

CAPÍTULO 13

PLAN MAESTRO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

13.1 GENERALIDADES

Se prevé que los componentes del sistema de alcantarillado que se rehabilitarán y desarrollarán hasta el año meta 2020 tengan los efectos siguientes:

- 1) Contribuir al mejoramiento de la calidad del agua en las zonas más deterioradas de la bahía.
 - Resolver el problema de las interconexiones y conducir el agua residual a través del actual sistema de alcantarillado rehabilitado y mejorado con el fin de eliminar la descarga en la Ensenada de Atarés, zona más deteriorada de la bahía. Los drenes de Arroyo Matadero y de Agua Dulce aportan la mayor porción de la carga de contaminación descargada en la Ensenada de Atarés.
- 2) Reducir eficaz y eficientemente las cargas contaminantes mediante el desarrollo de un nuevo sistema de alcantarillado.
 - A través del estudio alternativo sobre el nuevo sistema de alcantarillado, se seleccionó desarrollar el distrito de alcantarillado Luyanó-Martín Pérez hasta el año 2020. Se espera alcanzar la mayor reducción de las cargas contaminantes en el nuevo distrito de alcantarillado con la construcción de una planta de tratamiento secundario de aguas residuales toda vez que el área de servicio cubre la zona más densamente poblada del área sin servicio de alcantarillado de la cuenca de la Bahía de La Habana.
- 3) Incrementar la confiabilidad del sistema existente que de lo contrario afectaría negativamente el medio ambiente de la bahía.
 - Rehabilitación de las cámaras de rejillas de Caballería y de las bombas de la estación de Casablanca.
 - Rehabilitación y mejoramiento del Colector Sur que es el colector más importante para conducir las aguas residuales generadas en la zona de alcantarillado existente.

En este capítulo se resumen los componentes propuestos del sistema de alcantarillado que se implementarán hasta el año 2020, el plan preliminar de operación y mantenimiento para el sistema de alcantarillado propuesto, el programa de ejecución por etapas, la propuesta para el necesario fortalecimiento institucional, el estimado de costo de los proyectos a partir del programa de ejecución propuesto, los efectos del proyecto en el mejoramiento de la calidad del agua de la Bahía de La Habana, las evaluaciones financieras y económicas para el plan maestro del sistema de alcantarillado propuesto, la selección de los proyectos prioritarios para el estudio de factibilidad, así como la evaluación ambiental inicial del plan maestro del sistema de alcantarillado propuesto.

13.2 SISTEMA DE ALCANTARILLADO PROPUESTO

13.2.1 MEJORAS PROPUESTAS PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EXISTENTE

La rehabilitación y el mejoramiento del sistema central de alcantarillado se ha estudiado en la sección 12.2. En la Tabla 13.1 se resume el plan de mejoramiento propuesto para el sistema central de alcantarillado. El mapa general aparece en la Figura 13.1

(1) Colectores

Se incluirán los componentes siguientes: la rehabilitación del Colector Sur, la sustitución de los

colectores principales existentes que sean inadecuados, la instalación del colector a presión y del Colector Sur Nuevo desde la estación de bombeo propuesta de Matadero hasta las cámaras de rejillas de Caballería, la reparación sencilla del túnel de conducción de Casablanca a la Playa del Chivo, y la sustitución del emisario submarino.

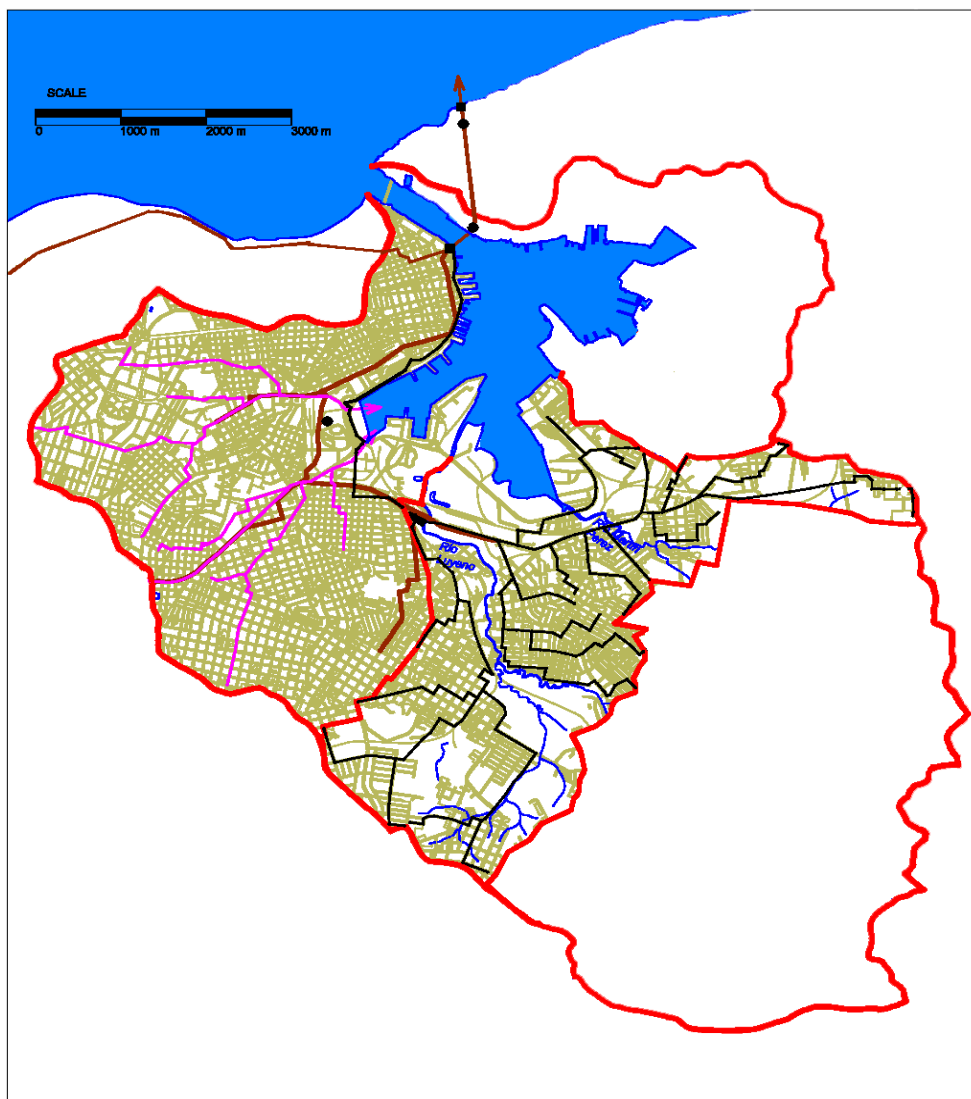
(2) Estaciones de bombeo e instalaciones afines

