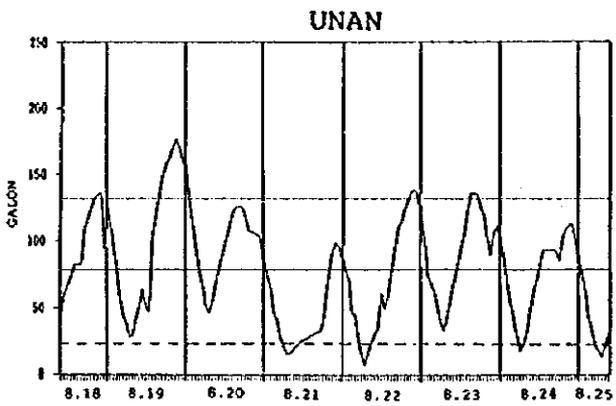
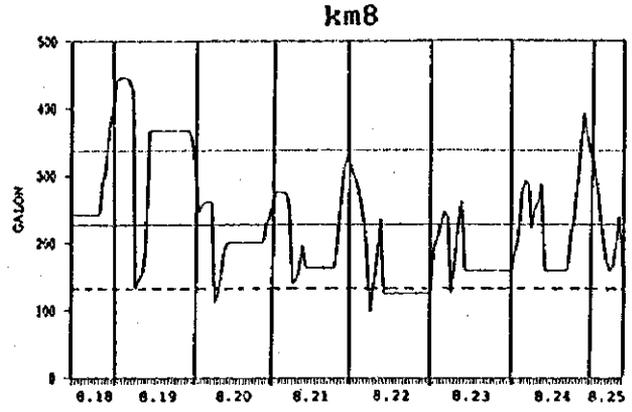
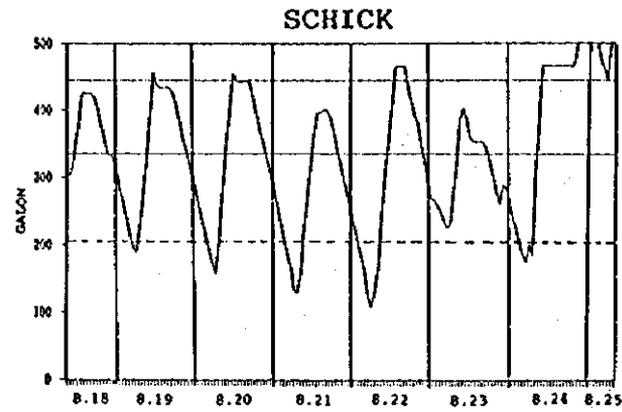
el caso de conducir el agua del nuevo tanque a construirse en este Proyecto en Santo Domingo, hasta el tanque de Altamira mediante el sistema de gravedad, y de aquí transmitir las mediante bombas hacia las zonas altas resultaría ineficaz, además de que habrá necesidad de reemplazar tanto las tuberías como las bombas existentes para tal finalidad. Por lo tanto, a fin de elevar la eficacia de la ejecución del Proyecto, se estudió la alternativa de derivar las aguas hacia Unán, Schick y San Judas, en el transcurso de la línea que comunicaría los tanques Santo Domingo y Altamira. Del estudio se concluyó de que, si bien existe una distancia relativamente mayor entre dichas instalaciones, las aguas podrán ser conducidas totalmente por gravedad, por lo que resultaría mucho más racional y económico no habiendo necesidad de bombear el agua del Tanque de Altamira en tres fases, como se hacía hasta ahora, y pudiendo ahorrarse los costos de operación y mantenimiento de las bombas pertinentes.

En el Cuadro 2-1 se presenta una comparación entre la solicitud original y la nueva alternativa.

Cuadro 2-1
Las instalaciones de transmisión solicitadas y la nueva alternativa
Resumen y comparación de requisitos

	Instalaciones solicitadas	Modificaciones	Observación
Area del Proyecto	Ticuanatepe y sus alrededores en la ciudad de Mangua	6 áreas de servicio de los tanques de Santo Domingo, Shick, Km8, Unán, San Judas y Altamira	El Area del Proyecto en sí no ha cambiado; no obstante, se especificaron las áreas de distribución proyectada y su alcance.
Subproyecto de transmisión	Transmitir el agua desde el nuevo tanque de Santo Domingo hacia el tanque Altamira por gravedad, casi la totalidad del volumen proyectado. (Parcialmente, se deriva hacia el tanque Km8) La distribución de agua desde Altamira hacia las respectivas áreas de servicio estará sujeta a la planificación y ejecución de INAA.	Transmitir el agua por gravedad desde el nuevo tanque de Santo Domingo a los respectivos tanques de distribución mediante. El suministro de agua desde cada uno de los tanques de distribución hacia las respectivas áreas de servicio estará sujeto a la planificación y ejecución de INAA.	Se ha agregado la tubería de derivación desde el conducto principal hacia cada uno de los tanques de distribución, a modo de facilitar la ejecución del plan de distribución elaborada por INA, y conseguir mayores efectos de suministro mediante el presente Proyecto.
Subproyecto de tanques de distribución	Construir el Tanque de Santo Domingo, con capacidad de 22,700 m ³ .	Construir y ampliar los tanques existentes de acuerdo a la demanda de cada área del servicio. Construcción: Tanque de Santo Domingo (17,400 m ³) Ampliación: Tanques Shick (4,800 m ³), San Judas (2,300 m ³) Capacidad total: 24,400 m ³	El incremento de unos 1,700 m ³ de la capacidad total de los tanques de distribución permitiría distribuir racional y eficazmente el agua hacia el norte de Ticuanatepe.
Mantenimiento y supervisión	Transmitir el agua desde el Tanque de Altamira hacia los tanques ubicados en zonas altas mediante bombeo	Conducir el agua hacia los tanques de distribución de las respectivas áreas de servicio mediante sistema de gravedad. Conseguir efectos conjugados de la red de distribución existente.	La nueva alternativa permitiría economizar los costos del motor de bombeo, y conseguir una operación eficaz.

