

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

No. 1

REPUBLICA DE NICARAGUA

INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

INFORME

SOBRE

EL ESTUDIO DE DISEÑO BASICO

PARA EL PROYECTO DE

DESARROLLO DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

Y

ABASTECIMIENTO DE AGUA

EN EL

SECTOR RURAL DE LA MESETA DE CARAZO

FEBRERO 1993

KOKUSAI KOGYO CO., LTD.

G R F

CR(3)

93-030

INFORME SOBRE EL ESTUDIO DE DISEÑO BASICO PARA EL PROYECTO DE
DESARROLLO DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS Y ABASTECIMIENTO DE AGUA
EN EL SECTOR RURAL DE LA MESETA DE CARAZO.

FEBRERO 1993

KO

617
618
619
IBRA Y
G R F
CR(3)
93-030

JICA LIBRARY



110426111

24809

AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN
REPUBLICA DE NICARAGUA
INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

INFORME
SOBRE
EL ESTUDIO DE DISEÑO BÁSICO
PARA EL PROYECTO DE
DESARROLLO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS
Y
ABASTECIMIENTO DE AGUA
EN EL
SECTOR RURAL DE LA MESETA DE CARAZO

FEBRERO 1993

KOKUSAI KOGYO CO., LTD.

G R F
C R (3)
93 - 030



PREFACIO

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República de Nicaragua, el Gobierno de Japón decidió realizar el Estudio del Diseño Básico del Proyecto de Desarrollo de las Aguas Subterráneas y Abastecimiento de Agua en el Sector Rural de la Meseta de Carazo de la República de Nicaragua y confió el estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

JICA despachó a la República de Nicaragua la misión de estudios del diseño básico encabezado por el Sr. Masashi Kono, funcionario del Departamento de Cooperación Financiera no Reembolsable de la División de Cooperación Económica del Ministerio de Relaciones Exteriores e integrada por miembros de Kokusai Kogyo Co., Ltd., desde el 29 de agosto hasta el 2 de diciembre de 1992.

La misión intercambió opiniones con los funcionarios pertinentes del Gobierno de la República de Nicaragua y realizó el estudio en el terreno en el área del proyecto. Después, la misión regresó a Japón donde se realizaron los estudios más detallados. Luego, fue enviada una misión a la República de Nicaragua con el fin de mantener discusiones sobre el Borrador del Informe, y se ha elaborado el presente informe.

Espero que este informe contribuya a la promoción del presente proyecto y al estrechamiento de las relaciones amistosas entre ambos países.

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a las autoridades pertinentes del Gobierno de la República de Nicaragua por la estrecha cooperación y apoyo brindados a la misión de estudio para la realización del presente estudio.

Febrero de 1993



Kensuke Yanagiya
Presidente

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

Tokio, Febrero de 1993

Señor Kensuke Yanagiya
Presidente
Agencia de Cooperación Internacional del Japón
Tokio, Japón

CARTA DE REMISION

Tenemos el agrado de remitir a Ud. el Informe sobre el Diseño Básico para el Proyecto de Desarrollo de las Aguas Subterráneas y Abastecimiento de Agua en el Sector Rural de la Meseta de Carazo en la República de Nicaragua.

Este estudio fue realizado por Kokusai Kogyo Co., Ltd., basado en el contrato con JICA de Agosto 24 de 1992 al Febrero 26 de 1993. A través del estudio, hemos tomado suficientes consideraciones de la situación actual de Nicaragua, y hemos planificado el más apropiado proyecto dentro del esquema de la cooperación no reembolsable de Japón.

Deseamos aprovechar la presente oportunidad para expresar nuestros sinceros agradecimientos a los funcionarios relacionados de JICA, el Ministerio de Relaciones Exteriores, Ministerio de Salud y Asistencia y a la Embajada de Nicaragua en Tokio. Así mismo deseamos expresar nuestra profunda gratitud a los funcionarios relacionados del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA) y a la Embajada del Japón en Nicaragua por su estrecha colaboración con el proyecto.

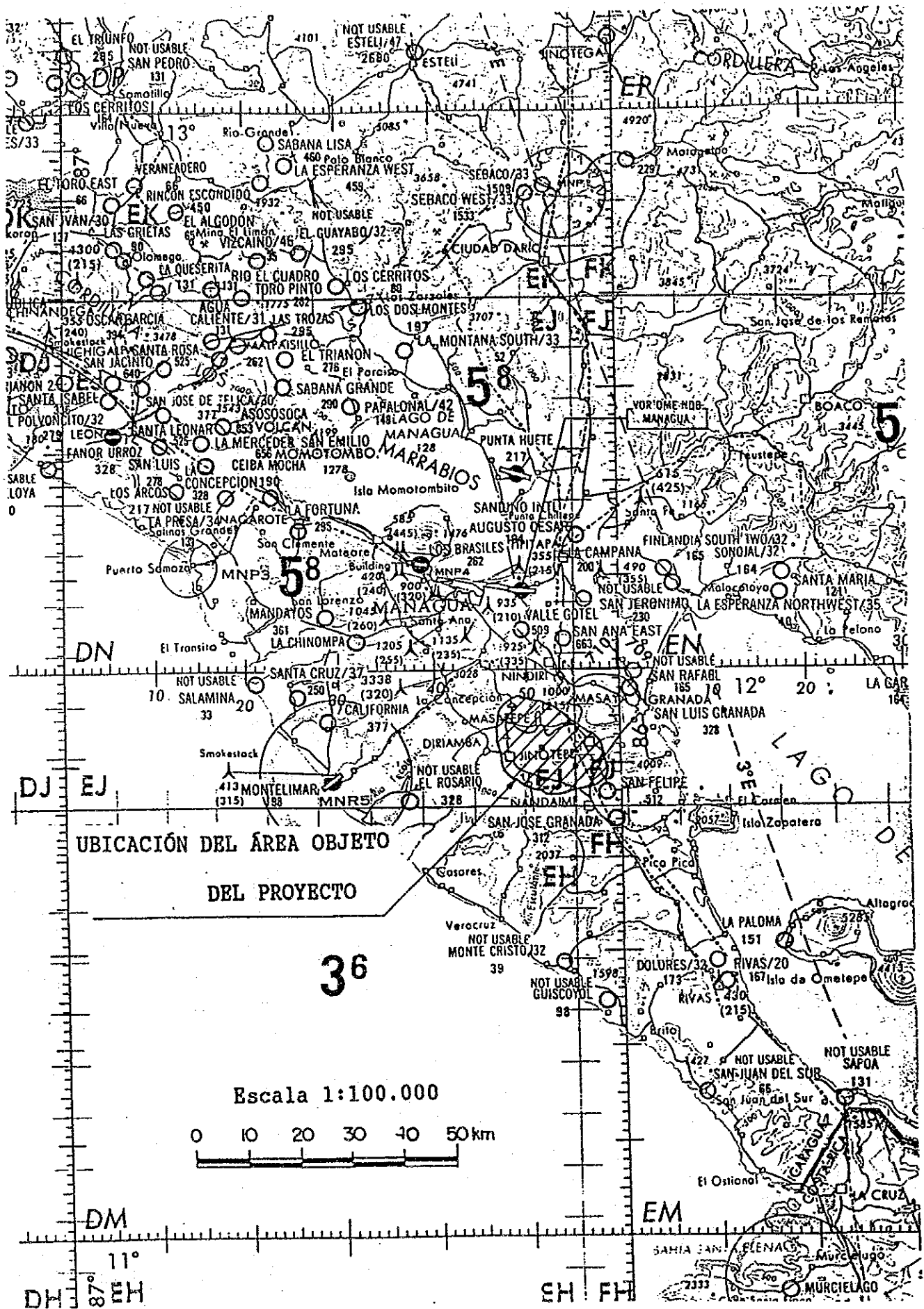
Atentamente, su seguro servidor.



Kunio Fujiwara

Jefe del Equipo de Estudio del Diseño Básico para el Proyecto de Desarrollo de las Aguas Subterráneas y Abastecimiento de Agua en el Sector Rural de la Meseta de Carazo

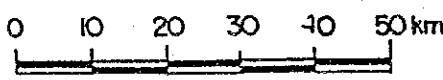
MAPA DE UBICACIÓN DEL ÁREA OBJETO DEL PROYECTO



UBICACIÓN DEL ÁREA OBJETO
DEL PROYECTO

36

Escala 1:100.000



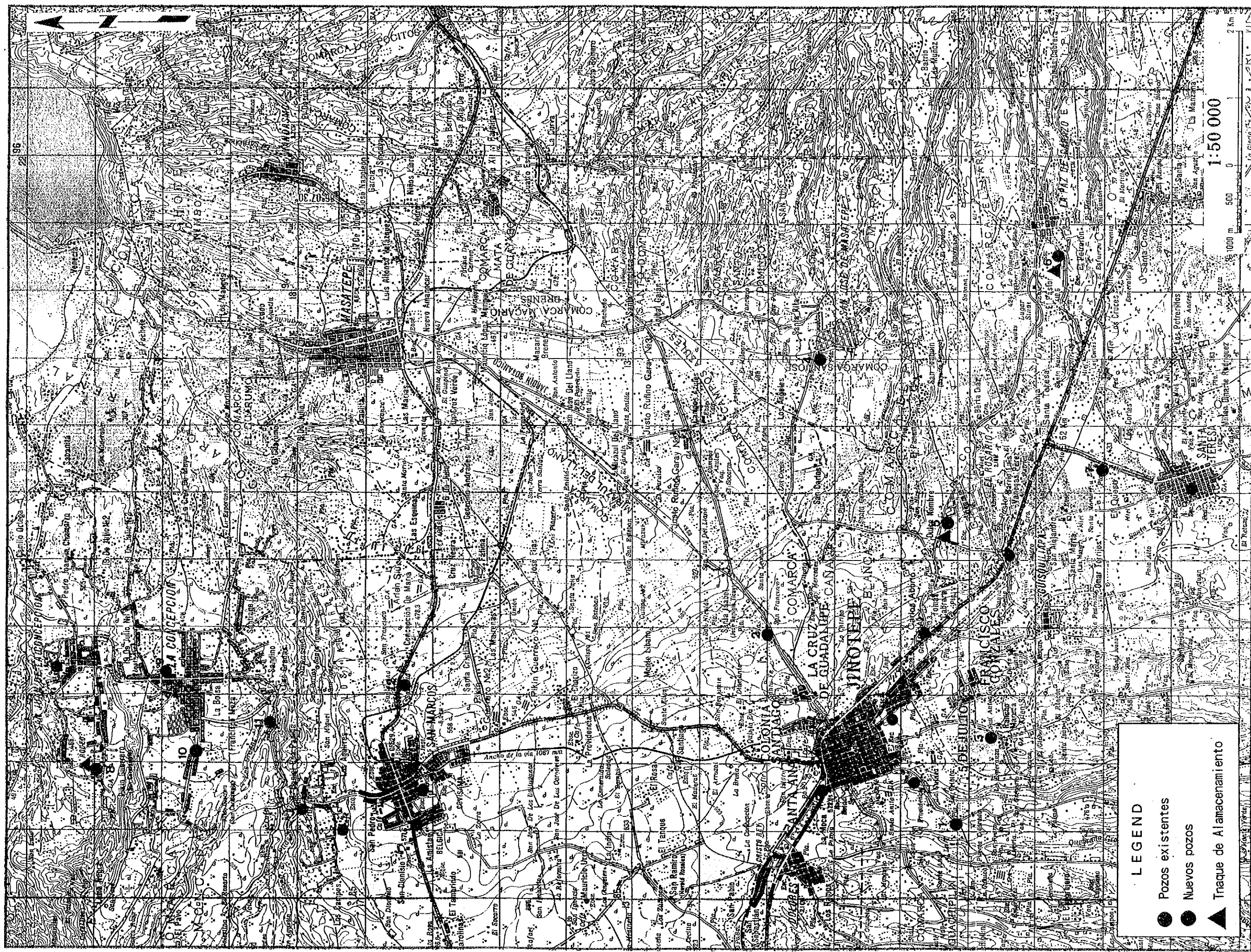


Fig.-2 MAPA DE UBICACIÓN DEL AREA PROPUESTA PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

RESUMEN

La República de Nicaragua es un país ubicado en Centroamérica y tiene una población de aproximadamente 3.900.000 habitantes (1990). En 1990 se dió término a un largo período de guerra interna y actualmente el país se encuentra abocado a la reconstrucción socioeconómica. Aunque la serie de medidas de estabilización y ajuste están dando sus frutos y está mejorando la macroeconomía, la tarea de acondicionamiento de la extenuada infraestructura socioeconómica no es fácil. Dentro de este panorama, el mejoramiento de la infraestructura social y servicio público para estabilizar la vida de las ciudades regionales y poblaciones rurales es uno de los temas del gobierno cuya solución requiere mayor urgencia.

La mayor parte (más del 90%) del agua de consumo doméstico de Nicaragua es suministrada por el sector público. La cobertura del servicio de abastecimiento de agua es en general baja con una tasa del 53% de promedio nacional y en la región del Océano Pacífico donde se registra la densidad poblacional más alta no llega más que al 67%. Además, aun dentro de las instalaciones de abastecimiento de agua, se está produciendo el déficit del caudal de abastecimiento de agua y es notoria la deficiencia del servicio. Actualmente, el caudal medio de abastecimiento diario de agua por persona entre la población que recibe los servicios de agua, es de apenas 70l y está lejos del nivel normal.

En la República de Nicaragua, el abastecimiento de agua está dependiendo prácticamente de los recursos de aguas subterráneas. Especialmente en el lado del Pacífico donde se concentra la distribución de población, con excepción de dos lagos, es extremadamente escasa la escorrentía y no existe otra alternativa que depender del agua subterránea. En consecuencia, para extender la cobertura y mejorar el nivel de abastecimiento del agua, depende exclusivamente del éxito del desarrollo de aguas subterráneas.

Las actividades de abastecimiento de agua de la República de Nicaragua están a cargo del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA) fundado en 1979. INAA tiene una organización de esquema piramidal que se extiende a todos los lugares del país. Las actividades de operación y mantenimiento diario de las instalaciones para el abastecimiento del agua están a cargo de la organización regional, mientras que la planificación, diseño, control de presupuesto y reparación de los equipos están bajo la responsabilidad de la organización central. INAA desarrolla sus actividades sobre la base de los ingresos de las tarifas de agua, evoluciona con un estado financiero sano, pero la magnitud financiera es relativamente pequeña. En el primer semestre de 1992 registra un ingreso bruto de aproximadamente 83.700.000 de córdobas y un egreso bruto de aproximadamente 66.000.000 de córdobas y no está en condiciones de destinar grandes montos para las nuevas inversiones ni para la amortización de las inversiones.