Se sustituirán tanto las bombas de la Estación de Casablanca como las rejillas del Muelle de Caballería. Se construirán la estación de bombeo de Matadero y la estación de rebombeo.

Tabla 13.1 Plan de mejoramiento del Sistema Central de Alcantarillado

Aspecto	Plan propuesto	Observaciones
1. Estudios detallados de las interconexiones para preparar medidas de solución apropiadas.	Realizar estudios detallados para identificar las interconexiones y preparar medidas de solución con el fin de eliminar la descarga directa de aguas residuales a través de los drenes de Matadero y de Agua Dulce en la Bahía de La Habana por la zona de la Ensenada de Atarés.	
2. Rehabilitación de los colectores con una capacidad inadecuada.	Se ampliará la capacidad de los Colectores existentes en Centro Habana, Cerro, Sur 1, Sur 2 y Sur 3 o se reemplazarán por nuevos Colectores.	
3. Rehabilitación del Colector Sur y construcción del sistema de colección propuesto.	Rehabilitación del Colector Sur (diámetro de 1500 a 2100mm, longitud: 2.78km) y construcción del sistema de colección propuesto: colector a presión de 1,350mm de diámetro y 1,020m de largo, Colector Sur Nuevo de 1500mm de diámetro y 1,830m de largo, y tubería de interconexión de 1,030mm a 1500mm de diámetro y 500m de largo. Construcción de la estación de bombeo de Matadero, Q=20 m ³ /min, altura de bombeo=12 m, 3 unidades incluyendo una de reserva. Durante la rehabilitación del Colector Sur se instalarán otras dos unidades con Q=40 m ³ /min y una altura de bombeo de=12 m.	
4. Rehabilitación de las cámaras de rejillas y estudio detallado de la estructura del sifón	Rehabilitar las cámaras de rejillas (2 unidades) de Caballería, y realizar estudios detallados de las condiciones físicas de las estructuras del sifón con el fin de preparar planes de rehabilitación.	
5. Rehabilitación de la Estación de Bombeo de Casablanca	Sustituir las bombas (Q=1.75 m ³ /s, altura de bombeo=8 m), 4 unidades incluyendo una de reserva.	
6. Rehabilitación del túnel de conducción y construcción de una estación de rebombeo para descargar las aguas residuales en el mar con la instalación de un nuevo emisario submarino.	Descargar las aguas residuales a través de un nuevo emisario submarino con la reparación sencilla del túnel de transmisión. Se construirá una estación de rebombeo (Q=1.75 m ³ /s, altura de bombeo=5 m, 4 unidades incluyendo una de reserva) después del túnel de conducción con el fin de mitigar la carga perdida. El agua puede conducirse por gravedad en el túnel, por lo que una reparación sencilla como el revestimiento interno puede ser aplicable.	
7. Instalación de nuevos emisarios submarinos	Instalar emisarios submarinos de 300m de longitud incluyendo dos tuberías difusoras de 140m de largo.	

Fuente: Equipo de Estudio de JICA



ESTUDIO DEL DESARROLLO DEL ALCANTARILLADO Y EL DRENAJE PLUVIAL EN LA CUENCA TRIBUTARIA DE LA BAHIA DE LA HABANA EN LA REPUBLICA DE CUBA

AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN

Figura 13.1
Plan Maestro del Sistema de Alcantarillado-Mapa general

13.2.2 DESARROLLO DEL NUEVO SISTEMA DE ALCANTARILLADO PROPUESTO

La Figura 13.1 muestra asimismo el mapa general del desarrollo del nuevo sistema de alcantarillado propuesto hasta el 2020 en el que se desarrollará el distrito de alcantarillado Luyanó-Martín Pérez Abajo.

(1) Colectores

Los colectores laterales necesarios para conformar las redes de alcantarillado se diseñan a partir del área de servicio de alcantarillado, tomando en consideración el uso de la tierra y la disponibilidad de las redes de alcantarillado existentes. Los siguientes criterios de diseño se establecen para calcular las necesidades de redes de alcantarillado:

100 m/ha (Zona donde existen fábricas y patios de contenedores y que dispone de redes de alcantarillado, llamada Zona Existente en la Tabla que aparece a continuación)

250 m/ha (Zona comercial y residencial donde no existen redes de alcantarillado, llamada Nueva Zona)

La Tabla siguiente resume las necesidades de redes de alcantarillado.