Se observó la variación temporal del volumen de almacenamiento de los tanques existentes para conocer la situación actual del suministro y el funcionamiento de los tanques. En la Figura 2-1 se ilustra la "Variación del Volumen de Almacenamiento de los Tanques de Distribución" durante una semana (del 18 al 25 de agosto de 1994).



Línea continua: Volumen medio de almacenamiento
 Línea de puntos superior: Promedio de excedencia en función del volumen medio de almacenamiento
 Línea de puntos inferior: Promedio de déficit en función del volumen medio de almacenamiento

Figura 2-1 Variación del Volumen Almacenado de cada Reservorio de Distribución (1994.8.18-8.25)

De la Figura 2-1, se deduce lo siguiente:

- 1) En los tanques de Km8, Unán y Altamira, no se observa un gran incremento de agua en las horas nocturnas cuando la demanda de agua se reduce. Esto se debe, supuestamente, a la suspensión de operación de las bombas que conducen el agua a cada uno de estos tanques por falta de volumen de alimentación.
- 2) Por lo tanto, actualmente estos tanques no pueden responder de manera eficaz a la variación temporal de la demanda, originando una situación crónica de suspensión de servicio en las áreas de suministro correspondientes.
- 3) Mientras tanto, las bombas de conducción de los tanques de Shich y San Judas se encuentran en operación aún en las horas nocturnas, deteniéndose una vez que el nivel de agua haya alcanzado el nivel máximo de almacenamiento. Para hacerse frente a la variación de demanda de agua, los tanques cumplen su funcionamiento mediante la apertura y cierre manual de las válvulas.
- 4) En general, si bien es cierto que actualmente hay una falta de volumen absoluto de agua, la suspensión del servicio de suministro y, por ende, de la operación del sistema existente se debe principalmente a la deficiencia de operación de las bombas de conducción del Tanque de Altamira.

Por lo tanto, se ha llegado a la conclusión de que debería modificar el Proyecto solicitado y adoptar una

alternativa en que se contemple transmitir el agua mediante el sistema de gravedad a cada uno de los tanques de distribución.

Para esta alternativa, se estudiaron tres siguientes formas de ejecución, que implican no sólo ampliar la capacidad de los tanques Schick, Km8, Unán y San Judas, sino también de Santo Domingo:

- 1) Básicamente, el Gobierno de Nicaragua se hace responsable de todas las obras que modificarían los términos solicitados, tales como la ampliación de los tanques Schick y San Judas, así como del tendido de tuberías de derivación y transmisión hacia Schick, Unán y San Judas. No obstante, específicamente la ampliación de Schick entrará dentro del alcance de cooperación financiera japonesa considerando que la ejecución de obras requiere de tecnología especial y altos costos.
- 2) Ejecutar todas las obras mencionadas en el numeral anterior bajo la responsabilidad japonesa, limitándose INAA únicamente a facilitar los materiales de tubería de transmisión requeridos para el tendido de 8.2 km. de líneas de derivación que no estaban incluidas inicialmente en los términos solicitados.
- 3) Incluir la ejecución de obras de las instalaciones contempladas en la nueva alternativa, incluyendo el suministro de equipos y materiales necesarios, dentro del alcance de la cooperación japonesa.

Tras haber estudiado los tres métodos diferentes de ejecución se llegó a la siguiente conclusión:

En cuanto al numeral 1), INAA no puede desembolsar de los presupuestos asignados de 1995 en adelantes para el presente Proyecto, como para terminar todas estas obras en tres años. Esto implica que aún terminado el Proyecto correspondiente al Japón, los sistemas no desprenderían su capacidad al 100%, saliendo del principal objetivo del presente que es una medida de carácter urgente.

El numeral 2) tampoco es factible ya que las tuberías disponibles actualmente serán utilizadas en el Proyecto de Mejoramiento y Ampliación de Acueductos y Alcantarillados de la Ciudad de Managua.

Por lo tanto, el 3) sería el método más adecuado para ejecutar la alternativa, ya que si bien los costos de obras incrementarían en un 10%, los beneficios serán manifiestos inmediatamente después a la terminación de obras, y tampoco afectaría al progreso de otros proyectos importantes que INAA propone impulsar y que tendrían efectos conjugados con el presente.

Por otro lado, INAA ha avanzado en los preparativos para la implementación del Proyecto, no sólo ha terminado de reservar la mayor parte de los terrenos necesarios para la ejecución de las obras, sino llegando a un acuerdo con el Instituto Nicaragüense de Electricidad para el suministro energético y con el Ministerio de Construcción y Transporte así como con la Alcaldía de Managua para la instalación de las tuberías a lo largo de los caminos. Asimismo, actualmente se están impulsando los programas de mejoramiento y ampliación de los sistemas de suministro y distribución que deberían desarrollarse simultánea y paralelamente con el presente Proyecto. En febrero de 1994, se ha creado la Unidad III de la Dirección General (Oficina de Supervisión del

Proyecto de Managua) a modo de agilizar el desarrollo de los dos proyectos mencionados y del Proyecto de Sistemas de Tratamiento de Aguas Servidas.

