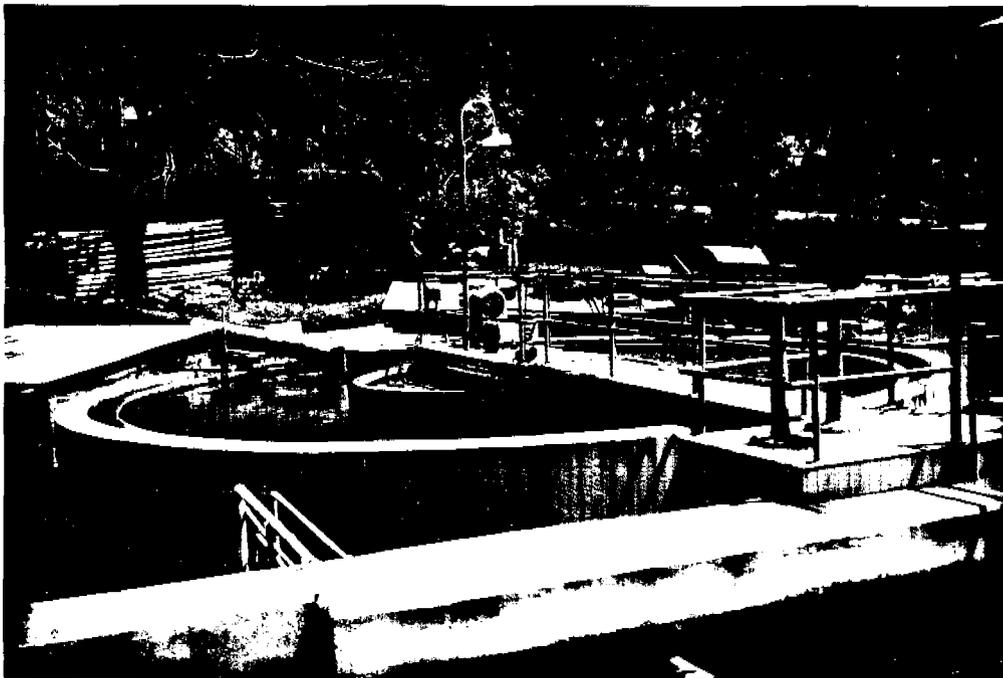


250 89ES

ESTUDIO PARA EL AUMENTO DE LA CAPACIDAD
DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE MATAGALPA



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

Rene van Lieshout

abril de 1989

sawa

Utrecht
Hollanda

250-89ES-9082

ESTUDIO PARA EL AUMENTO DE LA CAPACIDAD
DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE MATAGALPA

BARCO ~~100~~ 9082
250 8gES

SAWA
UTRECHT, ABRIL DE 1989
HOLANDA

ING. RENE VAN LIESHOUT

CONTENIDO

1.	INTRODUCCION	
1	Condiciones de la misión	1
1.1	Objetivo de la misión	1
1.2	Puntos de partida	1
1.3	Condiciones de trabajo	2
2	Resumen de las conclusiones	2
2.	EL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN MATAGALPA	
1	La ciudad de Matagalpa	4
2	Crecimiento de la población	4
3	Descripción del sistema de agua potable	5
4	INAA	5
3.	CONDICIONES QUE DETERMINAN EL DISEÑO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO	
1	Normas generales	7
2	Capacidad de diseño	8
3	Criterios acerca de la calidad del agua potable	8
4	Características físicas y químicas del agua cruda	8
5	Estudios para el futuro	9
4.	EVALUACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO EXISTENTE	
1	Introducción	11
2	Análisis de la planta existente	11
3	Capacidad de diseño	12
3.1	Accelerador	12
3.2	Filtros	13
4	Control del proceso	13
4.1	Accelerador	12
4.2	Filtros	13
5	Modificaciones y presupuestos	14
6	Conclusiones y recomendaciones	15
5.	AMPLIACION DE LA CAPACIDAD DE TRATAMIENTO	
1	Selección de métodos de tratamiento posibles	17
2	Descripción de las alternativas consideradas	17
3	Evaluación de las alternativas	18
3.1	La primera selección	18
3.2	Rendimiento de purificación	19
3.3	Mantenimiento y operación	20
3.4	Construcción	21
4	La selección de la alternativa	23
5	Presupuesto preliminar	26
6	Ubicación de la nueva planta	27
7	Conclusiones y recomendaciones	28
7.1	Conclusiones	28
7.2	Recomendaciones	28
6.	OBSERVACIONES PRELIMINARES EN CUANTO A UN PROYECTO DE "MEJORAMIENTO DEL ABASTECIMIENTO DEL AGUA POTABLE EN MATAGALPA"	
1	Descripción del proyecto	29
2	Organización	30
3	Planificación	31
4	Recomendaciones generales	31

ANEXO I TERMINOS DE REFERENCIA DE LA MISION

ANEXO II ITINERARIO DE LA MISION

Literatura

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Condiciones de la misión

1.1.1 Objetivo de la misión.

Los términos de referencia y el objetivo formal de la misión se encuentran en el anexo I. Aquí quiero accentuar que el objetivo principal de la misión es formular una solución para el problema de la mala calidad del agua potable de la ciudad de Matagalpa. Esta solución debe ser realizable dentro de un término corto. Por otra parte se deben tomar en cuenta los planes para el futuro.

Los objetivos principales de una planta de tratamiento son:

- La producción de un agua que sea segura para el ser humano.
- Mejoramiento del agua en aspecto estético, para que sea aceptable para el consumo.
- Suministrar suficiente agua para los usuarios a precios razonables.

1.1.2. Puntos de partida

Hay algunos datos que forman los puntos de partida de esta misión y que por lo tanto no serán discutidos en este estudio:

1. La capacidad del diseño está fijada en 175 lps. Este caudal es conforme el consumo de agua como consta en el informe de Manfred Matz (1988).
2. Para fijar la ubicación he tomado en cuenta los puntos de partida mencionados en el informe sobre captación futura (Matz), a saber los ríos Jigüina y Yasica y el informe Van de Ende referente a las zonas de presión en la red de distribución, que resulta concretamente en una altura máxima de un nuevo sitio posible de 775 mts.
3. Las propuestas son formuladas de tal manera que se haga uso óptimo de los medios disponibles en Nicaragua, tanto en cuanto a material como a personal. Además se hace uso de la tecnología apropiada para Nicaragua.

1.1.3. Condiciones de trabajo.

Finalmente es importante mencionar algunos aspectos de la problemática del agua potable de Matagalpa que influyen en este trabajo:

- Las aguasmieles de café forman uno de los problemas más importantes para la calidad del agua potable en Matagalpa. Desgraciadamente no existen métodos de tratamiento de agua potable que puedan solucionar estos problemas. Por eso, una coherencia con el proyecto 'Biogas' del MIDINRA es de la mayor importancia.
- Una planta de tratamiento siempre es una parte de un sistema integral de abastecimiento de agua potable. Todavía no existe una propuesta completa para Matagalpa. Por eso se deben evaluar las propuestas de este informe por las consecuencias que tienen para la captación y la distribución. En el capítulo 6 se encuentran algunas observaciones preliminares.
- No hay suficientes datos disponibles sobre la variación de la calidad del agua cruda, en cuanto a color y turbiedad; por esto no se pueden elaborar diseños definitivos y debe ser la colección de estos datos parte del proyecto.

1.2. Resumen de las conclusiones

1. En principio existe en Nicaragua, y sobretodo en las empresas y consultores privados, la capacidad para diseñar y construir plantas de tratamiento. Pero sí se debe considerar que no hay mucha experiencia y que la capacidad no es grande. Debido a esto, cuando se formula un proyecto se debe poner mucha atención en contratar personal conveniente.
2. La planta de tratamiento se puede renovar hasta una capacidad de 87 lps. Este caudal es menos de lo que pasa actualmente para la planta durante el tiempo húmedo. Los costos de la renovación son app. US \$180,000.
3. Para la ampliación de la capacidad de tratamiento hasta 175 lps. se recomienda una nueva instalación en base a los procesos floculación/sedimentación-filtración rápida. Esta instalación se puede construir casi enteramente de materiales locales. Los costos de la planta propuesta en un nuevo sitio son app. US \$690,000. Los costos anuales son app. US \$97,500.

4. Como una planta de tratamiento siempre forma parte de un sistema de agua integral, se han hecho algunas observaciones preliminares sobre las modificaciones necesarias al sistema en el capítulo séis.

2. EL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN MATAGALPA

2.1. La ciudad de Matagalpa

La ciudad de Matagalpa se ha desarrollado en el transcurso del tiempo hacia el oeste del Río Grande de Matagalpa, a un par de kilómetros al sur del lugar donde se juntan los ríos Molino Norte y San Francisco. La ciudad se encuentra en promedio a una altura de 650 a 750 metros sobre el nivel del mar.

Fuera del centro, que es bastante plano, se comienza a subir bastante abruptamente: porcentajes de subida de 20 a 25% son normales. Los cerros al este, después del Río Grande, forman un límite natural de la ciudad. Desde hace cien años se ha desarrollado el café como producto más importante para la exportación de Nicaragua, en la VI Región (Matagalpa - Jinotega).

