

ICE

341736

LIBRARY
INTERNATIONAL REFERENCE CENTRE
FOR COMMUNITY WATER SUPPLY AND
SANITATION (IRC)

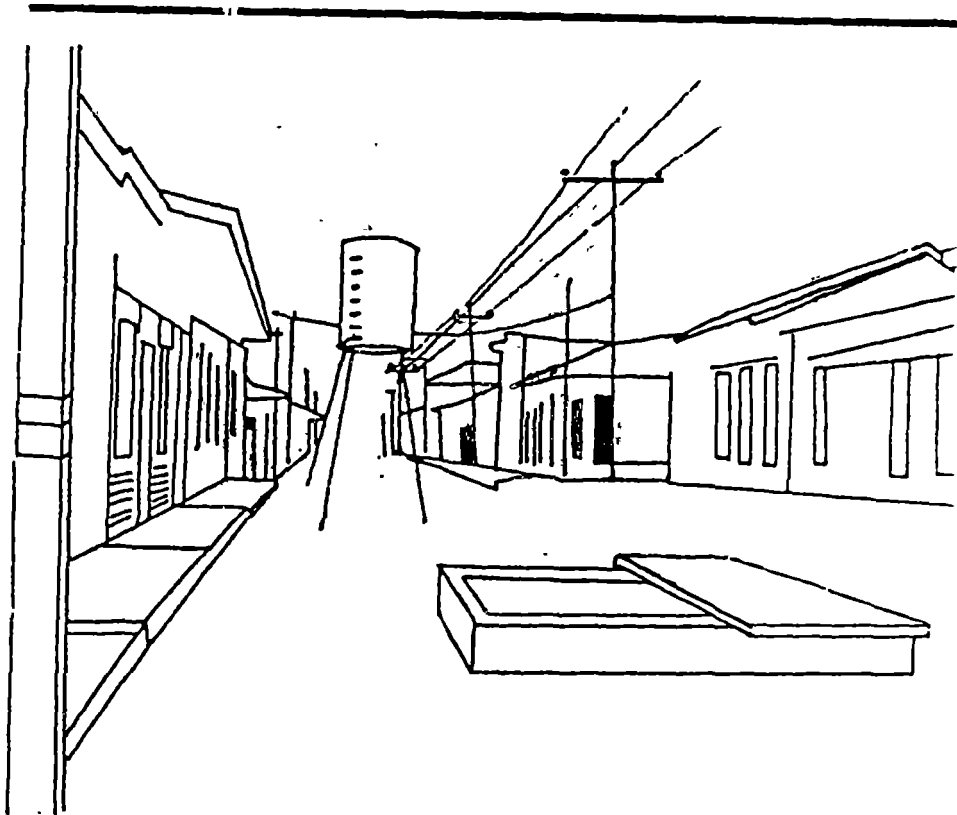
ISP Camoapa

Nicaragua
Informe Principal

8 2 7

N I . C A 8 6

1986




TH Delft

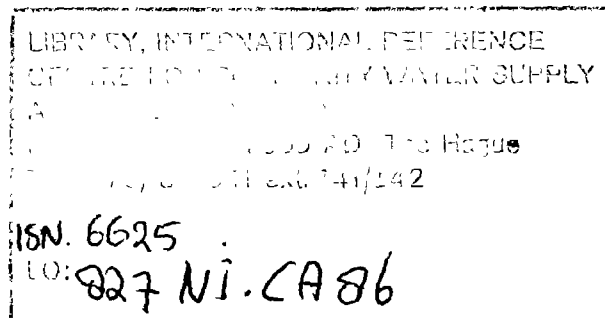
Technische Hogeschool Delft

827-6625



ISP CAMOAPA

INFORME PRINCIPAL



Delft, mayo de 1986

Ralph Beuken
Paul Borsboom
Michaël Cornelisse
Tineke Murre
Hans van der Pal
Luuk Rietveld
Rucardo Roomer

Traductor: Rafaël Lechner

CONTENIDO

	página
1. <u>Introducción</u>	1
1.1. Justificación	1
1.2. Objetivo del proyecto y elaboración	2
1.3. Contenido del informe principal	3
2. <u>Descripción de Camoapa</u>	5
2.1. Función en la región	5
2.2. Estructura especial de la ciudad	7
2.3. Situación socio-económica	9
2.4. Servicios y utilización del agua	9
2.5. Datos de población y evoluciones estimadas	10
2.5.1. Introducción	10
2.5.2. Dimensión poblacional y su distribución en la ciudad de Camoapa	11
2.5.3. Factores que influyen en el desarrollo de la población de Camoapa	12
2.5.4. Evolución poblacional estimada de Camoapa	12
2.6. Futuro desarrollo de la ciudad de Camoapa	14
3. <u>Organizaciones y instancias implicadas en el abastecimiento de agua</u>	17
3.1. Introducción	17
3.2. El INAA y MINSA	18
3.3. Junta regional y local	20
3.4. Problemas generales a nivel institucional	21
3.5. Problemas más específicas a nivel institucional	22
3.5.1. El INAA	22
3.5.2. Consecuencias para Camoapa	24
3.5.3. Gobierno regional y JRM	26
3.6. Organizaciones locales	27
4. <u>Abastecimiento actual de agua</u>	31
4.1. El sistema de agua potable del INAA	31
4.1.1. Las bombas subterráneas	31
4.1.2. La línea de conducción	36
4.1.3. La pila	36
4.1.4. La red de distribución	37
4.1.5. Calidad del agua	40
4.1.6. Uso de las instalaciones domésticas	40
4.2. Demás fuentes de agua	42
4.2.1. Pozos	42
4.2.2. Ríos	47
4.2.3. Agua pluvial	47
4.3. Tarifas	47
4.4. La necesidad de agua	48
4.5. Deficiencias del actual abastecimiento de agua	51

5.	<u>Posibilidades de mejoramiento para la abastecimiento de agua potable en Camoapa</u>	55
5.1.	Posibilidades de ampliación a largo plazo	55
5.1.1.	Ganancia de agua subterránea	55
5.1.2.	Agua superficial	63
5.1.3.	Preferencia en cuanto a la ampliación de la ganancia de agua	73
5.1.4.	Distribución y almacenamiento	74
5.2.	Mejoramiento a medio largo plazo	77
5.2.1.	El pozo MICONS	77
5.2.2.	El pozo A-5-80	78
5.3.	Mejoramientos a corto plazo	79
5.3.1.	Pozos públicos	79
5.3.2.	Adaptación del actual sistema	79
6.	<u>Recomendaciones para llegar a un mejoramiento del abastecimiento de agua potable</u>	83
6.1.	Las recomendaciones	84
6.2.	Planificación cronológica y organización	85
7.	<u>Elaboración de las recomendaciones</u>	87
7.1.	Adaptación del actual sistema	87
7.2.	El pozo MICONS	89
7.3.	Pozo A-5-80	91
7.4.	El mejoramiento de pozos	92
7.5.	Ganancia de agua subterránea y examen geohidrológico	92
7.5.1.	"Trial and error"	92
7.5.2.	Investigaciones fundamentales	93
7.6.	Ampliación del sistema actual	95
7.7.	Mediciones de caudal	97
7.7.1.	Caudales de verano	99
7.7.2.	Caudales de invierno	100
7.7.3.	Relación precipitación-caudal	100
	<u>Lista de literatura</u>	102

1. INTRODUCCION

1.1. Justificación

Este es el informe final del Grupo Interuniversitario Planología (ISP), que ha estado estudiando la problemática del abastecimiento de agua de la ciudad Camoapa en Nicaragua.

Este ISP se fundó con motivo de una invitación del director de la V Región del Instituto Nicaraguense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), dirigida al grupo de trabajo ISP de la Universidad de Tecnología de Delft (Holanda) para que se iniciara una investigación acerca de las posibilidades de un mejoramiento de la mala situación del agua potable en Camoapa.

Una investigación acerca de la situación del agua potable en Camoapa implica tanto aspectos técnicos como sociales y exige un tratamiento interdisciplinario.

De esta manera, el grupo de estudiantes que elaboró este informe está conformado por siete personas de distintas ramas profesionales.

El informe se divide en dos partes: el informe principal con suplementos correspondientes y un informe "Mejoramiento de pozos".

El informe principal contiene el texto de la memoria de investigación del ISP. En los suplementos pueden encontrarse todos los cálculos realizados por miembros del ISP, todas las tablas y gráficos con datos y otra información importante básica. El informe principal está escrito de tal manera que puede ser leído sin los suplementos porque todas las conclusiones, derivadas de cálculos o de otros métodos, están mencionadas en él.

El informe "Mejoramiento de pozos" ha sido realizado por separado porque la intención es que sirva de manual para aquellas personas de Camoapa (o para incluso gente de fuera) que tengan intenciones de ocuparse del mejoramiento de pozos públicos en Camoapa, que son utilizados por muchos habitantes como un servicio para lavar y bañarse. En Nicaragua el primer responsable del abastecimiento de agua para ciudades y pueblos es el INAA.

Aparte del INAA y de los distintos organismos, también hay otras organizaciones y instancias ocupadas con la problemática del agua. Debido a su proximidad a la población estas otras organizaciones y instancias locales pueden desempeñar un papel importante en el mejoramiento de la situación del agua a corto plazo. Habría que pensarse en soluciones a una escala más bien limitada. Además, las organizaciones y instancias locales pueden proporcionar, por su papel representativo, información sociológica referente al abastecimiento de agua.

Por esto el ISP ha mantenido regularmente contactos y ha dialogado tanto con el INAA como con las otras organizaciones y instancias, entre las cuales están la Iglesia,

la Junta y el CDS.

Así, no solamente se encontrarán en este informe consejos sobre el mejoramiento de la situación de agua dirigidos a quien encargó este informe, el INAA, sino también a organizaciones y instancias locales.

1.2. Objetivo del proyecto y elaboración

Al iniciar la investigación, durante la fase preparatoria, el ISP formuló un número de objetivos que están resumidos en un objetivo general del proyecto: "Proporcionar consejos realizables que se adapten a la situación, para que se pueda mejorar el abastecimiento de agua (potable) en Camoapa, que se puedan llevar a cabo a largo y/o a corto plazo y teniendo en cuenta lo más posible a aquellas capas de la población que tengan menos posibilidades". Para alcanzar este objetivo, el ISP se ha mantenido ocupado durante el periodo investigador con lo siguiente:

- Un análisis de la situación actual de agua en Camoapa y en su entorno.
- Una investigación acerca de nuevas posibilidades para la ganancia de agua.
- Un análisis del consumo de agua actual y futuro.
- Una investigación acerca del mejoramiento de la situación de agua a corto plazo y a medio largo plazo.
- Un análisis de las organizaciones y instancias que tengan importancia en relación al agua potable y de la estructura de la población.
- Un análisis de las posibilidades de construcción y de los precios de materiales usuales y utilizables y de la maquinaria.

Véase el suplemento 1 para los métodos y medios de investigación utilizados.

Sobre la elaboración de lo anterior puede decirse lo siguiente.

Es necesario comprender las circunstancias y evoluciones socio-económicas y demográficas para llevar a cabo un análisis de la situación actual de agua y de consumo de agua, actual y futuro.

Para poder hacer recomendaciones sobre la ampliación de la ganancia de agua es necesario tener una visión de la hidrología, de la geología y de la geografía de la zona en la que está ubicada Camoapa. Pero son pocos los datos fundamentales disponibles y por eso el ISP se ha visto a menudo obligado a manejar estimaciones y suposiciones a la hora de redactar consejos.

Las recomendaciones a largo plazo recurren así sobre todo a investigaciones complementarias acerca de depósitos de agua disponibles.

Dado que también deseaba centrarse en un mejoramiento

inmediato de la situación de agua para las capas con menos posibilidades dentro de la población, el ISP ha hecho un inventario de las posibilidades. Las conversaciones con organizaciones e instancias nacionales, regionales y locales así como las conversaciones con los habitantes de Camoapa y, por otro lado, las propias observaciones han desembocado en las recomendaciones acerca de un mejoramiento de la situación de agua a corto plazo y medio largo plazo que se tratarán más adelante en este informe. Para analizar la probabilidad financiera y técnica de la realización de mejoramientos de la situación de agua, el ISP ha intentado trazar las organizaciones y los métodos de construcción, la utilización de materiales y maquinaria y la evolución de los precios. A pesar de que esto último no sea cosa fácil, teniendo en cuenta la actual inflación en Nicaragua, el ISP ha obtenido, sin embargo, una idea acerca de ella por medio de la observación de proyectos a gran y pequeña escala existentes.

1.3. Contenido del informe principal

El informe se abre con una descripción general de Camoapa y sus alrededores, seguida de un breve comentario sobre las organizaciones e instancias de relevancia. Continúa con una descripción del actual abastecimiento de agua potable en el capítulo 2 junto a los problemas que surgen, mientras que en el capítulo 3 se da una enumeración de las posibilidades para el mejoramiento de esta situación.

El ISP ha redactado una recomendación, obtenida del conjunto de posibilidades, que va dirigida a las organizaciones e instancias responsables para llegar a un mejoramiento concreto de la situación de agua (capítulo 4). Este consejo está dividido en fases cronológicas y es ampliamente comentado en el capítulo 5, incluyendo un esquema tiempo-trabajo.

Finalmente, se han incorporado en la última parte de este informe todos los suplementos a los que se hace referencia en el texto, así como dos grandes mapas. Tenemos el deseo de que este informe sea un primer paso hacia un abastecimiento de agua aceptable para los habitantes de Camoapa.

2. DESCRIPCION DE CAMOAPA

2.1. Función en la región

Camoapa es una ciudad de tercera importancia. Quiere decir que no es un centro nacional como Managua, ni tampoco un centro regional como las ciudades de Boaco y Juigalpa que tienen servicios enfocados hacia varios municipios en la región. Camoapa sólo posee servicios para su propio municipio.

La razón por la cual la gente de este área bastante grande, más o menos una tercera parte del departamento de Boaco, se desplaza para todo tipo de asuntos a Camoapa es que al este de Camoapa ya no hay ningún centro de cierta importancia (fig. 2.1). Esta zona se caracteriza por un hábitat disperso y una accesibilidad pésima. En la medida en que haya carreteras, éstas conducen a Camoapa y la mitad es solamente utilizable durante el verano.

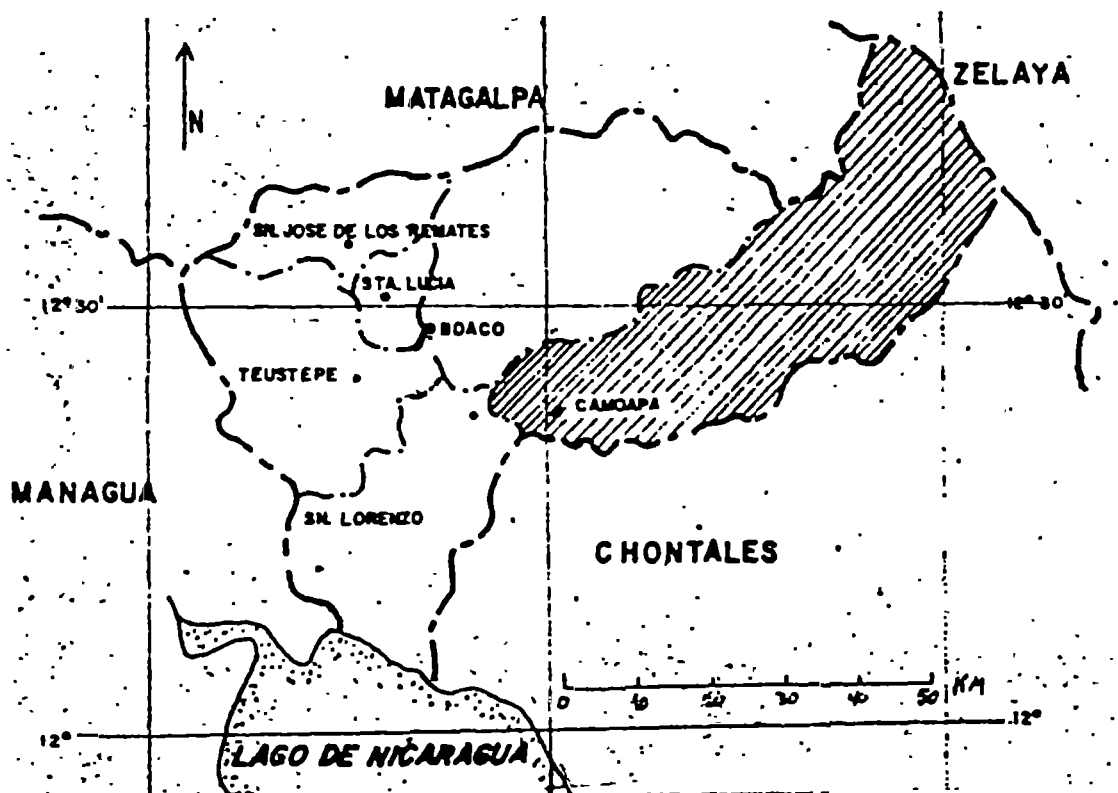


Fig. 2.1. Municipio de Camoapa y los otros municipios del departamento Boaco que fué.

La tabla 2.1. muestra los servicios de los que Camoapa tendría que disponer en función de su papel y de los que, en cambio, dispone realmente. También puede verse la proporción entre los servicios de Boaco como centro regional y de Camoapa y unos cuantos centros más de

tercera importancia.

Tabla 2.1. Servicios en las ciudades de tercera importancia, pertenecientes a la zona de servicios de Boaco.

Ciudad	Boaco	Camoapa	Teustepe	Tecolostote
SERVICIO				
EDUCACION				
primaria	+	+	+	+
secundaria	+	+	+	+
nivel superior	+	+		
universidad	-			
SERVICIOS DE SALUD				
puesto de salud				+
centro de salud (amplio)	+	+	+	
centro de salud				+
hospital	+			
hospital especialista	+			
TIENDAS etc.				
tiendas	+	+	+	+
mercado	+	+	-	-
supermercado	-			
rastro	+	+	-	-
almacén de alimentos	+	+	+	-
SERVICIOS CULTURALES				
biblioteca	+	+	-	-
CPC	+	+	-	-
cine	+	+	-	-
SERVICIOS DE RECREACION				
area de deportes	+	-	+	+
casa de deportes	-	+		
complejo de deportes	+			
COMUNICACION				
TELCOR basico		+	+	+
TELCOR extenso	+			
SERVICIOS GENERAL				
bancos	+	+	+	
gasolinera	+	+		
arte manual	+	+	+	+
hotel	+	+	+	+
taller	+	+	+	+
SERVICIOS DE AGRICULTURA				
tiendas de agricultura	+			

Significados: + : presente
 - : ausente pero debería estar presente
 blanco: ausente, pero tampoco es necesario que está a presente.

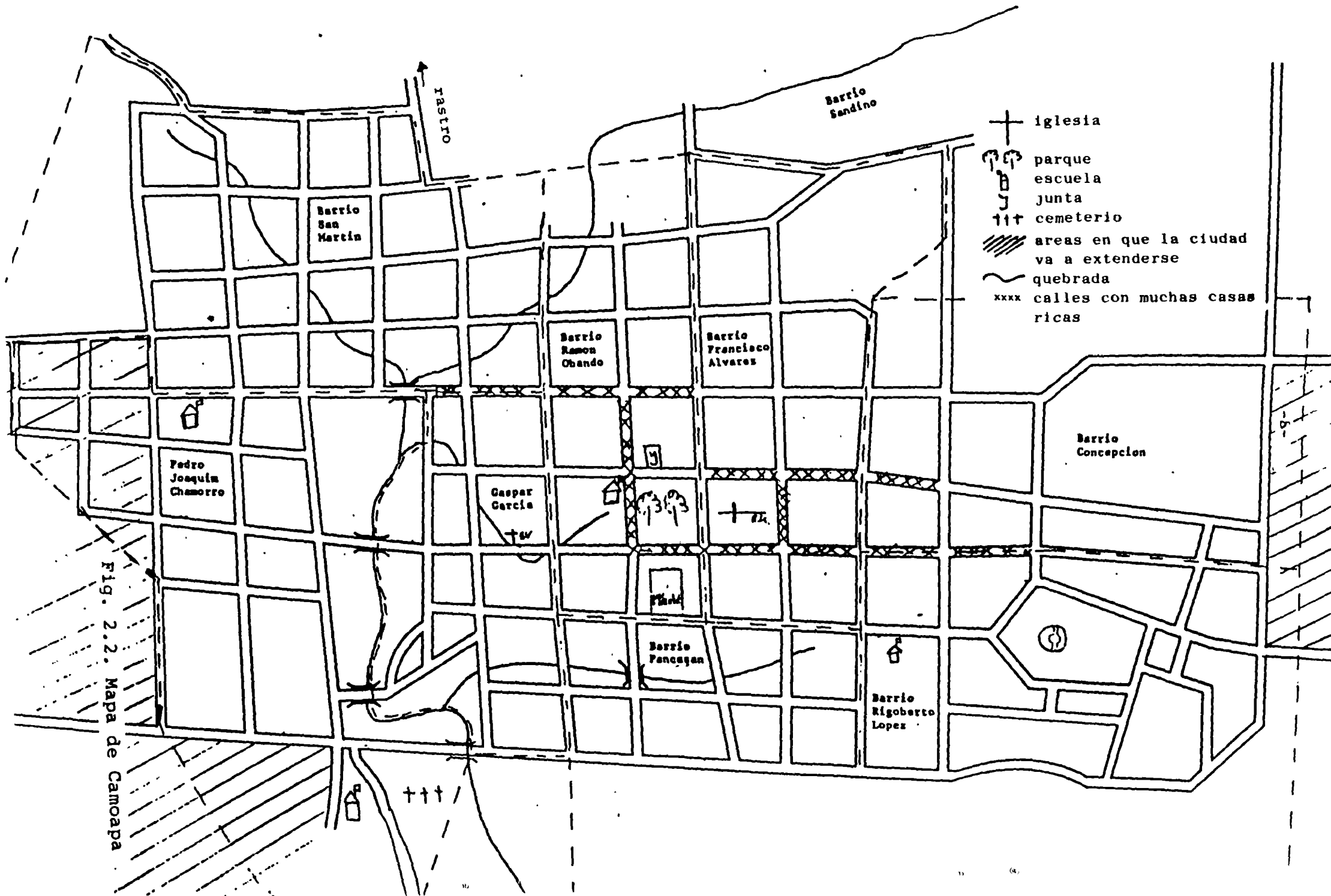
Observación: Boaco es una ciudad de segunda importancia, es decir tiene un papel de tipo regional, lo cual contrasta con las tres ciudades restantes.

Es llamativo que la oferta de servicios de Camoapa no difiera mucho de la de Boaco y que en comparación con otras ciudades de tercera importancia de la región no carezca de mucho y que tenga, incluso, muchos servicios extra, tales como un banco, una gasolinera y los niveles superiores de la escuela secundaria. La ciudad de Camoapa no dispone de los servicios típicos regionales que sí tiene Boaco, tal como un hospital. Camoapa tiene que conformarse con un centro de salud, aunque amplio, donde no pueden ser tratados los enfermos.

Los productos de Camoapa sí tienen una fama y mercado más que locales, entre otras cosas el queso y la crema, y otros productos relacionados con la ganadería, tales como sillas de montar, frenos de caballos, sombreros y más. Aunque Camoapa pertenezca tradicionalmente a la zona de servicios de Boaco, los habitantes de Camoapa no van sin más a esta ciudad si consideran insuficiente la oferta en Camoapa. También suelen ir a Juigalpa, pero sobre todo van a Managua. Hay más oferta en esta ciudad y las comunicaciones no son mucho peores que las que llevan a Boaco o a Juigalpa.

2.2. Estructura espacial de la ciudad

En la figura 2.2. está reflejada la planta de Camoapa. La ciudad está subdividida en nueve barrios, entre los cuales el barrio de A.C. Sandino ocupa un lugar especial. Es porque este barrio está repartido para la distribución de alimentos así como para las actividades de los comités de defensa sandinista (CDS) entre otros tres barrios: San Martín, Ramón Obando y Francisco Alvarez. La parte más próspera de la población vive dentro y en torno al centro de Camoapa donde los servicios de agua y de electricidad están en bastante buenas condiciones. Alejándose del centro la prosperidad de la población disminuye y se deterioran progresivamente los servicios o son inexistentes. Las casas que se ocupan son de un esqueleto de bambú que está tapado con una mezcla de paja y adobe, con un tejado de caña, plástico o chapa ondulada y con un suelo de tierra batida. La gente con un nivel de vida superior ocupan casas de piedra con tejados de chapa ondulada o tejas y normalmente con un suelo enlosado.



- + iglesia
- escuela
- junta
- +++ cementerio
- //// areas en que la ciudad va a extenderse
- ~ quebrada
- xxxx calles con muchas casas ricas

Fig. 2.2. Mapa de Camoapa

2.3. Situación socio-económica

En el municipio de Camoapa el 78% de la población trabaja, según el MINVAH (1985) en el sector primario (agricultura). El peso recae sobre la ganadería y en especial sobre la producción de carne, parcialmente destinada a la exportación.

El sector secundario (industria y manufacturas) está representado en Camoapa sobre todo por las manufacturas relacionadas con la ganadería (elaboración de cuero y forjar de hierro y también hay una fábrica de queso y un matadero. El matadero tiene una capacidad limitada y sólo produce carne para la ciudad y el Municipio de Camoapa.

Según el MINVAH (1985), sólo el 3% de la población activa trabaja en el sector secundario. Pero mucha gente está indirectamente relacionada con la manufactura. Se suelen aprovechar las horas de ocio, de modo que existe la impresión de que hay más gente en este sector que la registrada únicamente.

El sector terciario (servicios y estado) engloba el 19% de la población activa, del cual un 10% trabaja en instancias y organizaciones públicas. El 9% restante está activo en el comercio o en el sector de servicios. En Camoapa hay muchas tiendas pequeñas domésticas. Son, entre otras cosas, tiendas de ultramarinos que venden todo tipo de artículos domésticos y alimentos. Camoapa también posee algunos hoteles y pensiones.

La remuneración dentro y entre los distintos sectores varía considerablemente.

2.4. Servicios y utilización del agua

Es importante saber si hay en Camoapa servicios, aparte de la utilización doméstica, para la ampliación de la red de distribución actual y que consuman considerablemente más agua que una sola casa y si hay prioridades con respecto del abastecimiento de agua.

En Camoapa sólo hay dos servicios que podrían consumir mucha agua: la fábrica de quesos y el matadero.

Pero la fábrica de quesos está demasiado alejada de la ciudad (15 km) como para ser conectada sobre la red de tubos.

El matadero está cerca de la ciudad (aprox. 1,5 km) pero está a más altura y hay un pozo privado próximo que puede producir suficiente agua por medio de una bomba eléctrica. Por ahora no se utiliza el pozo. La intención es que el matadero vaya a utilizar este pozo para cubrir su necesidad de agua. Esto no ha ocurrido hasta el momento debido a que haya divergencias entre la Junta y el propietario del matadero acerca del subsidio municipal

futuro. Ahora el matadero está sacando agua de una quebrada cerca de Camoapa.

Las pequeñas empresas de manufacturas no necesitan mucha agua extra, aparte de para su necesidad doméstica. Una empresa de elaboración de cuero no necesita, por ejemplo, más de dos baldes de agua diarias para mantener el cuero flexible; un herrero tiene suficiente con la misma cantidad para enfriar el bronce y el acero y un panadero utiliza principalmente leche. No se sabe mucho acerca del consumo de agua por parte de hoteles y pensiones; tienen, a menudo, un abastecimiento de agua privado.

Es llamativo que el centro de salud de Camoapa no disfrute prioridad en el abastecimiento de agua, como sí es el caso en muchas otras ciudades. El personal dice no tener molestias por la distribución de agua porque para los momentos que no viene agua, el centro dispone de una pila propia.

2.5. Datos de población y evoluciones estimadas

2.5.1. Introducción

No hay estudios elaborados de población para Camoapa y para el departamento de Boaco. Sí hay datos disponibles para llegar a una estimación razonable de la dimensión actual de la población de la ciudad de Camoapa y de su evolución durante los próximos 15 hasta 20 años.

Estos datos proceden de tres fuentes:

- El Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos (INEC). Este elabora estimaciones de los números poblacionales en base a censos que realizó en 1950, 1963 y 1971. Entre otras cosas debido a la situación de guerra no se ha hecho ninguno más después de 1971. Los números elaborados por el INEC son, en general, demasiado bajos y no son considerados como (totalmente) reales.
- El MICOIN, la instancia responsable de la distribución. Debido a que la gente tenga mucho interés en declarar números demasiado altos (ya que la concesión a una familia de productos básicos como frijoles, arroz y azúcar está en función del número de personas que la conforme), éstos son demasiado altos. Puede suponerse que los datos del MICOIN marquen un límite tope de la población (urbana) razonable.
- La ACEM, que forma parte del Ministerio de Salud, también hace recuentos. Se consideran, muchas veces, como las cifras de más confianza, puesto que la gente que declara esta información no tiene ningún interés particular. Así no se produciría mucha distorsión.

2.5.2. Dimensión poblacional actual y su distribución en la ciudad de Camoapa

En la tabla 2.2. se indican, en este orden, el crecimiento histórico y el número poblacional manejado por las distintas instancias para la ciudad de Camoapa. Los números de crecimiento calculados también se mencionan. Aparte de la diferencia entre los números del INEC, MICOIN y ACEM, destaca sobre todo el crecimiento constante y rápido de la ciudad de Camoapa. Partiendo de los números de la ACEM y del MICOIN puede constatar que la dimensión poblacional de Camoapa es de entre 11.000 y 12.000 personas (11.500).

Tabla 2.2. Crecimiento histórico y dimensión de la población de Camoapa manejada por las distintas instancias.

crecimiento histórico		dimension de la población		TAC desde		
TAC		verano	invierno	1963	1971	
1963	2617	6.1	INEC 7283	7283	4.76	3.5
1971	4485		ACEM 9439	10816	7.0	7.0
			MICOIN 11870	12737	7.5	8.0

TAC = número de crecimiento anual promedio
cifras calculadas para el invierno

(fuente: INEC, MINVAH, MICOIN)

Debido a las migraciones estacionales se producirá en este número una cierta fluctuación. La causa más importante de la migración estacional viene dada por la trashuman-
cia del ganado hacia la montaña durante el verano. Este tiene una duración de diciembre hasta mayo. Según la JRM y el MIDINRA se trata de un 5% aproximadamente de la población que está implicada en las migraciones estacionales. La marcha de la ciudad se produce sobre todo durante el verano. De modo que las migraciones estacionales tienen un efecto secundario positivo: hay un poco menos de gente en la ciudad que, así, no utilizará las instalaciones de agua.

Para indicar la distribución de la población en los distintos barrios se han incorporado en la tabla 2.3. unos puntos de interrogación: los totales no son correctos, la estructura poblacional es distinta a la que ofrece el INEC (MICOIN: 1/3 niños, 2/3 adultos; INEC: 1/2 niños, 1/2 adultos).

2.5.3. Factores que influyen en el desarrollo de la población de Camoapa

Camoapa está ubicada en el departamento de Boaco. Este departamento tiene un superavit de natalidad, una progresiva urbanización y una fuerte emigración, sobre todo a Managua. Las causas más importantes de la urbanización y de la emigración son, según una investigación del MINVAH-Managua, la existencia de mejores facilidades como escuelas para los niños y un hospital.

En el departamento de Boaco, el crecimiento urbano se dará sobre todo en ciudades mayores como Boaco y Camoapa. Los factores que también pueden determinar la dimensión de la marcha a la ciudad Camoapa son la situación en guerra del área, la accesibilidad de la ciudad y la cuantía del agua disponible.