En vista de haberse comprobado los beneficios, la factibilidad y la capacidad ejecutiva del contraparte, y de haber reconocido que los beneficios esperados coinciden con los objetivos de la cooperación japonesa, se concluye que el presente Proyecto debería ser ejecutado dentro del marco del Programa de Cooperación Financiera no Reembolsable del Japón. Por lo tanto, hemos procedido a estudiar las generalidades del Proyecto y elaborar el Diseño Básico que el Gobierno del Japón otorgará su apoyo para alcanzar las finalidades propuestas en el presente. Cabe destacar, no obstante, que los términos de la Solicitud Oficial fueron modificados parcialmente (agregando nuevos componentes), por los motivos ya expuestos.

2-3 Descripción del Proyecto

2-3-1 Organismo Ejecutor y Estructura Operativa

La responsabilidad del presente Proyecto corresponde al Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), creado por el Decreto Ley 123 de octubre de 1979. La institución está constituida por direcciones generales de planificación, administración y ejecución de servicios y cinco direcciones regionales, a través de las cuales controla el sector de acueductos y alcantarillados a nivel nacional. En la Figura 2-2 se ilustra el organigrama de INAA. La Dirección de la Región III es la que se encarga de la ciudad Managua, y tal como observamos en la Figura 2-3, ésta ha sido creada en una jerarquía superior frente a otras unidades regionales (I, II, IV y V). La plantilla de la Región III

está constituida por 783 empleados, frente a 100 empleados
aprox. otras unidades regionales (incluyendo número del
personal de las oficinas regionales dependientes).