Tabla 13.2 Redes de alcantarillado para el distrito de alcantarillado Luyanó-Martín Pérez Abajo

Colector conexo	Área de servicio de alcantarillado (ha)		Longitud de las nuevas redes de alcantarillado (m)		
	Zona Existente	Nueva Zona	Zona Existente	Nueva Zona	Total
Colector de la margen derecha de Luyanó-Martín Pérez Right	208.3	336.6	20,830	84,150	104,980
Colector de la margen izquierda de Luyanó	134.5	374.2	13,450	93,550	107,000
Total	342.8	710.8	34,280	177,700	211,980

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

En la Tabla 13.3 se muestran los Colectores necesarios para el desarrollo del Distrito de Alcantarillado Luyanó-Martín Pérez Abajo hasta el 2020, tomando en consideración el método de instalación. La estación de bombeo en el colector no será necesaria en el diseño preliminar.

Tabla 13.3 Colectores necesarios en el distrito de alcantarillado Luyanó-Martín Pérez Abajo

	Tubería	Diámetro de la tubería		Colector Luyanó-Martín Pérez	Colector izquierdo Luyanó	Total
		Externo	Interno	Longitud:m	Longitud:m	Longitud:m
E x c a v a c i ó n		250	216	5,000	3,660	8,660
		315	271	1,980	760	2,740
		400	343	3,670	1,720	5,390
		500	427	640	670	1,310
		630	535	720	560	1,280
		800	678	970	2,250	3,220
		1,000	851	0	120	120
		1,200	1,030	0	2,410	2,410
Total				12,980	12,150	25,130
P e r f o r a c i ó n	Tubería insertada	Diámetro interno de la tubería	Diámetro interno de la tubería insertada	Longitud:m	Longitud:m	Longitud:m
	P l á s t i c o	1,500	216	530	0	530
			271	0	0	0
			343	990	0	990
			427	0	0	0
			535	0	350	350
			678	2,550	330	2,880
			851	250	0	250
			1,030	1,070	570	1,640
	Total			5,390	1,250	6,640
Total mediante el método de perforación				5,390	1,250	6,640
Total				18,370	13,400	31,770

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

(2) Planta de tratamiento de aguas residuales

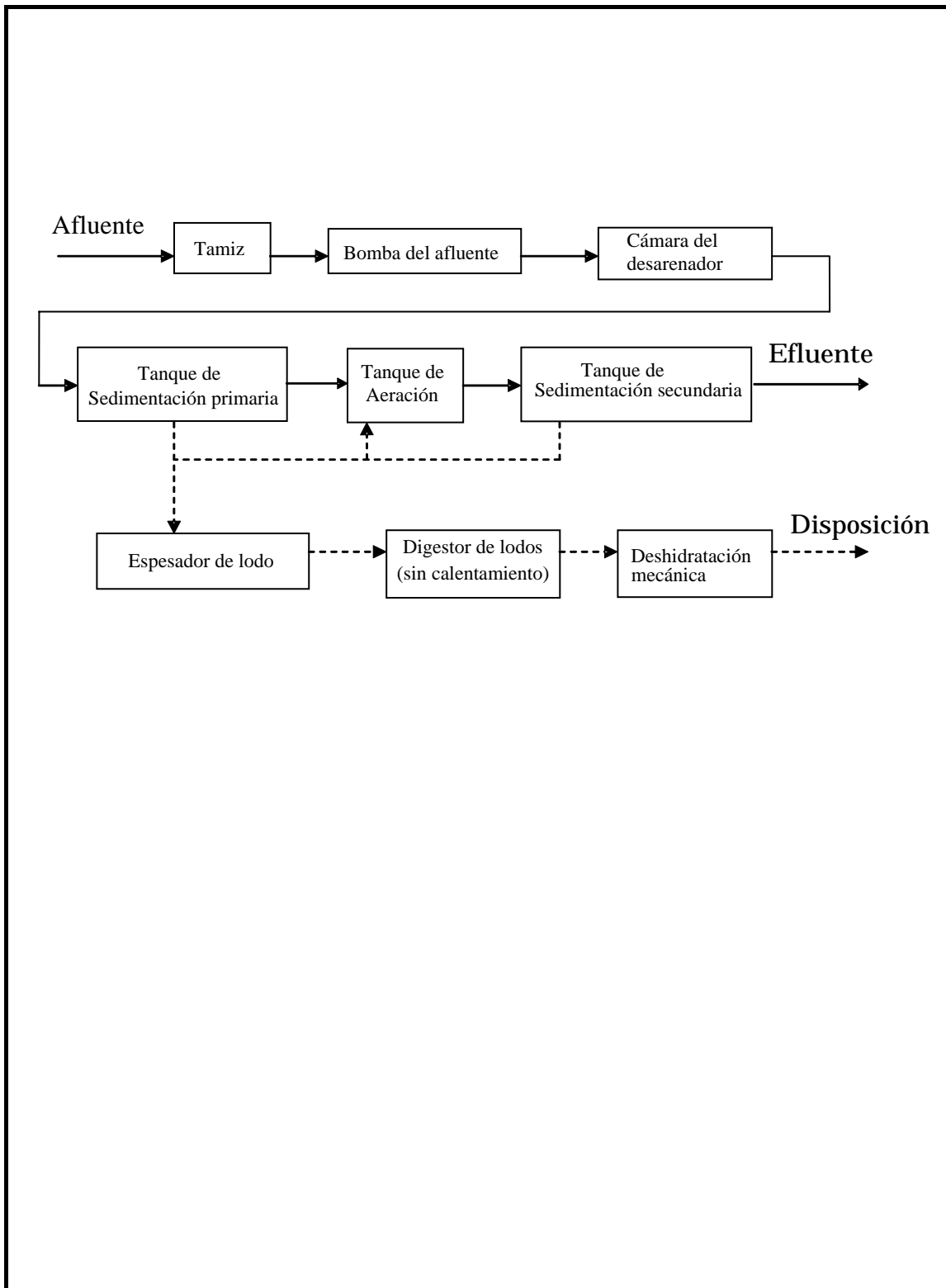
La Tabla 13.4 muestra las instalaciones principales que habrán de construirse en la Planta de tratamiento de aguas residuales Luyanó. El diagrama de flujo del tratamiento de las aguas residuales y de los lodos se ilustra en la Figura 13.2.

