

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL

ESPECIALIDAD DE INGENIERIA SANITARIA



**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE MINIMO COSTO
DEL SISTEMA DE PRODUCCION DE AGUA
POTABLE DE LA CIUDAD DE IQUITOS**

INFORME DE INGENIERIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO SANITARIO

Del Bachiller:

MARCO ANTONIO PINCHI VALDEZ

LIMA - PERU

1997

AGRADECIMIENTO

Al ingeniero Fausto Roncal Vergara, dinámico profesional, por su asesoramiento en la realización del presente informe, esforzándose y dándome las indicaciones necesarias para que este documento sea de excelente calidad técnica.

A mi familia, y en especial a mis padres por tener la seguridad que su esfuerzo e inversión darían resultados; por brindarme todo lo mejor que tuvieron para llegar a ser un buen profesional.

A mis amigos que siempre me motivan a seguir trabajando con esmero y profesionalismo y dar lo mejor de mí para el progreso de nuestra patria.

INTRODUCCION

El presente informe técnico recopila el trabajo realizado en la ciudad de Iquitos acerca del Sistema de producción de agua potable de la ciudad de Iquitos, por el Concurso Internacional de Méritos N° 001-94-PRES-VMI-PRONAP, que fue convocado por el proyecto especial "Programa Nacional de Agua Potable y Alcantarillado" (PRONAP), del Ministerio de la Presidencia, para la elaboración de los "Estudios de Factibilidad de los Planes de Expansión de Minimo Costo de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado" para las ciudades de Iquitos, Yurimaguas, Requena y Tumbes". Este concurso fue financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) mediante el convenio PERU/BID préstamo 847/OC-PE y dentro del Programa de Apoyo al Saneamiento Básico, dentro del cual está comprendido el Sub Programa C: Planes de Expansión de Minimo Costo de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado.

El estudio de factibilidad estuvo bajo responsabilidad de una firma consultora y fue de carácter multidisciplinario, vale decir, participaron profesionales de distintas ramas de la ingeniería como: sanitarios, civiles, geólogos, hidráulicos, geógrafos, etc; también biólogos, economistas, especialistas en inversiones, etc, tanto nacionales como extranjeros.

En este informe se desarrolla únicamente la parte relacionada con los aspectos técnicos del sistema de producción de agua potable de la ciudad de Iquitos, que comprende, según la Ley General de Servicios de Saneamiento (ley N°26338, artículo 10) los siguientes componentes:

- Captación, almacenamiento y conducción de agua cruda
- Tratamiento y conducción de agua potable

Como se verá en el presente documento, primero damos a conocer nuestros objetivos y estrategias para elaborar el plan a seguir, vale decir, recopilamos toda la información que nos lleve a la comprensión de los problemas técnicos, administrativos y económicos en la que se encuentra la Entidad Prestadora de Servicios para brindar luego la mejor solución al problema principal: dotar de agua potable a la ciudad de Iquitos en calidad, cantidad y continuidad adecuada. Para esto contamos con datos globales acerca del Desarrollo Urbano de la ciudad, población, principales actividades, costumbres, vías de comunicación, historia, etc. Tiene gran importancia la fase de Diagnóstico y Evaluación del Sistema de Agua Potable pues de ella se obtiene la información precisa para la elaboración de las Alternativas de solución; estas a su vez indican las bondades e inconvenientes para ser aceptadas o no. El análisis económico nos dá las proyecciones de nuestras demandas y ofertas a cada horizonte del proyecto (1995, 2000, 2010, 2025), así también valora cada una de nuestras alternativas decidiendo como ganadora aquella que luego de haber aprobado todos los aspectos técnicos ofrece el menor costo de inversión, operación y mantenimiento. Entonces, la alternativa ganadora tiene las bases para ser desarrollada a nivel de estudio definitivo, que no es materia de este informe técnico.

Este trabajo incluye un resumen de los documentos que han sido desarrollados en forma amplia en el Estudio de Factibilidad, tal es el caso de informes de desarrollo urbano, hidrológicos, hidrogeológicos, análisis económico, vulnerabilidad, medio ambiente, análisis de laboratorio, datos recopilados en campo, etc, todos desarrollados por expertos en cada una de las materias.

Este informe se elaboró como un aporte a la ingeniería sanitaria para que sirva de ayuda a futuros proyectos, como guía de evaluación y desarrollo.

INDICE GENERAL

INDICE	1
1 OBJETIVOS	7
1.1 Generales.....	7
1.2 Específicos.....	7
2 ESTRATEGIAS	8
3 ANTECEDENTES	9
3.1 Estudios realizados.....	9
3.1.1 Sub Programa A: “Apoyo al Fortalecimiento del Sector”	9
3.1.2 Sub Programa B: “Mejoramiento Institucional y Operativo de las Entidades Prestadoras de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado	9
3.1.3 Sub Programa C: “Planes de Expansión de Mínimo Costo de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado	10
4 MARCO REGIONAL	11
4.1 Relieve	11
4.2 Hidrografía	11
4.3 División política	13
4.4 Recursos Naturales	13
4.5 Actividades económicas	13
4.6 Vías de comunicación.....	14
5 CARACTERISTICAS DEL DESARROLLO URBANO DE LA CIUDAD DE IQUITOS	15
5.1 Ubicación	15
5.2 Características físicas.....	15
5.2.1 Fisiografía	15
5.2.2 Climatología	15
5.2.3 Riesgos de desastres naturales	17
5.2.4 Referencias históricas.....	17
5.3 Servicios urbanos	18

5.3.1	Agua.....	18
5.3.2	Alcantarillado.....	18
5.3.3	Electricidad.....	19
5.3.4	Comunicaciones.....	19
6	DIAGNOSTICO Y EVALUACION DEL SISTEMA DE PRODUCCION DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE IQUITOS.....	20
6.1	Captación.....	20
6.1.1	Datos generales.....	20
6.1.2	Datos técnicos de las estaciones de bombeo de agua cruda.....	20
6.1.3	Diagnóstico y verificación del Sub Programa B.....	23
6.1.4	Optimización.....	26
6.1.5	Calidad del agua de la fuente.....	27
6.2	Líneas de conducción de agua cruda.....	30
6.2.1	Datos generales.....	30
6.2.2	Datos técnicos.....	30
6.2.3	Diagnóstico y verificación del Sub Programa B.....	31
6.3.4	Optimización.....	32
6.3	Planta de tratamiento de agua potable.....	33
6.3.1	Tratamiento.....	33
6.3.1.1	Datos generales.....	33
6.3.1.2	Datos técnicos.....	33
6.3.1.3	Diagnóstico y verificación del Sub Programa B.....	42
6.3.1.4	Optimización.....	43
6.1.3.5	Pérdidas de agua en la planta de tratamiento.....	44
6.1.3.6	Destino de lodos.....	45
6.3.2	Cloración.....	45
6.3.2.1	Datos generales.....	45
6.3.2.2	Datos técnicos.....	45
6.3.2.3	Diagnóstico y verificación del Sub Programa B.....	46
6.3.2.4	Optimización.....	46

6.3.3	Reservorios	47
6.3.3.1	Datos generales.....	47
6.3.3.2	Datos técnicos	47
6.3.3.3	Diagnóstico y verificación del Sub Programa B.....	47
6.3.3.4	Optimización	49
6.3.4	Estaciones de bombeo de agua potable.....	50
6.3.4.1	Datos generales.....	50
6.3.4.2	Datos técnicos	50
6.3.4.3	Diagnóstico y verificación del Sub Programa B.....	54
6.3.4.4	Optimización	56
6.3.5	Laboratorio	57
6.3.5.1	Datos generales.....	57
6.3.5.2	Datos técnicos	57
6.3.5.3	Diagnóstico y verificación del Sub Programa B.....	58
6.3.5.4	Optimización	58
6.3.6	Transportes y comunicaciones.....	58
6.3.7	Almacenes.....	58
6.3.7.1	Datos generales.....	58
6.3.7.2	Datos técnicos	58
6.3.7.3	Diagnóstico y verificación del Sub Programa B.....	59
6.3.7.4	Optimización	59
6.3.8	Grupos electrógenos de emergencia.....	59
6.3.8.1	Datos generales.....	59
6.3.8.2	Datos técnicos	59
6.3.8.3	Diagnóstico y verificación del Sub Programa B.....	59
6.3.8.4	Optimización	60
6.3.9	Control y supervisión.....	60
6.3.10	Otras fuentes de abastecimiento.....	60
6.4	Vulnerabilidad de los sistemas antes del proyecto	64

6.4.1	Descripción del objetivo.....	64
6.4.2	Definición de vulnerabilidad.....	64
6.4.3	Vulnerabilidad por catástrofes y emergencias.....	64
6.4.4	Actividades humanas.....	64
6.4.5	Iquitos.....	65
6.4.5.1	Sistema de agua potable	65
6.5	Diagnóstico ambiental	67
6.5.1	Medición de la calidad ambiental urbana en relación con el servicio de agua potable	67
6.6	Problemas ambientales del área.....	67
6.6.1	Estado actual de la cuenca	67
6.6.2	Flora, fauna, recursos ictiológicos.....	68
6.6.3	Propiedades físicas, químicas y bacteriológicas	68
6.6.4	Problemas y posibilidad de manejo ambiental de la cuenca.....	70
6.7	La calidad ambiental urbana en relación con los servicios de agua potable	72
6.7.1	El acceso al agua potable y nivel sanitario del líquido.....	72
6.7.2	La salud humana en relación con la calidad del agua	72
6.7.3	Cuerpos receptores de descargas.....	73
6.8	Opinión de la comunidad	74
7	OFERTA, DEMANDA Y DEFICITS DE AGUA POTABLE.....	75
7.1	Características del servicio de agua potable	76
7.1.1	La demanda	76
7.1.2	Oferta de producción de agua potable	77
8	IDENTIFICACION DE ALTERNATIVAS	80
8.1	Expansión del sistema de agua potable	81
8.1.1	Definiciones.....	81
8.2	Identificación de fuentes y principales componentes.....	82
8.2.1	Fuentes	82
8.2.2	Producción de agua potable	85
8.2.3	Principales componentes del sistema de producción	86

8.3	Características de los principales componentes	96
8.3.1	Descripción de componentes del sistema de producción	96
8.4	Identificación de alternativas	103
8.4.1	Sistema de producción	103
8.5	Comparación de alternativas	108
8.5.1	Alternativa 1: fuente rio Nanay	108
8.5.2	Alterantiva 2: fuente rio Nanay y Momón (I).....	111
8.5.3	Alternativa 3: fuente rio Nanay y Momón (I+II).....	114
8.6	Conclusión: alternativa ganadora.....	117
8.6.1	Alternativa 2: fuente rio Nanay y Momón (I).....	117
9	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	130
9.1	Desarrollo urbano	130
9.1.1	Conclusiones	130
9.1.2	Recomendaciones	130
9.2	Diagnóstico y evaluación del sistema de producción.....	131
9.2.1	Conclusiones	131
9.2.2	Recomendaciones	133
9.3	Vulnerabilidad.....	133
9.3.1	Recomendaciones	133
9.4	Impacto ambiental	134
9.4.1	Conclusiones	134
9.4.2	Recomendaciones	135
9.5	Economía.....	135
9.5.1	Conclusiones	135
9.5.2	Recomendaciones	135
9.6	Alternativa seleccionada.....	136
9.6.1	Conclusiones	136
9.6.2	Recomendaciones	136

ANEXOS

Anexo 1:	Datos estadísticos.....	139
Anexo 2:	Datos económicos	148
Anexo 3:	Hidrología.....	159
Anexo 4:	Hidrogeología	162
Anexo 5:	Fuentes	167
Anexo 6:	Análisis físicos, químicos y bacteriológicos.....	169
Anexo 7:	Macromediciones.....	182
Anexo 8:	Criterios de diseño.....	185
Anexo 9:	Comparación con Normas Internacionales.....	190
Anexo 10:	Impacto ambiental	198
Anexo 11:	Relación de figuras y tablas.....	211
Anexo 12:	Bibliografía	215
Anexo 13:	Fotos de la ciudad de Iquitos-Sistema de producción.....	
Foto 1:	Vista aérea de captación río Nanay (crecida) y líneas de impulsión de agua cruda	219
Foto 2:	Vista aérea de captación y planta de tratamiento.....	219
Foto 3:	Captación N°1, reconstrucción del caisson	219
Foto 4:	Grado de corrosión de la tubería de impulsión N°1 de agua cruda	220
Foto 5:	Ladrillos caídos del techo del reservorio N°2	220
Foto 6:	Pérdida de agua tratada de los reservorios (60 l/s)	220

1. OBJETIVOS

1.1. GENERALES

Desarrollar el estudio de factibilidad del plan de expansión de mínimo costo, que sea económica y socialmente viable para el desarrollo del sistema de producción de los servicios de agua potable, para un periodo de estudio que abarca 30 años (1995-2025).

1.2. ESPECIFICOS

- 1.2.1. Diagnóstico de la situación actual del sistema de producción de agua potable comprendiendo cada uno de sus componentes y detallando condiciones operativas y de mantenimiento de los mismos.
- 1.2.2. Presentación de los consumos actuales, detectando los puntos críticos de consumos injustificados, proponiendo las medidas correctivas correspondientes.
- 1.2.3. Presentación de la proyección de la demanda de agua (desarrollado por el equipo de economistas), en concordancia con el crecimiento poblacional y económico de la ciudad y rangos cronológicos que correspondan a las etapas del plan óptimo con horizonte al 2025 (cuadros resúmenes).
- 1.2.4. Propuestas para la óptima utilización de la capacidad instalada existente, recogiendo las medidas planteadas dentro del sub programa B (ver antecedentes) y de ser conveniente, ampliarla dentro del criterio de rehabilitación de los sistemas.
- 1.2.5. A nivel técnico, plan de expansión de mínimo costo de los diferentes componentes de la producción, es decir, constituir el análisis de alternativas técnicas apropiadas a la realidad regional (rentabilidad e impacto social).

2. ESTRATEGIAS

- 2.1. Coordinaciones de trabajo y transferencia de información con la Entidad Prestadora de Servicios (SEDALORETO) a fin de obtener datos fidedignos y actuales de la situación en que se encuentra el sistema de producción de agua potable, analizando la información obtenida y priorizando elementos.
- 2.2. Visitas a campo, inspeccionando las condiciones físicas en que se encuentran las instalaciones de captación (caissons, bombas electromecánicas, líneas de impulsión) y planta de tratamiento (mezcla rápida, floculadores, sedimentadores, decantadores, filtros, reservorios, etc), así como a otras fuentes de abastecimiento y posibles lugares de reubicación de la planta de tratamiento.
- 2.3. Revisión de estudios realizados, trabajos ejecutados, documentos y guías de desarrollo de los planes de trabajo de la Entidad Prestadora de Servicios (EPS).
- 2.4. Coordinación con el Municipio de Maynas a través de su unidad técnica para averiguar sus planes de desarrollo urbano y estado del saneamiento básico, vías de comunicación, actividades de la región, etc.
- 2.5. Contratación de entidades públicas o privadas de prestigio que puedan efectuar análisis de agua diagnosticando su calidad física, química y bacteriológica; análisis de helmintos y algas.
- 2.6. Recopilar información del sector salud (Hospital Regional) para indagar las distintas enfermedades relacionadas con el consumo de agua, focos de infección, planes de emergencias, campañas de prevención de enfermedades transmisibles por el agua (vacunaciones, charlas, etc.).
- 2.7. Recopilación y análisis de estudios realizados como fuentes de agua, hidrológicos, geológicos, topográficos, de ampliación o mejoramiento de instalaciones existentes, etc.

3. ANTECEDENTES

Toda vez que se ha concluido y ejecutado los estudios anteriores (Sub Programa A y Sub Programa B, ver capítulo 3.1) relacionados con el desarrollo de actividades programadas por el PRONAP para brindar los servicios de agua potable y alcantarillado a las distintas ciudades materia del Estudio, estas se utilizan como información básica para determinar los parámetros de diseño necesarios para la realización del estudio hasta el horizonte del proyecto (1995-2025).

Así, se tiene presente que la finalidad del diagnóstico de los Estudios del Sub programa B fue el de obtener información para proponer los sub proyectos de rehabilitación y optimizar el funcionamiento actual, mientras que el diagnóstico desde el punto de vista de los Estudios de Factibilidad de los Planes de Expansión de Mínimo Costo de los sistemas de Agua Potable y Alcantarillado, es tener datos e información para proyectar la ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado por etapas hasta el horizonte 2025.

3.1. ESTUDIOS REALIZADOS

3.1.1. Sub programa A: “Apoyo al Fortalecimiento del Sector”

Tiene como objetivos consolidar y fortalecer el medio jurídico, reglamentario e institucional del Sector Sanamiento a nivel central, mediante la realización de estudios y asesorías para la complementación de las disposiciones legales, reglamentarias, políticas, normas, etc., que faciliten el fortalecimiento institucional y la capacidad de gestión y autonomía de todos los entes del sector saneamiento.

3.1.2. Sub programa B: “Mejoramiento Institucional y Operativo de las Empresas Prestadoras de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado”

Tiene como objetivo fortalecer la capacidad empresarial, lograr el autofinanciamiento de las EPS, optimizar la operación de los servicios y el consumo mejorando la calidad, cantidad y continuidad, mediante la formulación y ejecución de proyectos relacionados con los aspectos institucional, comercial y operacional, cautelando simultáneamente los aspectos ecológicos dentro de un adecuado marco económico y financiero.

Nuestro informe se refiere concretamente a la comprobación del estudio “**Obra de Rehabilitación de la Planta de Tratamiento de Aguas de la ciudad de Iquitos**”, en la que se establece la necesidad de recuperar la producción de agua en cantidad y calidad inicial; comprende la documentación técnica para la ejecución del proyecto de rehabilitación, es decir, descripción del trabajo, especificaciones, costos desagregados, presupuestos, cronograma de obras y fórmulas polinómicas.

El estudio de factibilidad se basa en este trabajo, ya concluido, y a partir del cual se toman la oferta y la demanda del sistema de producción.

3.1.3. Sub programa C: “Planes de Expansión de Mínimo Costo de los Sistemas de Agua Potable Y Alcantarillado”

Así tenemos que este sub programa es resultado de los sub programas anteriores, pues ellos han dado ya un marco actualizado y mejorado de la situación de las EPS, afrontado los problemas de corto plazo que lleven a una mejor situación de la capacidad instalada, pudiendo pasarse ya a la etapa de expansión de los sistemas de agua potable y alcantarillado.

4. MARCO REGIONAL DE DESARROLLO

La región Loreto cuya capital es la Ciudad de Iquitos, se localiza en la parte Nororiental del Perú. Limita por el norte con la República de Colombia, de la que la separa el río Putumayo; por el este con Brasil, de la que la separa el río Yaraví; por el sur con la Región Ucayalí y por el Oeste con las regiones Nororiental del Marañón y San Martín (figura 1).

El territorio de la región Loreto, tiene una superficie de 368 852 km², que significa el 28.7% del territorio nacional y una población, según proyecciones del INEI (censo nacional de 1993) de 736,161 habitantes para el año 1995 representando apenas el 3.3% de la población nacional (ver anexo 1). Su densidad poblacional es de 2.11 hab/ km², por tanto, es relativamente baja en comparación con el promedio nacional que llega a un coeficiente de 18.5 hab./km².

La provincia de Maynas, en la que se ubica la Ciudad de Iquitos, tiene una extensión de 119,998 km², con una población de 412,720 habitantes para 1995 lo que arroja una densidad de 3.4 hab/km²

4.1. RELIEVE

El territorio de la región Loreto se localiza, en su totalidad, en la selva baja del Perú, entre las altitudes promedio de 65 m.s.n.m. y 250 m.s.n.m. de la llanura Amazónica.

Esta llanura es de origen aluvial, es decir, se formó con la sedimentación de los materiales sólidos transportados por los ríos desde los Andes. Estos materiales se depositaron en el fondo de un primitivo mar interior, y desplazaron a la aguas marinas. En su lugar ha quedado sólo un relleno aluvial.

En la parte de la llanura amazónica correspondiente a la región Loreto se distinguen tres niveles:

- Las Tahuampas o aguajales conformadas por las áreas más bajas del relieve amazónico y que están permanentemente inundadas.
- Las zonas medias, inundables en los bordes de los ríos y afluentes que permanecen secas durante parte del año, y
- Las áreas de plataformas altas con relieves de pendientes que son propicias para asentamientos humanos y la agricultura.

La agricultura de desarrollo en pequeñas extensiones en las zonas altas y parcialmente en las zonas inundables. La Ciudad de Iquitos se ubica en una de estas amplias plataformas altas situada entre los ríos Amazonas, Nanay e Itaya.

4.2. HIDROGRAFÍA

El territorio de la región se encuentra, en su totalidad, como se ha mencionado anteriormente, en la región hidrográfica del río Amazonas, formada en la confluencia de los ríos Marraron y Ucayali frente al pueblo de Nauta, capital de la provincia de Loreto, a partir de este punto el Amazonas recibe a lo largo de los 713 km dentro del territorio peruano y principalmente por la margen izquierda los siguientes afluentes principales:

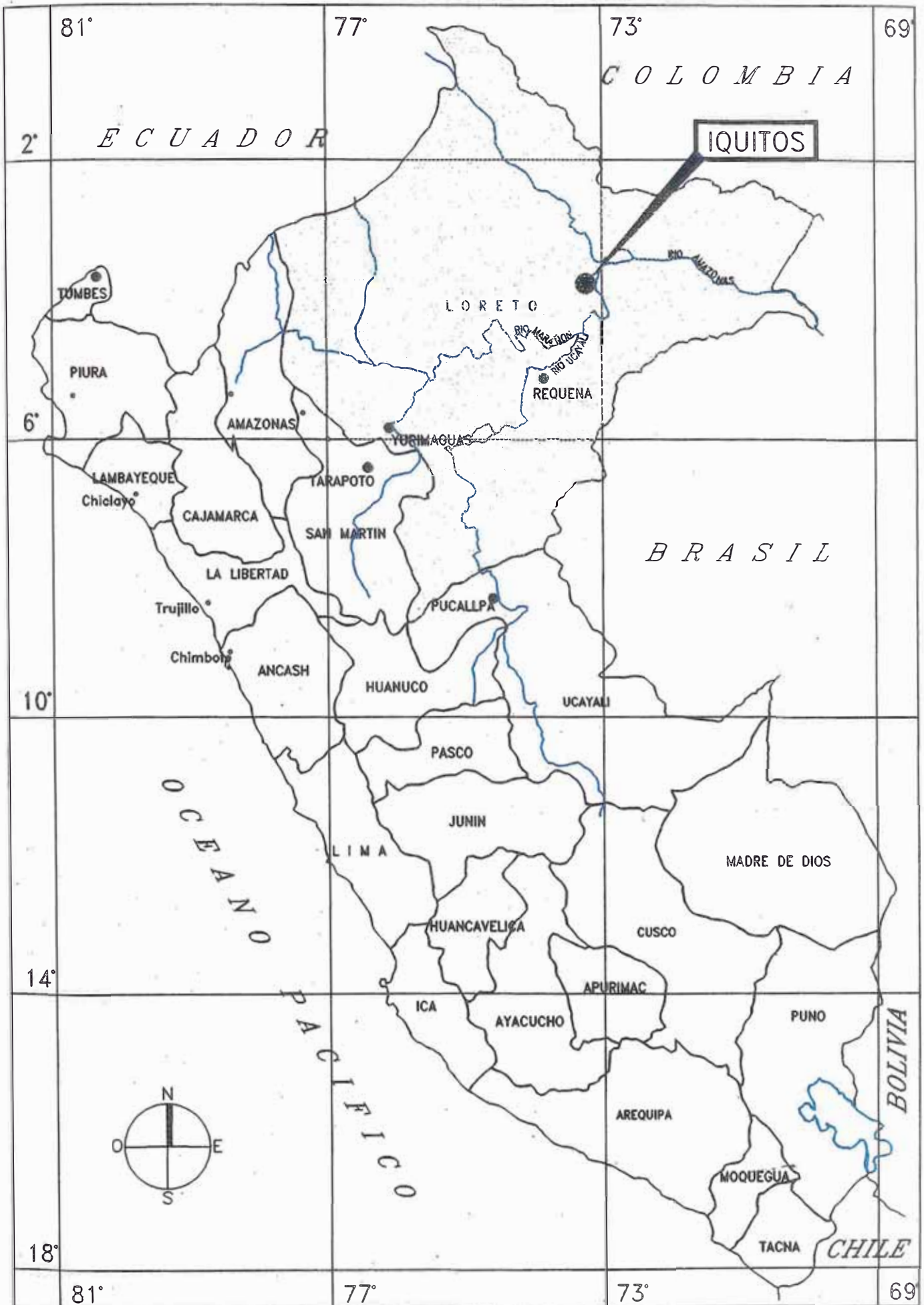


Figura 1: Mapa de ubicación de la región Loreto.

- El río Nanay, que desagua al norte de la ciudad de Iquitos;
- El río Napo, que tiene su origen en territorio ecuatoriano y
- El río Putumayo, que sirve de línea fronteriza con Colombia y desemboca en el río Amazonas en territorio de la República del Brasil.

4.3. DIVISION POLITICA

La región Loreto incluye las provincias de: Alto Amazonas, cuya capital es la Ciudad de Yurimaguas; de Loreto, cuya capital es la Ciudad de Nauta; de Mariscal Castilla, cuya capital es el Centro Poblado de Caballococha; de Maynas, en la que se ubica la Ciudad de Iquitos capital de la región ; de Requena con su capital la Ciudad de Requena y de Ucayali, cuya capital es la Ciudad de Contamana.

4.4. RECURSOS NATURALES

Los recursos más importantes de la región son: bosques, hidrocarburos, minería metálica y no metálica, suelos y clima. Dispone de paisajes y otros recursos de valor turístico.

En relación a la explotación del bosque los recursos naturales más importantes que se explotan son: La Caoba que es la madera más fina y mejor cotizada; el Cedro, la Lupuna, el Ishpingo, el Ulcumano, la Moena, el Tornillo, etc, entre las principales especies.

Se explota también el palo de Rosa cuya esencia es exportada para ser utilizada en perfumería; numerosas resinas, como el Caucho, el jebe y el chicle; plantas medicinales como la Quina; numerosas palmeras como el Aguaje, cuyos frutos son comestibles y tienen gran demanda en la población regional. Existen flora y fauna silvestre tropical de amplia diversidad cuyo potencial aún no ha sido suficientemente evaluado.

La Región del Amazonas es en la actualidad, la primera región productora de petróleo en el Perú. Cerca a Iquitos, a orillas del río Nanay, opera una moderna refinería de petróleo

4.5. ACTIVIDADES ECONÓMICAS

La población económicamente activa PEA del departamento asciende según el Censo de 1993 a 207,362 personas de los cuales 149,893 que representa el 72% son hombres y 28% restante son mujeres. Esto muestra una relativamente elevada incidencia de la población masculina en el mercado laboral. (anexo.1)

4.6. VÍAS DE COMUNICACIÓN

Cuenta con infraestructura intermodal, cubriendo el transporte acuático, fluvial, terrestre y aéreo, la región tiene aeropuertos para vuelos nacionales en Yurimaguas e Iquitos y éste también para vuelos internacionales con rutas hacia Manaus en Brasil y a Miami en Los Estados Unidos. El puerto fluvial de Iquitos junto con el puerto de Yurimaguas es un esquema de múltiples embarcaderos que constituyen una red portuaria que le permite a Iquitos tener acceso al país a través de los ríos Marañón hacia el puerto de Yurimaguas y por el Ucayali hacia el puerto de Pucallpa. El parque fluvial se compone de 1,464 embarcaciones

La red vial de la región Loreto tenía a 1995, una longitud de 320 km de los cuales 44 km, pertenecen a la red nacional, 231 km a la red regional y 45 a la red vecinal. La estructura del sistema muestra que las vías predominantes son solamente afirmadas, lo cual afecta la estabilidad del transporte considerando las condiciones climáticas de la zona. El parque automotor es de 4,864 unidades de los cuales 1925 son vehículos particulares.

A fines de 1970 se empezó a construir la carretera Iquitos Nauta, con un trayecto aproximado de 100 km. Se trata de una carretera de primer orden que permitirá aprovechar los recursos naturales de la zona, en especial tierras con aptitud agropecuaria, lograr incentivar la actividad agrícola, habilitado, en parte, en ciudades nuevas, descongestionando Iquitos, captando Nauta el flete que viene del Marañón. A la fecha, la construcción de la carretera ha provocado la depredación de 25,000 Ha., produciéndose una depredación de la tierra, quedando como útil la explotación maderera que se exporta por Iquitos a Japón y Estados Unidos madera fina, la caoba, sin valor agregado y sin que se reforeste, lo que determinará que en un plazo más o menos breve, como con el caucho, se termine este excelente material y queden con zonas desérticas, sin capacidad de producción.

5. CARACTERIZACIÓN DEL DESARROLLO URBANO DE LA CIUDAD DE IQUITOS

5.1. UBICACIÓN

La Ciudad de Iquitos, capital de la región Loreto, está constituida por el área urbana de los distritos de Iquitos y Punchana, de la provincia de Maynas. Se sitúa en la margen izquierda del río Amazonas entre los ríos Nanay e Itaya (figura 2).

Su localización geográfica corresponde a:

- 03° 45'10' de Latitud Sur.
- 73° 15' 00" de Longitud Oeste.
- 106 msnm de altitud.

5.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

5.2.1. Fisiografía

El relieve fisiográfico está denominado por varios paisajes:

La planillanura disectada, está constituida por terrazas altas, de sedimentación terciaria y cuaternaria, observándose áreas fuertemente accidentadas o cortadas por la erosión.

El paisaje de las colinas bajas, está caracterizado por un relieve ondulado y suave que se observa a las márgenes del río Nanay é Itaya y el lago Moronacocha, y con otras características más impactantes, en el río Amazonas.

Las gradientes están comprendidas entre 0 a 15% y en las quebradas éstas superan el 25%, no aptas para fines urbanos, pero que deben ser utilizadas como áreas de bosques de protección, mediante la forestación de árboles de tallo alto.

Las riberas de los rios son zonas inundables.

5.2.2. Climatología

La zona de Iquitos tiene "Clima Cálido Húmedo" que corresponde a la llanura amazónica (Selva baja). No se notan grandes diferencias en los cambios de temperatura durante el año, las lluvias son torrenciales y el tipo de clima permite el desarrollo de una abundante flora y fauna.

La temperatura en la ciudad de Iquitos, es relativamente estable; las mínimas absolutas varían entre 16° y 21° centígrados para los meses de julio y diciembre respectivamente. Las máximas absolutas entre 31° y 35° en los meses de enero y octubre.

Por su ubicación geográfica y altura sobre el nivel del mar, su clima corresponde a la de los trópicos húmedos, con altas precipitaciones pluviales (252 mm/mes con periodo de retomo de 2 años), intenso calor y abundante vegetación.

El porcentaje de humedad durante el año fluctúa entre 80% y 89% de Humedad Relativa Media. Los vientos en esta ciudad son variables pero con tendencias de vientos del N-E. Iquitos se encuentra en la zona de los trópicos húmedos lo que determina un clima muy húmedo semi cálido y formación ecológica predominante de bosque húmedo tropical.

La evaporación potencial al año varía entre 0.5 y 1.0% de la precipitación lo que lo ubica en zona húmeda que varía entre el 60 al 90% de humedad, dependiendo de la época del año. Las precipitaciones pluviales, presentan un promedio mínimo en Febrero de 67.1 mm/mes y un máximo de 321 mm/mes en Diciembre para el año 1974.

5.2.3. Riesgo de desastres naturales

El área de la Ciudad de Iquitos no presenta riesgo sísmico. Los mayores riesgos de desastres se presentan por las inundaciones, que en el caso de la ciudad afecta las inmediaciones de la margen derecha del Río Nanay, los bordes del lago de Moronacocha y los barrios ubicados al Sur Este de la ciudad, y en los desplazamientos de cauces de los ríos cuya dinámica provoca el retiro de riberas afectando la estabilidad del transporte pluvial, así como la erosión de cauces poniendo en riesgo, en el caso de Iquitos, la estabilidad del malecón. El proceso más serio de la dinámica de los cauces, afecta con arenamiento el puerto de Iquitos provocado por el desplazamiento de sedimentos del río Itaya, el desplazamiento del cauce del río Amazonas y por la erosión de la ribera.

5.2.4. Referencias históricas

La referencia histórica más importante a mencionar es el descubrimiento del Amazonas por Francisco de Orellana el 12 de febrero de 1545, en una expedición ordenada por Francisco Pizarro desde Lima.

Loreto se creó por decreto del 10 de marzo de 1853, promulgado por el Presidente Constitucional José Rufino Echenique. El Presidente Mariano Ignacio Prado mediante decreto del 7 de febrero de 1866, le otorga la creación oficial del Departamento Litoral de Loreto.

Unos misioneros jesuitas fundaron la ciudad en 1757 y la llamaron Iquitos por la tribu indígena que radica en las inmediaciones. En 1808 Iquitos contaba con 81 habitantes y a comienzos del siglo XX alcanzan 7,000 personas. El 5 de Enero de 1864, llega al puerto el vapor Morona de la Marina de Guerra del Perú, ocupando la ciudad y anexándola al territorio nacional según disposiciones del presidente Ramón Castilla. En 1896, el mayor Ricardo Seminario declara a Iquitos como capital del Estado Federal de Amazonas, lo que motivó que el Presidente Nicolás de Piérola enviara tropas a Iquitos por el estrecho de Magallanes, encontrando la ciudad tranquila. En 1921 el capitán Guillermo Cervantes, declara independiente el territorio fundando un Estado Autónomo e imprimiendo papel moneda; el nuevo estado tiene apenas una duración de 6 meses, hasta que las tropas leales a Lima lo liquidan. El general Marcial Merino se rebela en 1956 contra el gobierno central del general Manuel Odría; la revolución duró 11 días.

La ciudad de Iquitos, según relatos llegó a ser una de las más ricas del continente, entre 1890 y 1910, experimentó el boom económico del caucho en la selva amazónica, favoreciendo el desarrollo de la Ciudad. A fines del siglo XIX, se construyen elegantes residencias y palacios de los nuevos ricos del caucho, configurando una ciudad espléndida que mantiene su auge hasta la segunda década del presente siglo. En los años del boom del caucho, se llega a exportar hasta 37,000 TM de caucho. En 1912, Inglaterra comienza a extraer el caucho de sus colonias asiáticas a un costo tres veces menor que el de la Amazonía; la ciudad de Iquitos comienza a languidecer y entra en la recesión.

Históricamente, el desarrollo urbano se desenvuelve en la ribera del Río Amazonas extendiéndose hasta la década de los 70's en las zonas altas entre el Malecón y el lago Moronacocha y entre el río Itaya y las instalaciones portuarias ubicadas al Norte. Podemos distinguir tres grandes etapas de desarrollo urbano:

- La construcción del malecón y consolidación de la cuadrícula tradicional se logra hasta el año 1930.
- La construcción del aeropuerto en la década del 40, constituye un hito importante para el desarrollo urbano el cual se consolida estructurando entre 1940 a 1960 el desarrollo del área mediata.
- La construcción del nuevo aeropuerto en la década de los años 70's.

El desarrollo de la ciudad se desenvuelve entre el malecón y la estructura vial que comunica el centro de la ciudad con el aeropuerto. Las áreas industriales se han localizado en función de la instalaciones portuarias. Los cuarteles e instalaciones militares, de gran extensión, que se localizaron en los años 30 al 60, pronto quedaron ubicadas en el centro de la ciudad, constituyéndose, como es el caso de muchas otras ciudades, en factores limitantes al desarrollo urbano.

5.3. SERVICIOS URBANOS

5.3.1. Agua

El sistema de producción y distribución de agua potable es deficiente tanto en el casco antiguo de la ciudad como en los pueblos jóvenes, que en la mayoría de los casos carece de este servicio. Con persistentes fallas y pérdidas de agua y presión, casi todo debido a la escasez de recursos financieros y la baja capacidad de la mayoría de la población que no puede pagar el servicio, aunque en la mayor parte de los casos adquieren un agua de alto costo pero muy lejos de los estándares mínimos de consumo por persona/día, establecido por los reglamentos y organismo internacionales.

5.3.2. Alcantarillado

Las tuberías de desagüe representan el 70% de la red de alcantarillado y las gambotas (canales abovedados) el 30%. El primero se presenta principalmente fuera del Casco Central y responde a las necesidades reales aunque este es, en muchos casos, un foco de contaminación ambiental por el tipo de agua que conduce. Algo más de 60% drenan el Lago Moronacocha y el resto a los ríos Itaya y Amazonas. Consecuentemente el Lago se encuentra contaminado, en

lugar de ser un área de recreación por sus excelentes condiciones paisajistas y cercanía de la ciudad.

5.3.3. Electricidad

Se da por el sistema Termo Eléctrico; la potencia instalada es amplia, no presentándose el problema de déficit, aunque debemos señalar que el estado de las redes es malo y las conexiones clandestinas e irregularidades son aspectos que hay que atender. Sólo un 35% de la ciudad es atendido con alumbrado público.

5.3.4. Comunicaciones

Aérea: desde la ciudad de Iquitos se tiene vuelos nacionales a Lima, Tarapoto, Yurimaguas, Trujillo y Juanjui; e internacionales a Leticia (Colombia), Manaus (Brasil) y Miami (Los estados Unidos). Como referencia señalaremos que el tiempo estimado de viaje entre la ciudad de Lima e Iquitos es de 1.5 Horas.

Terrestre Vehicular: Al distrito de Punchana, carretera Iquitos Nauta en plena ejecución.

Terrestre fluvial: Partiendo desde Lima hasta Pucallpa el viaje terrestre tiene una duración 16 horas y de Pucallpa a Iquitos es de 5 días navegando por el río Ucayali y Amazonas.

Telefónica: A cualquier punto del Planeta.

Correos: A cualquier punto del Planeta.

DIAGNOSTICO Y EVALUACION DEL SISTEMA DE PRODUCCION DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE IQUITOS

6.1. CAPTACIÓN

6.1.1. Datos Generales

La fuente de abastecimiento de agua para el consumo de la ciudad de Iquitos es el río Nanay (figura 4). Tiene caudal variado, presentando épocas de crecida entre los meses de Febrero y Julio; épocas de estiaje entre Agosto y Enero aproximadamente.

En la margen derecha se encuentran ubicadas las bocatomas, consistentes en dos caissons de concreto armado desde donde se capta el líquido elemento, que luego es impulsado por bombas eléctricas con eje vertical a través de dos tuberías de \varnothing 16" (acero) y \varnothing 30" (fierro fundido) a una distancia aproximada de 1100 m desde la captación a la Planta de Tratamiento en Pampachica.

El río Nanay tiene un caudal considerable durante todo el año que garantiza la captación de agua (figura 3). Las variaciones de nivel del río Nanay se indican en el Anexo 3 de Hidrología.