2.2. Crecimiento de la población

El crecimiento de la población fué moderado en la primera parte de este siglo. En el cuadro 2.1. se puede ver el crecimiento de la población durante el tiempo.

<u>Año</u>	<u>Población</u>	<u>Crecimiento de la población</u>
1963	15.000	
		4%
1971	20.700	
		4,7%
1981	32.700	
		11,6%
1987	63.200	

Cuadro 2.1: Crecimiento de la población en Matagalpa (Matz, 1989).

En el período entre 1970 y 1980 la ciudad creció hacia el noreste sobretodo porque allá se estableció la fábrica de leche en polvo PROLACSA, y se expandió también hacia el sureste.

En el año 1980 empezaron las actividades de la contra con sus ataques a los campesinos desde Honduras. Matagalpa se encuentra en el sur del territorio donde la guerra se ha desarrollado gravemente. Por estas razones muchos campesinos se han establecido en la ciudad de Matagalpa por lo que el crecimiento de la

población ha subido hasta un 11,6%.
Esta es la principal razón del deterioro del abastecimiento de agua potable.
En la figura 2.1. se puede ver el plano de la ciudad actualizado con los nombres de los barrios.

2.3. Descripción del sistema de agua potable.

El sistema principal de la ciudad consiste en la recepción de las aguas de los ríos Molino Norte y San Francisco; el transporte de agua cruda hasta la planta de tratamiento y la distribución desde allí hacia la ciudad.
En ambos ríos se intercepta el agua mediante presas de captación. Desde Molino Norte el agua se lleva hacia la planta de tratamiento mediante un canal abierto y líneas de conducción. El transporte de agua desde San Francisco se hace por medio de dos líneas de conducción: una antigua de cemento hormigón y una nueva de asbesto-cemento. Todo el transporte de agua es por gravedad. En el sitio de la planta hay dos tanques de agua filtrada con una capacidad total de 1460 m³. Hay un tercer tanque que sirve para el hospital. Desde estos tanques el agua se lleva hasta el sistema de distribución. (Ver figura 2.2)
Otro sistema es el sistema Apante Grande que consiste en una captación del río Apante, transporte del agua cruda, filtración lenta y distribución. Este sistema suministra aproximadamente a 4.500 habitantes. La capacidad del sistema principal es 67 lps. y la del sistema Apante 5 lps. Ambas capacidades están determinadas para las instalaciones de purificación. En realidad pasa más agua por los sistemas durante el tiempo húmedo y menos durante el tiempo seco.

2.4. INAA

El instituto Nicaragüense de Agua Potable y Alcanterillado es el administrador oficial de todas las instalaciones hidráulicas de la ciudad:

- planea expansiones y reparaciones o mejoramiento.
- es responsable del mantenimiento y
- cobra las cuentas del agua a los consumidores.

El INAA no dispone, sin embargo, de medios económicos ni de personal suficiente como para cumplir eficazmente con todas sus tareas.

El INAA consta de dos partes:

1. Una parte central en Managua que se ocupa, entre otras cosas, de la planificación y coordinación de proyectos en el país.
2. Una parte departamental. En Matagalpa tiene esta como funciones:
 - la administración del uso del agua
 - mantenimiento de la infraestructura hidráulica y del alcantarillado
 - ejecución de los mejoramientos planificados.

En cuanto a la última tarea, existe la Unidad Ejecutora que ha desarrollado desde el año 1984 proyectos para el mejoramiento de la red de distribución y para hacer estudios a medio plazo para el mejoramiento del sistema de agua potable. La o.n.g. NOVIB ha financiado la Unidad Ejecutora. Esta misión para la planta de tratamiento es en parte de la Unidad Ejecutora.

El INAA de Matagalpa tiene por tanto una función fundamentalmente ejecutiva. Para la solución de problemas y la elaboración de los datos, siempre se debe tomar contacto con la administración en Managua. También el INAA de Managua tiene pocos medios y personal para la implementación de proyectos. Todos los proyectos grandes se financian desde el extranjero. Tanto la supervisión como la construcción de obras grandes se da en manos de empresas privadas.

La evaluación del proyecto 'Agua potable en la ciudad de Boaco' da las siguientes razones para los problemas con el desarrollo del proyecto:

- a. dificultad para contratar mano de obra calificada y no calificada por los problemas salariales y por el reclutamiento al Servicio Militar Patriótico, como consecuencia de la guerra de agresión.
- b. crisis económica agudizada por el bloqueo y la misma situación de guerra existente en el país.
- c. llegada tardía de los materiales importados, ocasionando atrasos en la ejecución y finalización de algunas actividades del proyecto.

3. CONDICIONES QUE DETERMINAN EL DISEÑO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO.

3.1. Normas generales

Normalmente hay diferentes posibilidades para hacer agua potable. Los primeros factores que determinan el proceso de tratamiento son:

1. Las especificaciones del agua tratada.
2. La calidad del agua cruda y sus variaciones.
3. La situación local.
4. La comparación de los costos de los diferentes métodos de tratamiento.

Adjuntos a estos hay otros factores que pueden influir la determinación:

5. La disponibilidad de capital.
6. La disponibilidad de personal calificado y no calificado.
7. La disponibilidad de máquinas e instrumentos, materiales de construcción y químicos.
8. La tradición local en métodos de construcción y las normas y especificaciones.
9. La influencia de las normas culturales en el lugar.
10. El programa nacional de salud y ambiente.

Para el diseño y la construcción de una planta de tratamiento se recomienda:

11. Hacer uso de partes mecánicas, limitándose a las que se producen localmente.
12. Dar preferencia a partes hidráulicas que usan gravedad (mezcla, floculación, control de velocidad de filtración) sobre partes mecánicas.
13. Evitar, en lo posible, pérdidas de presión.
14. Mecanización y automatización son solamente deseables cuando las actividades manuales son difíciles o de poca seguridad.
15. Hacer uso de materiales y fabricatos locales para disminuir costos y para apoyar la economía local.
16. El uso de agua depende en gran mayoría del sistema de distribución.
17. El término de diseño debe ser más corto que en los Estados Unidos y Europa; Preferiblemente de cinco a diez años.
18. El instituto responsable de la operación de la planta de tratamiento tiene que estar en condiciones de contratar, entrenar y sostener al personal necesario en los diferentes niveles para una operación continua.

3.2. Capacidad de diseño

La capacidad de diseño está fijada en 175 lps. (= 15.000 m³/día). Este caudal es conforme el consumo de agua como consta en el informe de Matz (1988) en el cual el consumo promedio se estima en 1301 l.p.c.p.d. en 1995. En ese año Matagalpa tendrá 85.000 habitantes.

Por ahora el consumo de agua depende de la capacidad de abastecimiento. A corto plazo esta situación no cambiará. A largo plazo, una capacidad de 175 lps. ya no será suficiente (el INAA cuenta con una demanda de agua hasta 300 l.p.s.p.d.).

Por esto, el estudio incluirá las posibilidades de extensión en el futuro.

3.3. Criterios acerca de la calidad del agua potable

El punto de partida para la calidad del agua tratada lo forman las normas de la O.M.S. (1984), ver cuadro 3.1. Además la O.M.S. dice que se debe concentrar la atención principalmente en la calidad bacteriológica, y después en la turbiedad, el color, sabor y olor.

3.4. Características físicas y químicas del agua cruda

La planta de tratamiento de agua potable de Matagalpa recibe las aguas crudas de los ríos Molino Norte y San Francisco. El estudio de Matz (1988) propone una extensión con las aguas de los ríos Jigüina o Yasica. Este estudio toma estas fuentes como base. De los ríos Yasica y Jigüina hay pocos datos acerca de la calidad. Los datos existentes indican que estos ríos tienen una calidad comparable con la calidad de los ríos Molino Norte y San Francisco. De los ríos Molino Norte y San Francisco solamente existen mediciones incidentales. En base a los datos disponibles se supone para este estudio:

a. turbiedad

promedio < 25 N.T.U.

tiempo húmedo : dentro de 25 y 100 N.T.U.

incidental : picos de 500 N.T.U.

b. color

promedio < 50 U.C.

tiempo húmedo : dentro de 25 y 100 U.C.

incidental : picos de 500 U.C.

c. hierro

Incidentalmente aparecen valores de hierro demasiado altos.

d. sabor y olor

Durante el beneficio del café se producen aguas residuales con una carga potencial en contaminantes muy elevada, siendo las más importantes las aguas de despulpado y las del lavado del café. Se sabe que estas aguas contienen sustancias pécticas en suspensión, protopectinas, azúcares solubles, ácidos orgánicos, cafeína y faninos (Proyecto "Biogas", MIDINRA).

Esta contaminación dá un sabor y olor malo al agua, sobretodo los ácidos orgánicos.

Los otros parámetros se encuentran dentro del rango establecido para el agua potable desde el punto de vista físico y químico. Desde un punto de vista bacteriológico los ríos presentan un elevado número de coliformes totales.