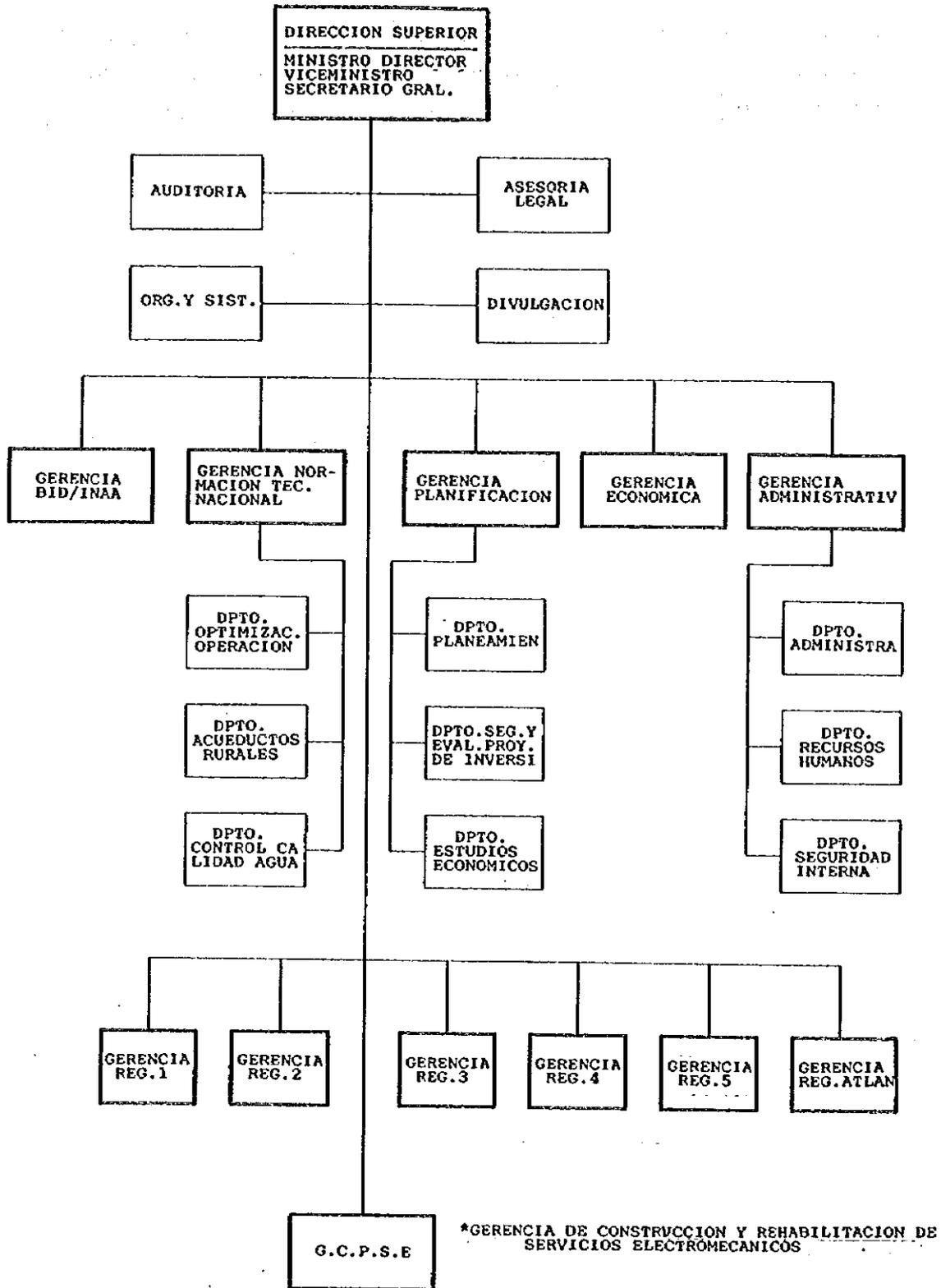


Figura 2-2 Organigrama de INAA

ESTRUCTURA ORGANIZATIVA
INAA REGION III

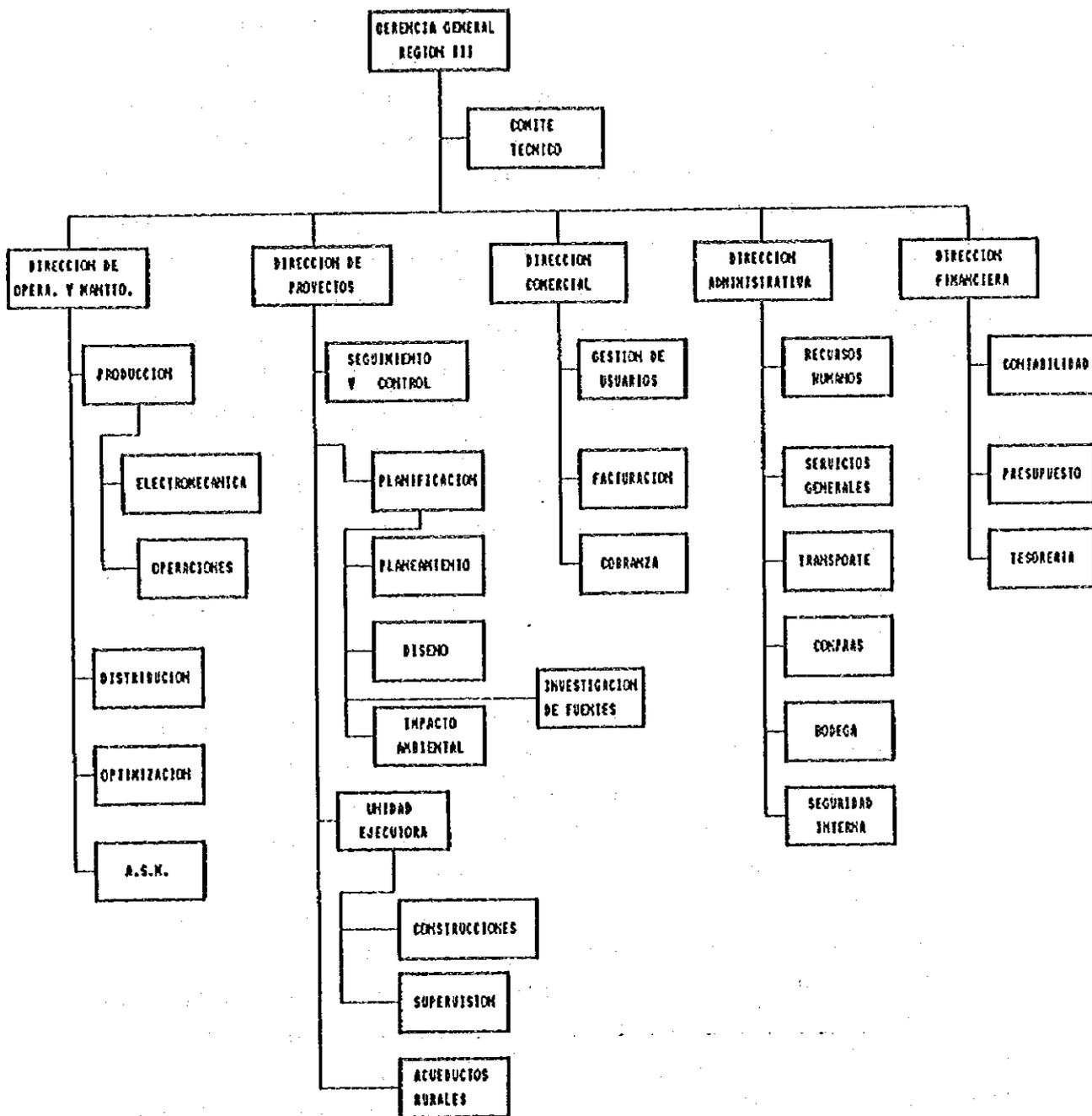


Figura 2-3 Organigrama de la Dirección General de la Región III - INAA

2-3-2 Ubicación y las Condiciones Naturales del Sitio del Proyecto

El relieve nicaraguense se caracteriza por el eje volcánico que atraviesa el país en la parte central y que comprende una amplia depresión tectónica (de 70 a 110 km de ancho) hacia el sur en la región litoral del Pacífico, en la que se ubican dos grandes lagos (Nicaragua y Managua). El Lago de Nicaragua es la mayor cuenca lacustre del país con una superficie de 8,264 km² y ubicada a una altura de 32 m.s.n.m. De él se origina el Río San Juan que discurre formando sinuosidades a lo largo de la frontera con Costa Rica para descargarse finalmente al Mar Caribe. El Lago de Managua de 1,024 km² de superficie, tenía una profundidad de 38.2 m. que se redujo a 36.5 m. en 1992 por la baja precipitación ocurrida en los últimos años. Antes, se comunicaba con otros cuerpos de agua únicamente a través del Río Tipitapa, cuyas aguas se agotaron en las proximidades del lago, por lo que el último constituye actualmente un cuerpo de agua cerrado.