Para resolver la escasez de los recursos de agua, el gobierno de Nicaragua ha venido dedicando esfuerzos en el estudio y el desarrollo de los recursos de agua subterránea en todo el país, pero debido a la obsolescencia y falta de cantidad de equipos y materiales de perforación que dispone, están lejos de poder lograr sus objetivos y está requiriendo la ayuda de los países extranjeros.

Bajo estas circunstancias, el gobierno de la República de Nicaragua ha planificado el desarrollo de aguas subterráneas fijando como meta el año 2000 y estableciendo como zona objeto del proyecto tres zonas de la Meseta de Carazo sobre el lado del Océano Pacífico de este país, zona que especialmente presenta dificultades por el bajo nivel freático y donde aún no se han encarado proyectos de desarrollo con el apoyo del Banco Mundial o cooperación bilateral. Con ese fin, en febrero de 1992, el gobierno de Nicaragua ha solicitado al gobierno de Japón la cooperación financiera no reembolsable para la construcción de pozos y el otorgamiento de equipos y materiales para la perforación de pozos.

Las áreas objeto de la solicitud son las zonas de Jinotepe, San Marcos y Los Pueblos pertenecientes a la Meseta de Carazo, donde ya existen instalaciones de distribución regional de agua que registra un déficit del caudal de producción y prácticamente no se logra satisfacer el suficiente servicio de abastecimiento de agua. El proyecto ha fijado como meta el año 2000 para instalar dentro de estas tres zonas 20 nuevos pozos profundos para satisfacer la demanda de agua de todo el área.

El contenido de la solicitud puede resumirse como sigue.

- (a) Construcción de 20 pozos profundos en las zonas de Jinotepe, San Marcos y Los Pueblos (incluyendo las bombas)
- (b) Construcción de tuberías de transmisión de agua e instalaciones para conectar los nuevos pozos con las facilidades de distribución de agua existentes.
- (c) Un juego de equipos y materiales de perforación y equipos y aparatos para prueba.

En respuesta a esta solicitud, el gobierno de Japón decidió realizar los estudios y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón despachó al sitio la misión de estudios del diseño básico por un período de 35 días a partir del 30 de agosto de 1992 y la misión explicativa del borrador del informe durante 12 días a partir del 10 de diciembre de 1992.

Las zonas de Jinotepe y San Marcos del área del proyecto están ubicadas en las proximidades de la ciudad capital de Managua y tiene una población de aproximadamente 85.900 habitantes y 62.200 habitantes respectivamente. Casi el 90% de la población pertenecen a grandes poblaciones de más de 5.000 habitantes, siendo sumamente escasa la población rural. Como región climática, pertenece al clima de sabana del Pacífico y tiene una precipitación anual de 1.400 ~ 2.000mm.

Los estratos del área del proyecto están dominados por estratos sedimentarios volcánicos que se originan en las actividades volcánicas del pasado y se distribuyen numerosas fallas pequeñas y calderas. Tiene una altura que es 100 ~ 300m mayor que las zonas de los alrededores y en consecuencia, el nivel freático es profundo oscilando entre los 120 ~ 300m desde la superficie.

Debido a que la permeabilidad de la superficie es alta, la mayor parte de la precipitación se filtra rápidamente en el suelo, sirve como recarga del agua subterránea y el caudal de descarga como escorrentía de los ríos es sumamente reducido.

En el área del proyecto y sus alrededores, existen actualmente 20 pozos en operación, pero la mayoría tienen una antigüedad de 10 ~ 20 años desde la construcción y están llegando al período de rehabilitación. Sin embargo, debido a que no existen registros del caudal de bombeo ni antecedentes de las variaciones seculares del nivel freático, es necesario que se realicen estudios por separado para poder establecer las medidas apropiadas que puedan tomarse. La caída del nivel freático debido al bombeo es en general grande y llega a aproximadamente 38m de promedio.

A juzgar por las condiciones de instalación de las conexiones de agua a domicilio, la cobertura del servicio de abastecimiento del agua en el área del proyecto es del 54% en la zona de Jinotepe y del 37% en la zona de San Marcos, señalando un nivel inferior con respecto al 67% que es el promedio de la región del Pacífico. Lo más grave del problema, es la notable falta de uniformidad del abastecimiento de agua por región. Las causas se deben a la falta de capacidad de las tuberías de distribución debido a las reiteradas extensiones que se vinieron repitiendo sin planificación y la disposición despereja de los recursos de agua (pozos). Las tuberías de distribución existentes son todas de fibrocemento que tienen más de 10 ~ 20 años de antigüedad y son numerosos los casos de fugas de agua desde las uniones y la rotura debido al deterioro secular de los materiales.

La Oficina Regional de Jinotepe y la Oficina Regional de San Marcos que están bajo la supervisión de la Dirección Regional N° 4 de INAA en Granada, administran directamente las instalaciones de abastecimiento de agua en el área del proyecto. Ambas oficinas desarrollan sus actividades con presupuestos otorgados independientemente, pero la mayor parte de los egresos corresponden a los gastos de mantenimiento y administración y gastos de medición y cobranza.

A continuación se detallan el costo de producción y el precio de venta del agua potable de ambas zonas. Aunque teóricamente está arrojando ganancias, esto se debe en gran parte a las tarifas de la energía eléctrica que políticamente se mantiene a niveles restringidos.

	<u>Zona de Jinotepe</u>	<u>Zona de San Marcos</u>
Costo de producción	0,224 córdobas/m ³	0,406 córdobas/m ³
Tasa de cobranza	49,6%	72,0%
Precio de venta	<u>0,744 córdobas/m³</u>	<u>0,664 córdobas/m³</u>

(Basado en el caudal cobrado)

Al efectuar el análisis según la descripción general anterior del área del proyecto y el estado actual del sector de abastecimiento de agua, el contenido de la solicitud de INAA se trata de un pedido de cooperación para un sector que técnicamente y financieramente no puede ser realizado con su propio esfuerzo dentro de un plazo perentorio. Al considerar el grado de emergencia del problema de la escasez del agua en el área del proyecto, el proyecto en general se juzga como razonable.

Sin embargo, en vista de que la solicitud considera la demanda de agua a mediano plazo que fija como meta el año 2000, la construcción de 20 pozos no es una escala apropiada como para que sea considerado en su totalidad como objeto de la cooperación financiera no reembolsable. En consecuencia, se ha analizado y se ha llegado a un acuerdo con la contraparte establecer como objeto la construcción de 12 pozos dentro de los 20 pozos planificados, destinados a las zonas de Jinotepe y San Marcos donde existe una especial premura para satisfacer la demanda de agua.

Teniendo en consideración los resultados del estudio en el terreno, a continuación se detalla el resumen del análisis del agregado, supresión y modificación del contenido de las instalaciones y el contenido de los equipos y materiales a otorgarse solicitados.

Cuadro 1 Análisis de las instalaciones

Elementos que componen las instalaciones	Hubo o no hubo solicitud	Razones del agregado, supresión, modificación, etc.
Pozo profundo	Sí	<ul style="list-style-type: none"> • Se realizó la revisión total del caudal de bombeo. • Se revisó la tubería desde el aspecto de la prevención de la interferencia mutua entre pozos y dispersión de los recursos de agua.
Bomba de pozo profundo	Sí	-
Instalación dosificadora de cloro	No	Adicional teniendo en cuenta que todos los pozos existentes tienen instalación dosificadora y existe la posibilidad de contaminación durante la conducción.
Tanque de almacenamiento	Pedido adicional	Adicional en previsión de las horas pico del consumo de agua.
Bomba de alimentación y tanque intermedio	No	Para aliviar la carga de la bomba de pozo profundo, en los pozos que requiere una presión de alimentación más alta desde la boca del pozo se adicionará el tanque intermedio y la bomba de alimentación de agua.
Tubo de conducción	Sí	-
Sala de control	No	Adicional como lugar del encargado de operación e instalación de la bomba de alimentación de agua.
Válvula de cierre y medidores para tuberías de distribución principal	No	Para la eventual racionalización del sistema de distribución de agua existente, se requiere la introducción en las partes necesarias de las tuberías existentes.

Cuadro 2 Análisis del contenido de equipos y materiales a otorgarse

Equipos y materiales	Hubo o no hubo solicitud	Razones del agregado, supresión, modificación, etc.
Perforadores	Sí	Como resultado del análisis de las condiciones de perforación en el terreno, se reanalizó y se adoptaron equipos de alta capacidad con accesorios especiales
Diversos vehículos para las tareas	Sí Grúa sobre camión 8t 1 u. Carro con bomba 1 u. Camión 1 u. Camión ligero 1 u.	Debido a que el transporte de equipos y materiales asociados con las obras de construcción de pozos es imprescindible que se realice eficientemente según el progreso de los trabajos de perforación, se analizó la posibilidad de que la grúa de 8t sobre camión fuera reemplazada por 2 unidades, una de 6t y otra de 3t.
Equipo de prospección eléctrica y otros equipos para prueba	Sí	Se agregaron los indicadores de nivel para los pozos. Son imprescindibles para el futuro control de aguas subterráneas.

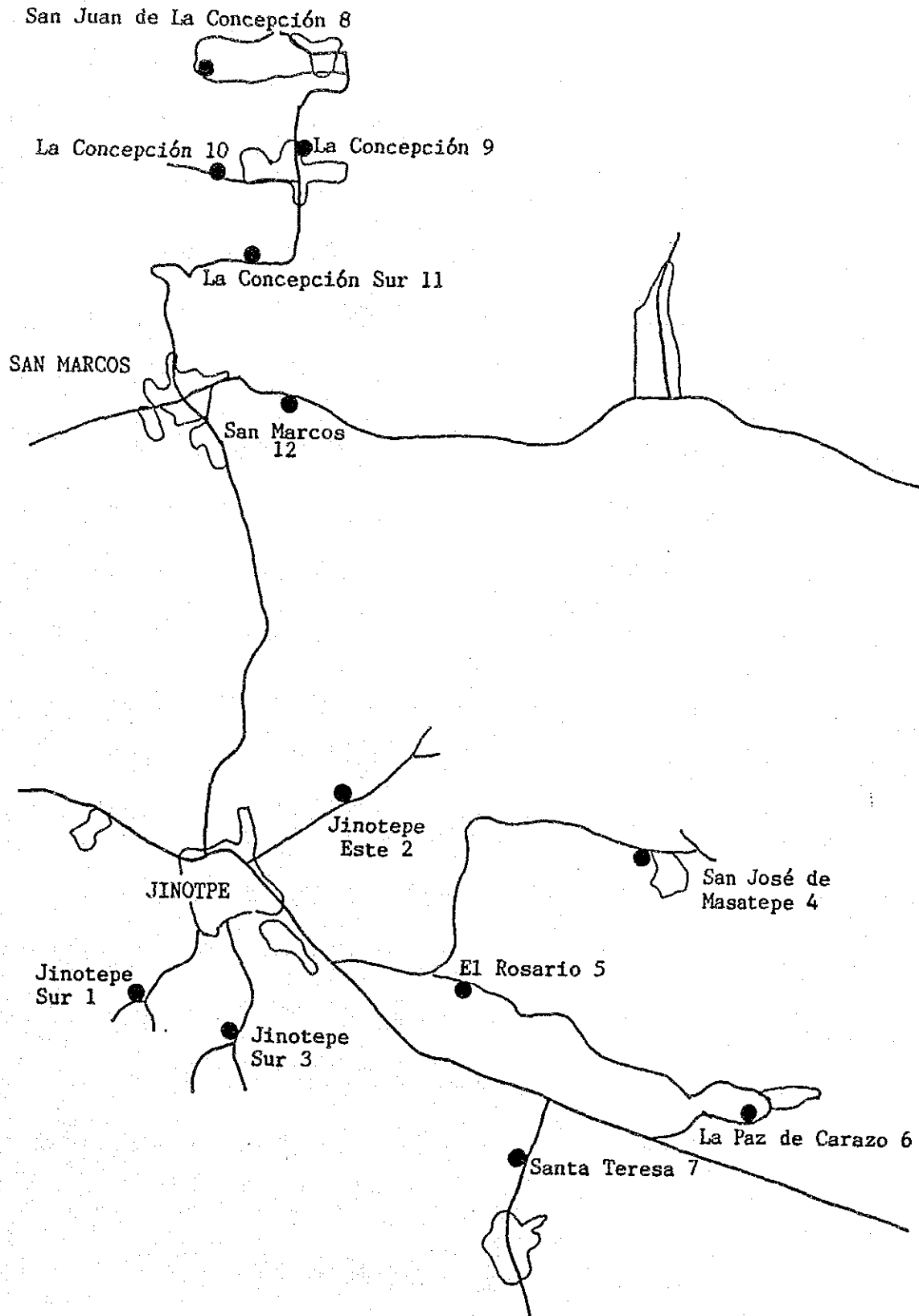
Aunque ya está parcialmente reflejado en el análisis anterior, es deseable que la implementación de la cooperación se realice sobre la base de diversas orientaciones básicas. Primeramente, en el plan de instalaciones debe establecerse como primera condición que el caudal de agua de los nuevos pozos se abastezca eficazmente a los consumidores, para lo cual deberán reestructurarse las zonas de abastecimiento de agua regional actual y ampliarse el objeto del análisis hasta la modificación mínima necesaria de las tuberías de distribución existentes. Asimismo, dentro del plan de otorgamiento de equipos y materiales, debe efectuarse la selección de los equipos y materiales prestando la mayor atención en la reducción del plazo de desarrollo de aguas subterráneas. Teniendo en consideración que el suministro de los equipos y materiales y las tareas de perforación se extenderán en un período largo, es necesario que la implementación de la cooperación se divida en tres fases.

El organismo que asumirá la responsabilidad de la administración de las instalaciones a construirse mediante la implementación del proyecto será INAA. Las oficinas de Jinotepe y San Marcos de INAA, absorberán los gastos adicionales para el manejo de las nuevas instalaciones y al mismo

tiempo obtendrá el aumento de ingresos por la cobranza de las tarifas. Según el cálculo tentativo, el aumento de los ingresos no podrá cubrir el aumento de los egresos. Sin embargo, mediante el mejoramiento de la tasa de cobranza y el mejoramiento de la tarifa media del área de control dentro del límite del actual régimen tarifario, se considera factible equilibrar el balance.