Tabla 13.4 Principales instalaciones de la PTAR que se construirán en virtud del Plan Maestro

Instalación	Tipo de instalación	Cantidad	Tamaño, capacidad y especificaciones	Observaciones
1. Instalación preliminar				
	1.1 Cámara de rejas	3 unidades		1 unidad para el Proyecto del GEF/PNUD
	1) Tamiz grueso	3 unidades	Tanque rectangular, m de largox1.2m de ancho, con limpieza manual.	
	2) Tamiz fino	3 unidades	Tanque rectangular, m de largox1.2m de ancho, con limpieza mecánica.	
	1.2Cámara del desarenador	3 unidades	Tanque rectangular, 10m de largox1.5m de anchox0.7m de altura, with colector mecánico de arena.	
	1.3 Bombas del afluente			
	1) Bombas sumergibles	GEF	300mm diámetro., 9.5 m ³ /min	
	2) Bombas sumergibles	3 unidades, incluyendo 1 de reserva	450mm diámetro., 19.0 m ³ /min	
	1.4 Medición del caudal	GEF	Canaleta Parshall, 3 pies	
2. Tanque de sedimentación primaria	Tanque rectangular	6 unidades	17.8m de largox10.0m de anchox3.0m de altura, con barredor de lodo del tipo de cadena y paleta	Carga de superficie: 50 m ³ /m ² /d
3. Tanque de aeración	Tanque rectangular	12 unidades	47.0m de largox5.0m de anchox5.0m de altura	Carga de DBO-SS: 0.35kgBOD/kgS S/día
	Soplador	4 unidades, incluyendo 1 de reserva	300/200mm x 62 m ³ /min	
4. Tanque de sedimentación final	Tanque rectangular	6 unidades	35.5m de largox10.0m de anchox3.0m de altura, con barredor de lodo del tipo de cadena y paleta	Surface loading: 25 m ³ /m ² /d
5. Bombas de lodos recirculados	Bombas de tornillo	6 unidades	3.1 m ³ /min	Proporción promedio de recirculación del 25%
6. Espesador de lodos	De Tipo circular	1 unidades	12.0m diámetro.x3.0m de altura, con barredor mecánico de lodos	Carga de piso: 60kg/m ² /día

7. Digestor de lodos De tipo de flujo radial circular	3 unidades	17.8m de diámetro.x8.9m de alto, sin sistema de calentamiento	Tiempo de retención: 20días
8. Deshidratación mecánica Prensa de filtro de banda	4 unidades	Ancho del filtro: 3m	Coefficiente de carga del filtro: 110kg/m/hour

Fuente: Equipo de Estudio de JICA



ESTUDIO DEL DESARROLLO DEL ALCANTARILLADO Y EL DRENAJE PLUVIAL EN LA CUENCA TRIBUTARIA DE LA BAHIA DE LA HABANA EN LA REPUBLICA DE CUBA

AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN

Figura 13.2
 Diagrama de flujo de las instalaciones de tratamiento propuestas para la PTAR Luyanó

13.3 PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

13.3.1 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES

Los componentes de infraestructura principales tanto del sistema de alcantarillado existente como del nuevo sistema propuesto son los siguientes:

- Colectores y sub-colectores,
- Colectores sanitarios ramales y laterales,
- Estaciones de bombeo, y
- Planta de tratamiento de aguas residuales.

13.3.2 TRABAJOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La operación y el mantenimiento (O/M) del sistema de aguas residuales significan, respectivamente, a) operar el sistema de conformidad con las normas y los procedimientos documentados y diseñados y b) garantizar que el sistema se mantenga en buenas condiciones de operación. Las instalaciones han de mantenerse adecuadamente para que el sistema pueda realizar eficientemente y sin percances sus funciones inherentes, a saber, colectar y conducir las aguas residuales hasta la planta de tratamiento, tratar las aguas residuales y disponer del agua residual tratada en vertederos.

Existen dos clases de mantenimiento: preventivo y correctivo. El mantenimiento preventivo implica la inspección inicial del sistema de colección y tratamiento y el análisis de los datos existentes para identificar las áreas problemáticas, lo que permite desarrollar el tipo, la magnitud y la frecuencia del mantenimiento preventivo planificado necesario.

El mantenimiento correctivo significa mantenimiento de emergencia o no planificado para hacer frente, por ejemplo, a la rotura de un colector, a una interrupción provocada por residuos sólidos, raíces o grasa, o por el caudal de entrada o la infiltración excesivos. Sus objetivos son mejorar el servicio, reducir la ocurrencia de emergencias y minimizar los costos del programa de mantenimiento preventivo.