El Área del presente Proyecto se ubica dentro de las riberas del área de estos dos grandes lagos, donde se extienden laderas suaves de pendiente 1/30 a 1/40. El área urbana y los asentamientos circunscritos de la ciudad de Managua (aprox. 200 km²) se distribuyen a una altura comprendida entre 40 y 500 m.s.n.m. Hacia el este de la ciudad, y al norte del aeropuerto internacional se identifican numerosos manantiales, cuya agua afluyen al Lago de Managua formando quebradas permanentes. Presenta una peculiar condición hidrogeológica de las actividades volcánicas recientes que se caracteriza por la ausencia de las corrientes superficiales permanentes, descendiendo a lo largo de los barrancos de la sierra, y que un buen porcentaje de agua pluvial se infiltra hacia las capas acuíferas.

Climatológicamente, el país se divide en dos regiones a partir del eje volcánico central: la vertiente pacífica y la vertiente del Caribe. La primera que incluye la ciudad capital se caracteriza por un clima tropical con temperaturas y humedad altas. La temperatura media es de 28°C, y la precipitación anual oscila entre 500 y 1,800 mm. Mientras tanto, la llanura del Caribe presenta una temperatura media de 26°C con precipitación anual de 3,000 a 6,000 mm., favoreciendo el crecimiento de la selva tropical.

El área norte de Ticuantepe donde se contempla desarrollar las aguas subterráneas se ubica al sureste de la ciudad capital, sobre la ladera suave de la sierra volcánica que se extiende desde la Caldera Masaya hasta el Lago de Managua, presentando óptimas condiciones hidrogeológicas para la explotación del acuífero. Su estructura geológica también es ideal, consistiendo supuestamente, en rocas volcánicas y sedimentación de materiales volcánicas ocurridas los períodos Neogeno a Cuaternario, de alta permeabilidad y capacidad de almacenamiento, que yacen sobre la Formación Brito poco permeable de la Epocas Paleoceno a Eoceno formando una capa gruesa de 200 a 300 m. Topográficamente, también se ve favorecida por la extensa área de aportación (de 200 km²) que facilita el trazado de corrientes descendientes a las capas acuíferas.

De acuerdo con el análisis del balance hidrológico que realizó el equipo de estudio del Proyecto de Mejoramiento del Sistema de Agua Potable de la Ciudad de Managua de JICA (1991-1993), el área de aportación de aprox. 880 km², que incluye la ciudad capital, se divide en tres áreas hidrológicas, y cada una de las cuales presenta el siguiente balance hidrológico subterráneo:

Áreas hidrológicas	Superficie (km ²)	Balance de cada área (m ³ /día)		
		Potencial desarrollo	Explotado hasta 1991	Potencial remanente
Occidental	85	24,400	8,500	+15,900
Central	235	114,000	190,300	-76,300
Oriental	560	295,900	107,500	+188,400
Total	880	434,300	306,300	+128,000

Del potencial de desarrollo de 306,000 m³/día hasta 1991, 268,700 m³/día ya fueron explotados como fuentes de agua potable de la ciudad, cubriendo el 87.7% del potencial de la región. El resto, es decir el 12.3% corresponde a agua potable fuera de la ciudad (5.9%), agua industrial (5.3%) y agua de riego (1.1%).

Tradicionalmente, el agua potable de la ciudad de Managua se tomaba del área hidrológica central a través de bombeo del Lago de Asososca y unos 40 pozos ubicados en el centro de la ciudad, a una magnitud que superaba su potencial de desarrollo (margen de seguridad) de 76,300 m³/día. Esta situación ha provocado la reducción del nivel de las aguas subterráneas (incluyendo las del Lago de Asososca), poniendo en riesgo de contaminar el acuífero, y por ende, deteriorar la calidad del agua potable (por el reflujó de las aguas contaminadas del Lago de Managua). Fue así como, posteriormente, se decidieron reducir el volumen de bombeo tanto del Lago de Asososca como de los pozos. Como contramedida, se propuso subsanar la situación, frenando los proyectos de perforación de nuevos pozos en el correspondiente área hidrológica, mientras que se cubría la falta de agua a través de la rehabilitación de los viejos pozos, así como la transmisión de las aguas tomadas del área hidrológica oriental, donde presentaba un margen de reserva del potencial de desarrollo.

El área hidrológica oriental se divide, a grosso modo, en la zona de recarga de las aguas subterráneas de aproximadamente 300 km², incluyendo la Caldera de Masaya (de aprox. 60 km²), y en la zona de almacenamiento y flujo de las aguas al norte de la Caldera de Masaya. De ellas, la zona que encubre mayor potencial de desarrollo es el norte de la Caldera. Especialmente, al norte de Ticuantepe y Sabana Grande presenta una estructura topográfica y geológica que favorece el escurrimiento concentrado de las aguas subterráneas recargadas. En conjunto, el potencial de desarrollo remanente en todo el área hidrológica se calcula en 188,000 m³/día aproximadamente. El presente Proyecto contempla impulsar el desarrollo en uno de ellos, es decir, al norte de Ticuantepe, a una magnitud del margen de 71,000 m³/día.