La disposición de los pozos establecida provisoriamente en la solicitud, fue objeto de un nuevo análisis general considerando las condiciones hidrogeológicas y la reestructuración de las zonas de abastecimiento de agua que se explica más adelante, cuya nueva disposición se detalla en la Fig. 3 y Cuadro 3.

Fig.3 Mapa de ubicacion de los pozos propuestos



Cuadro 3 Disposición de los pozos

Pozo N°	Ubicación	Estado
1	Al avanzar unos 1.500m hacia el sudoeste el camino que sale desde el hospital de la ciudad Jinotepe llega al cruce de 3 caminos. Dentro de la huerta a la derecha del cruce de 3 caminos. A unos 1.300m desde el pozo existente A-3-7.	Debido a que el pozo existente está a una distancia de más de 1km, no se supone de que se produzcan interferencias entre los pozos. Hasta el pozo existente hay línea de alta tensión pero se requiere el tendido de 1.300m desde ahí en adelante. Se requiere 1.500m de tubería de conducción de agua. Debe construirse el camino de acceso para la perforación. Caudal total a enviarse a Jinotepe.
2	Punto ubicado a 1.400m de la ciudad de Jinotepe sobre el camino que se dirige a Santa Isabel (noreste).	No se supone de que haya interferencias entre pozos. No se requiere el tendido de líneas de alta tensión. Se requiere 1.400m de tubería de conducción de agua. Caudal total a enviarse a Jinotepe.
3	Punto ubicado a unos 1.600m de la ciudad de Jinotepe sobre el camino hacia el sur que se dirige a Rancho Maruca Arlen Sin.	No se supone de que haya interferencias entre pozos por estar a más de 1km desde el pozo existente. Puede ser que se modifique el lugar de perforación hacia el lado de la ciudad por no haber más que 500m desde el pozo privado que está en la ciudad. No se requiere el tendido de líneas de alta tensión. Se requiere la instalación de 1.600m de tubos de conducción de agua. Caudal total a enviarse a Jinotepe.
4	Cerro del lado derecho del camino antes de entrar a San José de Mesatepe.	Es el pozo que alimenta los alrededores de este sitio y se conecta a la red de abastecimiento de agua existente. No se requiere el tendido de líneas de alta tensión. Deberá construirse el camino de acceso para la perforación.
5	Lado derecho del camino antes de entrar a El Rosario	No se supone de que haya interferencias entre pozos por estar a más de 1km desde el pozo existente. Se instalará el tanque de almacenamiento al lado del pozo para distribuir por gravedad por las tuberías existentes. No se requiere el tendido de líneas de alta tensión.
6	La Paz de Carazo	Pozo para abastecer el agua en los alrededores de este sitio, se instalará el tanque de almacenamiento y se distribuirá el agua por gravedad conectándose a la red existente de tuberías. No se requiere el tendido de líneas de alta tensión. Deberá construirse el camino de acceso para realizar la perforación.

Pozo N°	Ubicación	Estado
7	Punto intermedio entre la Carretera Nacional N° 2 y Santa Teresa y lugar donde existe el tanque de almacenamiento.	No se supone de que haya interferencias entre pozos por estar a más de 1km desde el pozo existente. Se enviará todo el caudal al tanque de almacenamiento existente y se abastecerá el agua a Santa Teresa y las poblaciones de los alrededores a través de la red de distribución existente. No se requiere el tendido de líneas de alta tensión. Deberá construirse el camino de acceso para realizar la perforación.
8	Dentro de El Rodeo de San Juan de la Concepción	Pozo para abastecer el agua en los alrededores de este sitio, se instalará el tanque de almacenamiento de agua y se conectará con la red de tuberías de distribución existente por gravedad. Se requiere el tendido de líneas de alta tensión. Deberá construirse el camino de acceso para realizar la perforación.
9	Dentro de la Ciudad de La Concepción (Al lado del tanque de almacenamiento existente)	Se enviará el caudal total al tanque de almacenamiento existente. Se dejará de enviar el agua a San Juan de la Concepción y se abastecerá la ciudad de La Concepción y sus alrededores. Deberá construirse el camino de acceso para la perforación. No se requiere el tendido de líneas de alta tensión.
10	Dentro de la Ciudad de La Concepción (Cementerio)	Se enviará el caudal total al tanque de almacenamiento existente. No se requiere el tendido de líneas de alta tensión. Debe repararse substancialmente la entrada del acceso para realizar la perforación.
11	Punto intermedio entre La Concepción y Daniel Roa Padilla	No habrá interferencias entre pozos por estar a más de 1km del pozo existente. Se enviará el caudal total a La Concepción a través de la red de distribución existente. Debido a que existe cierta distancia, se requiere el tendido de la línea de alta tensión. Debe construirse el camino de acceso para realizar la perforación.
12	San Marcos (Samaria)	No habrá interferencias entre pozos por estar a más de 1km del pozo existente. Se enviará el caudal total a San Marcos por la red de distribución existente. No se requiere el tendido de líneas de alta tensión. Debe construirse el camino de acceso para realizar la perforación.

Debe corregirse la desigualdad regional de la distribución del agua que se aprecia en el proyecto actual de las zonas de abastecimiento de agua de Jinotepe y San Marcos sin cambiar el esquema del tendido de las tuberías de distribución.

Como medidas prácticas se realizará la reestructuración de las zonas de abastecimiento de agua para adoptar un esquema de zona de abastecimiento de agua de pequeña escala del tipo disperso en torno a los pozos. La reestructuración se realizará mediante la instalación de válvulas de cierre en lugares estratégicos de las tuberías de distribución principal sobre la base de la disposición dispersa de los nuevos pozos según lo indicado anteriormente. Las nuevas zonas de abastecimiento de agua serán las siguientes.

Cuadro 4. Nuevas zonas de abastecimiento de agua

<u>Zona de abastecimiento de agua dentro de la zona de Jinotepe</u>	<u>Zona de abastecimiento de agua dentro de la zona de San Marcos</u>
• Dolores	• San Juan de la Concepción
• Ciudad de Jinotepe, Dulce Nombre	• La Concepción, San Cararabio El Arenal
• Santa Teresa, Los Cruces, Los Potrerillos, Santa Cruz	• San Marcos
• El Rosario	
• Guisquiriapa	
• San José de Masatepe	
• La Paz de Carazo	

En el Cuadro 5 se resume el balance de agua de cada zona de abastecimiento reestructurado y la cantidad de nuevos pozos. El caudal de bombeo seguro estimado de los nuevos pozos calculado separadamente según los datos existentes, permitirá satisfacer prácticamente el déficit máximo del caudal diario indicado en el cuadro.

Cuadro 5 Balance de agua por zonas de abastecimiento reestructuradas y cantidad de nuevos pozos
(Base: Año 1995)

Zonas de abastecimiento de agua	Población (1995)	Caudal medio de abastecimiento diario (m ³ /día)	Caudal máximo de abastecimiento diario (m ³ /día)	Caudal de producción de pozos existentes (m ³ /día)	Caudal efectivo (m ³ /día)	Déficit medio diario (m ³ /día)	Déficit máximo diario (m ³ /día)	Instalación de nuevos pozos
① Dolores		503	654	(Nuevos pozos en construcción por INAA)	0	0	0	0
② Ciudad de Jinotepe Dulce Nombre	42.646 3.338	7.263 252	9.442 378	5.123 1.313	4.355 1.116			
③ Subtotal de la zona	45.984	7.515	9.820	6.436	5.471	2.044 (27%)	4.349 (44%)	3
④ Santa Teresa Los Cruces Santa Cruz Los Potrerillos	18.595 662 717 464	2.463 49 54 35	3.695 74 81 53	1.733 0 0 0	1.473 0 0 0			
⑤ Subtotal de la zona	20.438	2.601	3.903	1.733	1.473	1.128 (43%)	2.430 (62%)	1
⑥ La Paz de Carazo	6.517	607	925	0	0	617 (100%)	925 (100%)	1
⑦ El Rosario	4.771	361	541	0	0	361 (100%)	541 (100%)	1
⑧ San José de Masatepe	5.820	551	826	0	0	551 (100%)	826 (100%)	1
⑨ Guisquiriapa	4.218	319	479	1.908	1.622	Excedente (1.589)	Excedente (1.143)	0
⑩ San Marcos	27.080	4.100	5.330	3.063	2.297	1.803 (44%)	3.033 (57%)	1
⑪ La Concepción San Cararabio El Arenal	27.457 2.017 2.419	4.157 153 183	5.404 230 275	0 0 0	0 0 0			
⑫ Subtotal de la zona de abastecimiento de agua	31.893	4.493	5.909	0	0	4.493 (100%)	5.909 (100%)	3
⑬ San Juan de La Concepción	9.487	898	1.346	409	307	591 (66%)	1.039 (77%)	1

Las facilidades que se instalen en cada zona de abastecimiento de agua, en el caso más sencillo consiste en el pozo, la bomba y la tubería de conducción, mientras que en el caso más complicado se agregarían sólo el tanque y la bomba de conducción. Las facilidades comunes de todos los pozos son la instalación de dosificación de cloro y la casilla de control.

Las facilidades indicadas anteriormente se detallan resumidamente en el Cuadro 6.

Cuadro 6 Descripción general de las nuevas instalaciones

Zonas de abastecimiento de agua	Instalación	Número del nuevo pozo	Tanque de almacenamiento	Tanque intermedio	Bomba de alimentación	Tubería de conducción	Esquema del flujo	Casilla de control
② Ciudad de Jinotepe Dulce Nombre Los Potrerillos		3 pozos Nº 1 Nº 2 Nº 3	0	3 unidades	6 unidades	Larga		3
③ Santa Teresa Los Cruces Santa Cruz		Nº 7	0	0	0	Corta		1
④ La Paz de Carazo		Nº 6	1 unidad	0	0	Corta		1
⑤ El Rosario		Nº 5	1 unidad	0	0	Corta		1
⑥ San Jose de Masatepe		Nº 4	0	0	0	Corta		1
⑧ San Marcos		Nº 12	0	1 unidad	2 unidades	Corta		1
⑨ La Concepción San Cararabio El Arenal		Nº 9 Nº 10 Nº 11	0	1 unidad	2 unidades	Corta		3
⑩ San Juan de La Concepción		Nº 8	1 unidad	0	0	Corta		1

- ① Tanque de almacenamiento
- ② Tanque intermedio
- ③ Bomba
- ④ La línea de puntos indica las instalaciones existentes
- ⑤ Pozo y bomba para pozo profundo
- ⑥ Tanque de hormigón

El diámetro de los 12 pozos profundos que se planifican, pueden normalizarse en 3 tipos que se describen a continuación según el diámetro exterior de la motobomba sumergible que se diseñe para el caudal y elevación del proyecto y la estructura geológica de la zona del proyecto.

Cuadro 7 Normalización del diámetro de los pozos

Construcción del pozo	A	B	C
Lugar del proyecto	Jinotepe Sur 1, 2, Jinotepe Este, S. José de Masatepe, Santa Teresa, La Concepción 1, 2, La Concepción Sur	El Rosario, La Paz de Carazo, San Juan de la Concepción	San Marcos
Entubado de protección	16"	13-3/8"	18-5/8"
Entubado de la carcasa de la bomba	10-3/4"	8-5/8"	13-3/8"
Entubado y filtro colador del acuífero	8-5/8"	8-5/8"	10-3/4"

Para perforar el pozo que satisfaga los requerimientos citados, deberá perforarse el estrato altamente propenso al derrumbe en una longitud de alrededor de 290m, con un diámetro grande máximo de 20" y luego con un diámetro máximo de perforación de 17-1/2" hasta alcanzar el acuífero. Se estima que la profundidad máxima de perforación llegaría a 450m.

Como método de perforación de esta naturaleza, se considera necesario la combinación del método de inyección inversa por el sistema de inyección de aire comprimido y el método de circulación directa.

Como modelos de perforadores que puedan adoptar los métodos citados, se recomienda el sistema de cabezal superior hidráulico rotativo. Además, para asegurar la facilidad del desplazamiento, se considera apropiado el tipo montado sobre camión equipado con la bomba de lodo, cabrestante y mástil rebatible hidráulicamente.

La ejecución de los ítems a cargo de Japón se realizará en tres fases. El período de ejecución previsto será como sigue. Es decir, la Fase I tendrá una duración de 3 meses de diseño de ejecución y un período de 12

meses para el suministro y construcción, la Fase II una duración de 3 meses de diseño de ejecución y un período 11 meses para el suministro y construcción y la Fase III una duración de 2 meses de diseño de ejecución y un período de 12 meses para el suministro y construcción.

En el caso de dividir las obras de construcción en tres fases, sería lógico incluir en la primera y segunda fase las zonas de abastecimiento de agua de las zonas de mayor población donde la demanda de agua reviste urgencia. Será deseable la ejecución según el siguiente orden.

- Fase I de la ejecución de las obras:
Jinotepe (Pozos 1 y 2)

- Fase II de la ejecución de las obras:
Jinotepe (Pozo 3)
San Juan de la Concepción (Pozo N° 8)
La Concepción (Pozos N° 9 y 11)
Santa Teresa (Pozo N° 7)

- Fase III de la ejecución de las obras
El Rosario (Pozo N° 5)
San José de Masatepe (Pozo N° 4)
San Marcos (Pozo N° 12)
La Paz de Carazo (Pozo N° 6)
La Concepción (Pozo N° 10)

Mediante la implementación de estas obras, 86.000 habitantes dentro del total de aproximadamente 150.000 habitantes que viven en el área del proyecto se beneficiarán con la solución del déficit crónico del agua que vienen sufriendo.

Aunque el área objeto del proyecto es uno de los centros de producción de café de Nicaragua, en los últimos tiempos se observa el abandono de los cultivos para trasladarse a la ciudad capital de Managua debido a la falta de abastecimiento del agua para consumo doméstico y comienza a notarse la tendencia de decadencia de esta zona. Bajo estas circunstancias, el aseguramiento del agua para consumo doméstico y la estabilización de la infraestructura de vida de la población de esta zona que especialmente está muy próximo a la Ciudad de Managua, tiene un enorme significado.