Tabla 2.3. Población de Camoapa según el barrio, número de familias, número de adultos/número de niños y total de población.

Barrio	familias	adultos	niños	total
Ramón Obando	191	1013	243	1256
San Martín	324	1260	729	2021
Francisco Alvarez	170	603	409	1012
Pedro J. Chamorro	266	1022	866	1888
Gaspar Garcia L.	158	760	306	1066
Pancasan	165	?	?	1056
Rigoberto Lopez P	250	1255	562	1817
Concepción	252	1098	664	1754
Total	1776	7603	3711	11870

(fuente: MICOIN, 1985)

2.5.4. Evolución poblacional estimada de Camoapa

Estimar la evolución poblacional para los 20-25 años siguientes ofrece bastantes problemas. El ISP-Camoapa no dispone de datos de natalidad y de mortalidad ni tampoco de información de los flujos de emigración. Tampoco se dejan expresar en cifras las consecuencias de los otros factores anteriormente mencionados.

En lo subsiguiente se ha intentado establecer un pronóstico utilizable. Es recomendable calcular de nuevo este número.

Para el departamento Boaco se conoce una serie de cifras que pueden utilizarse para llegar a un pronóstico de la población de Camoapa para los años 2000 y 2005 (tabla 2.4).

Tabla 2.4. Cifras relevantes disponibles para un pronóstico de la población.

INEC	MINVAH
superavit de natalidad, departamento de Boaco 4,17%	crecimiento departamental total, hasta el año 2000 2,66%
crecimiento departamental total por año 1,58%	crecimiento urbano en el departamento de Boaco, entre 1981-2000 5,6 %
	crecimiento de la ciudad de Boaco 4,4 % (')

(') pronóstico-MINVAH para el año 2000, calculado desde 1979

(fuente: MINVAH, INEC)

Advertencias :

1. El INEC ha calculado para los departamentos el crecimiento natural. Puesto que para Camoapa no existen estos datos, éstos son tomados por nosotros como punto de partida.
2. El MINVAH ha realizado durante 1984 pronósticos de población para las ciudades y departamentos para el año 2000 partiendo de una estructura urbana determinada (ideal) y de las cifras del INEC de 1971 (Planificación del sistema urbano nacional = SUN). Debido a que parten de un crecimiento relativamente fuerte de ciudades menores, la cifra para el crecimiento urbano en el departamento es alta. La cifra de crecimiento para Camoapa resulta ser más baja.

En el pronóstico siguiente se parte de los siguientes supuestos:

1. el superavit de natalidad de Camoapa es igual, durante 1981, al superavit de natalidad para el departamento, a saber 4,17% por año. Puede suponerse que esto sea también válido para Boaco y así también para Camoapa.
2. son posible tres evoluciones:
 - a) la emigración de Camoapa es superior a la inmigración. Supondría un índice de crecimiento inferior a un 4% por año. Aunque no se excluya esta posibilidad tampoco está dentro de lo que se espera.
 - b) la emigración de Camoapa es igual a la inmigración. El índice de crecimiento anual será hasta el año 2000 y 2005 algo inferior al 4,17% por año (véase 1).
 - c) la emigración de Camoapa es inferior a la inmigración . El crecimiento de Camoapa será de este modo superior al 4,17% hasta el año 2000 y 2005. Corresponde con la estimación del MINVAH.

Vistas las posibles evoluciones y los números de la tabla 2.2, el ISP Camoapa parte de un crecimiento de entre un 4% y un 5% anual hasta el año 2005 (véase tabla 2.5.). Los resultados de los cálculos están en la tabla 2.5.

Tabla 2.5. Evoluciones poblacionales posibles de la ciudad de Camoapa para los años 2000 y 2005.

1985	TAC (%)	2000	2005
11500	3,5	19267	22882
"	4,0	20711	25198
"	4,5	22256	27735
"	5,0	23908	30513

El ISP Camoapa parte de un población de unos 25.000 entre los años 2000 y 2005.

2.6. Futuro desarrollo de la ciudad de Camoapa

De lo anterior se ha deducido que la ciudad seguirá teniendo un incremento poblacional. La cuestión es en qué parte de la ciudad se asentará esta gente. Si se estudian los lugares donde la ciudad se puede expandir lo mejor, destaca lo siguiente.

En la ciudad misma todavía hay suficiente espacio para un gran número de casas. Si se rellenaran estos espacios, esto tendría la ventaja que los servicios serían relativamente baratos. Conductos de electricidad y agua ya han sido construidos aquí. Esta construcción también se abarata debido a la densidad poblacional.

Aparte del relleno, la ciudad también se puede ensanchar. Esto es aplicable, sobre todo, al sur-oeste, a ambos lados de la carretera a Managua y en el nor-este (véase figura 2.2).

La forma de expansión de la ciudad también depende del grado en que se pueda regular el crecimiento. Desgraciadamente hay que constatar que apenas existen posibilidades de regular este crecimiento. Oficialmente, el MINVAH, el ministerio de la vivienda a cuya competencia pertenece la planificación urbana, sí dispone de algunos instrumentos. Pero el ministerio es incapaz de utilizar estos instrumentos por la falta de medios y de gente competente. Tampoco la Junta municipal puede regular apenas nada. En cuanto la genta quiera construir casas de piedra, que no se puede transportar fácilmente, es necesario el permiso de la Junta municipal. Han de inspeccionar las casas en cuanto a la presencia de servicios relacionados a la higiene (latrinas, por ejemplo) y en cuanto a la construcción arquitectónica. No se discute el lugar de construcción de la casa. Este es un asunto entre el propietario de la tierra y el propietario potencial de la casa: a no ser que la casa se construya demasiado lejos

sobre una carretera, en cuyo caso tendrá que retroceder un poco. Para lo demás no se necesita un permiso de la Junta municipal. Si la casa no se construye de piedra, sino de, por ejemplo, bambú, entonces se puede construir en cualquier sitio, menos si el propietario de la tierra lo prohíbe.

8

9

10

11

3. ORGANIZACIONES Y INSTANCIAS IMPLICADAS EN EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

3.1. Introducción

En Nicaragua el estado carga con la responsabilidad de las instalaciones de agua potable y de alcantarillados, siendo dividida sobre distintas instancias: el INAA, MINSA y autoridades regionales y públicas.

Puesto que el estado nicaraguense no dispone de suficiente personal competente ni de suficientes medios, tiene que establecer claras prioridades. Esto lo intenta realizar por medio de programas de planificación. Ejemplos conocidos son las campañas de alfabetización y de vacunación, organizadas por éste. Con la situación actual, la guerra ocupa el primer lugar. Siguen la agricultura, sanidad, enseñanza y el mejoramiento de la situación de la vivienda y del agua potable.

El estado elabora anualmente un solo programa nacional en base al desarrollo de los asuntos del año corriente de las posibilidades de instancias y de propias iniciativas. En esto están incorporadas todas las actividades estatales.

Estas actividades son divididas por sectores, enfocadas hacia una serie de tareas por cada instancia.

Las actividades también están subdivididas por región. Desde 1982 Nicaragua está conformada por 6 regiones y 3 zonas especiales. Cada región la encabeza un Gobierno Regional. Este coordina, dentro de su región, las actividades de las distintas instancias. Para ello, todas las instancias disponen de una oficina regional en la capital de la región.

Aparte de la coordinación, el estado desea ampliar a través del proceso de regionalización (la creación de juntas y de oficinas regionales) su conocimiento de las circunstancias de vida y de los problemas de la gente en las zonas no-occidentales y proporcionar más voz a la población.

La parte occidental de Nicaragua, sobre todo Managua, está considerablemente más desarrollada que el resto del país. Para anular estas diferencias, las regiones tienen una distinta prioridad.

Todas las instancias están implicadas, naturalmente, en el conjunto del proceso de planificación estatal. Pero el SPP y CNP tienen un papel especial. El CNP toma la decisión final acerca de las actividades que se van a integrar en el programa anual. Sobre esto se establecen acuerdos con las instancias. Así, las actividades de las instancias implicadas están directamente acopladas a las prioridades nacionales y al propio presupuesto.

El SPP controla el cumplimiento de los acuerdos y mira si las instancias no sobrepasan el presupuesto fijado. En esto, el control sobre el presupuesto y el ofrecer

información detallada sobre las instancias ocupa un lugar central.

3.2. El INAA y MINSA

En Nicaragua una instancia carga desde 1969 con la responsabilidad del diseño, construcción y gestión de las instalaciones de agua potable y de aguas residuales. Esta es el INAA, el Instituto Nicaraguense de Acueductos y Alcantarillados, que antes de la revolución se llamaba Denacal. También es responsable de las investigaciones requeridas.

El INAA posee una oficina central en Managua así como oficinas regionales, como cualquier otra instancia pero también dispone de oficinas locales en ciudades donde haya una instalación de agua potable y/o un alcantarillado. En la fig. 3.1 se describe la distribución de tareas entre estas oficinas.

INAA-central	INAA-region V	INAA-Camoapa
- política	- control y mantenimiento de sistemas regionales	- mantenimiento del sistema actual
- mantenimiento de materiales grandes y almacén mayor de materiales	- reparaciones pequeñas	- reparaciones muy pequeñas
- reparaciones grandes	- extensiones pequeñas	- cobra de agua y administración municipal
- preparación, diseño y construcción de extensiones estructurales de sistemas	- instalaciones nuevas	
- control técnico y administrativo	- control de administración regional	
- administración central de finanzas	- administración de actividades regionales	
- compra y venta de materiales		

Figura 3.1. Esquema: distribución de tareas entre el INAA central, el INAA región V y el INAA-Camoapa.

INAA central

Política; gestión maquinaria pesada y almacenamiento principal de material; reparaciones importantes en las que se requiere algún conocimiento y/o material; prepara-

ción, diseño y construcción de ampliaciones estructurales del sistema; control técnico y administración de finanzas centralizada (entre otras cosas salarios, consumo de agua); compra y venta de distintos materiales.

INAA región V

Control de la gestión de los sistemas de agua potable existentes en la región; pequeñas reparaciones en el sistema de agua potable (p.ej. en las bombas); pequeñas ampliaciones del sistema, sobre todo la construcción de nuevas conexiones; control de la administración regional; administración de las actividades propias.

INAA-Camoapa

Gestión del sistema de agua potable existente; reparaciones mínimas en el sistema de agua potable (p.ej. válvulas y pequeñas fugas); lectura de los medidores de agua, cobro de dinero, administración de las propias actividades.

La empresa del agua potable ha de autogestionarse, en principio, mediante el cobro de tarifas sobre los servicios. En la práctica esto no es el caso debido a una falta de dinero. El INAA tiene que pagar su aparato en su totalidad (administración, personal, investigación y gestión) con los pagos de los consumidores, mientras que ha de ser buscada una financiación externa (principalmente procedente del extranjero) para nuevos proyectos que se quieran realizar. El gobierno nacional paga, a lo sumo, una pequeña porción de los costes. Puesto que no han sido aumentadas las tarifas del INAA desde 1982, la autogestión se hizo cada vez más problemática para el INAA. Por eso, a finales de junio de 1985 el CNP decidió incrementar considerablemente las tarifas, siguiendo la propuesta del INAA.

MINSA

El Ministerio de Salud, MINSA, es la instancia que, entre otras cosas, tiene la tarea de controlar regularmente la calidad del agua en el sistema. También ofrece información a la población acerca de los lugares más idóneos para ir a buscar el agua y acerca de cómo utilizarla.

El control del agua se realiza en el laboratorio del MINSA en Managua, pero es organizada por el MINSA regional. El MINSA también está representada a nivel local, en forma de un centro sanitario.

3.3. Junta regional y local

En el epígrafe 3.2 se ha visto que dentro del marco del proceso de regionalización cada región conoce su propia junta regional. Ha de estructurar el desarrollo regional y ha de cumplir con el programa nacional en la medida en que sea de aplicación a su región. Para ello tiene que estimular, coordinar y ayudar a las instancias respecto de las actividades y los municipios respecto de su política. Para el abastecimiento de agua son de importancia a nivel regional 2 departamentos y 2 comisiones (véase también la figura 3.2.).

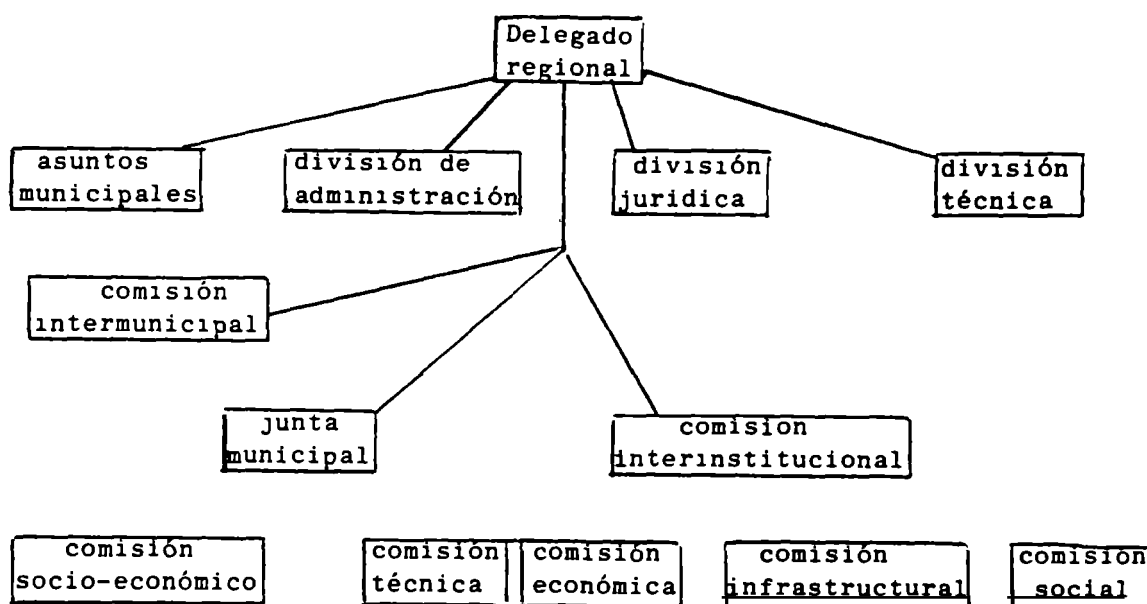


Figura 3.2. Estructura de la organización de la junta regional, representada en esquema

- Departamento de asuntos municipales. La junta municipal hace propuestas al gobierno regional o vice versa. Este departamento no necesariamente tiene un papel en el contacto entre junta municipal y gobierno regional. Si obtiene siempre información sobre los resultados
- Departamento técnico: ofrece ayuda técnica, económica etc. a las autoridades municipales en la redacción del programa regional
- Comisión intermunicipal: aquí están representados todos los municipios de la región. Aquí se discuten sus problemas en presencia del ministro regional y se mira la posibilidad de llegar a una solución, eventualmente a

- través del gobierno regional (véase fig. 3.2.)
- Comisión interinstitucional. Aquí están representadas todas las instancias. Sirve para inventariar y discutir los problemas en la región. A ser posible se sintonizan las actividades de las instancias. Está conformada por tres subcomisiones, a saber para asuntos sociales, económicos e infraestructurales. El INAA forma parte de esta última. Aparte de la comisión interinstitucional el ministro regional también habla una vez al mes con los responsables regionales de las instancias. En lo que se refiere al INAA: el objetivo principal de aquella es que aquí se discutan los problemas inherentes a actividades en la región, que ésta no pueda solucionar por sí sola. Es posible que el ministro regional pueda solucionar estos problemas (parcialmente) a través de otros canales.

La junta municipal está conformada por 3 personas. La coordinadora, el realizador de proyectos urbanísticos y un responsable financiero. La junta da vida a la política estipulada por el gobierno nacional y regional, tiene que estar informada de lo que sucede en la ciudad y en el territorio perteneciente a ella y dirigirlo, de ser necesario.

Iniciando proyectos puede colaborar en el desarrollo de la ciudad y de la región. Estos proyectos también pueden tocar aspectos del abastecimiento de agua que no sean de la competencia del INAA, tal como el mejoramiento de pozos o de lugares con instalaciones higiénicas públicas.

Para dar vida a la política estipulada, la junta municipal dispone de:

- la comisión socio-económica. Aquí se discuten todos los problemas referentes al municipio y las instancias. En esta comisión participa, en principio, la totalidad de las organizaciones y las existentes en Camoapa.

3.4. Problemas generales a nivel institucional

Puede hacerse una distinción entre los problemas inherentes a la situación en Nicaragua y los problemas más específicos de cada instancia implicada. Los problemas generales conciernen:

- Dinero: Nicaragua conoce una falta de valuta interior y extranjera. De esta manera no pueden realizarse ni estimularse muchos asuntos. Así tampoco pueden tratarse de un modo más fundamental los problemas en el terreno del abastecimiento de agua.
- Personal: Aparte de una carencia absoluta, existe también una carencia cualitativa de empleados. No hay suficientes personas competentes en Nicaragua. Sobre todo en cuanto a los cuadros medios. El estado se

encuentra, con respecto de estos cuadros, también con una competencia procedente del mundo empresarial (sueldos más elevados) e incluso del extranjero (situación de vida más agradable).

- Coordinación y gestión empresarial: las actividades del estado nicaragüense se caracterizan por una estructuración decididamente sectorial. La consecuencia es que en la toma de decisiones estén implicadas relativamente muchas personas y altamente cualificadas. Esto no favorece la eficiencia, entre otras cosas debido a la carencia de cuadros medios y los medios de comunicación. Tampoco se da una distribución óptima de tareas entre las diversas instancias estatales nicaragüenses. En el caso que las tareas se cubran recíprocamente es evidente que la coordinación no es óptima en cuanto a los acuerdos acerca de las tareas y su ejecución. Las principales causas son: el flujo considerable de empleados y la renovación de institutos estatales a lo largo de los 5 años pasados: 1979-1984.
- Posibilidades de comunicación: En Nicaragua son insuficientes y frecuentemente de mala calidad. Las líneas telefónicas están frecuentemente interrumpidas, las carreteras tienen una mala accesibilidad, el correo no siempre funciona bien. Es decir, las comunicaciones en Nicaragua exigen mucho tiempo y molestia.

3.5. Problemas más específicos a nivel institucional

Los problemas más específicos por instancia están íntimamente ligados a los problemas más generales anteriormente mencionados. Por ello se hace un comentario de los problemas del INAA y del gobierno regional y de la JRM Camoapa según esta enumeración. Se indican lo más posible las consecuencias para el funcionamiento y el mejoramiento del abastecimiento de agua en Camoapa.

3.5.1. El INAA

El problema crucial del INAA es el rápido incremento poblacional urbano. El abastecimiento de agua está muchas veces ya en malas condiciones sin estar preparado para un incremento de la demanda. Un tratamiento fundamental de este problema se ve obstaculizado por lo siguiente:

- Dinero: El INAA ha de financiar el conjunto de su estructura (administración, empleados, investigación y gestión) a través de los cobros a los consumidores de agua y de otros servicios. Para proyectos nuevos que se quieran realizar ha de ser encontrada otra financiación (sobre todo procedente del extranjero): el estado puede pagar a lo sumo una pequeña parte de los gastos del proyecto. Puesto que el INAA no subió las tarifas

desde 1982 se hacía cada vez más difícil para el INAA ser una empresa de autogestión. Por eso el CNP decidió a finales de junio de 1985, por iniciativa de la empresa de agua potable, incrementar considerablemente las tarifas. Esto no fue posible hacerlo antes debido a que la política del estado era de mantener los precios de los productos de necesidad básica bajos (véase suplemento 3.1.).

Por la falta de dinero frecuentemente no se pueden llevar a cabo aquellas actividades necesarias para tratar los problemas: la escasez de gente disponible, pero también material insuficiente (tubos, camiones perforadores y camiones de carga etc.).

La escasez de materiales se ve acentuada por una fuerte dependencia de materiales procedentes de los Estados Unidos, sobre todo de bombas de agua subterránea. Por el boicot estos bienes están caros y son de obtención difícil porque han de ser comprados por vía indirecta. El cambio opagadero de adaptación no siempre es fácil. Por la escasez de medios, el INAA no puede contratar suficientes empleados. Esto acentúa el problema ya mencionado de la imposibilidad de contratar suficientes empleados adecuadamente cualificados.

- Empleados: Por la carencia de empleados cualificados no se pueden ocupar todas las funciones. Esto repercute en la realización de investigaciones, la construcción y la gestión de los sistemas existentes.
- Investigación: Conciernen la falta de estudios preparativos, sobre todo hidrológicos, estudios de proyecto elaborados y evaluaciones de mejoramientos ya realizados en sistemas. Es así como no existen apenas mediciones fiables de los ríos en las inmediaciones de Camoapa. La desventaja es la posible autonomía progresiva de información sin fundamentos. Un ejemplo es la convicción del INAA que únicamente una presa sería la solución de los problemas de Camoapa. El diseño de soluciones definitivas es problemático debido a la ausencia de estudios preliminares con buenas bases. La construcción de un diseño depende de si hay disponibles suficientes empleados. Otro problema es la limitada capacidad de ejecución debida a la falta de suficiente gente capaz de dirigir los proyectos. La gestión de un sistema de agua potable tiene importancia para una afluencia constante de agua de calidad aceptable. La carencia de personal cualificado repercute en el funcionamiento y en el tiempo de vida de las instalaciones de agua potable.
- Gestión y coordinación: Los problemas internos del INAA (véase también la figura 3.1.) se centran especialmente en la estructura fuertemente centralizada del INAA y en la coordinación deficiente entre los diversos organismos estatales. La estructura organizativa fuertemente jerarquizada del INAA favorece un exceso de burocracia y perjudica la eficacia. Debido a que las decisiones recorran muchas personas y niveles, la organización del

INAA funciona, no pocas veces, lentamente y de manera poco clara.

Un ejemplo de la estructura centralizada es un departamento en la oficina central en Managua, encargado especialmente de la coordinación de actividades regionales. El responsable regional tiene que obtener de esta oficina el beneplácito para toda decisión de cierto contenido.

Puesto que muchas actividades típicamente regionales se desarrollan en Managua, tal como la contabilidad, determinadas formas de investigación y gran parte del almacenamiento (véase también la figura 3.1.), se da un contacto intensivo entre Juigalpa, donde se encuentra la oficina regional del INAA región V y Managua.

Con respecto de la coordinación deficiente entre las distintas instancias del INAA se dan a continuación una serie de ejemplos:

- información relevante para las regiones está dispersa sobre distintos institutos, sin que haya un registro central de los datos
- mala coordinación entre el INAA y MINSA con respecto de la investigación de la calidad del agua
- la ausencia de cualquier tipo de colaboración entre el INAA y el INE con respecto de estudios fluviales, imprescindible para un estudio preliminar, que tenga sentido, sobre la ganancia de agua superficial.

3.5.2. Consecuencias para Camoapa

Los problemas que han sido señalados repercuten en el actual marcha de las cosas referentes al abastecimiento de agua en Camoapa, ahora y con proyectos eventuales a realizar en el futuro. En la medida de lo posible viene a continuación una enumeración por cada problema.

Dinero

La falta de dinero se centra sobre todo en la cantidad limitada de material, de maquinaria pesada (que esté en buenas condiciones) y en la imposibilidad de contratar personal adecuado en la medida que esto fuera posible. La manera en que el INAA trata de salvar estos problemas viene descrita en lo dedicado a gestión y coordinación. Vista la situación económica del INAA, ésta no podrá cargar ella sola con los costes. Para esto se requiere una financiación externa, principalmente una procedente del extranjero.

Personal

La escasez de personal cualificado repercute a nivel de investigaciones, de diseño, de construcción y de gestión. Esto significa para Camoapa en cuanto a la investigación

que no hay mediciones fluviales fiables. Surge la cuestión de que si el INAA podrá realizar en estos momentos de manera suficientemente fiable las mediciones fluviales necesarias. Aparte de mediciones fluviales también faltan cifras acerca de la producción real, de consumo y de pérdidas por fugas y de un entendimiento del modelo de consumo de agua.

En cuanto al diseño: si el INAA decidiera construir una presa en uno de los sitios sugeridos por el ISP, entonces la dimensión de esta presa sería superior a la de las construidos por el INAA hasta el momento.

Construcción: el INAA región V está sin suficiente personal. Esto reduce la capacidad ejecutiva. En la región están desarrollándose también otros proyectos. En el caso de un proyecto en Camoapa a una escala más grande, como una presa, habrá que establecerse una clara elección de prioridades. Si en el caso del INAA es sobre todo en la dirección y en el control de la ejecución, también existe una falta de personal laboral en los contratistas. Esto también reduce el número de proyectos que pueda ser ejecutado.

Gestión

La gestión del sistema de agua en Camoapa es satisfactoria. Para hacer reparaciones hay más bien una falta de material que una falta de conocimiento, lo cual es la causa de tener que acudir al INAA regional.

En cuanto a las ampliaciones futuras: cuanto mas complejo el systema futura es seria mas grande sera la dependencia de la INAA-regional y de la INAA-central, porque no hay bastante conocimientos practicos en INAA-Camoapa o INAA-regional.

Gestión y coordinación

a) El INAA está fuertemente centralizado y actividades de carácter regional se desarrollan en Managua. Esto tiene claras consecuencias para el funcionamiento del INAA-Camoapa. A continuación se dan dos ejemplos para ilustrarlo: la contabilidad (elaboración de facturas) y las reparaciones:

- la elaboración de facturas cuesta mucho trabajo y tiempo. En Camoapa se hace la lectura de los medidores y se anotan los niveles en las listas. Las listas van a través del INAA-región V en Juigalpa al INAA-Managua. Después de la elaboración en un ordenador en Managua se elaboran las facturas en Juigalpa. En Camoapa han de ser reordenadas estas listas debido a que el orden de la computadora y de las facturas sea bastante arbitrario. Posteriormente puede ser cobrado el dinero. Si se producen problemas de pago, entonces se ha de hablar primero con el INAA-Juigalpa y el INAA-Managua.
- Debido a que el INAA-Camoapa no tenga a su disposición mucho material, muchas veces es requerida la ayuda del

INAA regional en Juigalpa para hacer reparaciones. Al llegar la ayuda y al constatar que también a ésta le faltan los materiales o los repuestos necesarios, entonces se busca primero en la región. Si ninguna de las oficinas del INAA puede ofrecer una salida, entonces el responsable regional ha de pedir primero permiso al departamento especial en Managua para las regiones. Después tiene que acudir al departamento que lleva la gestión de los almacenes y finalmente tiene que ir personalmente a buscar los materiales. También este procedimiento cuesta mucho tiempo. Uno se pregunta si esta manera para hacer un uso eficaz del material escaso no es en realidad ineficaz.

b) El responsable regional tiene que estar informado de todo lo que suceda en la región y ha de participar en cada decisión. Esto le roba mucho tiempo pero crea a la vez una dependencia con respecto de él. Uno se pregunta si no se está utilizando mucho tiempo y el poco conocimiento disponible para asuntos relativamente sencillos.

Posibilidades de comunicación

Estas son malas en Nicaragua y Camoapa no es, de ninguna manera, una excepción positiva: sólo hay una línea telefónica hacia el exterior, las carreteras son malas etc. Vista la dependencia del INAA local con respecto del INAA regional, esto no es un factor de poca importancia.

El consumidor

El INAA mantiene, en general, un contacto reducido con el consumidor: únicamente se materializa en pequeños reportajes en la televisión y en anuncios en los periódicos. Esto también se nota en Camoapa. Fugas en el sistema de tuberías no se comunican. Una mujer que abra durante el tiempo que ella quiera una válvula, puede continuar esta práctica debido a que el INAA no puede ejercer suficiente presión social como para entregar la llave. Las extensas explicaciones que recibe la gente que acude al INAA -y es mucha- compensa lo anterior. Un mejor contacto entre el INAA y los comités de barrio (CDS) podría mejorar esta situación.

3.5.3. Gobierno Regional y JRM

El problema central para estas autoridades es que tienen que realizar un programa para sus áreas pero sin que ellos mismos tengan una capacidad ejecutiva. De ellos se espera que coordinen las instancias y sus capacidades ejecutivas de tal manera que este programa sea realizado.

En esto se encuentra con los siguientes problemas.

- Dinero: El Gobierno Regional o la JRM no pueden unir fuerzas porque no disponen de dinero para realizar

proyectos que pertenecen al área de una de las instancias. Esto funciona a través de los presupuestos de las propias instancias. Sólo puede financiar (en colaboración) proyectos de interés municipal, tales como edificios escolares y puentes.

- Coordinación y gestión: La comisión intermunicipal tiene el papel de lazo de unión para los problemas que los municipios quieren discutir entre ellos o con el Gobierno Regional. No está claro si el Gobierno Regional puede ofrecer con frecuencia una solución. Es probable que sus posibilidades de financiación y su control sobre las instancias sean diferentes. Tampoco está claro si el Gobierno Regional puede ejercer presión extra a través del nivel de la autoridad central sobre las instancias. El G.R. mismo dice, de todos modos, no poder ejercer apenas ninguna influencia sobre actividades o prioridades del INAA en la región V.

Posibilidades de comunicación

Las posibilidades de comunicación deficientes en Nicaragua también repercuten a nivel del Gobierno Regional. Esto ocurre, por ejemplo, cuando necesita información de determinadas instancias de la que sólo dispone la oficina central de éstas.

Puede decirse, globalmente, que el Gobierno Regional y la JRM todavía no pueden ejercer el papel asignado a ellos. Si se nota una evolución en la que el G.R., y siguiendo a éste la JRM, está adquiriendo más influencia. Esto resulta, entre otras cosas, en un informe que ha sido elaborado por el INAA a petición del Gobierno Regional. En él están descritos los problemas y las posibilidades referentes al abastecimiento de agua en la región V. A raíz de este informe se han elaborado acuerdos para el año que viene entre el Gobierno Regional, el INAA y el CNP.

3.6. Organizaciones locales

En Camoapa hay un número de organizaciones locales, tal como el Comité de Defensa Sandinista, los movimientos de la juventud y de la mujer y varios sindicatos. También está la iglesia católica y varias iglesias evangélicas.

En nuestra idea, tanto el CDS como las iglesias ofrecen posibilidades de emprender pequeños proyectos de agua.

El CDS

El CDS de Camoapa está conformado por un comité central a nivel de la ciudad y por siete comités de barrio. Dos barrios carecen de una actividad de barrio propia.

A continuación viene una enumeración de observaciones acerca de las posibilidades de mejoramiento de pozo.

- El CDS sí dispone de una estructura básica pero deja de desear en los distintos barrios debido a la falta de colaboradores.
- Sobre todo debido a las complicadas circunstancias políticas en las que se encuentra Camoapa, la relación de confianza entre el CDS y grandes partes de la población no es muy estrecha.
- El CDS dispone de pocos medios y ya tiene muchas tareas por lo cual no queda mucha tiempo ni fuerza humana para otros eventuales proyectos.
- A pesar de todas estas dificultades hay una parte de los miembros del CDS que muestra gran entusiasmo y que está dispuesta a hacer todo lo que se pueda por montar y ejecutar eventuales proyectos en beneficio de un incremento de los niveles de vida de la población de Camoapa.

Teniendo en cuenta su efectiva estructura de base algo débil, su ideología y los medios precarios que tiene a su disposición, es de primera importancia que el CDS estimule la participación intensiva de la población en el proceso de ejecución de un proyecto de agua.

Una discusión más intensa podría proporcionar un mejor entendimiento de los deseos e ideas de los distintos grupos poblacionales, de manera que el resultado del proyecto se acerque al máximo al modelo de utilización y los deseos de la población. Podría existir la posibilidad, en este marco de ofrecer información sobre las distintas posibilidades para el mejoramiento de pozos, seguido de charlas en grupo o individuales para hacer una elección.