3.5. Estudios para el futuro

Desde el año 1983 se han desarrollado algunos estudios de prefactabilidad y factabilidad para el mejoramiento del abastecimiento del agua potable en Matagalpa. Aquí siguen las descripciones en resumen:

1. PROCONSULT (1984).

PROCONSULT es una empresa consultoria que ha hecho un estudio de prefactabilidad en 1983 y en 1984. Se han investigado las diferentes fuentes posibles para la extensión del sistema existente. El término de diseño de este estudio es 26 años con un caudal de 600 lps. en el año 2010. Se recomienda la extensión de los sistemas de Molino Norte y San Francisco con un embalse.

2. Matz (1988).

En el año 1988, Matz hizo diseños de captación de las aguas de los ríos Yasica y Jigüina. La capacidad del diseño de este estudio es 133 lps. y sirve para una extensión del sistema existente. Se estima que el sistema Jigüina es el más favorable en aspectos de costos de transporte del agua y de la capacidad de las fuentes. No hay datos sobre los caudales de estos ríos.

3. Matz (1989).

Matz ha investigado las posibilidades de agua subterránea del valle de Waswalf. Según Matz no hay posibilidades para el uso de agua subterránea, pero sí con un sistema que contenga un embalse para infiltración artificial.

Debido al déficit de datos, Matz tuvo que hacer muchas suposiciones por lo que la propuesta tiene muchas inseguridades.

En Febrero de 1989, Mc Gregor empezó con la perforación de un pozo para hacer mediciones. Con los resultados de esta prueba se pueden valorar las conclusiones de Matz.

4. MIDINRA (1987-).

Desde el año 1987, MIDINRA ha desarrollado el proyecto "Biogas". El fin de este proyecto es encontrar el método para tratar las aguasmieles de café con la producción de biogas. En base a los resultados de la planta piloto se espera que un proceso de tres etapas pueda eliminar el material biodegradable hasta un 95% de la D.Q.O. El proceso consiste en filtración anaeróbica, estanque de oxidación anaeróbica y un estanque de oxidación aeróbica. Un proyecto a una escala de producción podría eliminar todas las aguasmieles en la cuenca Molino Norte y 50% en la cuenca de San Francisco.

5. Van de Ende (1988).

Van de Ende ha hecho una simulación computarizada de la red de distribución de agua potable de Matagalpa. Aunque el modelo aún no ha sido calibrado, debido a los retrasos con la instalación de los medidores del caudal, se puede determinar globalmente cuales son las consecuencias para la red de distribución cuando se hacen modificaciones en ella.

4. EVALUACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO EXISTENTE

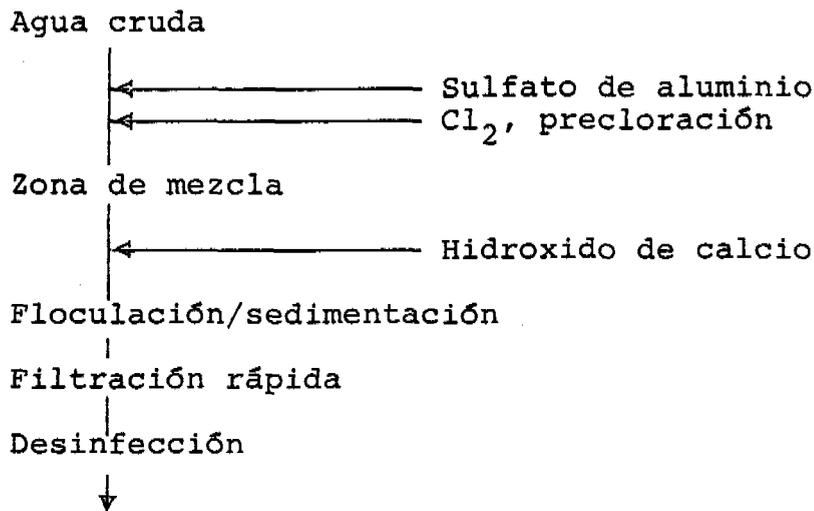
4.1. Introducción

Los análisis de la planta y las recomendaciones para mejorar la planta fueron hechas en base a los siguientes estudios preliminares, completados con información de la empresa Degremont y observaciones propias:

1. Evaluación de la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Matagalpa, Ing. Salas, INAA, Matagalpa 1984.
2. Informe sobre la planta de tratamiento en Matagalpa de Nancy Emerick, Matagalpa 1987.
3. Agua para Matagalpa, ISP Holanda, 1983 (Anexo IX).

4.2. Análisis de la planta existente

La instalación está diseñada para una capacidad de 67 lps. Fué construída en 1961 y funciona de acuerdo al siguiente esquema global:



En realidad, el máximo caudal que ingresa a la planta es del orden de 95 lps. en época de invierno. La instalación funciona mal. El agua tratada tiene frecuentemente una turbiedad y un color demasiado altos, además de mal sabor y olor. A veces ocurre que el N.M.P. de E-coli es 10.000.-

Las causas principales de este mal funcionamiento de la planta son:

1. La instalación está diseñada con una operación completamente automática. Todas las partes necesarias para este tipo de operación, tales como medidores y válvulas eléctricas, están defectas. Ahora la operación de la planta es manual, pero no se puede llevar a cabo una operación manual correctamente con el sistema actual.
2. La carga del caudal es demasiado alta. Por eso, el acelerador no puede funcionar suficientemente y los flóculos entran en los filtros.
3. No existen los medios necesarios, como un laboratorio y personal calificado, para una buena operación de la planta. Es imposible efectuar un buen tratamiento con esta planta sin esos medios.

4.3. Capacidad de diseño

4.3.1. Acelerador.

La teoría plantea que este tipo de instalaciones tiene los siguientes valores de carga superficial (S_o), que corresponden a los caudales (Q):

1. Sin coagulante auxiliar, sin placas:
 $S_o = 2,5$ m/h, $Q = 40$ lps.
2. Con coagulante auxiliar, sin placas:
 $S_o = 3-5$ m/h, $Q = 44-74$ lps.
3. Con coagulante auxiliar, con placas:
 $S_o = 5-10$ m/h, $Q = 74-148$ lps.

El valor máximo de la carga superficial con buenos resultados del acelerador depende de los siguientes factores:

- a. calidad del agua cruda
- b. variaciones en la calidad del agua cruda
- c. calidad del control del proceso

Se recomienda como valor máximo de la carga superficial $S_o = 5,9$ m/h, correspondiendo a $Q = 87$ lps. debido a los siguientes factores:

- a. Dado las circunstancias en Matagalpa, que no hay conocimiento suficiente de los procesos de la planta, un valor conservativo parece ser correcto.

- b. Con una capacidad de 87 lps., la carga de las canaletas es $3 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{m}^2\text{s}$. Esto es el máximo. Para aumentar la capacidad se necesita otro sistema de desagüe para el efluente.
- c. Degremont recomienda en el año 1987 un aumento de la capacidad de un 30%, cuando se aplican placas inclinadas paralelas de esta empresa. Degremont hizo esta recomendación en base a su experiencia en la práctica.

4.3.2. Filtros.

Un caudal de 87 lps. da una velocidad de filtración $v_f = 6,6 \text{ m/h}$. Esta velocidad de filtración es razonable.

4.4. Control del proceso

4.4.1. Accelerador.

El acelerador en Matagalpa es una instalación combinada de floculador y sedimentador. Para un buen funcionamiento es necesario que hayan controles regulares (diarios) de la calidad del agua cruda y las correspondientes dosificaciones de químicos y la agitación correcta.

Esto significa que se necesita un laboratorio y operadores bien entrenados para el control del proceso.

4.4.2. Filtros.

La planta fué construída con una regulación automática de los filtros. Una válvula eléctrica mantenía constante la velocidad de filtración. Durante el proceso de filtración se bajaba la presión en el conducto del efluente. Cuando la presión máxima fué alcanzada, comenzó el lavado de este filtro.

El diseño de esta planta renovada debe partir de un control manual. Como no hay mucho lugar sobre el lecho del filtro, propongo el siguiente sistema: El principio de este sistema es un caudal constante y una presión constante al fondo del filtro. Cuando la presión en el filtro aumenta, sube el agua encima del lecho. Cuando el nivel alcanza el máximo se debe lavar el filtro.

Para prevenir que puedan ocurrir presiones negativas se recomienda la construcción de un desbordador de seguridad.

4.5. Modificaciones y presupuesto

El objetivo del total de las modificaciones es renovar la planta de tal manera que pueda abastecer un agua potable segura con una máxima capacidad, partiendo de una operación manual. Nótese que la capacidad recomendada de 87 lps. es menor al caudal de operación actual (95 lps.).

Modificación y sus costos

1. Accelerador

- | | |
|---|--------------|
| a. Poner placas inclinadas paralelas | US \$33,000. |
| b. Reparar desbordador (revisar las aperturas) | US \$ 500. |
| c. Revisar todas las partes móviles mecánicas y eléctricas (concentradores) | US \$10,000. |
| d. Pintar para protección contra la corrosión | US \$ 5,000. |

Subtotal 1 US \$48,500.