6.1.2. Datos Técnicos de las Estaciones de Bombeo de Agua Cruda

Captación N° 1

Es la más antigua y la más alejada de la orilla; su construcción data de 1943. A la fecha sus cimientos están gravemente deteriorados. Al poner en funcionamiento las bombas que se alojan en su interior, todo el caisson se mueve. No cuenta con la debida protección a los cambios climáticos, faltan puertas y ventanas; no dispone de servicios higiénicos, ni agua potable para consumo del personal. La caseta alberga dos equipos de bombeo de accionamiento eléctrico de tipo vertical con una capacidad total nominal de 500 l/s según la tabla 6.1-1

Tabla 6.1-1: Datos técnicos de los equipos de bombeo de la Captación No 1 (fuente SEDALORETO)

Bomba N°	Caudal Nominal l/s	ADT m	Tipo de Motor	Potencia Nominal HP	Funcionamiento horas/día
1	250	41	Eléctrico eje vertical	200	24
2	250	35	Eléctrico eje vertical	150	24

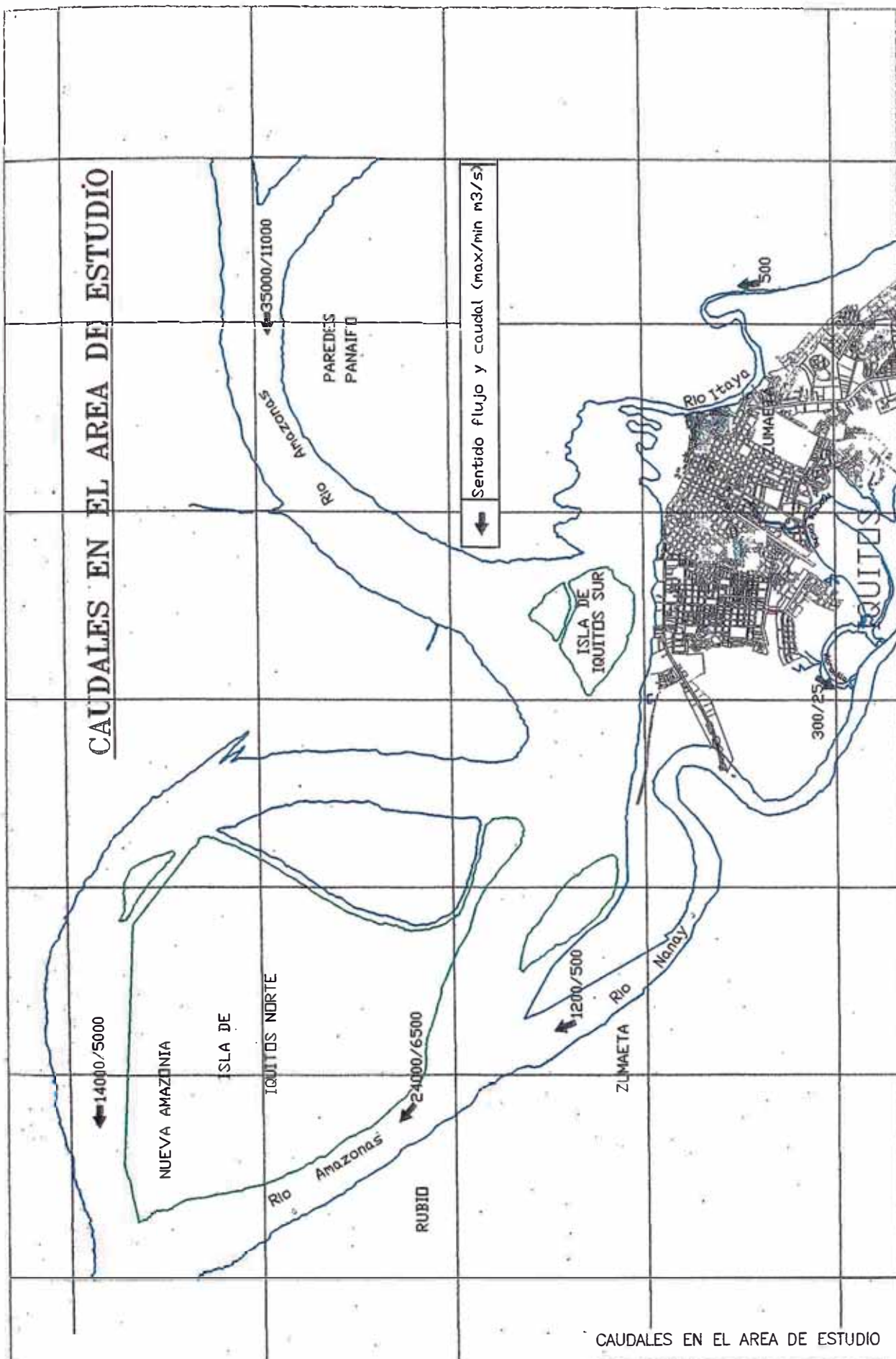
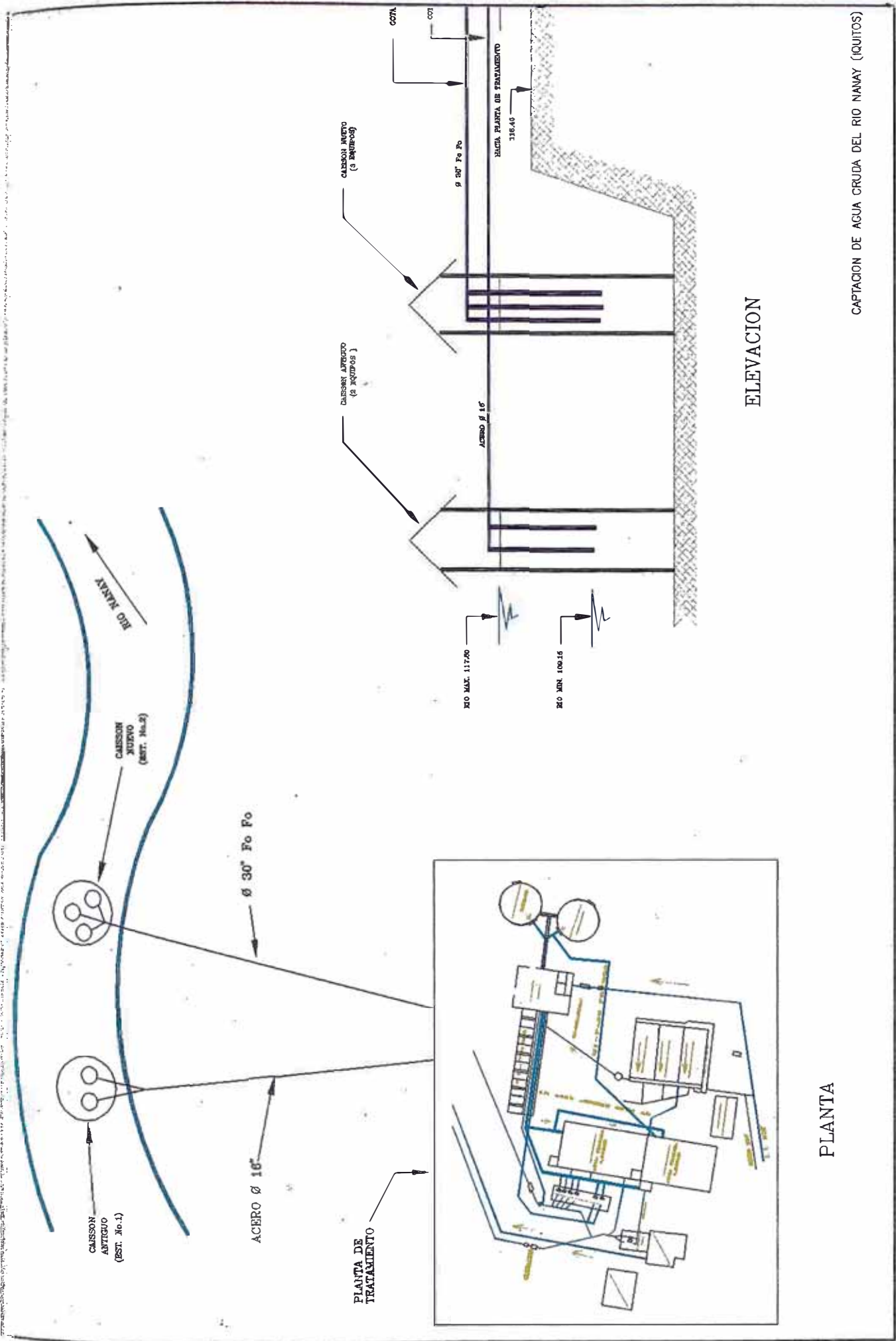


Figura 3: Mapa de caudales en el área en estudio



CAPTACION DE AGUA CRUDA DEL RIO NANAY (IQUITOS)

ELEVACION

PLANTA

Figura 4: Captación actual de agua cruda del rio Nanay

En la captación No 1 SEDALORETO, por motivos operacionales y de suministro de agua, hacían funcionar las dos bombas, sin tener reserva (stand by). En el momento de la inspección (Mayo 1996) en la captación no funciona ninguno de los equipos de bombeo por estar la línea de impulsión en proceso de reparación (tubería de acero de $\varnothing 16''$).

Captación N° 2

Su construcción data de 1970 y al parecer no registra problema estructural de consideración. La caseta alberga a tres electrobombas de eje vertical, de las cuales la bomba N° 2 recién fue reparada, y actualmente todas funcionan simultáneamente. No se dispone de servicios higiénicos ni agua potable para el consumo del personal.

La capacidad nominal total de estas bombas es de 750 l/s según la tabla 6.1-2

Tabla 6.1-2: Datos técnicos de los equipos de bombeo de la Captación No 2 (fuente SEDALORETO)

Bomba N°	Caudal Nominal l/s	ADT m	Tipo de motor	Potencia Nominal HP	Funcionamiento horas/día
1	250	35	Eléctrico eje vertical	180	24
2	250	40	Eléctrico eje vertical	200	24
3	250	40	Eléctrico eje vertical	300	24

6.1.3. Diagnóstico y Verificación del Sub Programa B

Como la línea de conducción de la Captación No 1 se encontraba en reparación se hacían funcionar las tres bombas de la Captación No 2, es decir, incluyendo la bomba de reserva. La consultoría recomendó hacer funcionar sólo dos equipos y mantener uno en reserva, alternando el funcionamiento de las tres hasta que vuelva a entrar en operación la Captación No 1.

Las potencias de los motores fueron tomadas de las placas respectivas tanto para la Captación No1 como para la Captación No 2 y confirmadas por los funcionarios de SEDALORETO.

En el anexo 7 (cuadro general de mediciones) se presenta las macromediciones de caudales realizadas por la consultoría en las captaciones. Cabe señalar que estas mediciones se realizaron en puntos estratégicos de las líneas de impulsión, a las salidas de las bombas, a 10 m y 500 m de distancia de cada línea y finalmente a la entrada de la Planta.

Debe indicarse que en las captaciones se desperdicia agua cruda (provenientes de la succión) por tuberías de $\varnothing 1/2''$, que son utilizadas por los operadores para sus necesidades higiénicas y hasta para beber, se indican en el numeral de optimización y se está recomendando construir un servicio higiénico para los operadores y anular el uso de estas tuberías. Los aforos realizados indican que por las tuberías se pierde un caudal del orden de 0.52 l/s.

Para las mediciones de caudales, la consultoría efectuó macromediciones con caudalímetro ultrasónico portátil marca "Tokyo Keiki" tipo UFP-1000.¹

Tabla 6.1-3: Captación No 1, mediciones realizadas por la consultoría

Bomba	Voltaje	Amperaje	Kw	HP (motor)	Caudal (l/s)	Presión psi	Presión m	ADT estimada m
1	-	-	-	-	199	16	11.2	30
2	-	-	-	-	83	10	7.0	30
1+2	-	-	-	-	254	24	16.8	30

Tabla 6.1-4: Captación N° 2, mediciones realizadas por la consultoría

Bomba	Voltaje	Amperaje	Kw	HP (motor)	Caudal (l/s)	Presión psi	Presión m	ADT estimada m
1	450	150	67.5	90	180	18	12.6	30
2	450	150	67.5	90	198	18	12.6	30
3	450	160	72	97	268	22	15.4	30
1+2+3	450	460	207	277	757	27	18.9	30

Debe indicarse que en algunos equipos de bombeo y otros electromecánicos, los datos de placa no concuerdan con los datos técnicos específicos ya que por necesidades de proporcionar el servicio de agua, algunas piezas como motores, impulsores de bomba, etc, son cambiadas por otras de diferente potencia, capacidad, etc., en forma provisional hasta que sea reparada o adquirida la pieza original ó adecuada.

La altura dinámica total (ADT) se ha calculado teniendo presente la altura de succión de 7m y estimando 50% de pérdidas por fricción desde la canastilla de succión, por su estado y antigüedad.

Al momento de tomar la lectura de corriente (voltaje, amperaje) el río estuvo casi en su nivel máximo; la altura dinámica en un mínimo que explica los valores bajos en comparación a los nominales.

Como se observa en la captación No 1 (Tabla 6.1-3) hay variación de caudal entre la bomba No 1 y la bomba No 2, debiendo tener ambas un mismo caudal y a la vez cumplir con el caudal nominal de la Planta (120 l/s) que sería la mínima capacidad que deberían tener.

Igual consideración se observa para la captación No 2 (Tabla 6.1-4) en donde la suma de caudales de dos equipos de bombeo no cumplen con los requisitos mínimos de la Planta (500 l/s), motivo por lo que actualmente no hay bomba de reserva.

¹ El equipo portátil mide velocidad y a su vez caudal, tiene un nivel de confianza del 95%. Con este equipo se realizaron todas las mediciones de caudal a excepción de las que se indican en el texto.

Las diferencias sustanciales entre el caudal nominal y el caudal medido, para ambas captaciones, se explican a continuación:

- Las bombas y/o los motores han recibido alteraciones y modificaciones, sus datos nominales (placa del equipo) no reflejan la realidad.
- Las válvulas tipo check y las de compuerta no cierran herméticamente; se ha observado (28-03-96) que la mayor parte del agua cruda captada retorna al río.

Los promedios de las mediciones para las captaciones son las siguientes (más detalle en el anexo 7: macromediciones):

Tabla 6.1-5: Mediciones promedio realizadas por la consultoría

Captación	Bomba No	Caudal (l/s)	Volumen/día	Horas de funcionamiento/día
1	1	199	15044.4	21
1	2	83	6274.8	21
1	1+2	254	19202.4	21
2	1	190	14364	21
2	2	198	14968.8	21
2	3	268	20260.8	21
2	1+2+3	711	53751.6	21
1+2	Todas las bombas	965	72954	21

El resumen de funcionamiento de los equipos de bombeo de las captaciones para los meses de Enero y Febrero de 1996 se han obtenido de los cuadernos de partes diarios de control de SEDALORETO que se muestran en las tablas 6.1-6 y 6.1-7 para las captaciones No 1 y No 2 respectivamente.

Tabla 6.1-6: Disponibilidad de bombas en la Captación No 1 (fuente SEDALORETO)

Bomba N°	Horas/serv. Enero 96	horas/mes Enero 96	Disponib. Enero 96	Horas/serv-Febrero 96	Horas/mes Febrero 96	Disponib. Febrero 96
1	96	744	13 %	527	696	76%
2	0	744	0 %	195	696	28%

Tabla 6.1-7: Disponibilidad de bombas en la Captación N° 2 (fuente SEDALORETO)

Bomba N°	Horas/serv. Enero 96	horas/mes Enero	Disponib. Enero 96	Horas/serv-Febrero 96	Horas/mes Febrero 96	Disponib. Febrero 96
1	715	744	96%	637	696	91%
2	621	744	83%	622	696	89%
3	740	744	99 %	671	696	96%

Evaluando los cuadernos de control diario de SEDALORETO, en lo referente a las horas de funcionamiento de las bombas, se notan grandes variaciones en la disponibilidad de ellas. Los reportes muestran que por falta de energía eléctrica se han producido durante el mes de Enero paralizaciones del orden de 4.25 horas, en Febrero 25.5 horas; mientras que las interrupciones de servicio por causa de reparaciones sobrepasan significativamente a las producidas por falta de energía eléctrica.

Confirmando que las interrupciones de servicio por trabajos de reparación y/o mantenimiento de equipos de bombeo sobrepasan ampliamente las que obedecen a razones de falta de energía eléctrica.

Las estaciones de bombeo cuentan con sus respectivas válvulas compuerta, tipo check y válvulas de cierre lento (figuras 5 y 6)), tanto en la captación como en la entrada a la planta. No se dispone en ninguna estación de manómetros que indiquen la presión a la que se está trabajando; este detalle también se observa en casi todas las instalaciones de la planta de tratamiento.

En ambas captaciones, cada bomba tiene cajas de arranque y parada; los instrumentos para el control de: voltaje, amperaje, frecuencia, prendido y apagado necesitan trabajos de revisión, y reparación; no existen tacómetros, ni medidores de horas de funcionamiento; las cajas de protección se encuentran abiertas violando todo sistema de seguridad y permitiendo influencias atmosféricas.

En el Sub Programa B se ha considerado:

- Reconstrucción de los caissons en su estructura general.
- Iluminación interior de los caissons.

6.1.4. Optimización

En las Captaciones No 1 y No 2 se requiere implementar lo siguiente:

- Mejorar la estabilidad de cimentación del caisson No 1.
- Instalar horómetros, manómetros, voltímetros, amperímetros y tacómetros para control operacional, anotando sus lecturas periódicamente en el cuaderno o parte diario de control.
- Compatibilizar bombas y motores para atender los caudales nominales de las Plantas.
- Compatibilizar bombas y motores a las condiciones de trabajo, variación de niveles del río, caudales, ADT, etc, para un funcionamiento eficiente y económico.
- Reparación y mantenimiento general de las instalaciones, es decir, dotarlas de pararrayos, puertas y ventanas, servicios higiénicos, adecuada protección en la pasarela metálica, iluminación interior y exterior a fin de brindar seguridad y evitar accidentes con embarcaciones y personas.
- Reparar las válvulas tipo check y las de compuerta instaladas en la línea de impulsión así como accesorios de las bombas.

- Como no existe suministro de agua potable en las estaciones de bombeo, se puede solucionar esta dificultad abasteciendo mediante bidones de plástico con agua potable para el consumo de los operadores.
- Anular la tubería de ½" instaladas a la salida de las líneas de impulsión de cada caisson con la finalidad de evitar desperdicios.

6.1.5. Calidad del agua de la fuente

De acuerdo a los análisis realizados (anexo 4, 5, 6) se deduce que el agua cruda (río Nanay) tiene relativamente poca contaminación fecal y/o parasitológica, por otro lado las características físicas y químicas demuestran que es un agua de poco contenido de sustancias químicas disueltas (sales) y mas bien de elevado color procedente de la materia orgánica vegetal (típico de las zonas selváticas y pantanosas). El tratamiento de estas aguas para su potabilización es desde luego por métodos convencionales.

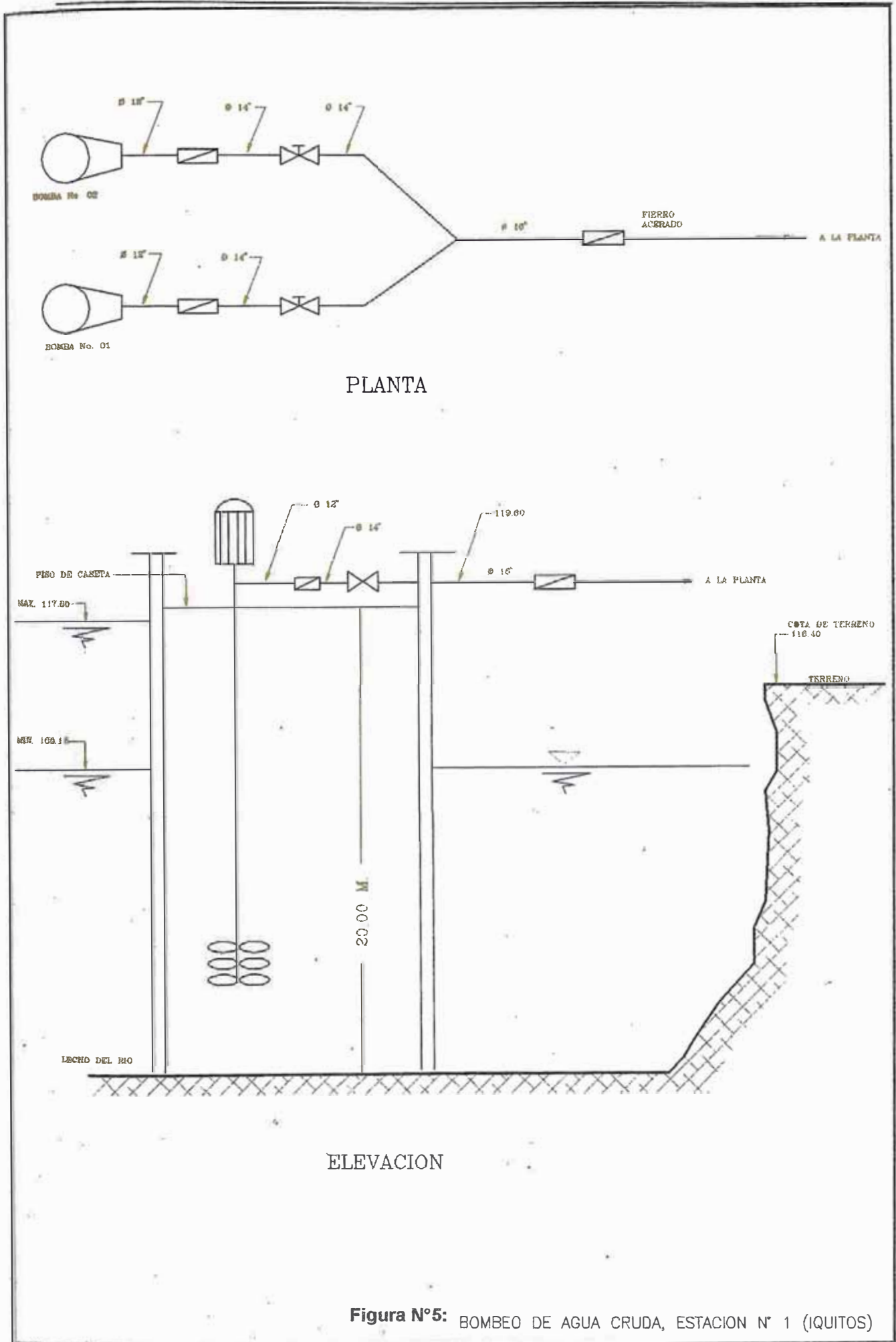
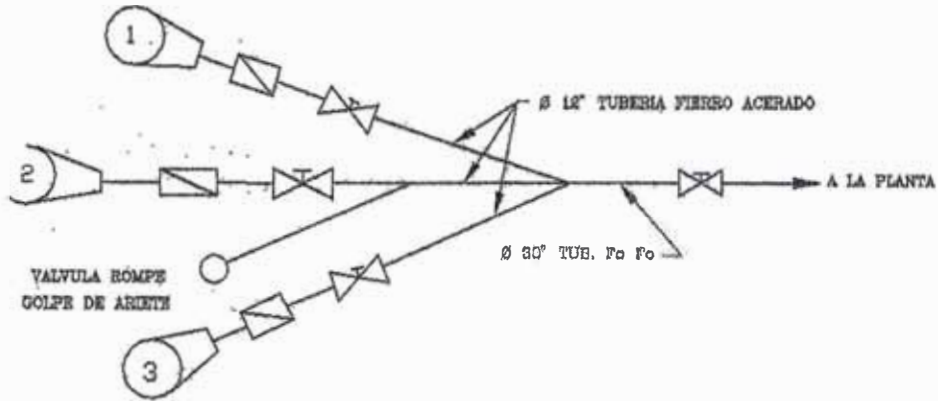
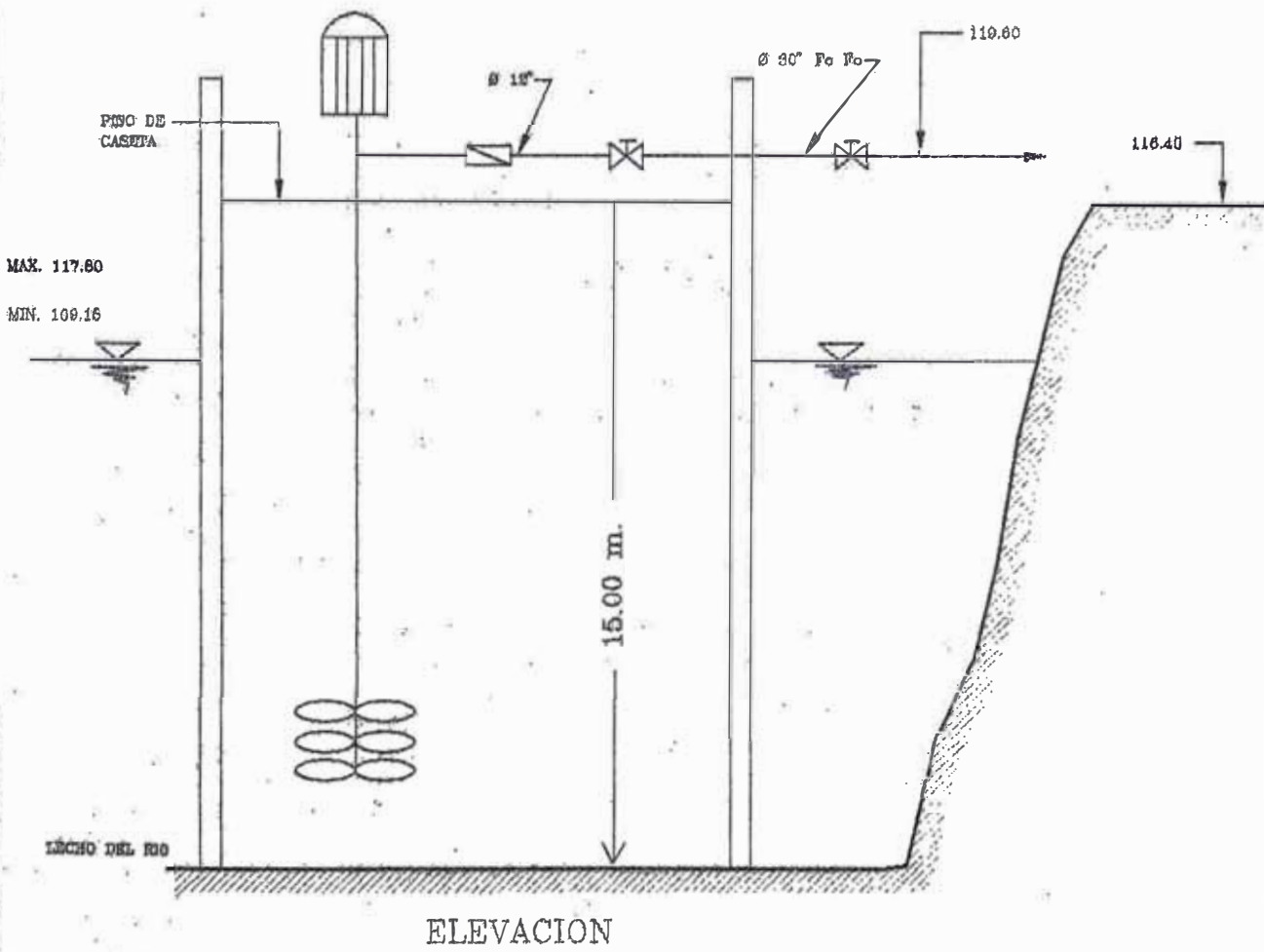


Figura N°5: BOMBEO DE AGUA CRUDA, ESTACION N° 1 (IQUITOS)



PLANTA



ELEVACION

Figura N°6: BOMBEO DE AGUA CRUDA, ESTACION N° 2 (IQUITOS)

6.2. LÍNEAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA

6.2.1. Datos Generales

Existen dos líneas, su nomenclatura obedece a la denominación que le hemos asignado a las captaciones en el río Nanay, es decir: línea de conducción N° 1 (antigua, Ø16" acerada, clase 150) y la N° 2 (nueva, Ø30" ff, clase 150).

6.2.2. Datos técnicos

Conducción de Captación N° 1

De la captación N° 1, el agua cruda es bombeada y transportada a través de una tubería de acero Ø 16". Instalada en 1943; tiene una longitud aproximada de 1100m hasta su llegada a la planta de tratamiento; los primeros 560m descansan debajo de una pasarela metálica a una altura de 2.65 m del terreno y el resto del tubo se encuentra enterrado; el diseño aereo no permite un rápido mantenimiento de la tubería ya que se encuentra por debajo de la pasarela cuando debiera estar encima de ella, carece de protección contra la intemperie, y es visible las grandes fugas de agua las mismas que son utilizadas por los pobladores aledaños como duchas, lavaderos y usos domésticos. SEDALORETO ha estado reparando estas fugas en forma artesanal, es decir, sin el soporte técnico y los materiales necesarios para este fin.

El medidor Venturi instalado antes de la cámara de mezcla rápida de la planta N° 1, no funciona, ya que no dispone de los correspondientes accesorios de transmisión y lectura.

Se han realizado varias mediciones de caudal con el medidor portátil cuyos resultados se registran en el anexo 7, habiéndose observado que los datos obtenidos nos indican interferencias.

Hay que indicar que esta línea se encontraba en reparación y que nuevas pruebas se harán cuando se encuentre rehabilitada, es decir, entendiéndose que ya no tendrá las grandes pérdidas de agua que se observaba por el mal estado de la tubería.

Conducción de Captación N° 2

El agua cruda es bombeada a través de una tubería de fierro fundido dúctil Ø 30", con una longitud de 1100 m, instalada en 1970. Tiene un revestimiento interior de mortero con cemento-arena de 1.2 cm de espesor y corre paralela a la tubería de Ø16 de la captación N° 1. En sus primeros 560 m está expuesta a la intemperie y luego es enterrada hasta llegar a la planta. Aparentemente no presenta fugas de agua. Se han realizado varias mediciones de caudal, cuyos detalles se indican en el anexo 7.

El medidor Venturi instalado antes de llegar a la cámara de mezcla rápida de la Planta No 2 no funciona, por carecer de los accesorios de transmisión y lectura.

6.2.3. Diagnóstico y Verificación del Sub programa B

La línea de conducción de captación N°1 (Ø 16") presenta visibles puntos de deterioro total que justifica su cambio; asimismo la ubicación actual no es la mejor, es decir, se recomienda colocarlo encima de la pasarela metálica para su mejor mantenimiento.

La rehabilitación de los medidores de caudales (Venturi) en ambas líneas está considerado dentro del Sub Programa B.

Las pérdidas en la línea de conducción No 1 no se pudieron medir debido a fuertes turbulencias en la tubería por lo que el medidor ultrasónico registró datos errados (a la llegada de la planta), como se observa en la tabla 6.2-1. Se programó hacer otras mediciones una vez que se concluya con la rehabilitación contempladas en el Sub Programa B.

Las pérdidas en la línea de Ø 30" es de 7 l/s que resulta de la diferencia de caudales registrado por el medidor ultrasónico en captación (757 l/s) y llegada a la Planta (750 l/s), ver tabla 6.2-2.

Tabla 6.2-1: Medición de caudales (l/s) realizadas por la consultoría en la Captación No 1 y llegada a la Planta de Tratamiento No 1

Bomba	En Captación	Llegada a Planta
1	218	248
2	85	240
1+2	248	260

Tabla 6.2-2: Medición de caudales (l/s) realizadas por la consultoría en la Captación N° 2, a 500 m y llegada a la Planta de Tratamiento N° 2

Bomba	En Captación	A 500 m	Llegada a Planta	Pérdidas (l/s)
1	180	-	-	-
2	198	-	-	-
3	268	-	-	-
1+2+3	757	757	750	7

Nota: Como se observa, se considera que las pérdidas están referidas al caudal de la tres bombas juntas. En el anexo 7 se dan los detalles las mediciones efectuadas.

En la línea de conducción No 1, si las bombas funcionaran a la capacidad nominal de la planta de Tratamiento No 1 (de 120 l/s) se tendría una velocidad de 1.20 m/s, pero considerando los años de servicio (cerca de 50 años) y las incrustaciones que contiene (muestras testigo), la velocidad esta en el orden de 3.5 m/s que se considera elevado. En la línea de conducción No 2, funcionando con un caudal aproximado de 460 l/s (que es casi la capacidad nominal de la Planta No 2) con la bomba No 1 ó la bomba No 2, simultáneamente con la bomba No 3, se tiene una velocidad aproximada de 1.60 m/s; pero funcionando con un caudal de 757 l/s bombeando con las tres bombas (como se hace actualmente) en forma simultánea, se tiene una velocidad de 2.70 m/s (considerando para ambos casos los años de antigüedad de la tubería que es de 15 años); velocidades que se encuentran aceptables.

6.2.4. Optimización

Para la línea de conducción N° 1 se recomienda:

- Cambiar 560 m de longitud de la tubería de impulsión de acero Ø 16" entre la captación No 1 y el punto empotramiento en el terreno debiendo quedar instalada en su totalidad sobre la pasarela. El sub programa B sólo considera el cambio una longitud total de sólo 115 m de ésta tubería.
- Es necesario el pintado total de la pasarela porta línea entre la caseta de bombeo y la orilla del río, con pintura anticorrosiva, incluyendo sus columnas de apoyo, para evitar la corrosión.

Para la línea de conducción N° 2 se recomienda:

- Pintar con pintura anticorrosiva la tubería que se encuentra expuesta, pues en épocas en que el río crece, esta queda totalmente sumergida.

6.3. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

6.3.1. TRATAMIENTO

6.3.1.1. Datos Generales

La planta de tratamiento de aguas está localizada en el sector conocido como Pampachica, que es uno de los puntos más altos de Iquitos (130 m.s.n.m.), dista aproximadamente 1100 m de las orillas del río Nanay, y 6 km de la plaza de armas de la ciudad (figura 7).

6.3.1.2. Datos Técnicos

La planta de tratamiento tiene una distribución de unidades tal como se indica en la figura 8. Ella alberga a la planta de tratamiento No 1 abastecida por la captación N° 1, y a la planta No 2 abastecida por la captación N° 2. Tiene una capacidad de tratamiento nominal total de 620 l/s.

Planta de Tratamiento N° 1

Inicialmente contaba con cámara de mezcla rápida, dosificador de alúmina, floculador de pantallas de flujo vertical y dos sedimentadores. Diseñada inicialmente para un caudal nominal de 70 l/s, luego fue ampliada a 120 l/s con la construcción de un tanque de sedimentación adicional con reboses transversales en "V". Consta de mezcla rápida, dosificación de sulfato de alúmina, sedimentación, cloración y un reservorio para almacenamiento de agua tratada de 4000 m³ de capacidad (figuras 8 y 9).

a) Mezcla Rápida

La mezcla rápida se efectúa en una cámara cuyas dimensiones son 1.78m x 1.33m y 4m de profundidad; no tiene equipo electromecánico de agitación y la mezcla se realiza por la fuerza hidráulica con que el agua llega a esta cámara. Existe un dosificador de sulfato de alúmina cuyo funcionamiento actual es deficiente ya que no tiene completo sus dispositivos de control. Se está aplicando en promedio 233 kg/d de sulfato de alúmina, su punto de aplicación se ubica en la zona donde el agua provoca más turbulencia dentro de unidad.

Considerando la capacidad nominal de la Planta (120 l/s), el periodo de retención es de alrededor de 80 segundos que se estima aceptable.

No se cuenta con dosificador de cal; para este efecto se tiene un tanque en donde se disuelve la cal y la solución se añade al agua sedimentada a la salida de los tanques (sedimentadores) por medio de una tubería de \varnothing 1/2", esto para aumentar el pH que está en el rango ácido (5-6).

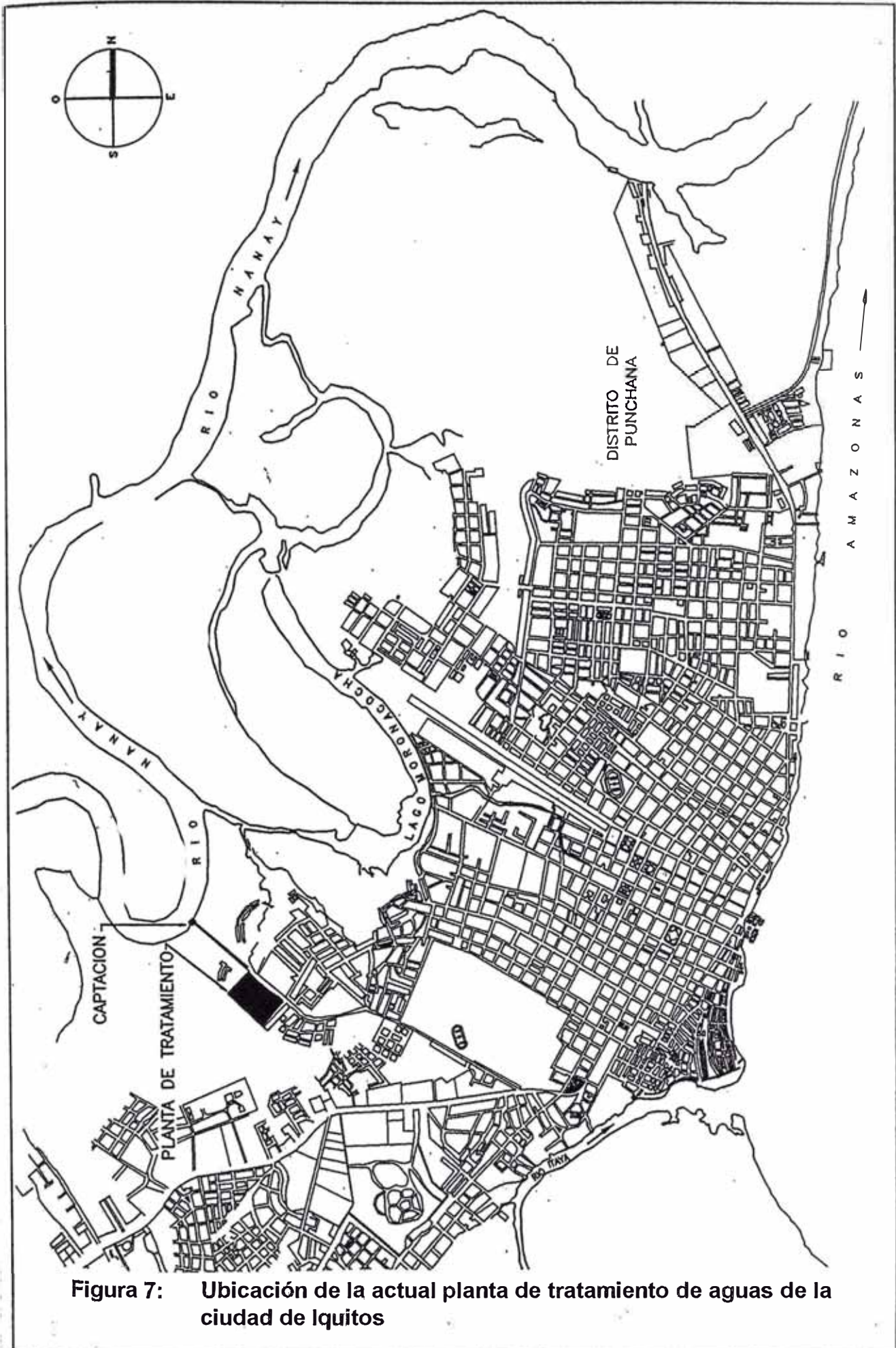
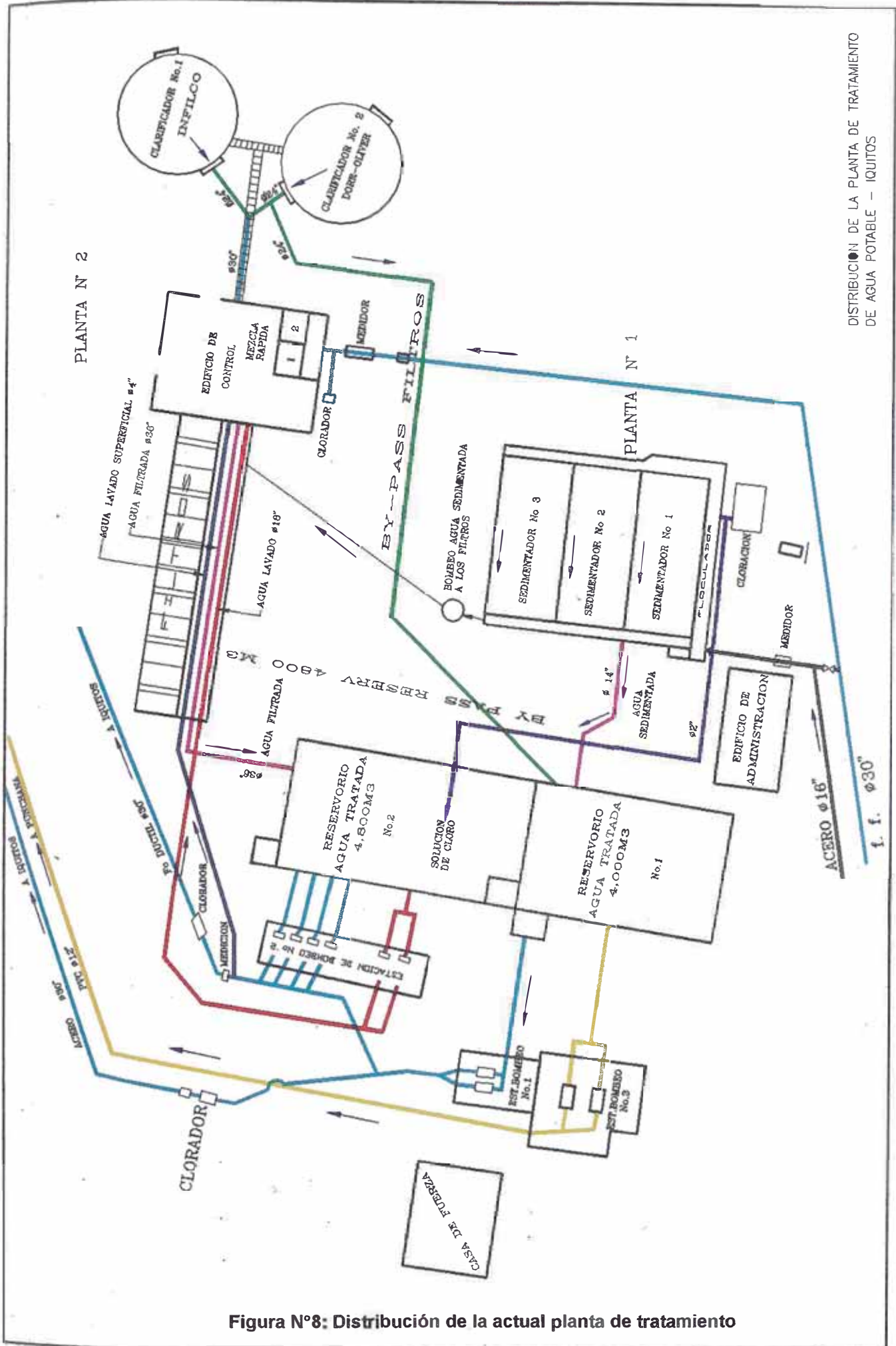
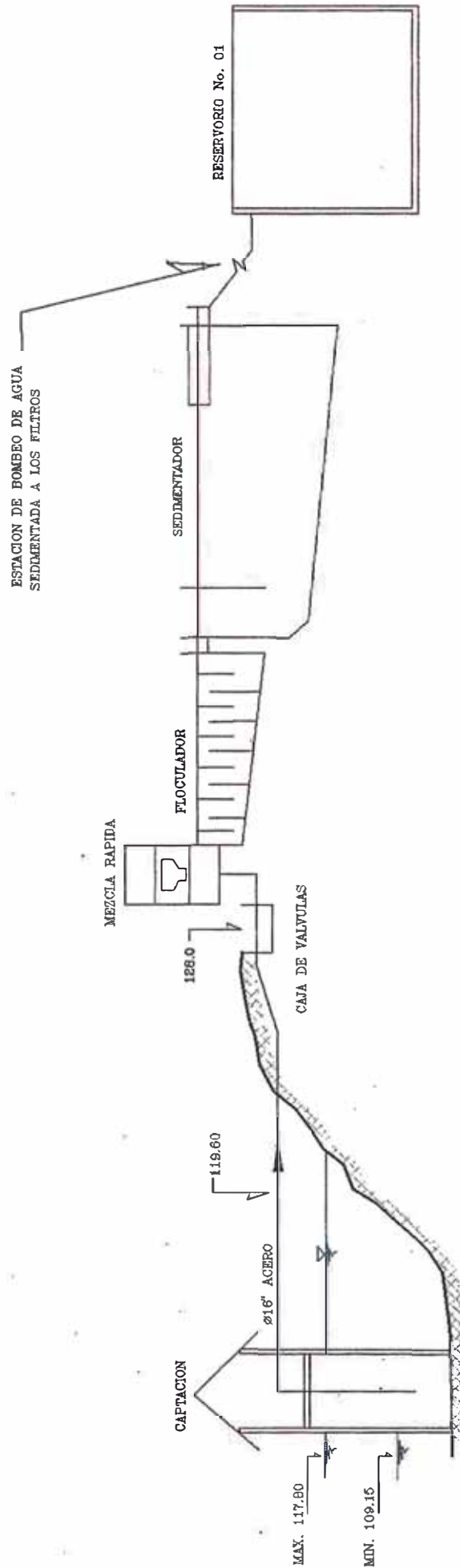


Figura 7: Ubicación de la actual planta de tratamiento de aguas de la ciudad de Iquitos



DISTRIBUCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE - IQUITOS

Figura N°8: Distribución de la actual planta de tratamiento



NOTA

Como no se cuenta con planos topograficos completos, no se puede elaborar un perfil hidraulico, se realizara su complementacion mas adelante.