(1) Colectores

Ha de desarrollarse un programa de mantenimiento de las tuberías para todo el año con el énfasis en el mantenimiento preventivo. En virtud de tal programa, los colectores, incluyendo los registros de mantenimiento, las estaciones de bombeo, y las estructuras especiales deben inspeccionarse y, de ser necesario, repararse. Los lugares más problemáticos han de revisarse con más frecuencia. Las brigadas de mantenimiento deben limpiar y mantener los colectores, tratarlos químicamente para controlar el crecimiento de las raíces, así como realizar trabajos encaminados a la reducción de insectos y roedores. En la actualidad, la mayor parte del mantenimiento de los colectores es no planificado, mas se prevé que sea más frecuente que un programa de mantenimiento preventivo planificado debido al abuso continuo del sistema de alcantarillado por la mayoría de la población.

El diseño de los nuevos colectores ha de garantizar la preservación de las condiciones aeróbicas en los colectores principales así como la ventilación apropiada de todo el sistema de alcantarillado. Con el fin de cumplir con estos requisitos generales, habrán de tomarse en consideración una serie de factores principales de ventilación, incluyendo el viento, el aumento o la disminución del agua residual en los colectores, la respiración de las aguas residuales, así como el conocimiento de los conductos de ventilación en el sistema de alcantarillado.

Se requerirá de vez en cuando la limpieza y el baldeo para eliminar las obstrucciones o la acumulación de arena y detrito. Toda vez que los colectores constituyen uno de los elementos

fundamentales del sistema, su inspección regular resulta una necesidad. Ha de evaluarse el riesgo de deterioro estructural en relación con las condiciones del terreno, la calidad del colector instalado, y la naturaleza y las características de las aguas residuales. Tal evaluación proporcionará una base para juzgar la frecuencia de las inspecciones a lo largo de todo su recorrido y los aspectos que habrán que observarse y registrarse cuando tengan lugar las inspecciones. Deberán asimismo inspeccionarse los interceptores con el objetivo de detectar indicios de deterioro así como defectos evidentes que pudieran notarse durante una inspección.

Resulta difícil recomendar una frecuencia para la inspección de los colectores sin valorar los riesgos potenciales más claramente. Sin embargo, asumiendo una larga vida útil para los colectores las frecuencias de inspección mínimas pudieran ser las siguientes:

- 1) Caminata una vez al año por aquellos colectores a los que un hombre pueda acceder.
- 2) En los colectores a los que no se pueda acceder, ha de realizarse una inspección diaria de los colectores desde los registros también una vez al año, e
- 3) Inspección detallada de secciones seleccionadas una vez cada cinco años.

Han de verificarse la solidez y seguridad de las tapas de los registros y engrasarse de ser necesario cada vez que se levanten. Han de inspeccionarse asimismo la solidez y seguridad de las escaleras, los pasos de hierro, las barandas y las cadenas de seguridad. Deben revisarse las condiciones generales de la caja, los rellanos, y bancos del registro para detectar posibles defectos. Los registros se inspeccionarán una vez al año como mínimo hasta que se pueda conformar un patrón de información registrada cuando la frecuencia pueda revisarse.

(2) Estaciones de bombeo

La seguridad del suministro eléctrico a las estaciones de bombeo es decisiva, mientras que los equipos eléctricos, mecánicos e instrumentales así como los componentes estructurales requieren inspección y mantenimiento regulares. Toda vez que existe una gran variedad de equipos importantes que han de inspeccionarse, deberá prepararse un programa detallado de mantenimiento programado. Tal programa estará a la vista en los paneles de control de todas las pequeñas estaciones locales y en la superestructura de las estaciones de bombeo principales. Han de identificarse en los manuales eléctricos y mecánicos los aspectos fundamentales antes que la estación entre en funcionamiento.

Para la eliminación de las obstrucciones, de la arena y de los sedimentos pueden emplearse chorros de agua a presión o sistemas de vacío en plantas fijas o transportadas con el fin de extraer el material del pozo sumidero de la estación.

En las estaciones de bombeo las fuentes principales de generación de olores desagradables son las cámaras de rejillas, los pozos sumideros, y las cámaras del desarenador. El material extraído de las rejillas debe mantenerse en recipientes cerrados hasta que se transporte para su disposición en vertederos con relleno sanitario, o se deshidrate e incinere. Tales precauciones pueden evitar la liberación de olores provenientes de compuestos orgánicos que contienen sulfuro y nitrógeno tales como mercaptanos, e indoles y escatoles respectivamente.

Con frecuencia los pozos sumideros continen o reciben agua residual séptica. Además de la liberación de sulfuro de hidrógeno, se generan otros olores de los depósitos de grasa en las paredes y en la superficie líquida. Las paredes han de limpiarse y las natas eliminarse y mantenerse en contenedores cerrados para su disposición con el material extraído de las rejillas. Los pozos sumideros deben baldearse una vez a la semana como mínimo con el fin de evitar la acumulación de sólidos que pueden volverse anaeróbicos y producir gases malolientes.

En las estaciones de bombeo principales, las cámaras del desarenador se habilitarán antes que las bombas. Las cámaras pueden limpiarse lo mismo manual que mecánicamente. El lavado de la arena puede resultar necesario para producir una arena lo suficientemente libre de materiales

orgánicos como para minimizar la generación de olores desagradables tanto en la estación como en el vertedero. Es importante limpiar las unidades inmediatamente después que dejan de funcionar para evitar que el agua residual y los sólidos no se vuelvan sépticos y generen malos olores.