Además, mediante la ejecución de estas obras, es posible la superación de la tecnología de perforación de pozos y la reducción de los plazos de ejecución de las obras en la República de Nicaragua. Actualmente, la construcción de pozos por INAA y las empresas locales de construcción de pozos están prácticamente dependiendo del método de perforación por impacto, método de barrenado de cable de baja eficiencia. Especialmente en los lugares como el área del proyecto donde se requieren pozos muy profundos, se requieren largos plazos para las obras. Sin embargo, mediante la introducción de equipos de alto rendimiento, se logrará la reducción drástica del período de ejecución de los proyectos de desarrollo de aguas subterráneas y se estima que habrá de contribuir enormemente en la reducción de plazos de otros proyectos de construcción de pozos que INAA tiene previsto en otras zonas aparte de la Meseta de Carazo.

En virtud de lo anterior, es notorio que la ejecución del proyecto de desarrollo de aguas subterráneas en esta zona tendrá efectos muy beneficiosos y se juzga que la implementación de este proyecto con la cooperación financiera no reembolsable de Japón es altamente razonable.

INFORME DEL ESTUDIO DEL DISEÑO BÁSICO DEL PROYECTO DE DESARROLLO
DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y ABASTECIMIENTO DE AGUA EN EL
SECTOR RURAL DE LA MESETA DE CARAZO

ÍNDICE

PREFACIO

MAPA DE UBICACIÓN DEL ÁREA OBJETO DEL PROYECTO Escala 1:100.000

MAPA DE UBICACIÓN DEL ÁREA PROPUESTA PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO
Escala 1:50.000

RESUMEN

CAPÍTULO 1	INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 2	ANTECEDENTES DEL PROYECTO	3
2-1	Situación General de la República de Nicaragua	3
2-1-1	Descripción general del país	3
2-1-2	Población e industrias	3
2-1-3	Economía y finanzas	4
2-2	Situación General de las Actividades de Abastecimiento de Agua de la República de Nicaragua	6
2-2-1	Estado de cobertura de los servicios de agua corriente	6
2-2-2	Órgano ejecutor de las obras	7
2-2-3	Situación financiera de INAA	8
2-3	Descripción General de los Proyectos Relacionados	12
2-4	Antecedentes de la Solicitud y Contenido	13
CAPÍTULO 3	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DEL PROYECTO	15
3-1	Ambiente Socioeconómico del Área del Proyecto	15
3-2	Condiciones Naturales	16
3-2-1	Meteorología	16
3-2-2	Geología y estructura geológica	18
3-2-3	Geología hidráulica	21

3-3	Estado Actual del Abastecimiento de Agua dentro del Área del Proyecto	23
3-3-1	Estado actual de los pozos existentes	23
3-3-2	Estado actual de la zona de abastecimiento de agua ...	26
3-3-3	Sistema de abastecimiento y distribución de agua y sus problemáticas	27
3-3-4	Manejo y administración	35
3-3-5	Plan de renovación y reparación	42
CAPÍTULO 4 DETALLES DEL PROYECTO		43
4-1	Objeto del Proyecto	43
4-2	Análisis del Contenido de la Solicitud	43
4-2-1	Análisis de factibilidad del proyecto	43
4-2-2	Análisis del proyecto de ejecución y manejo	46
4-2-3	Análisis de la relación entre proyectos similares y proyectos de ayuda de organismos internacionales	49
4-2-4	Elementos constitutivos del proyecto	50
4-2-5	Análisis de los detalles de las instalaciones, equipos y materiales solicitados	53
4-2-6	Análisis de la necesidad de la cooperación técnica ...	55
4-2-7	Política básica de la cooperación y ejecución	56
4-3	Descripción general del proyecto	57
4-3-1	Órgano de ejecución y organización de manejo	57
4-3-2	Proyecto de obras	57
4-3-3	Ubicación y situación del área del proyecto	59
4-3-4	Descripción de las instalaciones, equipos y materiales	62
4-3-5	Plan de administración	65
4-4	Cooperación Técnica	66
CAPÍTULO 5 DISEÑO BÁSICO		67
5-1	Política del Diseño Básico	68
5-2	Análisis de las Condiciones de Diseño	68
5-2-1	Población objeto de abastecimiento de agua y caudal de abastecimiento proyectado	68

5-2-2	Reestructuración de los sectores de abastecimiento de agua	72
5-2-3	Caudal de bombeo adecuado de los pozos	78
5-2-4	Descripción general de las nuevas instalaciones	78
5-3	Diseño Básico	83
5-3-1	Disposición de las instalaciones	83
5-3-2	Tanque de almacenamiento	83
5-3-3	Tanque intermedio y bomba de alimentación	84
5-3-4	Tubería	86
5-3-5	Pozo	88
5-3-6	Bomba de pozo y bomba de alimentación.....	98
5-3-7	Plan de perforación y equipos y materiales de perforación	98
5-3-8	Planos del diseño básico	111
5-4	Proyecto de Ejecución	128
5-4-1	Política de ejecución	128
5-4-2	Condiciones de construcción y precauciones sobre la ejecución	131
5-4-3	Plan de control de ejecución	132
5-4-4	Plan de abastecimiento de equipos y materiales	136
5-4-5	Cronograma de ejecución	139
5-4-6	Costo estimado de las obras	142
CAPÍTULO 6 EFECTOS DE LAS OBRAS, CONCLUSIONES Y PROPOSICIONES ..		144
6-1	Efectos de las Obras y Conclusiones	144
6-2	Proposiciones	145
ANEXO		
1.	Acta del acuerdo (Español y versión traducida al japonés) ..	1
2.	Integrantes de la Misión de Estudios del Diseño Básico	14
3.	Programa de estudios en el terreno	15
4.	Lista de entrevistados	16
5.	Actas de las discusiones (durante la explicación del borrador del informe, en español y versión traducida al japonés)	17
6.	Cuadro del caudal de producción real (1984 ~ Agosto de 1992)	23

CUADROS ANEXOS Y FIGURAS ANEXAS

RESUMEN

Cuadro 1	Análisis de las instalaciones	[9]
Cuadro 2	Análisis de los detalles de equipos y materiales otorgados	[7]
Cuadro 3	Disposición de los pozos	[10]
Cuadro 4	Nuevas zonas de abastecimiento de agua	[12]
Cuadro 5	Balance de agua por zonas de abastecimiento reestructuradas y cantidad de nuevos pozos	[13]
Cuadro 6	Descripción general de las nuevas instalaciones	[15]
Cuadro 7	Normalización del diámetro de los pozos	[16]
Figura 2	Plano de ubicación de los sitios propuestos para la ejecución del proyecto, escala 1:50.000	Inicial
Figura 3	Plano de disposición de los pozos	[9]

TEXTO PRINCIPAL

Cuadro 2-2-3	Balance de INAA del primer semestre de 1992	9
Cuadro 3-2-1	Características meteorológicas medias mensuales de la Ciudad de Masatepe (Altura 450m)	17
Cuadro 3-2-2	Precipitación media mensual de 4 localidades de la zona de Carazo	18
Cuadro 3-2-3	Estratigrafía de la geología de la Meseta de Carazo .	20
Cuadro 3-3-1	Pozos existentes	25
Cuadro 3-3-2	Cobertura del abastecimiento de agua vista desde la cantidad de conexiones a domicilio (Zona Jinotepe) ..	27
Cuadro 3-3-2	Cobertura del abastecimiento de agua vista desde la cantidad de conexiones a domicilio (Zona San Marcos).	27
Cuadro 3-3-3	Caudal de demanda y déficit de caudal de abastecimiento de agua (1992)	30
Cuadro 3-3-4	Caudal de producción de agua potable, caudal de agua incobrable y tasa de incobrable de la zona de San Marcos y zona de Jinotepe	33

Cuadro 3-3-5	Caudal de desperdicio y tasa de desperdicio de ambas zonas	34
Cuadro 3-3-6	Balance del primer semestre de 1992	37
Cuadro 3-3-7	Discriminación de los egresos del primer semestre de 1992	38
Cuadro 3-3-8	Costo de producción del agua y precios de venta promedio	40
Cuadro 3-3-9	Cuadro de tarifas de agua corriente	41
Cuadro 4-2-4	Elementos constitutivos del proyecto	52
Cuadro 4-2-5	Renglones a cargo de INAA	52
Cuadro 4-2-6	Análisis de las instalaciones	53
Cuadro 4-3-2	Metas del mejoramiento de la cobranza y mejoramiento de la tarifa media	58
Cuadro 4-3-3	Cuadro del balance estimado	59
Cuadro 4-3-4	Disposición de los pozos	60
Cuadro 5-2-1	Caudal de abastecimiento medio diario por persona ...	69
Cuadro 5-2-2	Caudal medio de abastecimiento y caudal máximo de abastecimiento de agua	71
Cuadro 5-2-4	Balance de agua por zonas de abastecimiento reestructuradas y cantidad de nuevos pozos	77
Cuadro 5-2-5	Caudal de bombeo apropiado de los pozos	79
Cuadro 5-2-6	Descripción general de las nuevas instalaciones	81
Cuadro 5-3-3	Elevación de la bomba de alimentación	85
Cuadro 5-3-4	Clasificación de la estructura básica de los pozos ..	89
Cuadro 5-3-5	Normas de selección de las bombas de elevación (Relación del caudal de bombeo, elevación, diámetro exterior de la bomba)	90
Cuadro 5-3-7	Datos de la lista de entubado	91
Figura 3-2-2	Corte esquemático de la geología de rumbo norte sur de la Meseta de Carazo	19
Figura 5-2-3(1)	Reestructuración de las zonas de abastecimiento regional de Jinotepe	75
Figura 5-2-3(2)	Reestructuración de las zonas de abastecimiento regional de San Marcos	76
Figura 5-3-1	Planos de construcción de los pozos	92
Figura 5-3-1~16	Planos de diseño básico	111
Figura 5-4-1	Organigrama del proyecto	129
Figura 5-4-5	Cronograma de ejecución de las obras (proyecto) ...	141

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

El Gobierno de Nicaragua está abocado a la reconstrucción socioeconómica que ha sufrido serios impactos por la guerra interna que duró cerca de diez años y dentro de este esquema, el fortalecimiento y complementación de las facilidades de abastecimiento de agua para consumo doméstico, que es un factor importante para proteger la salud y mejorar el nivel de vida de la población regional, se considera una medida que merece la mayor prioridad.

La Meseta de Carazo que corresponde al área objeto de estudio, está ubicada a aproximadamente 50km al sudeste de la ciudad capital de Managua, pero carece del agua de escorrentía y el agua para consumo doméstico depende exclusivamente del agua subterránea. Sin embargo, el nivel freático es sumamente bajo debido a la estructura geológica de la zona, existen dificultades técnicas para la perforación de pozos y el desarrollo de las aguas subterráneas no ha prosperado como hubiera sido deseable.

Para resolver esta situación, en febrero de 1992, el Gobierno de la República de Nicaragua ha solicitado al Gobierno de Japón la cooperación financiera no reembolsable con respecto al desarrollo de las aguas subterráneas de la Meseta de Carazo y el otorgamiento de equipos y materiales necesarios. En respuesta a esta solicitud, el Gobierno de Japón decidió realizar los estudios y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón despachó en agosto de 1992 la Misión de Estudios encabezado por el Sr. Masashi Kono, Director Asistente de la División de Cooperación Financiera no Reembolsable de la Dirección de Cooperación Económica del Ministerio de Relaciones Exteriores.

Los estudios en el terreno se llevaron a cabo desde el 30 de agosto de 1992 con una duración de 35 días, se realizaron las discusiones de los detalles de la solicitud con el "INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS (INAA)" que es el organismo ejecutor nicaragüense y se llevó a cabo la recopilación de las informaciones relativas al Proyecto de Desarrollo de Aguas Subterráneas y Abastecimiento de Agua y los estudios en el terreno.

Los acuerdos logrados como resultado de las discusiones entre la Misión de Estudios e INAA fueron resumidos en el acta que fue firmado por los representantes de ambas partes el 30 de setiembre. La lista de integrantes de la Misión de Estudios, programa de estudios, acta y lista de los entrevistados, etc. se anexan como apéndice al final del presente informe.

Después de su regreso al Japón, la Misión de Estudios del Diseño Básico realizó las tareas de análisis en Japón durante el período de aproximadamente 2 meses, cuyos resultados fueron resumidos en el Borrador del Informe Final. La Agencia de Cooperación Internacional del Japón envió la Misión encabezada por el Jefe de la Misión Sr. Toshimaro Oka, Director Asistente del 2ª División Centro y Sudamérica de la Dirección de Centro y Sudamérica del Ministerio de Relaciones Exteriores entre el 10 y el 21 de diciembre de 1992 para explicar a la parte nicaragüense los detalles del Borrador del Informe y se profundizaron las discusiones.

El presente informe contiene los antecedentes del proyecto, los detalles del proyecto y diseño básico, plan de ejecución, etc. basado en los estudios en el terreno, el cual ha sido objeto de corrección y adición conforme al cambio de opiniones que se llevaron a cabo con la contraparte nicaragüense en relación al Borrador del Informe.

CAPÍTULO 2 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

CAPÍTULO 2 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

2-1 Situación General de la República de Nicaragua

2-1-1 Descripción general del país

La República de Nicaragua es un país que pertenece a Centroamérica, limita en el norte con Honduras y en el sur con Costa Rica. Tiene la mayor superficie dentro de los seis países centroamericanos (120.000km²) pero la mitad del territorio está cubierto por bosques tropicales inhabitables.

En la parte baja del lado del Mar Caribe reina un clima de bosque hidrofítico tropical y predomina el clima de sabana en la parte baja del lado del Océano Pacífico. La mayor parte de la población se concentra en las partes bajas y las mesetas centrales del lado del Océano Pacífico.

Se independizó en 1838, después de una prolongada dictadura, desde 1982 continuaron los conflictos internos durante largo tiempo. Sin embargo, en 1990 concluyeron las contiendas internas, se estableció el nuevo gobierno republicano constitucional y se iniciaron las tareas básicas de estabilización interna y reconstrucción económica. Administrativamente, el país se divide en 6 grupos de distritos y 3 grupos de zonas especiales.

A fines de 1991, el producto bruto interno por persona había sido estimado en US\$398.

2-1-2 Población e industrias

En Nicaragua no se realizó el censo después de 1971, pero en 1990 se estimaba una población de aproximadamente 3.900.000 habitantes con una tasa de crecimiento estimada de 3%.