Figura N°9: ESQUEMA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE N° 1 (IQUITOS)

Las características del dosificador del sulfato de alúmina son:

- Marca : Wallace & Tiernan
- Tipo de dosificador : volumétrico en seco, con tornillo sin fin
- Punto de aplicación : en cámara de mezcla rápida
- Rango de trabajo : 216 k/día-1368 k/día

b) Floculación

Existe un floculador hidráulico de flujo vertical cuya dimensión es 30 m x 1.77 m y 3.52 m de profundidad, con pantallas de madera. Aún cuando trabaja sobrecargada se observa flóculos formados de calidad aceptable según el índice de Willcomb ($n^{\circ}6$)²; y si el caudal sería de 120 l/s (capacidad nominal de la Planta No 1) el periodo de retención sería de 26 minutos que también se encuentra aceptable.

c) Sedimentación

Se cuenta con tres sedimentadores estáticos de flujo horizontal cuya dimensión es de 30m x 13m y 4m de profundidad, de concreto y ladrillo con sus respectivas válvulas de entrada y salida; los vertederos en "V" son transversales a la dirección del flujo; los lodos se evacúan por gravedad y carecen de sistema de limpieza a presión.

Estos tanques también trabajan sobrecargados no sedimentando la totalidad de flóculos formados que se van junto con el agua deficientemente sedimentada al reservorio No 1. Considerando el caudal nominal de la Planta (120 l/s) la tasa superficial de los tres tanques se estima en $8.8 \text{ m}^3/\text{d}/\text{m}^2$ que es aceptable.

d) Bombeo de agua sedimentada a los filtros

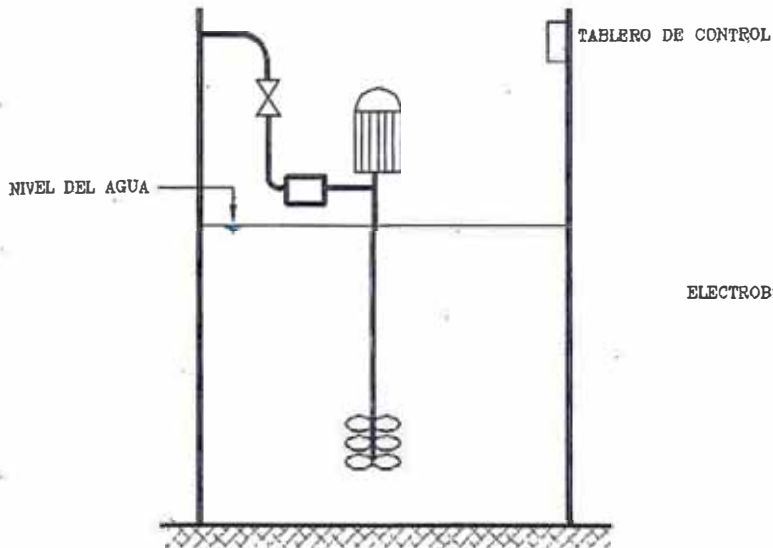
El proceso de tratamiento de agua prevé que el efluente de los sedimentadores debe pasar a los filtros de la Planta No 2 usando un sistema de bombeo y válvulas mariposa de accionamiento hidráulico para el control de caudal (figura 10). Las bombas se encuentran sin funcionar debido a que los filtros están siendo reparados, por lo que SEDALORETO ha dispuesto que el agua sedimentada de la Planta No 1 pase directamente al reservorio de almacenamiento de 4000 m³ por motivos de necesidad de suministro de agua a la ciudad.

Existen dos bombas para ejecutar el bombeo del agua sedimentada a los filtros (ver tabla 6.3.1). Como existen dos equipos y sólo se requiere hacer funcionar uno de ellos, el segundo equipo se mantiene en reserva y se ha recomendado la operación alternada de estos equipos una vez terminada la reparación que se está realizando en los filtros. Es por esta razón que no se ha podido hacer mediciones de estos equipos de bombeo. Cuando se concluya la rehabilitación de los filtros se deberán realizar las mediciones correspondientes.

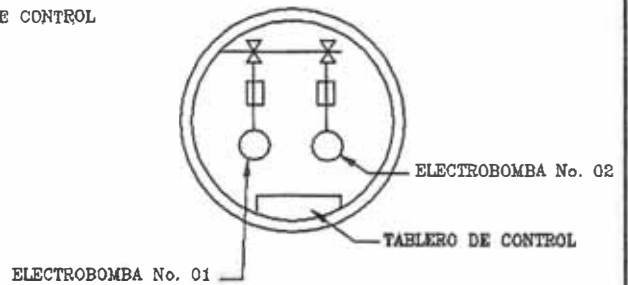
² N°6: Claro. Floculos de tamaño relativamente grande pero que precipita

BOMBEO AGUA SEDIMENTADA DE LA PLANTA No. 01
A LOS FILTROS DE LA PLANTA No. 02 (IQUITOS)

CORTE



PLANTA



AGUA A LOS FILTROS

VISTA ESPECIAL

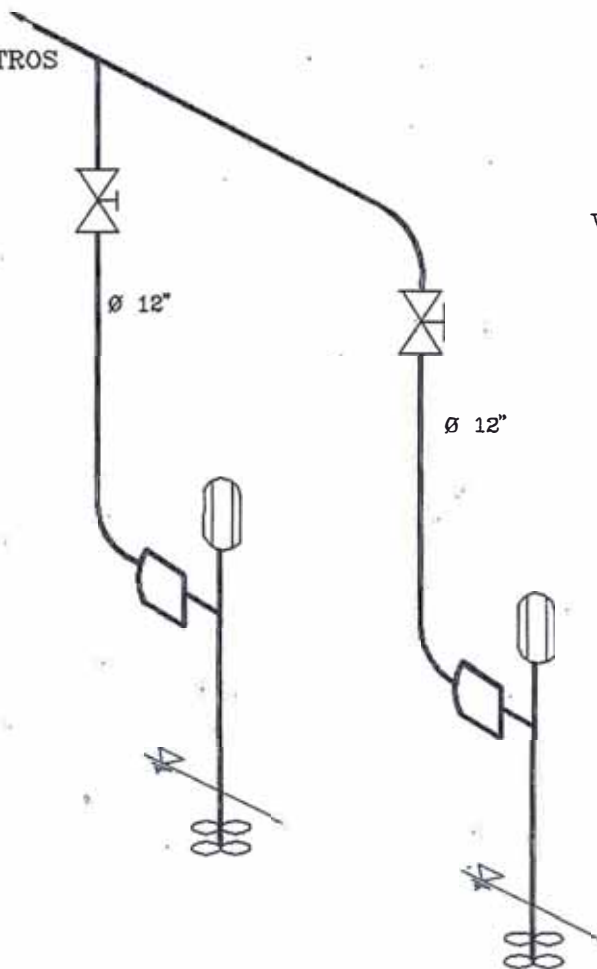


Figura N° 10: ESTACION DE BOMBEO DE AGUA SEDIMENTADA A BATERIA DE FILTROS - IQUITOS

Tabla 6.3.1: Estación de bombeo de agua sedimentada de la Planta N°1 a los filtros de la planta N° 2 (fuente SEDALORETO)

Bomba N°	Caudal Nominal l/s	ADT m	Tipo de motor	Potencia Nominal HP	Funcionamiento horas/día
1	200	10	Eléctrico eje vertical	40	no funciona
2	200	10	Eléctrico eje vertical	40	no funciona

Planta de Tratamiento N° 2

Está diseñada para un caudal nominal total de 500 l/s. Se compone de cámaras de mezcla rápida, dosificadores de cal y sulfato de alúmina, dos clarificadores (unidades compactas), batería de filtros (06 unidades) y reservorio de 4,800 m³ de capacidad; ver figuras 8 y 11.

a) Mezcla rápida

Las cámaras de mezcla rápida (dos unidades) tiene las siguientes dimensiones: 3.50m x 3.50m y 2.95m de profundidad, reciben el caudal transportado por la tubería de fierro fundido de Ø 30" que viene de la captación N° 2. La cámara N° 1 carece de un equipo de agitación, no cuenta con una compuerta que separe a ambas cámaras por lo que la mezcla se efectúa sólo en la cámara N° 2; en ella se dosifican sulfato de alúmina y cal, ambas en solución.

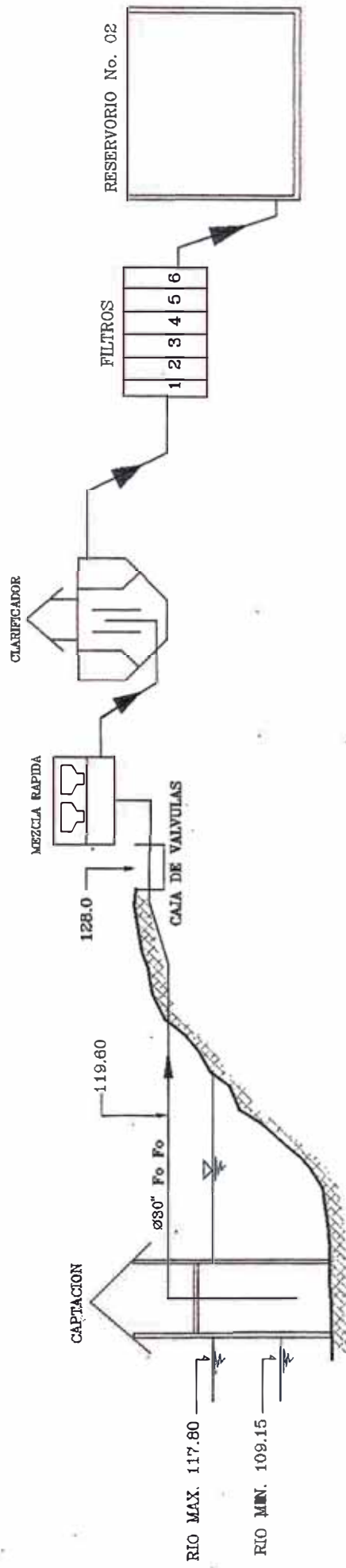
Considerando la capacidad nominal de esta Planta (500 l/s) el periodo de retención de 144.5 segundos.

Existen dos unidades para la aplicación del sulfato de alúmina pero solamente funciona la correspondiente al dosificador N° 1, la otra está en reparación; en igual situación operativa se encuentran los dosificadores de cal. Como dato indicamos que a la fecha (04/05/96) en esta planta de tratamiento se está aplicando en promedio 324 kg/d de sulfato de alúmina y 720 kg/d de cal.

Las características de estos equipos son las siguientes:

Dosificadores de sulfato de alúmina:

Marca	: Wallace & Tiernan
Tipo	: volumétrico en seco con tornillo sin fin
Punto de descarga	: en la cámara de mezcla rápida
Rango de trabajo	: 216 k/día a 1300 k/día



NOTA
 Como no se cuenta con datos topográficos completos, no se puede elaborar el perfil hidráulico, se realizará su complementación más adelante.

Figura N° 11: ESQUEMA HIDRAULICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE N°2 (IQUITOS)

Dosificadores de cal hidratada

Marca	: Wallace & Tiernan
Tipo	: volumétrico en seco con tornillo sin fin
Punto de descarga	: en los clarificadores
Rango de trabajo	216 kg/día a 1300 kg/día

De la mezcla rápida el agua pasa a las unidades compactas (dos clarificadores) a través de una tubería de Ø 30" fierro fundido y luego se bifurca en dos tuberías de 24" que entran hacia los clarificadores.

b) Unidades compactas

Hay un clarificador "Infilco Degremont", de flujo ascendente en el que se realizan la floculación y decantación. El tanque es de concreto armado de 22.50 m de diámetro y 5 m de altura, la plataforma que sostiene todo el sistema de turbina y arrastre de lodo es metálico. Modelo Infilco Acclerator tipo IS con capacidad nominal de tratamiento de 250 l/s. Para el accionamiento de la turbina y del sistema barrelosos se utiliza moto reductores marca Reliance; la extracción de fangos se realiza por medio de válvulas de accionamiento temporizado (electrodos sensibles al manto de lodos). La estructura portante y resistente no presenta indicios que puedan afectar su estabilidad sin embargo existen cangrejas y grietas con fugas de agua, y que podrían ocasionar el colapso de la unidad con el tiempo. El techo del moto reductor no protege de las lluvias a la pista de rodamiento. El sistema de barridos de lodos se encuentra deteriorado y la extracción automática de lodos no funciona.

Existe un clarificador "Dorr Oliver" de flujo vertical donde se llevan a cabo los procesos de floculación y sedimentación. El tanque es de concreto armado con un diámetro de 22.50 m y 5 m de altura; la plataforma es metálica y sostiene todo el sistema de turbina y arrastre de lodos; con capacidad para tratar un caudal de 250 l/s. Posee un moto reductor de velocidad, y otro motor para el barrido de lodos; la recirculación de estos lodos se efectúa por medio de una electrobomba de 5 HP. Aparentemente la estructura no presenta deterioro que pueda afectar su estabilidad. No posee barandas de seguridad, la escalera de acceso a la pasarela está corroída.

Estas unidades también trabajan sobrecargadas y se nota arrastre de flóculos en el agua sedimentada.

Considerando la capacidad nominal de la Planta (500 l/s), la tasa superficial para las dos unidades se estima aceptable ($54 \text{ m}^3/\text{d}/\text{m}^2$).

c) Filtración

Se cuenta con seis unidades de filtración rápida por gravedad; tienen una sección longitudinal de 7.60m x 9.40m y 5.25m de profundidad divididos en dos medios filtros con canaleta central de 1.10 m; están situados en baterías y construidos de concreto armado en conjunto con la galería de filtros. El material filtrante de diseño esta compuesto de 0.4m grava y 0.3m de arena y 0.45m de antracita; actualmente hay

0.40m de grava y 0.60m de arena en mal estado. El falso fondo está conformado por placas Wheeler con hidroconos de plástico que se encuentran en malas condiciones. Las ocho válvulas de cada filtro no operan de manera satisfactoria; existen serias deficiencias en el accionamiento y hermeticidad. Todos los filtros tienen instrumentos para medir el caudal de agua filtrada, el caudal de agua para el retrolavado y el caudal de agua para lavado superficial. Poseen también dispositivos para medir expansión de arena y pérdida de carga. Todo el sistema de control de filtración por falta de mantenimiento está malogrado e inoperativo.

Considerando la capacidad nominal de la Planta (500 l/s) la rata de filtración total resulta un poco más de $100 \text{ m}^3/\text{d}/\text{m}^2$, que se estima aceptable.

6.3.1.3. Diagnóstico y Verificación del Sub Programa B

Planta de tratamiento No 1

Actualmente la Planta N° 1 trabaja sobrecargada incluso hasta en el doble de su capacidad (ver tabla 6.3-2) debido a que no se cuenta con ningún dispositivo de control o medidor de caudal, no se puede controlar la entrada de agua a los tanques de sedimentación, por lo que el tratamiento se complica en cuanto a eficiencia y obstaculiza un estudio hidráulico detallado.

En el Sub Programa B de rehabilitación están consideradas las siguientes acciones:

- Cambio o mantenimiento del medidor de agua cruda e instalación de accesorios.
- Suministro e instalación de equipos de mezcla rápida según especificaciones dadas.
- Suministro e instalación de equipos dosificadores de reactivos químicos, incluyendo la construcción de la caseta para el dosificador de cal.

Planta de Tratamiento No 2

Actualmente la Planta de tratamiento No 2 trabaja sobrecargada hasta en 1.5 veces su capacidad nominal (ver tabla 6.3-2), porque al igual que en la planta N°1, no cuenta con dispositivos de medición y control de caudal, además los filtros no se encuentran en funcionamiento.

En el Sub Programa B están consideradas las rehabilitaciones que se indican a continuación:

- Cambio o mantenimiento del medidor de agua cruda con instalación de sistema de lectura y accesorios.
- Suministro e instalación de un equipo completo para mezcla rápida y compuertas de aislamiento en las respectivas cámaras.
- Reparación de las paredes de los clarificadores (unidades compactas) de la cual se notan grietas por donde sale agua. Así mismo mantenimiento a las partes electro mecánicas las cuales se notan deterioradas. Pintar con anti corrosivos las tolvas y accesorios de acero. Instalación de barandas protectoras, tanto en las pasarelas como en las escaleras de acceso a las unidades. Protección de las motoredoras que hacen girar los engranajes y sistema de barrido de lodos.
- Reparación o cambio de todas las compuertas y válvulas de todos los filtros, incluyendo sistema de lavado. Reposición de la arena, antracita y grava (nuevas) de acuerdo al diseño original. Reparación de fisuras en las paredes y losas de apoyo. Limpieza del falso fondo y de las hidroconos de plástico.

Una vez concluída la rehabilitación de las Plantas y después de ejecutar las correspondientes pruebas hidráulicas y de laboratorio (antes, durante y después de la rehabilitación), se podrán determinar hasta que caudal (mayor que los nominales de ambas Plantas) podrían trabajar las Plantas, obteniendo siempre agua potable de calidad aceptable.

Un resumen de la calidad física y química del agua tratada actualmente, puede observarse en el anexo 6 del cual se deduce que la calidad es aceptable, teniendo un color elevado (30 uc) en algunos días, y un pH por bajo de lo normal (5-6).

Tabla 6.3-2: Plantas de Tratamiento, comparación de caudales

Planta	Caudal nominal de cada Planta (l/s)	Conducción máxima de la tubería (l/s)	Conducción real de la tubería (l/s)	Factor de sobrecarga en cada Planta
1	120	400	248	2.00
2	500	750	757	1.50

6.3.1.4. Optimización

En la Planta No 1 se requiere:

- Trabajos de limpieza y/o mantenimiento del sistema de lavado a presión para los sedimentadores con el fin de remover los lodos y facilitar su extracción, así también incrementar su capacidad nominal (colocación de pantallas).
- Operar esta Planta a su caudal nominal (120 l/s) y luego determinar su aumento de capacidad de acuerdo a la calidad del agua cruda y pruebas de laboratorio hasta un máximo que permita obtener agua sedimentada de buena calidad.

En la Planta No 2 se requiere:

- Trabajos de revisi3n y mantenimiento de los equipos dosificadores de reactivos químicos para su adecuado funcionamiento, es decir, arreglo del tornillo sin fin, soldar tolva en sus puntos rotos, etc. Además instalar los dosificadores que deben estar en reserva.
- Operar esta Planta a su caudal nominal (500 l/s) y luego determinar el aumento de capacidad de acuerdo a la calidad de agua cruda y pruebas de laboratorio hasta un máximo que permita obtener agua tratada de buena calidad.

6.3.1.5. Pérdidas de agua en la Planta de Tratamiento

Para la determinaci3n de las pérdidas se disponen de datos obtenidos de mediciones realizadas a la salida de las captaciones, considerando que ellas trabajan en promedio 21 horas/dia, y de determinaci3n de pérdidas en la tubería de \varnothing 30" así como de valores de pérdidas estimadas en la tubería \varnothing 16" y en las plantas de tratamiento respectivamente.

Es importante mencionar que antes de la entrega de agua tratada a la ciudad de Iquitos y de Punchana existen cuatro derivaciones que suministran agua tratada a los Pueblos J3venes situados en los alrededores de Pampachica (AAHH Javier Pérez de Cuellas, Amazonas, etc.).

Se obtuvieron también datos de mediciones realizadas en las tres líneas de impuls n de agua tratada en puntos aguas abajo de las derivaciones mencionadas, de las cuales también se realizaron aforos.

En resumen se tiene lo siguiente:

Tabla 6.3-3: Resumen de pérdidas encontradas en las plantas de tratamiento

Observaciones	Horas de bombeo/dia	Caudal (l/s)	Volumen (m ³ /d)	pérdidas %
Agua cruda bombeada a las plantas (mediciones promedios)	21	965	72954	
Pérdidas de agua en tubería de \varnothing 30"	21	7	529.2	0.7
Pérdidas de agua estimada en la tubería de \varnothing 16"	21	15	1134	1.6
Agua cruda que ingresa a las plantas	21	943	71290.8	-
Pérdidas en la planta	21	8	605	0.8
Agua tratada que ingresa a los reservorios	-	-	70685.8	-
Pérdidas en los reservorios	24	60	5184	7.1
Agua tratada que se suministra	-	-	65501	-
Agua distribuida a PPJJ aledaños	24	39	3369.6	-
Agua suministrada a Iquitos y Punchana	-	719.1	62130.24	-
Total de pérdidas				10.2

6.3.1.6. Destino de lodos

Los lodos van directamente hacia el río Nanay (150 m aguas abajo de la captación) sin ningún tipo de acondicionamiento, por una quebrada natural que existe en ese sector y que no afecta, aparentemente, las condiciones naturales del medio ambiente.

6.3.2. Cloración

6.3.2.1. Datos Generales

Para efectos de garantizar la potabilización del agua tratada se requiere desinfectarla convenientemente, para cuyo efecto se realiza aplicando cloro en forma de gas .

Se puede distinguir dos etapas en éste proceso: Pre cloración y Post cloración.

6.3.2.2. Datos Técnicos

a) Pre cloración

En la planta N° 1 se dosifica el cloro gas directamente al floculador en vista de no haber equipo inyector; existe una caseta para la clorinación general de 4.60 m X 3.70 m. En la planta N° 2 existe un equipo de baja capacidad (100 lbs/d), con su bomba "booster". El equipo tiene un funcionamiento defectuoso que según informa SEDALORETO será reparado en forma inmediata.

Las características de este clorador son:

Cantidad	:01 unidad
Marca	:Wallace and Tieman
Capacidad	:100 lbs/24 hrs.
Aplicación	:En solución
Punto de aplicación:	Tubería de entrada de agua cruda Ø 30" antes de mezcla rápida, con bomba booster.
Funcionamiento	:Deficiente

b) Post cloración

Para esto se tienen dos casetas cada una de 4.60m x 3.70m ubicadas a la salida de cada línea de impulsión (Ø 30") de agua tratada a la ciudad de Iquitos. Punchana no tiene post cloración.

En una de las casetas, se tiene un clorador de 200 lbs/d de inyección al vacío, que funciona con poca presión de agua en el inyector.

En la otra caseta se tiene un clorador de inyección directa a gas, con capacidad de 300 lbs/día, la instalación es defectuosa y su funcionamiento no es el adecuado.

Las características de los cloradores son:

Cantidad	:02 unidades
Marca	:Wallace and Tieman
Capacidades	:200 lbs/24 hrs, y 300 lbs/24 hrs
Aplicación	:en solución
Puntos de aplicación:	Tuberías de impulsión a la ciudad (Ø 30") con bombas booster.
Funcionamiento	:Deficiente

6.3.2.3. Diagnóstico y Verificación del Sub programa B

En los reservorios se aplica actualmente cloro gas en forma directa e inadecuada, ya que el punto de aplicación se encuentra muy elevado del piso de los reservorios, lo que origina la fuga de este peligroso gas cuyo olor es perceptible en un radio de 300 metros, así también esta aplicación se hace justo en la succión de agua de las bombas pudiendo producir el desgaste de sus impulsores; además no se cumple con el indispensable período de retención al existir esta evaporación del gas.

La adquisición de los equipos de clorinación y la rehabilitación de su caseta están considerados dentro del Sub Programa B.

6.3.2.4. Optimización

Se requiere:

- Realizar pruebas de laboratorio confiables para determinar la demanda de cloro y establecer las instructivas relacionadas con la dosificación requerida en las etapas de pre y post cloración.
- Para la implementación de nuevos equipos, recomendamos difusores (tuberías de PVC Ø 2" con agujeros cada 50 cm) tal que su punto de aplicación esté localizado dentro de los reservorios entre 0.50 m y 1.50m del fondo de cada reservorio, alejados de las succiones y dispuestos en forma simétrica para permitir la dispersión homogénea del gas y el período necesario de retención (CxT), así como tomar en cuenta la ubicación de la succión de las bombas para no deteriorarlas por sobre dosis de cloro.
- Es recomendable la instalación de pantallas dentro de los reservorios con la finalidad de obtener una mejor distribución de caudal para evitar zonas muertas.
- Estas recomendaciones ya han sido puestas en conocimiento de SEDALORETO.

6.3.3. Reservorios

6.3.3.1. Datos Generales

Se cuenta con dos reservorios ubicados seguidamente de los sedimentadores de la planta N°1 y de los filtros de la planta N°2 (fig. 8); son semienterrados, construídos uno al lado del otro y separados por una pared medianera; se ha podido comprobar que las lozas de techo y fondo acusan graves problemas estructurales, que le impiden cumplir con las mínimas normas técnicas de seguridad (rajaduras a lo largo de toda la estructura, techos fuertemente debilitados, etc.).

6.3.3.2. Datos Técnicos

El reservorio más antiguo tiene una capacidad de 4000 m³ construído en 1945, y el nuevo de 4800 m³ adyacente al primero construído en 1982. Ambos tienen geometría rectangular y son semi enterrados.

El agua que sale de los filtros (que se encuentran inoperativos) llega al reservorio de 4800 m³ a través de una línea de acero de Ø 36"; al reservorio de 4000 m³ llega una línea de Ø 14" con agua sedimentada proveniente de la planta N° 1 (convencional). Los reservorios poseen tres salidas de agua, con sus respectivas válvulas de cierre que se conectan a una tubería común llamado "manifold" que se encarga de juntar los caudales provenientes de los reservorios de donde succionan agua las electrobombas. Este "manifold" también está conectado a la tubería de salida de los filtros con una válvula de cierre para el retrolavado respectivo.

6.3.3.3. Diagnóstico y Evaluación del Sub programa B

Ninguno de los reservorios tiene paredes separadoras que permitan un mayor flujo de agua dentro de ellos.

Actualmente las tuberías no permiten una operación independiente entre las diferentes estaciones de bombeo y los reservorios; por ejemplo: las estaciones de bombeo N° 1 y No 3 no pueden succionar el agua que contiene el reservorio N° 2 y la estación de bombeo N° 2 no puede succionar el agua que contiene el reservorio N° 1 (figura 8).

Esta rigidez operativa frecuentemente aumenta los problemas para abastecer de agua a la ciudad, sobre todo cuando se requiere retirar del servicio un reservorio para ejecutar trabajo de mantenimiento.

Ambos reservorios presentan filtraciones cuya medición, realizada en la canaleta de limpia y rebose, reporta una pérdida de 60 l/s aproximadamente.

SEDALORETO ha previsto realizar reparaciones en el reservorio N° 2 como parte de su programa de emergencia.

El reservorio No 1 también presenta grietas pero menos peligrosas que en el reservorio No 2, tiene fugas de 12 l/s.

Al momento de la inspección la consultoría registró lo siguiente:

a) Dren de evacuación de infiltraciones y aguas pluviales

Las tuberías que alimentan a los drenes de limpieza y rebose se encuentran rotas, necesitan reparaciones; limpieza en el canal pues se verificó la existencia de sólidos sedimentados así como presencia de algas.

b) Reservorio N° 1 (antiguo)

Se encontró:

- Las escaleras de acceso al techo e interior están fuertemente corroídas con peligro de caerse.
- El acceso al interior del reservorio tiene un diámetro menor a 60 cm, y no cumple con las normas técnicas vigentes (mínimo 0.80m).
- La tubería de ventilación sobre la losa del techo, que actualmente es de PVC, debe ser cambiada a tubería de fierro fundido o fierro galvanizado.

c) Reservorio N° 2 (Nuevo)

De la inspección se constató lo siguiente:

- Las escaleras de acceso al techo e interior se encuentran fuertemente corroídas, las mismas que deben ser reemplazadas por otras nuevas.

La protección de los otros accesos (escaleras de emergencia) también están en mal estado.

- Las partes exteriores de las paredes del reservorio acusan visibles deficiencias estructurales; entre estas tenemos:
 - En algunos sectores la armadura se encuentra a la vista, el recubrimiento es menor a 1.5 cm.
 - En otros sectores la armadura se encuentra a la vista pero parcialmente está cubierta con mortero, se nota que la armadura está muy corroída.
 - Las paredes presentan fisuras entre 2 y 3 m sobre el nivel del terreno, en longitudes muy cercanas a los 30 m.
 - Se encuentran fisuras entre las paredes y los pilares de apoyo.
 - Se encuentran revestimientos colapsados y derrumbados entre la pared y las vigas del techo.

- El techo está construido con losas aligeradas, la armadura se encuentra visible y presenta una gran corrosión; el 10% de los ladrillos conformantes de ésta losa amenazan caerse.
- El techo presenta graves riesgos por desplome.
- El revestimiento de las paredes aparentemente muestra buen estado de conservación, con excepción de la junta existente entre la pared del tanque nuevo con el antiguo.
- Entre ambos reservorios nuevo y antiguo existe una pared medianera.
- El concreto de los pilares y la losa de fondo se encuentra en buen estado de conservación.
- La losa de fondo está construida en secciones pequeñas, separadas por juntas, las que han sido rellenas con empaquetaduras de material fibroso, éste material se puede retirar fácilmente. La construcción final de las juntas no se pudo verificar.
- La tubería plástica instalada sobre el techo, debe de estar protegida contra la acción del sol y daños físicos externos.

d) Pérdidas

Se ha determinado que el volumen correspondiente a pérdidas por filtración de los reservorios es 60 l/s (calculados en la canaleta de desagües, $\text{velocidad} * \text{área} = \text{caudal}$) cuando los dos reservorios están llenos.

Cuando el reservorio N° 2 fue vaciado, se determinó que el caudal correspondiente a ésta pérdida equivale a 12 l/s aproximadamente.

En consecuencia podemos estimar que la pérdida de agua tratada por mes debido a razones de filtración de aguas en los reservorios es de 155,520 m³.

Considerando las observaciones antes descritas podemos asumir lo siguiente:

El mayor porcentaje de pérdida de agua potable (80 %) por infiltración de los reservorios se encuentra en el reservorio N° 2 (nuevo). Como por las paredes no se notan infiltraciones, entonces éstas pérdidas deben ocurrir por la losa de fondo o por los cajas en donde se encuentran los tubos de salida y desagüe.

6.3.3.4. Optimización

Se recomienda lo siguiente:

- Retirar las empaquetaduras existentes en las juntas de la losa de fondo y reemplazarlas por otras de consistencia bituminosa, resistente a la alta concentración de cloro en el agua.

- En el reservorio No 1 reducir fugas y mejorar las instalaciones en forma general.
- En el reservorio No 2 reducir fugas a la brevedad posible. Reconstrucción considerando posibles ampliaciones de la Planta.
- Instalar en el techo de los reservorios escaleras de acceso a las entradas incluyendo, los sistemas de ventilación. La pasarela debe estar apoyada únicamente en las vigas del techo. No se debe permitir el acceso al techo del reservorio nuevo hasta que la pasarela de acceso esté instalada.
- Colocar una línea by pass, para la flexibilidad de maniobras de los reservorios con las estaciones de bombeo (para su funcionamiento alterno) que está indicado en el Sub Programa B (Expediente Técnico de Rehabilitación).
- Se recomienda hacer un estudio del estado actual de las estructuras del reservorio N° 2 para determinar calidad de concreto y grado de corrosión

6.3.4. Estaciones de bombeo de agua potable

6.3.4.1. Datos Generales

En el área correspondiente a la planta de tratamiento de aguas se encuentran localizadas tres estaciones de bombeo (figuras 12 y 13).

6.3.4.2. Datos Técnicos

a) Estación de Bombeo N° 1

Esta estación alberga dos equipos de bombeo que permiten transportar el agua del reservorio N° 1 (antiguo) a la ciudad de Iquitos mediante una tubería de impulsión de 30" (figuras 12 y 13).

Este sistema de bombeo fue instalado en 1950, las bombas fueron reemplazadas años atrás y son de las características indicadas en la Tabla 6.3-4.

La estación no cuenta con equipos de macromedición.