2. Filtros

- | | |
|--|--------------|
| e. Poner un vertedero en la tubería del efluente | US \$ 1,000. |
| f. Cambiar el lecho de arena y el sistema de drenaje | US \$17,000. |
| g. Poner una canaleta separada por cada filtro para independizar cada filtro | US \$ 2,000. |
| h. Una nueva bomba para lavar los filtros o un tanque elevado | US \$ 3,000. |
| i. Indicadores de pérdida de carga y flujo | US \$ 5,000. |
| j. Revisar todas las partes mecánicas, eléctricas y empaques, etc. | US \$ 2,000. |

Subtotal 2 US \$30,000.

3. Otros

- | | |
|---|--------------|
| k. Construcción de una caja recolectora en la que se juntan las aguas crudas del Molino Norte y del San Francisco | US \$ 3,000. |
| l. Canaleta Parshall y dosificación de sulfato | US \$ 2,500. |

m. Precloración en la nueva caja recolectora	US \$ 500.
n. Revisar el sistema de cloración	US \$ 1,500.
o. Substituir el generador de emergencia	US \$ 3,000.
p. Tres medidores de caudal 12"	US \$ 3,000.
q. Rehabilitar el laboratorio	US \$10,000.
<u>SUBTOTAL 3</u>	<u>US \$23,000.-</u>
<u>TOTAL 1,2,3</u>	US \$101,500.
<u>FLETE, SEGUROS, ETC.</u>	<u>US \$ 50,000.</u>
<u>TOTAL</u>	<u>US \$151,500.-</u>

4. Costos generales

Salarios de obreros, dirección y administración	US \$ 10,000.
<u>TOTAL 1,2,3 y 4</u>	US \$161,500.
<u>IMPREVISTOS 10% app.</u>	<u>US \$ 18,500.</u>
<u>TOTAL GENERAL</u>	<u>US \$180,000</u>

4.6. Conclusiones y recomendaciones

Las modificaciones descritas en el párrafo 4.5. significan un mejoramiento esencial, a condición que sean bien ejecutadas. Sin embargo, el mejoramiento propuesto tiene sus limitaciones.

1. Debe considerarse que la planta existente ya tiene 28 años. Esto significa que es bastante probable que una revisión profunda haga clara la necesidad de nuevas reparaciones. Esto hace inversiones relativamente altas menos atractivas.
2. A pesar de las modificaciones en la instalación la planta sigue siendo basada en una tecnología que no es apropiada para las circunstancias de Nicaragua. Esto concierne sobretudo al acelerador. Un mismo acelerador (de medidas más grandes), ocasiona también en Holanda, donde hay suficiente personal calificado, problemas con la operación.
3. La capacidad de 87 lps; no basta y un aumento mediante una nueva instalación es necesario.

Concluyendo se debe considerar el cambio de la instalación existente por una nueva instalación. Sin embargo, en la búsqueda de alternativas para una extensión necesaria se tomará en cuenta una posible renovación total o parcial de la planta existente, para que se puedan ponderar también las consecuencias financieras.

5. AMPLIACION DE LA CAPACIDAD DE TRATAMIENTO

5.1. Selección de métodos de tratamiento posibles

En base a los datos del agua cruda (ver párrafo 3.4.) hay tres métodos de tratamiento disponibles para Matagalpa.

1. Pretratamiento-Filtración lenta-Cloración de Seguridad.
2. Floculación/Sedimentación- Filtración rápida-Desinfección-
3. Filtración ascendente/descendente-Desinfección.

El método nr.3 no es económico para plantas de una capacidad 5000 m³/día. Por eso consideramos en la continuación los métodos nr.1 y nr.2.-

Además se pueden preceder los dos métodos con aereación para la remoción de hierro y un mejoramiento del sabor y el olor del agua potable.

No se recomienda un tratamiento con carbón activo para disminuir los problemas de sabor y de olor, porque no existen buenas experiencias con este método para tratar agua contaminada por el café, además de que este método no es apropiado para países en desarrollo.

5.2. Descripción de las alternativas consideradas

En primera instancia los dos métodos de tratamiento y la posible renovación de la planta existente ofrecen ocho alternativas.

Las alternativas están divididas en cuatro categorías:

- I. La planta existente+ extensión en base a floculación/sedimentación - filtración rápida.
- II. La planta existente+ extensión en base a filtración lenta.
- III. Una planta nueva en base a floculación/sedimentación-filtración rápida.
- IV. Una planta nueva en base a filtración lenta.

Dentro de la categoría I se ha hecho una subdivisión, que resulta en ocho alternativas en total.

En el cuadro 5.1. hay un resumen de las ventajas y desventajas, costos de construcción y costos de mantenimiento y operación de cada alternativa.

- I₁ -renovación de la planta existente
-extensión con una unidad de floculación/
sedimentación hidráulica y un filtro
renovado idéntico al filtro existente.
- I₂ -renovación del acelerador
extensión con una unidad de floculación/
sedimentación y un filtro nuevo.
- I₃ -renovación de la planta existente
-extensión con un nuevo acelerador y un filtro
renovado idéntico al existente.
- I₄ -renovación del acelerador
-extensión con un nuevo acelerador y un filtro
nuevo.
- I₅ -nueva unidad de floculación/sedimentación
hidráulica
-renovación del filtro existente
-extensión con un filtro idéntico al existente.
- II. -renovación de la planta existente
-extensión con una planta nueva en base a
filtración lenta.
- III. -una nueva planta en base a floculación/
sedimentación-filtración rápida.
- IV. -una nueva planta en base a filtración lenta.

5.3. Evaluación de las alternativas

5.3.1. La primera selección.

El primer paso para la selección de las alternativas se puede hacer por una comparación de las alternativas de las categorías I y III. Estas posibilidades tienen una misma operación.

Ahora parece que la alternativa III es la más favorable debido a que:

- a. Los costos de construcción son por término medio y los costos de operación y mantenimiento son iguales.
- b. Es una operación más confiable y requiere un mantenimiento sencillo. Por esto sería la planta que suministra agua potable con la mayor seguridad.

Además se puede concluir que la alternativa II no puede competir con las alternativas III y IV.

Una situación de dos plantas con diferentes métodos no es favorable. Esto complica la operación y la hace más costosa.

Para la continuación de la evaluación restan las alternativas III y IV. En primera instancia vamos a considerar los siguientes aspectos:

1. Rendimiento de purificación
2. Operación y mantenimiento
3. Construcción

5.3.2. Rendimiento de purificación.

En base a los datos del agua cruda los parámetros más importantes son:

- a. turbiedad
 - b. color
 - c. olor y sabor
 - d. hierro
- a. En cuanto a la remoción de turbiedad los dos métodos son convenientes. El proceso en base a floculación/sedimentación-filtración rápida (FSFR) puede tratar aguas crudas hasta valores de 1000 N.T.U.
El proceso de filtración gruesa - filtración lenta (FGFL) puede tratar aguas crudas hasta valores de 150 N.T.U., pero picos más altos por cortos períodos se permiten.
 - b. La remoción de color se basa en la reducción de los coloides. En general el rendimiento del proceso FSFR (III) es mayor que en el vaso de FGFL (IV). Esto depende de las características de los coloides. No hay tantas experiencias con el proceso FGFL como con el proceso FSFR, pero un proyecto en Colombia da buenas perspectivas.
 - c. El mal sabor y olor del agua en Matagalpa es causado por las aguasmieles de café. Ninguno de los dos métodos puede tratar esta contaminación suficientemente. Por eso es que una coherencia con el proyecto 'Biogas' del MIDINRA es tan importante.
 - d. El hierro se puede remover por una unidad de aereación precedente a los dos métodos.

La conclusión es que la alternativa III, con el proceso FSFR va a dar agua confiable con la mayor seguridad. Si la alternativa IV resulta ser preferible por otras razones, es necesario hacer una planta piloto durante un período húmedo y durante un período seco.

5.3.3. Mantenimiento y operación.

Para una comparación de las dos alternativas en cuanto a mantenimiento y operación serán considerados los siguientes aspectos:

- a. costos
 - b. complejidad de la tecnología
 - c. experiencias en Nicaragua.
- a. En el cuadro 5.1. se puede ver que la alternativa IV va a ser más barata. Los factores más importantes son un uso menor de químicos y la menor necesidad de personal calificado.
 - b. En general se pueden construir las dos alternativas con tecnología apropiada. La operación del proceso FSFR es más compleja que en el caso de FGFL. Por eso se necesita una supervisión calificada permanente. En cuanto a la construcción en general se pueden elaborar los sistemas de FSFR de tal manera que no se necesiten materiales y tecnología importados, lo que quiere decir que el mantenimiento de ambos sistemas es igual. En el aspecto de operación resulta la alternativa IV más favorable.
 - c. La planta de tratamiento existente de Matagalpa es la más grande de las plantas que tratan aguas superficiales en Nicaragua. Desde el año 1980 se han construido diferentes pequeñas instalaciones. En Boaco está funcionando desde julio de 1988 una planta modular basada en el proceso FSFR con una capacidad de 34 lps. Aunque hasta el momento la operación está funcionando bien, el INAA tiene muchos problemas por mantener el personal calificado en la planta. Por ejemplo, cada mes hay un distinto analista de laboratorio. La principal causa es el salario bajo. En las Banderas hay una galería de infiltración, seguido por una unidad de aereación-filtración ascendente/descendente con una capacidad de 3,5 lps. Esta instalación está funcionando desde noviembre 1988 y la operación está en manos de un hombre no calificado. Al momento no hay problemas con la operación. En puerto Cabezas se ha construido un filtro lento en el año 1983. Esta planta nunca funcionaba bien, a causa de problemas con una capa de soporte. También el hecho de que la ciudad de Puerto Cabezas se encuentra en el territorio donde la contra es muy activa, juega un papel importante en la imposibilidad de solucionar los problemas adecuadamente.