Mientras el CDS no posea una suficiente capacidad técnica y/o suficiente tiempo y mientras quiera integrar a la población activamente en la ejecución, esto podría ofrecer posibilidades de inventariar la capacidad técnica, el tiempo y la voluntad de la población con el fin de llegar a un proceso laboral claro y más continuo. Para ello podría fundarse un comité de proyecto, que tenga la responsabilidad de la fase de diseño y de ejecución (y que tenga el tiempo requerido).

La falta de capacidad técnica podría suplirse instalando temporalmente un profesional o dando clases. (Otra responsabilidad es la instalación de una verdadera capacidad técnica).

También es de suma importancia dedicar atención al mantenimiento y la gestión de proyectos a realizar.

Las iglesias

En Camoapa están representadas la Iglesia Católica y cuatro corrientes de la Iglesia Evangélica: la Misión Centroamericana, la Convención Baptista en Nicaragua, la Asamblea de Dios y la Iglesia de la Profecía. La Iglesia

Católica tiene una parroquia grande. Posee experiencia en el campo del montaje y la ejecución de pequeños proyectos de agua en Teustepe, un pueblo cercano. La Convención Baptista puede disponer a través de sus contactos con el CEPAD de al menos una parte de las habilidades requeridas para dar vida a un proyecto de agua. Esta corriente sí tiene la desventaja de contar con pocos miembros entre la población. Pero de esto no se sabe nada concreto.

Tanto la Iglesia Católica como la Evangélica están construyendo o remodelando edificios eclesiásticos, lo cual no permitirá, posiblemente, dedicar mucho tiempo a otros proyectos.

4. ABASTECIMIENTO ACTUAL DE AGUA

4.1. El sistema de agua potable del INAA

El sistema actual de abastecimiento de agua potable consiste en un número de bombas de agua subterránea, una línea de conducción desde las bombas hacia una pila situada en un punto alto y en una red de distribución. En los siguientes subapartados las cuatro partes componentes serían tratadas una por una. Para un plano del sistema en conjunto consúltese la figura 4.1. (mapa grande).

4.1.1. Las bombas subterráneas

El sistema de agua potable de Camoapa fue construido en el año 1969 por DENACAL, la instancia antecesora del INAA. Por esas fechas, dos bombas formaban su alimentación sobre dos pozos obtenidos en 1967 en el campo de pozos actual, a saber los números P-1 y P-2 (véase fig. 4.2.). Durante los años subsiguientes, la demanda de agua se incrementó por lo cual se realizó un tercer pozo en 1975. Encima de éste se instaló en 1976 una bomba, número E-6-75 (véase fig. 4.2., mapa grande). Mientras tanto se abandonó la explotación del pozo P-1 debido a los resultados de producción desfavorables, de modo que volvieron a ser dos las bombas en funcionamiento sobre el campo de pozos. Ha sido en 1978 cuando se realizó en las proximidades de la ciudad un pozo, cerca de la pila, sobre el que se instaló una bomba con una conexión con la línea de conducción, número B-3-78. Una vez más la demanda desbordó la oferta. Pero después de las agitaciones revolucionarias, los medios del nuevo INAA eran limitados, de modo que en abril de 1984 ya sólo se pudo instalar una bomba sobre un pozo realizado en 1981 en el campo de pozos cerca del P-1 antiguo, núm. A-2-81. Con esto el INAA esperaba incrementar la producción total (1).

No se sabe nada sobre la producción de las bombas desde 1969 hasta 1980 debido a que se destruyeron estos datos durante la guerra. Para el período 1980-1984 se conocen índices de producción estimados por el INAA, inexactos puesto que en ninguna de las bombas se encuentra un medidor que funcione. El INAA calcula que la capacidad de producción a partir de pruebas de bombeo y mediciones, utilizando una lata (= 19 litros) y un cronómetro. Los responsables de las bombas apuntan las horas de

¹ Para la determinación del sitio donde se excavarían los primeros cuatro pozos no se hizo, según el INAA, por aquella época ningún tipo de investigación.

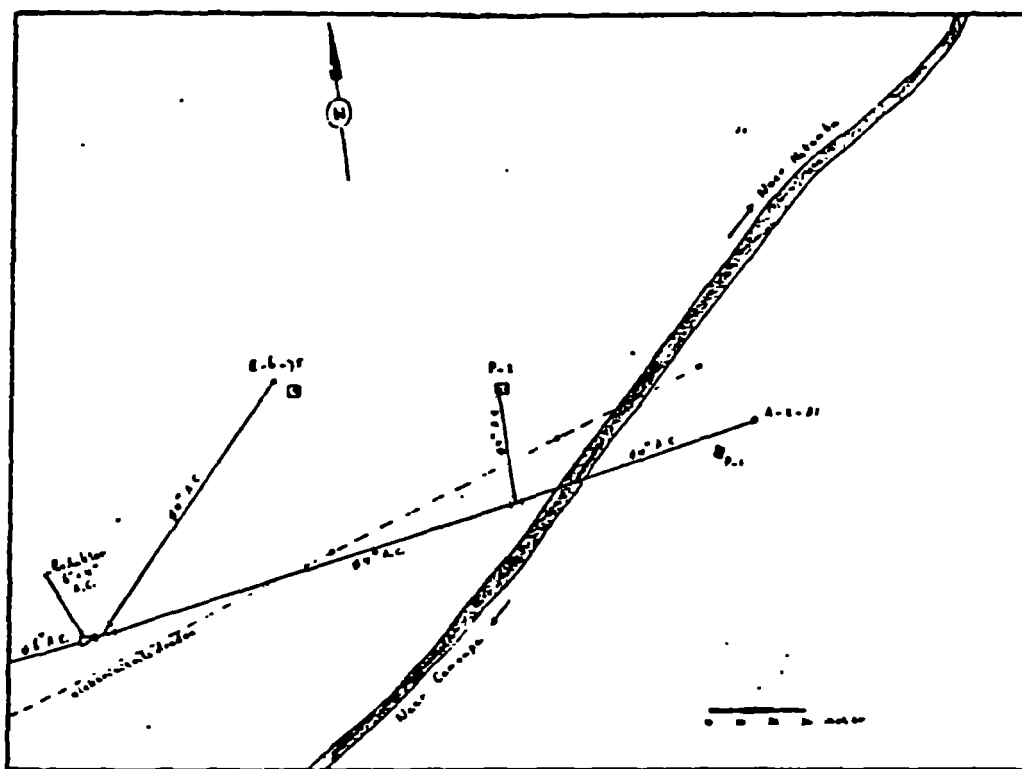


figura 4.2. Campo de pozos

funcionamiento de cada bomba por día, siendo la producción el producto de capacidad y horas de funcionamiento. En el suplemento 4.1.a se encuentran las tablas de producción/consumo elaboradas por el INAA y en el suplemento 4.1.b los datos por cada bomba. Según el INAA las pérdidas se establecen entonces como la diferencia entre la producción y el consumo, de modo que es rellenado en estas tablas al final.

De la figura 4.3., donde están representadas la producción y el consumo durante los años 1981-1984 en un solo gráfico, se desprende nitidamente que los cálculos acerca de la capacidad de los distintos pozos no son muy exactos. El consumo muestra una variación regular, paralela al invierno y al verano, es decir que durante el invierno se consume más que durante el verano, porque es entonces cuando hay más agua subterránea disponible (lo cual se deduce también de la encuesta), mientras que la producción no muestra esta variación. Las pérdidas mensuales varían de entre el 2% hasta el 57% de la producción, lo cual es muy extraño. Normalmente rige un porcentaje de pérdidas de como mucho un 25% para un sistema de agua potable que tenga una antigüedad de 16 años. En el sistema de Camoapa el ISP, utilizando aparatos de detección de pérdidas del INAA, no encontró fugas en exceso. Es así como surge la suposición que el porcentaje de pérdidas real se situaría efectivamente en torno al 25%.

De las pruebas de bombeo se puede decir lo siguiente. Cada tres o cuatro años el INAA realiza pruebas en los pozos existentes para establecer la capacidad de producción de éstos. Una prueba de bombeo de este tipo tiene una duración de 24 horas. Se bombea ininterrumpidamente con un caudal fija y se mide con regularidad el nivel de agua en el pozo. El INAA deduce de estos niveles el estado del pozo en cuanto a su capacidad. Consúltese para los resultados de las pruebas de bombeo y para un ejemplo de la elaboración de los resultados el suplemento 4.2. El INAA deduce de los datos del suplemento 4.2. una disminución en la capacidad de producción, que se achaca a un retroceso del nivel estático. El ISP desconoce hasta qué punto se han estudiado otras causas en este asunto. Porque resulta que a menudo la capacidad de producción de un pozo disminuye después de cierto tiempo debido a que el pozo y/o la bomba se atascan parcialmente. En general pueden ser cuatro las causas para que la capacidad de un pozo vaya disminuyendo:

- retroceso del nivel estático
- funcionamiento ineficaz de la bomba por desgaste, corrosión o atascamiento de determinadas partes de la bomba
- depósito de incrustación (en el agua de Camoapa el CaCO_3 se da con relativa abundancia) o el depósito de productos corrosivos y el desarrollo de microorganismos en el interior y junto a los huecos del colador del pozo y en la pared del pozo
- atascamiento debido a arcilla, barro, lodo o arena.

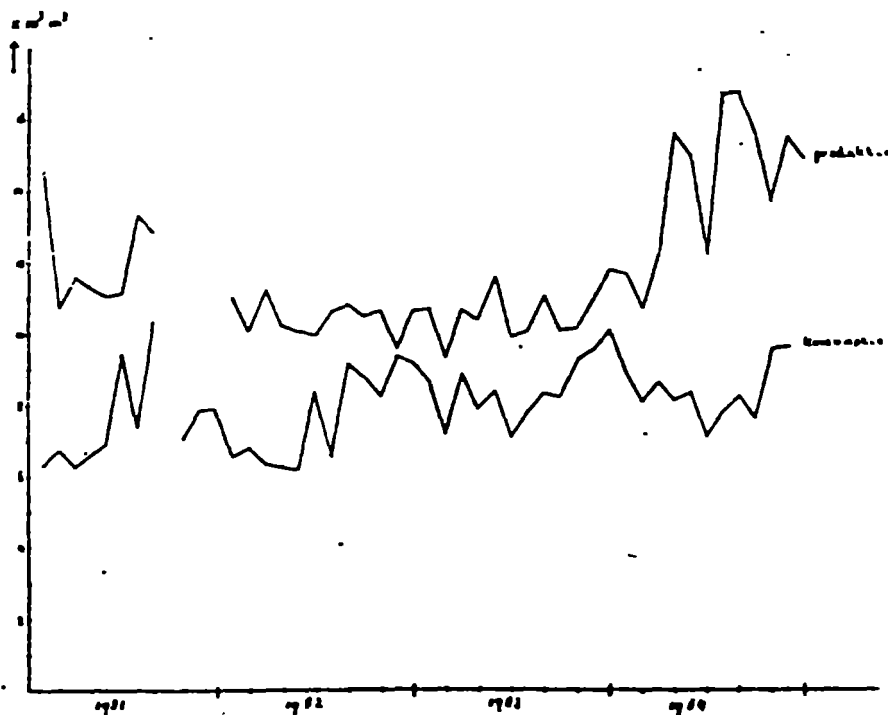


figura 4.2. Producción y consumo de agua potable.

Por otra parte, es dudoso que sea justificado sacar a base de las cifras dadas en el suplemento 4.2. conclusiones fiables, porque las pruebas de bombeo sólo han sido realizadas entre una y tres veces por pozo con intervalos de 5 a 8 años y porque las pruebas llevadas a cabo sobre un mismo pozo no han sido hechas, la mayoría de las veces, durante la misma estación del año (con cambios, por consiguiente, en las precipitaciones).

Las mediciones con lata y cronómetro se hacen con más regularidad, pero son muy poco seguras debido a la gran diversidad de los resultados. Podría esperarse de estas mediciones un resultado más alto para la capacidad que para la capacidad real, debido a que la bomba no necesita vencer la diferencia de presión en altura entre la bomba y la pila, sino que bombea el agua directamente a través de un tubo corto al espacio libre. También el ISP ha realizado por dos veces tales mediciones con resultados diversos, que la primera vez indicaban valores más altos y la segunda vez valores más bajos que las estimaciones del INAA en cuanto a la capacidad de los pozos. Para una descripción y los resultados de estas mediciones consúltese el suplemento 4.3.

En la figura 4.3. también se puede ver que el aumento de la producción, como estimado por el INAA, con el puesto en uso del pozo A-2-81 en abril 1984, no se efectuó en un aumento del consumo.

Sin embargo, esta consecuencia ya se debe verificar por medio de las cifras del consumo del año 1985.

La capacidad productiva, estimada por el INAA, de cada

bomba se menciona en la tabla 4.1. El INAA diferenci6 durante el a1o 1984 entre invierno y verano, puesto que en el suplemento 4.1. se observa que en los meses de julio, agosto y septiembre los pozos hablan producido notablemente m1s que en los otros meses del a1o. Por eso hay en la tabla 4.1. una capacidad productiva m1nima y m1xima. En la tabla 4.1. tambi6n se ha incorporado el pozo n1mero A-5-80, que est1 ubicado a unos 530 metros al noreste del campo de pozos. Est1 abandonado porque para el INAA los costes de una bomba y los tubos son demasiado elevados, teniendo en cuenta la producci6n que se puede esperar. El pozo MICONS es un pozo que fue construido en 1978 por el Ministerio de Construcci6n, utilizado para los obreros que all1 tenlan su campamento mientras realizaban trabajos en las carreteras en torno a Camoapa. En la actualidad ya no se utiliza. El pozo de Santa Rosa est1 en la finca hom6nima al este de Camoapa, pozo que seg1n el propietario puede producir hasta 400 gpm (= 91,2 m3/hra). El INAA tiene fuertes dudas acerca de esto, pero bien quiere realizar una prueba de bombeo. Desafortunadamente, el propietario se opone a cualquier tipo de colaboraci6n, aunque 6l mismo no utilice el pozo por falta de medios para una bomba y una conexi6n el6ctrica.

tabla 4.1. Pozos en las inmediaciones de Camoapa (2).

pozo	profund.	di1metro	perforado	lugar (3)	capacidad actual/potencial			
					m1xima	m1nima	m1xima	m1nima
p-1	56,4	203	27-10-67	cdp	0	0	0	0
p-2	56,4	254	11-11-67	cdp	60	13,7	30	6,8
E-6-75	42,5	254	2-10-75	cdp	60	13,7	30	6,8
A-2-81	91,5	254	18- 6-81	cdp	28	6,4	20	4,6
B-3-78	165,2	254	9- 9-78	pila	25	5,7	20	4,6
A-5-80	92,7	254	27- 2-81	cdp	25	5,7	20	4,6
MICONS	87,3	152	2-11-78	s-o Cam	20	4,6	20	4,6
Sta.Ro.	29,8	152	6-11-78	s-e Cam	-	-	-	-
	(m)	(mm)			gpm	m3/h	gpm	m3/h

El responsable de las bombas tiene su vivienda sobre el campo de pozos. Dos bombas trabajan, en principio, las 24 horas del d1a (P-2 y A-2-81), mientras que la tercera bomba (E-6-75) se desconecta una hora cada 7 horas para su

2. El pozo A-2-81 fue disenado con un profundidad de 150 metros, pero se termin6 de perforar a 93 metros porque se escaparon gases de mal odor. Se ech6 cemento sobre el fondo con un espesor de un metro y medio.

3 cpd = campo de pozo's

recuperación, es decir que en esa hora ha de afluir nueva agua subterránea y ha de subir el nivel estático para evitar que la bomba tope con un espacio seco. La cuarta bomba (B-3-78) está bajo el control de una mujer que vive a unos 100 metros de allí. Esta bomba está en funcionamiento 12 horas por día, desde las 6.00 horas hasta las 18.00 horas.

A la bomba P-2 se le ha aplicado el motor encima del hueco y está la bomba en el tubo. A las otras tres se les ha aplicado tanto la bomba como el motor dentro del tubo. Los motores son electromotores de distintas marcas norteamericanas. Las bombas son todas de la marca Jacuzzi, también norteamericana. No es frecuente que caigan en defecto debido a fallos técnicos, pero cuando ocurre suelen pasar hasta unas semanas hasta que se efectúe la reparación. Es más frecuente que caigan en defecto debido a un apagón de la red de alimentación eléctrica.

4.1.2. La línea de conducción

La línea de conducción va desde el campo de pozos hasta la pila y tiene un largo de unos 1800 metros aproximadamente, de los cuales 1300 tienen un diámetro de 6" y 500 de 4". El acoplamiento se realiza por medio de un reductor. En el tubo se encuentran instaladas un número de válvulas de aire y un número de válvulas de limpieza para poder vaciar el tubo. Para un esquema de la línea de conducción véase fig. 4.2. (mapa grande).

Las cuatro bombas están conectadas a la línea de conducción mediante tubos con un diámetro de 4 pulgadas.

4.1.3 La pila

Esta pila se encuentra al final de la línea de conducción, al noreste de Camoapa y tiene una capacidad de 35.000 galones (133 m³). El suelo es de hormigón armado, las paredes consisten en grandes bloques de piedra en forma de cubos y se estrechan cuanto más alto estén y el techo es de ormigón armado y pretensado. Este es el diseño base del INAA, cuyas dimensiones pueden cambiarse.

En la pila hay una perforación para que entre y otra para que salga el agua, separados sobre el fondo por un metro de distancia aproximadamente. La intención es que desde las bombas el agua entre primero a la pila y que luego salga, pero esto no resulta ocurrir en la práctica. De día el agua no entra a la pila, sino que se introduce directamente en la red de distribución. Se desconoce el mecanismo de esta conexión.

Durante la noche la pila sí se llena porque entonces se cierra la válvula hacia la red de distribución (véase el apartado 4.1.4.) y siguen funcionando las bombas en el campo de pozos. Esto debería de resultar en una producción nocturna total de 37.000 galones (140 m³) aproximadamente,

que supera la capacidad de la pila. La pila, efectivamente, desvía de vez en cuando el agua a través de un tubo de escape, pero habitualmente no lo hace (constatación durante el verano). Esto podría significar que el suelo de la pila presentara en algún sitio una fuga (no las paredes, porque han sido controladas) o la línea de conducción o que las bombas produjeran menos de lo esperado. Por la mañana, la pila sí está bien llena. En la misma colina donde se encuentra la pila de hormigón hay una pila antigua de acero con una capacidad de 41.000 galones (156 m³). No está claro si se encuentra todavía en buen estado y porqué el INAA no la utiliza.

4.1.4. La red de distribución

La red de distribución, tal como se encuentra en este momento en Camoapa, está reflejada en la fig. 4.1. (mapa grande) y 4.4.

Originalmente estaba pensada para funcionar como red con 4 mallas (principales)- con un diámetro de 6", 3" y 2" y, entre éstas, tubos secundarios de 1,5" o menos. En las figuras los tubos de 3/4" o menos no están representadas para guardar la intelegibilidad.

La presión en la red la proporciona la ubicación en altura de la pila. Por la carencia de agua la red no puede funcionar en estos momentos en su totalidad y por eso se está realizando una nueva estructuración. Esto se está haciendo con la subdivisión de la red en zonas a través de la apertura y el cierre de válvulas.

La red está subdividida, en primer lugar, en sectores principales por estar siempre cerradas las válvulas d, e, f, g, i y l. Así se obtienen un sector norte y un sector sur que reciben agua día pro medio cada uno.

Pero esta división de la red no satisface la necesidad de distribuir de una manera equitativa el agua sobre la red, en parte por las considerables diferencias en altura que surgen. Por esto, cada sector está otra vez subdividido en un número de zonas que reciben cada una un par de horas agua cada dos días. Con tal fin, las válvulas a, b, c y h están siempre cerrados y las válvulas j y k están siempre abiertas. Las válvulas que están numeradas (de 1 hasta 10) se utilizan para distribuir el agua en los sectores y en las zonas. El esquema que ahora surge está representado en la figura 4.5. Las válvulas que siempre están cerradas figuran aquí como interrupción en el tubo, mientras que las válvulas que siempre están abiertas han quedado eliminadas para mayor claridad. En esta figura también está representada la división en sectores. Debe de observarse que la zona VII siempre recibe agua.

En la tabla 4.2. se indica qué zona y en qué momento podría recibir esa zona agua (véase también: Deficiencias del sistema actual).

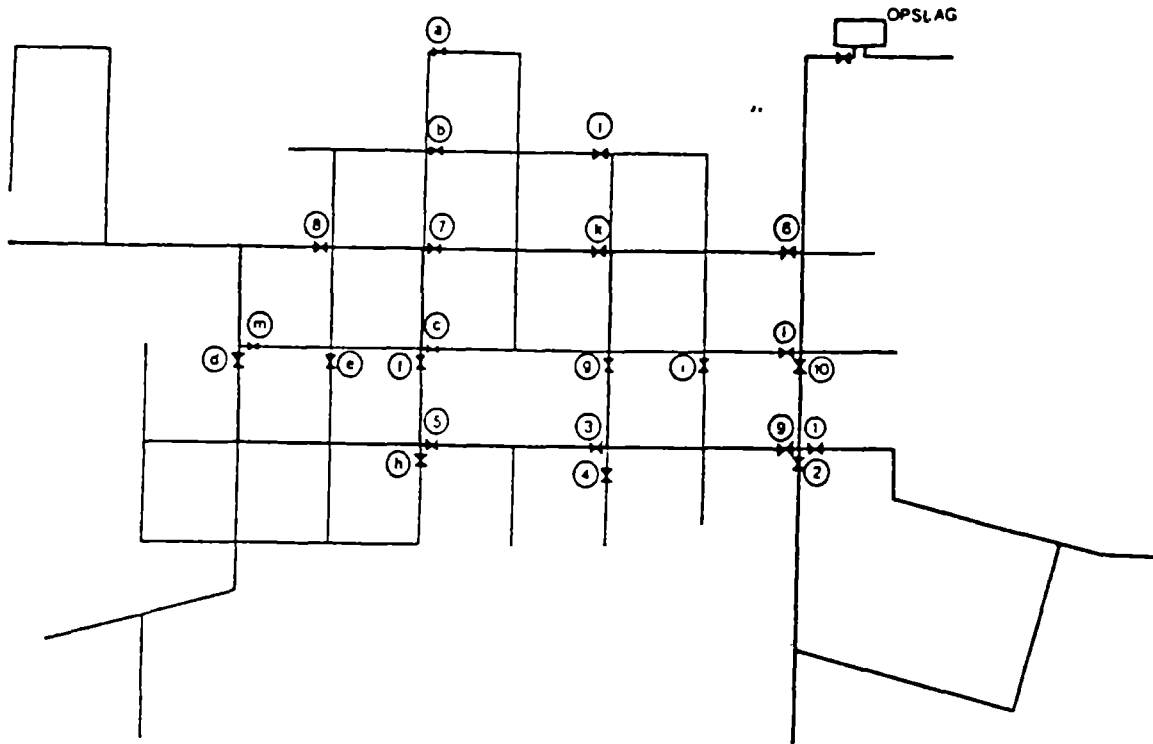


fig.4.4. Red de distribución de Camoapa.

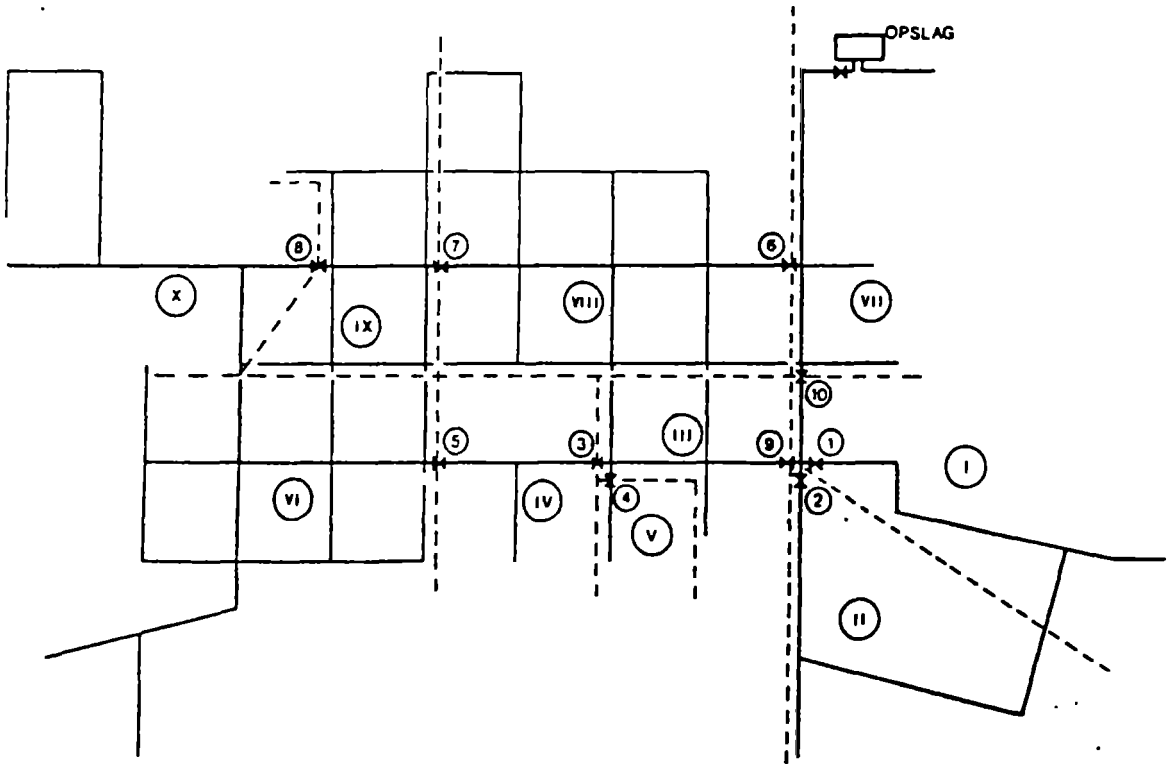


fig.4.5. Zonas del sistema de redistribución.

tabla 4.2. Distribución en las zonas del agua

tiempo zona	día 1					día 2			día 3			DAG 4	
	9-12	12-15	15-19	19-21	21-22	8-12	12-16	16-22	8-14	14-18	18-22	8-14	14-22
I	+	+									+		
II	+	+									+		
III			+	+	+				+	+	+		
IV			+		+				+	+	+		
V				+							+		
VI					+				+				
VII	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
VIII						+	+	+				+	+
IX							+	+				+	+
X								+				+	

La válvula de la pila se cierra cada noche a las 22.00 horas y es a la mañana siguiente cuando vuelve a abrirse. Esto significa, pues, que la red no lleva agua durante la noche. Esto se hace para empezar la mañana con la pila llena, dado que esto proporciona una presión de entre 1,5 m. y 2 m. más, con lo cual puede ser abastecida más gente.

tabla 4.3. Resultados de las pruebas bacteriológicas

fuelle	ago. '81	ago. '82	ene. '83
pozo nr. P-2			9,1
pozo nr. E-6-75		16	2,2
pozo nr. A-2-81		16	
pila		16	0
escuela secundaria	16	16	
mercado	16		
centro de salud	16	16	
hotel Loma Linda		16	16
número de muestras	15	25	20
número positivas	15	24	9
% conf.	0	4	55

4.1.5. Calidad del agua

Muestras tomadas por el Ministerio de Salud (MINSA) hacen ver que el agua de las instalaciones domésticas no es bacteriológicamente 100% fiable. Véase la tabla 4.3., donde se menciona el Número Más Probable (Most Probable Number) de bacterias coliformes en una muestra de 100 ml. MPN = 16 significa que se han encontrado coliformes en todas las muestras. La norma de la Organización Mundial de la Salud es de MPN = 0 para agua potable fiable. El MPN es muy frecuentemente de 16 por 100 ml, menos en el mes de enero de 1983, en pleno verano pues. Pero por el reducido número de pruebas no se deben vincular conclusiones a esto. Si podría mencionarse todavía que el Hotel Loma Linda no saca su agua potable de la red, sino que tiene a su disposición una bomba de agua subterránea propia (que por lo visto tampoco ofrece agua potable fiable).

El MINSA ha llevado a cabo una investigación entre 1983 y 1984 sobre la composición físico-química del agua bombeada. Esta resultaba cumplir siempre con las normas del INAA, en la medida en que éstas se conocían. Para un cuadro de los resultados de las pruebas físico-químicas, véase el suplemento 4.4. donde también se han incorporado las pruebas por el grupo mediante un pequeño equipo de pruebas (estos resultados están, en general, algo por encima de los del MINSA).

En Nicaragua el MINSA, como instancia controladora, no sanciona la infracción de las normas, porque en ese caso la provisión de agua potable quedaría, aparte de en Managua, en cero.

El MINSA ya no toma muestras para determinar la calidad del agua potable en Camoapa porque conforme la nueva norma puesta en vigencia por el MINSA, en la que se establece que sólo se investigará la provisión de agua potable en ciudades con más de 12000 habitantes, la ciudad carece de suficientes habitantes. Esto debido al hecho que de todos modos no se iban a poder sanciones y que esto también significa una disminución en la carga sobre el departamento ejecutivo del MINSA.

4.1.6. Uso de las instalaciones domésticas

En aproximadamente 600 de las 1555 casas de Camoapa hay una instalación doméstica que funciona. Según la zona donde esté ubicada la casa, debe de recibir al menos día pro medio, y durante unas horas, agua potable. Pero en la práctica, las horas durante las que se recibe agua potable no son tan regulares. También se da frecuentemente el caso de que alguien no reciba día pro medio, sino sólo una vez cada cuatro o seis días.

También hacen uso de la red del INAA personas que no poseen una instalación doméstica propia: consiguen agua en casa de familiares, amigos o en puntos de venta.

Si llega el agua, los ocupantes de la casa llenan, en general, todo que pueda servir de pila. Algunos disponen de pila, otros de barriles, cántaros o baldes. Las horas en las que llega el agua potable suelen ser las mismas durante las cuales la gente que no dispone de una instalación doméstica propia o de una que funcione va a buscar agua potable. Esto significa, pues, que durante las horas en que llega el agua se da un consumo elevadísimo. A veces circulan rumores que algunas personas venderían gran cantidad de agua potable al precio de 1 córdoba por lata (=19 l.).

El agua potable se utiliza primordialmente para beber o para cocinar. La encuesta muestra que más de un 80% de las 37 personas consultadas que poseyeran una instalación doméstica que funcionara y que casi un 50% de las 53 personas consultadas que no dispusieran de una instalación doméstica que funcionara utilizan el agua potable para cocinar o para beber. Para limpiar y para lavarse, utiliza de agua potable como única fuente un 25 % y un 40 % respectivamente de los poseedores de una instalación doméstica. En el caso de los no poseedores ni llega a un 5% para ambas finalidades.

Durante el invierno los problemas del agua no juegan un papel tan importante.

Hay instalaciones que sólo reciben agua durante el invierno. La gente lo combina recogiendo agua pluvial y hay más agua en los ríos y pozos.

De lo anterior se deduce, pues, que muchos propietarios de instalaciones domésticas reciben de manera irregular agua potable. Además, la cantidad de agua potable de la cual se puede disponer es distribuida sobre la ciudad de una manera muy desigual. De las encuestas sale a la luz que sólo 9 de las 90 familias consultadas consume únicamente agua potable. La cantidad consumida en marzo de 1985 varía desde casi 30 lpppd hasta 200 lpppd. La media es de 85 lpppd (4).

27 personas consultadas sí disponen de una instalación doméstica propia pero consumen además también agua de otras fuentes. También aquí la cantidad consumida es muy variable y se sitúa entre 18 y casi 200 lpppd.

Las personas sin instalación doméstica propia consumen una media de agua potable de 12 lpppd.