Tabla 6.3-4: Estación de bombeo de agua potable No 1 (fuente SEDALORETO)

Bomba N°	Caudal nominal l/s	ADT Nominal m	Tipo de motor	Potencia nominal HP	Funcionamiento horas/día
1	250	70	Eléctrico eje horizontal	350	10
2	250	70	Eléctrico eje horizontal	300	10

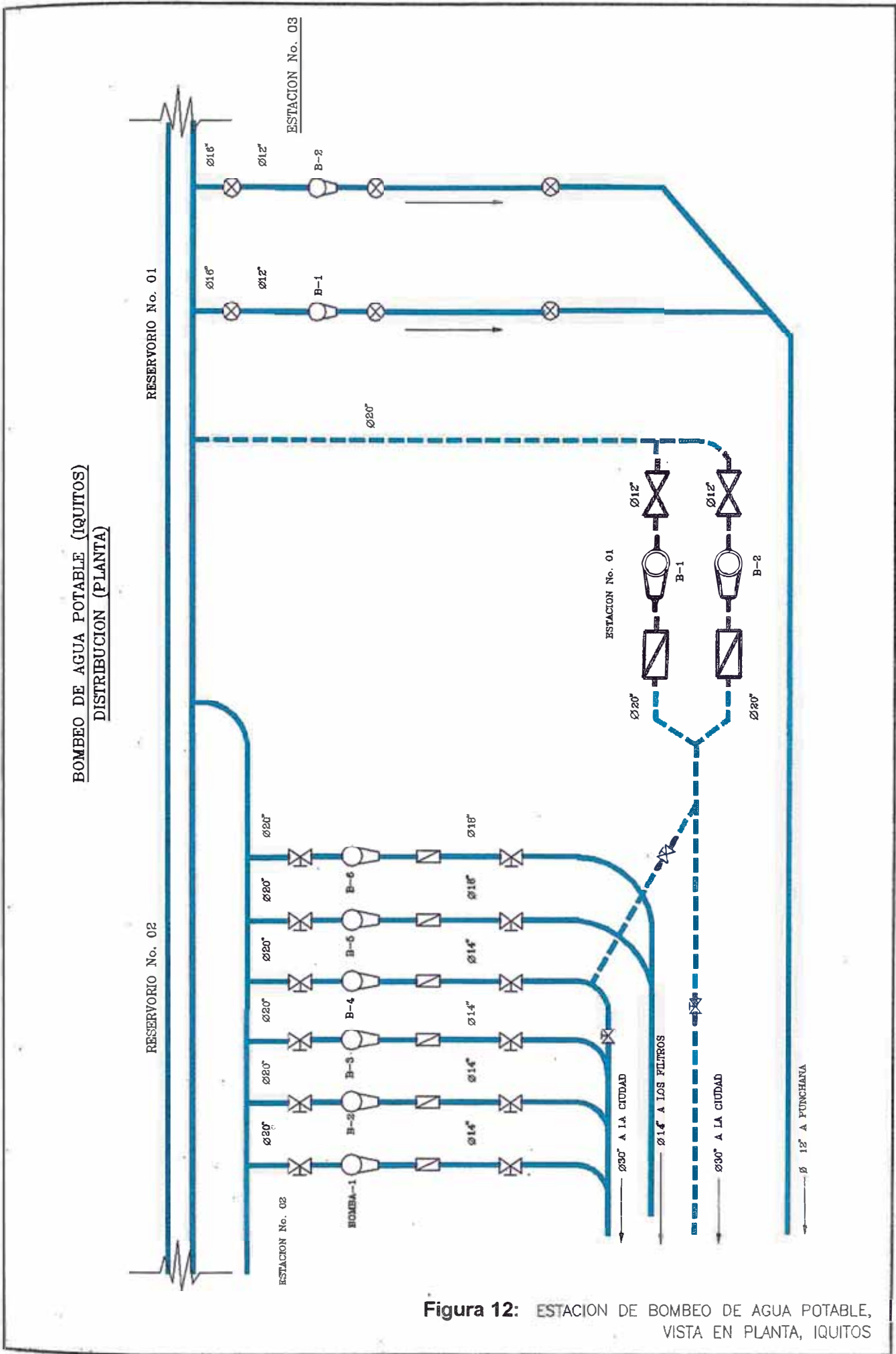


Figura 12: ESTACION DE BOMBEO DE AGUA POTABLE, VISTA EN PLANTA, IQUITOS

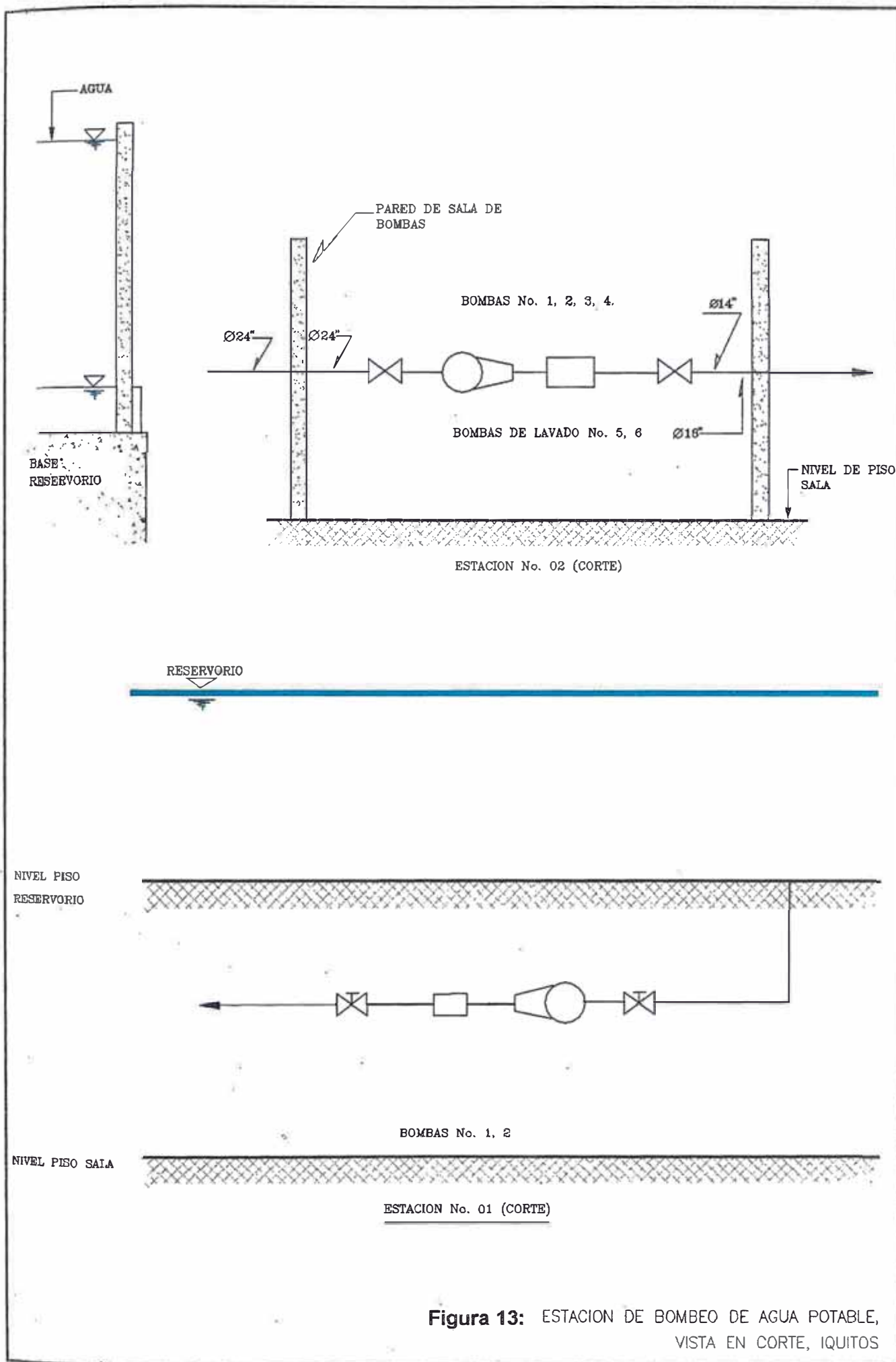


Figura 13: ESTACION DE BOMBEO DE AGUA POTABLE, VISTA EN CORTE, IQUITOS

b) Estación de Bombeo N° 2

Fue construída en 1975, alberga a seis electrobombas. Cuatro de ellas son para la distribución de agua potable a la ciudad de Iquitos, y las otras dos sirven para el lavado de los filtros. Estos equipos de bombeo se surten del reservorio N° 2 que tiene una capacidad de 4500 m³ (figuras 12 y 13).

Los datos básicos de las bombas se indica en la tabla N° 6.3-5

Tabla 6.3-5: Estación de bombeo de agua potable No 2 (fuente SEDALORETO)

Bomba N°	Caudal Nominal l/s	ADT Nominal m	Tipo de motor	Potencia Nominal HP	Funcionamiento horas/día
1	350	71	Eléctrico eje horizontal	400	12
2	250	71	Eléctrico eje horizontal	300	12
3	250	71	Eléctrico eje horizontal	300	12
4	250	71	Eléctrico eje horizontal	300	12
5	400	21	Eléctrico eje horizontal	125	*
6	400	21	Eléctrico eje horizontal	125	*

* Nota: Las bombas No 5 y No 6 no funcionan debido a que son utilizadas para el lavado de filtros, los cuales están en reparación

c) Estación de Bombeo N° 3

Fue construída en 1991 y en ella se encuentran dos equipos de impulsión, que succionan el agua del reservorio N° 1. Mediante estos equipos se abastece al distrito de Punchana y algunos sectores de Iquitos; los datos básicos de estos equipos se encuentran en la tabla 6.3-6 que a continuación se muestra:

Tabla 6.3-6: Estación de bombeo de agua potable No 3 (fuente SEDALORETO)

Bomba N°	Caudal Nominal l/s	ADT Nominal m	Tipo de motor	Potencia Nominal HP	Funcionamiento horas/día
1	120	41	Eléctrico eje horizontal	100	8
2	120	41	Eléctrico eje horizontal	100	8

6.3.4.3. Diagnóstico y verificación del Sub Programa B

En cuanto a las horas de bombeo estas corresponden al resultado de las recomendaciones de la consultoría; sin embargo existe flexibilidad en las operaciones en función de las bombas disponibles y de las necesidades del abastecimiento.

a) Estación de bombeo No 1

Para verificar la capacidad actual de estos equipos de bombeo la consultoría realizó macromediciones cuyos resultados se encuentran registrados en el anexo 7.

De las mediciones efectuadas en la estación de bombeo de agua tratada No 1, en la tabla 6.3-7 se dan las más representativas:

Tabla 6.3-7: Mediciones realizadas por la consultoría en la estación No 1

Bomba	Voltaje	Amperaje	kW	HP (motor)	Caudal (l/s)	Presión psi	Presión m	ADT calculado m
1	450	70	31.5	43	390	23	16.1	16.1

Nota: La bomba N° 2 está fuera de servicio desde Enero de 1996.

Las diferencias entre los caudales nominales y el obtenido en campo real se explican de la siguiente manera:

Las bombas y/o motores han sufrido alteraciones modificatorias, de tal forma que las características técnicas indicados en su placa no reflejan la capacidad de trabajo actual.

Existen interconexiones entre las líneas de impulsión. Las válvulas allí instaladas no cierran bien, por lo tanto las bombas trabajan con menos altura de impulsión y fuera de la curva de rendimiento.

La bomba N° 1 estuvo operando en Febrero pasado con un promedio de diez (10) horas diarias, registrando rangos de trabajo entre 6.25 y 12.5 horas diarias. Se observa que hay horas en que se puede dedicar al mantenimiento y reparación de los equipos; por lo tanto se dice de que éste tipo de bombeo está disponible al 100% de capacidad.

Esta estación carece de macromedidores, manómetros y horómetros; los tableros de control se encuentran en buen estado de funcionamiento al igual que las válvulas tipo check y las de compuerta. Succiona el agua del reservorio No 1 (4000 m³) para ser impulsada a través de sus electrobombas a la ciudad de Iquitos.

b) Estación de bombeo No 2

Para la verificación de la capacidad actual de los equipos de bombeo, la consultoría efectuó macromediciones con el equipo ultrasonido portátil de características antes indicada. El anexo 7 registra las mediciones realizadas.

A continuación en la tabla 6.3-8 se dan las mediciones más representativas efectuadas en la estación de bombeo de agua tratada No 2.

Tabla 6.3-8: Mediciones realizadas por la consultoría en la estación No 2

Bomba	Voltaje	Amperaje	kW	HP (motor)	Caudal (l/s)	Presión psi	Presión m	ADT m
1	-	-	-	-	-	-	-	-
2	450	70	31.5	43	387	16	11.2	11.2
3	450	75	33.75	46	395	17	11.9	11.9
4	450	110	49.5	67	275	16	11.2	11.2

Hasta el 23 de Enero de 1996, la bomba N° 1 manifestó una disponibilidad operativa de 96.7% y a partir de esa fecha fue retirada del servicio para su reparación.

La bomba N° 2 tuvo una disponibilidad de 85.9% (según los partes diarios) durante el mes de Febrero 96; durante Enero del mismo año éste equipo funcionó solamente 189 horas .

La bomba N° 3 no funcionó en Enero de 1996, en Febrero del mismo año sólo funcionó 106 horas.

La bomba N° 4 funcionó 125 horas en Enero de 1996 y en Febrero del mismo año 25 horas.

Las bombas No 5 y No 6 están en condiciones operativas pero no funcionan pues los filtros no trabajan por encontrarse en reparación.

Estas cifras expresan que hay suficiente capacidad horaria para efectuar reparaciones y mantenimiento de los equipos.

Se dispone de un macromedidor que está malogrado, el que debe ser rehabilitado o cambiado.

Ninguna bomba posee manómetros operativos, deficiencia que se notó en todas las instalaciones de la planta de tratamiento.

No se tiene la iluminación adecuada para efectos de turnos nocturnos.

Los tableros de control se encuentran en funcionamiento para los casos de equipos que están operativos, a excepción de las bombas que están malogradas.

La rehabilitación de las instalaciones electromecánicas están contenidas en el Sub Programa B ó en proceso de ejecución.

Se ha podido verificar la existencia de tres conexiones, una de Ø2" (7 l/s) y dos de Ø4" (15 l/s cada una) respectivamente, que abastecen a las poblaciones vecinas (El Castañal y Pérez de Cuéllar). Existe otra tubería de Ø1" (2 l/s) que abastece mediante pileta a otro pueblo joven (3 de Octubre). Esto obviamente hace disminuir el caudal de salida a la ciudad de Iquitos en la línea de Ø30" que sale de la estación No 2 (de 314 l/s a 275 l/s).

c) Estación de bombeo No 3

Se dispone de un medidor de caudal marca Mc Crometer, de velocidad propeller, con bridas de 12", está operativo.

La bomba N° 1 funcionó en Enero del presente año por 3.9 horas al día en promedio, habiendo registrado días con 8 horas de trabajo. Durante Febrero, éste promedio bajó a 2.9 horas/día con variaciones entre 0 y 7 horas de funcionamiento diario.

La bomba N° 2 funcionó en Enero último (1996) 4 horas diarias con variaciones entre 0 y 9 horas de trabajo por día. En Febrero del mismo año, éste promedio también bajo a 2.8 horas diarias con extremos entre 0 y 6.25 horas/día.

Los valores nos indican que existe una disponibilidad horaria suficiente para hacer trabajos de reparación y mantenimiento de los equipos.

Los dos tableros de control son de marca CEYESA, en buenas condiciones y están debidamente protegidos, les falta iluminación.

En un primer diagnóstico arroja que todos sus accesorios de control están en buen estado de funcionamiento; se recomienda ejecutar trabajos de mantenimiento en forma periódica.

El suministro e instalación de dos macromedidores así como el cambio de válvulas y accesorios están considerados dentro del sub programa B.

En la tabla 6.3-9 se presentan las mediciones más representativas de la estación de bombeo de agua tratada No 3.

Tabla 6.3-9: Mediciones realizadas por la consultoría en la estación No 3

Bomba	Voltaje	Amperaje	kW	HP (motor)	Caudal (l/s)	Presión psi	Presión m	ADT calculado m
1	-	-	-	-	111	60	42	42
2	-	-	-	-	108	60	42	42

6.3.4.4. Optimización

Es conveniente que cada estación cuente con horómetros y manómetros. Se recomienda efectuar una revisión general de bombas y motores realizando el respectivo mantenimiento una vez detectado los desperfectos y/o cambios que se deben realizar.

6.3.5. Laboratorio

6.3.5.1. Datos Generales

Se encuentra localizado dentro del área asignada a la planta de tratamiento de aguas en Pampachica, y tiene por finalidad brindar las facilidades para hacer determinaciones físicas, químicas y bacteriológicas que durante el proceso de tratamiento de agua se requiere.

6.3.5.2. Datos Técnicos

Posee un equipamiento básico en estado deficiente. Necesita un ambiente especial para análisis bacteriológicos, pues el actual se encuentra totalmente abarrotado. Las determinaciones que se realizan son análisis físico-químicos y bacteriológicos, cuya rutina se muestra a continuación:

Tabla 6.3-10: Análisis físicos, químicos y bacteriológicos (fuente SEDALORETO)

Nº	ANALISIS	DIARIO	SEMAMANAL	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL	NO SE SABE
1	Turbidez	X					
2	Color	X					
3	Cloro residual	X					
4	pH	X					
5	Alcalinidad total	X					
6	Hierro y Manganeseo			X			
7	Magnesio						X
8	Plomo						X
9	cobre						X
10	Zinc						X
11	Dureza total						X
12	Clóruros						X
13	Sulfatos						X
14	fenoles						X
15	Sólidos totales disueltos						X
16	Prueba de jarras		X				
17	Prueba de saturación (índice de saturación)						X
18	Gérmenes coliformes totales						X
19	NMP estreptococos fecales						X
20	Recuento de colonias						X
21	Parásitos (helmintos)						X
22	Arsénico						X
23	Otros (especificar)						X

6.3.5.3. Diagnóstico y Verificación del Sub Programa B

Se considera el laboratorio completamente insuficiente para la Planta.

El agua tratada actualmente en la Planta, prácticamente no tiene B. Coli (ver anexo 6 análisis bacteriológicos) y su calidad física y química es aceptable aún cuando requiere de ciertos ajustes, tales como rectificación del pH, alcalinidad y reducción del color (anexo 6).

En el Sub Programa B se ha considerado la implementación del laboratorio.

6.3.5.4. Optimización

Se recomienda lo siguiente:

- Efectuar programas de control de calidad y monitoreo adecuados.
- Deberá existir un ambiente especial para realizar pruebas bacteriológicas.

6.3.6. Transportes y comunicaciones

Para desplazarse se cuenta con movilidades propias como: camionetas, motocicletas, etc. en estado aceptable de operatividad.

Para la comunicación se cuenta con radios de mano (handies) para todo el personal de control y mantenimiento. La planta también cuenta con líneas telefónicas y fax.

La situación de esta logística deben ser analizadas en concordancia con los planes de la institución en donde también se dan las recomendaciones para una real optimización.

6.3.7. Almacenes

6.3.7.1. Datos Generales

Se encuentra ubicado dentro del área correspondiente a la planta de tratamiento en Pampachica (según figura 8).

6.3.7.2. Datos Técnicos

Se tiene un almacén central que está ubicado en el edificio nuevo donde también, se encuentran los dosificadores de productos químicos de la planta N° 2 (Edificio administrativo y de control) del cual se distribuyen insumos a las plantas N° 1 y N° 2. A la fecha no se reporta discontinuidad de los productos químicos usados diariamente en el tratamiento como son: sulfato de alúmina tipo B, cal hidratada, hipoclorito de calcio al 30% en polvo, etc. El montacarga se encuentra

inoperativo por tener el sistema de ascensor totalmente malogrado y no contar con la puerta de seguridad.

También se cuenta con taller de mantenimiento electromecánico y almacén para repuestos y accesorios, con una área techada de 500 m² y otra área libre de 1000 m².

Las tuberías metálicas están almacenadas al aire libre.

6.3.7.3. Diagnóstico y Evaluación del Sub Programa B

El Sub Programa B considera la remodelación de la zona de almacén en el cual también se encuentra el edificio de control general

6.3.7.4. Optimización

Se requiere

- Limpieza y ordenamiento continuo para mejor control y distribución cronológica de entrada y salida de insumos, equipos y/o repuestos.
- Rehabilitación del montacarga.
- Equipar convenientemente el taller, para poder realizar acciones de reparación de válvulas, medidores de consumo de agua potable y accesorios.

6.3.8. Grupos electrogenos de emergencia

6.3.8.1. Datos Generales

Se cuenta con tres grupos electrógenos instalados dentro de la planta de tratamiento de aguas.

6.3.8.2. Datos Técnicos

Las potencias de los grupos electrógenos son: uno de 400 Kw y dos de 500 kW que actualmente están fuera de servicio por falta de accesorios y buen mantenimiento.

6.3.8.3. Diagnóstico y Evaluación del Sub Programa B

Cuando se efectuó el estudio de rehabilitación del Sub Programa B, uno de los equipos funcionaba defectuosamente mientras los otros dos estaban operativos.

6.3.8.4. Optimización

Será necesario:

- La revisión, control y/o reparación de los equipos electrógenos para garantizar un servicio mínimo.
- Instalación de horómetros y sistema de control de regulación de motor.
- Confeccionar un programa de funcionamiento inmediato para casos de emergencia (cortes de suministro de energía eléctrica)

6.3.9. Control y supervisión

Se ha observado que:

- SEDALORETO tiene un incompleto programa de acciones operacionales, en parte debida a la falta de adecuadas herramientas, dinero para su mantenimiento e inadecuada capacitación de su personal.
- La información proporcionada por esta Empresa carecen de confiabilidad, al encontrar opiniones distintas sobre el funcionamiento operativo y de mantenimiento de la planta de tratamiento, motivados, al parecer, por la renovación o cambio del personal.

6.3.10. Otras Fuentes de Abastecimiento

La población que no tiene acceso a la Red Pública se abastece de agua de pozos excavados o perforados, de otras fuentes superficiales y en menor proporción de agua de lluvia.

Los pozos excavados se encuentran ubicados mayormente en los asentamientos de las zonas sur y de la zona oeste de Iquitos. La construcción de estos pozos es precaria, sin medidas de protección tales como distancia y orientación adecuada con respecto a letrinas existentes para evitar la contaminación. No tienen revestimiento interior adecuadamente impermeabilizado. Asimismo por la escasa profundidad de la napa, la contaminación está latente.

Los pobladores que se proveen directamente de aguas superficiales se encuentran en el barrio de Belén, en las áreas inundables de las riberas de los ríos Itaya, Amazonas y Nanay así como en el lago Moronacocha. El problema de contaminación generalmente es grave debido a que existen descargas de desagües crudos, principalmente en el barrio de Belén y en el lago Moronacocha. Todas las riberas, a consecuencia de la concentración de la población allí establecida que no cuenta con un sistema de evacuación de excretas ni de disposición de la basura los cuales contaminan los cursos superficiales de agua, las que a su vez son usadas como fuentes de abastecimiento

Debido a la escasez del abastecimiento del agua potable, muchos de los usuarios, con acceso a la red de distribución, han optado por la construcción de pozos cuya profundidad varía de los 8 a los 15 m. El caudal de estos pozos

fluctúa alrededor de 0.5 l/s, habiéndose verificado que si se extrae un mayor caudal se desequilibra la napa. La ejecución de la perforación no garantiza la explotación adecuada porque los constructores no realizan un análisis granulométrico del material que contiene la napa, por lo que las rejillas de los filtros que instalan no son de la abertura adecuada para impedir el ingreso de la arena, por lo que frecuentemente los pozos colapsan. Otra deficiencia constructiva consiste en la no ejecución de la prueba de explotación del pozo, por lo que al no conocerse el caudal adecuado de extracción, se acelera el proceso de arenamiento.

No existe control de calidad de estas otras fuentes de abastecimiento, quedando a cargo del usuario la acción de prevención mediante el hervido de agua, es decir, si tienen acceso al combustible barato ó a medidas de prevención difundidas contra el Cólera cuya presencia continúa latente en la región.

La autoridad encargada de la vigilancia epidemiológica es la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental la que realiza análisis microbiológicos para determinar la presencia de *Vibrio Cholerae* y Coliformes Fecales. En análisis efectuados en 6 pozos excavados y 1 perforado no se encontró presencia del *Vibrio Cholerae* en ninguna de las muestras, sin embargo se detectó la presencia de coliformes fecales en todas las muestras de los pozos excavados.

Entre las entidades principales que cuentan con servicio propio de agua, se encuentra Electro Oriente que en su central tiene una planta compacta de tratamiento de agua, abastecida desde el río Amazonas. El agua es usada principalmente para el servicio del sistema de enfriamiento, y a la fecha proporciona también agua al Hospital Regional el que no puede ser atendido debidamente por SEDALORETO.

En los asentamientos humanos se ha intentado proveer el abastecimiento de agua potable en varias formas alternativas no encontrándose hasta ahora una solución adecuada.

Se han construido pequeños tanques elevados de 2 ó 3 metros de altura, para abastecerlos con pozos perforados con poco éxito, porque al malograrse la bomba los usuarios no cuentan con fondos para adquirir repuestos ni para la reparación. Otra causa del poco éxito consiste en la sobre explotación de los pozos que trae como consecuencia un rápido proceso de arenamiento que lo inutiliza en poco tiempo.

En los pozos excavados, la explotación mediante bombas manuales ha permitido una mayor vida útil de estos, ya que la extracción de poco caudal no afecta la duración del pozo.

Horas de bombeo

Habiéndose analizado los partes diarios del bombeo a la red de distribución, se infiere que esta operación es continua durante las 24 horas, paralizándose solamente cuando se interrumpe el suministro de energía eléctrica. Las tuberías de 750 mm funcionan en paralelo o alternadamente, pero siempre existe un abastecimiento hacia Iquitos a través de las tuberías de distribución de 600 mm instaladas en la calle Moore. El abastecimiento hacia Punchana a través de la tubería de impulsión de 300 mm se hace en las horas de menor consumo, de 8:00 am hasta las 11:00 am y de 9:00 pm hasta las 12:00 pm, o sea durante 6 horas al día.

Características del bombeo

El bombeo a través de las tuberías de impulsión desde la planta de tratamiento hasta la calle Moore se caracteriza por ser permanente las 24 horas, sea con las dos tuberías o solamente con una de ellas, paralizándose totalmente el bombeo solamente por falta de energía eléctrica.

Para Punchana el bombeo se hace en las horas de menor consumo, o sea durante la mañana y por la noche, con un total de 6 horas diarias.

La variación del bombeo de impulsión está dada para satisfacer las demandas de la población. Se ha analizado las hojas de parte del bombeo diario de las tres estaciones de bombeo desde la planta de tratamiento hacia la red de distribución, encontrándose las combinaciones siguientes de bombeo:

Estación N° 1 (antigua)	: Bomba N° 1 y Bomba N° 2 (inoperativa)
Estación N° 2 (nueva)	: Bomba N° 1 (inoperativa), Bomba N° 2, Bomba N° 3 y Bomba N° 4
Estación N° 3 (Punchana)	: Bomba N° 1 y Bomba N° 2

Funcionamiento de las Bombas

No. 1 de estación 1: 390 l/s
No. 2 de estación 2: 387 l/s
No. 3 de estación 2: 395 l/s
No. 4 de estación 2: 275 l/s
No. 2 + No. 4 de estación 2: 645 l/s
No. 3 + No. 4 de estación 2: 653 l/s
No. 2 + No. 3 de estación 2: 754 l/s
No. 1 de estación 1 + No. 2 de estación 2: 777 l/s
No. 1 de estación 1 + No. 3 de estación 2: 785 l/s
No. 1 de estación 1 + No. 4 de estación 2: 665 l/s
No. 1 de estación 1 + (No. 2 + No. 3) de estación 2: 1144 l/s
No. 1 de estación 1 + (No. 2 + No. 4) de estación 2: 855 l/s
No. 1 de estación 1 + (No. 3 + No. 4) de estación 2: 1043 l/s

Estación de Bombeo a Punchana

Bomba No. 1: 111 l/s
Bomba No. 2: 108 l/s

El funcionamiento de esta última estación es alternado, no existiendo combinaciones de bombeo simultáneo.

A continuación, de acuerdo a la información obtenida en SEDALORETO en cuanto a las horas de bombeo programadas para los diferentes equipos de las estaciones de bombeo para la distribución del agua tratada en la ciudad y de acuerdo a los caudales medidos por la consultoría, se tiene la siguiente tabla:

Tabla 6.3-11: Variación de Bombeo a la Red de Distribución

Estación de Bombeo N°	Equipo de Bombeo N°	Presiones en la Salida (m)	Caudal l/s	Programación horaria de Bombeo
1	1	16.10	390	0.0 - 5.0
2	2	11.20	387	
1	1	16.13	390	5.0 - 8.0
2	2 + 4	15.40	645	
1	1	16.10	390	8.0 - 10.0
2	4	11.20	275	
3	1	42.00	111	
1	1	16.10	390	10.0 - 11.0
2	2	11.20	387	
3	1	42.00	111	
1	1	16.10	390	11.0 - 13.0
2	2 + 4	15.40	645	
1	1	16.10	390	13 - 15
2	2 + 3	23.10	754	
1	1	16.10	390	15 - 21
2	2	11.20	387	
1	1	16.10	390	21 - 24
2	2	11.20	387	
3	2	42.00	108	

Fuente: Elaborado por CES-AP

Los caudales de bombeo en las tuberías de 750 mm se han medido en el inicio de la impulsión.

Tabla 6.3-12: Características de las impulsiones a la Red de Distribución

Impulsión	Material	Ø mm	Antigüedad años	C _{rw}	Caudal l/s	Pend. m/Km	V m/s	Pérd. Carga m
Planta Tratamiento a Cerro Palmeras	Acero	750	5	100	390	1.49	0.88	2.81
Planta Tratamiento a Cerro Palmeras	F _o Dúctil Barbará	750	21	110	275	0.65	0.62	1.22
Planta Tratamiento a Cerro Palmeras	F _o Dúctil Barbará	1,144	21	110	1,144	9.19	2.59	17.31
Planta Tratamiento a Av. Navarro Cauper	PVC Clase 110	300	3	130	108	10.60	1.58	33.94
Planta Tratamiento a Av. Navarro Cauper	PVC Clase 110	300	3	130	111	10.60	1.57	35.62

Fuente: Elaborado por CES-AP

6.4. VULNERABILIDAD DE LOS SISTEMAS ANTES DEL PROYECTO

Como todo sistema en actividad, los de agua potable y alcantarillado están expuestos a deterioros y perturbaciones internas y externas de varios orígenes. Ambas clases afectan el buen funcionamiento de las instalaciones y como consecuencia el nivel de servicio que brindan las Empresas Prestadoras de Servicios.

6.4.1. Descripción del Objetivo

Conocer los factores que contribuyen a la posible vulnerabilidad que permitirá definir parámetros al momento de fijar los planteamientos que se tomarán en consideración durante el desarrollo de los estudios.

6.4.2. Definición de Vulnerabilidad

Se entiende por vulnerabilidad al riesgo o susceptibilidad de que el sistema deje de operar satisfactoriamente como consecuencia de fenómenos naturales como son: sismos, maremotos, precipitaciones fluviales, inundaciones o por actividades humanas.

6.4.3. Vulnerabilidad por Catástrofes y Emergencias

Son los siniestros que originados por razones o causas de la naturaleza (sismos, inundaciones y lluvias extraordinarias) resultan impredecibles en cuanto a su oportunidad, ubicación y magnitud, pero sobre los que deben adoptarse precauciones racionales para afrontarlos o mitigar sus consecuencias.

6.4.4. Actividades Humanas

Para los efectos y alcances de este estudio, se considera el factor humano como una forma protagónica en la vulnerabilidad de los servicios, resultando así los siguientes tipos : conceptual, institucional y operativa.

- **Vulnerabilidad Conceptual**

Es la vulnerabilidad del funcionamiento de un sistema cuando no puede satisfacer la demanda que se exige, que en caso de una falla puede paralizar todo o parte del sistema.

- **Vulnerabilidad Institucional**

Depende de la entidad prestadora de servicios que por deficiencia, negligencia o imprevisión vulneran el servicio; ej.: por falta apoyo logístico no se efectúa un mantenimiento preventivo de equipos. También los sistemas se ven afectados por la carencia de profesionales especializados e idóneos, técnicos con experiencia y una administración competente en todos los niveles de la Empresa.

- **Vulnerabilidad Operativa**

Es aquella que afecta el sistema por desperfecto de los equipos o por incumplimiento de los planes regulares de mantenimiento, incluyendo la provisión de fondos y recursos en general para esta importante actividad.

6.4.5. IQUITOS

6.4.5.1. Sistema de Agua Potable

Fuentes de Agua

La fuente de abastecimiento la constituye el río Nanay, con ligera contaminación (coliformes fecales entre 14 y 1100 NMP/100 ml) por la presencia de aguas servidas provenientes de los Asentamientos Humanos que se encuentran próximos .

Al margen de las fluctuaciones de los niveles de agua y el cambio de curso del río Nanay, (como riesgos potenciales), no existe otro factor de riesgo de desabastecimiento de agua durante el año por ser esta abundante y permanente, muy por encima de la capacidad de tratamiento (620 l/s).

Captación

La captación del agua se realiza mediante dos estructuras de represamiento llamados "Caisones" los que albergan en su interior a las estaciones de bombeo cuya capacidad nominal es de 1250 l/s. Instaladas en el cauce del río Nanay; a 70m (captación antigua) y 30m (captación nueva) respecto de la orilla, y a 40m de distancia entre ellas.

Como un hecho importante se debe indicar que las dos estaciones están ubicadas en la curva cóncava del meandro del río Nanay y que precisamente es allí donde el proceso erosivo es más activo debido al movimiento helicoidal y mayor velocidad del agua. >

Por el desarrollo del meandro, dentro de 50 ó 100 años es posible que los caissons se encuentren en la parte convexa de dicho meandro, actualmente en proceso de arenamiento. Es razón para ser considerada una vulnerabilidad a futuro.

En las estructuras de captación tipo "Caisson", de las estaciones de bombeo, particularmente la antigua que data de hace 45 años, se ha observado deterioro superficial. Se teme que pueda colapsar por alguna fatiga estructural, (Informe Diagnóstico Sub Programa B, 1994) así como por erosión (socavación) de la cimentación en el cauce del río

Respecto a la posición actual de las estaciones de bombeo, se desestima cualquier peligro de desastre natural ocasionado por incremento del caudal del río, en vista que la crecida de éste es paulatina y no violenta, rasgo característico de los ríos del llano Amazónico.

Líneas de Impulsión

La tubería antigua se apoya en una pasarela de fierro a su vez sostenida por caballetes del mismo material, deteriorados por el tiempo (oxidados), mal anclados y por encontrarse en mal estado podría colapsar en cualquier momento.

Asímismo, existen roturas en la tubería de conducción de 16", desprotegida que se encuentra en mal estado (cuatro fugas de agua), esto reduce el abastecimiento a la planta de tratamiento.

Los defectos anotados condicionan una vulnerabilidad de tipo institucional-operativa.

Plantas de Tratamiento y Almacenamiento

Las estructuras de concreto armado de la Planta Nueva de Tratamiento, presentan pequeñas grietas con infiltraciones de agua en las paredes de los tanques que comprometen su estabilidad. Igualmente, los reservorios tienen filtraciones de agua hasta de 60 l/s, presumiéndose que éstas se deban a grietas en la losa del piso ya que externamente no se aprecian fugas de agua ni siquiera en las pequeñas grietas de la pared del reservorio.

Se estima que las grietas se deben a fallas de construcción y no a cimentación, pues, los suelos donde se apoyan corresponden al promontorio de terreno de constitución arcillo arenoso (Estudio Corporación Hidrotécnica 1983) de aceptable capacidad portante. Estas estructuras podrían colapsar más por fatiga estructural que por pérdida de resistencia del suelo (erosión), o por la ocurrencia de un fuerte sismo pero que no es el caso, porque la ciudad de Iquitos está fuera de la zona de riesgos sísmicos.

La conclusión del cerco perimétrico (757m) de protección de la Planta de Tratamiento vulnera su seguridad, debido al ingreso de animales y personas extrañas exponiendo las instalaciones a actos de sabotaje.

Los cortes de energía eléctrica por parte de Electro-Oriente paraliza las estaciones de bombeo en la captación, planta, almacenamiento y distribución, poniendo en riesgo el abastecimiento de agua a la ciudad pues no permite la operatividad de los grupos electrógenos de la planta.

Las deficiencias anotadas en la Planta de Tratamiento y almacenamiento deben ser superados por la Empresa Prestadora, pues el riesgo se considera como Vulnerabilidad Institucional, Operativa.

6.5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

El objetivo de esta parte del diagnóstico es identificar y ponderar los parámetros funcionales, que determinan la oferta actual y futura del agua.

Estos parámetros abarcan desde variables naturales, como la fauna, la cobertura vegetal hasta componentes antrópicos en el curso de los ríos.

En la mayor parte del territorio peruano la investigación abarca el sistema de cuencas y microcuencas en donde ocurre la captación del agua pluvial, su infiltración y su flujo por el valle fluvial. Esto se debe a la unidad geográfica natural (la cuenca), coincidiendo generalmente con los compartimentos funcionales del quehacer humano.

En el caso específico del servicio de agua potable de la ciudad de Iquitos, la ponderación de la dinámica ambiental sólo se aplica parcialmente al río Itaya, y al río Nanay, puesto que el Amazonas tiene dimensiones continentales.

6.5.1. Medición de la Calidad Ambiental Urbana en Relación con el Servicio de Agua Potable

La calidad del hábitat urbano es directamente proporcional al nivel del servicio que la ciudad ofrece al habitante.

En el caso del servicio de agua potable, el objetivo del diagnóstico es el de conocer el nivel de acceso a estos servicios y los daños directos o indirectos, que las deficiencias causan al ambiente urbano y por ende al habitante.

6.6. PROBLEMAS AMBIENTALES DEL AREA

Los ríos circundantes de la ciudad de Iquitos son: Amazonas, Itaya y Nanay.

6.6.1. Estado Actual de la cuenca:

A menudo los ríos Amazónicos se clasifican de acuerdo a las propiedades físicas y químicas de sus aguas, o en la práctica de acuerdo a la carga en suspensión. Esta clasificación supone que la carga en suspensión tiene relación con la zona de curso superior y el carácter morfológico de los ríos.

Básicamente, la clasificación que se usa en el campo se refiere al color de las aguas. Los ríos de aguas claras presentan un color semejante al café con leche, debido a la gran cantidad de sedimentos suspendidos. La reacción química de las aguas es casi neutra.

Los ríos de aguas oscuras son pobres en sedimentos suspendidos, pero muy ricos en sustancias húmicas, por ello el color de sus aguas es similar al café negro; sus aguas son ácidas y contienen poca cantidad de elementos nutritivos.

El río Amazonas se clasifica como de agua blanca o clara y tiene su origen en los Andes. El río Itaya y el río Nanay se clasifican como de aguas negras u oscuras y tienen su origen en la selva baja.

Los ríos pueden clasificarse, de acuerdo al patrón de sus cursos, cuyo factor principal es la cantidad y el carácter de carga de sedimento traídos por los ríos y por sus descargas. Los tipos de cursos son: Directos, Meandricos, trezados y anastomoso.

Los ríos de curso directo y meándricos (meandriiformes) presentan un sólo cauce, mientras que los ríos de curso trezado y anastomosos (anastomosados) contienen divisiones sucesivas y rejuntemientos de los canales alrededor de las islas aluviales.

En la Amazonía Peruana, varios ríos grandes como el río Amazonas que se originan en los Andes presentan un curso intermedio entre trezados y anastomoso. Los ríos Itaya y Nanay presentan un curso meándrico.

6.6.2. Flora, Fauna, Recursos Ictiológicos

Existen varios trabajos específicos sobre los patrones de vegetación, tipos de suelos, fauna y otros en la ciudad de Iquitos. Las Instituciones de Investigación Científica donde se han colectado la información de estos temas son:

- IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana),
- INIAA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias y Agroindustriales),
- UNAP (Universidad Nacional de la Amazona Peruana),
- IVITA (Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura).

Las áreas en los alrededores de Iquitos han sido centros importantes para las investigaciones de varias disciplinas. Por ejemplo, el mayor numero de especies arbóreas por hectárea se ha obtenido en Yanamono y Mishana (302 y 289 especies/ha, respectivamente; Gentry 1988) por el río Nanay. Mientras que el IIAP ha realizado un inventario forestal de un área de 2750 ha. en la zona de Allpahuayo cerca al río Itaya.

6.6.3. Propiedades Físico-Químicas y Biológicas

De acuerdo con la revisión bibliográfica podemos mencionar que el IIAP entre 1985 y 1988 ha realizado distintos estudios de contaminación urbana en los ríos circundantes a Iquitos cuyos resultados fueron³:

1985

En la desembocadura del río Nanay, se detectó cromo hexavalente y presencia de restos de hidrocarburos así como de coliformes totales.

En el río Itaya, en su desembocadura, se determinó gran cantidad de desechos domésticos, sanitarios y derivados del petróleo (según: Informe Técnico N°8 IIAP).

³ En el anexo B se detallan todos los resultado de los análisis físico-químicos, bacteriológicos de los ríos Amazonas, Itaya, Nanay y lago de Morona Cocha. Así también se anota las clasificaciones de los ríos según la Ley General de Aguas.

En el lago de Moronacocha se determinó altos niveles de cromo hexavalente y de coliformes totales.

1986

En el río Amazonas se determinaron altos niveles de coliformes totales

En el río Nanay se presentaron niveles altos de cromo hexavalente y altos valores de coliformes (ver anexo 6).

En el lago de Moronacocha se presentaron niveles muy altos de coliformes.

En las aguas de pozos se reportó presencia de coliformes totales que va desde 3 a 1100 UFC/100ml, con mayores valores en Sto. Tomas.

Los análisis del agua potable muestran valores de turbidez superior a lo permisible, niveles de Cobre y Hierro por encima de los límites permisibles.

El pH pocas veces llegó a valores aceptables, con una manifiesta tendencia a la acidez entre 6 y 6.5.

El índice de coliformes totales y fecales, en algunos puntos, llegó a 460 NMP/100ml. (según: Informe Técnico N°15 IIAP)

1987

En Quistococha, Sto. Tomas y Rumococha existían niveles bajos de contaminación por coliformes, con valores que van desde 4 a 43 UFC/100ml.

En los ríos Amazonas, Nanay, Itaya y Lago Moronacocha se encontraron, valores de coliformes desde 4 a 240 UFC/100ml. Los resultados de los análisis físico-químicos demostraron que ninguno de los parámetro estaba fuera de los valores permisibles. (según: Informe Técnico N°11 IIAP).

1988

Se realizaron análisis microbiológicos de los cuerpos de agua que van paralelos a la carretera Iquitos Nauta, encontrándose niveles bajos de contaminación.

En los cuerpos de agua aledaños a la ciudad de Iquitos en el lago Moronacocha, y río Itaya se presentaron niveles significativos de coliformes fecales y totales. (según: Informe Técnico N°9 IIAP).

1994

En lo referente a la calidad de las aguas de los ríos circundantes a la ciudad de Iquitos se realizaron análisis de agua en épocas de avenida y estiaje, ubicándose los puntos de muestreos en el río Amazonas, Itaya y Nanay.

De acuerdo al material recopilado se puede notar un incremento de la contaminación urbana en la ciudad de Iquitos. Se puede notar que el incremento de los niveles de contaminación de los ríos circundantes es proporcional al aumento poblacional.

1996

Los datos obtenidos por la consultoría se refieren a análisis físico- químicos de la zona de captación de la planta potabilizadora de agua en el río Nanay y biológico de algunos lugares de la ciudad.

6.6.4. Problemas y posibilidades del manejo ambiental de la Cuenca

Río Amazonas

El Amazonas al ser el río más caudaloso del mundo, tiene una capacidad de dilución muy grande.