(3) Plantas de tratamiento de aguas residuales

Para contribuir a evitar y controlar los contaminantes llevados por el aire y reducir así los olores desagradables, han de considerarse las siguientes medidas generales en las etapas de diseño detallado y de operación y mantenimiento:

Limpieza regular y cuidadosa, incluyendo la frecuente eliminación de limo, nata, material extraído de las rejillas, y acumulaciones de arena, así como la inspección y el mantenimiento periódicos de todas las estructuras de la planta.

Mantener niveles adecuados de oxígeno disuelto mediante la aereación.

Evitar la acumulación o el envejecimiento del lodo mediante la eliminación frecuente de los sólidos, la mezcla apropiada en los tanques, la suficiente velocidad del caudal, o la colocación de transiciones uniformes en las estructuras para eliminar las cavidades “muertas”.

Colocar las unidades que potencialmente generan más olores ofensivos tales como el equipo de deshidratación mecánica, los tanques de lodos, etc., en estructuras con ventilación forzada.

Evitar las sobrecargas con la recirculación, la igualación del caudal o la instalación de unidades de desborde.

13.4 PROGRAMA DE EJECUCIÓN POR ETAPAS

13.4.1 PROGRAMA GENERAL DE EJECUCIÓN

La construcción por etapas de los componentes del sistema de alcantarillado propuesto extenderá los gastos de capital por un período de años. Se propone un programa completo de ejecución del sistema de alcantarillado de 15 años para la realización del plan maestro de alcantarillado propuesto hasta el año 2020, como se muestra en la Figura 13.3. Tal programa de ejecución se dividirá en tres etapas consecutivas, no comenzará antes del 2006 y concluirá en el 2020.

13.4.2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO POR ETAPAS

Los componentes del sistema de alcantarillado que se construirán en cada etapa son los siguientes:

(1) Primera etapa

- 1-1) Ejecución de las medidas necesarias para resolver el problema de las interconexiones en la zona relacionada con el Dren Matadero.
- 1-2) Rehabilitación de las cámaras de rejillas de Caballería.
- 1-3) Rehabilitación de la estación de bombeo de Casablanca.
- 1-4) Construcción de la estación de bombeo de Matadero.
- 1-5) Instalación de la tubería de interconexión entre el Colector Cerro y la estación de bombeo de Matadero.
- 1-6) Instalación del nuevo colector a presión y del Colector Sur Nuevo entre la estación de

bombeo de Matadero y las cámaras de rejillas de Caballería.

- 1-7) Instalación del Colector de la margen derecha del Luyanó-Martín Pérez..
- 1-8) Instalación del Colector de la margen izquierda del Luyanó.
- 1-9) Construcción de las instalaciones para el tratamiento biológico secundario de las aguas residuales en el mismo emplazamiento de la PTAR del GEF/UNDP (capacidad de tratamiento de 207 L/s), a saber, la PTAR Luyanó. La capacidad total de tratamiento asciende a 407 L/s o 35,200 m³/d.
- 1-10) Instalación de redes de alcantarillado y conexiones a las viviendas en el Distrito de Alcantarillado Luyanó-Martín Pérez Abajo.
- 1-11) Estudio y diseño detallados para resolver el problema de las interconexiones en la zona relacionada con el Dren Matadero.
- 1-12) Estudio de las condiciones físicas de la estructura del sifón.