4 Los mencionados números sólo sirven como indicadores y probablemente serán demasiado bajos. Mucha gente no sabía exactamente cuánta agua consumía y a menudo los números incluso faltaban. En el suplemento 6.1 esto será tratado con más detenimiento.

4.2. Demás fuentes de agua

En Camoapa muchísima gente hace uso de pozos para satisfacer su necesidad de agua. Algunas personas, además, sacan agua de los ríos y riachuelos y se colecta agua pluvial. Estas fuentes serán tratadas sucesivamente.

4.2.1. Pozos

De la encuesta y de la observación se concluyó que en prácticamente cada cuadra de Camoapa puede encontrarse un pozo. Algunas cuadras, sobre todo en el sur y en el suroeste de la ciudad, disponen incluso de cinco pozos. Debido al enorme número ha sido imposible inventariar todos los pozos existentes. Por otra parte, la densidad de ocupación difiere considerablemente por cuadra y las cuadras tampoco tienen todas la misma dimensión (véase la fig. 4.6.).

No está claro si un número de pozos mayor indica una mayor cantidad de agua en el suelo. En algunos barrios, pues, no hay una red de tubos y es mayor la necesidad de pozos. De las conversaciones se sacó la conclusión que muchos pozos, sobre todo en el centro de la ciudad, han sido rellenadas cuando se hizo la red de distribución. En otros barrios se instala mucha gente nueva. Es posible que en el futuro intenten escavar pozos propios.

Hay pozos de todo tipo. Muchos son privados y se encuentran en el fondo del jardín. Algunos dueños abastecen de agua a otros, otros no hacen esto. Junto a esto hay en Camoapa un número considerable de pozos públicos propiedad del ayuntamiento. Pero la junta no mantiene estos pozos. Los pozos públicos pueden encontrarse sobre todo en la parte norte y suroeste de la ciudad. La encuesta hizo ver que cada barrio, a excepción del barrio Concepción, tenía por lo menos uno a su disposición.

Algunos pozos son pozos de agua en profundidad que han sido perforados a veces hasta una profundidad de 150 m. Mediante una bomba se trae el agua a la superficie. En otros pozos el agua se obtiene con la ayuda de poleas. La mayoría de los pozos es de un género sencillo: rodeado de una pared, con o sin tapa por donde se sube el agua con baldes atados a cuerdas. En algunos pozos el agua está en profundidad, en otros está justo por debajo de la superficie.

Sobre todo en los barrios del norte se encuentran algunas fuentes; el agua rezuma a través de la pared en un hoyo natural o artificial.

Junto a estos hay pozos que sólo se llenan durante el invierno.

Más arriba ya se ha mencionado que los habitantes de Camoapa sacan el agua de pozos privados y públicos.

Tabla 4.4. Uso de los pozos como resulta de la encuesta.

tipo de pozo \ usuario	tiene instalación domestica				total	
	funciona		no funciona		abs. %	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%
pozo público	1	3	11	21	12	13
pozo privado	5	13	9	17	14	16
pozo privado de una otra persona	21	57	31	58	52	58
no usa pozo	10	27	2	4	12	13
total	37	100	53	100	90	100

De la tabla 4.4 se deduce que más de la mitad de las familias consultadas saca el agua de un pozo privado de otra persona. Un 15% dispone de un pozo propio, mientras que más de una octava parte utiliza los pozos públicos. También resulta de la encuesta que una octava parte de las familias consultadas no utiliza agua de pozo.

La mayoría de las veces las mujeres y niños van a buscar el agua andando, en baldes que llevan sobre la cabeza. Algunos lo traen en varios recipientes para leche o en barriles, a veces a caballo, a veces en el coche.

De las 90 familias consultadas, 31 dijeron buscar el agua en la propia cuadra (poseedores de pozos privados inclusive), 24 en una cuadra próxima y 22 familias han de ir más lejos para buscar el agua.

Los habitantes de Camoapa utilizan el agua de pozo para todo tipo de fines. Para hacerse una idea de la importancia que tienen los pozos para la provisión de Camoapa de agua potable mencionamos aquí unos cuantos porcentajes del uso de agua de pozo durante el verano, tal como se deducen de la encuesta. También aquí hay que tener en cuenta que las cifras del uso son muy poco exactas y que sirven sólo de indicadores (véase el suplemento 4.5).

Tabla 4.5. Uso de las distintas fuentes para fines diversos

agua para : instalación domestica que funciona	beber		lavar		banar							
	si	no	si	no	si	no						
uso	abs	%	abs	%	abs	%						
pozo	0	0	24	45	10	27	39	73	8	22	42	79
tapa	30	81	26	49	10	27	2	4	15	40	2	4
pozo y tapa	7	19	3	6	15	41	3	6	14	38	3	6
otra	0	0	0	0	2	5	9	17	0	0	6	11
total	37		53		37		53		37		53	

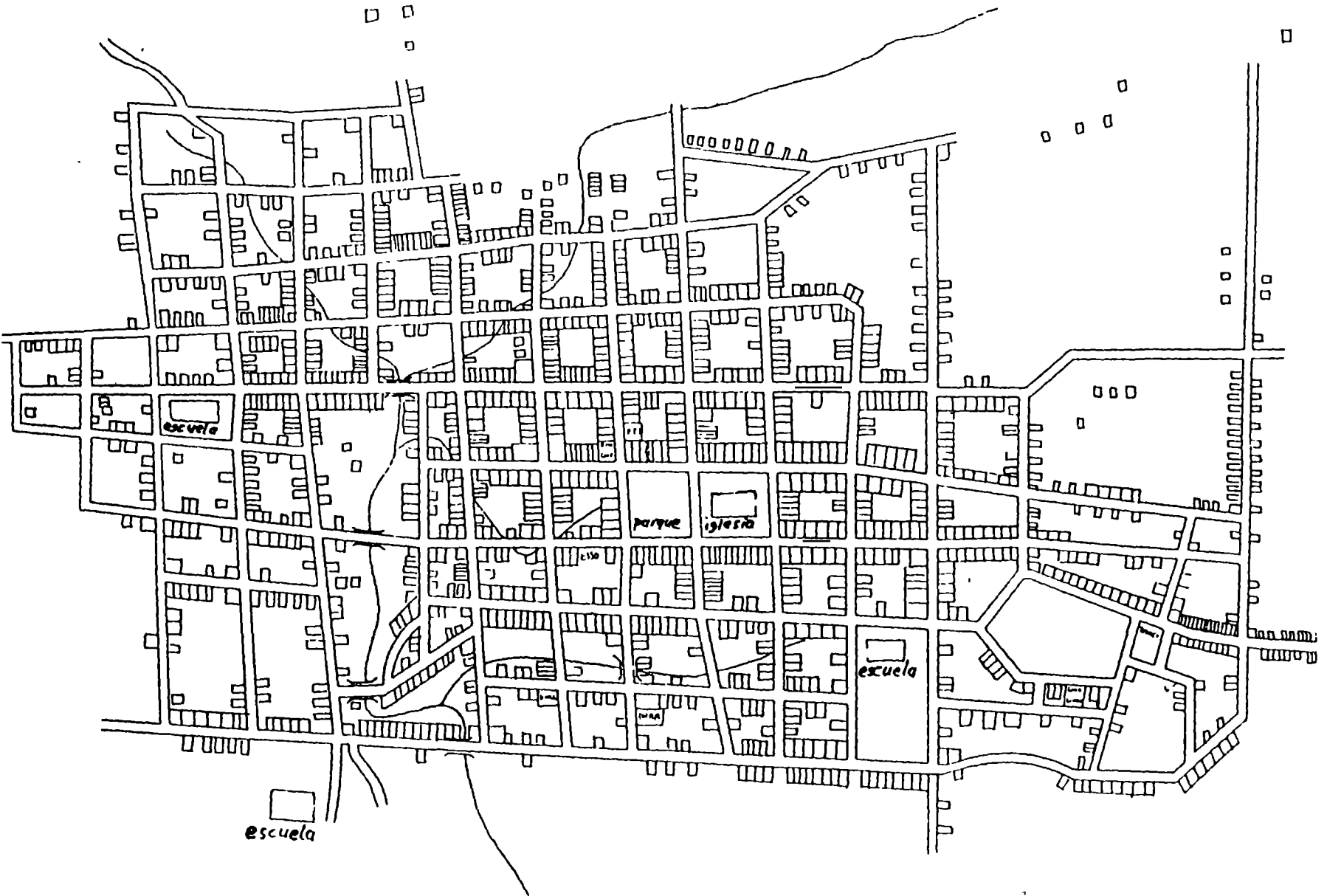


figura 4.6. Camoapa, la densidad de casas por cuadra.

En la tabla 4.5 se puede ver la procedencia del agua de las distintas familias para beber, limpiar y para bañarse. Se ha hecho una distinción entre los poseedores de una instalación doméstica y los habitantes que no disponen de una instalación doméstica que funcione.

El agua de pozo es utilizada por los que no poseen una instalación doméstica para las tres finalidades en conjunto, mientras que los poseedores de una instalación doméstica utilizan el agua de pozo sobre todo como complemento del agua para limpiar y para bañarse.

El agua potable es sacada sobre todo de pozos privados. Observación y conversaciones hacen pensar que el número de familias que obtienen su agua potable de pozos públicos es mayor que el mencionado en la encuesta. Se sabe bien que el agua de los pozos en el fondo no es de fiar como agua potable.

El criterio decisivo para usar o no usar el agua como agua potable es si está clara o no, lo que naturalmente es incorrecto.

En el extrarradio de la ciudad los porcentajes que conciernen el uso de agua de pozo para las tres categorías en conjunto son algo más elevados. Es muy lógico puesto que estas áreas precisamente no poseen una red de distribución de agua.

Es extremadamente difícil estimar la cantidad de agua de pozo que se consume. Muchas mujeres lavan la ropa junto a los pozos donde frecuentemente hay pilas destinadas a ello. Muchas familias también se bañan junto al pozo. El agua así consumida no parece estar así calculado dentro de la formulación de la pregunta, tal como figura en la encuesta, a saber cuánta agua se trae.

En la encuesta, 67 de las 78 familias consultadas hacen constar cuánta agua de pozo consumen. Esto se sitúa entre 1 y 140 lpppd y da como media 30 lpppd. Aquí van incluidas las personas que utilizan el agua de pozo simplemente como suplemento de otras fuentes. De estas 67 familias, más de la mitad lava la ropa junto a los pozos o la da a otras personas. Una tercera parte dijo bañarse junto al pozo. Según una estimación muy global, para lavar la ropa junto al pozo se utilizan 7 lpppd y para bañarse 6-12 lpppd.

Si esto se suma al consumo total de agua de pozo se llega a 36 lpppd como media.

Durante el invierno el consumo de agua de pozo disminuye. Los motivos de esto pueden ser el tener al alcance de la mano el agua pluvial y la fangosidad de muchos pozos.

Mucha gente considera el agua de pozo como una buena alternativa para el agua de tubo. Las conversaciones hicieron ver que bastante gente ha escavado un pozo propio para satisfacer su necesidad de agua. Algunos tienen también, además de la instalación doméstica, un pozo propio. La solución que más se menciona para el problema del agua es, según la encuesta, la escavación de más pozos.

4.2.2. Ríos

En las proximidades de Camoapa hay algunos riachuelos y ríos (véase la fig. 4.7). Durante el verano, un número de estos se queda (casi) sin caudal.

Algunas personas van una o dos veces por semana a uno de estos riachuelos para lavar ropa o para bañarse. Esto a veces implica andar una buena distancia, hacer dedo o ir en coche.

No está claro porqué este grupo de personas, relativamente pequeño, prefiere el río a los pozos para lavar ropa y para bañarse.

4.2.3. Agua pluvial

Más de un 75% de las 90 familias consultadas recoge agua pluvial durante el invierno. La mayor parte utiliza un canalón por donde se conduce al agua de la lluvia a barriles, pilas o baldes. Muchas casas sólo tienen por un lado, el del patio, un canalón. Así se puede almacenar fácilmente el agua en la pila.

El agua pluvial se usa sobre todo para lavar y para bañarse. Durante el invierno más de un 60% de las familias consultadas usa el agua pluvial para bañarse, sí o no en combinación con otras fuentes. Son sobre todo los pozos que por esas fechas se utilizan menos. Las cifras son algo inferiores en cuanto al agua para bañarse.

La gente que posee un pozo privado a menudo no almacena agua pluvial.

4.3. Tarifas

El INAA maneja distintas categorías de tarifas. Se distingue, entre otras cosas, entre uso comercial y doméstico, siendo la primera más elevada. Camoapa sólo conoce una tarifa, a saber la que rige el uso doméstico. El INAA maneja para el uso doméstico tres tarifas de consumo: las tarifas A, B y C. Esta división va condicionada por la cantidad y la calidad del agua suministrada. A Camoapa le toca la tarifa de consumo más baja (C), debido a que la cantidad y la calidad dejan mucho de desear. En Camoapa el INAA suministra los primeros 12 m³ por mes al precio de C\$ 19,20. Cada familia que está conectada con la red de distribución ha de pagar esta suma, aun cuando reciba menos agua. También la gente que tenga un medidor que esté defecto paga esta suma, aunque es muy bien posible que consumen más de 12 m³. Cada metro cúbico que se consuma de más por mes cuesta C\$ 1,90. Para los gastos de la conexión con la red el INAA maneja dos tarifas. Gente relativamente pobre paga C\$ 350 y lo más pudientes C\$ 600. El responsable local y un delegado

del INAA-Managua deciden la clasificación por grupo y la tarifa correspondiente. Para esto se apoyan sobre todo en el conocimiento de la ciudad del responsable local y en el aspecto de la vivienda.

Por otra parte, ya se habrán subido las tarifas para ser conectado y para el consumo del agua. La subida será probablemente de un factor 2 y se consideró necesaria en relación con la inflación general en Nicaragua.

Los habitantes de Camoapa que traen el agua en casa de familia o amigos con una instalación doméstica propia, en general no tienen que pagar para esto. Los que van a buscar agua en casa de conocidos o en puntos de venta sí pagan. Un precio muy manejado es el de 1 córdoba por lata (=19 l).

35 de los 90 consultados en la encuesta traen agua de instalaciones domésticas, 11 de éstos dijeron no tener que pagar nada y 5 no quisieron o no pudieron dar una respuesta. 19 familias sí pagan, lo cual les cuesta entre 0,5 y 20 córdobas por familia por día, entre otras cosas según la cantidad.

La gente que trae agua de pozo en casa de habitantes que tienen un pozo, en general han de pagar este agua. También aquí rige otra vez que familia, amigos etc. no se cobran entre sí.

El agua de pozos públicos es gratuita.

La tarifa para agua de pozo es algo inferior a la de agua de una instalación doméstica de otra persona.

En la figura 4.8. todas las tarifas están representadas en un gráfico, las tarifas para los puestos públicos en otros lugares de Nicaragua inclusive.

Conclusión

En la situación actual la gente que obtiene agua suficiente de su propia instalación doméstica es la que menos paga por su agua (naturalmente aparte de aquellos que obtienen el agua gratuitamente de familia o de amigos). Tanto la gente que no obtiene suficiente agua de la instalación doméstica como los habitantes sin instalación doméstica pagan sumas para el agua comprado en otro lugar que, en general, no están en relación con las sumas que han de pagarse al INAA por agua potable.

4.4. La necesidad de agua

La necesidad de agua del habitante medio de Camoapa se compone de cinco componentes distintos y puede también ser satisfecha de maneras distintas. Estos componentes son: beber/cocinar, lavar la vasija, limpiar, lavar ropa y bañarse. Se puede hacer una diferenciación para esta necesidad individual de agua entre una necesidad de agua

Para establecer una relación correcta entre la necesidad de agua y las posibles fuentes de agua se dejarán fuera de consideración el agua pluvial y fluvial como posibles fuentes. El agua pluvial por estar solamente a disposición durante el invierno y porque la oferta de agua durante el verano también ha de bastar y el agua fluvial por no ser utilizado mucho en Camoapa y para nada durante el verano. Así quedan dos fuentes: la red de distribución del INAA y los pozos de agua (privados o públicos).

Para las finalidades 1 y 2 de la tabla 4.6. ha de ser utilizada de todas formas el agua procedente de la red de distribución y para la finalidad 5, desde un punto de vista higiénico, esto también es muy deseable, aunque mucha gente de Camoapa destina para ella agua de pozo por carecer de otra cosa mejor. Para las restantes finalidades se puede utilizar muy bien agua de pozo.

Esto significa que para la necesidad mínima de agua son necesarios por lo menos 27 lpppd de agua fiable, en el supuesto que esté disponible suficiente agua de pozo para limpiar y para lavar la ropa. Para la necesidad media de agua son necesarios al menos 40 lpppd de agua potable, pero en este caso tendrían que estar a disposición 40 lpppd de agua de pozo, lo cual tampoco es ahora el caso en Camoapa. Es más probable que haya como máximo 20 lpppd de agua de pozo, de manera que para la necesidad media de agua son necesarios 60 lpppd de agua potable. Pero este razonamiento sólo es válido para aquellas áreas en Camoapa donde todavía no haya una red de distribución con instalación doméstica (barrios periféricos). Para aquellas partes con instalaciones domésticas (el centro) no se puede suponer que la gente se limite a 60 lpppd si hay una oferta suficiente, sino que, a través del grifo, la gente intentará obtener la necesidad máxima de agua o incluso más. Se tendría que contar con 135 lpppd, aunque también se puede dar, pues, aun más.

El INAA maneja como norma de consumo 35 gpppd (= 133 lpppd), lo cual cumpliría, pues, con la necesidad máxima de agua. Es posible llegar hasta un valor más bajo para las instalaciones domésticas mediante la aplicación de un reducido sistema de redistribución con, por ejemplo, solamente una zona norte y una zona sur que reciban alternativamente día pro medio agua en toda la zona. Esto podría conducir a una necesidad máxima de agua de 110 lpppd.

Para un puesto público el INAA proporciona la norma estimada de 15 gpppd (= 57 lpppd), la cual cumple así casi con el valor deseado para los barrios periféricos o que puede cubrir la necesidad mínima en su totalidad.

En la práctica, cuando a través de las instalaciones domésticas y de los puestos públicos se puede cumplir con las dos normas, la gente de los barrios periféricos, para aspirar a un valor medio o máximo, seguramente que continuará utilizando agua de pozo, y la gente del centro lo mismo, lo cual puede desembocar en un despilfarro.

Como norma estimada para el abastecimiento de agua en Camoapa se pueden sacar de este párrafo las conclusiones tales como están mencionadas en la tabla 4.7.

tabla 4.7. Normas estimadas para el abastecimiento de agua en lpppd y en gpppd.

fuente	norma mínima		norma máxima	
	lpppd	gpppd	lpppd	gpppd
instalación doméstica	110	28	135	35
puesto público	27	7	60	15
pozo	0	0	20	5

4.5. Deficiencias del actual abastecimiento de agua

Las bombas de agua subterránea del INAA no producen lo suficiente, vista la demanda de agua. Esto ya se ha comentado en el epígrafe 4.1.1., donde también se mencionó que no se disponen de datos fiables sobre la producción exacta debido a la ausencia de medidores en las bombas.

Una aproximación a la producción anual total podría hacerse a partir del consumo anual y de un 25% de pérdidas. Esto quiere decir que la producción anual para el año 1984 fue de $1,33 \times 108684 = 144912 \text{ m}^3$ (véase suplemento 4.1.a), es decir $397 \text{ m}^3/\text{día}$. Si todos los habitantes de Camoapa recibieran del INAA su necesidad mínima de agua, entonces $396 \text{ m}^3/\text{día}$ serían suficientes. Pero para la necesidad media de agua son necesarios $880 \text{ m}^3/\text{día}$, mientras que en estos momentos la necesidad máxima de agua de Camoapa es de $1980 \text{ m}^3/\text{día}$ (todo esto calculado a partir de 11.000 habitantes para el año 1985 y a partir de un 25% de pérdidas).

La carencia de agua consecuente, que ya se da ahora, sólo aumentará en el futuro visto el incremento de la población hasta 25.000 personas que se espera para el año 2005.

Un aumento de la producción actual sólo puede realizarse con la conexión de nuevas bombas de agua subterránea sobre la línea de conducción o con la extracción de agua superficial de los ríos.

De las tres bombas en el campo de pozos actual es posible que esté una de más, visto el hecho que no ha subido el consumo durante el mes de abril de 1984 ni tampoco posteriormente, cuando se puso en marcha la explotación del pozo A-2-81. Los datos de consumo para 1985 han de poder dar una explicación definitiva sobre esto (véase también el epígrafe 4.1.1.).

La pila no podría cumplir por ahora su misión durante el invierno debido a que entonces la producción nocturna de las bombas es superior al volumen del tanque. Esto significa que habrá pérdidas de agua a través del tubo de

escape del tanque. Pero este fenómeno no justifica, con la producción actual, el invertir en la construcción de un tanque nuevo.

La construcción de la pila es anterior a la construcción de los barrios Concepción y Rigoberto López. Por esas fechas, la situación en altura del tanque proporcionaba una presión suficiente para toda la red. Por ahora el tanque está demasiado bajo para ofrecer una presión suficiente en los tubos de los 2 barrios mencionados. Cuando se aumente la producción será indispensable, pues, construir una pila a más altura y con mayor volumen, o habrá que pasar a usar el tanque de acero ya existente (en el supuesto que esté todavía en buenas condiciones).

Hay en la red de distribución deficiencias inherentes al sistema de redistribución y hay deficiencias que no tienen nada que ver con éste. Por empezar con la segunda categoría: uno de los puntos principales por el que se puede obtener una idea sobre el estado de conservación de la red es el de las pérdidas. En Camoapa la mayoría de las conexiones tiene un medidor que funciona, pero también hay muchas conexiones con medidores deficientes o defectos y además hay también un cierto número de las llamadas conexiones sin medidores. También hay un número de medidores que ya no pueden ser encontrados.

Hay 29 conexiones directas, 103 defectas y 15 incontrables: en resumidas cuentas un total de 147 medidores deficientes o ausentes, es decir un 25% sobre un total de 600 conexiones. Este número es tan grande que es imposible que haya una especificación minuciosa del consumo. El INAA supone para estos medidores defectos o incontrables una consumición fija de 10 m³/mes, mientras que la media de los medidores normales es de 14 a 17 m³/mes (durante el verano y durante el invierno respectivamente).

A pesar de eso el grupo de ISP a y el INAA comparten la impresión de que las pérdidas deben de ser bastante elevadas. Después de su investigación con un detector de fugas en el sistema de las mallas principales de la red y en la línea de conducción se vio que aquí se presentaban pocas fugas. Si las pérdidas fueran efectivamente altas, entonces deberían de darse principalmente en los tubos secundarios y en las instalaciones domésticas. Por la aplicación de una redistribución hay una parte, que siempre varía, de los tubos de la red sin agua o donde el agua no corre. Esto con la consecuencia que se manifestará una adhesión a los tubos de algas y otros organismos, así como la sedimentación de materias diluidas por el agua. Debido a lo anterior aumentará la fricción dentro de los tubos lo que a su vez originará todavía más pérdida de presión a lo largo del tubo y una caída de la calidad del agua.

Para aplicar la redistribución cada vez se abren o se cierran válvulas. Pero éstas no están preparadas para tal utilización constante, lo cual resulta en un gran desgaste, frecuentemente combinado con el estropeamiento de las

válvulas o la aparición de fugas en ellas. También es inherente al sistema de redistribución que la mayoría de las instalaciones sólo reciba agua durante un par de horas cada dos días. Esto significa que el consumidor tiene que hacerse en esas cuantas horas con una cantidad de agua suficiente para dos días y almacenarla. Con tal fin se abre el grifo al máximo lo cual se traduce en un uso máximo muy alto. Debido a esto se incrementó la caída de presión a lo largo de los tubos todavía más, de manera que la presión en una parte de la instalación no llega al mínimo para garantizar un buen funcionamiento. Este mal funcionamiento tiene como consecuencia que el INAA-Camoapa se ve enfrentada con bastante frecuencia a gente que se niega a pagar su tarifa básica de C\$ 19,20 por mes por no haber recibido, según dicen ellos, agua.

Otra desventaja del sistema de redistribución también es que el manejo de las válvulas sea realizado por personas humanas. Estos no siempre cumplen con su deber como deberían, por lo cual puede darse frecuentemente que una zona determinada reciba agua durante un tiempo excesivo, mientras que otras apenas la reciba.

También se desprende de la encuesta el mal funcionamiento del actual sistema de distribución en zonas: poseedores de instalaciones domésticas ni mucho menos reciben cada dos días agua. Algunas personas dicen recibir de vez en cuando agua durante la noche, cuando oficialmente la válvula hacia la red de tubos debería de estar cerrada. La consecuencia de esto es que algunos habitantes puedan trasegar todo el agua que quieran y que otros no reciban nada.

Un problema vinculado a esto es el de la venta de agua. Hay bastantes rumores de que algunos habitantes trasiegan tanta agua como para poder venderla a 1 córdoba por lata (=19 litros). Si por la venta de agua el consumo de agua aumenta muy mucho, el INAA intenta tomar medidas. Esto no siempre es cosa fácil debido a la resistencia de los implicados.

La gente que no recibe ninguna agua o no la suficiente agua actualmente tiene que ir a buscarla en casa de gente que sí la reciba. La mayor parte se las puede arreglar en su propia cuadra o en las circundantes. En las zonas periféricas esto es un poco más difícil y a veces se ha de andar un buen trecho para buscar agua potable.

Sin embargo, de la encuesta resulta que mucha gente está satisfecha con su situación actual en cuanto al agua: "Es que las cosas son así". Llama la atención que sean precisamente aquellos que están relativamente privilegiados quienes se quejan de la red de distribución. A menudo opinan que deberían de poder recibir agua todos los días. Junto a éstos, algunos opinaban que no estaría mal si se distribuyera el agua un poco mejor sobre la ciudad. Otros contaban que sí habían intentado obtener una instalación doméstica propia, pero que el INAA no concedía nuevas instalaciones domésticas mientras que no hubiera

más agua disponible.

Lo mismo tiene vigencia para los puestos públicos que habían sido propuestos en un barrio.

Durante el verano hay más gente utilizando agua de pozo que durante el invierno porque durante el invierno hay más agua potable disponible y se puede almacenar agua pluvial. Pero durante el verano disminuye el nivel de agua en muchos pozos. A veces incluso, se agotan por su uso intensivo o contienen tan poca agua que ya no se puede subirla en baldes.

Esto tiene como consecuencia que los pozos que sí contengan todavía agua se utilicen de una manera cada vez más intensiva, lo cual puede dar pie a disputas acerca de el derecho de utilización de determinados pozos.

Si durante el verano a veces se ha de escalar hasta el fondo del pozo para poder juntar agua, durante el invierno muchos pozos se llenan de lodo, originado por las lluvias que frecuentemente son muy intensivas. Los pozos también son entonces más difícilmente accesibles por los charcos de lodo circundantes.

Tanto durante el verano como durante el invierno la calidad del agua de muchos pozos deja de desear.

5. POSIBILIDADES DE MEJORAMIENTO PARA LA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CAMOAPA

En el capítulo anterior se ha tratado el funcionamiento de la actual situación del agua potable en Camoapa. Como ya se indicó, el abastecimiento de agua potable presenta deficiencias. Por eso el ISP ha inventariado cuáles podrían ser las posibilidades de mejoramiento en cuanto al abastecimiento de agua.

En este capítulo se ha indicado el resultado de este inventario. En éste, el ISP ha diferenciado tres plazos: largo plazo, medio largo plazo y corto plazo.

Ampliación a largo plazo sólo podría realizarse cuando se haya hecho un estudio más detenido, que puede extenderse a lo largo de varios años. Será tratada la ampliación de la explotación de agua subterránea y de la superficie así como han sido estudiadas las posibilidades de ampliación para la red de distribución y para el almacenamiento, si se puede obtener la suficiente cantidad de agua.

Se ha de considerar como una posibilidad la ampliación a medio largo plazo, después de que hubieran sido realizados algunos tests y después de una breve investigación. Para Camoapa se han señalado dos posibilidades de ampliación: la puesta en explotación del llamado pozo MICONS y del pozo A-5-80.

Ampliación a corto plazo y el mejoramiento de los pozos públicos podrán ser llevados a cabo inmediatamente así como la adaptación del actual sistema de distribución serán tratados en este marco.

5.1. Posibilidades de ampliación a largo plazo

5.1.1. Ganancia de agua subterránea

Introducción

Durante la parte investigatoria del trabajo de campo se obtuvo pronto la impresión que en las inmediaciones de Camoapa hay más agua subterránea de lo que el INAA había pensado hasta ahora en base a varios informes (entre otros, IHC). Varios valles y llanos localizados en las cuencas del Cacla y del Tesorero presentaban, por ejemplo, incluso ya hacia el final del verano todavía una vegetación de hierba bastante verde.

El ISP ha mirado las siguientes posibilidades de extraer agua subterránea extra a largo plazo:

- la generación de agua subterránea en depósitos permeables al borde de los ríos, mediante la infiltración artificial en las orillas.

Esta posibilidad no se puede aplicar debido a la inexistencia al borde de los ríos de depósitos que pudieran servir como acuíferos.

- ampliación del campo de pozos actual o abrir nuevos cuerpos de agua subterránea (acuíferos) allí donde se suponga su existencia. También debido a que el aspecto de los costes tenga un peso importante - que a su vez está muy condicionado por factores como la distancia y la altura con respecto a Camoapa y la accesibilidad - pero mucho también debido a las características hidrogeológicas, el extenso llano al norte y al noreste de Camoapa, del que también forma parte el actual campo de pozos, ofrece la mayor perspectiva para un examen detenido. Esto será tratado más amplia mente en lo subsiguiente.

El llano al norte y al noreste de Camoapa

ubicación

El territorio que se designa aquí con el término de llano está conformado por dos partes, separadas una de la otra por la carretera Camoapa-Las Lajas (véase fig. 5.1). Una parte está al norte de Camoapa y presenta una forma alargada (largo: aprox. 2.5 km, ancho: 1 - 1.75 km) con el eje del largo en la dirección noroeste-sureste. El terreno también está inclinado en esa dirección (1 grado - 2 grados).

La otra parte, al este de la susodicha carretera, también presenta un aspecto alargado (largo: aprox. 2.5 km, ancho: 0.75 - 1.5 km) con el eje longitudinal inclinado hacia el este (aprox. 1 grado).

La superficie total del terreno es de 490 ha.

Aunque su nombre no lo sugiera, es llamativo que el llano tenga una superficie irregular que, en el fondo, no es "llana" en ninguna parte. Esto se traduce entre otras cosas, en la frecuente presencia de pequeñas colinas isla. El llano está prácticamente totalmente rodeado de colinas que sobresalen unos 100 metros. Sólo en el noroeste las estribaciones del Mombachito sobresalen hasta más de 200 metros. El terreno llano mismo está ubicado a una altura de 510 a 560 metros.

El drenaje lo realiza una quebrada que discurre hacia el este que forma un curso superior del Tesorero. A través de una cascada esta quebrada abandona el llano por el extremo noreste.

Los límites de la cuenca hidrográfica están indicados en la figura 5.2. Contando hasta la cascada que acaba de mencionarse, la superficie de este territorio es de 1200 ha. (la fig. 5.2 se encuentra al final como suplemento suelto).

La quebrada no tiene caudal durante el verano. Pero si se han señalado al final del verano charcos de agua en distintos lugares del cauce. Puede ser agua subterránea que aparezca a través de una falla.