La única influencia negativa perceptible, es la erosión de las orillas y la contaminación localizada, que ocurren por la salida directa de los colectores. El diagnóstico sobre contaminación de la Amazonía peruana, reporta:

- Niveles altos de nitratos y de coliformes, en las zonas del lago de Moronacocha y en la zona de Belén.
- Los números de coliformes totales y fecales se encuentran por encima de los límites máximos permisibles para todos los usos del agua, según la Ley General de Aguas.
- A la altura de la planta eléctrica y del muelle fiscal (ENAPU) durante el primer muestreo se encontró presencia de hidrocarburos cuyas concentraciones estaban por encima de los límites permisibles, según la Ley General de Aguas.

Río Itaya

Río de origen en la selva baja, es un río de agua negra libre de material en suspensión.

La influencia negativa constatada es la precaria situación sanitaria de los poblados en la desembocadura del río Itaya, donde los colectores y desagües de la ciudad son vertidos directamente en esa zona lo cual origina contaminación en esas aguas.

Los niveles de nitratos y de coliformes se encuentran por encima de los límites permisibles para todo uso de acuerdo con la Ley General de Aguas (anexo 6).

Río Nanay

La llanura inundable del río Nanay muestra una actividad meándrica intensa, con cambios de curso frecuentes. El aumento de la deforestación de las zonas de las riberas con los procesos erosivos subsiguientes puede causar cambios en el comportamiento del río.

Los suelos de la zona son frágiles tanto química como físicamente. La zona comprendida entre el Itaya y el Nanay, es especialmente delicada; con zonas mal drenadas, con suelos orgánicos muy ácidos, propensos a degradarse con un mal manejo agrícola.

De acuerdo al trabajo sobre contaminación de las aguas del río Nanay en 1994, se menciona que:

- En el río Nanay se encuentra alta presencia de coliformes en los dos puntos de muestreo los cuales se encuentran por encima de los límites permitidos por la Ley General de Aguas (anexo 6).
- Además, en la zona de Bellavista y en la zona de captación se reporta presencia de hidrocarburos.

Lago de Moronacocho

Según el trabajo sobre contaminación de la Amazonía Peruana, se menciona la contaminación urbana en la ciudad de Iquitos reportando⁴:

El lago de Moronacocho se encuentra contaminado por nitratos, coliformes fecales y presencia de hidrocarburos, por lo que sus aguas no son aptas para ningún tipo de uso de acuerdo con los parámetros permisibles de la Ley General de Aguas.

⁴ Todos los análisis físicos-químicos y bacteriológicos fueron efectuados por la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP).

6.7. LA CALIDAD AMBIENTAL URBANA EN RELACION CON LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE

6.7.1. El acceso al agua potable y nivel sanitario del líquido

Captación.

Las aguas del río Nanay por su características físico-química descritas anteriormente, su ubicación en dirección de la expansión urbana y su caudal durante las épocas de estiaje y creciente , se consideran recomendables en términos de calidad como fuente para abastecer a la planta potabilizadora.

Acceso al agua

El servicio de agua potable en forma general es deficiente con persistentes fallas y perdidas de agua y presión en la zona urbana. Además, el agua potable llega a las viviendas en determinadas horas, lo cual, por las mismas condiciones climaticas (tropical) de la zona ocasiona malestar en los pobladores.

Los pueblos jóvenes carecen, en la mayoría de los casos, de este servicio. Estos asentamientos humanos se abastecen de agua de pozo, los que comúnmente se encuentran ubicados cerca de sus desagües, originando contaminación por filtración.

Nivel Sanitario

En cuanto a los análisis físicos, químicos y bacteriológicos, la planta de agua potable debido a factores económicos sólo se limita a realizar las pruebas de pH, alcalinidad, dureza, turbidez y bacteriológicos, no contando con registros sobre compuestos tóxicos.

La vulnerabilidad de las tuberías en las afueras de la ciudad o proximas a asentamientos humanos donde los pobladores realizan conexiones ilegales, ocasiona contaminación por simple exposición del líquido, por manipulación y contacto con cuerpos extraños; hasta la más grave, por mezcla con aguas servidas.

Las distintas instituciones de investigación de recursos naturales y de salud efectúan por su cuenta determinaciones de algunos parámetros que no efectúa el laboratorio de la planta de agua potable.

6.7.2. La salud humana en relación con la calidad del agua

Enfermedades

El personal del Sector Salud reporta que durante la difusión de propaganda sanitaria en los barrios marginales con apoyo internacional para la prevención de enfermedades gastrointestinales y el cólera, estas disminuyeron considerablemente

Las zonas de mayor riesgo en cuanto a salubridad, según información del Hospital Regional son: Belén (salida de colectores) y la zona de Moronacocha en contacto con la ciudad (salida de colectores).

En el caso de Belén y Pueblo Libre, parte de la población con viviendas flotantes y sobre pilotes, la situación es de especial gravedad puesto que dos colectores tienen salida en esa zona.

La población utiliza las aguas del río y del lago para consumo en forma directa para la preparación de alimentos, para la higiene personal, además para recreación y pesca. Sin embargo, todos sus residuos sanitarios se están depositando en las mismas aguas, en la zona más afectada.

Uno de los colectores recibe además, aguas residuales del hospital Iquitos.

Durante la época de estiaje el agua fluye con dificultad, estancándose a la salida del colector, con lodos retenidos por la vegetación y grandes cantidades de residuos sólidos del mercado Belén.

En la zona de Morona en el lago de Moronacocha, se tiene colectores a escasa distancia de las casas. El lago es usado para transporte, recreo y pesca.

Otro problema de salud es la acumulación de basura urbana. La empresa encargada del recojo está operando en un 40% de su capacidad, por el reducido número de unidades compactadoras, falta de recursos para el mantenimiento y reparación de las unidades.

El relleno municipal se encuentra ubicado en el km 10 de la ciudad en la carretera Iquitos-Nauta, donde se está intentando establecer un adecuado relleno sanitario. La lejanía de este relleno sanitario respecto a los cuerpos de agua, aleja el riesgo de contaminación.

La población de bajos recursos

La población menos favorecida de Iquitos, es de origen rural y en su mayoría de la zona amazónica. No tienen costumbres comunitarias de manejo del espacio urbano, es decir, que las zonas pobladas por ellos, en la periferia de Iquitos, son manejadas como aldeas sin reparar que los umbrales de tolerancia ambiental, son rebasados por la densidad poblacional.

6.7.3. Cuerpos receptores de descargas

El Amazonas

El río Amazonas debido a su caudal tiene gran capacidad de dilución y autoregeneración, pero por los cambios de nivel según la época del año (avenida o estiaje) y la erosión, provoca arenamiento en sus orillas al costado de la ciudad. El sistema colector descarga sus aguas directamente al río luego cuando este se encuentra en época de estiaje se forman enormes lagunas de aguas servidas estancadas cerca a las poblaciones.

El Itaya

Los puntos de descargas del Hospital de Iquitos se encuentran cerca de la desembocadura del río Amazonas en la zona de Belén y Pueblo Libre, calificadas como zonas tugurizadas, donde los niveles sanitarios son bajos debido a que los pobladores consumen el agua del río Itaya y en pocos casos lo ingieren en condiciones adecuadas de potabilización; además, sus desechos sanitarios y domésticos son vertidos al mismo río.

El Nanay

Con la expansión urbana de la ciudad se ubicaron una gran cantidad de asentamientos humanos en su periferia los cuales no cuentan con servicios de agua potable y alcantarillado.

Los desagües de la ciudad son canalizados por las depresiones topográficas hacia el río Nanay.

Lagos Moronacocha y Moronillo

La mayor cantidad de colectores de la ciudad de Iquitos vierten sus aguas al lago Moronacocha el cual es un meandro abandonado del río Nanay.

Durante la época de estiaje, el lecho del lago queda totalmente seco, donde se acumula la mayor parte de los sedimentos en estado de descomposición, esto en función de las precipitaciones pluviales que arrastran estas aguas de acuerdo a la velocidad de flujo en los colectores.

Durante la época de creciente existe un cierto grado de dilución, pero por lo común, los malos olores generados por la materia orgánica en descomposición perturban la calidad de vida de los pobladores del lugar.

.8. OPINION DE LA COMUNIDAD

La población de la zona urbana-central que es el sector que posee mayores ingresos, cuyo nivel de preparación es mayor y están ubicados en zonas mejor atendidas, son conscientes de las deficiencias de la calidad del agua y la discontinuidad en el servicio, por lo cual optan por alternativas para mejorar esta calidad de agua de consumo, las cuales son:

- **Aguas tratadas:** en la ciudad de Iquitos se cuenta con varias empresas que venden agua tratada debidamente embotelladas.
- **Pastillas de cloro:** las cuales se adicionan a una determinada cantidad de agua para purificarla.
- **Hervir el agua:** es el método de purificación del agua más usual de la zona

Actualmente los pobladores que poseen un nivel de ingresos mediano optan por lo general por hervir el agua para la preparación de sus alimentos y agua de bebida, debido al poco conocimiento sobre uso de pastillas de cloro para la purificación de aguas para consumo. El sector menos favorecido, ve la calidad del servicio simplemente de acuerdo al acceso a un punto de agua, más no por la calidad del agua.

7. OFERTA, DEMANDA Y DEFICIT DE AGUA POTABLE

Se basa en la propuesta técnica. Esta etapa del trabajo fue desarrollado por profesionales especialistas en el área de economía y marketing, pero para tal efecto se tomaron en cuenta los aspectos técnicos abordados en los capítulos anteriores (motivo del presente informe). Se muestra únicamente los resultados de esta investigación realizada por el equipo de economistas en forma de cuadros y gráficos y objetivos generales (anexo 2).

El objetivo es determinar el déficit para cada componente y cada año hasta el horizonte del estudio.

Según los Términos de Referencia (del Estudio de Factibilidad), el tema principal del presente estudio es la definición del Plan de Expansión de Mínimo Costo de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado hasta el horizonte año 2025, con la meta de llegar a una cobertura final de 90% para agua potable y 80% para alcantarillado.

Los resultados del diagnóstico de los sistemas existentes actualizados con el estudio de demanda, indican que las coberturas (población total) de servicio de agua potable están actualmente entre 26 y 76%, las de alcantarillado entre 15 y 40% (véase tabla 7). En general los servicios son muy deficientes. Además, entre los costos para los ciudadanos y los servicios prestados no hay ningún equilibrio. Esta situación encontrada confirma la importancia sobresaliente del proyecto.

Tabla 7: Cobertura actual de servicio de agua potable y alcantarillado (1996)

CIUDAD	AGUA POTABLE (%)	ALCANTARILLADO SANITARIO (%)
Tumbes	76	59
Iquitos	52	40
Yurimaguas	37	31
Requena	25	14

En este concepto se analiza:

- La demanda actual de producción de agua potable y sus respectivas proyecciones hasta el año 2025, considerando los efectos de medidas del Sub Programa B (MIO), de optimización propuestas por la consultoría y actividades programadas por la EPS.
- La oferta de servicio actual de los sistemas de agua potable y su proyección en condiciones de mejoramiento por el MIO y la optimización hasta el año 2025, los efectos de la vida útil a cada elemento, estableciendo de esta manera la situación de oferta sin proyecto.

El déficit resulta de la diferencia entre la oferta del sistema existente (producción de agua potable) y la demanda por servicios completos.

Teniendo en cuenta la profundidad del Estudio, su alcance es a nivel de factibilidad y considerando el aspecto geográfico, su alcance es a nivel urbano de las ciudad Iquitos.

7.1. CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE

De los conectados a red pública de Agua Potable

- Cobertura del Servicio: 51.61%
- Cobertura de Micromedición: 0.47%. Actualmente la red de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Iquitos atiende a 29,614 conexiones, de las cuales 169 tienen medidores.
- Continuidad del servicio (horas): 10

De los no conectados a Red Pública de Agua Potable(tabla 7.1-1)

- Demanda promedio (m³/mes/viv): 4.68
- Tiempo de abastecimiento (minutos): 30

Tabla 7.1-1: Otros tipos de abastecimiento

Fuentes de Abastecimiento	Total
	%
Camión cisterna	3.95
Pilones	13.16
Pozo público	30.26
Vecinos	11.84
Río, acequia o manantial	2.63
Pozo en la casa	38.16
Total	100.00

7.1.1. Demanda

Formula la demanda global de agua año tras año hasta el horizonte del 2025 haciendo hincapié en la etapas de corto, mediano y largo plazo (2000, 2010 y 2025). El tamaño de la oferta real con las obras mencionadas contrastada con la demanda, permite dimensionar el déficit de agua potable que será la base de los estudios para la ampliación del subsistema de producción.

El análisis de demanda junto con las proyecciones de población y la identificación de los servicios sanitarios, ha permitido contar con una proyección de demanda año a año, para cada uno de los sectores o zonas definidas como expansión entre los años 1995-2025.

Por otra parte, la oferta se define como la capacidad instalada de infraestructura sanitaria disponible en buenas condiciones para prestar el servicio de agua potable con eficiencia y calidad.

La conjugación de oferta - demanda aplicada a cada componente del sistema de agua potable, identifica el déficit que deberá cubrirse con obras de expansión. Este programa para ser auténtico, depende del diagnóstico, la programación de las obras previstas a corto plazo en el Mejoramiento Institucional Operacional (MIO) de SEDALORETO y la optimización de la capacidad instalada en cada componente. Se prevé que para 1998 se han optimizado las instalaciones

existentes y que para el año 2000 se debe poner en funcionamiento la primera etapa del plan de expansión con obras terminadas.

7.1.2. Oferta de la Producción de Agua Potable

Captación

Las captaciones (caissons 1 y 2) tienen una capacidad mayor a la de la planta de tratamiento. Existe en ambos casos existen bombas que sirven para funcionamiento alternado En la tabla 7.1-2 se muestran las capacidades de dichas captaciones.

Tabla 7.1-2: Oferta disponible en captación (m³/h)

Año	Captación 1	Captación 2	Total
1996	504	2411	2915
2000	622	2508	3130
2025	638	2311	1949

Para el año 2006 se espera la terminación de la vida útil de la captación 1. En ese entonces se debe prever la construcción de una nueva toma.

Oferta Total de Producción

La oferta del sistema de producción de agua potable de la ciudad de Iquitos, llega para los diferentes horizontes a las siguientes cantidades.

1996:	2229 m ³ /h
2000:	2663 m ³ /h
2010:	2540 m ³ /h
2025:	2298 m ³ /h

Esta oferta toma en cuenta:

- Las medidas del MIO en cada elemento y sub elemento
- Las medidas de optimización propuesto por la consultoría para cada elemento y sub elemento
- Las diferencias como pérdidas, desgaste y efectos de vida útil de cada elemento y sub elemento.

Esta oferta se compara con la demanda para evaluar el déficit.

Red de Agua Potable

El reservorio metálico elevado, cuya rehabilitación y conexión a la red está prevista para el año 1998 (optimizado) pone a disposición el volumen de 1290m^3 (1998) reduciéndose hasta 1012 m^3 (2025). Esto tiene importante relación con el sistema de producción de agua potable.

Oferta total de almacenamiento

Para el análisis de la oferta de capacidades de almacenamiento, se ha tomado la capacidad instalada como conjunto, sin considerar sus respectivas funciones. Esta revisión está considerada para el análisis de alternativas, optimizando requisitos de expansión con la infraestructura existente.

Volumen mínimo 1995	8300 m^3
Volumen máximo 2001	9620 m^3
Volumen final 2025	8264 m^3

Oferta de Capacidad de Bombeo

La capacidad de bombeo instalada en las tres estaciones, es relativamente constante durante el tiempo de análisis y varía entre una capacidad máxima de $5616\text{ m}^3/\text{h}$ (1998) y $5429\text{ m}^3/\text{h}$ (2025). Las condiciones de este tipo de planta favorece los efectos de operación y mantenimiento para mantener la capacidad instalada.

Siendo nuestro objetivo obtener un proyecto de mínimo costo, se hace necesario utilizar al máximo las instalaciones existentes, las mismas que operarán hasta la conclusión de su vida útil, para luego ser puestas fuera de servicio. Para este momento se habrá implementado nuevos elementos, componentes, etc., para reemplazarlos. La tabla 7.1-3 nos da los años de vida útil de las distintas unidades a considerar en este informe.

Para cada elemento se analizan los efectos de vida útil, partiendo de la vida útil remanente de los principales sub-elementos existentes de cada elemento del sistema. Se diferencia entre equipos electromecánicos (EEM) y obras civiles (OC).

En el curso del análisis, año por año se prevé el cambio de EEM, terminando su vida útil y en caso de estructuras se queda con vida útil remanente de 0 años, que tiene efectos negativos en la capacidad del elemento.

Para estimar los efectos de la vida útil se adoptan los siguientes valores para los sub-elementos principales (tabla 7.1-3):

Tabla 7.1-3: Vida útil de elementos de acuerdo a los años de antigüedad

	Vida Útil Remanente [años]	Eficiencia %
Obras Civiles	40 - 31	100
	30 - 21	95
	20 - 11	90
	10 - 06	85
	05 - 00	80
Bombas, EEM	20 - 16	100
	15 - 11	95
	10 - 06	90
	05 - 00	80
Tuberías	40 - 31	100
	30 - 21	95
	20 - 16	90
	15 - 11	85
	10 - 06	80
	05 - 00	75

8. IDENTIFICACION DE ALTERNATIVAS

El objetivo es la identificación, desarrollo y propuesta de alternativas técnicas (Diseños de Ingeniería), para la ampliación de los servicios de producción de agua potable. Así se desarrolla un estudio a nivel de factibilidad de los aspectos relacionados con la identificación, caracterización y desarrollo de los componentes que conforman cada una de las alternativas propuestas. En el caso de los sistemas de agua potable, la identificación de fuentes de abastecimiento ha merecido especial atención, en razón a su importancia estratégica dentro de las soluciones propuestas.

Tabla 8: Proyección de población servida por años y por zonas

Año	Población Total (hab)	Población Servida (hab)	Cobertura de servicio (%)	POBLACION TOTAL POR ZONAS				
				Zona A	Zona B	Zona C	Zona D	Zona E
1995	326.448	168.488	51,61%	239.556	86.892			
1996	334.543	176.583	52,78%	240.890	87.236	6.417		
1997	342.908	184.948	53,94%	242.441	87.658	12.809		
1998	351.422	193.465	55,05%	244.113	88.125	19.184		
1999	359.961	202.009	56,12%	245.814	88.602	25.543		
2000	369.366	258.618	70,02%	248.108	89.296	31.962		
2001	379.720	268.974	70,83%	249.389	91.138	33.951	5.242	
2002	390.206	279.453	71,62%	250.756	93.013	35.951	10.486	
2003	400.835	290.087	72,37%	252.214	94.922	37.964	15.735	
2004	411.613	300.363	72,97%	253.759	96.864	39.993	20.997	
2005	422.511	322.243	76,27%	255.368	98.835	42.036	26.272	
2006	433.584	333.318	76,88%	257.072	100.844	44.098	31.570	
2007	444.835	344.571	77,46%	258.865	102.894	46.181	36.895	
2008	456.095	355.830	78,02%	260.649	104.943	48.268	42.235	
2009	467.202	366.937	78,54%	262.331	106.956	50.342	47.573	
2010	477.851	383.947	80,35%	263.750	108.863	52.367	52.871	
2011	488.102	394.189	80,76%	266.721	110.601	53.324	54.540	2.916
2012	498.216	404.310	81,15%	269.583	112.302	54.263	56.201	5.867
2013	508.123	414.221	81,52%	272.303	113.947	55.179	57.845	8.849
2014	517.754	423.845	81,86%	274.849	115.525	56.062	59.463	11.855
2015	527.780	440.232	83,41%	277.577	117.186	56.987	61.131	14.899
2016	532.145	444.596	83,55%	277.328	117.589	57.300	62.144	17.784
2017	538.139	450.594	83,73%	277.948	118.356	57.790	63.343	20.702
2018	543.849	456.300	83,90%	278.433	119.065	58.250	64.506	23.595
2019	549.369	461.854	84,07%	278.834	119.734	58.691	65.644	26.466
2020	554.444	496.822	89,61%	279.025	120.310	59.085	66.726	29.298
2021	559.008	501.389	89,69%	278.979	120.779	59.426	67.742	32.082
2022	563.343	505.720	89,77%	278.840	121.204	59.744	68.726	34.829
2023	567.540	509.920	89,85%	278.654	121.604	60.049	69.689	37.544
2024	571.692	514.073	89,92%	278.470	121.999	60.350	70.642	40.231
2025	575.859	518.240	89,99%	278.314	122.403	60.654	71.592	42.896

Fuente: CES-AQUA PLAN

8.1. EXPANSION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

Se muestra resumidamente los aspectos básicos de la demanda actual, sus proyecciones futuras y se conceptualizan los aspectos más relevante de oferta existentes y los déficits correspondientes (ver capítulo 7 y anexo 2). Su finalidad, es lograr un nivel adecuado de consistencia interna en las alternativas que se presentan.

8.1.1. Definiciones

Antes de la identificación de alternativas queremos definir algunos términos sanitarios del Sistema: Agua Potable (tabla 8.1-1).

Tabla 8.1-1: Definición de términos

SUB-SISTEMA	ELEMENTO	SUB-ELEMENTO	CRITERIOS DE SELECCION
Producción	General		Conceptos de tratamiento, conceptos de distribución y cobertura de servicio
	1. Captación	Caisson, galería filtrante, pontón flotante, pozo, cisterna pluvial	<ul style="list-style-type: none"> Subsuelo (permeabilidad/capacidad portante), comportamiento del cauce del río, caudal fuente, calidad del agua cruda y composición del agua cruda, Despliegue de, vida útil, vulnerabilidad e impacto ambiental Costos de implementación, costos de operación y mantenimiento
	2. Aducción	Tubería a presión, tubería / canal a gravedad	<ul style="list-style-type: none"> Tipo de terreno, cruce de ríos/quebradas, diámetro nominal y material
	3. Tratamiento	Floculación, sedimentación, filtros clorinación,	<ul style="list-style-type: none"> Composición del agua cruda, contaminación del agua cruda, estándares y normas peruanas / internacionales, costo de operación (insumos de reactivos) y nivel de capacitación del personal, capacidad de la localidad de sostener el costo del tratamiento
	4. Bombeo	Bombas, líneas a presión	
	5. Reservorio	Tanques	<ul style="list-style-type: none"> Concepto de distribución, flexibilidad de capacidad de los elementos 1, 2, 3,
Distribución	General		Relación, ubicación de producción y consumo, concepto de distribución (puro bombeo contra la red, reservorios de cabecera/flotante),
	1. Bombeo	Equipamiento	<ul style="list-style-type: none"> Costo de operación y mantenimiento
	2. Matrices	Tubería diámetros mayores	
	3. Reservorio	Tanques	<ul style="list-style-type: none"> Reservorio elevado/apoyado/enterrado
	4. Relleno	Tuberías de diámetros menores	

8.2. IDENTIFICACION DE FUENTES Y PRINCIPALES COMPONENTES

8.2.1. Fuentes

Al proponer alternativas para la expansión del servicio de agua potable de la ciudad de Iquitos, consideramos necesario contar con un registro de fuentes de agua cruda con sus características detalladas de calidad, cantidad, hidrología, efectos de impacto ambiental y vulnerabilidad. En tal sentido, se presenta la definición de fuentes que deben tomarse en cuenta para la continuación de los estudios de expansión señalados líneas arriba.

Río Amazonas

De propiedades físico químicas que cumplen las recomendaciones de calidad, con caudales más que suficientes para atender las necesidades del proyecto. Su caudal máximo es de 35170 m³/s y el mínimo de 11300 m³/s. Los niveles observados en la estación de Iquitos Muelle (IM) son 117.30 m.s.n.m. y 110.600 m.s.n.m. que corresponden a niveles medios mensuales más altos y más bajos respectivamente (ver figura 3 y anexo 3).

En cuanto a calidad biológica hay una preocupante influencia de impacto ambiental. La tendencia del río alejarse del litoral en épocas de estiaje deja un cauce semiseco de características pantanosas al este de la ciudad con intensa contaminación localizada por la salida directa de colectores.

Por otro lado, la tendencia migratoria del curso del río Amazonas no garantiza la estabilidad continuada de una toma de agua de este río.

Río Itaya

Se halla contaminada en niveles que sobrepasan la "clasificación II de los cursos de agua y de las zonas costeras del país" (anexo 6). El nivel máximo de coliformes totales aceptables en las fuentes de agua para consumo humano es 20000. Las tres muestras coleccionadas en época de estiaje (07.08.96) reportan 24000 NMP/100ml. En cuanto a coliformes fecales, también sobrepasa el límite que es 4000 NMP/100ml. Los resultados de las muestras son 4800 y 11000 coliformes fecales (anexo 6).

Las aguas subterráneas

Se vieron como una fuente probable para las necesidades de expansión. Estas generalmente son transparentes, con bajo contenido de color, aunque también con elevados niveles de dureza total. Son obvias las ventajas de obtener agua de pozos tubulares en una ciudad en la que no se puede prescindir del bombeo.

El análisis efectuado ha enfocado aspectos de fondo, como son referencias a estudios geológicos e hidrológicos, efectuados por especialistas. También inventarios de algunos pozos existentes. Del informe de Investigación

“Características Geotécnicas del Subsuelo de la ciudad de Iquitos” se extrae casi textualmente lo siguiente:

“La estratigrafía de la zona de Iquitos ha sido estudiada en detalle por Ruegg W y Rozengweig A, entre 1946 y 1949. Dichos trabajos contienen una copiosa bibliografía. Ruegg y Rosengweig completaron sus observaciones con los datos de cuatro perforaciones realizadas al Nor-orienté de Iquitos por la Dirección de Caminos y Ferrocarriles de la época. Estos pozos están situados en lo que hoy se conoce como Punchana”.

“En 1973, los Consultores Iberico y Plenge, realizaron investigaciones geológicas en base a observaciones en la ribera y a las perforaciones efectuadas por LAGESA, para la firma GRUCI. Iberico y Plenge presentaron un perfil estratigráfico típico de la zona”.

De todos estos estudios se puede resumir las características geológicas del área en estudio, que a continuación se presenta:

- a) Sedimentos del Holoceno o Cuaternario reciente, constituidos por los últimos sedimentos del tipo arcilloso o arcilloso arenoso, de colores rojizos a pardo, debido al fenómeno de laterización, con una potencia de 6 metros.
- b) Sedimentos del Pleistoceno o Cuaternario antiguo, constituidos por las arenas cremas y blancas de granulometría fina, con algunas intercalaciones de arena media. Estas arenas proceden de la desintegración de las “Areniscas azúcar” de edad Senónica (picos elevados del Cretáceo Superior) y son areniscas que abundan en la Amazonía. Estos sedimentos con una potencia de 7 m, constituyen la napa freática de la región.
- c) Sedimentos del Terciario, constituidos por arcillas compactas a duras, de colores azul grisáceo hasta negro, con presencia de carbonatos, fósiles y delgadas capas de material carbonoso en transición a lignito, que se presentan intercalados en el banco de arcilla. Estos sedimentos son esencialmente marinos y presentan una transición a marino continental.

Se aprecia también, que en partes las capas de arena y arena algo arcillosas del Cuaternario, sobreyacen en discordancia erosional a las capas de arcillas fundamentalmente marinas, coincidentes con la regresión marina que se produce al finalizar el Terciario.

Para los sedimentos del Terciario en Iquitos, se ha determinado 2 Km de potencia aproximadamente, se ha encontrado evidencias del Cratón Brasileiro de edad probablemente Precámbrica”.

Del capítulo 4.3 Zonificación Geotécnica del referido Informe de Investigación, se deduce que el nivel freático en Iquitos, se encuentra a una profundidad que fluctúa entre 1 a 3.5 m y menos común a 0.5 m. Esto explica la proliferación de pozos abiertos excavados como una alternativa de aprovisionamiento de agua donde falta el servicio.

El mismo Informe profusamente menciona que suelos para cimentación estable comienza en los estratos de arcillas duras a profundidades mayores a los nueve metros, correspondientemente señalan la existencia de estratos de arena fina pobremente graduada con profundidades entre menos de 3 a 10 m. Se puede deducir con criterio lógico que el potencial acuífero se encuentra en este sector y naturalmente no tienen mayor significancia para el proyecto por sus caudales pequeños. A continuación se ilustra este aspecto con el Cuadro 8.2-1 de Inventario de Pozos de Iquitos.

Tabla 8.2-1: Inventario de algunos pozos perforados para extraer aguas subterráneas de Iquitos

Ubicación del Pozo	Profundidad (m)	Caudal Aproximado (l/s)	Resultados Situación Existente
COCA COLA Av. La Marina (Punchana)	110	3 a 4	Se encuentra agua salobre, se bombea 15 días con una motobomba de 4 HP y 2", no disminuyó la cantidad de sales. Se abandonó el pozo, no se explota.
INKA KOLA Av. La Marina (Punchana)	6,50	Menos de 1	Perforado manualmente a tajo abierto, tipo noria. Pozo superficial. Actualmente funciona en régimen intermitente.
VILLA DE LA POLICIA	70	3	La perforación se realizó hasta esa profundidad, se encontró agua, pero los trabajos se abandonaron, no se sabe la razón.
FONCODES Zona Aeropuerto	13	< 0.5	Actualmente abastece a 20 familias. La extracción se realiza mediante una bomba manual con régimen intermitente.
Zona de San Juan y Aeropuerto	6,5 - 13	< 0.5	Existen pozos con aprovechamiento de aguas de la primera capa freática, cuya recarga es por infiltración de aguas de escorrentía.
Zonas existentes A1 - A7	6 - 13	< 0.5	La perforación de pozos abiertos data del siglo pasado. Todos los pozos existentes a la fecha son para aprovechamiento doméstico.
Camal Municipal Punchana Av. 28 de Julio s/n	40	0,5	Se extrajo agua clara con sabor fuertemente metálico.
Las Camelias COOPOP	Menos de 10	Menos de 2	
Fiscarral Ing. Martínez	Menos de 10	Menos de 1	El motivo de la construcción fue independizarse del servicio que cuenta SEDALORETO, actualmente tiene una conexión de esta EPS.

Fuente: CES-AQUA PLAN

En síntesis:

- La napa freática disponible que se usa mediante pozos abiertos artesanales, se encuentra hasta los 13 m de profundidad, su procedencia es la infiltración de las aguas de escorrentía, con caudales pequeños con flujo continuo.
- Por debajo de los 13 m se ubica un estrato impermeable, compuesto de arcillas compactas duras, hasta una profundidad de 2000 m, que da inicio al Cratón Brasilerio con nulas posibilidades de conseguir acuíferos de significancia para el proyecto.
- La demanda de agua del proyecto hasta el año 2025 es de 1000 l/s aproximadamente, lo que hace inviable el abastecimiento con pozos de una napa freática superficial de poco potencial hidráulico.
- No se considera pozos tubulares para cubrir el déficit del proyecto en Iquitos por la situación encontrada.

Río Momón y Río Nanay

En época de estiaje, cuando se hace más perceptible el estado de su calidad bacteriológica, se tomaron muestras de estos ríos. Los resultados nos permiten concluir que son aguas aceptables para que cumplan con los requisitos de las normas del país (anexo 6: Ley General de Aguas). Lo mismo debemos mencionar de la calidad físico-química.

El aforo de los ríos en época de vaceante fue para el río Momón 56 m³/s y para el río Nanay 465 m³/s; caudal suficiente para garantizar la continuidad de aguas como fuente.

Las fluctuaciones de nivel de estos ríos están afectados por los niveles de fluctuación del río Amazonas, por lo tanto, lo que es válido para los ríos Amazonas y Nanay, también se puede asumir para el río Momón. Esta premisa está basada en el contenido de Informes Hidrológicos.

En consecuencia, los ríos Momón y Nanay, por lo señalado son conservados como fuentes disponibles adecuadas para atender las necesidades propias de la expansión del sistema.

8.2.2. Producción de Agua Potable

La ciudad de Iquitos, en la actualidad se abastece de las aguas del río Nanay mediante la planta potabilizadora de Pampa Chica y la red de distribución con cobertura de servicio marcadamente deficitaria. Se agrega a esta población servida un sector limitado que se ubica al margen de la infraestructura sanitaria y que hace uso de agua de pozos artesanales.

Según el diagnóstico, las Entidades Prestadoras de Servicio (EPS) deberán realizar el Programa MIO (Mejoramiento Institucional y Operativo) y la optimización del sistema de agua, para el mejoramiento de la oferta de servicio de agua al año 2000.

El capítulo 7, formula la demanda global de agua año tras año hasta el horizonte del 2025, haciendo hincapié en las etapas de corto, mediano y largo plazo (2000, 2010 y 2025). El valor de la oferta real con las obras mencionadas, contrastada con la demanda permite dimensionar el déficit de agua potable que será la base de los estudios para la ampliación del subsistema de producción.

Tomando como base las fuentes de agua disponibles, la ubicación de las instalaciones sanitarias existentes y las direcciones del crecimiento de las zonas de expansión urbana, se ha propuesto componentes de alternativas, los mismos que a continuación se describen.

8.2.3. Principales Componente del Sistema de Producción

- 1) "Ampliación de la Planta de Tratamiento de Pampa Chica para Abastecimiento de Agua de las zonas A, B, C, D y E".

Respecto a la dirección del crecimiento de las zonas de expansión, la planta de agua ampliada quedaría más o menos al medio. Todas las zonas de densificación y expansión de Iquitos serían servidas desde la única planta de potabilización ampliada, con fuente de agua cruda procedente del río Nanay.

- 2) "Nueva Unidad de Producción de Agua Potable para abastecimiento de la zona E".

La zona de expansión E en armonía con el Estudio de Desarrollo Urbano, recién presenta demanda de servicio de agua a partir del año 2010. Además esta zona se halla ubicada al otro lado del río Nanay (margen izquierda). Por estas razones se propone como componente una nueva unidad de producción de agua potable exclusiva para la zona E. Este componente admite tres fuentes de agua: los ríos Nanay, Momón y Amazonas. Las componentes derivadas reciben la siguiente denominación:

- Nueva Unidad de Producción de Agua Potable para la zona E con Fuente de Agua del Río Momón.
- Nueva Unidad de Producción de Agua Potable para la zona E con Fuente de Agua del Río Nanay.
- Nueva Unidad de Producción de Agua Potable para la zona E con Fuente de Agua del Río Amazonas.

3).“Ampliación de Planta de Tratamiento de Pampa Chica para Abastecimiento de Agua de las zonas A y B”.

Esta limitación de la producción de agua desde la Planta de Tratamiento de Pampa Chica para las zonas A y B solamente, se justifica por el planteamiento de otras componentes que contemplan la independización de las zona C, D y E respectivamente. La Fuente de Agua Cruda es el río Nanay.

4).“Nueva Unidad de Producción de Agua Potable para Abastecimiento de las zonas C y D”.

Las zonas C y D, se desarrollan hacia el sur de Iquitos, especialmente la zona D está medianamente alejada de la Planta de Tratamiento de Pampa Chica. Este componente tiene dos posibilidades de fuente: el río Nanay y el Itaya.

Las componentes derivadas reciben la siguiente denominación:

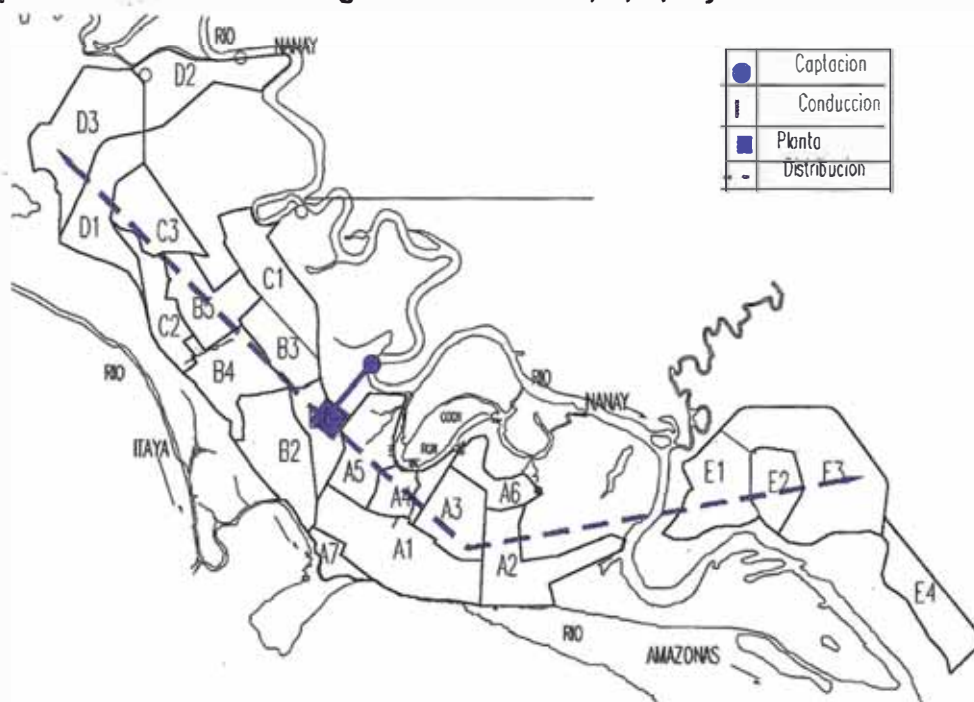
- Nueva Unidad de Producción de Agua Potable para las zona C, D con Fuente de Agua del Río Nanay.
- Nueva Unidad de Producción de Agua Potable para las zona C, D con Fuente de Agua del Río Itaya.

5) “Pozos tubulares para Abastecimiento de Agua Potable de las zonas A, B, C, D y E”.

Con este componente las expansiones se abastecen desde pozos, utilizando la napa de agua subterránea.

A continuación se presenta una descripción objetiva y concisa de cada componente, presentando factores favorables y adversos con una relación breve de los elementos involucrados.

Componente A: Ampliación de la Planta de Tratamiento de Pampa Chica para Abastecimiento de Agua de las zonas A, B, C, D y E



Descripción

- Ampliación y mejoramiento de la planta de tratamiento existente en Pampa Chica
- Criterios de Diseño: Remoción de turbiedad, color microorganismos; neutralización de pH; unidad compacta de manto de lodos, desinfección.

Descripción	1995	2025
Población servida (hab.)	169,000	520,000
Caudal promedio m ³ /h	2,170	4,500
Caudal promedio l/s	600	1,250

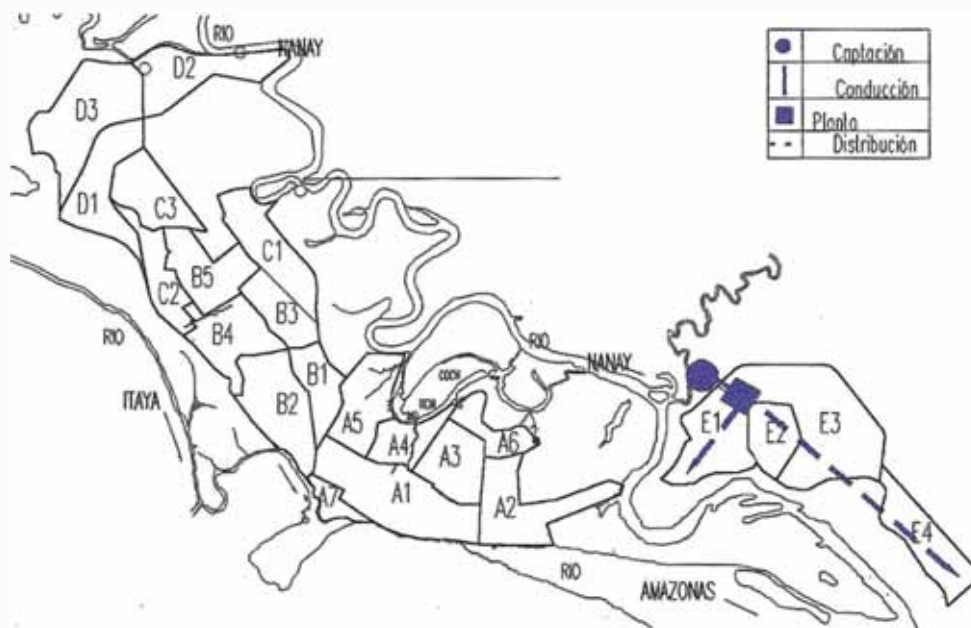
Aspectos

- + Energía eléctrica instalada
- + Producción de agua potable centralizada
- + Se dispone de terreno propio
- Costo de operación, mantenimiento y reposición.