(2) Segunda etapa

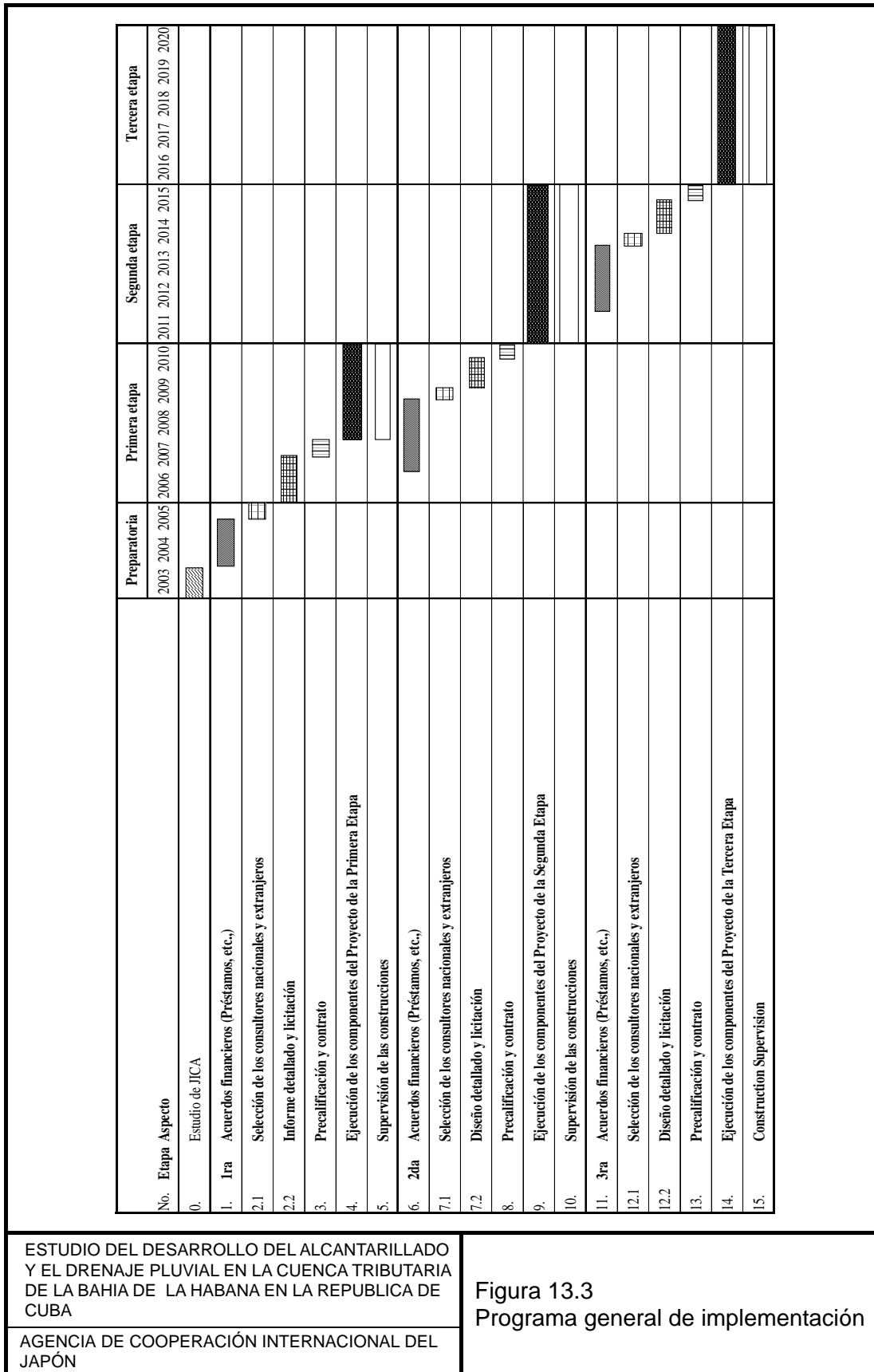
- 2-1) Ejecución de las medidas necesarias para resolver el problema de las interconexiones en la zona relacionada con el Dren Agua Dulce.
- 2-2) Rehabilitación del Colector Sur.
- 2-3) Construcción del Colector Sur A.
- 2-4) Construcción de la estación de re-bombeo para el sistema central de alcantarillado
- 2-5) Reparación del túnel de conducción.
- 2-6) Sustitución del emisario submarino.
- 2-7) Extensión del Colector de la margen derecha del Luyanó-Martín Pérez.
- 2-8) Extensión del Colector de la margen izquierda del Luyanó.
- 2-9) Expansión de las instalaciones para el tratamiento biológico secundario de las aguas residuales en la PTAR Luyanó. La expansión de la capacidad de tratamiento es de 207 L/s., elevando la capacidad total de tratamiento a 614 L/s o 53,100 m³/d.
- 2-10) Instalación de redes de alcantarillado y conexiones a las viviendas en el distrito de alcantarillado Luyanó-Martín Pérez Abajo.
- 2-11) Estudio y diseño detallados para resolver el problema de las interconexiones en la zona relacionada con el Dren Agua Dulce.

(3) Tercera etapa

- 3-1) Ejecución de las medidas necesarias para resolver el problema de las interconexiones en la zona relacionada con el Dren Agua Dulce.
- 3-2) Extensión del Colector de la margen derecha del Luyanó-Martín Pérez.
- 3-3) Extensión del Colector de la margen izquierda del Luyanó.
- 3-4) Expansión de las instalaciones para el tratamiento biológico secundario de las aguas residuales en la PTAR Luyanó. La expansión en la capacidad de tratamiento es de 207 L/s, elevando la capacidad total de tratamiento a 821 L/s o 71,000 m³/d.
- 3-5) Instalación de redes de alcantarillado y conexiones a las viviendas en el distrito de alcantarillado Luyanó-Martín Pérez Abajo.

13.4.3 PROGRAMA DE EJECUCIÓN PROPUESTO PARA EL PROYECTO DE CADA ETAPA

En las Figuras 13.4 a 13.6 se resume el programa de ejecución para el proyecto de cada etapa.



ESTUDIO DEL DESARROLLO DEL ALCANTARILLADO Y EL DRENAJE PLUVIAL EN LA CUENCA TRIBUTARIA DE LA BAHIA DE LA HABANA EN LA REPUBLICA DE CUBA

AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN

Figura 13.3 Programa general de implementación

No.	Etapa Aspecto	Preparatory				First Stage			
		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0.	Estudio de JICA	▨							
1.	1ra Acuerdos financieros (Préstamos, etc.,)		▨						
2.1	Selección de los consultores nacionales y extranjeros			▨					
2.2	Diseño detallado y licitación				▨				
3.	Precalificación y contrato					▨			
4.	Ejecución de los componentes del Proyecto de la Primera Etapa 1) Ejecución de las medidas necesarias para resolver el problema de las interconexiones en la zona relacionada con el Dren Matadero. 2) Rehabilitación de las cámaras de rejillas de Caballería. 3) Rehabilitación de la estación de bombeo de Casablanca. 4) Construcción de la estación de bombeo propuesta. 5) Instalación de la tubería de interconexión entre el Colector Cerro y la estación de bombeo de Matadero 6) Instalación del colector a presión y del Colector Sur Nuevo entre la estación de bombeo de Matadero y las cámaras de rejillas de Caballería. 7) Instalación del Colector propuesto para la margen derecha de Luyanó-Martín Pérez 8) Instalación del Colector propuesto para la margen izquierda del río Luyanó 9) Construcción de las nuevas instalaciones para el tratamiento biológico secundario de las aguas residuales en la PTAR Luyanó con una capacidad de tratamiento de 207 L/s. La capacidad de tratamiento asciende por tanto a 407 L/s o 35,200 m ³ /d. 10) Instalación de nuevas redes de alcantarillado y conexiones a las viviendas en el Distrito de Alcantarillado Luyanó-Martín Pérez 11) Estudio detallado y trabajos de diseño para resolver el problema de las interconexiones en la zona relacionada con el Dren Matadero. 12) Estudio de las condiciones físicas del sifón								
5.	Supervisión de las construcciones								