Hace dos años se construyó un filtro lento en Matagalpa. Durante el primer año faltaba el lecho de arena y ahora los filtros están fuera de operación porque nunca se ha raspado la parte superior. El INAA no tiene la capacidad de organizar el mantenimiento y la operación de esta planta. Estos problemas en Matagalpa con esta instalación son causados por un conflicto entre el INAA y el barrio que desde el año 1981 ha desarrollado su propio sistema de agua potable.

Finalmente existe la instalación actual de Matagalpa. Desde el año 1974 se han hecho solamente algunas reparaciones pequeñas. La operación está en manos de una persona que conoce la planta desde su construcción en 1961. Este operador hace su trabajo en base a sus experiencias prácticas pero no tiene los medios (como un laboratorio) ni conocimiento teórico de los procesos para llevar a cabo una operación correcta.

En resumen se puede decir que el mantenimiento y la operación de las plantas en Nicaragua dejan bastante que desear, debido a escasez de fondos y de personal en el INAA.

Dada esta situación se recomienda en principio el proceso FGFL. Pero aquí se habla de una planta bastante grande cuando sería mejor si se pudiera agrandar la experiencia y empezar con una planta pequeña.

La conclusión es que en aspectos de mantenimiento y operación la alternativa IV es favorable, porque es más barata y no se necesita personal calificado permanentemente. Por otro lado queda la desventaja de que en Nicaragua no hay experiencias con filtración lenta precedida por filtración gruesa. Uno de los problemas más importantes con la operación es el bajo salario con el que se debería fijar el personal calificado. Si se selecciona la alternativa III se deberá solucionar este problema. Si no se puede motivar al personal por el pago, habrá que motivarlo de otra manera.

5.3.4. Construcción

Para la comparación entre las dos alternativas en cuanto a la construcción se considerarán los siguientes aspectos:

- a. costos
- b. experiencias en Nicaragua
- c. tecnologías disponibles.

- a. En el cuadro 5.1. se puede ver que la alternativa III va a ser la más barata. La importancia de este argumento es relativa, porque el costo de la construcción puede solicitarse como donación, mientras que los costos anuales de operación y mantenimiento deben ser asumidos por la institución.
- b. Aunque hay pocas plantas, sí existe la capacidad para diseñar y construir plantas de tratamiento de ambos tipos. Hay más experiencias con los sistemas de FSFR que con FGFL. En principio se encuentra el personal calificado en Nicaragua, pero este también tiene que estar disponible. El INAA no tiene la capacidad como para ejecutar las obras, y tampoco la tiene siempre para hacer la supervisión. Por eso se debe contratar a empresas constructoras y consultores. Hasta ahora ocurren bastantes problemas con la ejecución de las obras. Las obras sufren grandes atrasos por problemas como materiales importados mal especificados, conflictos con contratistas y problemas de comunicación con los fondos extranjeros.
- c. Casi todas las partes necesarias y los materiales para las dos alternativas se pueden hacer o existen en Nicaragua. A veces hay que improvisar para encontrar una solución. Por ejemplo se menciona el problema que el arena para el lecho del filtro se debe terminar a mano. Aunque es un trabajo bastante grande en el caso de la alternativa IV, no puede ser insuperable. Hace algunos años, el precio de 1 m³ de arena tamizado a la granulometría prescrita costaba US \$400. Esto debería ser mucho más barato. También convendría a veces importar algunas partes. Un ejemplo es que en Nicaragua se usan placas de asbesto-cemento para los sedimentadores. El agua con aluminio de sulfato es muy corrosivo para asbesto-cemento. En este caso se recomienda importar placas de hierro o de PVC. Otra solución puede ser la protección de las placas de asbesto-cemento con PVC. Otro ejemplo se da en Boaco, donde se han instalado válvulas Nicaragüenses que resultaron tener fugas. En este caso se ha decidido que sería mejor importar las válvulas.

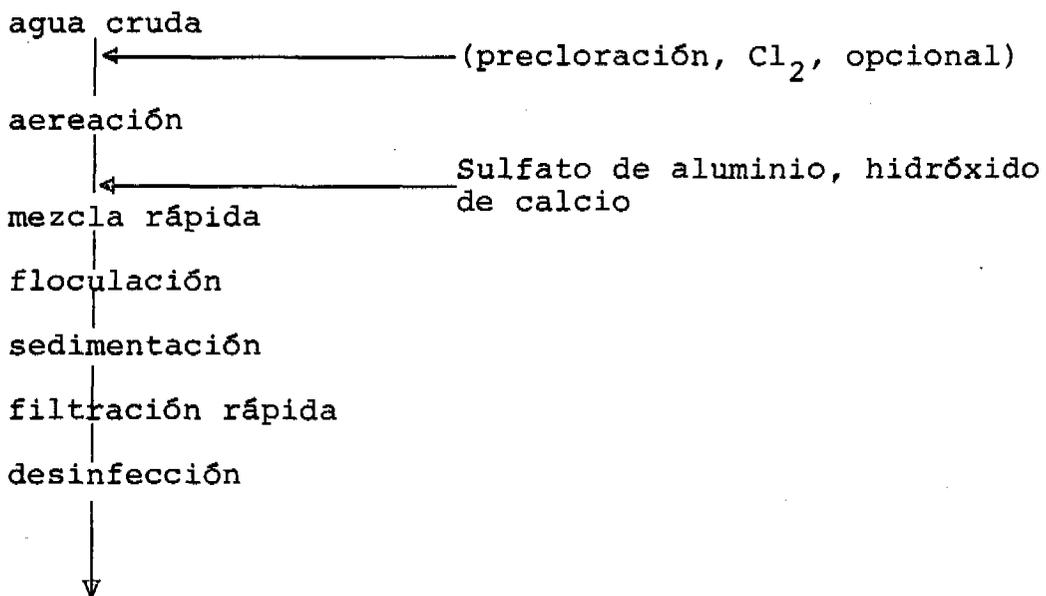
La conclusión es que no hay fuertes preferencias en cuanto a la construcción. El precio y la mayor experiencia dan una ligera preferencia para la alternativa III.

5.4. La selección de la alternativa

En el cuadro 5.1. está valorada, después de la primera comparación, la alternativa IV igual a la alternativa III. En el párrafo 5.3. se dió a conocer que la alternativa III es el método más seguro para purificar el agua cruda y que la alternativa IV es ventajoso por su operación más sencilla y más barata. Esto dificulta la selección. Sin embargo se da la preferencia al método III por las siguientes razones:

1. Prioridad tiene el método que suministra el agua potable de la mayor calidad bajo todas las circunstancias.
2. La poca experiencia en Nicaragua con la filtración lenta y la falta total de experiencia con el pretratamiento, son factores desfavorables como para empezar con una instalación relativamente grande.
3. La alternativa III se puede extender hasta una capacidad mayor fácilmente, sin construir nuevas obras. Esto quiere decir que la alternativa es más flexible.
4. La construcción de un filtro lento en Matagalpa tiene que ser precedido por un estudio de una planta piloto, lo cual complica el proyecto.

El esquema global de la alternativa III es el siguiente:



La necesidad de la precloración debe ser comprobada. Cuando existe la posibilidad de evitarla, no se aplica ya que el cloro, junto con los materiales orgánicos naturales, forma sólidos químicos (halometanos) que pueden causar cancer. El diseño de la instalación es para una capacidad de 15.000 m³/día (= 350 lps.). Por cada unidad se indicará en qué manera se puede realizar este aumento. Figura 5.1. da el plano esquemático de la planta.

Aereación

Tipo : aereación por medio de bandejas.

Carga : 800 m³/m² por día.

Se construyen dos aereadores, cada uno de tres bandejas, una para distribución y dos para aereación. Cada bandeja tendrá una superficie efectiva de 18,9 m² y estará formada por cuatro elementos de madera de 2,40 x 2,40 mts.

Se colectará el agua aereada en una pila que forma la parte inferior de 15,1 m³, donde se precipitará el hierro.

Esta unidad de aereación será construída en dúlice, para que se pueda usar la otra cuando se limpia una y para que no se necesite construir una unidad nueva para la extensión.

Mezcla rápida

Tipo : Parshall Flume

Capacidad : 274 m³/día (min) - 39.500 m³/día (max).

Se utilizará una rampa inclinada para producir un salto hidráulico que se utilizará como mezclador rápido. La rampa funcionará como vertedor lo cual permitirá la medición del caudal de entrada.