Elementos

- Captación de Agua con plataforma flotante
- Bombas centrífugas de eje vertical
- Tubería de conducción
- Planta de tratamiento de agua compacta
- Reservorio de almacenamiento.

Componente B: Nueva Unidad de Producción de Agua Potable para la zona E con Fuente de Agua del Río Momón



Descripción

- Unidad de producción ubicada entre las sub zonas E1-E3, con captación indirecta del río Momón con galerías filtrantes, bombeo, desinfección y almacenamiento.
- Criterios de diseño:
 - .Remoción de turbiedad, color, microorganismos
 - .Neutralización de pH
 - .Desinfección
 - .Agua de galerías filtrante con solo desinfección.

Descripción	1995	2025
Población servida (hab.)	---	39,000
Caudal promedio m ³ /h	---	330
Caudal promedio l/s	---	90

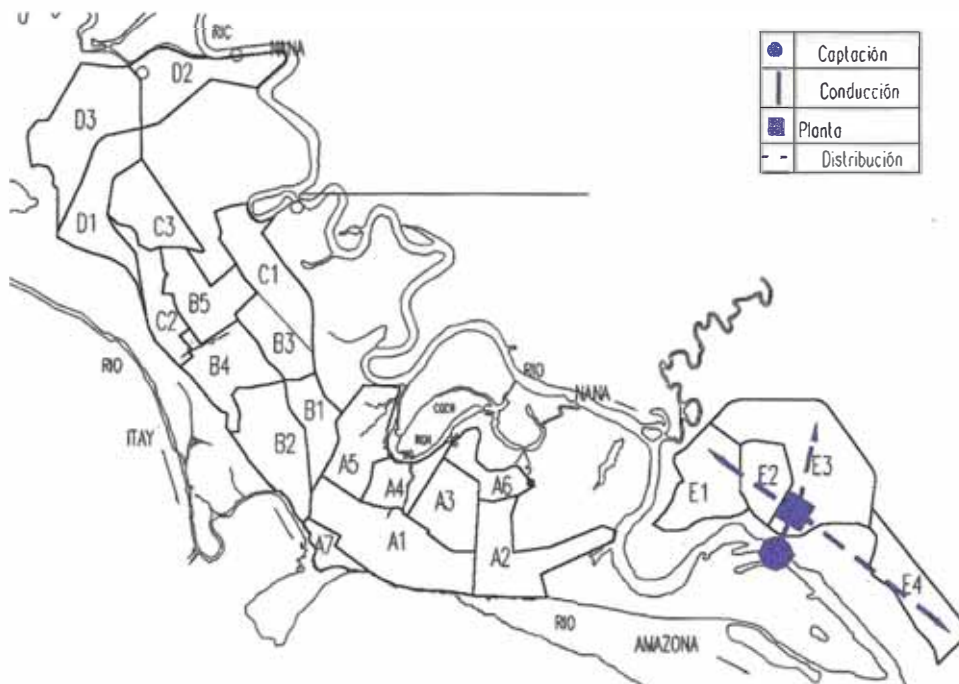
Aspectos

- + Captación ubicada aguas arriba de la ciudad
- + Solo requiere desinfección
- Carencia de energía eléctrica en la zona.

Elementos

- Galerías filtrantes
- Estación de bombeo con bombas de eje vertical
- Tubería de conducción
- Desinfección con gas cloro
- Reservorio elevado de agua tratada.

Componente C: Nueva Unidad de Producción de Agua Potable para la zona E con Fuente de Agua del Río Nanay



Descripción

- Nueva unidad de producción de agua potable, ubicada entre las subzonas E2-E3, captación: río Nanay, mediante Caisson y plataforma flotante, bombeo, planta de tratamiento y reservorio de almacenamiento de agua potable.
- Criterios de diseño: Remoción de turbiedad, color, microorganismos, neutralización de pH; desinfección; Planta de tratamiento de tecnología convencional optimizada.

Descripción	1995	2025
Población servida (hab.)	---	39,000
Caudal promedio m ³ /h	---	330
Caudal promedio l/s	---	90

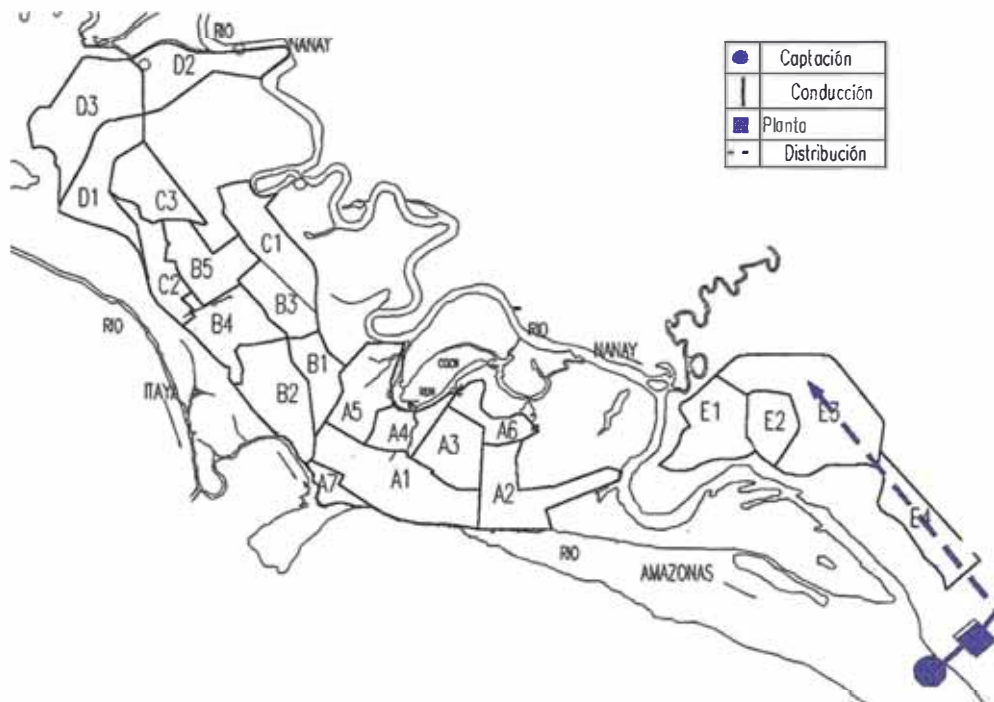
Aspectos

- + Ubicación de captación y planta en un punto central de la zona E
- El río Nanay en el punto de captación tiene mayor índice de contaminación
- No se dispone de energía eléctrica

Elementos

- Captación de Agua con plataforma flotante
- Bombas
- Tubería de conducción
- Planta de tratamiento de aguas convencional
- Reservorio de almacenamiento

Componente D: Nueva Unidad de Producción de Agua Potable para la zona E con Fuente de Agua del Río Amazonas



Descripción

- Nueva unidad de producción de agua potable ubicada a un costado de la refinería de Petro Perú.
- Captación del río Amazonas, con Caisson de plataforma flotante, bombeo, línea de conducción, planta de tratamiento y reservorio de almacenamiento.
- Criterios de diseño: Remoción de turbiedad, color, microorganismos, neutralización de pH y desinfección.
- Planta de tratamiento de tecnología convencional optimizada.

Descripción	1995	2025
Población servida (hab.)	---	39,000
Caudal promedio m ³ /h	---	330
Caudal promedio l/s	---	90

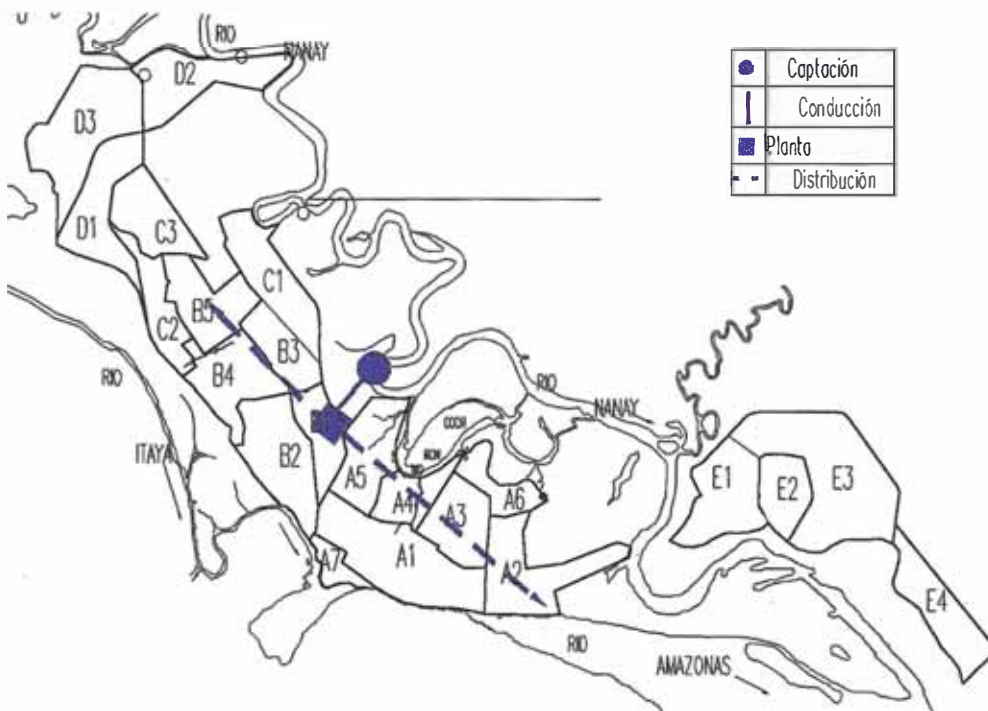
Aspectos

- + Caudal suficiente
- Ubicada en el delta de erosión del Amazonas
- Cercana presencia de refinería de Petro Perú
- Energía eléctrica.

Elementos

- Captación con plataforma flotante
- Bombas
- Tubería de conducción
- Planta de Tratamiento con agua convencional

Componente E: Ampliación de la Planta de Tratamiento de Pampa Chica para Abastecimiento de Agua de las zonas A y B



Descripción

- Consiste en el mejoramiento de la unidad de tratamiento 1 (Planta No. 1) de Pampa Chica, para abastecer las zonas A y B.
- Criterios de diseño: Para remoción de turbiedad, color, microorganismos, corrección de pH y desinfección.
- Planta de tratamiento con tecnología convencional optimizada.

Descripción	1995	2025
Población servida (hab.)	170,000	363,000
Caudal promedio m ³ /h	2,170	3,100
Caudal promedio l/s	600	860

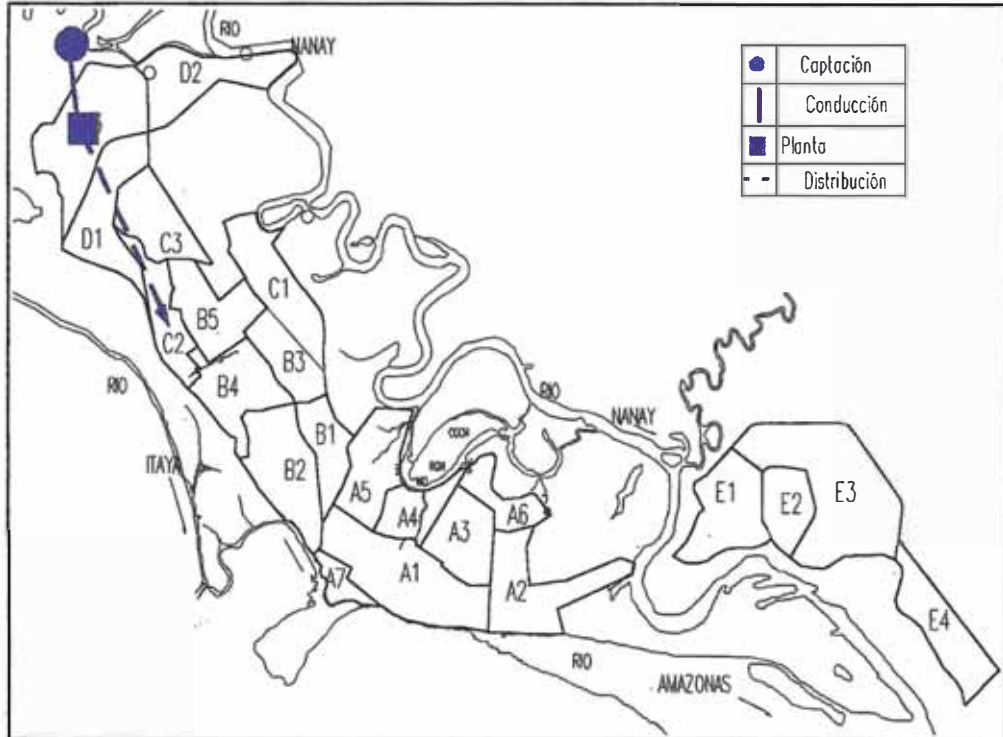
Aspectos

- + Terreno propio para hacer el mejoramiento
- Se requiere sacar de servicio la unidad para el mejoramiento.

Elementos

- Captación de plataforma flotante
- Instalación de bombas adicionales
- Unidad de mezcla rápida
- Mejoramiento y ampliación de floculadores hidráulicos
- Decantadores laminares
- Batería de Filtros
- Cloración con gas.

Componente F: Nueva Unidad de Producción de Agua Potable para las zonas C y D con Fuente de Agua del Río Nanay



Descripción

- Unidad de producción ubicada en la sub zona D3 con captación de agua del río Nanay
- Criterios de diseño: Remoción de turbiedad, color, microorganismos, corrección de pH, desinfección, PT tipo convencional optimizada.

Descripción	1995	2025
Población servida (hab.)	---	120,000
Caudal promedio m ³ /h	---	1,000
Caudal promedio l/s	---	280

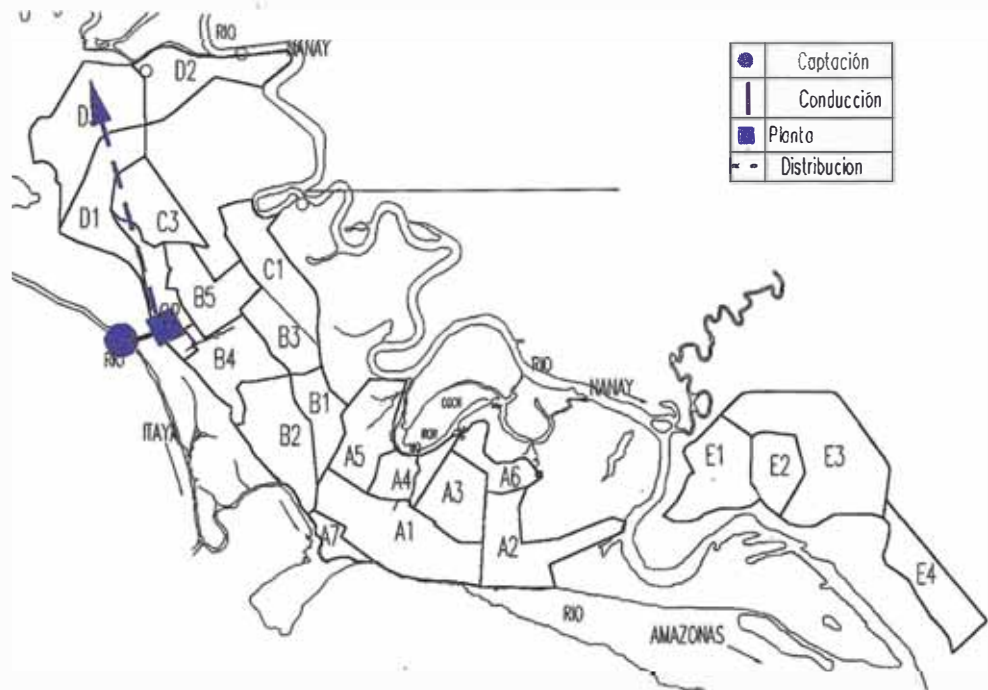
Aspectos

- + Fuente de agua alejada de actividad urbana
- Se ubica lejos del suministro de energía eléctrica

Elementos

- Captación de agua con plataforma flotante
- Mezcla rápida hidráulica
- Dosificadores mecánicos
- Floculadores hidráulicos de flujo vertical
- Decantadores laminares
- Batería de filtros
- Reservorio de almacenamiento.

Componente G: Nueva Unidad de Producción de Agua Potable para las zonas C y D con Fuente de Agua del Río Itaya



Descripción

- Nueva unidad de producción de agua potable ubicada en la sub zona C2 con captación de agua cruda del río Itaya.
- Criterios de diseño: Remoción de turbiedad, color, microorganismos; corrección de pH; desinfección; unidad de tratamiento convencional.

Descripción	1995	2025
Población servida (hab.)	---	120,000
Caudal promedio m ³ /h	---	1,000
Caudal promedio l/s	---	280

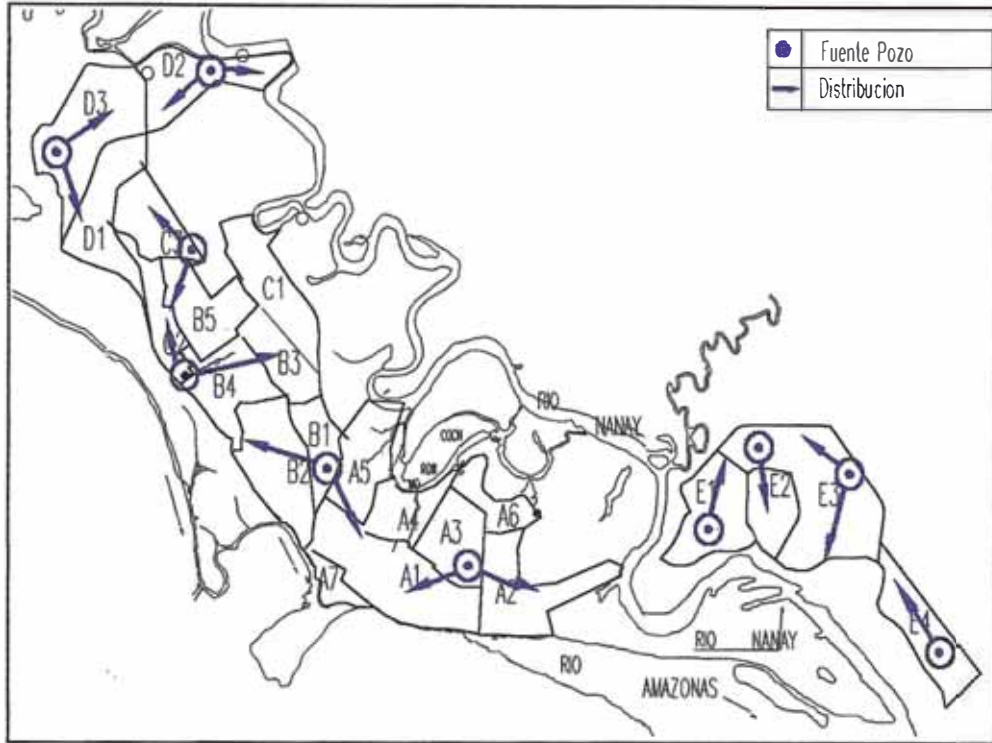
Aspectos

- Río Itaya muy contaminado
- No hay disponibilidad de energía eléctrica cerca de la PT
- Relleno sanitario de Iquitos en la zona.

Elementos

- Captación de agua con plataforma flotante
- Mezcla rápida hidráulica
- Dosificadores de reactivos mecánicos
- Floculadores hidráulicos de flujo vertical
- Decantadores laminares
- Galería de filtros
- Reservorio de almacenamiento.

Componente H: Pozos Tubulares para Abastecimiento de Agua Potable de las zonas A, B, C, D y E



Descripción

- Construcción de pozos tubulares convenientemente distribuidos de acuerdo al peso de la demanda
- Criterios de diseño: sólo desinfección.

Descripción	1995	2025
Población servida (hab.)	169,000	520,000
Caudal promedio m ³ /h	2,170	4,500
Caudal promedio l/s	600	1,250

Aspectos

- + No se requiere tratamiento para remoción de partículas, sólo desinfección
- + Cerca a la red de distribución
- Napa de agua.

Elementos

- Pozo tubular
- Equipo de bombeo
- Reservorio de almacenamiento
- Dispositivo de desinfección.

8.3. CARACTERIZACION DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES

Desde el punto de vista de la ingeniería de diseño. Se desarrolla los principales aspectos correspondientes a cada componente.

8.3.1. Descripción de Componentes del Subsistema de Producción

A) Ampliación de la Planta de Tratamiento de Pampa Chica para Abastecimiento de Agua de las Zonas A, B, C, D y E

Como ya se describió anteriormente, este componente define la ampliación de la Planta de Tratamiento de Pampa Chica para atender la demanda de todas las zonas de expansión desde una sola planta centralizada. Hay ventajas inherentes: se utiliza el mismo terreno de propiedad de SEDALORETO, la zona de captación dispone de una vía apropiada, hay energía eléctrica instalada, la producción de agua está centralizada, la zona es segura contra riesgo de inundaciones, la fuente de agua es abundante durante todo el año y cumple con los parámetros de calidad bacteriológica y físico-química.

En armonía con los objetivos del estudio, se escoge el proceso de tratamiento de agua del tipo convencional que promueve una utilización menor de equipos mecanizados, se reduce los consumos de energía eléctrica, se abarata los costos de operación, mantenimiento y de reposición de equipos. Sin embargo, a efecto de comparación de costos se incluye solamente para este componente una variante con planta mecanizada.

La planta convencional que se propone reduce a un mínimo aceptable la demanda de energía eléctrica que se utiliza en las unidades de procesamiento. Sólo para dosificadores de sustancias químicas, para accionamiento de algunas válvulas de filtros y para alumbrado. Se elimina la demanda de electricidad, de bombas de lavado de filtros, de reactores mecánicos, de floculadores, equipos motorreductores en clarificadores y equipos mecanizados de barrido y bombeo de lodos.

Además hay una reducción significativa del tamaño de la planta con la introducción de decantadores laminares de alta tasa.

La caracterización de los elementos de este componente son: Captación de agua de la fuente del río Nanay, en el mismo lugar de las captaciones existentes N° 1 y N° 2, con plataforma tipo flotante.

Las bombas de eje vertical, seis unidades de 250 l/s cada una hasta el año 2025. Cuatro funcionarán simultáneamente y las otras dos alternadamente. La capacidad total de bombeo desde la captación nueva N° 3 será de 1000 l/s al año 2025.

La conducción de agua de la captación a la planta con horizonte al año 2025 se efectuará mediante una tubería de ϕ ϕ de DN 900 mm y 1150 m de longitud.

La Planta de Tratamiento convencional llevará mezcla rápida con agitación hidráulica, dosificadores de sustancias químicas con agitación mecánica,

floculadores hidráulicos de flujo vertical, decantadores laminares de alta tasa, batería de filtros rápidos de lavado mutuo y cloración por inyección directa.

La variante con planta mecanizada de tipo compacta consta de dos unidades de clarificación de manto de lodos, incluye dosificadores mecánicos de sustancias químicas, unidad de mezcla rápida de accionamiento hidráulico, una batería de filtros rápidos con retrolavado mediante bombas. Cloradores de inyección de solución motorizada. Tablero de mando electrónico.

B) Nueva Unidad de Producción de Agua Potable para la Zona E con Fuente de Agua del Río Momón

La fuente de agua será el río Momón, 500 m aguas arriba de su desembocadura en el río Nanay. Tiene un caudal suficiente durante todo el año para satisfacer la demanda hasta el horizonte 2025. En el mes de Agosto (08.08.96) se aforó un mínimo de 92 m³/s.

En el lugar de la toma, las aguas están menos expuestas al riesgo de contaminación, por estar alejada de la ciudad. El agua cruda cumple con los parámetros de calidad microbiológica y fisico-química.

Esta nueva unidad de producción consiste en una captación indirecta mediante galerías filtrantes, la cisterna de recolección, la estación de bombeo, la línea de aducción, el reservorio de almacenamiento de agua tratada y el dispositivo de desinfección.

Al obtener agua libre de turbiedad y con color restringido, el tratamiento no requiere de procesos de floculación decantación y filtración, solo desinfección; habiendo una reducción en el uso de sustancias químicas, de energía eléctrica y personal para operación y mantenimiento. Se propone esta solución porque comparativamente la nueva planta es pequeña y porque hay restricciones de energía eléctrica en la zona donde se ubica.

La unidad está ubicada en el límite de las subzonas E2-E3, frente del río Momón en tierra firme, protegida de las inundaciones por variación del nivel del río. Hay espacio suficiente. Las galerías filtrantes tienen capacidad para atender la demanda de agua exclusivamente de la zona E, con 106 l/s aproximadamente hasta el año 2025. Su profundidad y su longitud son función de la permeabilidad del subsuelo y del caudal requerido.

Un pozo de recolección permite la conexión con la estación de bombeo. Las bombas de la estación de bombeo en número de tres, de 40 l/s cada una para funcionamiento alternado, con horizonte al año 2018. En este año se agrega capacidad de bombeo para un caudal adicional de 56 l/s y horizonte al año 2025.

La conducción será con tubería de 500 mm, de diámetro y 500 m de longitud. El reservorio está propuesto para regular las variaciones del consumo. Es elevado para atender por gravedad la demanda de la población. El dispositivo de desinfección de gas cloro, usando el reservorio elevado como tanque de contacto.

Las galerías filtrantes, requiere de buenos estudios definitivos de ingeniería para lograr captar las aguas en cantidad y calidad necesaria, también estar protegida de inundaciones contaminantes por variaciones estacionales del nivel del río.

Las obras de implementación de la alternativa son para el horizonte 2025, empezando a funcionar el 2010.

Requiere la comprobación de los aspectos de vulnerabilidad y medio ambiente en la zona de ubicación de la planta.

C) Nueva Unidad de Producción de Agua Potable para la Zona E con Fuente de Agua del Río Nanay

Esta alternativa difiere de la anterior por lo siguiente:

- La fuente de agua cruda es el río Nanay en vez del Momón
- El tipo de captación. Un plataforma flotante en lugar de galerías filtrantes
- La planta potabilizadora de tecnología convencional optimizada, con procesos de floculación, decantación, filtración, en sustitución de solo desinfección.

Los demás componentes: estación de bombeo, conducción, reservorio permanecen inalterables. Asimismo los caudales de diseño en los periodos especificados.

La captación es del río Nanay frente a las sub zonas E2-E3.

La planta potabilizadora se ha ubicado a 500 m tierra adentro en la sub zona E3. Este río tiene caudal suficiente todo el año para satisfacer la demanda hasta el fin del proyecto. Sin embargo, las aguas crudas en este lugar tienen alta carga polucional provenientes de las aguas residuales del lado nor-este de la ciudad.

La nueva unidad de tratamiento cuenta con los siguientes componentes: la mezcla rápida con resalto hidráulico, dosificadores mecánicos de tipo volumétrico para sustancias químicas, floculadores hidráulicos de flujo vertical, decantadores laminares de alta tasa, batería de filtros rápidos, cloradores de gas de inyección directa.

Requiere la comprobación de los aspectos de vulnerabilidad y medio ambiente en la zona de ubicación de la planta.

D) Nueva Unidad de Producción de Agua Potable para la Zona E con Fuente de Agua del Río Amazonas

Este componente en su caracterización es similar a la anterior, con la única diferencia de que la fuente de agua es el río Amazonas.

Requiere que se implemente energía eléctrica del suministro público o en su defecto contar con grupos electrógenos.

En la zona de captación , el río se encuentra mas contaminado. Recibe la sumatoria de descargas polucionales de los ríos Nanay e Itaya.

Requiere la comprobación de aspectos de vulnerabilidad y medio ambiente. A través de los años se ha registrado tendencia de variabilidad de cauce del río Amazonas, encontrándose la planta de tratamiento ubicada en el probable delta de erosión.

La planta potabilizadora se halla alejada de la zona urbana, teniendo de por medio el río Nanay y el mismo Amazonas.

La disponibilidad de terreno es incierta, la zona es ocupada por la refinería de PetroPerú.

E) Ampliación de la Planta de Tratamiento de Pampa Chica para Abastecimiento de Agua de las Zonas A y B

El componente permite cubrir la demanda de las zonas A, B, por incremento de densidad.

La Ampliación de la planta potabilizadora está ubicada en el mismo lugar que ocupa la actual planta permitiendo usar el terreno de propiedad de SEDALORETO.

Como ya se tiene una capacidad instalada, hay disponibilidad de la energía eléctrica, ahorrando costos adicionales en el caso que la planta se ubique en otro lugar.

Se puede usar el personal de operación y mantenimiento que ya trabaja en la planta de tratamiento existente, más un pequeño incremento..

La producción de agua está centralizada.

Ofrece una mayor seguridad contra riesgo de inundaciones debido a que la planta existente está en uno de los lugares de mayor altura de Iquitos.

El agua de la fuente es más que suficiente durante todo el año. El agua cumple con los parámetros de calidad microbiológica y fisico-química.

Debido al registro de variaciones de turbiedad y color, incluye los procesos unitarios de mezcla rápida, coagulación, decantación, filtración, desinfección y corrección de pH.

La ampliación de la planta de tratamiento consiste en el mejoramiento de la unidad de tratamiento I (planta N° 1), con tecnología convencional optimizada. La base técnica radica en que las plantas convencionales con diseño antiguo, tienen parámetros muy conservadores para el dimensionamiento de floculadores, especialmente de los “sedimentadores”. Esto define una capacidad instalada ociosa que puede ser mejorada para ampliar su capacidad.

Como el déficit para el horizonte del año 2010 es de 190 l/s; es factible hacer crecer la planta N° 1 compatible con el referido déficit. Para el horizonte 2025 habrá un déficit adicional de 248 l/s, la solución será una nueva unidad de tratamiento también convencional de ese tamaño.

El mejoramiento implica:

- Una nueva unidad de mezcla rápida de resalto hidráulico al que se le antepone un medidor de caudal para el agua cruda, instalación de dosificadores mecánicos volumétricos de sustancias químicas, para aplicación de coagulantes y neutralizantes de pH.
- Modificación y mejoramiento del floculador hidráulico vertical para convertirlo en dos unidades también hidráulicas de flujo vertical que tengan 20 minutos de tiempo de retención cada uno.
- El sedimentador existente será transformado en dos decantadores laminares de flujo ascendente, de una tasa de $120 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{d}$.
- La construcción de una batería de filtros rápidos con una tasa de $150 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{d}$. Esta nueva batería también recibe parte del caudal de la planta N° 2.
- La instalación de un dispositivo de desinfección con cloro, seguido de un tanque de contacto de cloro y finalmente el reservorio de almacenamiento de agua potable con su medidor de control de flujo de salida.
- La fuente de agua del río Nanay mediante el mejoramiento de la captación 1. Se incrementan dos bombas de 200 l/s al horizonte 2010, una permanece en stand by para funcionamiento alternado. En los años 2010 y 2016 se incrementa la capacidad de bombeo en 100 l/s cada vez para satisfacer la demanda de agua hasta el 2025.

- La instalación de una nueva tubería de conducción del DN 750 mm y 1100 m de longitud, será instalada para el año 2006 con horizonte hasta el año 2025.

F) Nueva Unidad de Producción de Agua Potable para Abastecimiento de las Zonas C, D con Fuente de Agua del Río Nanay

Una nueva planta de tratamiento, solo para la zonas C y D, ubicada en la sub-zona D3, retirada 500 m tierra adentro en forma perpendicular a la ribera de río Nanay, el mismo que sirve de fuente.

Tecnología convencional optimizada. Por marcada presencia de turbiedad y color, incluye los procesos unitarios de mezcla rápida, coagulación, floculación, decantación, filtración. Además la desinfección y corrección de pH.

Sus componentes, la mezcla rápida con resalto hidráulico, dosificadores mecánicos de tipo volumétrico para sustancias químicas, floculadores hidráulicos de flujo vertical, decantadores laminares de alta tasa, batería de filtros rápidos, cloradores de gas de inyección directa, y reservorio de almacenamiento de agua tratada. La planta tiene una capacidad total de 370 l/s, con parciales de 267 y 103 l/s en los horizontes 2010 al 2025.

La captación en el río Nanay frente a la planta de tratamiento con plataforma flotante. Para el año 2000 se instala dos bombas de 250 l/s cada una, funcionando alternadamente. En el año 2005 se incrementa la capacidad de bombeo en 200 l/s, cubriéndose la demanda hasta el horizonte 2025.

La conducción será con tubería de 600 mm de diámetro, 500 m de longitud.

La nueva planta se construye para el año 2000. Requiere que se implemente energía eléctrica en la zona.

La fuente de agua, por estar alejada de la ciudad y de la actividad humana, registra mejores condiciones de calidad microbiológica.

Requiere la comprobación de los aspectos de vulnerabilidad y medio ambiente en la zona de ubicación de la planta.

La descentralización de la producción obliga a incremento significativo de personal para la operación y mantenimiento de la nueva planta.

G) Nueva Unidad de Producción de Agua Potable para Abastecimiento de las Zonas C, D con Fuente de Agua del Río Itaya

Este componente es similar al anterior, con la única diferencia de que la fuente de agua cruda es el río Itaya.

El río Itaya desde el punto de vista de la calidad microbiológica de la fuente, se encuentra muy contaminado.

Cerca al punto donde se ubica la planta, se halla el relleno sanitario de la ciudad.

Requiere la comprobación de aspectos de vulnerabilidad y medio ambiente.

Se requiere contar con el suministro público de energía eléctrica ó en su defecto contar con grupos electrógenos.

Su aspecto positivo, que la PT AP se ubica en un punto medio de las zonas de expansión urbana que va a servir.

H) Pozos Tubulares para Abastecimiento de Agua Potable de las Zonas A, B, C, D y E

Utilización de las aguas subterráneas para atender el incremento de la demanda de las zonas de expansión urbana C,D,E y de las existentes por densificación A,B.

Consiste en la perforación de pozos tubulares convenientemente distribuidos en las zonas de expansión urbana C,D,E y las de densificación poblacional A y B. Los pozos profundos, que se perforen deben llegar a un acuífero importante para producir el caudal necesario de la demanda de las zonas descritas, un total de 900 l/s al horizonte 2025. El caudal de extracción depende de los estudios hidrogeológicos, también su profundidad. Los pozos serán ubicados de acuerdo con el peso de la demanda de cada zona. Cada unidad de producción es constituido por pozo tubular, el equipo de bombeo y un reservorio de almacenamiento de agua tratada con su dispositivo de desinfección.

8.4. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS

Se desarrolla los esquemas básicos para luego conformar un sistema de solución global que integra los componentes de las alternativas planteadas. Estas soluciones responden a un proceso de optimización específico a cada componente.

8.4.1. Subsistema de Producción

Los componentes identificados en los acápites anteriores han sido sometidos a un análisis con los criterios que incluye básicamente criterios técnicos, de evaluación ambiental y vulnerabilidad

El cuadro 8.4-1 presenta un resumen del análisis de identificación, con la valoración de cada componente en niveles no factible, factible, medio y favorable.

Tabla 8.4-1 :Ponderación de los componentes

ELEMENTOS	COMPONENTES								ASPECTO		
	A	B	C	D	E	F	G	H	Técnico	Ambiental	Vulnerabilidad
Fuente: Río Nanay	x		x		x	x			Medio	Medio	Favorable
Fuente: Río Amazonas				x					--	No factible	No factible
Fuente: Río Momón		x							Favorable	Favorable	Medio
Fuente: Río Itaya								x	No factible	No factible	--
Fuente: Napa freática									No factible	No factible	--
Captación con Caisson	x		x	x	x	x	x		Medio	Medio	Medio
Captac. Gal. filtrantes		x							Favorable	Favorable	Medio
Captación Pozo tubular								x	No factible	No factible	--
Bombeo	x	x	x	x	x	x	x	x	Factible	Factible	Factible
Conducción	x	x	x	x	x	x	x	x	Medio	Medio	Medio
Planta convencional			x	x	x	x	x		Favorable	Medio	Favorable
Planta compacta/convencional	x								Factible	Medio	Factible
Solo desinfección		x						x	Favorable	Medio	Medio

El río Itaya se halla contaminado en niveles que sobrepasan la "Clasificación II de los cursos de agua y de las zonas costeras del país" (anexo 6), asimismo en su radio de influencia existe el relleno sanitario de la ciudad de Iquitos. Bajo estas consideraciones ha sido descartado como fuente de abastecimiento de agua.

El río Amazonas fue considerado como probable fuente de captación de agua para atender la zona de expansión E, al otro lado del río Nanay. Pero la ubicación, las obras de captación y producción son vulnerables a probables catástrofes por variación del curso del río y por impacto ambiental provocado por la cercanía a la Refinería de Petro Perú. El río Amazonas también se descarta como fuente para abastecimiento de agua.

Las aguas subterráneas se vieron como posibilidad de utilización para atender el incremento de la demanda de las zonas de expansión urbana C, D, E y de las existentes A, B por densificación.

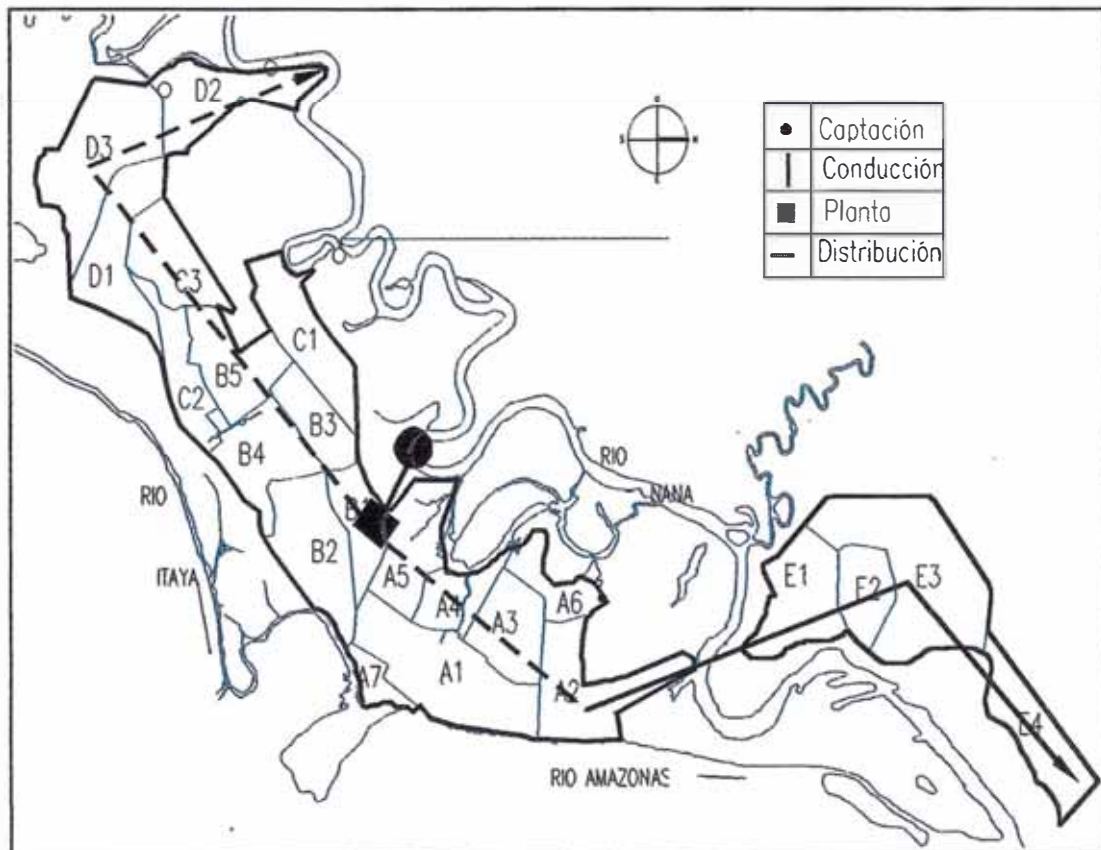
El estudio hidrogeológico ha mostrado un acuífero en un estrato superficial estrecho de 13 m de potencia como promedio, de poco potencial productor y muy contaminado. Por debajo de los 13 m se encuentra el estrato de sedimentos terciarios con litología predominantemente arcillosa, que se profundiza 2000 m con escasa posibilidad de producción de agua de niveles significativos. Estas razones han sido suficientes para descartar dicha fuente de agua.