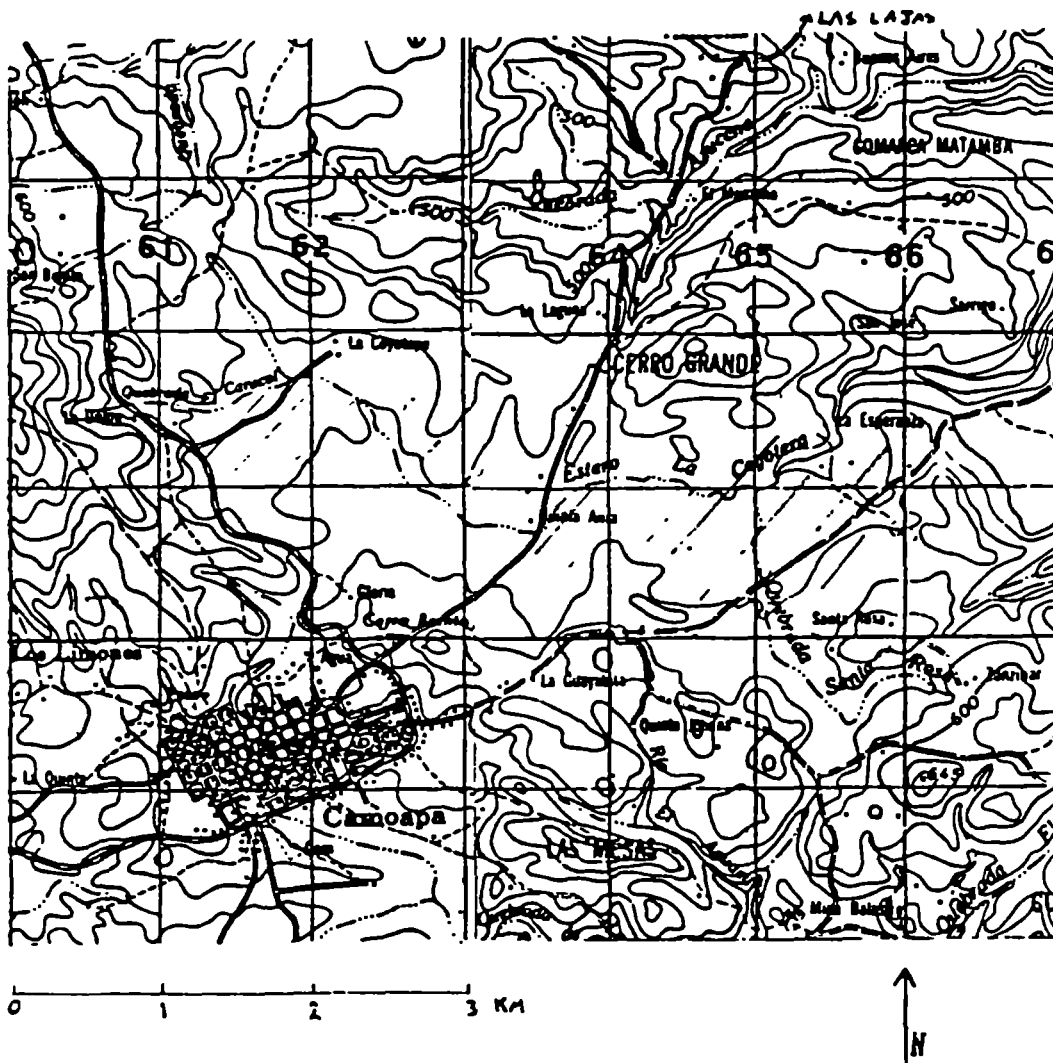


Fig. 5.1. El llano al noreste de Camoapa.

hidrogeología

En el llano mismo y en sus alrededores se han encontrado dos tipos distintos de roca, ambos de origen volcánico. Pertenecen muy probablemente a la formación Tpcb (véase el suplemento 5^a.1).

Las pequeñas colinas isla sobre el llano y las colinas próximas están formadas principalmente por aglomerados de color rojo ladrillo. También se dan estos aglomerados en el propio llano, pero predominan aquí todo tipo de transiciones entre andesitas de un color rojo oscuro hasta violetas y basaltos de un color casi negro.

De por sí mismas, las rocas como basaltos y andesitas presentan una baja permeabilidad. A causa de fallas y hendiduras - originadas por la contracción de la lava durante su enfriamiento - puede existir, sin embargo, un cierto grado de permeabilidad, lo cual es propicio para la capacidad de transportación de agua de la roca. Esto es incluso reforzado por la presencia de fallas - originadas por el movimiento de la corteza terrestre. Además, la meteorización de la roca puede contribuir al incremento

de su permeabilidad.

Podría decirse que en el llano y en sus alrededores no es la roca misma, sino un complejo sistema de fallas y de diaclasas (hendiduras, grietas y quebrajas) el que funciona como principal cuerpo para la transportación de agua subterránea. Eso explica también la variación especial en los niveles estáticos y la variación en los rendimientos de los pozos (véase suplementos 4.2 y 5.8). Indican que la capacidad de transporte y de almacenamiento de la roca es heterogénea.

En general, la permeabilidad disminuye en la medida que aumenta la profundidad bajo la influencia del incremento progresivo de la presión y de la compresión por las capas de roca superiores. El ancho y el profundo de las fallas y diaclasas disminuye y también la densidad de la red se hace menor en la medida que aumenta la profundidad.

Por lo demás, no es así que toda falla contenga agua. Porque por la meteorización pueden nacer determinados minerales (de arcilla) que van como rellenando la falla haciéndola impermeable.

Mediante más investigación o mediante "trial and error" habrá que ver qué fallas contienen (suficiente) agua y en qué lugares están.

Relleno de agua subterránea se realiza principalmente mediante una infiltración directa de agua pluvial y de agua que discurre primero sobre la superficie de las colinas circundantes antes de penetrar en el fondo del llano.

En el suplemento 5.3. se ha tratado de obtener una impresión, mediante un balance del agua, de la cantidad de agua que entra y sale de la cuenca hidrográfica del llano. Por la falta de datos esto resultó ser casi infactible. Sólo se pudo sacar la conclusión siguiente.

En la zona circula anualmente una cantidad considerable que es probablemente superior a los 1235 mm que rige como promedio, para Camoapa. Una porción (desconocida) de ésta formará temporalmente parte del agua subterránea antes de abandonar la cuenca hidrográfica. Para obtener más agua en Camoapa, este agua subterránea ha de ser detectada e interceptada por medio de pozos.

También se ha indicado en el suplemento 5.3. que se carece de suficientes datos para emitir juicios basados en la relación precipitaciones-nivel estático sobre las tendencias del nivel estático.

suelo

El suelo es la capa superior de la corteza terrestre que se distingue de la roca subyacente por sus características y por su aspecto. La capa del suelo tiene un espesor de un metro hasta varios metros y está constituida por la arcilla (arenosa) en donde se encuentran pequeños fragmentos de roca (desde unos mm hasta 1 cm de diámetro).

En el marco de la investigación acerca de las posibilidades de la ganancia de agua subterránea es importante

saber si el suelo puede absorber suficiente agua pluvial, de tal manera que durante los chubascos no discurra la mayor parte del agua sobre la superficie y desaparezca fuera de la cuenca hidrográfica. En este caso apenas habrá una aportación de agua subterránea. El agua pluvial ha de ser retenida por el suelo y ha de incorporarse posteriormente al agua subterránea por medio de la percolación. La característica del suelo que aquí tiene la máxima importancia es la capacidad de infiltración.

Los factores principales que influyen en la infiltración son:

- la permeabilidad del suelo (que depende del grado de humedad del suelo al iniciarse un chubasco, de la textura o bien el porcentaje y arcilla del suelo, del grado del humus, de la estructura y de la presencia de una capa impermeable)
- grosor del suelo
- profundidad hasta llegar al nivel estático
- inclinación del terreno
- vegetación.

Suelos con una textura arcillosa son, en general, poco permeables. Pero una estructura buena del suelo y la presencia de restos de plantas y de fragmentos de roca en el perfil pueden proporcionar, en combinación con la ausencia de una capa impermeable, una permeabilidad razonable.

En el llano se ha observado cuatro veces el perfil del suelo hasta una profundidad de 120 cm con la ayuda de una taladro manual. Este tipo de perforaciones no puede proporcionar conclusiones sobre la estructura porque para ello se necesitan muestras inalteradas. S\$ se pudo establecer, estimando manualmente el desarrollo de la textura, que en ninguno de los cuatro perfiles había capas impermeables. Con toda probabilidad esto también será el caso en otros puntos del llano dado que es una zona bastante uniforme.

El material orgánico se encuentra principalmente en los 30 cm superiores, mientras que fragmentos de roca se encuentran a lo largo de todo el perfil.

La permeabilidad puede ser superior durante el verano debido a que entonces, por la contracción de la arcilla, se pueden formar grietas en la capa del suelo por donde el agua puede penetrar fácilmente en la tierra.

El suelo tiene tal espesor (aprox. de 1 a 4 metros) que puede contener una considerable cantidad de agua por la cual la infiltración no se verá limitada rápidamente. Durante el verano la profundidad del agua subterránea no frenará la infiltración. Esto sí ocurre durante el invierno, lo cual corresponde con la información de los campesinos que durante el invierno sus pozos se llenan y que entonces, pues, el agua subterránea se encontrará más próxima a la superficie del suelo. El porcentaje del agua superficial que a través del discurrir superficial-

mente abandona la cuenca hidrográfica será por esto mayor durante el invierno que durante el verano. Debido a que es mínima, en general, la inclinación del terreno, el agua que no se infiltra inmediatamente tiene tiempo para hundirse más tarde en el suelo. Además, la lluvia suele caer en forma de chubascos por lo cual nunca se encontrará demasiada agua sobre la superficie. La vegetación herbácea omnipresente también tiene una influencia positiva sobre la capacidad de infiltración. En base a lo anteriormente dicho y debido a que en el fondo no se hayan encontrado en ninguna parte fenómenos que apunten en otra dirección -después de dos semanas de abundantes lluvias en el mes de junio sigue sin haber en ninguna parte agua sobre la superficie ni hay tampoco partes pantanosas- puede sacarse la cautelosa conclusión que la capacidad de infiltración del suelo del llano es de moderada hasta regular.

vegetación

La vegetación supone un factor importante en la influencia sobre el régimen del agua subterránea, aunque su repercusión sea algo ambigua.

Por una parte, la presencia de una capa de vegetación aumenta la infiltración del agua pluvial y reduce la posibilidad de que desaparezca superficialmente, por lo cual aumenta el relleno de agua subterránea.

Por otra, la evaporación a través de la vegetación (evapotranspiración) se incrementa por lo cual penetra menos agua en los niveles más profundos.

El llano está casi totalmente cubierto con hierba, de vez en cuando un arbusto (con menos de 1 m de altura) o un árbol y a veces un bosquecillo. Entre las pequeñas colinas isla, al oeste e inmediatamente al noreste del campo de pozos, hay unas depresiones en forma de tazón (de un tamaño de aprox. 50 por 100 metros) que presentan una vegetación herbácea de tipo junco que es sorprendentemente verde y fresca. Es posible que en estos lugares el agua subterránea llegue a la superficie de una manera difusa o que llegue hasta justo por debajo de la superficie en forma de manantial. Pero también es posible que la vegetación obtenga su agua por la estagnación de agua pluvial sobre un suelo de arcilla menos permeable.

Tal como ya se dijo en la introducción a este epígrafe, el llano presenta al final del verano un aspecto todavía muy verde, mientras que al oeste de Camoapa todo tenía un carácter árido y un color amarillento. Esto ya despertó desde el comienzo en el ISP curiosidad por la situación del agua subterránea en esta zona.

conclusión

En general se carece de una investigación básica sobre la situación del agua subterránea, debido a lo cual falta una gran cantidad de datos básicos o éstos son de poco fiar.

La colocación bastante arbitraria de los actuales pozos del INAA indica, por ejemplo, que se sabe poco del sustrato geológico. Los mapas geológicos del INETER (1:50.000) carecen de un detallismo suficiente y presentan a menudo unos límites dudosos. Las rocas que encontramos en el campo no siempre corresponden a los que se mencionaban sobre el mapa.

Además, el balance de agua no se puede establecer debido a que se desconoce el tamaño (correcto) de la mayoría de los componentes.

Hay demasiado pocas pruebas de bombeo o se han tomado demasiado pocos niveles estáticos para hacer conclusiones trascendentales acerca del agotamiento del agua subterránea en las inmediaciones de Camoapa. El INAA, no obstante, sí lo hace y opina que son nulas las posibilidades para una ampliación de la ganancia de agua subterránea.

Junto a esto, es falso extrapolar datos que son válidos para el pequeño campo de pozos a un territorio mucho más amplio (el llano), porque el sustrato geológico varía mucho sobre poca distancia (esto resulta, por ejemplo, de los perfiles geológicos de los pozos; véase el suplemento 5.7.). Encima, no se ha aplicado la prueba de bombeo requerida para una situación así de complicada. Los llamados "single pump tests" (prueba sobre un solo pozo) o "well tests" (prueba sobre una fuente), realizados por el INAA, no indican más que características hidrológicas muy locales, sobre todo del propio pozo. Si en base a esto se quiere decir algo sobre la capacidad de transportación de agua de las rocas en la zona, esto sólo podrá hacerse si se trata de unidades suficientemente permeables, lo cual no es el caso en torno a Camoapa.

El ISP opina, a pesar de las deficiencias susodichas y dado lo que se ha comentado en este epígrafe sobre el llano - su extensión, la considerable cantidad de agua que allí circula, la presencia de fallas, la capacidad de infiltración aceptable - que no puede excluirse aquí de antemano la posibilidad de una ampliación de la ganancia de agua subterránea.

Si de una investigación ulterior resultara que efectivamente pueden excavarse todavía una serie de pozos en el llano, entonces el INAA habrá de hacer varias inversiones para conducir el agua desde el subsuelo hasta el consumidor. De esta manera se necesitan bombas, líneas de conducción y se ha de elevar la calidad del agua por medio de desinfección y, eventualmente, por medio de una torre de oxigenación. Dado que el INAA posee una amplia experiencia en el campo de la ganancia de agua subterránea, no es necesario esperarse muchos problemas.

Al final de este epígrafe se explica qué es lo que implica la desinfección y lo relacionado a ello.

Para tener una idea de los costes: la ampliación con, por ejemplo, 6 bombas (con una capacidad productiva de aprox. 60 gpm pro bomba) y con una línea de conducción de 2500 m

costaría unos 5.5 millones de córdobas ⁽¹⁾ (véase el suplemento 5.12). Aquí están incluidos los costes de desinfección.

desinfección

La desinfección es el mejoramiento de la calidad bacteriológica de agua potable. Para medir la calidad bacteriológica del agua ésta es sometida a una prueba para detectar coliformes (bacterias del grupo de los colis, que son un indicador de la polución fecal del agua). La norma manejada por la CEE para aprobación es de 0-1 coliforme por 100 ml de agua.

Normalmente el agua subterránea cumple, por su propia naturaleza, esta norma. Pero en el caso de Camoapa se ha visto que aquí el agua subterránea que es bombeada hacia arriba contiene un exceso de coliformes (véase 4.5.). Con la eventual ganancia de agua subterránea en el futuro, la calidad bacteriológica del agua que se desee ganar habrá de ser examinada con detenimiento. Pero vista la calidad del agua ganada en este momento, muy probablemente aquí la norma tampoco se cumplirá.

En estos casos es necesaria la aplicación de desinfección si se quiere ofrecer un agua bacteriológicamente segura. Incluso en el caso de agua que al ser ganada ya es bacteriológicamente segura es necesaria la aplicación de desinfección debido a que disminuye la calidad del agua durante su permanencia en los tubos. A esta desinfección se le llama desinfección de seguridad.

La desinfección con cloro es en este caso la manera más apropiada. El cloro se puede conseguir en Nicaragua, es relativamente barato y se puede dosificar de una manera sencilla. Además, el INAA ya tiene experiencia en el campo de la desinfección mediante cloro.

La clorificación puede ser aplicada en dos puntos del sistema: en la fuente (así que junto las bombas) y en la pila. Es preferible la última posibilidad ya que las bombas están bastante dispersas y que es posible llevar a cabo junto a la pila un funcionamiento central del trabajo. De este modo se necesita sólo un almacén de productos químicos junto a la dotación, una sola dotación y así el sistema podrá ser supervisado y controlado mejor en comparación con las pilas dispersas. La dotación puede ser realizada en ese caso en la boca de la pila. Se puede garantizar una buena desinfección a través de una disposición (interna) de la pila de manera que se produzca una buena mezcla.

El volumen de la dotación depende de la calidad bacteriológica del agua que entra y del tiempo de permanencia en los tubos y deberá de ser determinada de una manera experimental.

¹ curso: 1\$ = 3 florines = 50 córdobas. Nivel de precios utilizado: primera mitad de 1985.

5.1.2. Agua superficial

Una de las posibilidades de obtener más agua es la captación de agua superficial.

En torno a Camoapa hay tres ríos: el río Tolinapa, el Tesorero y Cacla (véase fig. 2.3.). El río Tolinapa queda más bajo que los otros dos y su cuenca es considerablemente más árida que la de ambos otros. El Tolinapa queda sin caudal durante el verano. Por estos motivos sólo pueden tomarse en consideración el Tesorero y el Cacla para una explotación de agua. Así, con lo que queda de epígrafe, se tratarán solamente estos dos ríos.

Características de la cuenca hidrográfica

Las cuencas del río Tesorero y del Cacla son subcuencas de la cuenca del río Murra que, a su vez, es una subcuenca de la cuenca del Río Grande de Matagalpa que fluye hacia el Océano Atlántico. Los dos territorios tienen una superficie de, respectivamente, 223 km² y 201 km².

El comportamiento de ambos ríos viene determinado principalmente por las precipitaciones tropicales irregulares (véase suplemento 5.1) y la escasa conservación de agua en las cuencas debido a lo cual es mínimo el tiempo de permanencia del agua en la zona antes de ser deportada por los ríos.

El patrón de drenaje rectangular, determinado por la estructura de la roca y por las fallas, está representado en la figura 5.3.

Para una descripción geomorfológica y climatológica de las zonas consúltese el apartado 2.2. y para una descripción geológica el apartado 2.1.

Caudales del río Tesorero a la altura de Tuncar y del río Cacla a la altura de San Felipe

Comentario de las estaciones hidrométricas.

El INAA empezó en febrero de 1983 con una serie de mediciones de caudal y de nivel de agua en el río Cacla en San Felipe y en el Tesorero en Tuncar, después de que el ingeniero Clifford Gordon C. (informe 1983) indicara estos lugares como posibles sitios para presas destinadas al abastecimiento de agua potable para Camoapa.

San Felipe está a unos 8 kms. al noroeste de Camoapa y a unos 370 m. sobre el nivel del mar. La zona, drenada hasta San Felipe por el Cacla, ocupa una superficie de 56 km².

Tuncar está a aproximadamente 9 km. de Camoapa, a cerca de 330 metros sobre el nivel del mar. La zona drenada por el Tesorero hasta Tuncar tiene una superficie de 114,5 km². (Para la ubicación de ambos sitios véase también fig. 5.4).

Una estación hidrométrica ha de responder, en general, a los siguientes criterios (Ven te Chow):

- tiene que tener accesibilidad

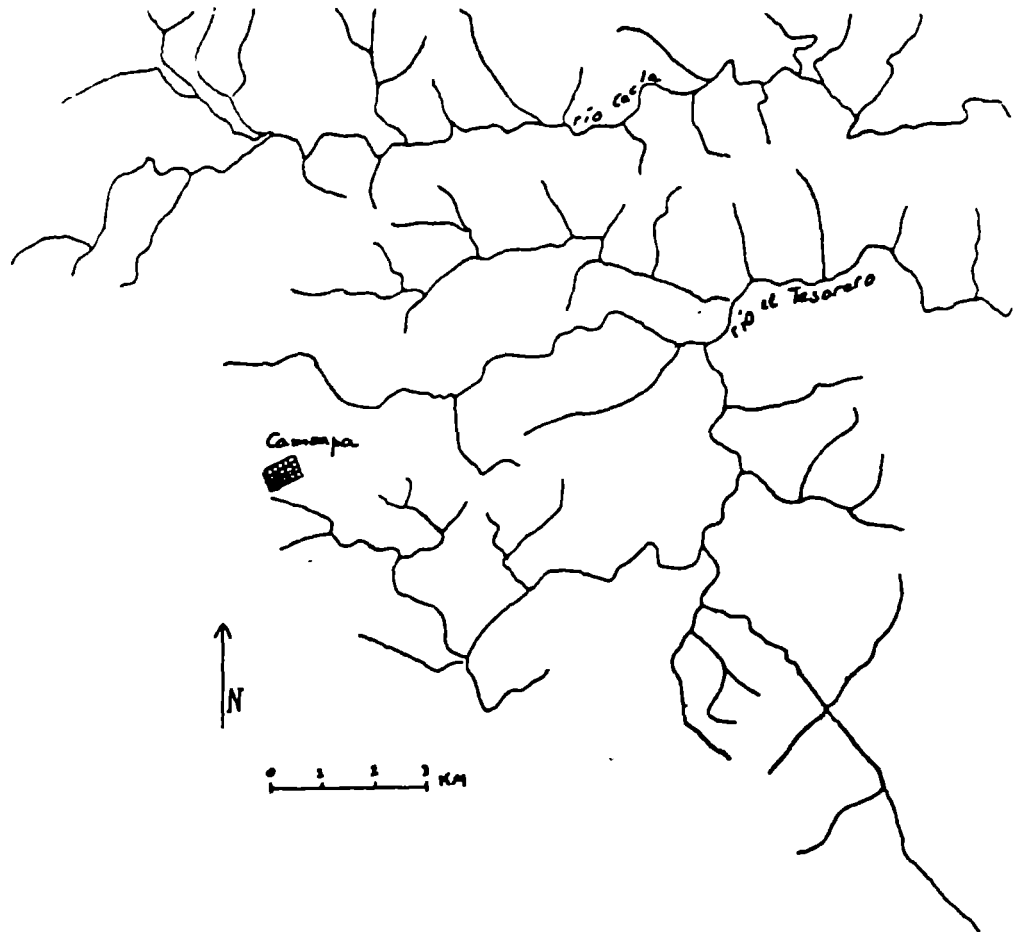


Fig. 5.3. El patrono de drenaje de los rios Cacla y el Tesorero.

- tienen que poder medirse todos los caudales y niveles de agua
- el cauce del río tiene que ser estable
- las mediciones tienen que hacerse de forma ininterrumpida.

A continuación se hará un comentario, siguiendo los criterios mencionados, de las estaciones hidrométricas.

- Accesibilidad.

Tanto San Felipe como Tuncar son bastante bien accesibles en vehículo durante el verano. Durante el invierno, con aguaceros intensos, la accesibilidad disminuye considerablemente. De este modo, muchas veces al equipo del INAA que realiza las mediciones de caudal le es imposible ejecutar mediciones.

- Medición de caudales y niveles de agua.

Los niveles de agua los lee un niño que vive cerca dos veces al día de un indicador de nivel de agua. Esto es factible casi siempre. Sólo cuando hay niveles de agua extremadamente altos, el indicador del nivel de agua puede quedar sumergido y se hace imposible la lectura. Dado que es bastante corto el tiempo de permanencia del agua en las cuencas (unas horas), la lectura de dos veces por día es, sin embargo, insuficiente, sobre todo

durante la estación más regada, de modo que se pierde posible información sobre niveles de agua extremadamente altos.

Las mediciones de caudal las realiza un equipo del INAA central, en principio una vez al mes, y valen como una especie de aforo. Las mediciones se hacen mediante un molinete. Los molinetes son inutilizables en corrientes turbulentas y a velocidades inferiores a 0,03 m/s (Vente Chow). Puesto que la accesibilidad es mala durante el invierno y debido a que son altos los niveles de agua, rara vez se han hecho mediciones con caudales altos. Los aforos se han hecho principalmente junto a Tuncar, con niveles de agua bajos, dándose a veces unas velocidades de corriente bajas o muy bajas, de manera que en el fondo ya no es utilizable el molinete.

- Estabilidad del cauce.

Las estaciones no están dispuestas sobre un subsuelo rocoso, pero puede decirse, no obstante, que el cauce es razonablemente estable. Pero a la hora de una medición es importante que se mida siempre en el mismo perfil transversal. Es dudoso que esto último sea el caso. De todas formas, los niveles de agua no se miden en el perfil transversal del río donde se establecen los caudales.

- Mediciones ininterrumpidas.

Tal como ya se señaló anteriormente, las mediciones de caudal no son ininterrumpidas. Durante el invierno, incluso, apenas se hicieron mediciones y una vez se dejaron de realizar mediciones durante un medio año en el período estival debido a que faltaba un medio de transporte para el equipo de mediciones.

También suelen faltar bastante a menudo mediciones de nivel de agua.

A modo de conclusión puede decirse que no funcionan, tal como deberían, las estaciones hidrométricas según el diseño del INAA. Esto también se deduce de los cálculos basados en los datos disponibles (véase el suplemento 5.2).

Cálculo de los caudales

Debido a que son insuficientes las mediciones de caudal en los ríos Cacla y Tesorero ⁽²⁾ es imposible ofrecer una imagen exacta de los totales anuales y mensuales de caudal, por ni mencionar los de los caudales máximos y mínimos. Pero, no obstante, para ofrecer una indicación bruta de los totales anuales de caudales de río junto a ambas estaciones de medición (San Felipe y Tuncar), se

² Porque no ha habido una serie continuada a través del tiempo y duradera de observaciones, debido a que solamente a partir de 1983 se empezó con hacer mediciones. La precisión de las mediciones deja de desear y la serie de observaciones no es ininterrumpida.

han hecho unos cuantos cálculos en el suplemento 5.2. Pero no se puede obtener, por el momento, más que una impresión de los caudales de río a lo largo del año. Con estos datos no se puede llegar, de este modo, más allá de un cálculo destinado al diseño de una presa con recipiente correspondiente en el río.

Posibilidades para la ganancia de agua superficial

Las posibilidades para la ganancia de agua superficial son, en general, las siguientes:

- captación directa del río con una pequeña presa.
- captación de un recipiente dentro del río.
- captación de un depósito junto al río.

No se ha encontrado en las inmediaciones de Camoapa un sitio adecuado para un depósito junto al río.

Los ríos Cacla y Tesorero posiblemente no lleven de manera continuada suficiente caudal durante el verano (véase el suplemento 5.2.) para abastecer a Camoapa también durante el verano de suficiente agua. Por eso queda únicamente como posibilidad de captación una presa con recipiente correspondiente en el río ⁽³⁾.

Se ha llevado a cabo un inventario de posibles sitios para una presa (véase suplemento 5.4.). Se estudió el sustrato del sitio y si había en el lugar un estrechamiento en el cauce. A continuación se compararon los sitios entre sí (véase el suplemento 5.4.) manejando los siguientes criterios: ubicación en altura con respecto a Camoapa, distancia con resp. a Camoapa, la accesibilidad, el caudal básico del río, la pendiente del río en el lugar, posibilidad para la inundación de casas, carreteras, caminos y tierras de cultivo y, finalmente, los costes globales. Después de una selección quedaron tres sitios y fueron estudiados con más detenimiento. Las características de estos lugares se reflejan a continuación. Para una situación de los lugares véase la figura 5.4. Río arriba de Tuncar en el río Tesorero.

El lugar está a 330 m. sobre el nivel del mar y a una distancia de 8,5 km. de Camoapa. La accesibilidad es de aceptable hasta buena. Se puede reparar bastante fácilmente una carretera que se deteriora durante el invierno. En la construcción de una presa con recipientee correspondiente en el río sólo habrán de ser desplazados dos lavaderos y un vado. La superficie de la cuenca hidrográfica del Tesorero hasta el lugar es de 88 km.2. Del lugar mismo de la presa con recipiente correspondiente en el río se ha dibujado en la figura 5.5. un perfil. Además hay en la figura 5.6. un llamado "level area reservoir and volume curve" (curva de nivel del

³ Si podría ser posible una captación directa en el Tesorero o Cacla si uno se contenta con el hecho de que la extracción del río de agua durante 2 o 3 meses deberá de ser inferior a la necesidad total.

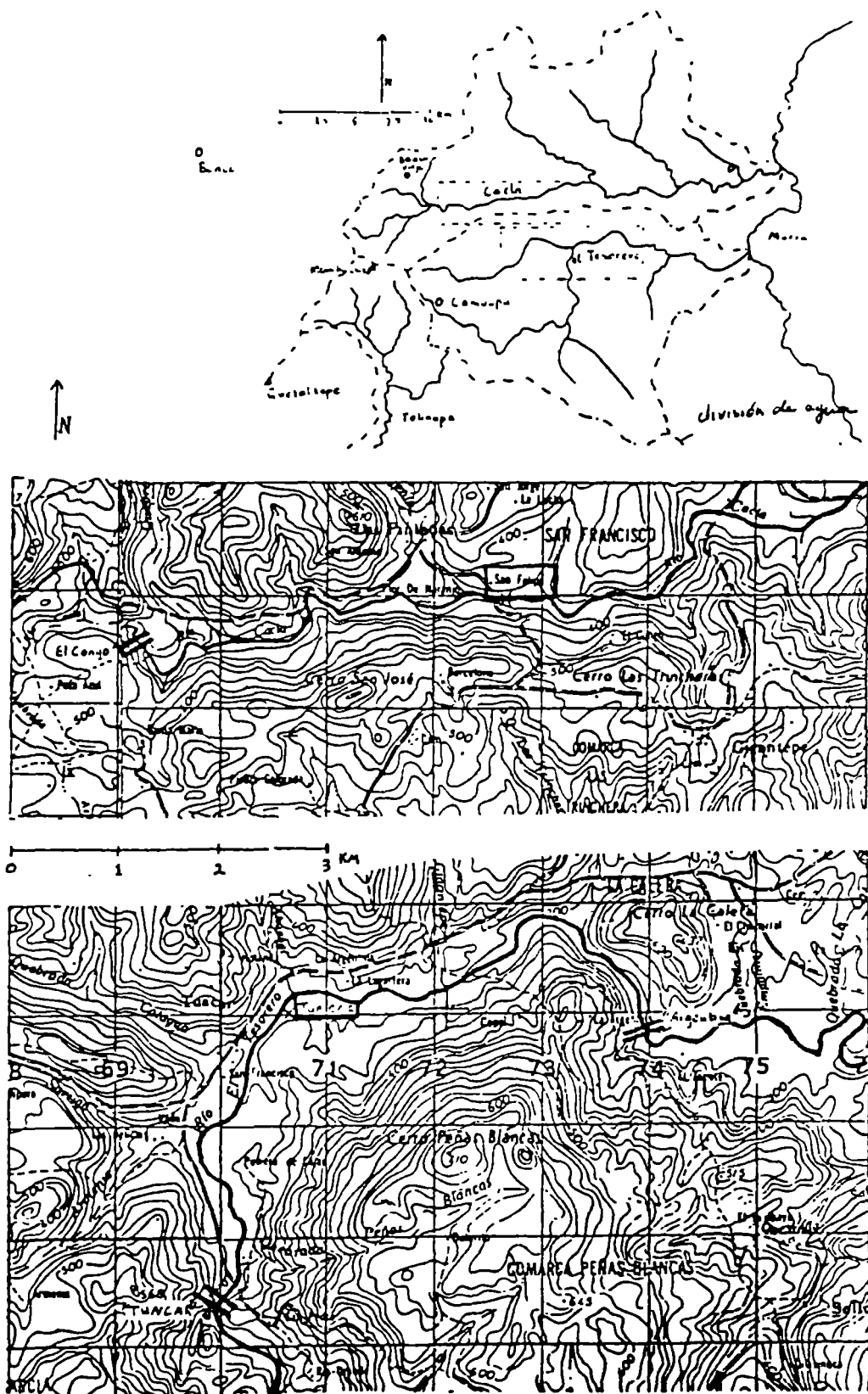


Fig. 5.4. Situación de los lugares de medición San Felipe y Tuncar y los sitios de presa "El Congo", "Tuncar" y "Argentina".