La calidad de las aguas subterráneas de la ciudad de Managua y de sus alrededores es muy buena, tanto es así que no necesita ser purificada, sino solamente clorarla, antes de su distribución. Los recursos del norte de Ticuantepe es especialmente de buena calidad, lo cual se comprobó realizando un análisis químico sobre 20 variables de las cuatro muestras tomadas de dos pozos de prueba de INAA ubicados en el mismo sitio. Del análisis, sólo una muestra presentaba la concentración del ión de ácido nítrico de 50 mg./lit., que es superior a la norma establecida por OMS de 40 mg./lit., pero aún así se encuentra dentro del margen de tolerancia que es de 80 mg./lit. (Véase el Anexo 8: "Resultados del Estudio de Calidad de Agua")

2-3-3 Esquema General de las Instalaciones y Equipos

En el siguiente cuadro se detallan las principales instalaciones a ser construidas, los equipos y materiales necesarios.

Cuadro 2-2
Lista de las principales instalaciones a ser construidas, equipos y materiales necesarios

Componentes	Especificaciones y cantidad	Equipos y materiales
I Ingeniería civil y edificaciones		
1 Fuentes de Agua		
1-1 Preparación de los terrenos	Aprox. 60,000 m ²	
1-2 Construcción de pozos	15 pozos (diám. de perforación 16" ó más; profundidad media : 200 m.)	Encamisados: 1 3/8" x 2550m Rejillas : 8 5/8 x 450 m
1-3 Construcción de tanques colectores	Capacidad 1,500 m ³ x2 Estructuras rectangulares de hormigón armado	
1-4 Tendido de tuberías de conducción	Ø500-Ø200mm Long. total: 1,476 m	Tubos de acero revestidos para acueductos y válvulas
2. Transmisión		
2-1 Caseta de bombas de transmisión	Sup. de piso 499.5m ² x1; 15 casetas de bombas	
2-2 Tendido de tuberías de conducción	Ø750-Ø300 Long. total: 19,442 m	Tubos dúctiles de hierro fundido, válvulas
3 Distribución		
3-1 Construcción del T. Santo Domingo	Capacidad 8,800 m ³ x 2 Estructuras rectangulares de hormigón armado	
3-2 Ampliación del T. Schick	Capacidad 4,800 m ³ x 1 Estructura rectangular de hormigón armado	
3-3 Ampliación del T. San Judas	Capacidad 2,300 m ³ x 1 Estructura rectangular de hormigón armado	

Componentes	Especificaciones y cantidad	Equipos y materiales
II Equipos eléctricos		
1 Instalaciones y equipos		
1-1 Bombas de elevación	3.5m ³ /m x 137m x 132kW x 15 unidades	15 unidades a ser instaladas a las bombas de elevación
1-2 Bombas de transmisión	12.5m ³ /m x 71m x 220kW x 5 unidades 1 juego de repuestos	5 unidades a ser instaladas a las bombas de transmisión (1 unidad de reserva)
1-3 Instrumentos eléctricos	1 juego de panel de recepción y distribución 1 juego de cableado 1 juego d/instrumentos	Paneles, cables e instrumentos de cableado
1-4 Equipos de cloración	2 equipos de cloración	Equipos de cloración, balanza de plataforma, cilindros y tuberías

2-3-4 Plan de Operación y Mantenimiento (O/M)

La Dirección de Operación y Mantenimiento (418 empleados) de la Dirección General de la Región III de INAA constituida por 5 divisiones operadas por un total de 783 empleados. De las cuales, los diferentes componentes del sistema de acueductos de la ciudad de Managua son operados y mantenidos por dos divisiones de Producción y Suministro. La División de Producción controla las operaciones de bombeo de las aguas del Lago de Asososca y de los pozos, así como efectúa las reparaciones necesarias de bombas de elevación, mientras que la División de Suministro controla la distribución de aguas desde los tanques y realiza la operación y mantenimiento de la red municipal.

En 1994, INAA creó una oficina subsidiaria de la Región III a lo largo de la Carretera Norte, entre la sede y el Aeropuerto Internacional, donde fueron asignados los principales miembros de cada unidad, a fin de preparar la ejecución del Proyecto de Mejoramiento de los Sistemas de

Acueductos y Alcantarillados del BID y del presente. Esta oficina supervisará el desarrollo de las obras de construcción a ser realizadas por responsabilidad nicaragüense, y una vez terminadas éstas, constituirá la sede de la unidad de O/M con formando una plantilla técnica para tal fin. En especial, después de finalizar el Proyecto, controlará la distribución de las aguas desde el nuevo Tanque de Santo Domingo hacia los 5 restantes mediante el sistema de gravedad, así como la transmisión y distribución de sus recursos con miras a estabilizar y regularizar el servicio en toda la ciudad.

2-4 Cooperación Técnica y Coordinación con Otros Donadores

El Gobierno de Nicaragua ha solicitado la cooperación técnica en los siguientes términos:

Envío de experto a largo plazo:	1 ingeniero hidrogeólogo
Recepción de becarios:	1 especialista en diseño de tuberías
	1 especialista en reparación de bombas

Al considerar que en Nicaragua predominan los sistemas de acueductos que toman el agua subterránea, la demanda de hidrogeólogos es muy alta; sin embargo, la falta de los recursos humanos es notoria, ya que actualmente, INAA sólo posee un personal especializado en el campo dentro de su plantilla fija, lo que no sólo hace difícil, sino imposible, satisfacer los requerimientos a nivel nacional. Por otro lado, los anteriores especialistas enviados del ex-USSR, se regresaron a su país una vez terminada la misión, no quedando

en la actualidad ningún especialista extranjero permanente.