El río Nanay como fuente de agua para el Componente C fue eliminada porque contiene las descargas de aguas residuales del lado noroeste de la ciudad y por intensa actividad humana que tiene efectos de impacto ambiental.

Considerando estos criterios principales se han identificado las alternativas siguientes:

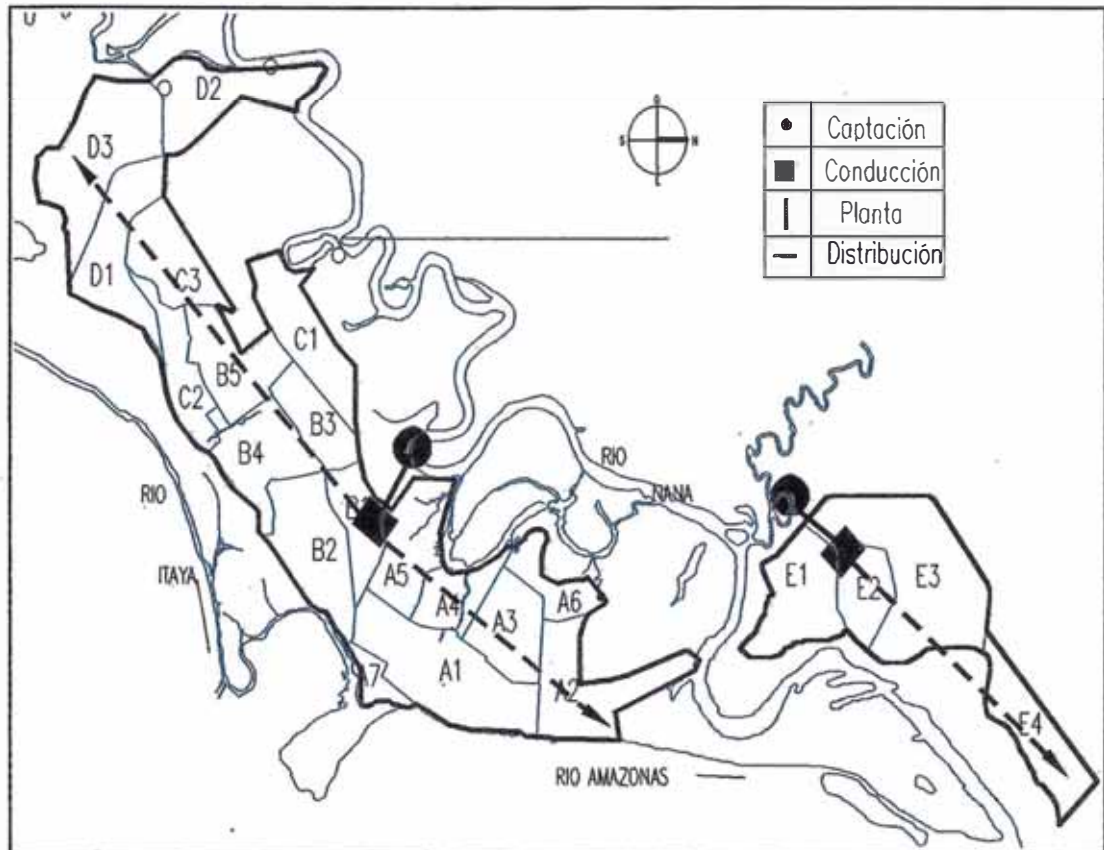
Alternativa 1: Fuente del Río Nanay

Esta propone el incremento de la producción de agua centralizada en la planta potabilizadora existente de PampaChica. Abastece todas las zonas de expansión de Iquitos (A, B, C, D y E).



Alternativa 2: Fuente Río Nanay y Momón

Reune los componentes A y B, se independiza el abastecimiento de agua construyendo una nueva unidad de producción que sirva solo a la zona de expansión E; y con la planta potabilizadora existente y ampliada a las zonas A, B, C y D.

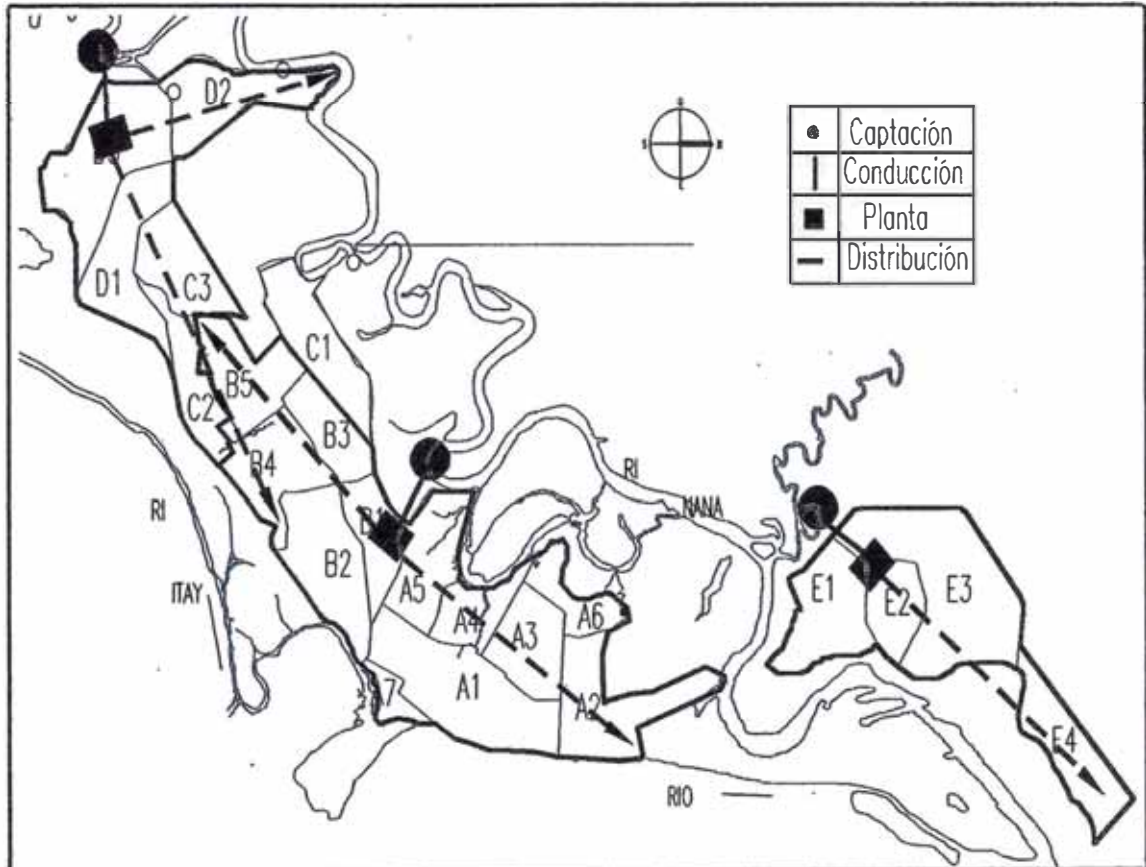


Alternativa 3: Fuentes Río Nanay (I + II) y Momón

Es la suma de los componentes A, B, y F.

Se logra una independización del servicio entre sí de las zonas A-B, C-D y E.

Esta requiere la construcción de dos nuevas unidades de producción de agua potable en



distintas ubicaciones más el mejoramiento de las unidades de la planta de tratamiento

8.5. COMPARACION DE ALTERNATIVAS

Para la expansión del sistema de agua potable de la ciudad de Iquitos, se ha preseleccionado tres alternativas.

8.5.1. ALTERNATIVA N°1: Fuente rio Nanay (figura 14)

- Variante A: Propone una planta completa con decantador laminar
- Variante B: Propone una planta completa con sedimentación de manto de lodos
- Variante C: Utiliza las captaciones existentes y conducciones al máximo de su capacidad, antes de proponer la construcción de plantas nuevas (figura 15).

Los resultados que definen la selección de la variante para la alternativa 1, se muestra en el cuadro siguiente:

Tabla 8.5-1: Presupuesto de variantes alternativa 1

Monto en nuevos soles	Variante A	Variante B	Variante C
Costo de inversión	53'835 954	67'792 507	48'564 812
Costo de reinversión	3'939 480	3'939 480	3'396 799
Costo de O + M*	108'168 197	115' 169 741	107'326 753
Total de costos	165'943 631	186'901 728	159'288 364
Valor actual	43'306 652	51'965 776	38'536 787
Selección alternativa 1	NO	NO	SI

Fuente: Salgitter-Aqua Plan

* O+M: operación y mantenimiento

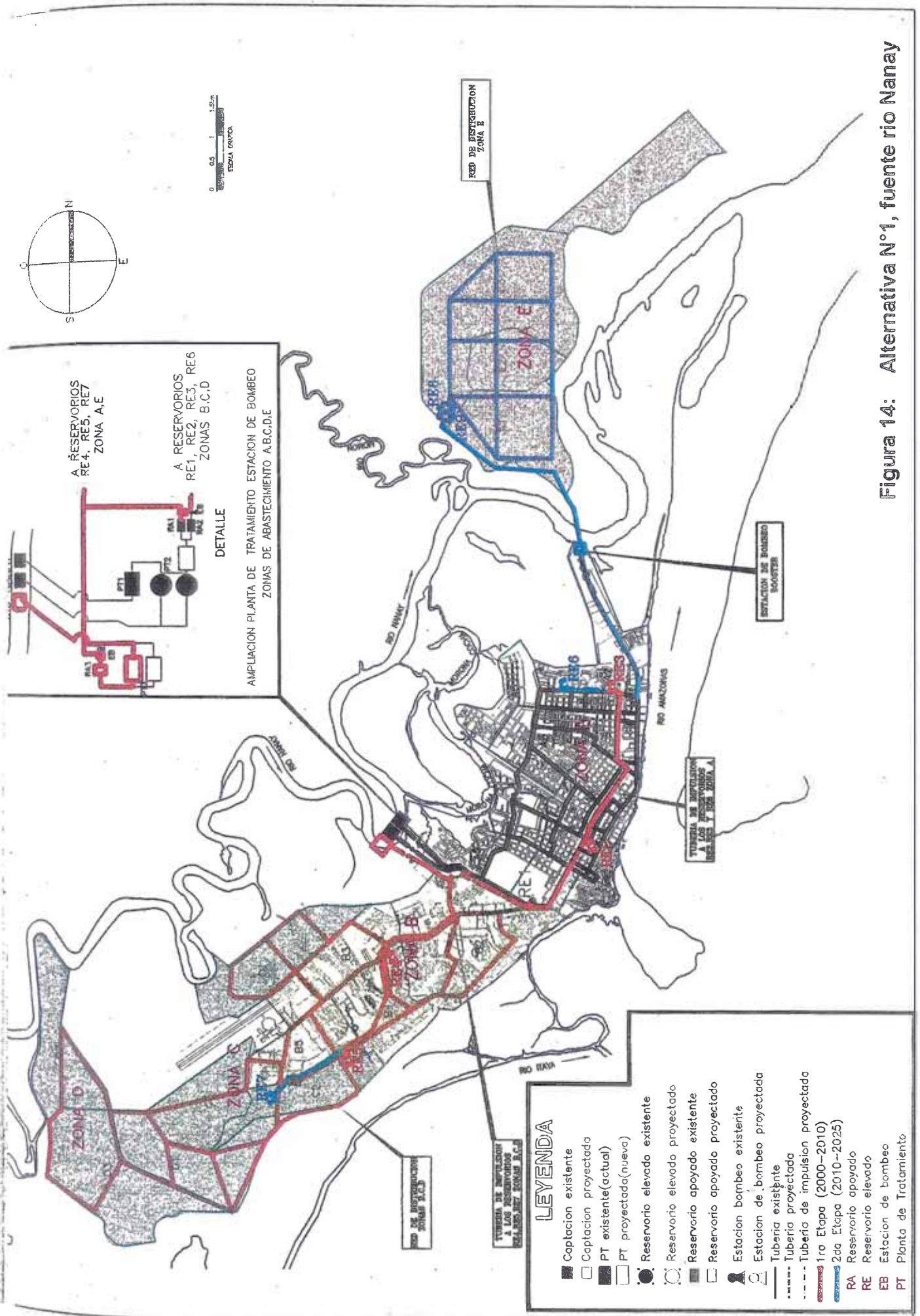


Figura 14: Alternativa N°1, fuente rio Nanay

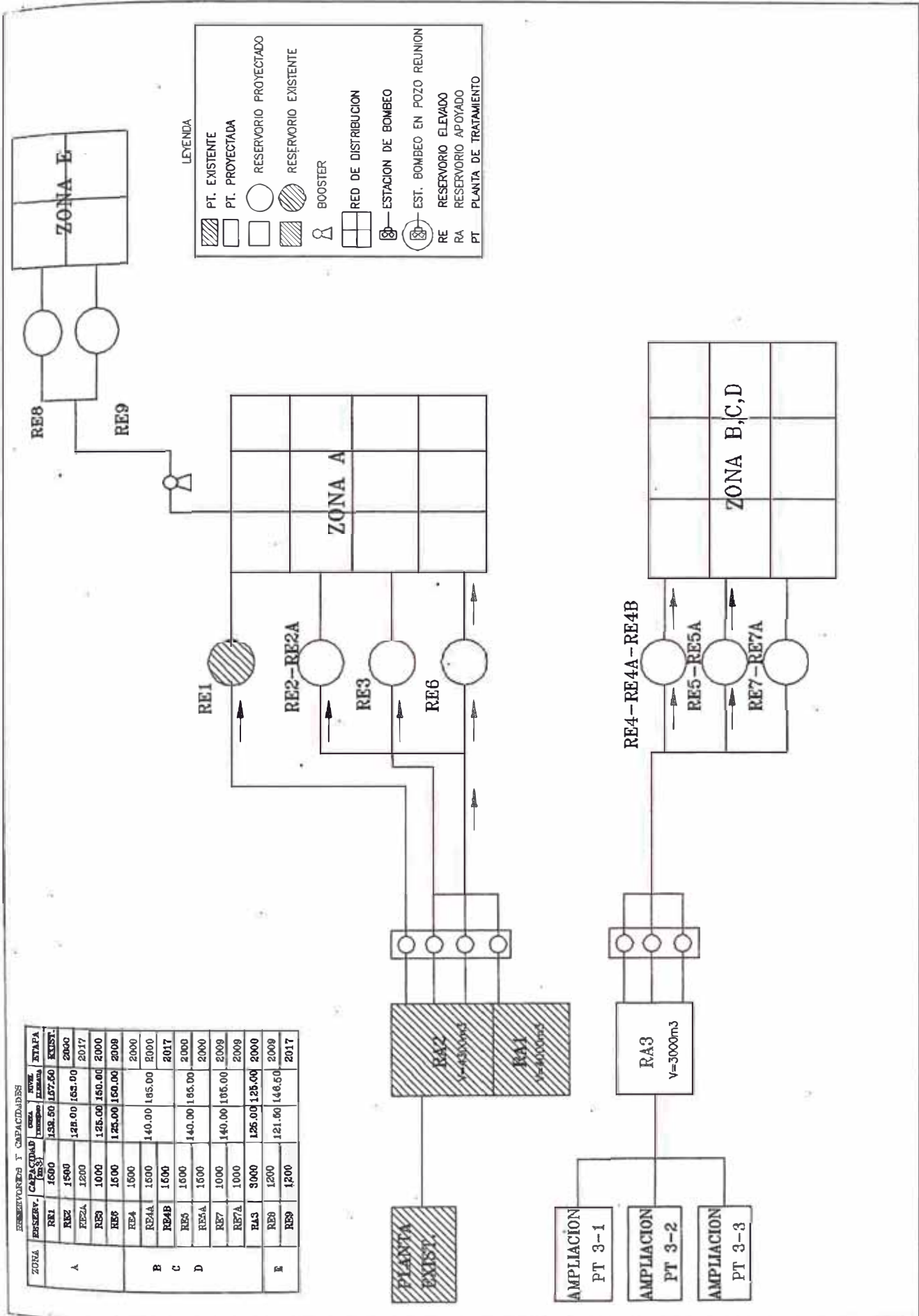


Figura 15: Alternativa N°1, esquema de funcionamiento

8.5.2. ALTERNATIVA N°2: Fuente rio Nanay Y Momón (figura 16)

Para la expansión del sistema de agua potable de la ciudad de Iquitos se han seleccionado aquellas que tienen como fuente los ríos Nanay y Momón, que a su vez ha generado una variante; las características económicas de ambas es como sigue:

- Alternativa 2: Propone nuevas captaciones, conducciones y plantas de tratamiento para las zonas en expansión
- Variante: Antes de proponer nuevas instalaciones, utiliza al máximo la capacidad de las captaciones, conducciones y plantas de tratamiento; con planta centralizada para las zonas A, B, C, D (río Nanay) y planta independiente para la zona E (río Momón), ver figura 17.

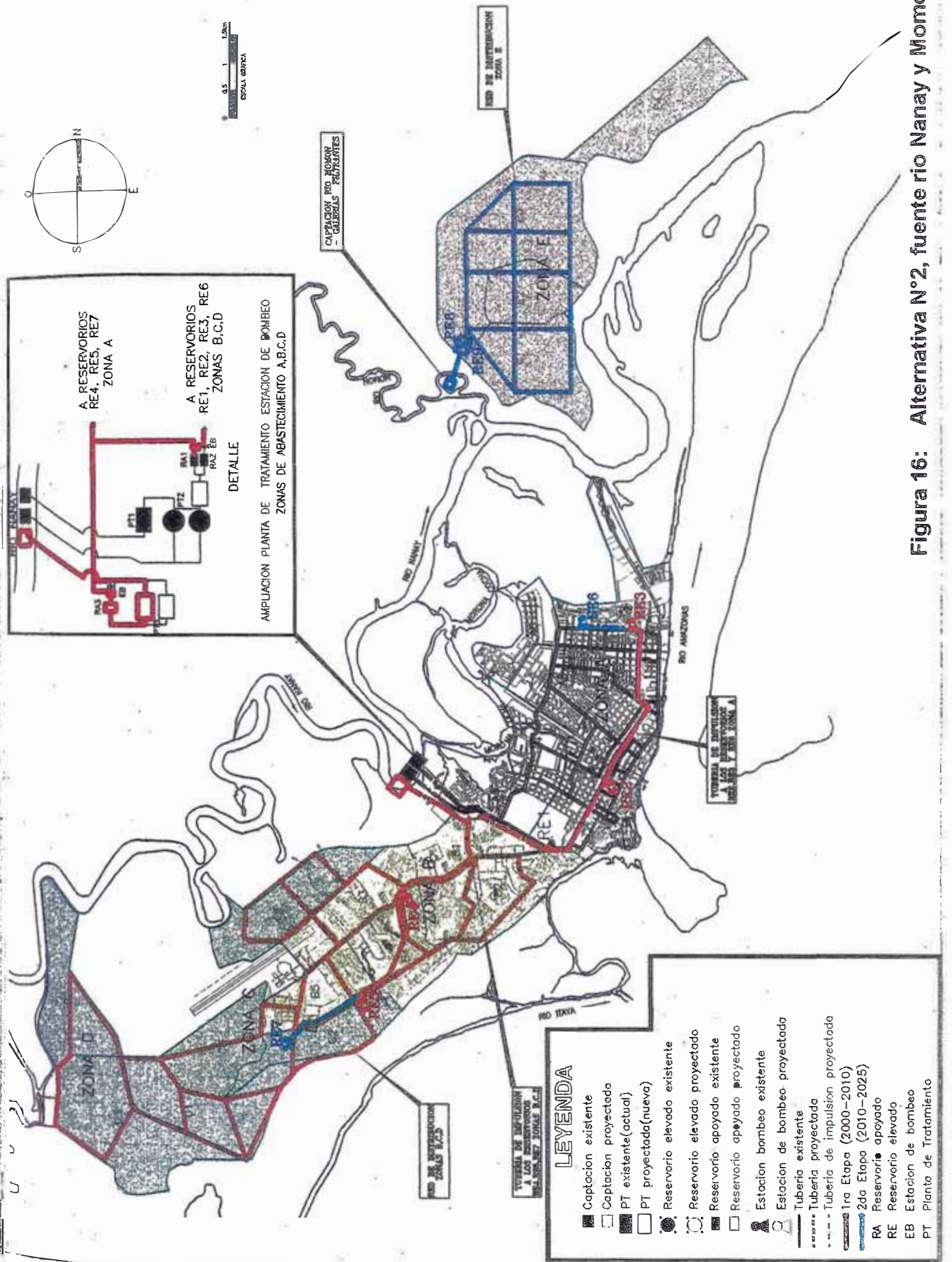
Los resultados que definen la selección de la variante para la alternativa 2, se muestra en el cuadro siguiente:

Tabla 8.5-2: Presupuesto de alternativa 2 y su variante

Monto en nuevos soles	Alternativa 2	Variante
Costo de inversión	50'598 418	45'327 543
Costo de reinversión	3'948 026	3'421 619
Costo de O + M*	102'300 417	100'535 325
Total de costos	158'846 863	149'264 487
Valor actual	42'393 019	36'604 289
Selección alternativa 2	NO	SI

Fuente: Salgitter-Aqua Plan

* O+M: operación y mantenimiento



RESERVOARIOS Y CAPACIDADES					
ZONA	RESERV.	CAPACIDAD (m ³)	VOLUMEN (m ³)	RESERVA (m ³)	ETAPA
A	RE1	1500	132.60	167.04	2000
	RE2	1500	128.00	163.00	2017
	RE2A	1500	128.00	163.00	2017
	RE3	1000	126.00	150.00	2000
	RE6	1600	126.00	150.00	2009
B	RE4	1600	140.00	165.00	2000
	RE4B	1600	140.00	165.00	2017
	RE5	1600	140.00	165.00	2000
	RE5A	1500	140.00	165.00	2000
D	RE7	1000	140.00	166.00	2009
	RE7A	1000	140.00	166.00	2009
E	RA3	3000	125.00	125.00	2000
	RE8	1200	121.50	146.50	2009
	RE9	1200	121.50	146.50	2017

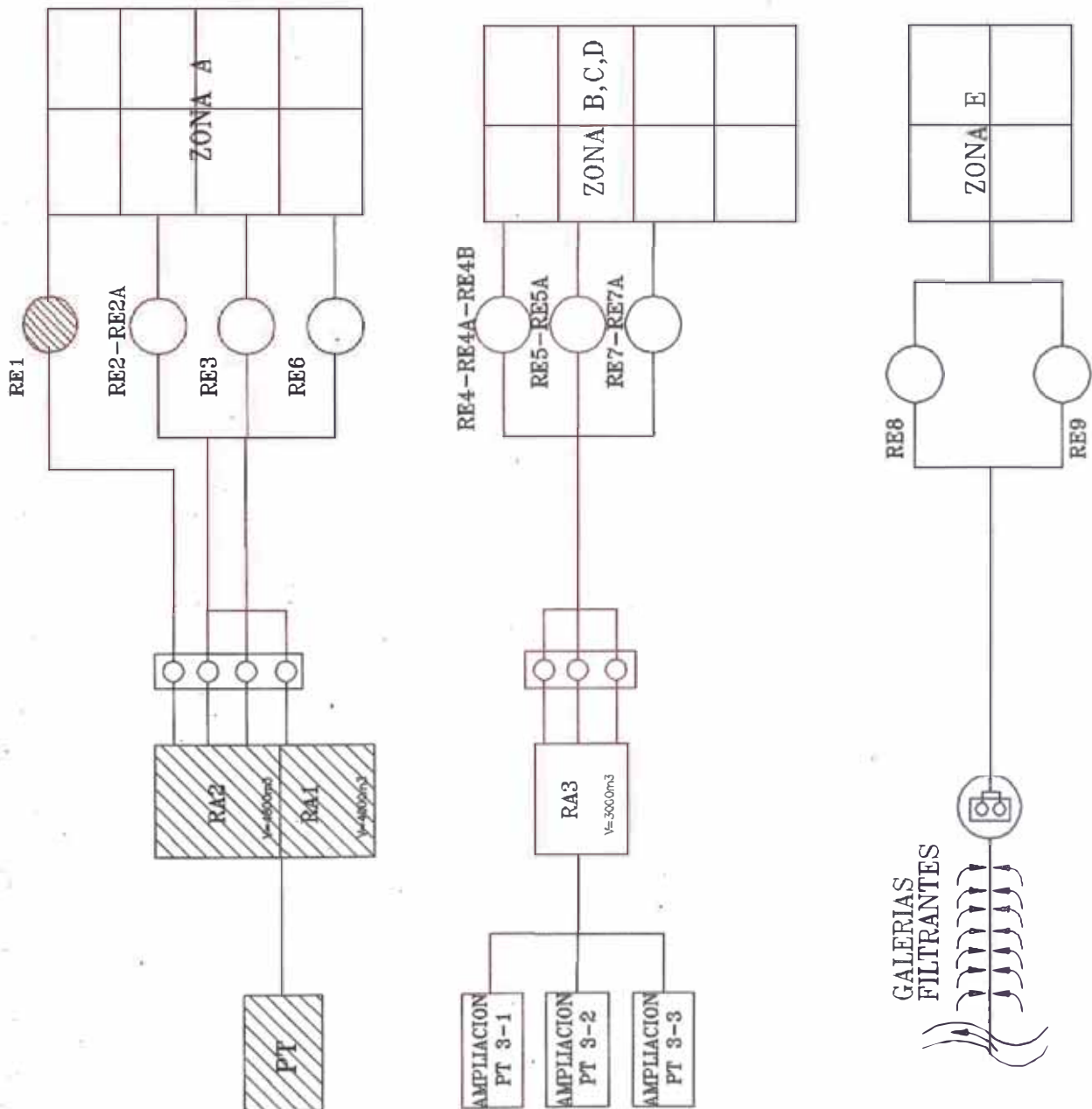
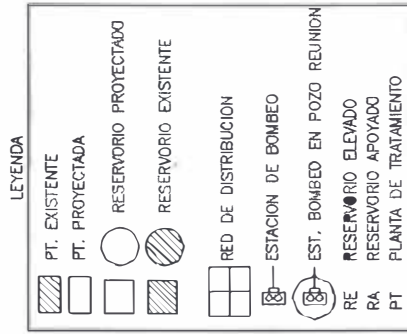


Figura 17: Alternativa N°2, esquema de funcionamiento

8.5.3. ALTERNATIVA N°3: Fuente río Nanay (I y II) y río Momón (figura 18)

Para la expansión del sistema de agua de la ciudad de Iquitos, se ha preseleccionado tres alternativas. y una variante, cuyos costo se presentan a continuación:

- Alternativa 3: Propone nuevas captaciones, conducciones y plantas de tratamiento para las zonas en expansión
- Variante : Antes de proponer nuevas instalaciones, utiliza al máximo la capacidad de las captaciones, conducciones y de las plantas existentes; luego se considera plantas independientes para las zonas A y B (río Nanay); C y D (río Nanay); otra planta exclusiva para la zona E (río Momón), ver figura 19.

Los resultados que definen la selección de la variante para la alternativa 3, se muestra en el cuadro siguiente:

Tabla 8.5-3: Presupuesto de alternativa 3 y su variante

Monto en nuevos soles	Alternativa 3	Variante
Costo de inversión	49'189 533	47'908 157
Costo de reinversión	4'190 537	3'405 662
Costo de O + M*	90'938 653	92'361 103
Total de costos	144'318 723	143'683 922
Valor actual	40'926 828	38'858 002
Selección alternativa 3	NO	SI

Fuente: Salgitter-Aqua Plan

* O+M: operación y mantenimiento

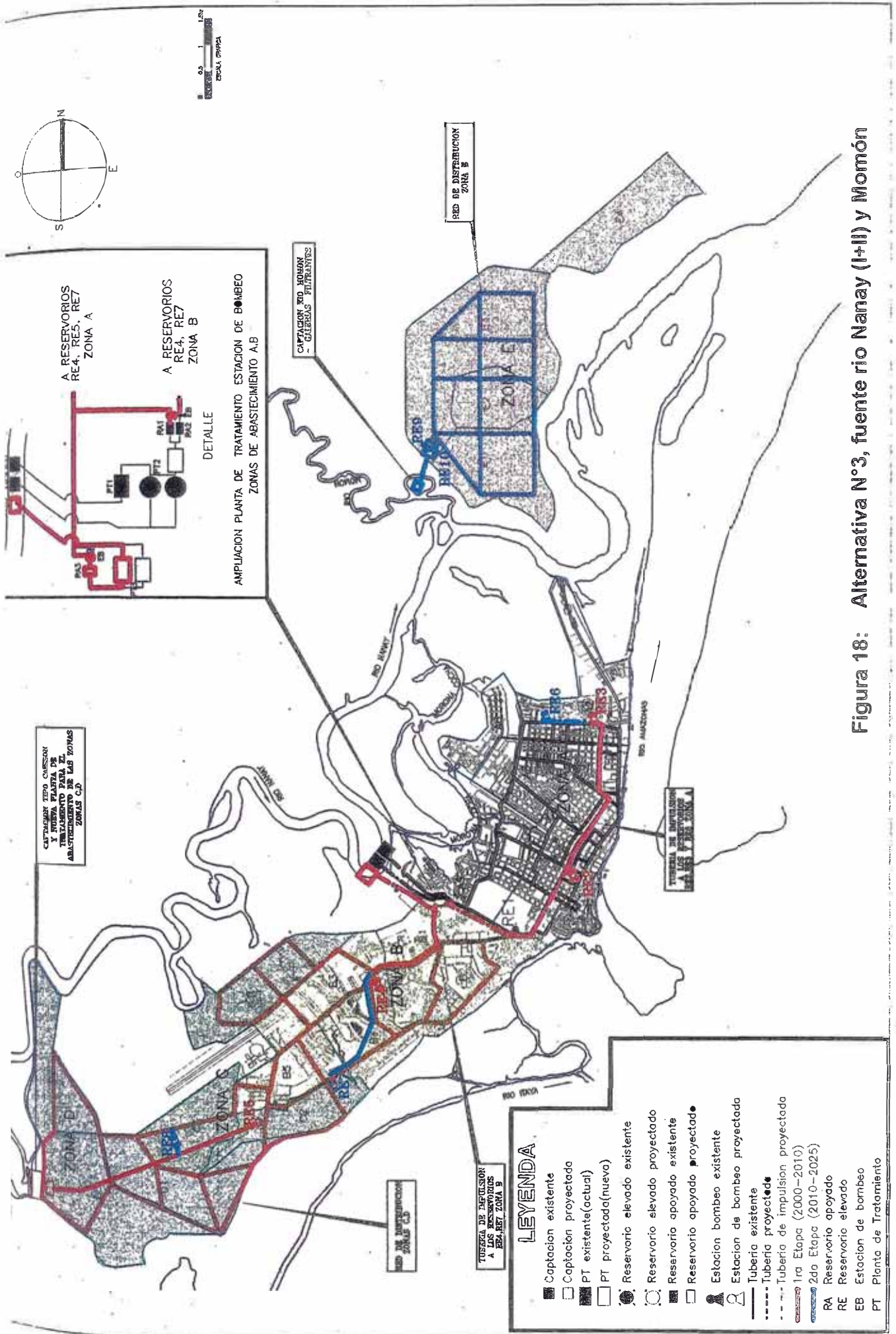
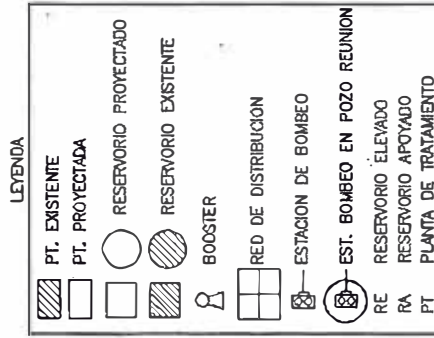


Figura 18: Alternativa N°3, fuente rio Nanay (I-II) y Momón

RESERVIORIOS Y CAPACIDADES

ZONA	RESERV.	CAPACIDAD (m ³)	COSTO INICIAL (M\$)	COSTO MANTEN. (M\$)	ETAPA	
A	RE1	1600	132.50	167.50	EXIST.	
	RE2	1500			2000	
	RE2A	1500		128.00	163.00	2000
	RE2B	1200				
B	RE3	1500		125.00	150.00	2000
	RE4	1600		140.00	165.00	2000
	RE5	1000				2000
	RE6	1000		125.00	160.00	2009
C	RE7A	1600		140	165	2017
	RE7B	1500				2017
	RE7C	1500				2017
	RE7D	1500				2017
D	RE10	1300		140.00	165.00	2008
	RE10A	1000		125.00	125.00	2000
	RE10B	1500				2000
	RE10C	1500				2000
E	RE9	1200		121.50	146.50	2009
	RE8	1200		121.50	146.50	2017
	RE8A	1200				2017
	RE8B	1200				2017



COMPONENTES DEL SISTEMA
ALTERNATIVA 3: FUENTE RIO NANAY(I-II) Y MOMON

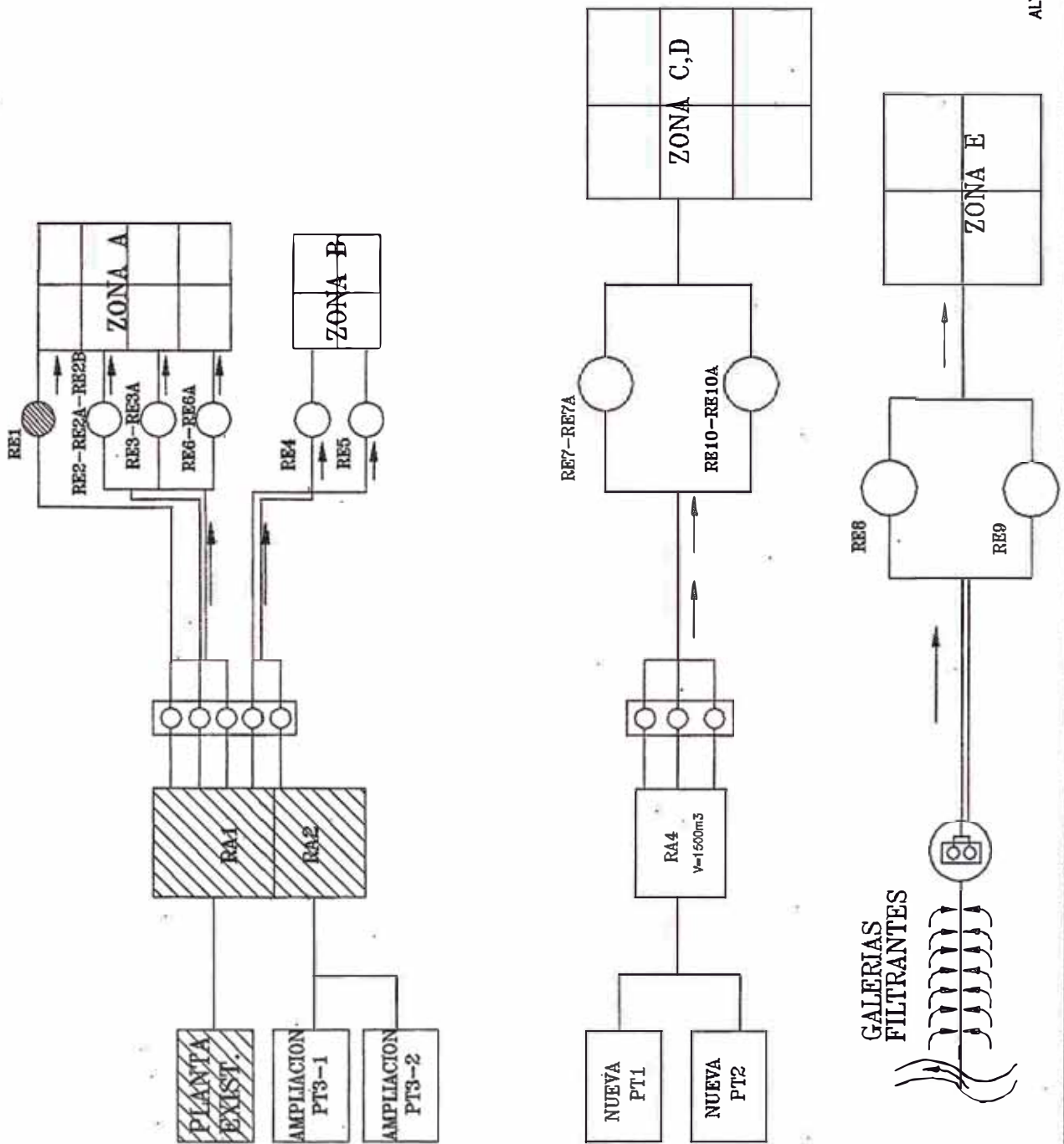


Figura 19: Alternativa N°3, esquema de funcionamiento

8.6. CONCLUSION: ALTERNATIVA GANADORA

8.6.1. Alternativa 2: Fuente Río Nanay y Río Momón

Esta alternativa considera el abastecimiento de agua potable para la expansión de las zonas A, B, C y D con la ampliación de la planta de tratamiento de agua de Pampa Chica y de la zona E con una nueva unidad de producción con fuente de agua del río Momón (figuras 16 y 17).

Los estudios definitivos y la licitación de obras no debe abarcar más de un año, sumándose dos años de obras. La puesta en marcha de la expansión para las zonas A, B, C y D es el año 2000 y para la zona E, el año 2010. Se ha prediseñado el sistema para las condiciones presentadas en los cuadros siguientes:

Tabla 8.6-1: Caudales de Diseño Zonas A, B, C y D

Año	Población Servida Total (hab)	Caudal	
		m ³ /h	l/s
1995/2000	258619	2663	740
2000/2008	355830	1678	466
2008/2016	429491	796	221
2016/2025	479670	687	191

Tabla 8.6-2: Caudales de Diseño Zona E

Año	Población total servida (hab.)	Caudal	
		m ³ /h	l/s
2010-2017	17328	195	54
2017-2025	38606	432	66

Fuentes

La fuente escogida para la ampliación de la planta de tratamiento de agua de Pampa Chica es el río Nanay, en el mismo lugar que tiene la captación actual.

La fuente de agua para la nueva unidad de producción de la zona E es el río Momón, está ubicada 500 m aguas arriba de su influencia con el río Nanay. De acuerdo con los estudios hidrológicos realizados (ver anexo 3) los ríos Nanay y Momón tienen capacidad suficiente para el suministro de agua de la ciudad de Iquitos hasta el año 2025. El agua es de buena calidad físico-química y bacteriológica (ver anexo 3 y figura 3).

Captaciones

La captación actual, constituida por dos Caisson (N° 1 y N° 2), tienen capacidad para atender el sistema planteado hasta el año 2006. En ese año (2006), el Caisson N° 1 será reemplazado por otro nuevo (N° 3) que será de plataforma flotante de 80 m² de área para soportar una nueva caseta de bombeo. De este modo la captación permanecerá a partir del año 2006 con el Caisson N° 2 y la Plataforma Flotante (figura 20).

La captación para la zona E de construcción para el año 2010, consta de una galería filtrante compuesta por tubería DN 450 mm de 144 m de longitud y con perforaciones de 10 mm de diámetro. Estará colocada paralelamente al río Momón, en su orilla izquierda a 10 m de distancia y a 7.50 m de profundidad (figura 21).

Bombeo de Agua Cruda

Se bombea el agua de la captación existente a la planta de tratamiento de Pampa Chica, utiliza las mismas condiciones que aparecen en las tablas 8.6-3 y 8.6-4.