Aproximadamente el 60% de la población total se distribuye en los distritos administrativos 2, 3 y 4 del lado del Océano Pacífico y el 32% se concentra en los distritos 1, 5 y 6 de la parte central. En cambio, es escasa la población de la parte baja del lado del Mar Caribe. En la ciudad capital de Managua, que se encuentra en el lado del Océano Pacífico, concentra una población de aproximadamente 1.200.000 de personas.

La industria nicaragüense de mayor contrición desde el aspecto de los ingresos de exportación es la tradicional actividad agropecuaria. Dentro del monto total US\$321 millones de exportación de 1990, el 76% corresponde a productos agrícolas tradicionales (productos primarios) y agregando los productos agroindustriales llega al 80%. Sin embargo, la composición del producto bruto interno (PBI) visto desde el aspecto de la composición del empleo, la gravitación de la agricultura no es tan alta como lo indica el siguiente cuadro.

<u>Clase de industria</u>	<u>Composición del PBI</u>	<u>Porcentaje del empleo</u>
Industria agropecuaria	24%	33%
Industria e minería	25%	20%
Industria terciaria	51%	47%

2-1-3 Economía y finanzas

Debido a la prolongada guerra interna de Nicaragua, la estructura socioeconómica, infraestructura, servicio social, etc., se ha visto considerablemente deteriorado y ha debido afrontar los efectos de una violenta inflación.

Después de concluir los conflictos internos, desde marzo de 1991, el gobierno ha puesto en ejecución una serie de programas de estabilización y ajustes con la intención de frenar la inflación mediante la liberación de la economía y la restricción de los créditos y las finanzas. Como resultado de estas medidas, se redujo el déficit del sector público, concluyeron las privatizaciones de empresas estatales y al mismo tiempo fue establecido por el sector privado la participación total en el mercado de cambio.

Los efectos del programa de renovación, se han visto reflejados dentro de la tendencia hacia la terminación de la hiperinflación que ha venido imperando durante varios años y el tipo de cambio fijo establecido en 1991 (5 córdobas = US\$1), actualmente casi no está tan alejado del tipo de cambio real.

Las finanzas del estado previo a la puesta en ejecución del programa de ajuste, acusaba un déficit permanente y las deudas externas acumuladas gravitaban sobre la economía nacional. Por ejemplo, la balanza financiera del país correspondiente al año fiscal 1990, contra un ingreso de US\$47 millones registró un egreso de US\$110 millones que supera el doble de los ingresos. Del déficit de US\$63 millones, alrededor del 7% se cubre con la ayuda recibida desde el exterior, pero el resto se acumuló como deudas. Las deudas externas acumuladas al año fiscal 1990 había llegado a US\$8.650 millones que equivale a 183 veces los ingresos del año fiscal 1990.

En cuanto a la balanza del comercio exterior, mientras que por un lado están bajando los precios del mercado internacional de los productos primarios de exportación tradicional, por otra parte se están elevando los precios de importación del petróleo, lo cual indica que las condiciones del comercio exterior en general están ejerciendo un efecto desfavorable, impidiendo la superación del estado deficitario crónico.

El crecimiento económico del período 1980 ~ 90 fue negativo con un registro de -2,2% (-2,6% de la agricultura, -4,4% de la industria, -1,0% de servicios), pero en 1991 se supone de que se haya revertido la situación logrando un crecimiento positivo.

La inflación vino experimentando una fisonomía de hiperinflación con tasas de 33.657% en 1988, 689% en 1989, 13.490% en 1990, pero en 1991 fue de 777,24% y en 1992 se está calmando prácticamente la ola de inflación.

2-2 Situación General de las Actividades de Abastecimiento de Agua de la República de Nicaragua

2-2-1 Estado de cobertura de los servicios de agua corriente

La mayor parte, o sea más del 90% del agua de consumo doméstico de la República de Nicaragua es abastecido por el sector público.

El promedio de la cobertura de los servicios de agua corriente en todo el país en el año 1989 (sobre la base de habitantes) fue del 53%. Sin embargo, la tasa de cobertura varía enormemente según las regiones, ya que en los tres distritos de alta densidad poblacional del lado del Océano Pacífico es del 67%, en los tres distritos centrales es del 35% y en la zona especial del Mar Caribe de escasa población es de apenas 14%.

Como servicio de abastecimiento, el sistema de suministro domiciliario tiene difusión considerable en todo el país, mientras que la proporción de surtidores colectivos es del 35% como promedio de todo el país y 29% (sobre la base de habitantes) en el lado del Océano Pacífico donde se concentra la población (distrito 2, 3 y 4).

Aunque las tasas de cobertura del servicio de agua corriente antes citadas, no es más que el índice de cobertura de las conexiones a domicilio, el volumen de abastecimiento de agua que se suministra utilizando estas conexiones a domicilio totaliza 68.700.000m³ según datos de 1989. Suponiendo que el caudal efectivo descontando las pérdidas y el caudal desperdiciado fuera del 75%, el volumen sería de 51.520.000m³ con un caudal de abastecimiento de 70ℓ diarios por persona beneficiada por el servicio de abastecimiento de agua. Al considerar el porcentaje absolutamente mayor de la población urbana de Nicaragua, el nivel del caudal de 70ℓ/persona/día no es nada alto, poniendo de manifiesto la falta de servicio de abastecimiento de agua dentro del esquema de cobertura de las conexiones a domicilio.

2-2-2 Órgano ejecutor de las obras

La planificación y manejo de las actividades de abastecimiento de agua y alcantarillado de la República de Nicaragua está a cargo del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA) fundado por decreto N° 123 promulgado en octubre de 1979. INAA es una empresa pública directamente dependiente de la Presidencia, que no solamente atiende el abastecimiento del agua, sino también está a cargo del sistema de alcantarillado.

(1) Descripción general de la organización de INAA

INAA se compone del sector de planificación y administración central, sector de ejecución de obras, cuenta además con las cinco direcciones generales regionales de los cuales dependen gran cantidad de oficinas regionales y planifica y maneja las actividades del abastecimiento de agua y alcantarillado. A continuación se ilustra el organigrama de la organización central de INAA y la Dirección General Regional de Granada (Dirección Regional N° 4) que es el organismo responsable de la ejecución de la región del presente proyecto. De la Dirección Regional de Granada dependen la Oficina Regional de Jinotepe (33 personas) que controla el abastecimiento regional de Jinotepe y la Oficina Regional de San Marcos (25 personas) que controla el abastecimiento regional de San Marcos.

(2) Descripción de las responsabilidades de la función

Las funciones de la organización superior e inferior de INAA se discriminan como sigue.

- Oficina Regional: Tiene como función principal la inspección diaria y reparación de tuberías, operación de bombas, cobranza de las tarifas de agua corriente.
- Dirección General Regional: Realiza el control de las oficinas regionales, operación de las instalaciones de abastecimiento de agua, supervisión y apoyo general de la administración, recopilación y ordenamiento de datos de operación, reparaciones ligeras de bombas y motores, etc. Realiza también la reparación de tuberías y la planificación de los programas de renovación.

- Organización Central: Confecciona el presupuesto de las obras y realiza la planificación y control general técnico. Realiza el diseño de las instalaciones de abastecimiento de agua y el control de calidad del agua. Dentro de la organización, incluye el cuerpo ejecutor de las obras de abastecimiento de agua de la Ciudad de Managua.

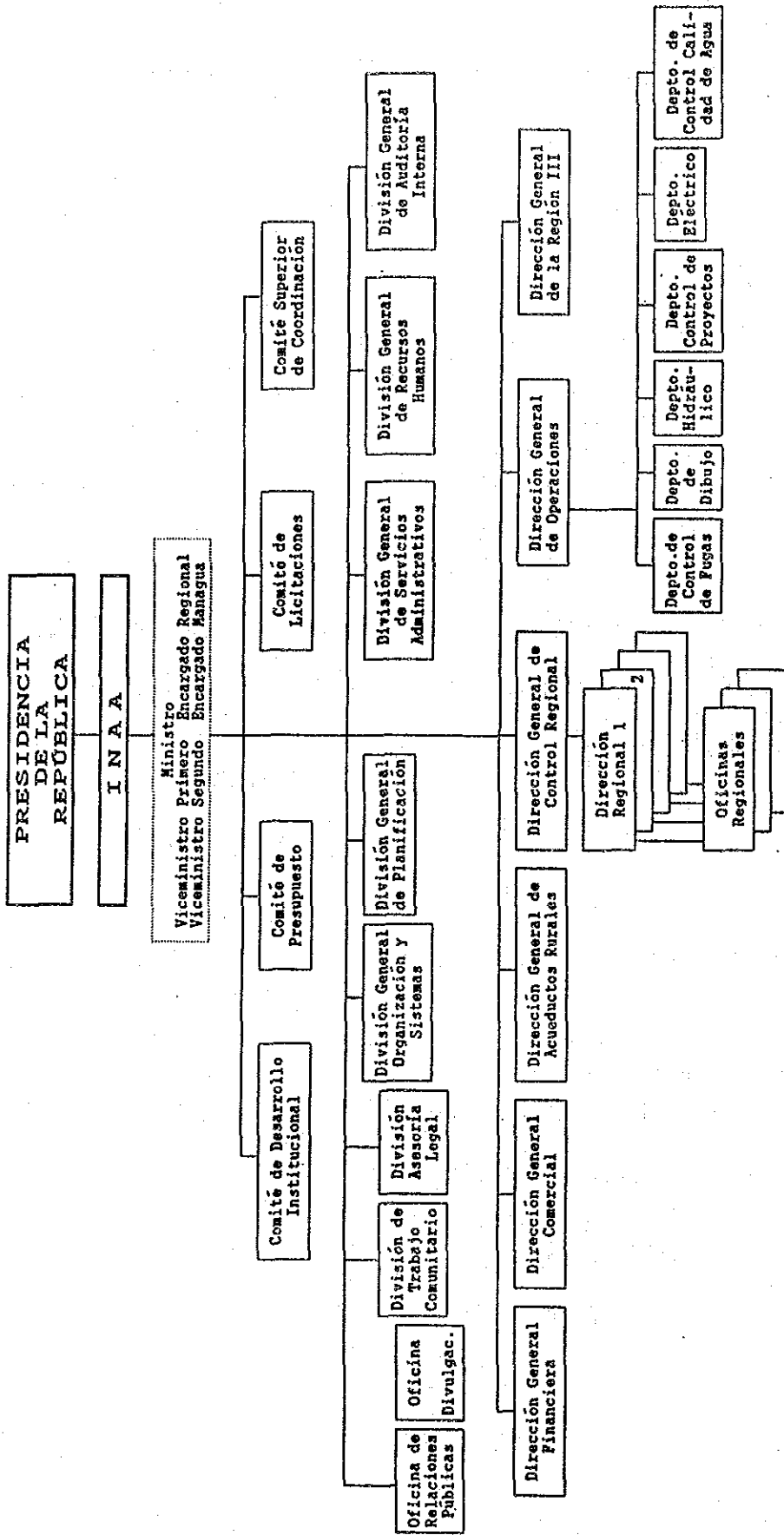
2-2-3 Situación Financiera de INAA

El monto del presupuesto tanto de la organización central como regional de INAA es relativamente reducido. Aunque no tiene mucho significado hacer comparaciones de los saldos de los últimos años que ha sufrido violentas variaciones del valor de la moneda, se observa que la balanza del año fiscal 1991 y primer semestre del año 1992 con una moneda estable muestra estabilidad y suficiente equilibrio sin cargos por deudas. Sin embargo, es relativamente reducido el costo de depreciación y se reconoce la tendencia de despreciar las instalaciones viejas, lo que tal vez esté aliviando aparentemente las cargas financieras. Dentro de los movimientos de caja, las cobranzas de las tarifas por servicios de agua corriente representan los ingresos substanciales, ya que después de cubrir el déficit del sistema de alcantarillado, en el conjunto arroja un saldo positivo. El balance de INAA del primer semestre de 1992 se detalla en el Cuadro 2-2-3.

Cuadro 2-2-3 Balance de INAA del primer semestre de 1992
(Unidades: 1.000 córdobas, 1 córdoba = 24 yenes)