Es cierto que INETER abriga en su plantilla a unos cuantos especialistas en hidrogeología, y por lo tanto, el problema podría ser resuelto al coordinar los servicios entre ambas instituciones. Por otro lado, puesto que el presente Proyecto incluye también la transferencia tecnológica en el control de la perforación de pozos durante el desarrollo de las obras, tampoco se reconoce la urgencia de enviar un especialista japonés a largo plazo. Sin embargo, si en el futuro INAA pretende impulsar un número mayor de proyectos de desarrollo de aguas subterráneas con sus propios capitales, es muy justificable que el gobierno del Japón estudie la posibilidad de enviar a Nicaragua un especialista a modo de capacitar los recursos humanos locales en esta oportunidad.

En cuanto a la recepción de becarios (1 ingeniero en diseño de tuberías y 1 mecánico en reparación de bombas), se recomienda estudiar su posibilidad en la mayor brevedad posible, ya que éstos formarían una parte integral del sistema de O/M de las obras a ser construidas en el presente Proyecto, siendo para INAA una demanda indispensable.

Para resolver los problemas que se enfrenta la ciudad de Managua en el sector de acueductos, existen tres tareas más importantes, a saber: el incremento de la producción, la rehabilitación y la ampliación de los sistemas existentes. Concretamente, la primera consiste es una solución para cubrir la falta del volumen absoluto de la oferta frente al requerimiento que se ve aumentado a un ritmo sumamente acelerado; mientras que las dos últimas implica mejorar y ampliar la red de acueductos hacia las nuevas zonas urbanas. El presente Proyecto fue elaborado como parte integral de las medidas de emergencia para la primera.

Paralelamente a éste, existen otros proyectos sectoriales como es el Proyecto de Mejoramiento de los Sistema de Acueductos, cuyo diseño de ejecución se inició en agosto de 1994 con financiamiento del BID. Las obras serán iniciadas en 1995 y terminadas en 1997. Por otro lado, con la donación del gobierno de Francia, INAA ha adquirido las tuberías de transmisión, con las que está impulsando el proyecto del desarrollo de los recursos hídricos subterráneos (construcción de pozos) y la ampliación de la red de acueductos existente con sus propios esfuerzos. Este último consiste en el tendido de las tuberías con materiales que la institución tenía almacenados (32 km.), más los adquiridos (más de 80 km) con los préstamos sin intereses otorgados por el gobierno de Francia. Los programas de mejoramiento y ampliación de los sistemas existentes son coordinados mutuamente, y el presente Proyecto de Cooperación Financiera no Reembolsable complementaría los esfuerzos de los primeros.

CAPITULO III

DISEÑO BASICO

CAPITULO III DISEÑO BASICO

3-1 Concepto Fundamental de Diseño

Las diferentes instalaciones serán diseñadas basándose en los criterios siguientes, en los que se tomaron en cuenta la realidad nacional de Nicaragua:

1) Condiciones geológicas

Las estructuras y las líneas de conducción de agua serán antisísmicas, ya que Managua se ubica dentro de la Graben de Nicaragua, sobre la cadena volcánica que nace en el Lago de Nicaragua y termina en la bahía de Fonseca, lo cual hace que sea una zona con alta ocurrencia de temblores. En los años 1931 y 1972, la ciudad fue azotada y derrumbada por fuertes movimientos sísmicos verticales. Existen dentro de ella, más de veinte cráteres y terrazas volcánicas, lo que hace que sea siempre susceptible a las actividades volcánicas.

2) Relaciones del Proyecto con otras instituciones

Siguiendo los acuerdos asentados entre INAA y el Ministerio de Comunicación y Transporte (MCT), las tuberías de transmisión serán tendidas bajo tierra a lo largo de la carretera Masaya a 11.0 mts. desde el eje del camino. Sin embargo, para aquellos sitios donde se deben efectuar el cortes de terreno, el tendido se hará a un costado de la carretera, considerando que el MCT contempla ampliar las vías de la carretera Masaya entre los años 1995/96.

En lo que concierne a la electricidad, Nicaragua se

hará responsable de trazar el plan de suministro energético, los criterios de diseño y ejecutar las obras pertinentes hasta las instalaciones de recepción energética, mientras que los subsiguientes trabajos entrarán al alcance del presente Proyecto, siguiendo los acuerdos alcanzados entre INAA y el INE que es la institución responsable de suministro de electricidad en Nicaragua.

3) Sector de construcción de Nicaragua

Dado que todas las obras de construcción e ingeniería civil en Nicaragua habían sido ejecutadas directamente por los organismos públicos, hasta hace algunos años, el sector privado aún no había acumulado suficientes experiencias ni poseía equipos necesarios.

Si bien el presente Proyecto contempla, fundamentalmente, acudir a los servicios de los subcontratistas locales de construcción, es también cierto que éstos no poseen, por ejemplo, perforadoras adecuadas para la construcción de pozos de más de 16" de diámetro.

De la misma manera, para la colocación de tuberías, se disponen de muy pocas unidades de retroexcavadoras grandes que agilizarían la excavación, o grúas y maquinarias pesadas que facilitarían la instalación de tuberías de acero de gran diámetro. Por lo tanto, el Proyecto contemplará la posibilidad de importar las maquinarias pesadas de construcción desde Japón, además de diseñar los pozos y las estructuras de hormigón anexas a los tanques, considerando la capacidad técnica de los subcontratistas locales.