Floculación

Tipo : Floculación horizontal de tabiques (sistema hidráulico)

V (velocidad del flujo) : 0,2 m/h (Q= 15.000 m³/día)

T (tiempo de retención) : 20 min. (Q= 15.000 m³/día)

V (volúmen total) : 250 m³

A (ancho) : 4 mts.

l (longitud) : 50 mts.

P (profundidad promedio) : 1,25 mts. (0,75-1,75 mts.)

Se construyen dos floculadores idénticos, cada uno de los tamaños mencionados arriba.
Cada unidad puede funcionar bien con valores entre 7.500 y 15.000 m³/día.

Cuando se utiliza este tipo de floculador con un fondo inclinado, se tiene en la primera parte un valor alto para G (=gradiente de velocidad), y un tiempo de retención corto.

En la última parte se tiene un valor de G bajo y un tiempo de retención largo.

Cuando la calidad del agua haga necesario que se cambie el valor de G continuamente, no es favorable este tipo de floculador. En este caso sería mejor usar un floculador mecánico.

Sedimentación

Tipo : sedimentador horizontal sin placas.

Carga superficial : $S_0 = 30$ m/día.

Tiempo de retención : 3 horas

Profundidad : 3,75 m.

dos tanques, cada uno con una superficie de 245 m².

Longitud : 30 mts.

Ancho : 8,5 mts.

El aumento de capacidad se puede realizar aplicando placas inclinadas dentro de los tanques de sedimentación.

Filtración rápida

Tipo : tasa variable declinante, autolavable

Velocidad de filtración : $V = 5$ m/h.

Superficie total : 125,4 m²

Cada filtro : 25,1 m², ancho : 3,3 m.

Longitud : 7,6 m.

El aumento de capacidad se puede realizar cambiando el lecho de arena por un lecho de dos capas: uno de arena y otro de antracita.

Desinfección

Para la desinfección se aplicará cloro en forma gaseosa, utilizando para ello cloradores de alimentación directa conectados a cilindros de 68 kg.

5.5. Presupuesto preliminar

Punto de partida es un sitio nuevo:

1. Preliminares (tala de árboles, emparejamiento)	US \$ 50,000
2. Caja de recolección, aereadores, canal de mezcla rápida	US \$ 20,000.
3. Floculador	US \$ 55,000.
4. Sedimentador	US \$110,000.
5. Canal de distribución a filtros, los filtros y canal de interconec- cion.	US \$200,000.
6. Cloración, dosificadores, laboratorio	US \$ 40,000.
7. Otros (tubería y válvulas, edificios, área de parqueo y acceso)	<u>US \$150,000.</u>
Subtotal	US \$625,000.
Improvisto, app 10%	<u>US \$ 65,000.</u>
Total	<u><u>US \$690,000.</u></u>

Costos anuales de operación y mantenimiento

1. Químicos		
	sulfato de aluminio	US \$ 60,000.
	cal	2,000.
	cloro	5,000.
		<u>US \$ 67,000.-</u>
2. Energía		US \$ 500.
3. Repuestos		US \$ 12,500.
4. Salarios		US \$ 17,000.
	Total	<u><u>US \$ 97,500.-</u></u>

5.6. Ubicación de la nueva planta

En cuanto a la ubicación de la nueva planta hay dos sitios disponibles (figura 5.2.):

1. El lugar de la planta existente.
Altitud : 730 mts.
superficie disponible : 1.0 ha.
acceso : bueno
seguridad : bueno
2. Más arriba por la carretera de la planta existente, en frente de PROLACSA hay un sitio bastante plano:
Altitud : 770 mts.
superficie disponible: 1,0 ha.
acceso : bueno
seguridad: bueno.

La selección definitiva entre los dos sitios no se puede hacer aún. Se debe dar atención a los puntos siguientes:

- a. En cuanto a la conexión al transporte del agua cruda el sitio I es el más sencillo, ya que existen ya las líneas de conducción. Esta ventaja es relativa, porque para el aumento de la capacidad proyectada se necesita una nueva tubería de presión del Molino Norte. Para el agua cruda de San Francisco (ahora 20 lps.) se necesita bombearla en el caso del sitio II. Esto tiene la ventaja adicional que se aumenta la capacidad.

Las viejas líneas de conducción se mantienen en operación para casos de emergencia.

- b. La ventaja del sitio II es una mayor altura de 40 mts. Esto significa que se puede abastecer la mayor parte de la ciudad por gravedad. De esta manera existe la posibilidad de crear dos zonas de presión independientes, con nuevos tanques de abastecimiento para los barrios altos.
- c. Si se selecciona el río Yasica como fuente a largo plazo, el sitio II es desfavorable. En ese caso se debe bombear el agua hacia arriba. Si se elige el río Jigüina como fuente para el futuro no existe esa desventaja. En este caso aún se tiene la ventaja que la parte desde la captación del río Molino Norte de la línea de conducción ya ha sido ejecutada.

Concluyendo se puede decir que a primera vista el sitio II es ventajoso. Para una elección definitiva se deben calcular las alternativas en los aspectos mencionados y formarse una idea del largo plazo. Esto no está incluido en esta misión.

5.7. Conclusiones y recomendaciones

5.7.1. Conclusiones.

Las ventajas del sistema de purificación propuesto son:

- a. la planta no tiene partes mecánicas automáticas
- b. solamente se necesitan válvulas para la regulación de los filtros.
- c. no se necesitan instrumentos de medición, ni para la carga de pérdida, ni para el control de velocidad de los filtros, ni bombas, ni galería de tuberías.
- d. casi toda la construcción es de concreto.
- e. se puede aislar cada sistema para repararlo.
- f. casi no requiere partes importadas.
- g. se puede duplicar la capacidad con algunas sencillas modificaciones.

Las desventajas del sistema propuesto son:

- a. costos de operación altos por el uso de químicos
- b. se necesita una supervisión calificada permanente.

5.7.2. Recomendaciones.

1. Investigación de la variación de la calidad del agua cruda en los aspectos de color y turbiedad.
2. Determinación de la variación del caudal de entrada a la planta. Hay que evaluar sobretodo el floculador propuesto a estos valores.
3. Para la selección de la ubicación definitiva de la planta, se debe ponderar las ventajas y desventajas en los aspectos del transporte de agua cruda y la altitud deseable de los tanques de abastecimiento tanto para el corto plazo como para el largo plazo.
4. Una planta de tratamiento siempre es parte de un sistema integral. Solamente construir una planta nueva no tiene sentido. En el capítulo seis se mencionarán algunos elementos que son el mínimo para un proyecto de 'Mejoramiento del abastecimiento del agua potable en Matagalpa'.

6. OBSERVACIONES PRELIMINARES EN CUANTO A UN PROYECTO 'MEJORAMIENTO DEL ABASTECIMIENTO DEL AGUA POTABLE EN MATAGALPA';

6.1. Descripción del proyecto

El objetivo del proyecto es abastecer agua potable durante ocho meses del año con una capacidad de 175 lps. En el tiempo seco esta capacidad se reducirá hasta app. 100 lps. También hay un período en donde el tiempo seco y la cosecha de café coinciden (0-6 semanas). Durante este período se puede abastecer agua del río San Francisco con interrupciones y la capacidad en algunos días no pasará de 70 lps.

Finalmente se debe mencionar que se usará el agua subterránea del valle Waswalí como fuente nueva, si los resultados de la investigación son favorables. En este caso la figura descrita para el tiempo seco puede mejorar considerablemente.

Globalmente el proyecto debe incluir lo siguiente:

1. Investigaciones.

- a. Mediciones de caudal y calidad en los ríos Jigüina, Yasica, Molino Norte y San Francisco (incluso pruebas de jarra para el diseño definitivo de la nueva planta).
- b. Investigar la capacidad y la calidad del agua subterránea del valle de Waswalí (Ahora estan empezando las investigaciones).
- c. Estudio preliminar para un mejoramiento de la red de distribución (para determinar la ubicación óptima de la nueva planta y la extensión de la red en el futuro).

2. Diseño y construcción.

- d. Diseño y construcción de una nueva línea de conducción y captación del río Molino Norte.
- e. Diseño e instalación de una bomba en la línea de conducción del río San Francisco y mejoramiento de la obra de captación.
- f. Selección del sitio, diseño definitivo y construcción de la nueva planta de tratamiento.
- g. Diseño y construcción de nuevos tanques de abastecimiento.

- h. Desarrollar el proyecto "Biogas" del MIDINRA para purificar todas las aguasmieles de café de la cuenca del Molino Norte y 50% de la cuenca del San Francisco.
- i. Diseño y construcción de la captación de las aguas subterráneas del valle de Waswalí, si las investigaciones dan buenos resultados.

Punto de partida es el río Jigüina como fuente para el largo plazo. Se debe verificar si no hay factores que lo imposibiliten. Por ejemplo el hecho de que el INE use el agua del río Jigüina para un embalse para la energía eléctrica.