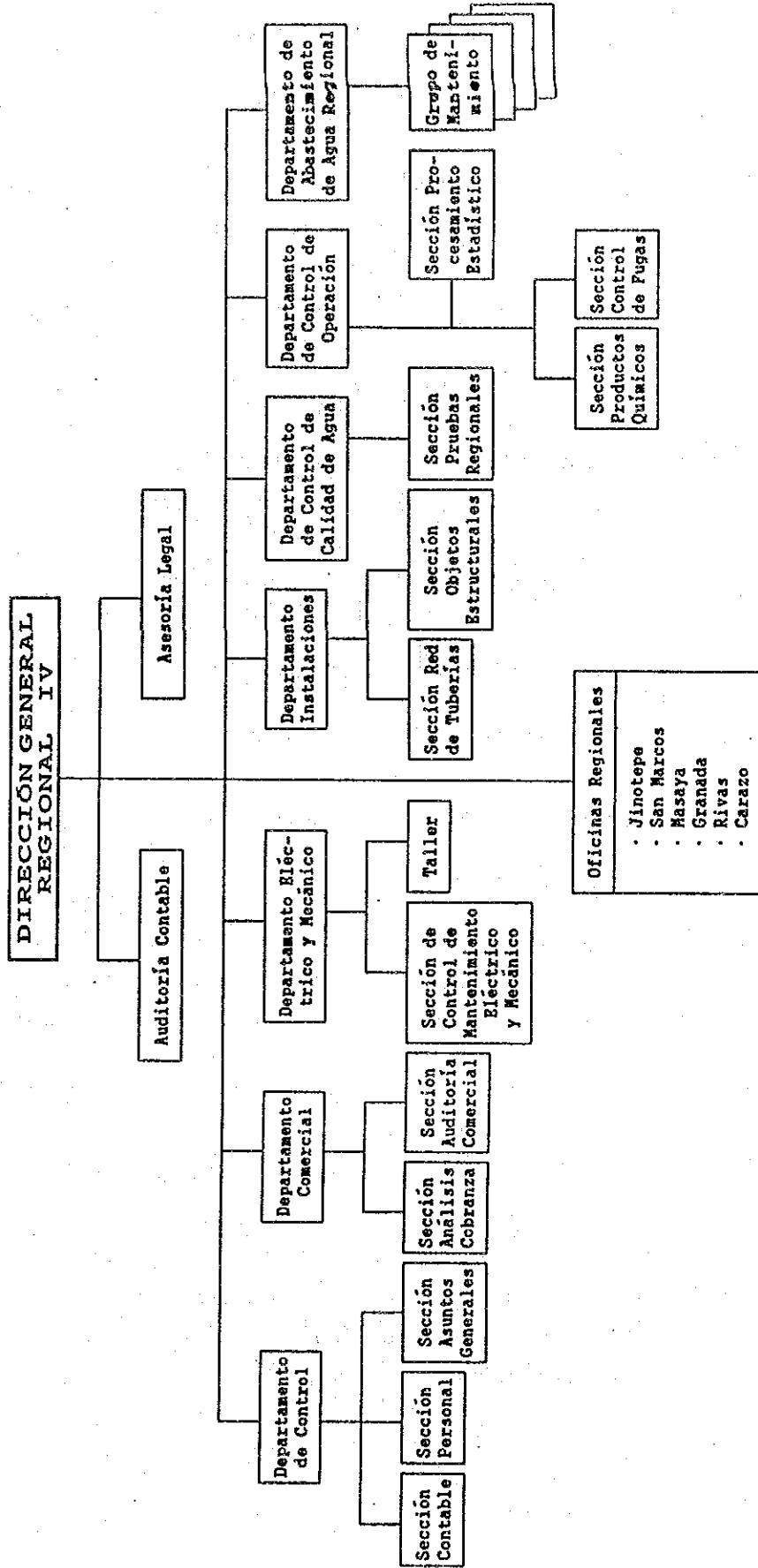
	<u>TOTAL DE INAA</u>	<u>DIRECCIÓN REGIONAL N° 4</u> (Granada)
<u>Ingresos</u>	<u>83.677</u>	<u>9.180</u>
Ingresos comerciales	87.903	9.180
(Ingresos de abastecimiento de agua)	(71.861)	(8.597)
(Ingresos de alcantarillado)	(16.042)	(583)
Descuentos comerciales	-5.371	-
Ingresos no comerciales	496	-
Ingresos varios	649	-
<u>Egresos</u>	<u>65.960</u>	<u>8.310</u>
Gastos de venta	27.870	3.981
(Abastecimiento de agua)	(14.448)	(623)
(Alcantarillado)	(823)	(49)
(Generales)	(12.599)	(3.309)
Gastos de mantenimiento y conservación	15.001	3.016
(Abastecimiento de agua)	(13.778)	(2.931)
(Alcantarillado)	(383)	(5)
(Generales)	(840)	(79)
Gastos de medición y cobranza	7.275	1.313
Gastos de vehículos	3.140	-
Gastos del taller de reparación	170	-
Gastos administrativos de la sede central	10.173	-
Gastos no comerciales	45	-
Otros gastos indirectos	2.286	-
Gastos extraordinarios	-	-
<u>Pérdidas y Ganancias</u>	<u>17.717</u>	<u>870</u>

**ORGANIGRAMA DEL
INSTITUTO NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS**



ORGANIGRAMA DE LA

DIRECCIÓN GENERAL REGIONAL IV DE INAA (DE LA CIUDAD DE GRANADA)



2-3 Descripción General de los Proyectos Relacionados

(1) Descripción general del Proyecto de Desarrollo Nacional

El Gobierno de Nicaragua publicó en diciembre de 1990 el "Proyecto de Estabilización Económica y Ajuste Estructural (1990~93)". El proyecto se basa principalmente en el desarrollo agrícola, pretende incrementar los ingresos de exportación y estabilizar el empleo regional y trata de equilibrar la finanza del estado.

Al mismo tiempo, el proyecto pone énfasis en el reacondicionamiento de la infraestructura social de todo el país que se encuentra deteriorado por los conflictos internos y el mejoramiento del régimen de salud pública y atención médica.

(2) Descripción general del Proyecto de Desarrollo Regional

Está previsto que la política básica del "Proyecto de Estabilización Económica y Ajuste Estructural" se vaya canalizando sucesivamente hacia el Proyecto de Desarrollo Regional, pero aún no se ha vistoconcretado como plan formal.

(3) Conforme al espíritu del proyecto nacional, en el sector del abastecimiento de agua y alcantarillado, fue formulado por el Ministerio de Bienestar Social y el Instituto de Acueductos y Alcantarillados de ese país, el "Proyecto Nacional de Abastecimiento de Agua y Alcantarillado" para las zonas rurales, con la intención de mejorar la salud pública e higiene de la población regional mediante la complementación de las instalaciones de riego agrícola y abastecimiento de agua de las zonas rurales. En el área objeto del proyecto, está en ejecución los estudios de rehabilitación de las instalaciones de abastecimiento de agua con el apoyo del Gobierno de Canadá poniendo énfasis en las ciudades regionales, en tanto que la Dirección General Regional N° 4 de INAA (Granada) tiene su proyecto para promover escalonadamente la rehabilitación de las tuberías de distribución y abastecimiento de agua dentro de su jurisdicción con presupuesto propio.

2-4 Antecedentes de la Solicitud y Contenido

Entre los programas de reconstrucción socioeconómica de Nicaragua que sufriera los efectos del estancamiento y destrucción como consecuencia de la guerra interna que duró más de 10 años, el acondicionamiento y mejoramiento de las instalaciones de abastecimiento de agua que sirve para proteger la salud y estabilizar la vida de la población regional, es uno de los temas que el Gobierno de Nicaragua ha encarado con la máxima prioridad.

Sin embargo, la República de Nicaragua no se encuentra en una situación que le permita asegurar fácilmente los recursos de agua necesarios para las instalaciones de abastecimiento de agua. La meseta central del Océano Pacífico que es la principal zona de concentración de habitantes de Nicaragua, afronta en general la escasez de recursos de agua de escorrentía y no existe otra alternativa que depender del agua subterránea que presenta dificultades para el desarrollo debido a su estructura geológica.

Pese a que el Gobierno de Nicaragua vino dedicando desde antes, sus esfuerzos en el estudio y desarrollo de recursos de agua subterránea de todo el país, los equipos y materiales de perforación disponibles están obsoletos, las cantidades son insuficientes y ante la imposibilidad de lograr sus objetivos, decidió solicitar la ayuda de los países extranjeros.

Dentro de esta situación y ante las dificultades que afronta para desarrollar los proyectos debido especialmente al bajo nivel freático y además, por no ser aplicable el apoyo del Banco Mundial y la ayuda bilateral para estos desarrollos, el Gobierno de Nicaragua ha planificado el desarrollo de las aguas subterráneas de una parte de la Meseta de Carazo fijando como meta el año 2000 y en febrero de 1992, solicitó al Gobierno de Japón la cooperación financiera no reembolsable relativa a la construcción de pozos y el otorgamiento de equipos y materiales para la perforación de pozos.

Pese a que dentro de la zona objeto de la solicitud, en la Meseta de Carazo están ya acondicionados los sistemas de distribución regional, están las zonas de Jinotepe, San Marcos y Los Pueblos donde realmente no se cuenta con el suficiente servicio de abastecimiento de agua por la falta de caudal de producción de los pozos.

Según el Proyecto, se ha previsto la nueva instalación de 20 pozos profundos (12 pozos hasta el año 1995 y después de esta año 8 pozos hasta el año 2000) circunscriptos especialmente a estas tres zonas con el objeto de satisfacer la demanda de agua en toda la zona hasta el año 2000. A continuación se describen los detalles de la solicitud.

(a) Construcción de 20 pozos profundos en las dos zonas de abastecimiento de agua regional de la Meseta de Carazo que corresponden a las zonas de Jinotepe, San Marcos y Los Pueblos (incluyendo las bombas para pozo profundo).

(b) Construcción de tuberías de conducción de agua e instalaciones para conectar los nuevos pozos con las instalaciones de distribución de agua existentes.

(c) Otorgamiento de los siguientes equipos y materiales de perforación y equipos y aparatos para prueba.

- Perforador rotativo ($\phi 18''$ x 400m de capacidad) 1
- Compresor portátil 1
- Grúa sobre camión (8t) 1
- Camión de diversos tipos 3
- Equipo de prospección eléctrica 1
- Equipos y aparatos de inspección de calidad de agua y prueba de pozos 1 Jgo.
- Bomba para prueba 1 Jgo.

CAPÍTULO 3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DEL PROYECTO

CAPÍTULO 3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DEL PROYECTO

3-1 Ambiente Socioeconómico del Área del Proyecto

Las zonas de Jinotepe y San Marcos que pertenecen al área del Proyecto están ubicadas en la Meseta de Carazo al sur de la zona del Océano Pacífico y administrativamente forma parte del Distrito 4. Están ubicadas a una distancia de unos 50km al sur de la ciudad capital de Managua y enlazadas con la capital por la carretera troncal pavimentada con frecuentes servicios de autobuses. Forman el área económica regional de la ciudad capital de Managua junto con otras ciudades como Granada y Masaya del mismo 4º distrito.

Las zonas de Jinotepe y San Marcos son zonas de notable urbanización y concentración de población dentro del 4º Distrito y tienen respectivamente alrededor 85.900 habitantes y 62.200 habitantes (Ver Cuadro 3-3-2).

Aproximadamente el 90% de la población de estas zonas se concentran en las poblaciones urbanas de más de 5.000 habitantes y es sumamente reducida la proporción de la población rural.

Entre las principales ciudades se citan Jinotepe (aprox. 38.700 habitantes), San Marcos (aprox. 24.600 habitantes), La Concepción (aprox. 24.900 habitantes), Santa Teresa (aprox. 16.900 habitantes), etc. Dentro de estas ciudades, la ciudad de Jinotepe es la que muestra las fisonomías de urbanización más notables, constituye el centro del comercio regional de productos agrícolas y artículos de consumo diario y está considerablemente desarrollado el comercio y la industria manufacturera ligera. Si bien es cierto que en los años recientes, en las ciudades como San Marcos, La Concepción y otras se está experimentando el brusco aumento de la población, básicamente conserva todavía una fuerte fisonomía de base poblacional en torno a la actividad agropecuaria.

En cambio, entre las poblaciones rurales dispersas alrededor de la ciudad, predominan los pueblos de 500 a 2.000 habitantes que se

dedican a la agricultura de pequeña escala que, en casi todos los casos depende de la fuerza laboral familiar, en tanto que la agricultura intensiva no está generalizada salvo la ganadería. La composición familiar promedio de estas zonas es de 6 ~ 8 personas y casi todas las viviendas son de pequeñas dimensiones de una planta. Aunque son escasas las instalaciones públicas y facilidades sociales, éstas se concentran en las ciudades de Jinotepe y San Marcos.

	<u>Zona de Jinotepe</u>	<u>Zona de San Marcos</u>
Escuelas	32	27
Iglesias	14	10
Hospitales	3	2
Mercados	1	1
Parques	2	2

Aunque no existen estadísticas de la zona con respecto a enfermedades, se dice que las principales causas de la mortandad infantil se deben a parásitos, enteritis y enfermedades respiratorias.

3-2 Condiciones Naturales

3-2-1 Meteorología

En grandes rasgos, la República de Nicaragua se divide en tres zonas que corresponden a la zona de los bosques tropicales hidrofíticos del sudeste (con una precipitación anual de más de 4.000mm, temperatura media mensual de 24,6 ~ 27,0°C), la zona de monzones con bosques hidrofíticos de la parte llana del Mar Caribe en el este (2.400 ~ 3.000mm, 24,5 ~ 27,1°C) y la zona de sabana de la meseta central y costa del Océano Pacífico (700 ~ 1.900mm, 19,0 ~ 30,6°C). Debido a que la zona de sabana, incluye el lado del Océano Pacífico (altura 0 ~ 700m) y la meseta central (altura 200 ~ más de 1.000m), varían ampliamente las precipitaciones y las temperaturas pero coincide en el sentido de que las precipitaciones se concentran en los siete meses entre mayo y noviembre registrando el 90% de la precipitación anual y la temperatura media es alta durante medio año entre marzo y agosto.

La Meseta de Carazo que es la zona objeto del proyecto, pertenece a la zona de sabana del lado del Océano Pacífico, aproximadamente medio año desde mayo a noviembre corresponde a la época de lluvias (en este período se registra aproximadamente el 95% de las precipitaciones anuales de 1.400 ~ 2.000mm), mientras que entre noviembre y abril transcurre una época de muy escasas lluvias. Por tener una altura de 400 ~ 600m, la temperatura media mensual oscila entre 23 ~ 26°C que es más de 3°C menor comparado con la ciudad capital de Managua (altura 40 ~ 100m) que está en las proximidades (la temperatura media mensual de Managua es de 27 ~ 29,2°C). Los meses de abril y mayo son los más calurosos, y la temperatura máxima suele sobrepasar los 30°C pero la temperatura de los meses restantes oscila entre 23 ~ 25°C y en pocas oportunidades supera los 30°C.

El cuadro 3-2-1 detalla las características meteorológicas de la ciudad de Masatepe y el cuadro 3-2-2 la precipitación media mensual de 4 lugares de la zona de Carazo.

Cuadro 3-2-1 Características meteorológicas medias mensuales de la Ciudad de Masatepe (Altura 450m)

Características	Año de observación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media anual
Precipitación (mm)	1963-1987	15	6	7	19	207	211	164	184	298	255	91	32	1.489
Temperatura (°C)	1964-1987	23,1	23,8	24,9	25,8	26,0	24,8	24,5	24,6	24,5	24,1	23,6	23,2	24,4
Evapotranspiración (mm)	1963-1987	151	178	236	242	188	121	119	132	119	116	119	132	(1.853)
Humedad relativa (%)	1963-1987	80	76	73	72	76	85	86	85	87	87	85	82	81,2
Tiempo de sol	1974-1987	246	239	267	248	206	128	161	168	163	185	205	225	(2.441)
Velocidad del viento (m/s)	1974-1987	1,4	1,5	1,5	1,6	1,1	1,1	1,2	1,0	0,8	0,8	0,9	1,4	1,2

Cuadro 3-2-2 Precipitación media mensual de 4 localidades de la zona de Carazo

Localidad	Año de observación	Precipitación media mensual (mm)												Media anual	Máxima Mínima (Año)
		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.		
San Marcos	1929-1962	11	4	5	5	145	265	161	161	238	344	60	26	1.425	2.459 (33) 686 (37)
Santa Teresa	1946-1988	21	5	4	21	242	284	239	290	359	370	109	42	1.986	2.747 (73) 472 (84)
Campos Azules	1983-1989	9	48	5	4	152	267	214	216	252	269	90	45	1.571	1.941 (87) 869 (83)
Masatepe	1963-1987	15	6	7	19	207	211	164	184	298	255	91	32	1.489	2.155 (70) 819 (79)

3-2-2 Geología y estructura geológica

La Meseta de Carazo tiene como roca basal la formación Brito que es la formación de roca sedimentaria del terciario y la mayor parte se compone de efusiones volcánicas relacionadas con las actividades volcánicas que se inicia desde el plioceno de la era terciaria y continúa hasta la era cuaternaria y los estratos sedimentarios de origen volcánico. El espesor total del estrato de substancias de origen volcánico es de alrededor de 500m en la parte alta del norte de la meseta (500 ~ 600m) y sobrepasa los 100m en la parte baja del sur (380m de altura en el extremo sur del área objeto del proyecto).