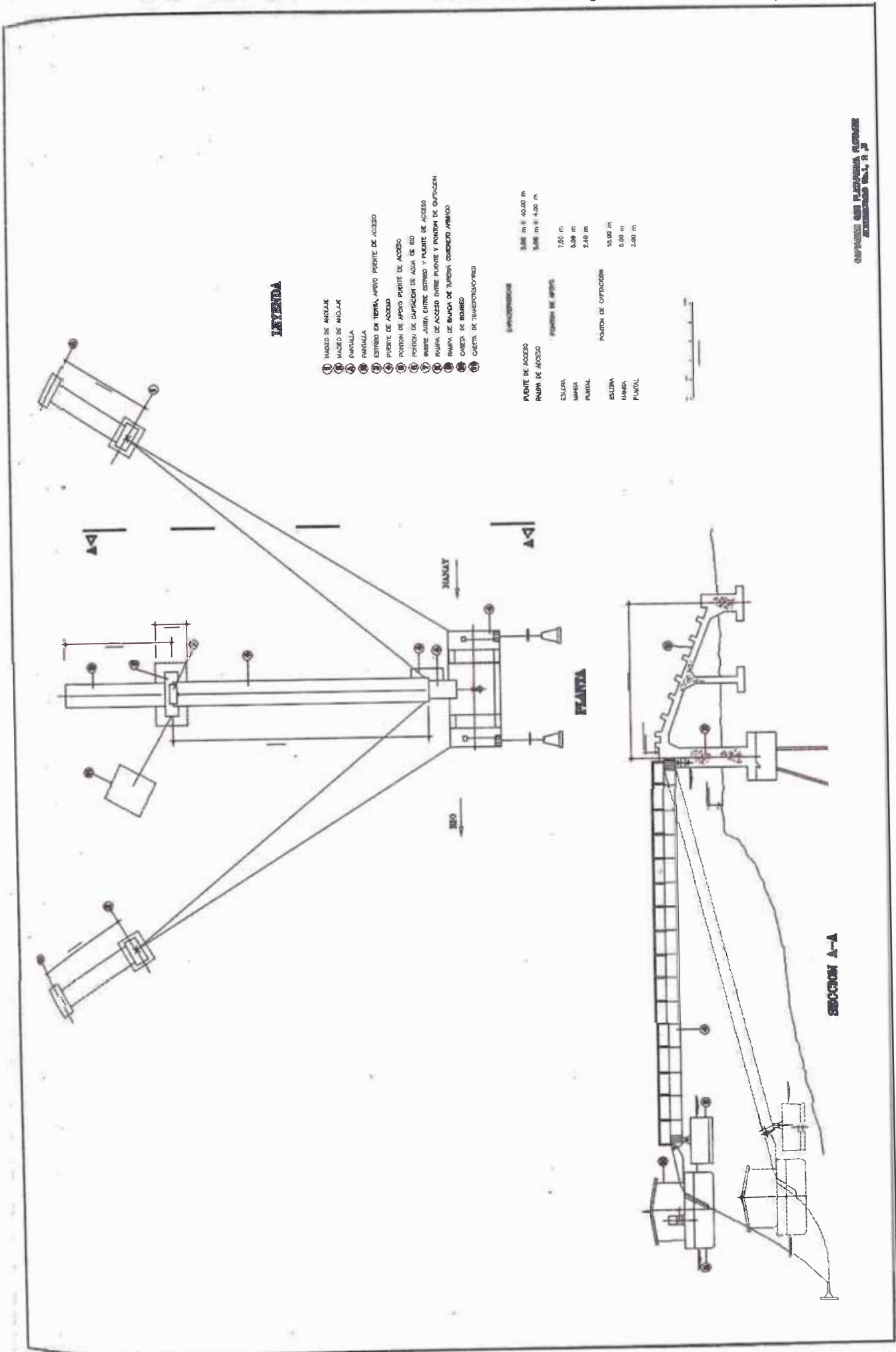
Tabla 8.6-3: Agua Cruda Bombeo Existente

Capta- ción	Conjunto Motor-Bomba									Año de Ejecución	Condiciones de Funcionamiento
	01			02			03				
	HP	l/s	HDT	HP	l/s	HDT	HP	l/s	HDT		
1	200	250	41	150	250	35	-	-	-	1953	Malas
2	180	250	35	200	250	40	300	250	40	1970	Buenas

Tabla 8.6-4: Agua Cruda - Bombeo Planteado

Caisson	Año	Caudal l/s	CONJUNTO DE BOMBA																	
			01			02			03			04			05			06		
			HP	l/s	HDT	HP	l/s	HDT	HP	l/s	HDT	HP	l/s	HDT	HP	l/s	HDT	HP	l/s	HDT
1	1995	250	200	250	41	150	250*	35												
	2000	250	200	250	41	150	250*	35												
	2006	250	FUERA DE SERVICIO																	
2	1995	500	180	250	35	200	250	40	300	250*	40									
	2000	750	205	250	40	205	250	40	205	250	40	205	250*	40						
	2006	750	205	250	40	205	250	40	205	250	40	205	250*	40						
	2016	750	205	250	40	205	250	40	205	250	40	205	250*	40						
	2025	750	205	250	40	205	250	40	205	250	40	205	250*	40						
3	1995																			
	2000	250	205	250	40	205	250*	40												
	2006	750	205	250	40	205	250	40	205	250	40	205	250*	40						
	2016	1000	205	250	40	205	250	40	205	250	40	205	250	40	205	250*	40	205	250*	40*
	2025	1000	205	250	40	205	250	40	205	250	40	205	250	40	205	250*	40	205	250*	40*

* Para trabajo Alternado



CONSEJO DE INGENIERIA PROFESIONAL
INGENIERIA CIVIL, 2.ª

Figura 20: Pontón flotante

En el bombeo se considera los niveles mínimo y máximo por variación de nivel del río Nanay, en periodos de avenida y estiaje: 109.15 y 117.80 msnm respectivamente.

Para la zona E se propone una estación de bombeo con equipos, tal como se muestra en tabla 8.6-5

Tabla 8.6-5: Agua de Galería Filtrante - Bombeo Planteado: Zona E

Galería Filtrante	Año	Caudal l/s	CONJUNTO DE BOMBA								
			01			02			03		
			l/s	HDT	HP	l/s	HDT	HP	l/s	HDT	HP
01	2010	60	60	34	42	60*	34	42			
	2017	120	60	34	42	60	34	42	60*	34	42
	2025	120	60	34	42	60	34	42	60*	34	42

* Para trabajo alternado

Conducción de Agua Cruda

Se conducirá el agua cruda desde las estaciones de bombeo hasta la planta de potabilización a través de 4 líneas de impulsión, 2 existentes y 2 planteadas con una altura dinámica de 40.0 m de columna de agua.

Una tubería de conducción existente más vieja, desde la captación N° 1 en estado actual de serio deterioro, recientemente rehabilitada en algunos tramos (115 m). Una tubería de conducción más nueva existente, desde la captación N° 2 hasta la planta de potabilización. Dos tuberías desde la captación N° 3 hasta la planta de potabilización a partir del año 2000 la primera y en 2016 la segunda.

En el Tabla 8.6-6 se presenta las características de las cuatro líneas de conducción para la alternativa 2.

Tabla 8.6-6: Líneas de conducción zonas A, B, C y D

Línea	Caudal l/s	Diámetro mm	Longitud m	Material	Estado de Conservación	Observaciones
01	250*	400	1100.0	Acero rolado	Malo	Será Substituido
02	750*	750	1100.0	F° F°	Bueno	
03	640	800	1150.0	F° F°	Nuevo	A partir del año 2000
04	360	600	1150.0	F° F°	Nuevo	A partir del año 2016

Para la zona E las líneas de conducción serán dos. Una instalada para el 2010 y la otra al año 2017, de las características que se muestran la tabla 8.6-7.

Tabla 8.6-7: Líneas de Conducción Zona E

Línea	Caudal l/s	Diámetro mm	Longitud m	Material	Estado de Conservación	Observaciones
01	60	250	500	F°F°	Nueva	A partir del 2010
02	60	250	500	F°F°	Nueva	A partir del 2017

Planta de Potabilización

En Iquitos existen dos plantas potabilizadoras, ambas ubicadas en la zona de PampaChica en terreno de propiedad de SEDALORETO. La primera planta de tratamiento, de tipo convencional con capacidad de 120 l/s, con proceso primario de floculación, decantación y desinfección que recibe agua de la captación N° 1. La segunda planta consta de 2 clarificadores con capacidad de 500 l/s (250 c/u), 6 filtros rápidos y desinfección que recibe agua de la captación N° 2.

En esta alternativa para abastecer las zonas A, B, C y D es propuesta una planta más de potabilización (N°3) en el mismo sitio de las plantas existentes, con capacidad de 500 l/s en un primer periodo y más 400 l/s en dos periodos adicionales posteriores. Los módulos de la planta potabilizadora N°3 tiene su inicio después de una caja de compensación de nivel de agua (figuras 22 y 23).

En la planta de tratamiento N°3 se considera módulos convencionales (figura 22) que incluye todos los procesos unitarios principales, dosificación de substancias químicas, floculación, decantación, filtración, desinfección y corrección de pH. El primer módulo se instalará para que funcione a partir del año 2000. Este módulo se ampliará 2 veces en 200 l/s adicionales cada vez, para los años 2008 y 2016 respectivamente con la misma tecnología escogida.

El agua tratada pasará a un lecho de contacto de cloro, con periodo de retención de 10 minutos y luego al reservorio, apoyado de almacenamiento de 3000 m³ de capacidad. Después de tratada el agua de las plantas de potabilización existentes, son conducidas por gravedad hasta 2 reservorios con capacidades de 4800 m³ (antiguo) y 4000 m³ (nuevo) y enseguida bombeada a través de dos salas de bombeo hasta los reservorios de distribución (figura 23).

La tabla 8.6-8 presenta las principales características de las 3 plantas de potabilización.

Tabla 8.6-8 : Plantas de Potabilización

P.T. N°	Año	Caudal l/s	Tipo	Rehabilitación	Unidades	Recibe agua de captación	Atiende
1	Existente	120	Convencional	Subprograma: Mejoramiento Institucional Operativo (MIO)	1 floculador hidráulico 3.sedimentadores desinfección	No. 1	RE1 RE2 RE2 A
2	Existente	500	Patentada	Subprograma: Mejoramiento Institucional Operativo (MIO)	2 clarificadores 6 filtros desinfección	No. 2	RE3 RE6
3-1	2000	500	Convencional		2 floculadores 2 decantadores 6 filtros desinfección	No. 2 No. 3	RE4 RE4 A
3-2	2008	200	Convencional		2 floculadores 2 decantadores 5 filtros desinfección	No. 2 No. 3	RE4B RE5 RE5 A RE7
3-3	2016	200	Convencional		2 floculadores 2 decantadores 5 filtros, desinfección	No. 2 No. 3	RE7 A

Para la zona E, el agua proviene de galerías filtrantes que solo requerirá de desinfección. A continuación el tabla 8.6-9 que describe sus características.

Tabla 8.6-9: Planta de Potabilización Zona E

P.T. N°	Año	Caudal l/s	Tipo	Rehabilitación	Unidades	Recibe Agua de
3 - 4	2010	120	Solo Desinfección	Nueva	Cloradores de Inyección directa	Galerías Filtrantes

Estaciones de Bombeo - Agua Tratada

En la tabla 8.6-10 presenta los datos y características de las estaciones de bombeo de la alternativa 2.

Para el bombeo de la zona A se utilizan los reservorios apoyados RA1 y RA2.

Para las zonas B, C, D se utiliza el reservorio apoyado RA3.

Para la zona E, se propone una estación de bombeo desde la Galería Filtrante (figura 22).

Tabla 8.6-10: Estaciones de Bombeo - Agua Tratada

Zonas de Abastecimiento	Periodo	Estación de Bombeo N°	Reservorio Apoyado de P. T.	Caudal Bombeo (l/s)	Altura Dinámica Total (m)	Potencia Total (HP)	Equipos de Bombeo			Observaciones
							N° Equipos	Caudal Bombeo (l/s)	Potencia HP	
A	1999-2009	EB-1	RA1/RA2	495.35	44.42	450	3	250	225	1 equipo de reserva
	2009-2017									
	2017-2025	EB-1	RA1/RA2	95.74	44.42	87	2	100	90	Se agrega 1 equipo
				493.71	44.42	448	3	250	225	Se agrega 2 equipos
B, C, D	1999-2009	EB-2	RA3	532.74	48.65	530	3	265	265	1 equipo de reserva
	2009-2017									
	2017-2025	EB-2	RA3	726.04	56.97	846	3	365	425	1 equipo de reserva
										Se agrega 2 equipos
E	1999-2009									
	2009-2017	EB-3	GF	54.0	33.81	37.0	2	55	40	1 equipo de reserva
	2017-2025	EB-3	GF	66.0	34.85	47.0	2	70	50	1 equipo de reserva

Líneas de Impulsión de agua tratada

En tabla 8.6-11 se presenta los datos de las líneas de impulsión propuestos en la alternativa 2. Corresponde a los componentes que llevan el agua potable desde la Planta de Tratamiento hasta los reservorios y consta de tuberías de impulsión, desde la estación de bombeo hasta los reservorios.

La impulsión para las zonas B, C, D comprende líneas que parten de la Planta de Tratamiento existente a los reservorios elevados, tiene tres tramos con diferentes periodos de tuberías paralelas.

La impulsión a la zona E, comprende una línea que parten de la Galería Filtrante hasta los reservorios con un solo tramo.

Tabla 8.6-11: Líneas de Impulsión - Agua Tratada

Zonas	Línea	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Material	Etapa
A	RA1,RA2/RE2	$l_1 = 3150$	700	F°F°	2000 - 2009
		$l_2 = 200$	600	F°F°	
	RE2/RE3	$l_1 = 3200$	450	F°F°	2009 - 2025
		$l_2 = 50$	400	F°F°	
	RA1,RA2/RE2	$l_1 = 3150$	350	F°F°	2009 - 2025
$l_2 = 200$		200	F°F°		
RE2/RE3	$l_1 = 3200$	300	F°F°	2009 - 2025	
	$l_2 = 50$	350	F°F°		
B	RA3/RE4	$l_1 = 2350$	800	F°F°	2000 - 2009
C		$l_2 = 50$	600	F°F°	
	D	RE4/RE5	$l_1 = 2100$	700	F°F°
$l_2 = 100$			400	F°F°	
E	RE5,RE7	$l_1 = 1200$	600	F°F°	2009 - 2025
		$l_2 = 50$	600	F°F°	
E	GF/RE9	$l_1 = 500$	250	F°F°	2009 - 2017
	GF/RE10	$l_2 = 500$	250	F°F°	2017 - 2025

Reservorios

Tabla 8.6-12 presenta los reservorios existentes y planteados en la alternativa 2.

En la zona A, se propone reservorios elevados para el abastecimiento a las redes por gravedad.

En la zona E también está planteado reservorios elevados para el abastecimiento de agua potable.

Las zonas B, C, D tienen planteados en varios puntos para el abastecimiento de agua potable a las zonas correspondientes.

Tabla 8.6-12: Reservorios

Zona	Nombre	Capacidad m ³	Ubicación	Tipo	Nivel de Agua	
					Máximo	Mínimo
P.T. Existente Río Nanay I	Reservorio Antiguo	4800	P.T.	Apoyado	128.00	121.50
	Reservorio Nuevo	4000	P.T.	Apoyado	128.00	121.50
A	Reservorio	3000	P.T.	Apoyado	128.00	121.50
	RE1	1500	Av. Quiñones	Elevado	157.50	150.00
	RE1 A	1500	Av. Quiñones	Elevado	157.50	150.00
	RE2	1500	Plaza 28 de Julio	Elevado	153.00	148.00
	RE2 A	1000	Plaza 28 de Julio	Elevado	153.00	148.00
	RE3	1500	Av. 28 de Julio/Av. Freyre	Elevado	150.00	145.00
	RE6	1000	Av. 28 de Julio/Hospital	Elevado	150.00	145.00
	RE6 A	1000	Av. 28 de Julio/Hospital	Elevado	150.00	145.00
	RE4	1000	Av. Quiñones/Av. Los Angeles	Elevado	165.00	160.00
B	RE4 A	1000	Av. Quiñones/Av. Los Angeles	Elevado	165.00	160.00
	RE4 B	800	Av. Quiñones/Av. Los Angeles	Elevado	165.00	160.00
C	RE5	1000	Av. Los Angeles	Elevado	165.00	160.00
	RE5 A	1000	Av. Los Angeles	Elevado	165.00	160.00
D	RE7	800	Av. Poma Rosa	Elevado	165.00	160.00
	RE7 A	800	Av. Poma Rosa	Elevado	165.00	160.00
E	RE7 B	800	Av. Poma Rosa	Elevado	165.00	160.00
	RE8	1200	Zona E1	Elevado	146.50	141.50
	RE9	1200	Zona E1	Elevado	146.50	141.50

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Desarrollado por capítulo para mejor comprensión y análisis del lector. Anteriormente los temas fueron ampliamente descritos, entonces presentamos lo más importante que se tomó en cuenta para poder llegar a la meta propuesta, esto es encontrar la solución al problema de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Iquitos con propuestas que sean técnicas, económicas y socialmente viables para el desarrollo del servicio de agua potable.

9.1. DESARROLLO URBANO

9.1.1. Conclusiones

La Ciudad de Iquitos, con cerca de 322,000 habitantes experimenta en los últimos 10 años un proceso de crecimiento urbano, aún no consolidado y en condiciones de extrema pobreza (Censo Nacional de Población y Vivienda de 1993). En promedio existe un déficit de servicios de agua potable que afecta al 30% de las familias residentes; en algunas zonas censales de la periferia, más del 90% de la población carecen de agua domiciliaria, lo mismo ocurre con el desagüe.

La tasa de crecimiento aún cuando se presenta en forma decreciente, proyecta al año 2025 una población de 573,800 Habitantes (Anexo 1). Este crecimiento supone que Iquitos sufrirá en los próximos 30 años un incremento de 288,000 nuevos habitantes que provocarán una importante expansión urbana en condiciones adversas de tipo geomorfológico, geológico, económico y ambiental. El Centro urbano tradicional no resiste un empuje de esta envergadura toda vez que presenta graves condiciones de saturación con densidades superiores a 400 Hab/ha, cifra que supera los límites de saturación; dadas las características del patrón de asentamiento horizontal y bajo nivel de ingreso de los habitantes exige la intervención mediante programas de destugurización en más de 40 Ha (anexo 1).

El estudio se formula sobre la base de requerimientos concretos de un proyecto de desarrollo de saneamiento, cuyo horizonte al año 2025 exige la consideración de un marco urbano coherente con las proyecciones de desarrollo estimables en dicho horizonte.

9.1.2. Recomendaciones

Una situación estructural de esta naturaleza plantea la necesidad de una estrategia de crecimiento desconcentrado, que permita, para después del año 2010, la generación de nuevos espacios urbanos de escala suficiente para disponer de autonomía de servicios. Se recomienda por tanto que las etapas sigan los siguientes pasos:

- Período 1995-2000: Consolidación del actual casco central en el que se podrían incorporar más de 70,000 nuevos habitantes.
- Período 2000-2010: Establecimiento y desarrollo de una nueva zona urbana al Sur del Aeropuerto frente del Parque Quistococha
- Período 2010-2025: Establecimiento y desarrollo de una nueva ciudadela que para este caso se orienta la ocupación de las áreas situadas al Norte, pasando, mediante un puente el Río Nanay.

9.2. DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

9.2.1. Conclusiones

Se hace necesario entonces ejecutar todas las actividades programadas tanto por el Sub Programa B, que desarrolla el Mejoramiento Institucional y Operativo (MIO) de la Entidad Prestadora de Servicio (EPS) como de las conclusiones dadas por la consultoría para cada ítem desarrollado. Entre las más importantes tenemos:

- El caisson N°1 (captación antigua) tiene graves problemas estructurales, los daños pueden ser observados a simple vista, incluso al poner en funcionamiento los equipos de bombeo toda la estructura se mueve. Ambas captaciones carecen de puertas, ventanas e iluminación.
- Los equipos de bombeo de las captaciones impulsan menos agua que el caudal nominal de diseño que es 250 l/s; aún cuando la cantidad de agua cruda que llega es 965 l/s, suficiente para la planta de tratamiento cuya capacidad nominal total es de 620 l/s. No se dispone de equipos de reserva.
- La línea de impulsión N°1 (antigua) tiene graves problemas de mantenimiento, al tener grandes pérdidas de agua por roturas en varias partes de su recorrido. No tiene manómetros ni caudalímetros.
- Tanto la planta N°1 y N°2 trabajan sobrecargadas (ver tabla 6.3-2: comparación de caudales).
- La planta N°1 no tiene equipo de mezcla rápida ni dosificador de cal, el dosificador de sulfato de alúmina trabaja defectuosamente. Los procesos de floculación y sedimentación son incompletos al notarse grandes cantidades de flóculos a la salida de los sedimentadores. Las bombas de impulsión de agua sedimentada hacia los filtros se encuentran en buen estado operativo pero no funcionan, pues los filtros están fuera de funcionamiento por mantenimiento.

- La planta N°2 tiene dos decantadores compactos, el primero (Degremont) tiene problemas de agrietamiento en sus paredes, el sistema de barrido y de extracción de lodos no funcionan; el otro decantador (Door Oliver) no tiene barandas protectoras. Los equipos dosificadores de cal y sulfato de alúmina tienen problemas de mantenimiento.
- Las unidades de filtración se encuentran en reparación total motivo por el cual no se pudo realizar ninguna prueba hidráulica. Al momento de la inspección todos sus dispositivos de control se encontraban fuera de servicio.
- El reservorio N°2 presenta peligrosas grietas estructurales en sus paredes y techo verificándose la caída de ladrillos que forman la losa del techo. Por estas razones existen grandes fugas de agua tratada (60 l/s) sólo en los reservorios. Ninguno de estos tanques de almacenamiento cuenta con escaleras seguras ni barandas protectoras. La dosificación de cloro es la menos adecuada al notarse fugas de este peligroso gas en un radio de 200m.
- Los equipos de bombeo de agua tratada han sufrido modificaciones, de tal forma que las características técnicas indicadas en su placa no reflejan la capacidad de trabajo actual.
- El laboratorio no cuenta con los equipos para análisis bacteriológicos (ver tabla 6.3-10: análisis físicos, químicos y bacteriológicos) tan sólo para los rutinarios (turbidez, color, pH, alcalinidad, cloro residual, prueba de jarras); el ambiente se encuentra abarrotado.
- Se cuenta con un almacén central, a la fecha no se reporta discontinuidad de productos químicos usados diariamente. El montacarga se encuentra inoperativo; los talleres de mantenimiento electromecánico carecen de herramientas apropiadas.
- Los grupos electrógenos de emergencia se encuentran inoperativos.
- En ningún lugar de la captación o en la misma planta se encuentran manómetros o dispositivos de medición caudal y los pocos que existen se encuentran fuera de servicio por estar malogrados o por falta de mantenimiento.
- La planta no tiene cerco perimétrico de seguridad.
- SEDALORETO cuenta con movilidades propias, servicios de teléfono y fax. Tiene un incompleto programa de acciones operacionales y sus informaciones carecen de confiabilidad.

9.2.2. Recomendaciones

Mejorar la estabilidad del caisson N°1.

Dotar a las captaciones de medidas de seguridad, esto es, puertas y ventanas, iluminación, pararrayos.

Reparación de los equipos de bombeo, compatibilizando bombas y motores.

Cambio de la línea de impulsión N°1 y mantenimiento de la N°2.

Trabajos de limpieza en floculadores y sedimentadores implementando lavado a presión. Operar la planta a su caudal nominal (120 l/s) y luego determinar el aumento de su capacidad según la calidad de agua hasta un máximo según las pruebas de laboratorio.

Operar la planta N°2 a su caudal nominal (500 l/s) y analizar hasta que punto se puede incrementar su capacidad. Mantenimiento general de todos sus equipos dosificadores, bombas, filtros, etc.

Trabajos de rehabilitación del reservorio N°1 y mantenimiento del reservorio N°2.

Dotar de manómetros y caudalímetros en todas las instalaciones de captación, líneas de impulsión y planta de tratamiento.

Dotar de ambiente adecuado al laboratorio para que puedan efectuarse pruebas de calidad y monitoreo.

Limpieza y ordenamiento en el almacén para mejor control y distribución de los insumos. Rehabilitación del montacarga.

Revisión, control y mantenimiento de los equipos electrógenos de emergencia.

Desarrollar un programa de operación y mantenimiento. Dotar de equipos y herramientas adecuadas para este fin.

Capacitación permanente del personal técnico especialmente en mantenimiento de equipos y análisis de laboratorio.

9.3. VULNERABILIDAD

9.3.1. Recomendaciones

Evitar la contaminación del agua en la nueva planta de bombeo originado por el Asentamiento Humano "El Porvenir", que se encuentra a orillas del río Nanay,

dotándolo de sistema de agua y alcantarillado, evacuando sus desagües aguas abajo de la captación.

Prever para el futuro el diseño de una tercera estación de bombeo en la captación, la cual deberá estar ubicada fuera del meandro del río Nanay y como alternativa se plantea la construcción de un "puente flotante cautivo" (pontón).

Proteger con un forro o encamisado cilíndrico de concreto armado el "Caisson" de la captación antigua y reparar algunos deterioros de la nueva.

Dotar de puertas y ventanas a las instalaciones de captación, iluminación interna y externa de los caiones-

Reemplazar y afianzar los anclajes de la pasarela metálica que sirve de apoyo a la línea de impulsión de 16" que se encuentran en mal estado.

Reparar las grietas de los reservorios de la planta de tratamiento, mediante inyecciones de lechadas de agua-cemento previamente dosificados. En la planta nueva deben ser rellenados los espacios vacíos del piso para consolidar la cimentación.

Ejecución del cerco perimétrico de la Planta de Tratamiento preferentemente con material noble.

Cambio de las tuberías de fierro y válvulas de compuerta antiguas.

Disponer de grupos electrógenos operativos en stand-by así como de equipos de bombeo, para atender las emergencias.

9.4. IMPACTO AMBIENTAL

9.4.1. Conclusiones

Después de haber evaluado las propuestas técnicas presentadas por el equipo técnico, se ve conveniente de presentar una alternativa preseleccionada del punto de vista medio.

Como solución ecológicamente favorecida se presenta la alternativa N° 2, que prevee la ampliación y modernización de la planta existente con una nueva estación de captación en el río Nanay abasteciendo las zonas urbanas A,B,C,D.

Para la zona de expansión E al Nor-Oeste de la ciudad se propone la construcción de una segunda planta de abastecimiento del río Momón.

Como factores favorables adicionales se menciona el hecho que las áreas disponibles de la actual planta de tratamiento son suficientes para su ampliación posterior, asimismo, la capacidad actual de la planta puede satisfacer la necesidad de la población actual, limitando energicamente las fugas existentes en todos los tramos de la red de distribución.

9.4.2. Recomendaciones

Ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado según el crecimiento de la ciudad.

Rehabilitación de zonas contaminadas.

Realizar trabajos de sensibilización ambiental a la población mediante campañas de educación, para que las personas tomen conciencia de los problemas ambientales que ocasionan las áreas urbanas con el medio ambiente.

Realizar constantemente monitoreo de la calidad del agua en la zona de captación de la planta de agua potable con respecto a parámetros higiénicos y de compuestos tóxicos presentes en estas aguas.

9.5. ECONOMÍA

9.5.1. Conclusiones

El sistema existente no tiene fundamentales déficits respecto a la atención a la presente y futura demanda en el área de servicio actual. Suponiendo las medidas de optimización, aún existe capacidad para ampliar el servicio.

El déficit global promedio está bien pronunciado, reflejando en primer instante los grandes atrasos en la cobertura de los servicios que deben ser superados durante los próximos 30 años hasta un equivalente de 90%.

9.5.2. Recomendaciones

Comprende la implementación de programas de obras que generen la recuperación del sistema de agua potable existente a niveles de oferta compatibles con la capacidad nominal de las instalaciones existentes. Implica también la recuperación de agua no contabilizada con micro y macromedición, la de desperdicios con rehabilitación de infraestructura, la detección y saneamiento de conexiones clandestinas. En este contexto SEDALORETO viene ejecutando los programas MIO y PAI.

9.6. ALTERNATIVA SELECCIONADA

9.6.1. Conclusiones

Después de haber evaluado las propuestas técnicas con sus correspondientes análisis económicos, de vulnerabilidad e impacto ambiental, se presenta como solución la alternativa N°2. Plantea el mejoramiento y ampliación de la planta de tratamiento actual con tecnología convencional mejorada para las zonas A, B, C y D, con una nueva captación mediante pontón flotante que reemplazaría a la antigua captación N°1. Galerías filtrantes para la zona de expansión E cuya fuente de abastecimiento será el río Momón.

Se descartaron las alternativas de bombeo en el río Nanay, por encontrarse en zona contaminada por descargas industriales. El Amazonas como fuente de abastecimiento ha sido eliminado por el proceso alarmante de arenamiento a la altura de la punta norte de la Isla Iquitos sur con el empozamiento resultante de las aguas del brazo orográficamente izquierdo del río Amazonas, empozándose las aguas servidas de aproximadamente 30% de la población de Iquitos.

Las alternativas que contemplan al río Itaya como fuente de abastecimiento fueron descartadas presentar este río elevadas tasas de contaminación.

Como factores favorables adicionales se menciona el hecho que las áreas disponibles de la actual planta de tratamiento son suficientes para su ampliación posterior, asimismo, la capacidad actual de la planta puede satisfacer la necesidad de la población actual, limitando enérgicamente las fugas existentes en todos los tramos de la red de distribución.

9.6.2. Recomendaciones

Desarrollar a nivel de estudio definitivo la alternativa ganadora dentro de este estudio de factibilidad, afianzando los detalles técnicos y económicos.

11.RELACION FIGURAS Y TABLAS

RELACION DE FIGURAS:

- Figura 1: Mapa de ubicación de la región Loreto
- Figura 2: Mapa de ubicación de la ciudad de Iquitos
- Figura 3: Mapa de caudales en el área en estudio
- Figura 4: Capitación actual de agua cruda del río Nanay
- Figura 5: Bombeo de agua cruda, estación N°1
- Figura 6: Bombeo de agua cruda, estación N°2
- Figura 7: Ubicación de la actual planta de tratamiento de aguas de la ciudad de Iquitos
- Figura 8: Distribución de la actual planta de tratamiento
- Figura 9: Esquema de la planta de tratamiento de agua potable N°1 (Iquitos)
- Figura 10: Estación de bombeo de agua sedimentada a batería de filtros (Iquitos)
- Figura 11: Esquema hidráulico de la planta de tratamiento de agua potable N°2
- Figura 12: Estaciones de bombeo de agua potable, vista en planta (Iquitos)
- Figura 13: Estaciones de bombeo de agua potable, vista en corte (Iquitos)
- Figura 14: Alternativa N°1, fuente río Nanay
- Figura 15: Alternativa N°1, esquema de funcionamiento
- Figura 16: Alternativa N°2, fuente río Nanay y Momón
- Figura 17: Alternativa N°2, esquema de funcionamiento
- Figura 18: Alternativa N°3, fuente río Nanay (I+II) y río Momón
- Figura 19: Alternativa N3, esquema de funcionamiento
- Figura 20: Pontón flotante
- Figura 21: Galería filtrante
- Figura 22: Mejoramiento de la planta convencional de Pampachica para ampliar su capacidad
- Figura 23: Ubicación de los módulos con tecnología convencional mejorada. Q=400 l/s. Ampliación de la planta de tratamiento de agua de Pampachica primera y segunda etapa

RELACION DE TABLAS:

Tabla 6.1-1:	Datos técnicos de los equipos de bombeo de la captación N°1 (fuente SEDALORETO)
Tabla 6.1-2:	Datos técnicos de los equipos de bombeo de la captación N°2 (fuente SEDALORETO)
Tabla 6.1-3:	Captación N°1, mediciones realizadas por la consultoría
Tabla 6.1-4:	Captación N°2, mediciones realizadas por la consultoría
Tabla 6.1-5:	Mediciones promedio realizadas por la consultoría
Tabla 6.1-6:	Disponibilidad de bombas en la captación N°1 (fuente SEDALORETO)
Tabla 6.1-7:	Disponibilidad de bombas en la captación N°2 (fuente SEDALORETO)
Tabla 6.2-1:	Medición de caudales (l/s) realizadas por la consultoría en la captación N°1 y a la llegada a la planta de tratamiento N°1
Tabla 6.2-2:	Medición de caudales (l/s) realizadas por la consultoría en la captación N°2, a 500m y llegada a la planta de tratamiento N°2
Tabla 6.3-1:	Estación de bombeo de agua sedimentada de la planta N°1 a los filtros de la planta N°2 (fuente SEDALORETO)
Tabla 6.3-2:	Planta de tratamiento, comparación de caudales
Tabla 6.3-3:	Resumen de pérdidas encontradas en las plantas de tratamiento
Tabla 6.3-4:	Estación de bombeo de agua potable N°1 (fuente SEDALORETO)
Tabla 6.3-5:	Estación de bombeo de agua potable N°2 (fuente SEDALORETO)
Tabla 6.3-6:	Estación de bombeo de agua potable N°3 (fuente SEDALORETO)
Tabla 6.3-7:	Mediciones realizadas en por la consultoría en la estación N°1
Tabla 6.3-8:	Mediciones realizadas en por la consultoría en la estación N°2
Tabla 6.3-9:	Mediciones realizadas en por la consultoría en la estación N°3
Tabla 6.3-10:	Análisis físicos, químicos y bacteriológicos (fuente SEDALORETO)
Tabla 7	:Cobertura actual del servicio de agua potable y alcantarillado (1996)
Tabla 7.1-1:	Otros tipos de abastecimiento
Tabla 7.1-2:	Oferta disponible en capitación (m ³ /h)
Tabla 7.1-3:	Vida útil de elementos de acuerdo a los años de antigüedad
Tabla 8	Proyección de población servida por años y por zonas
Tabla 8.1-1:	Definición de términos

Tabla 8.2-1:	Inventario de algunos pozos perforados para extraer agua subterránea de Iquitos
Tabla 8.4-1:	Ponderación de los componentes
Tabla 8.5-1:	Presupuesto de variantes alternativa 1
Tabla 8.5-2:	Presupuesto de alternativa 2 y de su variante
Tabla 8.5-3:	Presupuesto de alternativa 3 y de su variante
Tabla 8.6-1:	Caudales de diseño zonas A, B, C y D
Tabla 8.6-2:	Caudales de diseño zona E
Tabla 8.6-3:	Agua cruda bombeo existente
Tabla 8.6-4:	Agua cruda bombeo planteado
Tabla 8.6-5:	Galería filtrante, bombeo planteado: zona E
Tabla 8.6-6:	Líneas de conducción zonas A, B, C y D
Tabla 8.6-7:	Líneas de conducción zona E
Tabla 8.6-8:	Plantas potabilizadoras
Tabla 8.6-9:	Planta potabilizadora zona E
Tabla 8.6-10:	Estaciones de bombeo de agua tratada
Tabla 8.6-11:	Líneas de impulsión de agua tratada
Tabla 8.6-12:	Reservorios

12. BIBLIOGRAFIA

- [1] Pancorvo, Jorge Romero
Obra de Rehabilitación Planta de Tratamiento de Agua Potable de Iquitos
SEDALORETO
Lima, Perú (1994).
- [2] Rivera Brun, Victor
Obra de Rehabilitación de Tuberías de Conducción de 30" y 16" de Iquitos
SEDALORETO
Lima, Perú (1994).
- [3] Guevara, A.:
Proyecto de Saneamiento de Iquitos,
SANMARTI y Ca., Lima, Perú, (1911).
- [4] O.B.M. Consultora S.R.Ltda.
Plan de Drenaje Integral de la ciudad de Iquitos
Municipalidad Provincial de Maynas
Estudio de Pre Factibilidad
Iquitos, Perú (1992).
- [5] Instituto Nacional de Desarrollo Urbano (INADUR):
Plan Director de Iquitos.
Volumen I a III
Para el Consejo Provincial de Maynas
Iquitos, Perú (1983).
- [6] Consorcio HAGROI
Proyecto de Mejoramiento Institucional y Operativo.
Empresa SEDALORETO
Informe Final (Versión Definitiva)
Lima, Perú (1994).
- [7] Asociación: SANIPLAN - AMSA Consultores - GKW Consult
Estudios de Factibilidad de los Planes de Expansión de Mínimo Costo de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado
Primer Informe - Versión II
Lima, Perú (1996).
- [8] Sánchez/ Bernex de Falen,
El Río que se Aleja. Cambios del curso del Amazonas,
Estudio Histórico Técnico
Iquitos, Perú (1994).
- [9] World Health Organization:
Health Guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture
Report of the WHO Scientific Group, TRS 778, Geneva, (1989).

- [10] Powers, Terry A.
Guía para la evaluación de proyectos de agua potable
Banco Interamericano de Desarrollo - BID
Washington, D.C., USA. (1976).
- [11] Cámara Peruana de Construcción
Reglamento Nacional de Construcciones
Infraestructura Sanitaria para Poblaciones Urbanas Título X
Lima, Perú (1994).
- [12] Marais
New factores in the design, operation and performance of waste water stabilization ponds
Bull. World Health Organization, (1966).
- [13] Gloyna, E.F. :
Waste Stabilization ponds desing
WHO, Geneva, (1971).
- [14] Ministerio de Salud
Ley General de Aguas
Preservación de las aguas y uso de aguas servidas con fines de irrigación
Dirección de Saneamiento Ambiental
Lima, Perú (1970).
- [15] Instituto Nacional de Estadística e Informática
Resultados Definitivos del Censo de Población y Vivienda, 1993
Departamento de Loreto (2 Tomos)
Lima, Perú (1995).
Cepis, Lima, Perú (1982).
- [16] Cáceres López, Oscar
Desinfección del Agua
Ministerio de Salud - OPS - OMS
Lima, Perú (1990).
- [17] Cáceres López, Oscar
Análisis físico químico de agua cruda - Captación Pampa Chica
Iquitos, Perú (1991).
- [18] Asociación Salzgitter-Aqua Plan
Estudios de Factibilidad de los Planes de Expansión de Mínimo Costo de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado de la Ciudad de Iquitos
Iquitos, Perú (1996) *

13. FOTOS DE LA CIUDAD DE IQUITOS-SISTEMA DE PRODUCCION

FOTOS DE LA CIUDAD DE IQUITOS-SISTEMA DE PRODUCCION



Foto 1: Vista aérea de captación rio Nanay (crecida) y líneas de impulsión agua cruda

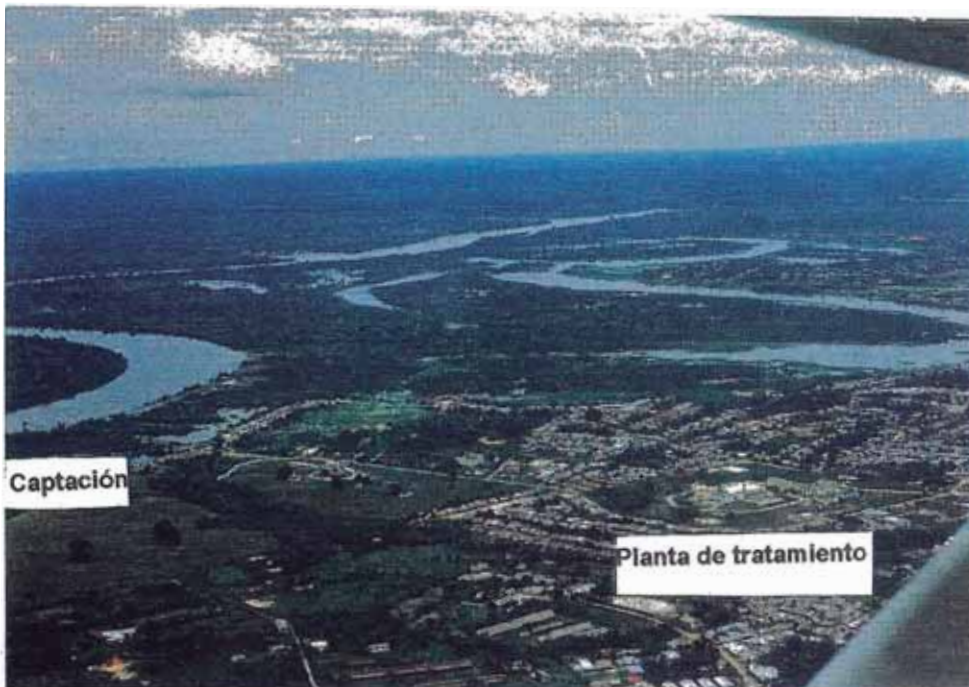


Foto 2: Vista aérea de captación y planta de tratamiento



Foto 3: Captación N°1, reconstrucción de caisson



Foto 4: Grado de corrosión de tubería de impulsión N°1 de agua cruda



Foto 5: Ladrillos caídos del techo del reservorio N°2



Foto 6: Pérdida de agua tratada de los reservorios (60 l/s)