6.2. Organización

- 1. El INAA falta de capacidad como para desarrollar un proyecto tal como el descrito, por la escasez de personal y de fondos. La alternativa es dar el proyecto en manos de una empresa privada. En principio existe en Nicaragua la capacidad para hacer este tipo de proyectos. Una condición es que debe ser una empresa que ya tenga experiencia con la ejecución de proyectos similares (Boaco, Ocotal).

La supervisión de las obras y la dirección directa sobre los fondos también se puede dar a una empresa consultora. Esto puede mejorar la eficiencia. Esta empresa deberá responder al INAA y a institutos financieros involucrados con informes de avance.

- 2. Para garantizar una buena operación después de la construcción de las obras hay que dar mucha atención a "Operación y mantenimiento" durante el proyecto. Esto quiere decir:
 - a. El personal responsable para la operación del sistema ya está participando durante la ejecución del proyecto. De esta manera ellos pueden conocer bien el sistema; de ser necesario pueden ser entrenados al nivel deseado.
 - b. Se debe encontrar una solución para el problema de los costos de "Operación y mantenimiento". El importe mencionado de US \$100,000/año solo refleja la planta de tratamiento. Los costos para el transporte del agua cruda y la distribución del agua tratada no están incluidos.

Aunque es difícil calcular cuantos son los ingresos del INAA-Matagalpa, la estimación es que son app. US \$ 25,000. al año. De este importe se deben aún deducir los costos del cobro y de la administración.

Con las tarifas de agua de marzo 1989 y un caudal de 15.000 m³/día, los ingresos brutos del INAA serán app. US \$ 200,000/año.

6.3. Planificación

El proyecto "Mejoramiento del abastecimiento del agua potable en Matagalpa" se puede programar globalmente de esta manera:

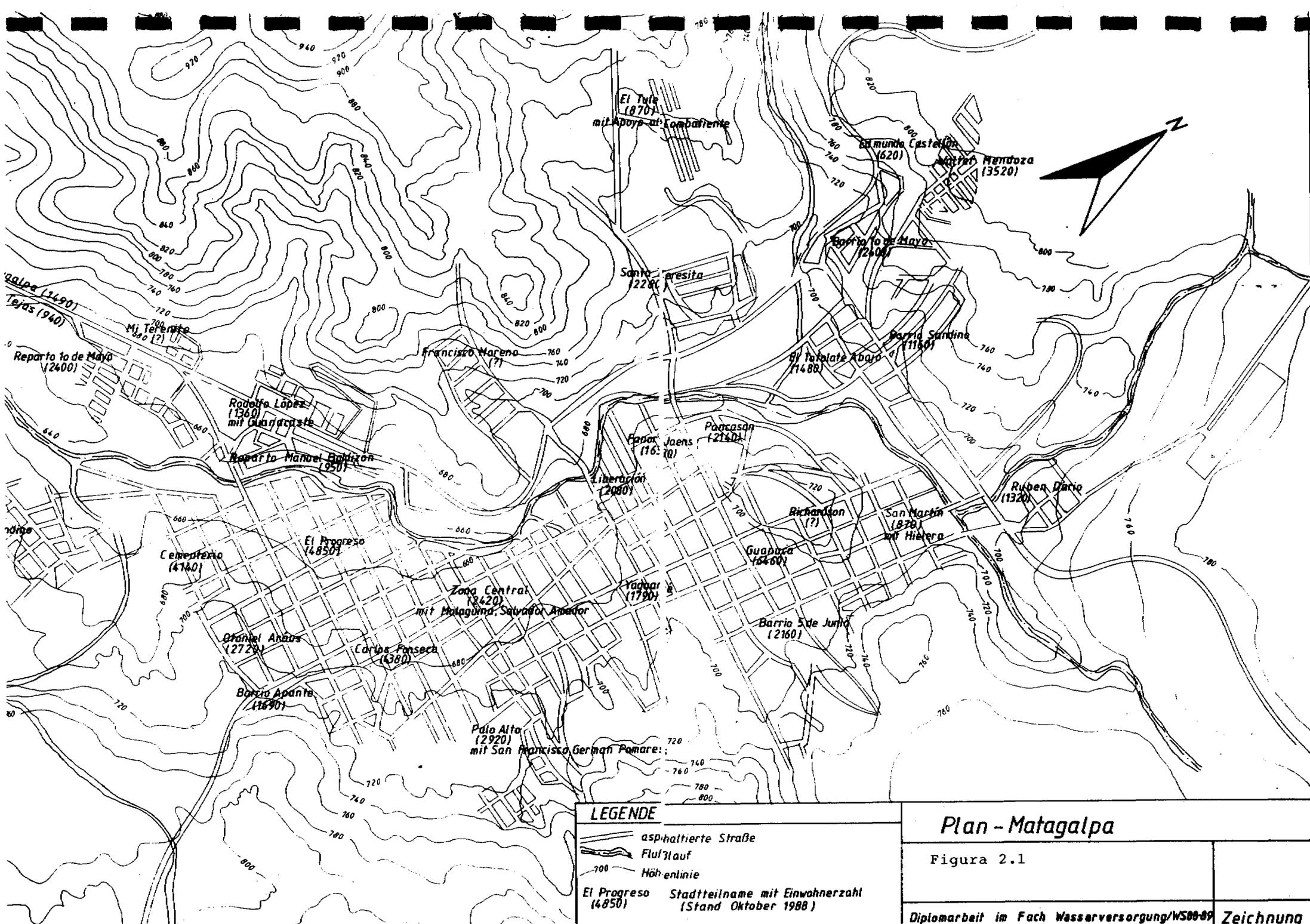
1. Formulación del proyecto y adquisición de bienes (incluso el arreglo de las partes mencionadas en el párrafo 6.2. y los contratos con las empresas consultoras y constructoras). 1½ año
2. Investigación y diseños definitivos (Incluso de la construcción de obras de mediciones en los ríos y la instalación del laboratorio). 1½ año
3. Construcción de las obras 1½ año

Se recomienda una planificación flexible. Nicaragua enfrenta muchos problemas causados por la situación económica y la guerra existente. Por eso será muy difícil encontrar y mantener personal calificado y deben tomarse en cuenta posibles retrasos en todas las fases del proyecto.

6.4. Recomendaciones generales

1. Cuando se formula un proyecto es importante encontrar el equilibrio entre una propuesta integral y algunas soluciones parciales. Por ejemplo, cuando se aumenta el abastecimiento del agua potable, también se necesita mejorar y aumentar los sistemas de distribución y de alcanterillado. Por otra parte, cuando se quiere solucionar todos los problemas en un esfuerzo solamente se complica demasiado el proyecto.
2. Para conservar las cuencas del Milino Norte y San Francisco es muy importante que se desarrolle un programa de lucha contra la erosión. Si esto no se hace, los problemas de la escasez del agua empeorarán en el transcurso del tiempo. Además deben considerarse también otros aspectos relacionados a la erosión:
 - a. el daño ocasionado por el lavado de las tierras fértiles y las consecuencias para la agricultura
 - b. el valor de la zona como área de naturaleza.

3. Por fin se acentúa la importancia de hacer mediciones regulares de los caudales de los ríos, de la calidad del agua cruda y de la calidad del agua potable.
Sin estos datos es imposible desarrollar proyectos con resultados seguros y determinar la alternativa más favorable a los menores costos.



LEGENDE

-  asphaltierte Straße
-  Flußlauf
-  Höhenlinie

El Progreso (4850) Stadtteilname mit Einwohnerzahl
 (Stand Oktober 1988)

Plan - Matagalpa

Figura 2.1

Parameter	Unit	Guideline Value
<i>Microbiological Quality</i>		
Faecal coliforms	number/100 ml	zero ^a
Coliform organisms	number/100 ml	zero ^a
<i>Inorganic Constituents</i>		
Arsenic	mg/l	0.05
Cadmium	mg/l	0.005
Chromium	mg/l	0.05
Cyanide	mg/l	0.1
Fluoride	mg/l	1.5
Lead	mg/l	0.05
Mercury	mg/l	0.001
Nitrate	mg/l(N)	10
Selenium	mg/l	0.01
<i>Aesthetic Quality</i>		
Aluminum	mg/l	0.2
Chloride	mg/l	250
Color	True color unit (TCU)	15
Copper	mg/l	1.0
Hardness	mg/l (as CaCO ₃)	500
Iron	mg/l	0.3
Manganese	mg/l	0.3
pH		6.5 to 8.5
Sodium	mg/l	200
Solids (total dissolved)	mg/l	1000
Sulphate	mg/l	400
Taste and odor		Inoffensive to most consumers
Turbidity	NTU	5
Zinc	mg/l	5.0

Source: WHO, 1984a.

^aTreated water entering the distribution system.