área y del volumen), donde se puede hacer la lectura del volumen y de la superficie del recipiente según la altura que se escoja para la presa. Para una descripción del estado natural del sitio de la presa y de las inmediaciones véase el suplemento 5.5.

El Congo en el río Cacla.

La ubicación en altura en el lugar de "El Congo" es de 430 metros sobre el nivel del mar y la distancia hasta Camoapa es de 6 km. La accesibilidad es regular debido a que haya un tramo de 500 metros que está en mala condiciones para pasar del lugar hasta la carretera de Las Lajas-Boaco. La superficie de la cuenca del Cacla hasta "El Congo" es de 40 km².

También de este sitio se han representado un perfil del sitio de presa y un "level area and volume curve" (véase figs. 5.7. y 5.6.) Además se ha incorporado en el suplemento 5.5. una descripción natural del sitio.

Argentina en el río Tesorero

El sitio "Argentina" está a 290 metros sobre el nivel del mar y a 13 km. de Camoapa. Tiene una accesibilidad mala debido a que entre el sitio y la carretera Camoapa - La Calamidad haya a lo largo de 5 km. prados. Para un perfil del sitio de presa y para una "level reservoir area and volume curve" véase figs. 5.8. y 5.6.

Comparación de los tres sitios

Para hacer una selección de los sitios mencionados, se tendría que saber el volumen útil del recipiente.

Para eso se neccessita el proximo :

- la demanda de agua futura
- un valor para la evaporación actual sobre agua
- la cantidad de precipitaciones caídas durante el período en el que ha de almacenarse agua en el recipiente
- un valor para el transporte de sedimentos del río
- el caudal del río durante el período en el que la demanda de agua es superior a lo que pueda ofrecer el río
- pérdidas por infiltración del agua almacenada en el subsuelo.

Sobre todo de los últimos tres aspectos no se sabe casi nada, de modo que no es posible determinar el tamaño requerido del depósito. Sin embargo, el ISP ha pensado poder señalar el lugar más adecuado para la construcción de una presa con recipiente correspondiente en el río, basándose en los siguientes criterios: accesibilidad, ubicación en altura con resp. a Camoapa, distancia con resp. a Camoapa, la proporción altura y ancho de la presa en relación al volumen de la presa y el caudal del río estimado para durante el verano (véase supl. 5.2).

El sitio río arriba de Tuncar resultó de este modo el más idóneo, entre otras cosas porque se espera que este sitio podrá ofrecer el suficiente contenido de depósito (véase suplemento 5.6).

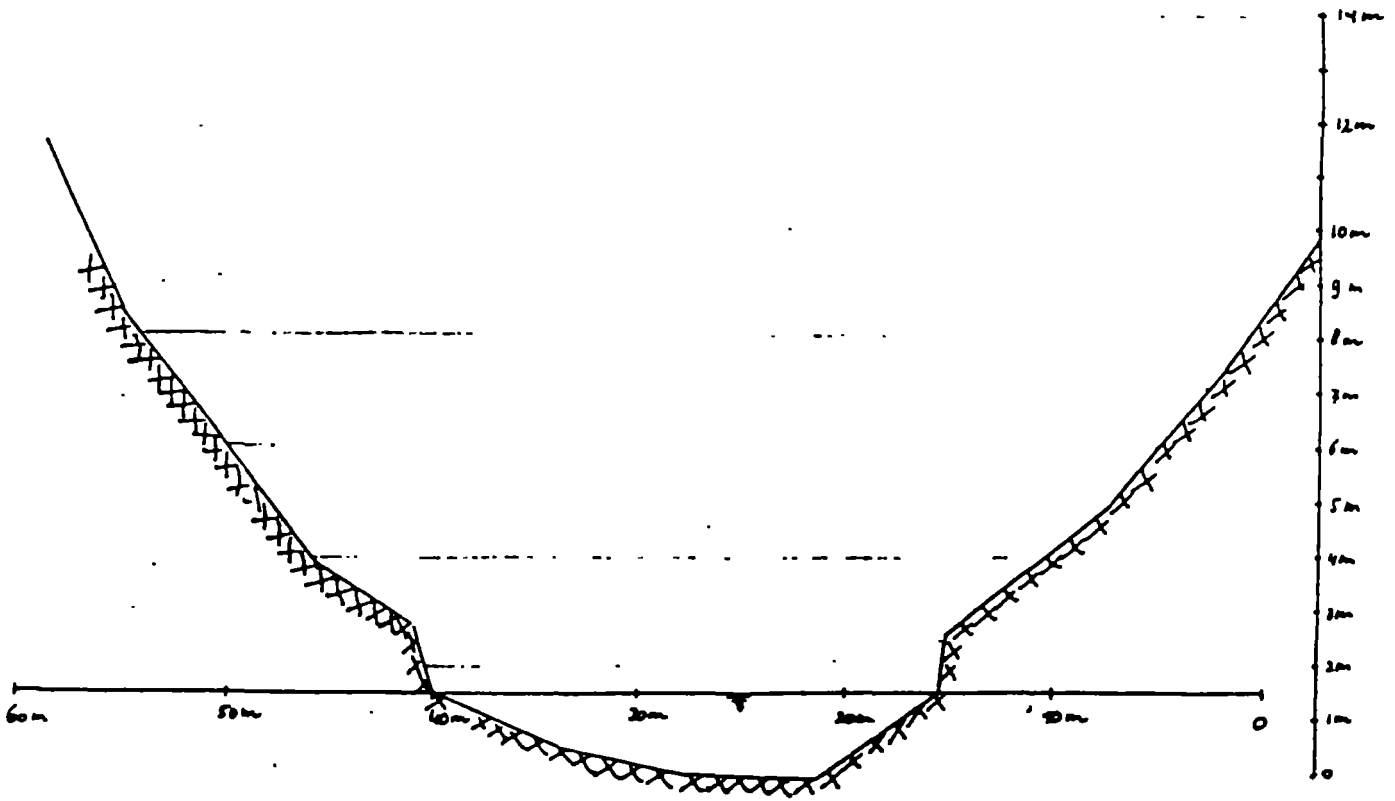


Fig. 5.5. Perfil del sitio de presa "Tuncar"

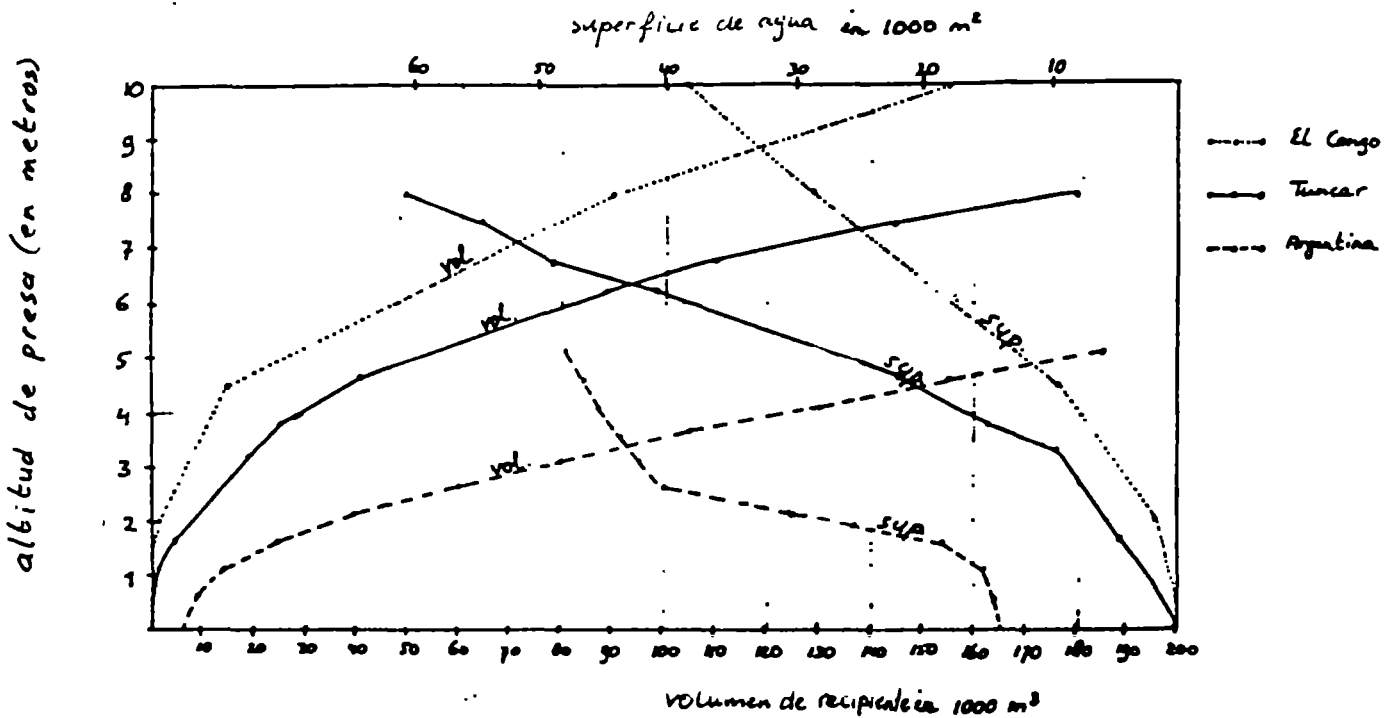


Fig. 5.6. Level area reservoir and volume curve para los sitios de presa "Tuncar", "El Congo" y "Argentina"

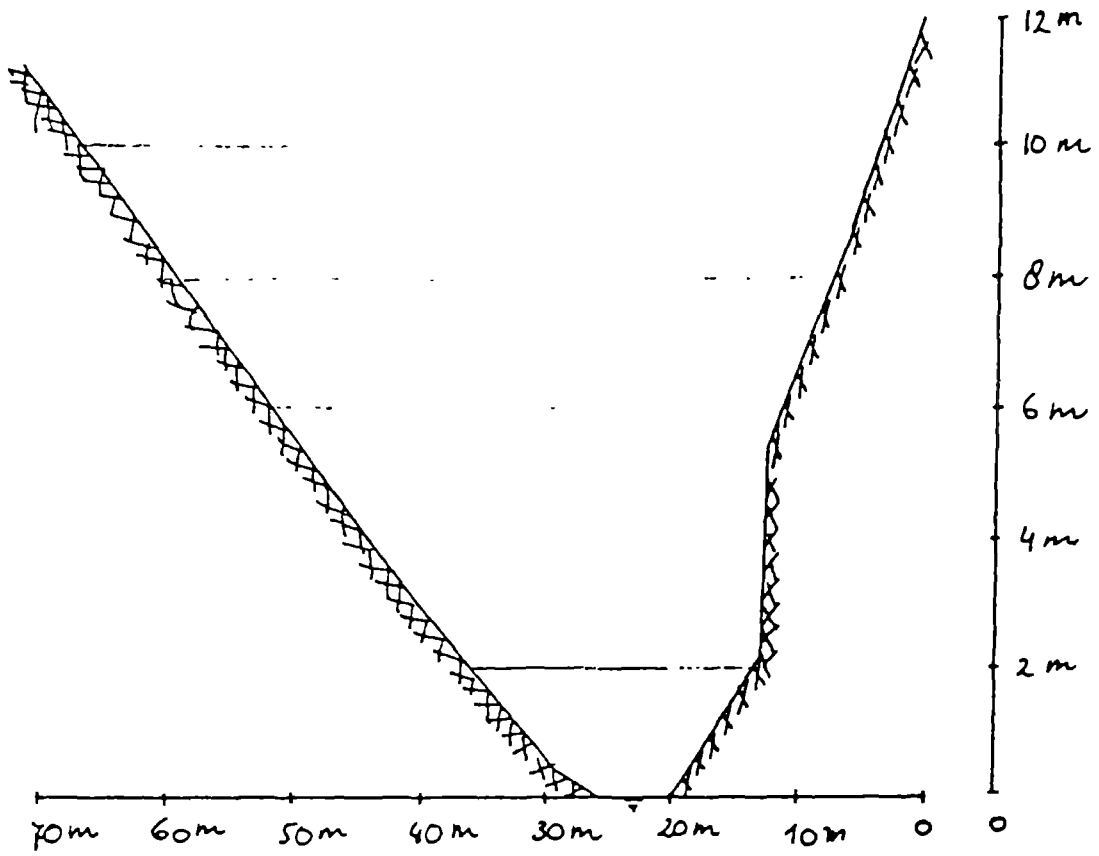


Fig. 5.7. Perfil del sitio de presa "El Congo"

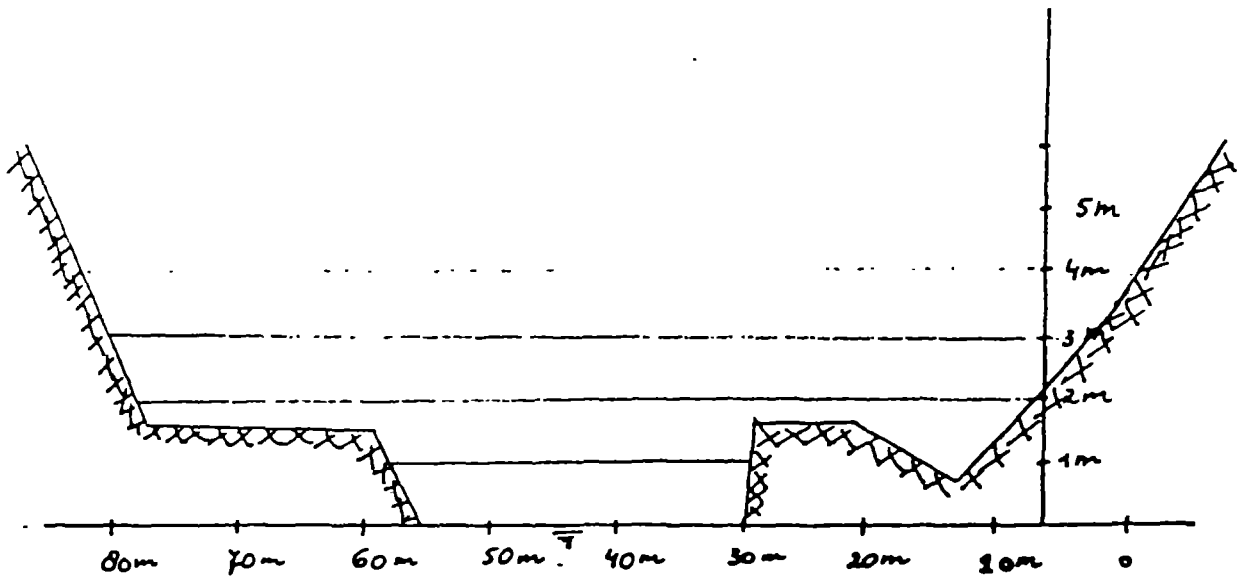


Fig. 5.8. Perfil del sitio de presa "Argentina"

Deficiencias para el diseño

Para hacer un diseño económicamente responsable de un recipiente de presa ha de disponerse de una serie de datos básicos. En lo anterior ya se mencionaron los datos que faltan para la determinación del contenido de depósito útil requerido del río Tesorero.

Para establecer las dimensiones de los desagües y de los escapes sobre la presa y dentro de ella, también se necesitan valores que representen los caudales máximos y los niveles de agua. Para el diseño de una instalación depuradora es necesario poder disponer de más datos acerca de la calidad físico-química y bacteriológica del agua fluvial. Actualmente también falta o está, pero en un grado insuficiente.

Construcciones requeridas y costes globales

Cuando hayan sido realizadas suficientes mediciones puede decidirse extraer agua fluvial para el abastecimiento de agua potable mediante una presa con recipiente correspondiente en el río. Para conducir el agua a través de un depósito desde el río a Camoapa se necesitan, globalmente, las siguientes construcciones: una presa, una construcción de entrada para extraer el agua del depósito, una línea de conducción, una instalación depuradora para hacer que el agua sea potable y un número de bombas para conducir el depósito a la ciudad puesto que los ríos están ubicados a menor altura que la ciudad.

Los costes totales de esta forma de ganancia de agua se han estimado en 39 millones de córdobas, lo cual equivale, más o menos, a 2,3 millones de florines holandeses (véase el suplemento 5.10).

Ha de ser observado que el INAA carece de mucha experiencia en el terreno de la ganancia de agua de una presa con recipiente correspondiente en el río. Esto podría crear problemas a la hora del diseño, la planificación y la ejecución.

Purificación

El agua superficial, como fuente para agua potable, requiere, en general, una depuración más intensiva que en el caso de agua subterránea debido a la sospecha higiénica y a las materias indeseadas que se encuentren en el agua. La depuración de agua superficial no se ha aplicado mucho, hasta ahora, en Nicaragua. La mayor parte del agua potable es agua subterránea. Después de la revolución, el Departamento de Diseños del INAA comenzó a desarrollar instalaciones depuradoras de tres tipos distintos:

a. Coagulación-floculación sedimentación-filtración rápida en arena-clorificación.

Este es un método con el que por medio de los productos químicos e instalaciones de mezcla añadidos se fomenta la formación de copos más grandes de las materias que

están en el agua. Así, éstas se van hundiendo y son eliminadas posteriormente. Las materias indeseadas restantes se eliminan después por medio de filtración rápida en arena y es aplicada la clorificación para la seguridad higiénica.

- b. Filtración lenta en arena con tratamiento anterior y clorificación de seguridad.

Con este método se conduce el agua a una velocidad pequeña a través de un complejo de arena con lo cual se mejora mucho tanto la calidad bacteriológica como la calidad físico-química. Un tratamiento anterior puede ser necesario si la turbiedad y el color del agua sin elaborar son algo demasiado elevados; la clorificación de seguridad es necesaria para garantizar la fiabilidad bacteriológica hasta que llegue al consumidor.

- c. Superfiltración.

Con esto se conduce el agua a través de dos filtros de gravilla y de arena que están colocados uno detrás del otro.

El INAA aspira a tener diseños "standard" de una dimensión fija, aplicables a varios casos (los llamados módulos). Según el número de habitantes y del crecimiento de la población pueden construirse varios módulos en distintas fases de tiempo. El INAA ya tomó durante 1984 y 1985 unas cuantas muestras de los dos ríos que son tomados en consideración para la ganancia de agua superficial para Camoapa, y de ellas ha determinado varios parámetros físico-químicos que son de importancia para la calidad del agua potable. Los resultados se mencionan en el suplemento 5.10 con las normas que maneja el INAA para agua potable. De esto se deduce que el color y la turbiedad del agua son superiores a lo admisible. Los restantes parámetros cumplen la norma, menos una vez, solamente, en el caso del grado de hierro. De los resultados se puede sacar la conclusión, por el momento, que se puede aplicar una instalación depuradora del tipo b.; esa es de filtración lenta en arena con un eventual tratamiento anterior de filtración horizontal a través de un conjunto de arena gruesa y de grava y una clorificación de seguridad. Porque es el caso que la filtración lenta en arena tiene muchas ventajas con respecto a otros sistemas (van Damme & Visscher):

- es el sistema de depuración simple más completo que influye positivamente tanto parámetros bacteriológicos como un número de parámetros químicos y físicos
- si son efectivos el manejo y la conservación y si se parte de una calidad aceptable del agua bruta, entonces el producto final, en general, no contendrá organismos que originen enfermedades
- si es deseable la clorificación de seguridad del agua filtrada, sobre todo allí donde se interrumpe regularmente el abastecimiento de agua, pero muchas veces no puede ser asegurada. La aplicación de filtración lenta en arena tiene entonces la gran ventaja sobre otros

sistemas de depuración de parar efectivamente organismos que originan enfermedades

- la sencillez de la instalación posibilita su construcción con materiales y conocimientos locales, sin que sean necesarios bienes de importación caros
- el manejo y la conservación es sencillo y barato, no requiere productos químicos y puede ser ejecutado después de un breve cursillo por la gente local
- la filtración lenta en arena ya es en estos momentos, partiendo de los costes de construcción y de mantenimiento, la alternativa más barata. Los precios de energía crecientes y de los productos químicos harán que a balanza se incline cada vez más a favor de la filtración lenta en arena.

La desventaja es que se necesita relativamente más superficie de suelo que para los otros dos tipos de depuración de agua. Puede resultar difícil encontrar en Camoapa un terreno lo suficientemente grande. Pero cuando sea el momento, eventualmente, de diseñar una depuración para el agua de superficie para Camoapa, entonces el INAA ya tendrá unos cuantos años de experiencia práctica a las espaldas con los distintos tipos (véase también el suplemento 5.9.) y podrá hacerse mejor la selección definitiva.

5.1.3. Preferencia en cuanto a la ampliación de la ganancia de agua

Debido a que las posibilidades de ampliación comentadas en los dos epígrafes anteriores ofrezcan diversas perspectivas, el ISP quiere esclarecer su preferencia para una de las dos alternativas.

El ISP piensa que hay una posibilidad razonable de ganar agua subterránea extra, como viene indicado en el epígrafe 5.1.1. Por esto se ha decidido por este modo de ampliación del abastecimiento de agua.

Un argumento importante es que la ganancia de agua subterránea sea, en general, mucho más barata que la de agua superficial (aprox. 6 veces, véase suplemento 5.12). Se explica por los siguientes motivos:

- Con la ganancia de agua subterránea no se necesita una amplia instalación depuradora, sino que basta una instalación de desinfección relativamente sencilla (eventualmente con una torre de oxigenación). Quiere decir costes de construcción más reducidos, pero también menores costes de mantenimiento, de funcionamiento y de personal.
- La perforación de pozos y la adquisición de bombas no son nada en comparación con la construcción de una presa.

Además, en el caso de Camoapa, hay unas cuantas ventajas unidas al lugar de la ganancia de agua subterránea (el llano descrito en el epígrafe 5.1.1.) en comparación con los sitios de presa mencionados en el epígrafe 5.1.2., que

también son un argumento a favor de que la ganancia de agua subterránea sea más barata, a saber:

- El hecho de que el llano esté más cerca de Camoapa y que así necesite una línea de conducción más corta.
- El desnivel que hay que remontar desde el llano hasta Camoapa es inferior al de los sitios de presa hasta Camoapa.
- El llano tiene una mayor accesibilidad.

Otra ventaja es que el INAA tenga mucha experiencia con la ganancia de agua subterránea, mientras que es algo nuevo la construcción de una presa.

Una investigación ulterior tendría que echar luz sobre si hay efectivamente suficiente agua subterránea. Si resultara lo contrario habrá que verse por medio de un estudio posterior si se pasa a sólo la ganancia de agua de superficie o a un sistema que sea abastecido tanto por agua subterránea como por agua de superficie. Con esta última posibilidad han de tenerse en cuenta los problemas químicos que pueden esperarse con la mezcla de dos tipos de agua distintos.

Para no excluir la posibilidad de la ganancia de agua superficial de antemano, se tendrá que continuar, por el momento, con las mediciones en el río Tesorero junto a Tuncar.

5.1.4. Distribución y almacenamiento

A largo plazo debería de intentarse ampliar el abastecimiento de agua de una red de distribución en sólo el centro a toda la ciudad. El agua de la red puede ser provisionada a los consumidores de dos maneras: a través de puestos públicos o a través de instalaciones domésticas. Con una instalación doméstica el consumidor puede tomar agua directamente de la llave en su casa de una manera ilimitada y puede conectar sobre ella en su casa más puntos de toma: es, pues, una conexión privada. Esto no es el caso con puestos públicos, es una conexión colectiva. Un puesto público es un sitio donde hay conectados varias llaves sobre la red de tubos y es de acceso público para todos los consumidores de la zona que tengan ese derecho. Para conseguir el agua, el consumidor ha de andar una distancia desde su casa hasta el punto de toma, lo cual influye de una manera limitadora sobre el uso individual de agua. El consumidor en Nicaragua paga menos para el uso y la construcción de una instalación doméstica que para el uso de un puesto público con un consumo inferior a 350 lpppd (esto es muchísimo), pero la utilización de un puesto público es mucho más barato para el consumidor en Camoapa que la compra de agua a particulares, tal como están obligados a hacer ahora (véase epígrafe 4.3).

Hay, globalmente, tres posibilidades para la ampliación de la red de agua potable:

- a. La construcción en toda la ciudad de puestos públicos,

sin permitir nuevas instalaciones domésticas. Esto quiere decir que hay que construir en los barrios periféricos nuevos tubos con sólo puestos públicos conectados a ellos. En el centro se conectan a los tubos existentes unos cuantos puestos públicos para aquellos que en este momento no posean una instalación doméstica.

- b. La construcción de puestos públicos en los barrios periféricos y la permisión de nuevas instalaciones domésticas en el centro.
- c. La provisión de Camoapa, en su totalidad, de instalaciones domésticas. Esta es la ampliación de más alcance, pero también la más cara.

Con las posibilidades a. y b. se mantiene, al igual que en la situación actual, la diferencia entre el centro y los barrios periféricos. Pero sí hay, en todo caso, un mejoramiento con respecto a la situación actual y la posibilidad de realización es mayor que en el caso c.

En el epígrafe 4.4. se ha mencionado la cuantía de la necesidad de agua, estimada por persona por día con un modo de distribución determinado. Para una instalación doméstica rige la norma de 135 lpppd con una provisión diaria regular, mientras que en un sistema de distribución bidirario habría que contarse con 110 lpppd. Para un puesto público podría contarse para los primeros años siguientes con una norma mínima de 27 lpppd, debido a que entonces hay todavía suficiente agua de pozo complementaria, pero con el rápido incremento poblacional actual esto sufrirá un cambio dentro de algunos años por el agotamiento de la reserva subterránea de agua en la ciudad. Para un cálculo a largo plazo, como es el caso aquí, sólo se manejarán por eso las normas de base de 47 lpppd para la necesidad de agua mínima y de 60 lpppd para la necesidad media. Los consumidores están conectados a la red de tubos actual a través de instalaciones domésticas (aprox. 4000 personas). Puntos públicos no se dan. De una manera dispersa hay todavía un gran número de casas junto a la red sin instalación doméstica, pero que sí serían tomadas en consideración con una suficiente oferta de agua. Ahora se calcula que en el año-diseño 2005 habrá 8000 personas que vivan junto a la red de tubos (= centro) y 17000 en las restantes zonas (= barrios periféricos), partiendo del incremento de habitantes (mencionado en el epígrafe 2.2.) de 11.000 personas de 1985 a 25000 personas para el año 2005. Se han acoplado a las tres formas posibles de ampliación las distintas normas para la necesidad de agua individual. Partiendo de aquí se ha calculado la necesidad de agua total de Camoapa para el año 2005. El resultado se menciona en la tabla 5.1. En esta tabla no se ha incorporado la combinación de la norma máxima para una instalación doméstica con la norma mínima para un puesto público, debido a que esta combinación proporcione una desigualdad demasiado grande entre el centro y los barrios periféricos. En la última columna, que es la cantidad de agua a

ganar, se ha partido de un total de pérdidas por fugas en el sistema de un 20%.

Los tubos con puestos públicos y aquellos con instalaciones domésticas pueden estar directamente interconectados de modo que reciban todos a la vez agua. Pero también se puede hacer una división en dos entre instalaciones domésticas y puestos públicos. Esto último es el caso con la aplicación de la norma de 110 lpppd para instalaciones domésticas. Aquí puede pensarse en un sistema de división donde una mitad de la red con instalaciones domésticas, reciba un día agua y la otra mitad en otro día, mientras que la red con puestos de toma públicos reciba agua todos los días.

tabla 5.1. Necesidad de agua total de Camoapa en el año 2005 con distintas posibilidades de ampliación de la red

caso	instalaciones dom.			puestos publ.			demanda total (m3/d)	a sac: (m3/d)
	número de hab.	norma (lpppd)	demanda (m3/d)	número de hab.	norma (lpppd)	demanda (m3/d)		
a-1	4.000	110	440	21.000	47	987	1427	1712
a-2	4.000	110	440	21.000	60	1260	1700	2040
a-3	4.000	135	540	21.000	60	1260	1800	2160
b-1	8.000	110	880	17.000	47	799	1679	2015
b-2	8.000	110	880	17.000	60	1020	1900	2280
b-3	8.000	135	1080	17.000	60	1020	2100	2520
c-1	25.000	110	2750	0	--	0	2750	3300
c-2	25.000	135	3375	0	--	0	3375	4050

La desigualdad más pequeña en cuanto a la cantidad abastecida a consumidores de puestos públicos y de instalaciones domésticas es la que se da en los casos a-2 y b-2 de la tabla. En la última columna de la tabla se ve un salto muy claro del caso b-3 al caso c-1. Esto es la gran diferencia entre un aplicación o no de puestos públicos.

Con la ampliación de la red podría resultar necesario aplicar dos pilas para mantener una presión suficiente en toda la red, más dado que la pila actual, ya en estos momentos, no la puede ofrecer (véase el epígrafe 4.5.). Podría pensarse, en este caso, en mantener la pila actual y en conseguir una pila nueva a más altura, en otra parte de la ciudad. Esta última ha de ser abastecida entonces a través de una línea de conducción aparte. Las dos pilas podrán entonces abastecer cada una una parte de la red de tubos, o provisionar cada una de agua a una de red de éstas en el caso de redes separadas para instalaciones domésticas y puestos públicos.

5.2. Mejoramiento a medio largo plazo

5.2.1. El pozo MICONS

Este pozo es propiedad del Ministerio de Construcción (MICONS) y está ubicado en el extremo noroeste de la ciudad (véase fig. 4.1.). La parte superior del pozo se encuentra a bastante más altura que los barrios próximos a él. A una distancia de 160 metros y a unos 10 metros más de altura con respecto del borde del pozo hay una pila de acero con un volumen de 3700 gallon (= 14 m³), también propiedad del MICONS. El MICONS ya no utiliza ni el pozo ni la pila. Durante la estancia del ISP en Nicaragua, el INAA inició conversaciones negociadoras con el MICONS sobre la utilización del pozo y sobre el traspaso de la pila. No habían concluido todavía cuando el ISP se marchó. Es decir, el MICONS había hecho promesas orales pero todavía no escritas.

El INAA ya realizó una prueba de bombeo sobre este pozo el 2 de noviembre de 1978 de la cual resultó que se podría utilizar el pozo con una capacidad de producción de 20 gpm = 4,6 m³/h), durante 16 horas como máximo al día.

Hay dos posibilidades distintas para utilizar este pozo para el abastecimiento de agua de Camoapa, a saber la conexión a la red de tubos actual o la conexión a un sistema de tubos aparte e independientemente para los barrios del oeste de la ciudad, donde ahora no hay una red de tubos.

La conexión al actual sistema puede realizarse de una manera bastante sencilla con un tubo corto y con una bomba que bombee, eventualmente, el agua a través de la pila en la parte suroeste en la red de tubos. Este es un sitio de la red de tubos donde los abonados sólo pueden obtener una pequeña cantidad de agua debido a las presiones bajas en el lugar.

Podría aplicarse clorificación del agua en la pila.

Los costes totales serían aproximadamente de 3 millones de córdobas.

La construcción de una red de tubos aparte y que funcione independientemente y alimentado por una bomba sobre el pozo MICONS para los barrios Pedro Joaquín Chamorro y San Martín (véase fig. 5.3.) implica bastante más porque habrán de construirse entonces también tubos de distribución y puestos de toma. Para la toma habría todavía, en principio, dos posibilidades, a saber instalaciones domésticas o puestos públicos. Vista la capacidad de producción reducida (20 gpm) con respecto del gran grupo de consumidores en potencia (aprox. 3500 personas), lo primero no es posible, de modo que queda un sistema de abastecimiento de agua en puestos públicos. Con esto, la cantidad de agua disponible para 1986 puede ser de 20 lpppd y con el crecimiento de población estimado para el año 2000 esta cantidad se habrá reducido a 13 lpppd (si no se ha construido, mientras tanto otro abastecimiento de

agua). Los costes se estiman en aproximadamente 3 millones de córdobas.