La geología que compone la meseta es como sigue comenzando de los estratos superiores.

- Efusiones volcánicas de la edad reciente que se distribuyen cubriendo finamente casi todo el área de la meseta.
- Efusiones volcánicas del pleistoceno de la era cuaternaria que se distribuyen en las proximidades de la cima de la meseta.
- Grupo Las Sierras que compone la mayor parte de la meseta. Este grupo incluye el estrato de sedimentaciones directas de substan-

cias formadas por las actividades volcánicas desde los fines del mioceno del período neogénico hasta el pleistoceno de la era cuaternaria y estratos de sedimentos secundarios dentro del agua.

- Estrato sedimentario del período neogénico que se distribuye parcialmente (limitadamente en una parte del norte) cubriendo en forma discordante la formación Brito de la roca basal.
- Estrato de formación sedimentaria acumulada desde el eoceno del período paleogénico al oligoceno formando la roca basal de la Meseta de Carazo.

Al igual que las demás zonas dentro del graben de Nicaragua, en la zona de esta meseta se han producido gran cantidad de pequeñas fallas y calderas (caldera del norte de La Concepción) por las repetidas actividades volcánicas de gran escala y además, se han producido levantamientos y hundimientos locales (efecto de la falla de bloque). Como consecuencia, el Grupo Las Sierras que forma la mayor parte de la meseta se divide en 3 grandes subgrupos del nivel superior, nivel medio y nivel inferior según las diferencias del ambiente de sedimentación que ha influenciado en la estructura hidrogeológica de la zona.

La estratigrafía de la Meseta de Carazo, los componentes de los estratos y ambiente de sedimentación son como se detalla en el Cuadro 3-2-3 y el esquema del corte geológico de rumbo norte-sur es como se indica en la Fig. 3-2-2.

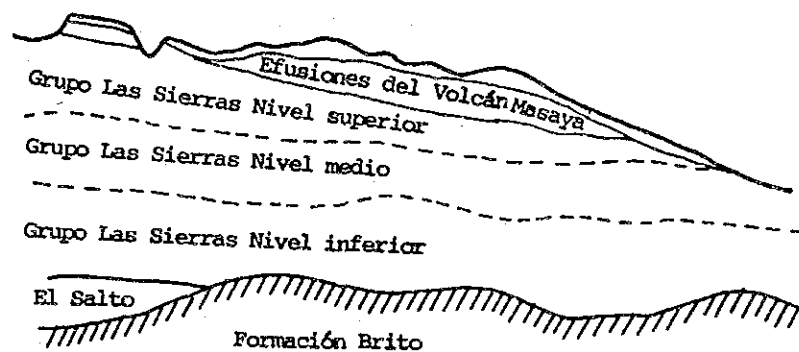


Fig. 3-2-2 Corte esquemático de la geología de rumbo norte sur de la Meseta de Carazo

Cuadro 3-2-3 Estratigrafía de la geología de la Meseta de Carazo

EDAD GEOLÓGICA		NOMBRE DEL ESTRATO	COMPONENTES DEL ESTRATO	AMBIENTE DE SEDIMENTACIÓN
Cuaternaria	Holoceno	Efusiones volcánicas reciente	Sedimentos de lluvia y flujos piroclásticos de ceniza volcánica, pumita, escoria volcánica, etc.	[Continental] -Sedimentos de lluvias y flujos volcánicos -Parcialmente estrato aluvial
	Pleis-toceno	Principalmente roca volcánica de Masaya	Ceniza volcánica semisolidificada, (toba), pumita, escoria volcánica, flujo piroclástico, lava basáltica andesítica	[Sedimentos de agua salobre, durante el hundimiento local] -Mezcla de sedimentos de lluvia y sedimentos secundarios (Principalmente sedimentos secundarios dentro del agua)
Terciaria	Pleis-toceno	Las Sierras superior	Brecha tobácea, toba, aglomerado, suelo fosilizado, arenisca de agua tobácea, limo tobáceo	[Continental] Sedimentos de lluvia volcánica y flujo piroclástico durante la regresión o levantamiento local.
		Grupo Las Sierras medio	Aglomerado, brecha tobácea, escoria volcánica, sedimentos de flujo pumítico, lava	[Sedimentos del agua del mar o agua salobre] Durante la transgresión o hundimiento local -Sedimentos de lluvia y sedimentos secundarios dentro del agua.
Neogeno	Mioceno	Las Sierras inferior	Conglomerado, toba, brecha tobácea, arenisca tobácea, limo tobáceo, lápilli	[Marítimo] Durante la transgresión
	Mioceno	Formación El Salto	Arenisca tobácea, silita tobácea, turbidita, arenisca calcárea, turbidita	[Marítimo] Durante la transgresión
Paleogeno	Eoceno	Formación Brito	Arenisca, lutita, conglomerado	[Marítimo] Durante la transgresión
	Paleoceno			

3-2-3 Hidrogeología

La Meseta de Carazo tiene una altura que es 100 ~ 300m mayor que las zonas de sus alrededores y el nivel freático tiene una profundidad de 120m (parte de altura baja) hasta 300m (parte de altura alta) debajo del suelo.

Debido a que los estratos citados en la cláusula anterior se mezclan complejamente con partes de alta y baja permeabilidad, se producen las capas de agua colgada en diversos lugares, pero de las capas de agua colgada que están sobre el nivel freático natural no es posible esperar grandes caudales.

La mayor parte del agua de lluvia que se filtra en la tierra, van descendiendo gradualmente atravesando las partes de buena permeabilidad y por las partes fracturadas de las fallas, acumulándose al llegar hasta la profundidad del nivel freático. En la Meseta de Carazo, aparentemente el nivel freático pareciera estar en la parte inferior del nivel medio del estrato Las Sierras, pero debido a que dentro de estos estratos son pocos los estratos presurizados, las aguas subterráneas de este estrato son en general acuíferos libres (aguas subterráneas no confinadas).

Sin embargo, pese a que la substancia del Grupo Las Sierras tiene origen volcánico similar a los estratos superiores, por tratarse de sedimentos dentro del agua tiene una continuidad relativamente buena salvo la estratificación cortada por fallas y en algunos lugares se espera la existencia de acuíferos confinados. En cambio, es bajo el coeficiente de desplazamiento del agua subterránea en sentido vertical por ser rico en arenisca tobácea de granulometría fina de capa acuiclusa, existiendo muchas partes donde se dificulta la extracción de grandes caudales de agua subterránea.

Las condiciones de vegetación de la superficie es buena y debido a que está cubierta con suelo de ceniza volcánica de alta permeabilidad, la mayor parte de la precipitación se filtra en el subsuelo o se retiene en las proximidades de la superficie y es muy escaso

el caudal de descarga. Todos los ríos de la zona correspondiente son arroyos secos y la corriente de agua durante la época de lluvias se observa sólo dentro de una hora inmediatamente después de la precipitación. El caudal que se filtra hacia el subsuelo para transformarse en agua subterránea se calcula por la precipitación - (caudal de descarga + caudal de evapotranspiración), pero al efectuar un cálculo sencillo del balance, el caudal de recarga es de 820.000m^3 por kilómetro cuadrado.

- En el período de 6 meses desde noviembre hasta abril del año siguiente de escasas lluvias, se evapora el 100% de la precipitación y tanto el caudal de descarga como el caudal de filtración se reduce al 0%.
- De los datos de los 4 observatorios de la zona, con excepción de Santa Teresa que registra los mayores registros, el total acumulado de mayo ~ octubre es de 1.300mm (la precipitación de mayo ~ octubre de Santa Teresa es de aproximadamente 1.800mm y el resto está en el orden de los 1.300mm).
- Si el caudal de descarga es 30% cuando la precipitación del mes de la época de lluvias sobrepasa los 200mm, en el caso de menos de 200mm se supondrá de que sea 20% (el caudal de descarga es de 27% de promedio que corresponde a 350mm).
- La evapotranspiración de la época de lluvias se supone de que sea del 10% uniforme (evapotranspiración correspondiente a 130mm).
- Filtración en el subsuelo = Precipitación 1.300 - (Caudal de descarga 350 + 130) = 820mm.

Al suponer que el caudal que se acumula como agua subterránea efectiva dentro de la recarga de 820.000m^3 fuera la mitad, el caudal de acumulación anual será de 420.000m^3 . Además, teniendo en cuenta que la precipitación de la parte de baja altura (en las proximidades de Santa Teresa) registra un valor alto del orden de 1.900mm, las condiciones son más favorables debido a que el agua descargada desde la parte alta se agrega como fuente de recarga del agua subterránea.

3-3 Estado Actual del Abastecimiento de Agua dentro del Área del Proyecto

3-3-1 Estado actual de los pozos existentes

En los municipios de la Meseta de Carazo existen en total 20 pozos que suministran el agua potable, los cuales se detallan en el Cuadro 3-3-1 (No figura en la lista los dos pozos ubicados en Diliomo por falta de datos). Los caudales reales de producción de Jinotepe y San Marcos están expresados por el promedio del caudal real entre enero ~ agosto de 1992, mientras que para las demás zonas se tomaron las cifras de los datos (Como anexo se adjunta el caudal de producción real de Jinotepe y San Marcos (Período de 9 años entre 1984 ~ Agosto 1992)).

Los pozos tienen mucha antigüedad desde su construcción y existen algunos que están actualmente en operación después de 20 años de uso y una parte considerable está requiriendo la rehabilitación.

Se describe la geología según el juicio de los perforadores, pero existen pozos de difícil interpretación por existir diferentes juicios sobre la calidad de la roca.

En consecuencia, se aprecian pozos de pequeño caudal de bombeo que presentan imprecisiones en la longitud de perforación del pozo, el lugar de instalación del filtro colador y el lugar de instalación de la bomba. Al no instalarse la bomba sobre la base de datos correctos, pueden suceder las averías. Existen bombas que tienen sus instrumentos averiados sin haber sido reemplazados. Aunque existen registros diarios de operación con datos de la operación de la bomba de cada hora, no siempre son confiables.

Además, la falta de profundidad de perforación (existen casos en los cuales se suspendieron la perforación sin haber llegado a un buen acuífero) causando la falta del caudal de bombeo.

Al clasificar el caudal de producción por zonas, resulta según el cuadro siguiente. Es decir, en la zona de Jinotepe se registra un caudal de $9.292\text{m}^3/\text{día}$, en la zona de San Marcos $3.863\text{m}^3/\text{día}$, zona

de Masatepe $2.000\text{m}^3/\text{día}$, zona de Los Pueblos $5.008\text{m}^3/\text{día}$ y zona de Nandasmo $785\text{m}^3/\text{día}$.

El grupo de pozos que registra la caída notable del nivel freático está en la zona de Jinotepe, cuyos valores alcanza un promedio de aproximadamente 38m. En los demás pozos es de alrededor de 10m. En 1992 se perforaron nuevos pozos en tres lugares pero es remota la posibilidad de que se resuelva la falta de agua aunque estos pozos entren en operación.

Cuadro 3-3-1 Pozos existentes

REGIÓN	POZO (Nº INAA)	LUGAR/EQUIPO	PROFUNDIDAD		N.E.A.		CAUDAL		D.W.L. Pies	S Pies	Q/S GPM/Pies
			Pies	Pies	Pies	Pies	GPM	Pies			
Jinotepe	A-2-73	Santa Ana/4	1.220	730	325	840	110	3,6			
"	A-3-74 #3	Frente Hospital/5	1.250	666	330	776	110	2,7			
"	A-2-89	Alvaro Leiva Trillo	1.087	760	285	914	154	2,5			
"	F-1-82	Subtotal	1.200	694	940	695	18	13,3			
"	F-1-89	Dulce Nombre/8	1.083	615	308	630	15	23,3			
"	A-1-82	Guisquiliapa/10	596	425	549	425	0,08	Mucho			
		Subtotal			318						
		Santa Teresa/1			1.807						
		Total									
San Marcos	#3	Frente Cementerio TAN	1.125	865	175	904	39	4,5			
"	#5	Normal	1.270	897	307	987	90	3,7			
"	#4	Salida a Jinotepe/4	1.190	900	80	955	55	1,4			
"	F-2-83	Subtotal	1.240	936	562	954	18	13,3			
"	F-1-90	San Leonardo/6	1.280	987	343	1.005	13	17,7			
"	F-1-83	La Ceiba	1.070	570	220						
		Subtotal			563						
		San Juan La Concepción			75						
		Total			1.200						
Diriomo	A-4-75	Reglas 1	580	270	400						
"	F-1-91	Diriomo 1	610	390	300						
"	F-2-82	Reglas 2	660	250	300						
		Total			1.000						
Masatepe	F-1-80	Al Tanque	1.300	920	300						
"	F-3-87	El Mondongo	1.120	811	300						
		Total			600						
Mandasmo	A-3-77	Equipo 1	1.185	820	80						
Nuevo Pozo	F-1-92	Las Esquinas	1.080	675							
"	N-2-92	Pío XII (Mandasmo)	1.150	867							
"	F-2-92	Dolores	1.100	775							
							49	7,0			

3-3-2 Estado actual de la zona de abastecimiento de agua

En el área objeto de estudio, existe la zona de abastecimiento de agua regional de Jinotepe y la zona de abastecimiento de agua regional de San Marcos donde deben incrementarse con urgencia los recursos de agua fijando como meta el año 1995.