Cuadro 3.1: Normas para agua potable de la OMS

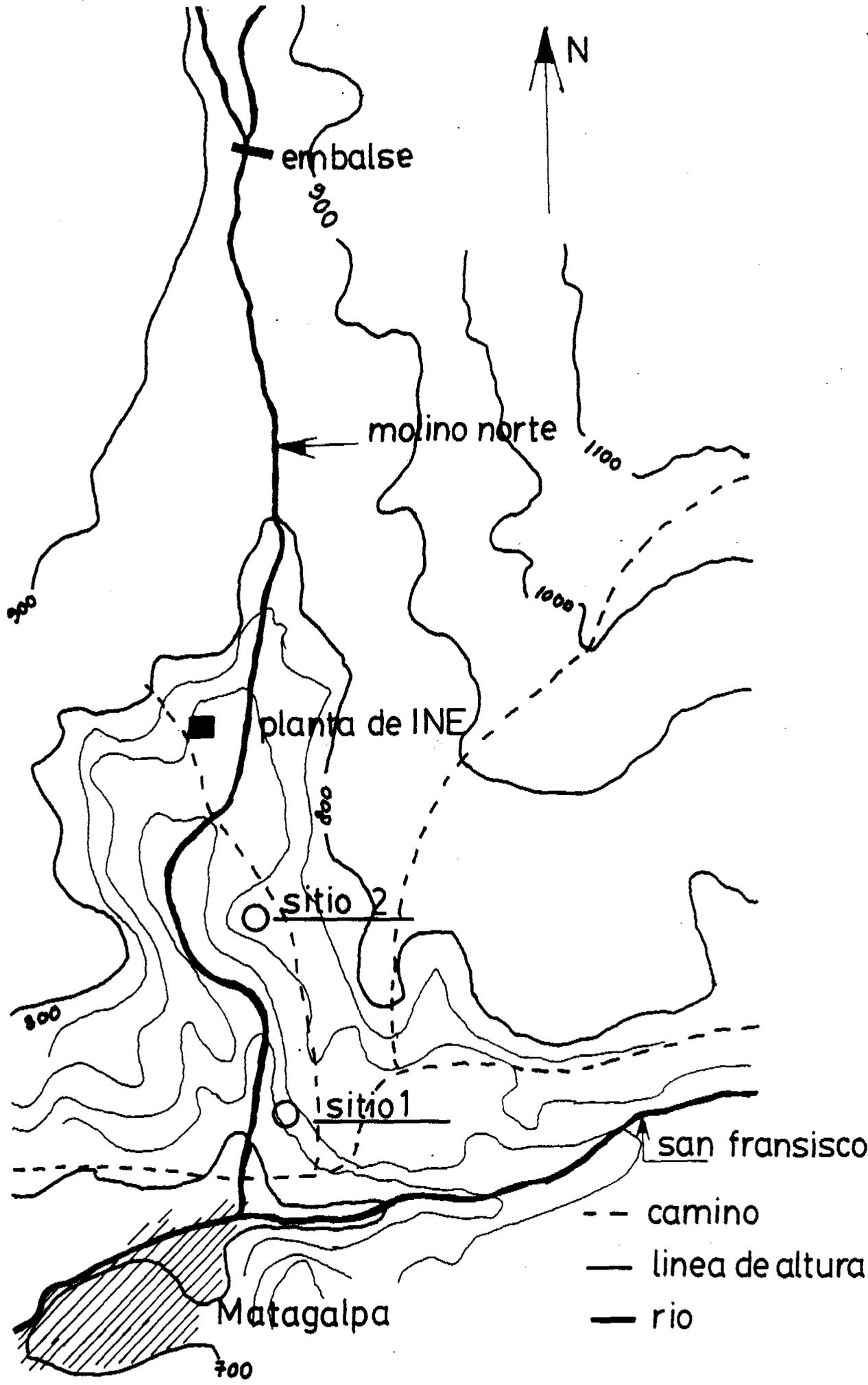


figura 5.2: ubicacion de la nueva planta

ANEXO I TERMINOS DE REFERENCIA DE LA MISION

A. Objetivo de la misión.

Hacer un informe con propuestas para mejorar o renovar el tratamiento del agua cruda para el abastecimiento de la ciudad de Matagalpa. Las propuestas deben ser formuladas para el corto, mediano y largo plazo. Estas deben incluir selecciones de diseños y presupuestos globales. Las soluciones a mediano y largo plazo deben tomar como base que el agua a tratar será agua superficial.

B. Términos de Referencia.

1. Formular mejoras que podrán ser ejecutadas a corto plazo para el beneficio de la planta actual; incluyendo el presupuesto.
2. Indicar qué métodos de tratamiento central son los más aptos para la ciudad de Matagalpa, incluyendo los argumentos. Aquí se deben considerar criterios de selección como calidad del agua cruda, calidad del agua tratada, capacidad necesaria, técnica a aplicar, mantenimiento requerido, aplicaciones existentes en Nicaragua, ubicación de la planta, precios de tierra, etc. El resultado será una sugerencia para el tratamiento más apropiado.
3. Para fijar la capacidad se debe tomar como base el consumo de agua como consta en el informe de Manfred Matz.
4. Para fijar la ubicación deben tomarse en cuenta los puntos de partida mencionados en el informe sobre captación futura (Matz) y el informe Van de Ende referente a zonas de presión en la red de distribución.
5. Partiendo de los métodos del tratamiento seleccionados elaborar dibujos de diseño y presupuestos globales.
6. Indicar si la (futura) renovación o nueva construcción puede ser ejecutada por organismos nicaragüenses y/o extranjeros. Este aspecto debe ser incluido en el presupuesto.
7. De las soluciones propuestas para el corto, mediano y largo plazo se debe presentar una ejecución en fases. Aquí se debe tomar en cuenta la vida útil y la capacidad de la instalación existente y de la renovada.

8. Se debe indicar si otras instalaciones de tratamiento existentes dentro de Matagalpa, como el filtro lento de arena en uno de los barrios pueden ser mejoradas y/o integradas dentro del sistema central de tratamiento y si es así, de qué forma.
9. Deben conocerse los métodos de tratamiento ya aplicados para agua superficial en Nicaragua, como la planta en Boaco que es del mismo tipo de la instalación en Matagalpa.
10. El informe debe ser formulado en el idioma español.
11. Los resultados de la investigación, incluyendo las sugerencias, deben ser discutidos en Nicaragua con los organismos involucrados como INAA y JRMM.

ANEXO II ITINERARIO DE LA MISION

- 7 de Febrero -salida de Amsterdam
8 -llegada a Matagalpa
9 -elaboración plan de trabajo
-visita a la planta fuera de operación por descarga de aguasmieles
-observación del agua contaminada por el café
10 -visita a la planta en operación
-entrevista con el operador de la planta
11 -visita al río Jigüina
-toma de muestras de los ríos Jigüina, San Francisco y Molino Norte y de la planta de tratamiento
13 -visita al INAA-Managua:
-visita al laboratorio y entrega de las muestras
-entrevista con el personal encargado del diseño y la construcción de la planta de Boaco
14 -introducción para el ing. Alvaro Largaespada
-visita a la planta y al filtro lento del sistema Apante
15 -visita a la planta de Boaco
-colaboración con el ing. Alvaro Largaespada
16 -entrevista con el ing. Alvaro Largaespada sobre las experiencias con plantas de tratamiento en Nicaragua.
17 -estimación de los costos de las alternativas
18 -estimación de los costos de las alternativas
20 -enfermo
21 -enfermo
22 -enfermo
23 -selección de alternativas, diseño y presupuesto preliminar
24 -preparación del informe
25 -preparación del informe
27 -visita al proyecto "Biogas" del MIDINRA
-entrevista con el ing. Rick Wasser del proyecto "Biogas"
28 -preparación del informe
1 de Marzo -preparación del informe
-preparación de la presentación
2 -presentación y discusión de los resultados de la misión con representantes de los siguientes institutos:
-INAA-Central
-INAA-VI Región
-JRM-Matagalpa
-MINSAR Regional
-NOVIB

4 de Marzo

-llegada a Managua

8

-salida de Managua

9

-llegada a Amsterdam

LITERATURA

- Van de Ende, J. SIMULACION COMPUTARIZADA DE LA RED
(INAA) DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE
EN MATAGALPA. (1988)
- INAA EVALUACION Y REPROGRAMACION DEL
PROYECTO AGUA POTABLE EN LA CIUDAD
DE BOACO. (1984)
- Matz, M. ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA
(INAA) LA CIUDAD DE MATAGALPA DURANTE EL
VERANO A MEDIANO PLAZO. (1988)
- INAA AGUA POTABLE CIUDAD DE BOACO,
INFORME DE PROGRESO No 8. (1988)
- ISP, Holanda. AGUA PARA MATAGALPA (1983)
- INAA EVALUACION DE LA PLANTA DE TRATA-
MIENTO DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD
DE MATAGALPA. (1984)
- Universidad LA FILTRACION LENTA EN ARENA RETOMA
del Valle, SU PAPEL EN LA POTABILIZACION DE
Colombia. AGUA. (1987)
- Van Eekeren RENOVIACION VAN DE ZUIVERINGSINSTALLATIE
y VAN DE STAD MATAGALPA (NICARAGUA)
Van Lieshout (1984)
- I.R.C. SLOW SAND FILTRATION FOR COMMUNITY
WATER SUPPLY T.P.S. 24. (1987)
- Shulz, Okun SURFACE WATER TREATMENT FOR COMMUNITIES
IN DEVELOPING COUNTRIES. (1984)