Ambas posibilidades anteriormente descritas pueden ser ejecutadas bajo la responsabilidad del INAA, siendo la segunda posibilidad una que puede implicar un alto grado de participación de los habitantes de los barrios implicados.

Cerca del pozo se encuentra un colegio secundario, el INC, que también desea ser conectado a la pila para que llegue el agua para todo tipo de actividades escolares como un laboratorio, deporte y cosas de este tipo. Para esto, la dirección del colegio ya se había puesto en contacto con el MICONS y ya había recibido la promesa de poder utilizar el pozo. El consumo de este colegio se estima en 1500 gallon (=5,7 m³) por semana. Eso es aproximadamente un 1% de la cantidad máxima disponible.

5.2.2. El pozo A-5-80

A unos 530 metros al noroeste del actual campo de pozos, al borde de la carretera a Matamba (que también pasa por el campo de pozos), se encuentra el pozo A-5-80 (véase fig.5.2.). Este se reconoce fácilmente por el tubo de acero que sobresela del suelo u que está soldado por arriba con una chapita de hierro. Para más datos de este pozo véase el epígrafe 4.1.1. tabla 4.1.

Este pozo tiene probablemente una capacidad de al menos 20 gpm. Pero para el valor correcto el INAA tendría que realizar todavía al menos una prueba de bombeo, vistos los resultados de la última prueba de bombeo (véase el suplemento 4.2.), donde se constató un descenso del nivel considerablemente grande.

El pozo puede ser conectado a la línea de conducción ya existente con un tubo aparte desde el campo de pozos. El INAA tiene dibujos ya completamente desarrollados para la construcción de ese tubo de cemento de asbesto con un diámetro de 76 mm. (3 inch).

La puesta en explotación de este pozo supondría un aumento de la producción actual en por lo menos un 22%. Pero la construcción del tubo es cara porque tiene que ser hecha en el suelo rocoso muy duro del lugar, es decir con buenas herramientas y probablemente con dinamita. La adquisición de tubos también es cara debido a que han de ser importados. Además, el tendido eléctrico actual habrá de ser prolongado del campo de pozos al pozo A-5-80. Los costes totales se estiman en 1,2 millones. Debido a estos elevados costes el INAA no ha emprendido nada con este pozo.

5.3. Mejoramientos a corto plazo

5.3.1. Pozos públicos

En la medida que sea conocido por nosotros, se encuentran en Camoapa en estos momentos 14 pozos públicos. Abastecen ahora a aprox. 1/8 parte de la población su necesidad de agua durante el verano.

Los pozos a menudo se ven afectados por una serie de problemas. Los más frecuentes en pozos públicos son los de la mala calidad del agua, la mala accesibilidad (sobre todo durante el tiempo de lluvias), un déficit de agua y unas facilidades demasiado limitadas para lavar y para bañarse. Durante los meses de mayo y de junio el ISP, en colaboración con la población y el CDS posee, en principio, la estructura básica necesaria y los conocimientos profesionales para llevar a cabo un pequeño proyecto de agua.

El mejoramiento de los pozos públicos es una cosa que puede iniciarse a muy corto plazo. Los costes estimados de un mejoramiento de pozo son de aprox. 80.000 córdobas (= aprox. 4800 florines holandeses, con un curso de 1:16,70).

Antes de pasar a mejorar los pozos públicos, es necesario evaluar los resultados del primer mejoramiento de pozo, tanto a nivel social como a nivel técnico. La pregunta más importante en este asunto es si se terminó el proyecto. Si la respuesta es positiva, entonces surge la pregunta: se ha mejorado la situación notablemente?, cómo se organiza la supervisión? Si la respuesta es negativa: porqué no se terminó el proyecto? Las experiencias vividas por el ISP, en combinación con una descripción general de los mejoramientos de pozos públicos, están en el informe "Mejoramiento de pozos".

5.3.2. Adaptaciones del actual sistema.

Para mejorar el abastecimiento de agua potable a nivel cualitativo pero sobre todo a nivel cuantitativo puede pensarse en un número de adaptaciones en el sistema de agua potable actual del INAA. Estas adaptaciones se describen a continuación.

Tal como ya se mencionó anteriormente, las pérdidas es uno de los paámetros más importantes para poder juzgar el estado de conservación del sistema. Para poder establecer estas pérdidas con una precisión razonable, todas las instalaciones domésticas y todas las bombas deberían de tener un medidor. Dado que en Camoapa esto es sólo el caso parcialmente, deberían de hacerse unas cuantas cosas en este terreno.

Independientemente del conocimiento exacto de las pérdidas, no se conocen los lugares donde se producen esas pérdidas. Para incrementar la eficacia del funcionamien-

to, pero sobre todo porque en el fondo la gente no se puede permitir despilfarrar la ya muy reducida cantidad de agua disponible, sería necesario detectar las fugas en la red de distribución y en la línea de conducción y repararlas. Esto también pararía una penetración eventual de agua contaminada y mejoraría así la calidad del agua.

Para asegurarse de que el agua de tubo no sea una fuente de enfermedades, ésta tendría que ser bacteriológicamente segura. Según los resultados de los exámenes llevados a cabo por el MINSA (véase 4.1.5.) esto no es el caso en Camoapa. Así pues, debe de ser tomada en consideración la desinfección. Véase para posibilidades en este campo el epígrafe 5.1.

Se podría realizar una investigación sobre el grado de adhesión y de incrustación en los tubos y sobre las posibilidades de eliminarlas eventualmente, porque de este modo disminuirá la pérdida de presión por fricción en los tubos y porque subirá la calidad del agua. Desinfección evitará nueva adhesión en el futuro y se necesitará una dotación de cloro más baja en el caso de tubos "limpios". En cuanto a la red de distribución y el sistema de redistribución podrían considerarse las siguientes adaptaciones (véase también el suplemento 5.10). Para los números mencionados, véase la figura 5.9.

- la aplicación de un tubo extra con dentro de él una válvula entre el punto 40 y el tubo 51-55 para poder manejar mejor las conexiones al final de la red y para poder continuar el abastecimiento de agua en esa zona en el caso de una ruptura de tubo en el tubo 41-51
- la utilización de la válvula en el tubo 5-15 cuando se abastece al sector norte para una mayor seguridad de la provisión de agua
- la apertura y el cierre simultáneos de las válvulas 1 y 2, en lugar de manejarlas alternativamente, posibilitaría la afluencia de agua hacia las zonas I y II de dos lados, lo cual sería favorable para la distribución de agua en esta parte de la red.

Para un análisis más amplio de las posibilidades de adaptación con respecto al sistema de redistribución y a la red de distribución véase también el suplemento 5.10.

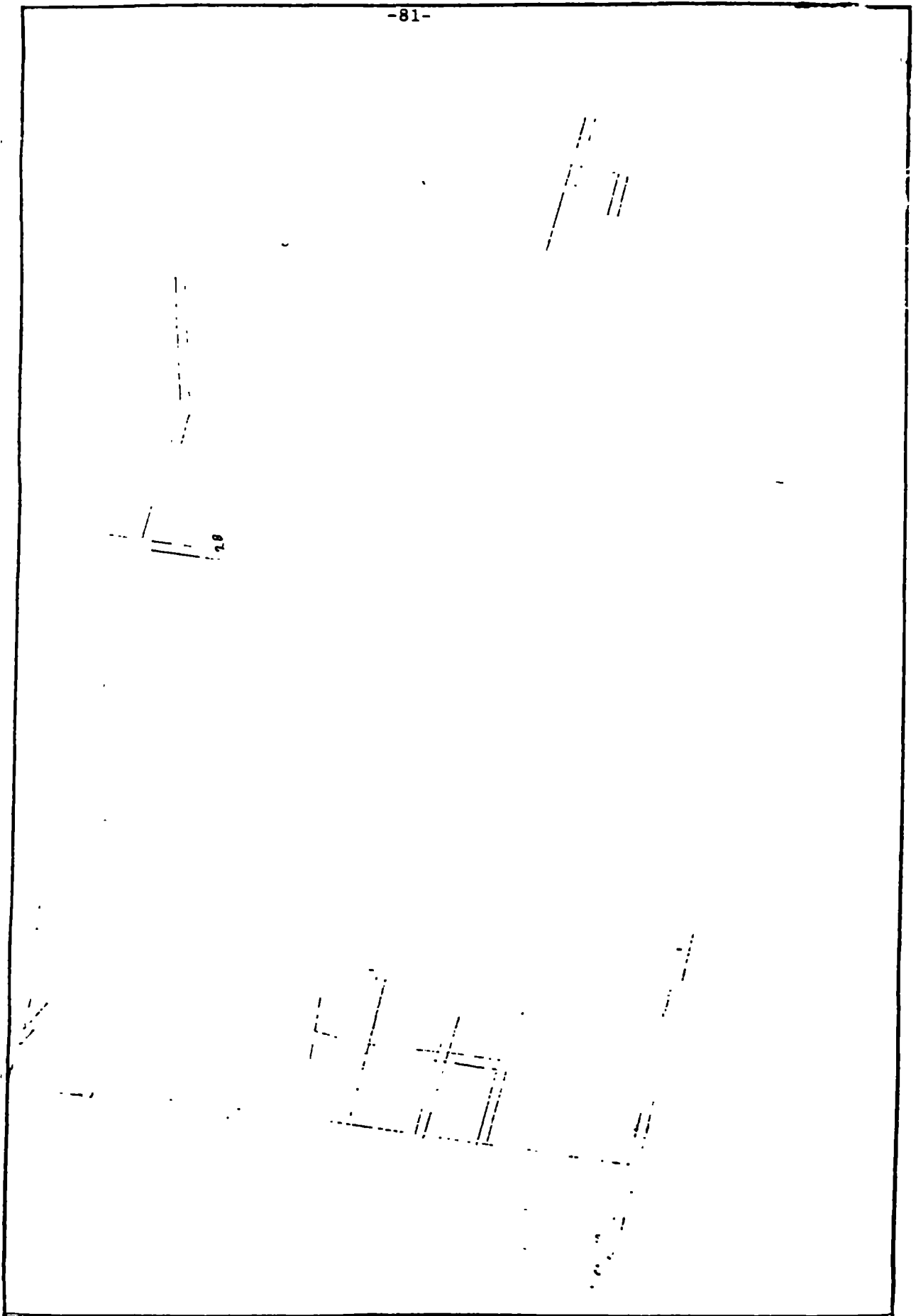


Fig. 5.9. Camoapa, red de distribución. Escala: 1:5700.

6. RECOMENDACIONES PARA LLEGAR A UN MEJORAMIENTO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

El ISP ha hecho en los capítulos anteriores un inventario del consumo actual de agua y del sistema de agua y estudió las posibilidades para un mejoramiento del actual abastecimiento de agua.

En este capítulo el ISP presenta su consejo acerca del mejoramiento del abastecimiento de agua en Camoapa, que se divide en 7 recomendaciones.

El consejo contiene una serie de elementos acerca de un mejoramiento inmediato de la situación de agua pero está en buena parte enfocado en una investigación ulterior. En las recomendaciones se ha optado por el camino de la progresividad y se aspira a que cada habitante de Camoapa vea satisfecha su demanda de agua en la medida de lo posible.

Progresividad, porque el ISP parte del supuesto de que no es alcanzable, tanto financiera como técnicamente, una solución total del problema de agua a corto plazo o a medio largo plazo.

Los puntos de partida para las recomendaciones del ISP, siguiendo el objetivo de trabajo que el ISP se propuso durante la investigación, son:

1. Las soluciones han de ser estructurales y han de encajar en una estrategia enfocada hacia el mejoramiento del abastecimiento de agua a largo plazo.
2. Deben de ser tenidas en cuenta las prioridades tal como son formuladas por las organizaciones y instancias interesadas. En esto también tiene un papel la capacidad ejecutiva y de supervisión de las organizaciones y instancias. El INAA, que es el primer responsable de la construcción y de la supervisión de sistemas de agua potable, concede prioridad a las soluciones a largo plazo. Los representantes de la población (junta, CDS e iglesias) ponen el énfasis en mejoramientos inmediatos a corto plazo, concediendo prioridad a aquellas capas de la población con menos medios.
3. La mayor participación posible por parte de la población y/o sus instancias representativas en la toma de decisiones y en la ejecución de los mejoramientos.
4. Conceder aun más atención a aquellas partes de la población que tengan la menor posibilidad de acceder al agua y que tengan la menor cantidad de medios para cambiarlo ellos mismos.
5. Minimización de los costes. Para que las posibilidades de realización del proyecto sean las máximas, los costes de construcción han de minimizarse. Pero esto no tiene que llevar a deficiencias técnicas y sociales o a altos costes de mantenimiento y de gestión. Aparte de prestar atención a intervenciones a gran escala y por eso caras normalmente, también hay que hacerlo con las intervenciones a una

- escala más pequeña, más baratas.
6. Utilizar al máximo trabajo, materiales, conocimientos y habilidades locales. Muchos de los materiales requeridos para la construcción de un sistema de agua potable no pueden ser obtenidos en Nicaragua o sólo a precios relativamente altos. Entre éstos se encuentran bombas, tubos, materiales o accesorios de tubos y instalaciones de depuración. Materiales que sí pueden obtenerse en Nicaragua son, además de otros, el cemento, acero, arena, madera, bloques de hormigón y pequeñas herramientas. Debido a que se trabaja lo más posible con trabajadores y contratistas nicaragüenses ha de ser tenida en cuenta su experiencia.
 7. El medio natural tiene que ser afectado lo menos posible. Siempre tiene que ser tomado en consideración qué consecuencias podría tener la extracción de agua para el medio natural.

6.1. Las recomendaciones

Han sido reflejadas brevemente las recomendaciones en este epígrafe. En el capítulo 7 hay una aclaración de estas recomendaciones.

El orden indicado está basado en el momento en que pueda empezarse con la elaboración y la ejecución de las recomendaciones. El orden de importancia, por tanto, no viene indicado.

1. Adaptar el sistema de agua potable existente en los siguientes puntos (véase el epígrafe 7.1.):
 - colocación de medidores sobre las bombas de agua subterránea
 - colocación de medidores sobre las instalaciones domésticas que no los posean o que los tengan estropeados
 - detección y reparación de las fugas en los tubos
 - detección y eliminación de incrustaciones en los tubos
 - instalación de una depuradora en la pila, después de que hayan sido realizadas mediciones de la calidad
 - evaluación de la producción más alta estimada para las bombas de agua subterránea después de que hubiera sido puesto en explotación el pozo A-2-81 en abril de 1984 siguiendo los índices de consumo de 1985.
2. Preparación y ejecución del plan para abastecer agua a los barrios P.J.Chamorro y San Martín, procedente del pozo MICONS por medio de puestos públicos (véase también el epígrafe 7.2.).
3. Conexión del pozo A-5-80 sobre la red actual de afluencia y de distribución (véase también el epígrafe 7.3.) si resultara de una futura prueba de bombeo una suficiente capacidad.
4. Redacción de un plan para la ejecución de un mejora-

- miento de un número de pozos públicos en los barrios periféricos de Camoapa por parte del CDS, la junta, población y eventualmente la Iglesia (véase también el epígrafe 7.4. y el informe "Mejoramiento de Pozos").
5. Ampliación de la ganancia de agua subterránea. En esto el ISP aconseja una política de doble vía, donde, simultáneamente, se realizan dos partes:
 - realización de dos perforaciones de prueba en el llano al noreste de Camoapa, separadas por una buena distancia entre ellas mismas y del actual campo de pozos; de tener éxito podrían convertirse en pozos de producción
 - realización de investigaciones geohidrológicas fundamentales acerca de las posibilidades de ganancia de agua subterránea, apoyado por el registro semanal de la producción de cada pozo de agua subterránea, del nivel de agua de los pozos de agua subterránea productivos y no productivos, de la temperatura del agua y apoyado por el registro mensual del valor E.C. del agua (véase también el epígrafe 7.5.).
 6. Si se puede ganar suficiente agua, entonces la ampliación del sistema existente por medio de (véase también epígrafe 7.6.):
 - ampliación de la capacidad de almacenamiento
 - colocación de puestos de toma públicos en los barrios periféricos y ampliación del número de instalaciones domésticas en el centro.
 7. A pesar del hecho de que la ganancia de agua subterránea tenga una clara prioridad, el ISP aconseja registrar, no obstante, el caudal del río Tesorero de una manera distinta a la actual, de modo que en el futuro se disponga de datos de río fiables. El ISP también aconseja registrar las precipitaciones con más precisión. Todo esto es de importancia si más tarde resultara que no se puede ganar suficiente agua subterránea (véase también epígrafe 7.7.).

6.2. Planificación cronológica y organización

En la tabla subsiguiente se ha indicado la manera de realizar las recomendaciones del epígrafe 6.1. en el tiempo y las organizaciones y instancias implicadas en esto. Es necesario que los mejoramientos concretos se ejecuten lo antes posible dada la mala situación del agua en Camoapa. Pero también tienen que ser iniciadas a corto plazo las investigaciones y mediciones recomendadas debido a que éstas sólo podrán tener efecto dentro de varios años en la forma de proyectos concretos. Se ha partido de la voluntad de las organizaciones y las instancias implicadas de conceder cierta preferencia a los trabajos en Camoapa, pero si se ha tenido en cuenta el hecho de que para algunos nuevos proyectos primero ha de ser encontrada una

financiación.

tabla 6.1. Planificación cronológica y organizaciones implicadas

Recomendación	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	Instigador	Ejecutor
1. Adaptación del sistema		■	■												INAA-J INAA-M	INAA-J INAA-M
2. Pozo MICONs -comprar pozo y tanque -prueba de bombeo -prueba de calidad -investigación socio-económico -diseño -materiales, plan de operación, financiación -instalación	■	■													INAA-J INAA-J INAA-J INAA-TC INAA-TC INAA-J+TC INAA-J+TC	Micons INAA-J INAA-M INAA-cal. INAA-TC CDS C INAA-M INAA-J+TC INAA-J+TC CDS C
3. Pozo A-5-80 -prueba de bombeo -prueba de calidad -instalación	■	■													INAA-J INAA-J INAA-M	INAA-M INAA-M INAA-M
4. Mejora de pozos		■	■	■											CDS, Junta, Iglesia	CDS, Junta, Iglesia
5. Explotación de agua subterránea -pruebas de perforación -investigación geológica -medir producción, nivel de agua, temperatura -medir E.C.		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	INAA-M INAA-M INAA-M INAA-M	INAA-M o especialista INAA-M y INETER INAA-C INAA-M o -J
6. Extensión del sistema actual -capacidad de almacenamiento -instalaciones nuevas		■	■						■						INAA-M INAA-J+M	INAA-M INAA-M+J+C
7. Mediciones de caudal	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	INAA-M	INAA-M

símbolos usados INAA-M : INAA-Managua
 INAA-J : INAA-Juigalpa
 INAA-C : INAA-Camoapa
 INAA-TC : INAA-Trabajo-Comunitario
 CDS C : CDS Camoapa

7. ELABORACION DE LAS RECOMENDACIONES

7.1. Adaptación del actual sistema

Para posibilitar una evaluación continua del funcionamiento del sistema de agua potable por medio de la determinación de las pérdidas por fugas se recomienda poner medidores sobre las bombas de agua subterránea y aplicar a todas las instalaciones domésticas un medidor que funcione. Esto implicará, probablemente, considerables gastos pero encaja en la estrategia a largo plazo y echará, sin duda, frutos.

Paralelamente, será necesaria la detección y la reparación de fugas. La detección podría realizarse con las instalaciones que tiene el INAA-Juigalpa. Si los materiales de reparación no estuvieran en Camoapa, entonces tendrán que ser provisionados por el INAA-Juigalpa o el INAA-Managua para que sea posible una rápida reparación. No hay que esperar con la detección de fugas hasta que todas las bombas e instalaciones domésticas tengan un medidor, puesto que la reparación será directamente beneficiosa para el sistema y puesto que la provisión de agua mejorará correspondientemente.

Vista la baja calidad bacteriológica del agua abastecida es de primera importancia la aplicación de clorificación. Para ello, la organización de la pila ha de ser remodelada de tal manera que se produzca una buena mezcla. Para esto tiene que ser colocada una valla, tal como viene ilustrado en la figura 7.2. y, además, tiene que ser cerrado el corto circuito que en éstos probablemente se da en el sistema de continuación de la corriente.

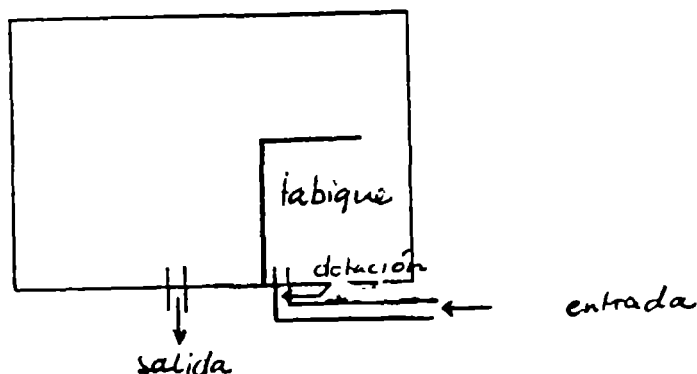


figura 7.1. Mejoramiento de la organización de la pila a favor de la clorificación

La dotación de cloro puede producirse en el momento de entrada. Para la dimensión de la dotación habrá de hacerse un estudio de la calidad del agua que entra, del tiempo de permanencia del agua en los tubos de distribución y del

efecto de esto sobre la calidad del agua abastecida y del efecto de la dotación sobre esta calidad. En combinación con esto sería útil hacer una investigación sobre el grado de adhesión vegetal y de incrustación en el tubo y también sobre las posibilidades para eliminarlas eventualmente en cuanto al mejoramiento de la calidad y de la disminución de la caída de presión. Esto podría ser hecho por medio de una esclusa, pero este método es más idóneo para ser aplicado periódicamente para el mantenimiento de la pureza de los tubos aparte de la clorificación. Tubos que estén muy sucios pueden limpiarse mejor por medio de "cepillos" que son introducidos en el comienzo del tubo y que son empujados hacia adelante por la presión del agua, limpiando así el tubo. Para esto también habrá que desaguar para obtener suficiente presión de esclusa. La pila tendrá que estar llena sin que durante la limpieza se pueda consumir agua. Clorificación solamente está bien, pero es mejor con tubos limpios. La dotación podrá ser entonces probablemente más baja, dado el efecto positivo de tubos limpios sobre la calidad del agua, pero la clorificación también frenará nueva adhesión de organismos en el tubo.

En cuanto a adaptaciones en el sistema de redistribución y en la red de distribución puede decirse lo siguiente:

- la aplicación de un tubo extra, con dentro de él una válvula, entre el punto 40 y el tubo 51-55, sólo podría ser tomada en consideración desde un punto de vista de seguridad de funcionamiento. Pero esta nueva válvula tendría que ser incorporada en el sistema de uniones y tendría que ser abierta o cerrada simultáneamente con la válvula que está en el punto 38.
- la puesta en explotación de la válvula en el tubo 5-15 significará un mejoramiento para la distribución de la presión y también un mejoramiento para la distribución de la presión y también un incremento de la seguridad de funcionamiento. Esta válvula tiene que ser entonces abierta o cerrada simultáneamente con la válvula del punto 2.
- la apertura o el cierre simultáneo de las válvulas 1 y 2 tendrá como consecuencia una distribución de la presión más regular en las zonas I y II así como pues un aprovisionamiento más regular del agua.

De los datos de consumo sobre los meses de mayo hasta diciembre de 1984 no se dedujo que el pozo A-2-81 proporcionara un incremento del consumo. Para obtener seguridad referente a este es necesario comparar los datos de consumo de 1985 con los años anteriores. Si no se puede constatar un incremento podría considerarse la posibilidad de poner fuera de servicio una de las tres bombas en el actual campo de pozos. No necesariamente tiene que ser la que está colocada sobre el pozo A-2-81.

Para poder hacer una elección correcta, las tres bombas tienen que estar provistas de un medidor. Poniendo alternativamente una bomba fuera de servicio durante 24 horas y mirando el número en los medidores de las otras

dos al comienzo y al final de esas 24 horas puede verse la situación más favorable para la producción de agua. Una vez encontrada puede ser trasladada la bomba que quede fuera de servicio para funcionar en otro lugar junto con el medidor correspondiente. Puede pensarse en el proyecto del pozo MICONS (epígrafe 7.2.), el pozo A-5-80 (epígrafe 7.3.) o en su colocación sobre un pozo que todavía habría que ser excavado siguiendo el epígrafe 7.5.

7.2. El pozo Micons

El pozo MICONS puede satisfacer la demanda de agua de los barrios P.J. Chamorro C. y San Martín a través de una red de distribución con puestos públicos o anadiendo agua a la red de distribución existente. Los barrios P.J. Chamorro C. y San Martín pertenecen a las partes más pobres de Camoapa. Sobre todo durante el verano se depende para la obtención de agua de los pozos o de los vendedores que si poseen una instalación doméstica. El mejoramiento de la situación de agua en estos barrios tiene preferencia para la junta municipal, el CDS y las iglesias.

Puesto que nuestra atención está enfocada hacia el mejoramiento de la situación de las partes más pobres de Camoapa, el ISP prefiere construir una red de distribución con puestos públicos en los barrios de P.J. Chamorro y San Martín.

Después de que el INAA haya recibido dentro de su gestión el pozo y la pila y después de que de una prueba de bombeo haya resultado la capacidad productiva y la calidad del agua, se tiene que llevar a cabo una investigación entre los habitantes de los barrios P.J. Chamorro y San Martín para conocer su opinión acerca de un sistema de abastecimiento de agua por medio de puestos públicos. Porque es de primera importancia que los habitantes también lo apoyen, puesto que son ellos quienes van a ser los usuarios y puesto que se les va a integrar en la construcción, el mantenimiento y la gestión del sistema.

El ISP ya mantuvo contactos al respecto con el CDS central y el CDS del barrio, la representante local del INAA y con el departamento Trabajo Comunitario del INAA. Ellos llevarían a cabo esta investigación, en una mútua colaboración en cuanto hubiera seguridad acerca sobre la utilización y la calidad del agua del pozo.

Si esta investigación tuviera resultados positivos, entonces, nuevamente con el común acuerdo de los habitantes, se pueden determinar los sitios exactos de los puestos y se puede montar un sistema de gestión en el que estén integrados los horarios de apertura, un responsable para cada puesto, pago y tarifas, un fondo de reservas para pequeñas reparaciones y participación del INAA. Los habitantes del barrio también pueden ser integrados en la construcción del sistema, sobre todo en la excavación de

Fig 7.2. Sistema con puestos publicos y pozo MICONS.



canalones para las tuberías y en la colocación de tuberías. Esto tendrá el efecto de reducir los costes y puede reforzar el sentimiento de responsabilidad de los usuarios con respecto del sistema. En esto puede tener un papel importante el departamento Trabajo Comunitario del INAA, debido a su experiencia con este tipo de sistemas en otros lugares de Nicaragua (véase para una descripción del departamento Trabajo Comunitario el suplemento 7).

Vistas las cantidades de agua potencialmente disponibles en el futuro para los habitantes (20 lpppd), no se pondrá hacer una tupida red de puestos públicos, sino sólo 7 u 8, distribuidos sobre dos barrios. Los tubos que para ello han de ser colocados si deberán de tener un diámetro bastante grande (de 4" a 6") enfocadas hacia la construcción, a largo plazo, de una red de puestos públicos en torno a toda la ciudad. En éste se integraría el sistema pequeño, aquí comentado.

Dentro de la pila se puede aplicar un sistema de clorificación sencillo para asegurar la fiabilidad higiénica del agua. Con este tipo de sistema el INAA ya tiene experiencia.

En cuanto a las horas en que abren los puestos públicos y los horarios de trabajo, lo siguiente: de la prueba de bombeo de 1978 resultó que el pozo podría producir 20 gpm durante 16 horas como máximo por día. Lo más lógico es entonces dejar la bomba fuera de servicio durante la noche. También hay que tener en cuenta que los picos en la demanda de agua se producen al comienzo y al final del día (Duin, 1983).

Un esquema de funcionamiento podría ser entonces de este tipo:

- la bomba funciona de 6.00 hasta 22.00 h. de manera continua con 20 gpm.
- de 19.00 hasta 22.00 h. sólo se llena la pila, no habrá una toma de agua a través de los puestos
- a las 6.00 h. de la mañana puede empezarse con la distribución a través de los puestos, con una pila rellena y con la bomba en funcionamiento.

En la figura 7.3. se ha dibujado un posible plano del sistema MICONS con siete puestos públicos.

7.3. Pozo A-5-80

La conexión del pozo A-5-80 al sistema actual incrementa la oferta de agua. Esta es la única posibilidad de ampliación que se puede hacer dentro de un plazo de tiempo corto. La ampliación es relativamente barata y de carácter estructural. Pero no existe seguridad acerca de la capacidad del pozo. El ISP aconseja realizar una prueba de bombeo lo antes posible para determinar la capacidad del pozo. Si esta resulta ser suficiente, el pozo puede ponerse en explotación, siguiendo los planes del INAA

existentes.

7.4. El mejoramiento de pozos

En Camoapa se puede iniciar el mejoramiento de los pozos públicos y la adaptación del sistema actual a corto plazo, es decir que la construcción se empezaría dentro de algunos meses.

Los pozos públicos (véase también el epígrafe 4.2. y el informe "Mejoramiento de pozo") están mayoritariamente en las partes más pobres de Camoapa. Adaptación de los pozos, tal como el mejoramiento de la calidad del agua y la accesibilidad a y el incremento de la oferta de agua, conduce a una mejor situación del agua para la población interesada y descarga el sistema del INAA. El mejoramiento de pozos públicos está en la lista de prioridades de la junta municipal, el CDS y las iglesias.

La elaboración de planes y la ejecución de mejoramientos es algo que el CDS puede hacer, en colaboración con la población con costes relativamente bajos. Esto puede hacerse, eventualmente, con la ayuda de un consejero externo. En este, es muy importante sacar conclusiones de las experiencias obtenidas con el mejoramiento del pozo público en el barrio A.C.Sandino. El ISP aconseja, en función de estas experiencias, pasar al mejoramiento, lo antes posible, de pozos públicos.

Pero el mejoramiento de los pozos no debe tener como resultado que éstas partes de Camoapa no sean tomadas en consideración, en el futuro, para una ampliación de la red de distribución (véase epígrafe 7.6.).

7.5. Ganancia de agua subterránea y examen geohidrológico

El ISP ha manifestado en el capítulo 5 su preferencia por la ampliación de la ganancia de agua subterránea, antes que la ganancia de agua de superficie. También se vio allí que esto se podría hacer lo más óptimamente en el llano al noreste de Camoapa (véase figura 7.1. y fig.7.2.).

Para mejorar allí en el futuro la ganancia de agua subterránea, pueden escogerse dos opciones: "trial and error" y la de investigaciones fundamentales. Parece sensato no elegir sólo una, sino llevar una política donde ambos aspectos estén integrados.

7.5.1. "Trial and error"

Puesto que el INAA ha estado exvavando unas cuantas veces en lugares bastante arbitrarios y puesto que cada vez

encontró agua, podrían hacerse en el llano unas cuantas pruebas de perforación, realizadas de tal modo que se puedan convertir seguidamente en un pozo.

Esta recomendación la sido hecha por el geohidrólogo holandés W.Geirnaert (de la Vrije Universiteit Amsterdam/Universidad Libre de Amsterdam y de la oficina de ingenieros IWACO), que en agosto de 1985 visitó la zona.