Se estima que los pobladores de ambas zonas llegará a aproximadamente 160.000 habitantes en 1995, cuya mayor parte, o sea aproximadamente el 80% viven formando núcleos urbanos de escala relativamente grande de más de 10.000 habitantes. En cuanto a los demás pobladores, viven dispersos en la región formando sin excepción poblaciones de menor escala.

Pese a que la población recibe los servicios de conexión a domicilio por INAA, al efectuar el cálculo estimativo suponiendo una familia formada por 7 miembros de promedio, la tasa de cobertura de las conexiones a domicilio sería del 54% en la zona de Jinotepe y 37% en la zona de San Marcos. Además, debido a que los recursos alternativos de aguas tanto de la zona de Jinotepe como San Marcos se limitan al agua de lluvia durante un corto período de la época de lluvias y no llueve absolutamente en la época seca, se estima que la dependencia de la población de los servicios de abastecimiento de agua de INAA, es prácticamente cercano al 100%.

En el cuadro 3-3-2 se detalla la población total estimada y la tasa de cobertura de las conexiones a domicilio por cada zona de abastecimiento local.

Cuadro 3-3-2 Cobertura del abastecimiento de agua vista desde la cantidad de conexiones a domicilio (Zona Jinotepe)

	<u>Población (1992)</u>	<u>Cantidad de conexiones a domicilio</u>	<u>Población servida</u>	<u>Cobertura del servicio</u>
Jinotepe	38.699	3.891	27.237	70%
Santa Teresa	16.874	784	5.488	33%
Dolores	6.027	452	3.164	52%
El Rosario	4.329	310	2.170	50%
Dulce Nombre	3.099	68	476	15%
Los Cruces	615	63	441	72%
Los Potrerillos	431	56	392	91%
San José de Masatepe	5.281	222	1.554	29%
La Paz de Carazo	5.914	378	2.646	45%
Santa Cruz	660	120	840	100%
Guisquilapa	3.916	234	1.638	42%
	<u>85.851</u>	<u>6.578</u>	<u>46.046</u>	<u>(54%)</u>

Cuadro 3-3-2 Cobertura del abastecimiento de agua vista desde la cantidad de conexiones a domicilio (Zona San Marcos)

	<u>Población (1992)</u>	<u>Cantidad de conexiones a domicilio</u>	<u>Población servida</u>	<u>Cobertura del servicio</u>
San Marcos	24.574	3.891	12.747	52%
La Concepción	24.916	797	5.579	22%
San Juan de La Concepción	8.609	393	2.751	32%
San Cararabio	1.873	144	1.008	54%
El Arebal	2.195	93	651	30%
	<u>62.167</u>	<u>5.318</u>	<u>22.736</u>	<u>(37%)</u>

3-3-3 Sistema de abastecimiento y distribución de agua y sus problemáticas

- (1) Como sistema de distribución existente en la zona, históricamente se habrían estructurado primeramente los recursos de agua y las redes de distribución principalmente para la zona de abastecimiento de agua del tipo urbano en la Ciudad de Jinotepe y Ciudad de San Marcos. Posteriormente, fijando como puntos de partida a estas ciudades, se extendieron las tuberías de conexión en forma radial hacia las poblaciones de los alrededores hasta que adaptara el esquema de abastecimiento de agua regional actual de Jinotepe y San Marcos. Más bien, podría decirse que se ha venido repitiendo la prolongación de las tuberías sin una regla preestablecida, lo

cual queda de manifiesto por el notable desequilibrio entre zonas, siendo evidente la irregularidad de distribución de los recursos de agua. De no mejorarse fundamentalmente este aspecto, se estima que la construcción de fuentes adicionales de agua no llegaría a rendir cabalmente sus efectos.

A continuación se resumirán las problemáticas del sistema de distribución de agua existentes.

1) Sistema de distribución de agua de la zona Jinotepe

La ciudad de Jinotepe que es la zona de abastecimiento de agua más importante del sistema, cuenta con una red de tuberías relativamente integrada, presentando condiciones que permite la distribución pareja, pero debido a la absoluta falta de recursos de agua, padece del defecto del sistema que no puede controlar el agua que se pierde fuera de la zona de abastecimiento de agua.

Por otra parte, el grupo de poblaciones municipales que dependen de este sistema interconectado con las tuberías de alimentación entre la Ciudad de Jinotepe, aún teniendo las fuentes de agua que podría satisfacer casi totalmente la demanda dentro del municipio en conjunto, no puede lograr el flujo uniforme de la distribución del agua debido a que el sistema de distribución está formado por numerosas tuberías finas de extremo muerto (sin salida), apareciendo numerosas familias que no pueden recibir el suficiente abastecimiento de agua a pesar de estar dentro de la red de agua corriente. Por lo tanto, el mejoramiento del sistema de tuberías que permita materializar la distribución adecuada del caudal de producción es un tema de urgencia para esta zona.

2) Sistema de distribución de agua de la zona San Marcos

La falta de recursos de agua dentro del conjunto de este sistema, es mucho más crítica que la zona de Jinotepe. Debido a que la población actual de San Marcos y La Concepción que son las principales zonas de abastecimiento de agua, supera ampliamente la población servida prevista inicialmente como base de la

planificación del proyecto de abastecimiento de agua de INAA, las deficiencias del actual sistema de distribución de agua actual son más pronunciadas. La mayoría de los recursos de agua se concentran en los alrededores de la Ciudad de San Marcos y aunque se esté enviando el agua a otras ciudades, la realidad es que no se llega a satisfacer la demanda de una sola ciudad que es San Marcos con la actual capacidad de todos los recursos de agua. Por lo tanto, la urgencia más apremiante es la solución del déficit de agua de La Concepción.

En el cuadro 3-3-3 se describe el actual déficit de caudal de abastecimiento de agua de la zona de suministro y la diferencia entre la demanda estimada total y el caudal actual de producción, pero según cálculos, existe un déficit de 6,45% con respecto a la demanda de agua en la zona de Jinotepe y un déficit del 59,7% en la zona de San Marcos. Sin embargo, el hecho de que el déficit calculado para la zona de Jinotepe resulte menor que lo supuesto, esto es meramente aparente. Como se ha explicado anteriormente, a pesar de que para el municipio interconectado con la Ciudad de Jinotepe esté calculado efectivamente como caudal de producción, en realidad existe un caudal considerable que no se distribuye adecuadamente por los defectos fundamentales del actual sistema de distribución. Al evaluarse el déficit restando esta deficiencia, la falta de abastecimiento del agua en torno a la Ciudad de Jinotepe, en términos reales se estima que excedería del 30%. Además, dentro de las consideraciones anteriores no se ha tenido en cuenta el caudal de fuga. Con respecto al caudal de fuga se analizará en el siguiente capítulo.

Cuadro 3-3-3 Caudal de demanda y déficit de abastecimiento de agua (1992)

Zona de abastecimiento de agua	Población (1992)	Caudal medio de demanda m ³ /día	Caudal medio de producción m ³ /día	Déficit de abastecimiento de agua m ³ /día
Ciudad de Jinotepe	38.699	6.590	5.123	1.467
Santa Teresa	16.874	1.596	1.733	137
Dolores	6.027	456	0	456
El Rosario	4.329	328	0	328
Dulce Nombre	3.099	235	1.313	(Exceso 1.078)
Los Cruces	615	47	0	47
Los Potrerillos	431	33	0	33
San José de Masatepe	5.281	400	0	400
La Paz de Carazo	5.914	448	0	448
Santa Cruz	666	50	0	50
Guisquilapa	3.916	296	1.908	(Exceso 1.612)
Subtotal	85.851	16.479(100%)	10.077(93,55%)	676 (6,45%)
San Marcos	24.574	3.721	3.063	658
La Concepción	24.916	3.772	0	3.772
San Juan La Concepción	8.609	815	409	409
San Cararabio	1.873	142	0	142
El Arenal	2.195	166	0	166
Subtotal	62.167	8.616(100%)	3.472(40,3%)	5.144(59,7%)

- (2) El esquema más generalizado que se observa dentro del sistema de distribución existente, es el tendido de las tuberías de distribución en bucles en la zona de población concentrada y la conexión entre el tanque (de hormigón o acero) instalado sobre terrenos altos y el pozo ubicado en un lugar alejado a través del bucle. Este esquema es un diseño racional, ya que durante el horario de mucho consumo de agua, se abastece simultáneamente el agua desde el pozo y el tanque y durante el horario de bajo consumo de agua, se almacena el excedente de agua en el tanque.

Las tuberías de alimentación y distribución de agua no tienen válvulas de purga de aire ni válvulas de extracción a pesar de que están enterradas bajo una topografía con muchas irregularidades, lo que juntamente con intermitencia de la operación, es fácil suponer de que se produzcan perturbaciones del flujo por las bolsas de aire y arena estancada.

- (3) Las tuberías de distribución existentes tanto de la zona de Jinotepe como San Marcos son todos tubos de fibrocemento de una antigüedad de 15 ~ 20 años. Al observar los tubos cortados para la reparación, se observa el ablandamiento debido a la elución del contenido de cemento. Es fácil suponer de que existan muchas fugas desde las uniones debido a la somera profundidad de instalación y la falta casi total de anclajes.

En la Dirección General de la 4ª Región (de Granada) que controla ambas zonas, se han previsto las ciudades de La Concepción, Santa Teresa y Dolores como objeto del Proyecto de reparación y renovación de las tuberías con presupuesto propio del año fiscal 1993. Sin embargo, debido a la falta de presupuesto y la falta de registros de antecedentes del tendido y reparaciones de las tuberías, se estima que las medidas no llegarán más allá de las medidas de emergencia.

Debido a que las actividades de abastecimiento de agua por INAA se maneja en forma autónoma, es enorme el interés que se presta con respecto al caudal incobrable y caudal de desperdicio. La tasa del caudal incobrable del primer semestre del presente año en las

zonas de San Marcos y Jinotepe fue estimado en 28,0% y 50,4% respectivamente. Según estimación de los funcionarios de las oficinas regionales, aproximadamente el 50% del caudal incobrable puede considerarse como caudal de desperdicio. Por lo tanto, la tasa de desperdicio de la zona de Jinotepe sería de 25,2% y de San Marcos 14%. Aunque quedan algunas dudas de que estas cifras sean excesivamente reducidas dentro de la apreciación del estado actual de las instalaciones existentes, sería la única referencia para determinar la tasa de abastecimiento efectivo del caudal que se producirá con los nuevos pozos a instalarse.

En el Cuadro 3-3-4 se detallan los datos del caudal eficaz y los datos relacionados con el caudal eficaz del primer semestre del año fiscal 1992.

Cuadro 3-3-4 Caudal de producción de agua potable, caudal de agua incobrable y tasa de incobrable en la zona de San Marcos y zona de Jinotepe

	<u>Enero</u> (m ³ /mes)	<u>Febrero</u> (m ³ /mes)	<u>Marzo</u> (m ³ /mes)	<u>Abril</u> (m ³ /mes)	<u>Mayo</u> (m ³ /mes)	<u>Junio</u> (m ³ /mes)	<u>Total de 6 meses</u> (m ³ /6 mes)
<u>Zona de San Marcos</u>							
Caudal de producción	101.315	109.748	118.436	119.343	121.505	128.769	699.116
Caudal cobrado	67.712	79.588	79.063	85.292	102.134	89.915	503.704
Caudal incobrable	33.603	30.160	39.373	34.051	19.371	38.854	195.412
(Tasa de incobrable)	(33,2%)	(27,5%)	(33,2%)	(28,5%)	(15,9%)	(30,2%)	(28,0%)
<u>Zona de Jinotepe</u>							
Caudal de producción	295.504	274.392	287.018	268.370	275.296	281.200	1.681.780
Caudal cobrado	120.675	131.817	139.176	147.163	160.182	135.664	834.677
Caudal incobrable	174.829	142.575	147.842	121.207	115.114	145.536	847.103
(Tasa de incobrable)	(59,2%)	(52,0%)	(51,5%)	(45,2%)	(41,8%)	(51,8%)	(50,4%)
<u>Total de las 2 zonas</u>							
Caudal de producción	2.353.865	2.203.475	2.405.404	2.388.761	2.500.170	2.380.299	14.231.974
Caudal cobrado	1.214.810	1.388.307	1.368.310	1.414.510	1.529.129	1.436.166	8.351.232
Caudal incobrable	1.139.055	815.168	1.037.094	974.251	971.041	944.133	5.880.742
(Tasa de incobrable)	(48,4%)	(37,4%)	(43,1%)	(40,8%)	(33,8%)	(39,7%)	(41,3%)

Cuadro 3-3-5 Caudal de desperdicio y tasa de desperdicio de ambas zonas

	Zona de San Marcos (Enero ~ Junio)	Zona de Jinotepe (Enero ~ Junio)
Caudal de producción	699.116	1.681.780
Caudal efectivo	601.410	1.258.228
Caudal de desperdicio (Caudal de fuga)	97.706	423.352
Tasa de desperdicio (Tasa de fuga de agua)	14,0%	25,2%

Al observar el Cuadro 3-3-5, aunque no sea tanto en la zona de San Marcos, por lo menos en la zona de Jinotepe será necesario que se analice juntamente con el desarrollo de los nuevos recursos de agua, los efectos de la reducción del caudal de desperdicio mediante la prevención de fugas.

- (4) En los sistemas de abastecimiento de agua existente, en los pozos que sirven como fuente de agua están instalados sin excepción los dosificadores de cloro para la esterilización por clorinación. La clorinación se realiza con la bomba de caudal constante, pero debido a que existen lugares donde los medidores que controlan el caudal de bombeo de los pozos no funcionan correctamente, se considera que no es fácil fijar el caudal de dosificación. Según las normas de INAA, la concentración del cloro residual en la salida de las llaves debe ser de 0,3mg/l, pero debido a que en la región se realiza el monitoreo del cloro residual con poca frecuencia y pocas veces se realiza la regulación de la dosificación conforme a la concentración residual, es frecuente observar el exceso de dosificación y hay muchos registros con detección de concentración de alrededor de 1,0mg/l.

La calidad del agua subterránea del área del proyecto es analizada periódicamente por INAA. Es relativamente elevada la proporción de fluoro, hierro total y N de nitrato. Sin embargo, en todo los casos están dentro de los valores máximos tolerados establecidos por INAA. A continuación se detallan los resultados del análisis de la calidad de agua de Jinotepe, San Marcos y Dulce Nombre comparado con las normas de INAA y OMS.