4) Operación y mantenimiento

Uno de los problemas que debería tomarse en cuenta durante la ejecución del proyecto es la crisis energética que enfrenta el país, ante la suspensión planificada regional del suministro de electricidad para cubrir la falta de potencia y la suspensión improvisada de suministro de electricidad debido a causas técnicas. Los equipos e instrumentos eléctricos, por lo tanto, deberán ser diseñados para protegerse contra efectos negativos que causarían los cortes (por ejemplo: golpe de ariete de las bombas).

5) Suministro de equipos y materiales de construcción

Los equipos y materiales que se ajustan a las especificaciones establecidas y que no son fabricados en Nicaragua, tales como las bombas, artefactos eléctricos, cloradores y tuberías de acero serán importados del Japón o de un tercer país, mientras que todos aquellos materiales de construcción disponibles en Nicaragua (hormigón, armadura de hierro, etc.) serán adquiridas en plaza.

6) Estructura de los principales sistemas de transmisión y distribución

Para la transmisión y distribución de agua se utilizarán tuberías dúctiles revestidos de mortero fácilmente manejables durante la ejecución de obras y resistentes contra corrosión. Mientras tanto, los tanques serán estructuras rectangulares de hormigón armado considerando el diseño de intensidad de hormigón disponible en plaza.

El nivel técnico de cada una de las instalaciones será diseñado tomando en cuenta la compatibilidad con las

instalaciones existentes y basados sobre el alcance de la Cooperación Financiera no Reembolsable del Japón.

7) Período de ejecución

El período de ejecución de obras en sí será de 29 meses, incluyendo los 2 meses para los preparativos en la localidad, los ajustes posteriores y la preparación de manuales de operación.

La perforación de un pozo requiere de 4 a 5 meses, utilizando de 4 a 5 unidades de perforadoras. La abreviación del período de ejecución se logrará impulsando simultáneamente la excavación y el tendido de tuberías en 6 sitios, haciendo uso de maquinarias pesadas.

3-2 Estudio y Evaluación de Criterios de Diseño

(1) Plan de distribución

El Area de Servicio del Proyecto está constituida por seis sub-áreas, cada una de las cuales con su propio reservorio y la red conectada al primero. Una vez que el volumen de agua explotado sea transmitido a estos tanques, se logrará mejorar el nivel de suministro actual, para lo que se le solicita al Gobierno de Nicaragua mejorar la red de tuberías de distribución y de las instalaciones de control de suministro que entran bajo su responsabilidad, paralelamente con las obras que se ejecuten por la cooperación japonesa.

(2) Volumen de suministro de diseño

El volumen de suministro de diseño fue calculado

multiplicando la demanda media diaria por persona por la población proyectada de suministro, para obtener el requerimiento medio diario. Posteriormente, se aplicaron los coeficientes de eficiencia (80%) y del volumen máximo diario (120%):

Demanda media: 208 lit./hab./día (550 galones/hab./día)
Vol.medio de suministro diario= Pob.proyectada x 208lit./0.8
Volumen proyectado = volumen máximo diario de suministro
= Vol. medio de suministro diario x 1.2
(Vol. máx. de suministro :312 lit./hab./día)

(3) Población de servicio de diseño

La población de diseño para el año 1995 en las áreas del servicio del proyecto es la indicada en el Cuadro 3-1. Las cifras son mayores que la población de diseño determinada durante la formulación del Plan Maestro, y esto es debido al crecimiento demográfico muy acelerado por la inmigración de los habitantes rurales hacia la ciudad (específicamente, hacia el sur de la ciudad, en busca de mejores condiciones de vida). En especial, el área de servicio del Tanque de Santo Domingo ha registrado un alto índice de crecimiento, y se prevé que esta tendencia continuará aún en los próximos años, tanto es así que se espera que el número de familias usuarias en el período 1991-1995 aumentará en un 52%.

Cuadro 3-1
Volumen de suministro de diseño y
constitución del suministro (m3/día)

Area de Distrib.	Vol. de suministro proyectado			Constitución del suministro (m3/día)		
	Pob. de servicio '95 (hab.)	Vol. máx. lit/hab/día	Vol. máx. diario (m3/día)	Volumen explotado	Volumen actual	Total
Sto.Dom.	68,000	312	21,220	2,800	18,430	21,230
Schick	74,812	312	23,340	14,320	9,050	23,370
Km 8	59,321	312	318,510	16,130	2,400	18,530
Unán	48,691	312	15,190	7,850	7,360	15,210
S. Judas	86,945	312	27,130	6,980	20,170	27,150
Altamira	232,339	312	72,490	22,900	49,660	72,560
Total	570,180	-	177,880	70,980 (18.75MGD)	107,070 (28.28MGD)	178,050 (47.03MGD)

Notas:

1. Las fuentes existentes en Santo Domingo incluyen el pozo de Veracruz y el que se ubica dentro del subárea de distribución de Sto. Domingo.
2. La fuente existente en km8, es un sólo pozo ubicado dentro de su subárea de distribución.
3. Las fuentes existentes de Altamira incluyen los 3 pozos ubicados dentro de su subárea de distribución y los pozos de Carlos Fonseca (42,560 m3/día).

(4) Plan de Pozos

Se contempla construir un total de 15 pozos con diámetro de perforación de 16", diámetro de terminación de 12" con una profundidad de 180 a 200 m, acudiendo a los servicios del sector privado local. Para la perforación se recurrirá al servicio local con disposición de equipos de perforación y