Sus propuestas, en parte basadas en una investigación geohidrológica, llevada a cabo en Juigalpa, se refieren a lo siguiente:

- llevar a cabo en el centro del llano dos pruebas de perforación (prueba de bombeo inclusive), que pueden convertirse, en caso de éxito, en pozos de producción.
- elección de dos lugares en el centro del llano a buena distancia uno del otro y de los pozos del INAA existentes (por lo menos 500 m., véase figura 7.2.).
- perforación hasta por lo menos una profundidad de 150 m (aprox. 460 pies).
- el diámetro del hueco tiene que tener como mínimo 8". Así se podrá colocar un tubo de 4" que a partir de los 30 m (aprox. 100 pies) tendrá un filtro con alrededor un "gravel pack". La instalación de esta envoltura de grava tiene que ser muy cuidadosa.

Es grande la posibilidad que los rendimientos sean iguales a los de los pozos actuales.

Según hasta donde llegue la fuerza económica, puede irse investigando el llano, hasta que los resultados de las pruebas de perforación y otras investigaciones no recomienden la elección de otro método de trabajo.

7.5.2. Investigaciones fundamentales

Las investigaciones geohidrológicas fundamentales deben de ir enfocadas hacia:

- la detección de zonas conductivas en el llano al noreste de Camoapa, y
- la determinación de la cantidad de agua que de ellas pueda ser extraída, sin que se produzca un agotamiento del agua subterránea (es decir, la determinación del llamado "safe yield").

Para saber donde están las zonas conductivas y para detectarlas es necesario adquirir un buen conocimiento de la geología en la zona, tanto del caracter de las rocas, su posición respecto de ellas mismas, como de su estructura (fallas y diaclasas). En estos momentos, el INETER trabaja en la corrección de los mapas geológicos de Camoapa y sus alrededores bajo la dirección del geólogo G.Hodgson (con una escala de 1:50.000). El INAA podría mantener en esto algo más contacto con el INETER y entregar allí, eventualmente, una solicitud para una descripción geológica detallada del llano.

Puede llevarse a cabo una investigación (geofísica) más amplia, en función de los conocimientos que sean propor-

cionados por el examen geológico.

Los conocimientos siempre deben de controlarse por medio de pruebas de perforación que tienen que hacerse, como ya se dijo, de tal manera que el hueco perforado pueda convertirse de manera sencilla en pozo.

Cuando se haga una prueba de perforación, también habrá de hacerse una prueba de bombeo para examinar las características hidrológicas de la tierra sacada a la superficie y la capacidad productiva del pozo. La gran variabilidad en la permeabilidad requiere que se hagan los llamados tests de acuífero: a través de una amplia red de pozos de observación (perforaciones existentes que todos ellos están hechos en el mismo acuífero) se observa la reacción del nivel estático en la zona cuando se extraiga agua de un pozo determinado.

Es recomendable repetir este tipo de pruebas de bombeo con frecuencia durante el invierno y el verano (1).

Siguiendo la evolución del nivel estático y corrolando éste con las precipitaciones, puede controlarse si se está agotando el agua subterránea (2). Para ello tienen que ser registrados los niveles de agua de los pozos con más frecuencia y en momentos más regulares y tiene que ser determinada con más precisión la precipitación.

El mencionado Geirnaert recomienda, en este contexto, lo siguiente:

- medición semanal de la producción por pozo
- registro semanal del nivel estático de agua de los pozos de producción y de los no utilizados (véase fig. 5.2 y suplemento 5.8; la fig. 5.2 se encuentra al final como suplemento suelto)

1 En junio de 1985 la empresa McGregor empezó con la perforación de un pozo en el este del llano (véase figura 5.2, número 51). Este pozo tendrá una profundidad de 200 pies y sirve para un centro de desarrollo del MIDINRA que allí irá a construirse. Después se determinará por medio de una prueba de bombeo la cantidad de agua que el pozo pueda producir. Esto proporcionará, tal vez, información interesante acerca de la situación en el llano del agua subterránea.

2 Hay posibilidades de intervenir técnicamente para conseguir un mejoramiento del complemento de agua subterránea. Un incremento de la infiltración en el suelo de agua pluvial puede ser conseguido por medio de la construcción de pequeños diques en el borde del llano en los lugares más bien bajos, de modo que el agua tenga más tiempo para infiltrarse (sin que se vaya inmediatamente por los quebradas).

También puede ser incrementada la reserva de agua subterránea a través de la infiltración forzada (inyección) de agua en los pozos existentes.

En este contexto el ISP, sin embargo, no considera urgente la elaboración de estas intervenciones.

- medición semanal de la temperatura del agua de todos los pozos
- determinación mensual de la EC (conductividad eléctrica) del agua

Colocando un pluviómetro en el llano puede aclararse rápidamente si efectivamente aquí cae más agua pluvial, tal como se argumenta en el suplemento 7.1. Los datos de precipitación de los años precedentes pueden ser adaptados de esta manera para poder obtener un valor más real de la precipitación media anual del llano.

A la hora de sacar conclusiones, debe de tenerse presente que también puede haber otras causas en la disminución de la capacidad de los pozos, sobre todo la obstrucción del pozo (véase epígrafe 6.1.).

7.6. Ampliación del sistema actual

En el epígrafe 7.1.3. se ha hablado del mejoramiento del sistema de distribución y de almacenamiento existente. La elección del abastecimiento de agua, sobre todo entre instalaciones domésticas y puestos públicos, tiene importantes consecuencias para la configuración de la futura red de distribución (y así para las dimensiones del conjunto del sistema de agua potable). La ampliación del abastecimiento de agua se producirá en dos regiones muy distintas.

Para los bordes de Camoapa existen planes de ampliación para la instalación de un sistema de distribución totalmente nuevo. Son preferibles las instalaciones domésticas, si se tiene en cuenta la comodidad de uso de los usuarios. Pero puesto que no es suficiente la cantidad de agua que en estos momentos se pueda ganar, es imposible proveer a toda Camoapa de instalaciones domésticas. Por eso merecen preferencia puestos públicos, donde la necesidad de agua es de 60 lpppd en lugar de los 135 lpppd de una instalación doméstica (véase epígrafe 2.4.). Los puestos públicos tienen además la ventaja que los gastos de instalación sean considerablemente inferiores a los de las instalaciones domésticas. Pero no pueden dejarse de lado eventuales problemas sociales que se pueden producir junto a los pozos públicos. Después de más investigaciones y de conocer las preferencias de los usuarios y del INAA, puede decidirse dónde hay que colocar los puestos públicos y su aspecto. También habrá que estudiarse qué sistema de mantenimiento y de tarifas será el más apropiado.

En el centro de Camoapa ya hay una red de distribución, sobre la cual ya están conectadas muchas casas por medio de una instalación doméstica. La gente que tiene el deseo de ser conectada vive muy dispersamente y por eso no será rentable la instalación de puestos públicos. Por eso prefiere el ISP la colocación en el centro de instalaciones domésticas. La elección de instalaciones domésticas

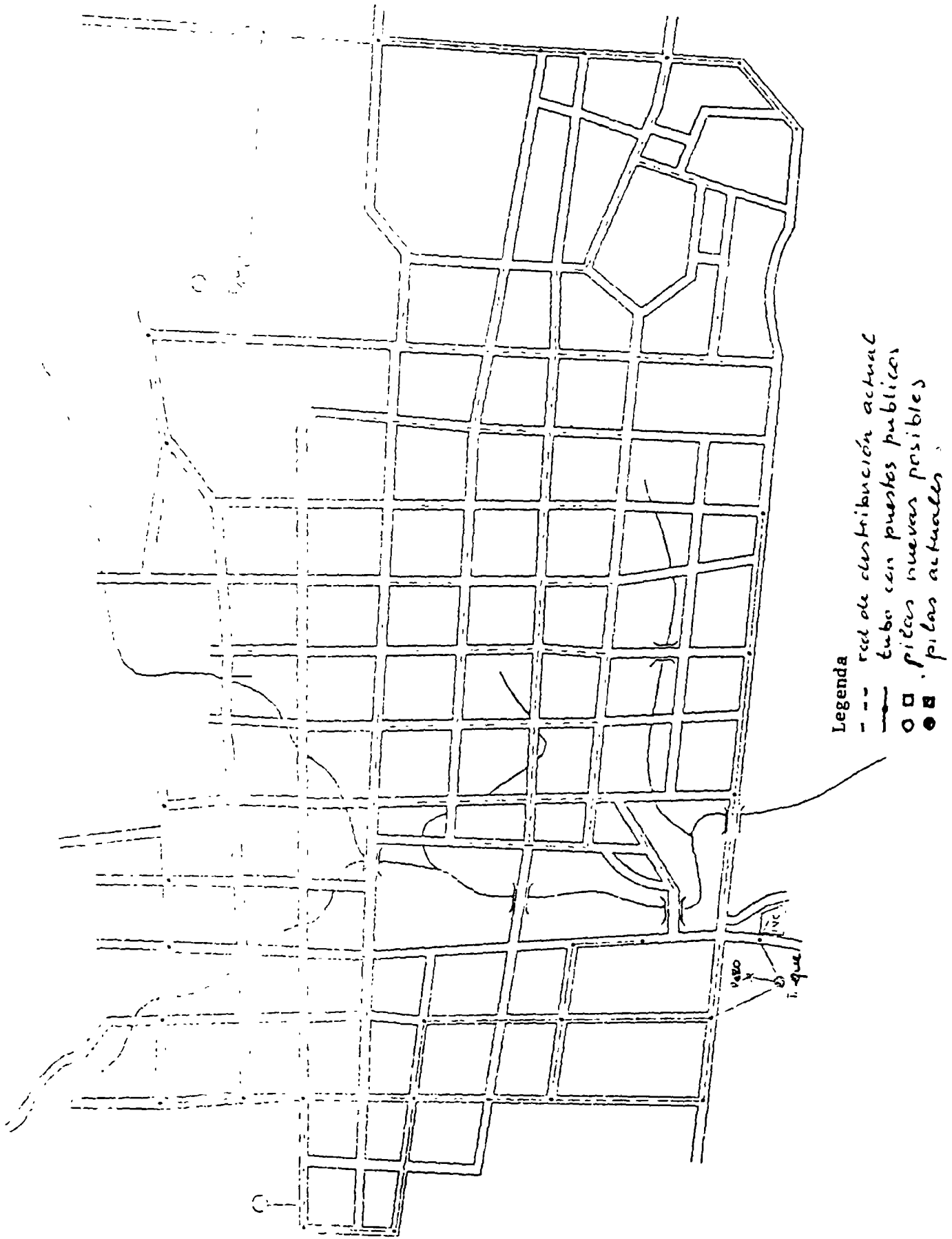


fig. 7.3. Extensiones posibles del sistema de agua potable.

para el centro y de puestos públicos para el borde conduce a una necesidad máxima de agua de 135 lpppd para el centro y de 60 lpppd para el borde de la ciudad. Esto se traduce en una necesidad total de agua de 2520 m³/día y que incluye pérdidas por fugas.

Una posible ejecución de la ampliación de la red de distribución con puestos públicos en los barrios periféricos y con instalaciones domésticas en el centro, tal como la que defiende el ISP, viene dada en la figura 7.4. Aquí se han tenido en cuenta las tuberías ya construidas en los barrios P.J.Chamorro y San Martín y que están conectadas al pozo del MICONS (epígrafe 7.3.).

No tiene que ser considerado como un diseño definitivo, porque todavía no se tiene para nada una buena visión de la evolución del crecimiento poblacional en cuanto a dimensión y ubicación en la ciudad. Para el diseño se ha partido en la figura 7.4. del pronóstico actual de que Camoapa se expandirá por el noreste y por el suroeste. En un momento más avanzado (por ejemplo en el año 1995) el INAA podrá hacer él mismo un diseño definitivo.

A la hora de determinar las dimensiones de las tuberías, tendrá que tenerse en cuenta la posibilidad de que a largo plazo todo la gente en los barrios periféricos se vea conectada a la red de tubos a través de una instalación doméstica. Esto podría ser el caso si se pudiera ganar suficiente agua de una manera razonable económicamente o si el crecimiento pronosticado en realidad resultara ser considerablemente inferior. La necesidad de agua podría ser reducida, eventualmente, aún entonces, con la aplicación de un sistema de distribución bidiraria sobre toda la ciudad.

7.7. Mediciones de caudal

Tal como se ve en el capítulo 5.1.2., las mediciones de caudal realizadas en el río Cacla y Tesorero no son suficientemente fiables como para sacar de ellas conclusiones. Si el INAA se quiere aplicar en el futuro a la ganancia de agua superficial, las mediciones tendrán que ser mejores, de manera que se obtengan datos para el diseño de una presa y un recipiente.

En el capítulo 7.1.2. también se ha indicado de que el lugar más idóneo para la ganancia de agua superficial está el río arriba de Tuncar (véase también la figura 7.4.). Por eso el ISP recomienda continuar las mediciones de nivel de agua y de caudal en las cercanías de este lugar y paralizar las mediciones junto a la estación actual de San Felipe y continuar todavía durante un breve tiempo las mediciones en la estación de Tuncar, de manera que se produzca una transición fluida con las nuevas mediciones.

Puesto que en el río Tesorero las diferencias entre las

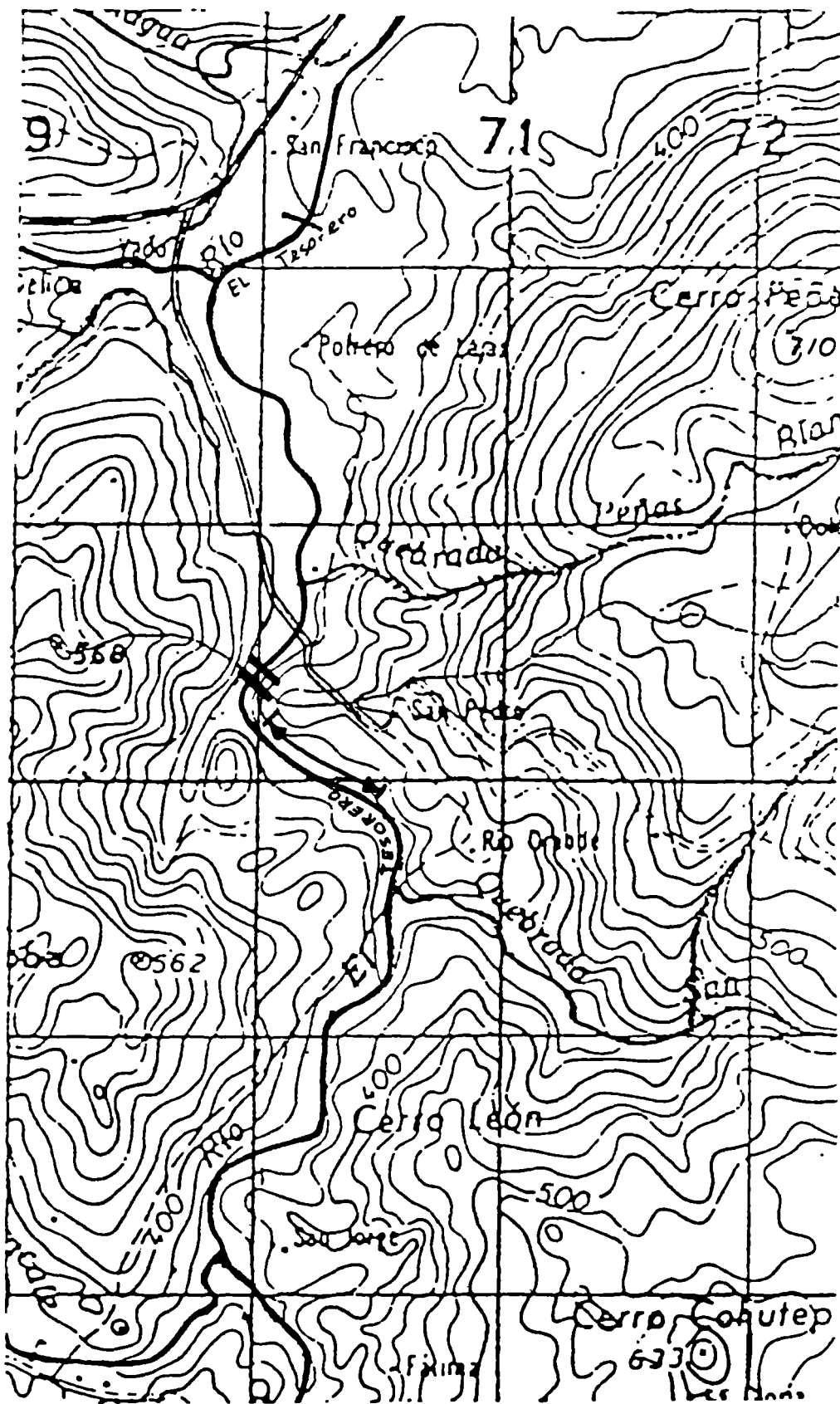


fig. 7.4. Lugares en donde se podría hacer mediciones: cerca de Tuncar.

mediciones de verano y de invierno son grandes, estos caudales no pueden ser medidos con el mismo método. Por eso se comentarán en los siguientes epígrafes por separado los métodos para la medición de caudales bajos y altos.

7.7.1. Caudales de verano

Los caudales de verano en el río Tesorero son muy bajos (en el orden de 160 gpm para el mes de abril). Estos caudales no pueden ser determinados por medio de un molinete, con el que actualmente se miden los caudales, porque entonces la precisión deja desear. Puesto que es importante tener una idea correcta de los caudales bajos de los meses enero/febrero - abril/mayo para determinar la dimensión de un recipiente, es de interés utilizar otro sistema de medición más exacto.

Para ello hay que pensar en un tabique de medición o en un canalón de medición. Si sobre estos dos sistemas hay suficiente desnivel, la medición del nivel de agua del río arriba de la construcción es suficiente para conocer el caudal. Pero la lectura de los niveles de agua si tendrá que hacerse con mucha precisión. Basta con hacer dos mediciones por día por medio de un indicador de nivel de agua fijo, que indica los niveles con respecto a la cima del tabique de medición o con respecto del fondo del canalón de medición y que no está muy alejado de la construcción. La medición del caudal puede hacerse mediante líquidos colorados. Esto se hace midiendo las concentraciones del líquido, que ha sido inyectado en el agua del río arriba del punto de medición. Con esto se puede determinar la dimensión del caudal.

La ventaja de un tabique de medición sobre un canalón de medición es que el primero es más fácil de instalar y mucho más barato. Pero es más grande el peligro de ser danado o la posibilidad de que se obstruya con limo en el caso del tabique, sobre todo durante el invierno cuando está sumergida la construcción. El ISP recomienda por eso colocar dos tabiques, uno detrás del otro para que en el caso de desperfectos o de obstrucción pueda seguir funcionando el otro.

Tanto en el caso del tabique como en el del canalón, ha de cuidarse de que no pueda pasar agua por debajo o por los lados de la construcción, siendo inexacta la información que entonces se obtendría.

En la figura 7.1. se ha indicado el lugar donde se pueden realizar las mediciones y donde se puede colocar, pues, un canalón de medición o una valla de medición.

7.7.2. Caudales de invierno

Las vallas de medición y los canalones de medición ya no cumplirán su función con caudales altos, debido a que quedarán sumergidos. Para medir los caudales altos habrá de elegirse un lugar estable en el río donde las líneas de la corriente sean reactivas. Lo mejor es un lugar con un fondo de roca desnuda y con paredes de roca también. Con la justa elección del lugar hay que evitar nuevamente que el agua pase por debajo o por los lados de la construcción. En el perfil transversal han de medirse por medio de un indicador de nivel de agua los niveles de agua con respecto del fondo del río y ha de establecerse una relación nivel de agua-caudal para este perfil transversal.

Un indicador de nivel de agua tendrá que ser leído con más frecuencia durante el invierno, debido a que entonces los niveles de agua sufren fluctuaciones más grandes y más rápidas que durante el verano. Podría pensarse en una vez cada dos horas y con fuertes lluvias incluso una vez cada hora (3).

Para determinar la relación caudal-nivel de agua tendrá que ser determinado el caudal de un gran número de niveles de agua. Para la determinación de aquellos caudales si se puede utilizar el molinete. Las mediciones se tendrán que hacer probablemente desde una lancha, porque los niveles altos impiden entrar a pie en el río. Se recomienda hacer las mediciones en el período más mojado durante unos cuantos días o semanas seguidos para que también puedan ser medidos valores extremos. Si el molinete no pudiera ser utilizado por algún que otro motivo, pueden utilizarse también flotadores para la medición de los caudales. Este método no es de mucho fiar y requiere un tramo de río recto y uniforme.

El lugar donde podrían realizarse las mediciones tiene que estar cerca del lugar donde se hagan las mediciones de los caudales de verano, de manera que los caudales de verano puedan compararse con los de invierno.

7.7.3. Relación precipitación-caudal

Si no es posible medir los caudales durante más de 5 años, entonces es importante determinar la relación de precipitaciones-caudal en la cuenca del río Tesorero. Para ello es necesario conocer la distribución de las precipitaciones sobre la zona. La red actual de medidores es demasiado suelta para esto, de modo que sería recomendable colocar un número de medidores en la cuenca del Tesorero. Cuando se conozca el modelo de precipitaciones se podrá obtenerse una orientación sobre el caudal del

³ Parece casi imprescindible aquí un medidor de nivel de agua, pero éste es muy caro.

Tesorero en fechas anteriores por medio de los datos de precipitación anteriormente medidos en la estación pluviométrica Camoapa: así se prolonga artificialmente la secuencia de caudales.

7.7.4. Observaciones acerca de las mediciones de caudal

El comentario anterior sobre las mediciones de caudal dista de ser completo. Por tanto es recomendable ver, antes de pasar a las mediciones, en la bibliografía cuáles son las posibilidades, teniendo muy en cuenta cuál es el objetivo de las mediciones, cuál es la precisión requerida y qué es lo que puede salir mal durante las mediciones. Sólo después de esto pueden irse preparando las mediciones para ejecutarlas a continuación. Durante la preparación de las mediciones ha de hacerse, entre otras cosas, lo siguiente:

- determinación del lugar de medición de los caudales de invierno
- determinación del lugar para la medición de los caudales de verano
- diseño de una construcción para determinar los caudales de verano
- determinación del lugar para la colocación de pluviómetros
- redacción de un programa de mediciones
- elaboración de un sistema de registro y de administración.

LISTA DE LITERATURA

Nicaragua

- AMNLAE 1983 Una mujer donde esté deber hacer revolucion.
- Barten, F. 1982 La salud nace con nuestra revolucion in: Derde wereld nr. 1, februari 1982
- Deighton, J. 1983 Sweet ramparts. London.
- Envio 1983 Envio (tijdschrift) Managua.
- Espkamp, K. 1982 Boerentheater in een bevrijd land in: Derde wereld nr. 2, april 1982
- De Groene Amsterdammer 1985 Diverse artikelen
- Hernandez, M.I. 1982 The national liberation struggle and women in Nicaragua in: Mies, M. (ed) National liberation and women's liberation. Den Haag, Institute of social studies.
- Loeters, A. 1982 Vrouwen van Nicaragua. Amsterdam, Pegasus.
- Nicaragua Komitee 1984/85 Nieuwsbrief.
- NOVIB 1984 Nicaragua (landenmap). Den Haag.
- NRC-Handelsblad 1985 Diverse artikelen
- Randall, M. 1981 Sandino's daughters. London, Zed Press.
- Samandú, L. e.a. 1984 Volkskerk en volksreligie in Midden-Amerika in: Derde wereld nr. 1, februari 1984
- Somos 1984 Somos (tijdschrift) Managua.
- Volkskrant 1984/85 Diverse artikelen.
- Walker, W. 1982 Nicaragua in revolucion. New York, Praeger.
- Wallraff, G. 1983 Nicaragua von Innen. Hamburg, Konkret Literatur Verlag.

Literatura profesional

- Bendegom, L. 1978 Rivieren en rivierwerken. Delft, TH.

- den Blanken, J.G. 1979 Algemene microbiologie; toepassingen. Delft, TH.
- Bol e.a. 1975 Waterhuishouding. Delft, TH.
- Carranza, G. 1982 Geología de los centros de desarrollo cooperativo de Camoapa-Rio Murra.
- Carranza, G. 1983 Informe geológico de los cuadrangulos de Cuapa, Rio Murra, Cerro del Congo y Santa Lucia. Managua, INETER.
- v. Dam, J. Geohydrologie en geohydrologisch onderzoek. Delft, TH.
- van Damme, J.M.G. e.a. 1984 Langzame zandfiltratie in ontwikkelingslanden een betrouwbare techniek met toekomst. H20 nr. 20
- Davis, S. and R. DeWiest 1966 Hydrogeology.
- DHV Consulting Engineers 1979 Shallow Wells. Amersfoort.
- Druijven, P. 1983 Rurale industrialisatie in de Volksrepubliek China. Amsterdam, VU.
- Duin, J. 1978 Energievoorziening, pompen en motoren. Delft, TH
- Duin, J. 1981 Drinkwater in Ontwikkelingslanden. Collegediktaat Civiele Techniek. TH-Delft.
- Dunne, T. and L.B. Leopold 1978 Water in environmental planning.
- Galjart, B. e.a. 1982 Participatie, toegang tot ontwikkeling. Leiden, RU.
- Garayar, J. 1971 Geología y depósitos de minerales de la región de Chontales y Boaco.

- Gilling, R. 1982 Posibilidades de agua subterranea para el abasto potable a Juigalpa, La Libertad, Santo Tomás, Acoyapa y Villa Sandino. Managua, INAA.
- Goorden, P. 1984 Geen revolutie zonder water. Groningen.
- Hofkes, E.H. 1981 Small Community Water Supplies. Den Haag, IRC.
- Huisman, J. 1979 Algemene hygiëne en epidemiologie. Delft, TH.
- Huisman, L. 1972 Groundwaterrecovery. Delft, TH.
- Huisman, L. 1976 Drinkwater. Delft, TH.
- Huisman, L. 1978 Sedimentation and flotation, mechanical filtration. Delft, TH.
- Huisman, L. 1979 Treatment methods for water supplies in rural areas of developing countries. Delft, TH.
- Huisman, L. 1979 Slow sand filtration. Delft, TH.
- Huisman, L. 1980 Rapid filtration. Delft, TH.
- Huisman, L. 1981 Artificial groundwaterrecharge. Delft, TH.
- ILRI 1972 Fieldbook for land and watermanagement experts. Wageningen.
- ILRI 1974 Drainage principles and applications - Surveys and Investigations. ILRI publ.16-III, Wageningen.
- INAA 1981 Memoria de diseño del sisteme mejorado de agua potable para Santo Tomás. Managua.
- INAA 1983 Memoria de diseño del sistema mejorado de agua potable para Quipor y Santo Tomás. Managua.
- INAA 1983 Aguas subterráneas consideraciones y alternativas de solución. Proyecto 5-28.

- INAA 1984 Diseño de la línea de conducción de Camoapa.
Managua.
- INAA 1984 Programma de pre-inversion de Boaco, Camoapa
y Juigalpa. Managua
- INAA 1985 Estudio geofísico area Tecolostote. Managua
- INEC 1981 Anuario Estadístico.
- Instituto de Hydroeco- 1982 Posibilidades de agua subterránea para el
nomica de Cuba (IHC) abasto potable a Boaco, Camoapa y Tecolostote.
Managua.
- IRC/CEPIS 1978 Filtración lenta en arena para abastecimiento
público de agua en países en desarrollo.
Den Haag/Lima.
- ISP Matagalpa 1983 Agua para Matagalpa. Delft, TH.
- ISP Juigalpa 1984 Sin agua no hay vida. Delft, TH.
- Junta Camoapa 1984 Informe.
- Kleijn, H.F.W. 1976 Waterchemie. Delft, TH.
- Knoppert, P.L. e.a. 1980 Kenmerken van oppervlaktewaterwinning. H2O.
- Knoppert, P.L. 1983 Chemische waterzuivering. Delft, TH.
- Kruseman, G.P. en N.A. 1970 Analysis and evaluation of pumping test data.
de Ridder Bulletin 11, ILRI, Wageningen.
- Linsley, R.K. e.a. 1949 Hydrology for engineers. New York.
- Linsley, R.K. e.a. Water resources engineering.
- Meier, E. 1982 Zeitaufwandtafeln für die Kalkulation von
Strassen- und Tiefbauarbeiten. Wiesbaden/
Berlin, Bauverlag GmbH.

- Mejía, R. e.a. 1981 Investigaciones realizadas para definir el uso de aguas subterráneas en el abastecimiento de agua potable para Santo Tomás. Managua, INAA.
- Mejía, R. 1985 Informe sobre investigaciones hidrogeológicas realizadas en las comunidades de Villa Sandino, Santo Tomás, La Libertad y Acoyapa del departamento de Chontales. Managua, INAA.
- MIDINRA 1983 Proyecto de desarrollo ganadero Boaco-Chontales y sanidad animal. Tecnología y Planificación. Managua.
- MIDINRA 1984 Centro de desarrollo cooperativo Camoapa. Justificación de la inversión.
- MINVAH 1985 Esquema departamento Boaco.
- Mouriño, O.B. 1983 Aguas subterráneas, consideraciones y alternativas de solución. Managua, INAA.
- Nefedov, K.E. and T.A. 1969 Deciphering of groundwater from aerial photographs. Popova
- Odell, P.R. e.a. 1978 Economies and societies in Latin America.
- Pannekoek, A.J. 1976 Algemene geologie.
- Perett, H. 1980 Social and behavioural aspects of project work in water supply and waste disposal. Washington, World Bank.
- van der Pluijm, T. 1978 Theorieën van economische groei en ontwikkeling.in: Van kolonialisme tot zelfontwikkeling. Amsterdam, Unieboek.
- Pöpel, H.J. 1979 Aeration and gastransfer. Delft, TH.
- Prins, A. 1978 Sedimenttransport. Delft, TH.

- Rijks Instituut voor de Drinkwatervoorz. 1980 De bepaling van de doorlatendheid van water-voerende pakketten. nr. 80-8.
- Rueben, R. e.a. 1982 Politieke economie van transitie strategie in Nicaragua; historische ontwikkeling en structurele transformatie van de Nicaraguaanse economie. Amsterdam, VU.
- Salazar, R. e.a. 1984 Informe de la Junta Municipal. Camoapa.
- Simpson Hebert, M. 1983 Methods for gathering socio-cultural data for water supply and sanitation projects.
- Stichting Postakademie Vorming Gezondheidstechniek (SPVG) 1981 Distributie van drinkwater. Delft, TH.
- SPVG 1982 Grondwaterwinning en kunstmatige grondwateraanvulling. Delft, TH.
- SPVG 1983 Filtratie. Delft, TH.
- Strahler, A.N. 1975 Physical geography.
- UNAN Técnicas de captación de muestras de agua para análisis físico-químico y bacteriológico. Managua.
- UNESCO 1972 Groundwater studies. Paris
- Ven te Chow 1964 Handbook of applied hydrology. New York.
- Walton, W.C. 1970 Groundwater resource evaluation.
- Water 1968 Watervoorziening en waterafvoer voor Dakar en omgeving. Leiden, Instituut voor kulturele antropologie en niet-westerse sociologie.

- White, A. 1981 Community participation in water and sanitation. Rijswijk, IRC.
- White, G. e.a. 1972 Drawers of water. Chicago, University Press.
- WHO/IRC. 1979 Public standpost water supplies. Den Haag.
- WHO/IRC 1978 Slow sand filtration for community water supply in developing countries. Rijswijk.
- World Meteorological Organisation (WMO) 1965 Guide to hydrometeorological practices. Genève.
- WMO/Unesco 1979 Climatic atlas of North and Central America.
- Wijk-Siebesma, C. 1979 Participation and education in community water supply and sanitation programmes. Rijswijk, IRC.

•

•

•

•