ESTUDIO DEL DESARROLLO DEL ALCANTARILLADO Y EL DRENAJE PLUVIAL EN LA CUENCA TRIBUTARIA DE LA BAHIA DE LA HABANA EN LA REPUBLICA DE CUBA

AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN

Figura 13.4
Programa de implementación propuesto para el Proyecto de la Primera Etapa

No.	Etapa	Aspecto	Primera etapa					Segunda etapa							
			2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015			
6.	2da	Acuerdos financieros (Préstamos, etc.,)													
7.1		Selección de los consultores nacionales y extranjeros													
7.2		Diseño detallado y licitación													
8.		Precalificación y contrato													
9.		Ejecución de los componentes del Proyecto de la Segunda Etapa 1) Ejecución de las medidas necesarias para resolver el problema de las interconexiones en la zona relacionada con el Dren Agua Dulce. 2) Rehabilitación del Colector Sur. 3) Construcción del Colector Sur A. 4) Construcción de la estación de re-bombeo para el Sistema Central de Alcantarillado. 5) Trabajos de reparación del túnel de conducción. 6) Sustitución del emisario submarino. 7) Extensión del Colector de la margen derecha de Luyanó-Martín Pérez 8) Extensión del Colector de la margen izquierda del río Luyanó 9) Expansión de las instalaciones para el tratamiento biológico secundario de las aguas residuales en la PTAR Luyanó. La expansión de la capacidad de tratamiento es de 207 L/s, por lo que la capacidad total de tratamiento se eleva a 614 L/s o 53,100 m ³ /d. 10) Instalación de nuevas redes de alcantarillado y de conexiones a las viviendas en el Distrito de Alcantarillado Luyanó-Martín Pérez Abajo 11) Estudio detallado y trabajos de diseño para resolver el problema de las interconexiones en la zona relacionada con el Dren Agua Dulce.													
10.		Supervisión de las construcciones													

ESTUDIO DEL DESARROLLO DEL ALCANTARILLADO Y EL DRENAJE PLUVIAL EN LA CUENCA TRIBUTARIA DE LA BAHIA DE LA HABANA EN LA REPUBLICA DE CUBA

Figura 13.5
Programa de implementación propuesto para el Proyecto de la Segunda Etapa

AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN

No.	Etapa Item	Segunda etapa				Tercera etapa					
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
11.	3ra Acuerdos financieros (Préstamos, etc.,)										
12.1	Selección de los consultores nacionales y extranjeros										
12.2	Diseño detallado y licitación										
13.	Precalificación y contrato										
14.	Ejecución de los componentes del Proyecto de la Tercera Etapa										
	1) Ejecución de las medidas necesarias para resolver el problema de las interconexiones en la zona relacionada con el Dren Agua Dulce.										
	2) Extensión del Colector de la margen derecha de Luyanó-Martín Pérez										
	3) Extensión del Colector de la margen izquierda del río Luyanó										
	4) Expansión de las instalaciones para el tratamiento biológico secundario de las aguas residuales en la PTAR Luyanó. La expansión de la capacidad de tratamiento es de 207 L/s, por lo que la capacidad total de tratamiento asciende a 821 L/s o 71,000 m ³ /d.										
	5) Instalación de nuevas redes de alcantarillados y conexiones a las viviendas en el Distrito de Alcantarillado Luyanó-Martín Pérez Abajo										
15.	Supervisión de las construcciones										

ESTUDIO DEL DESARROLLO DEL ALCANTARILLADO Y EL DRENAJE PLUVIAL EN LA CUENCA TRIBUTARIA DE LA BAHIA DE LA HABANA EN LA REPUBLICA DE CUBA

AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN

Figura 13.6
Programa de Implementación propuesto para el Proyecto de la Tercera Etapa

13.5 FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL

13.5.1 GENERALIDADES

(1) INRH

La agencia gubernamental responsable del sector del agua y del alcantarillado, el INRH, fue instituido en 1962 por el Gobierno Revolucionario como una organización responsable de llevar a cabo las políticas del gobierno sobre el uso de los recursos hidráulicos en términos del desarrollo económico y social de la Revolución.

Hubo algunos cambios institucionales en 1969 y 1977, y después en 1989, mediante la Ordenanza 144 y el INRH fue confirmado como la institución principal del gobierno central a cargo de dirigir, implementar y controlar la aplicación de las políticas gubernamentales relativas a los recursos hidráulicos de Cuba. El INRH es una institución viable y no necesita ser fortalecida.

La vinculación entre el INRH y las corporaciones de alcantarillado es clara y directa en el sentido de que el INRH controla dichas empresas a través de un sistema empresarial, como aparece en el gráfico 7.4. En todos los casos el INRH, en nombre del Gobierno, es el dueño de los activos, mientras que las empresas son responsables de la operación y el mantenimiento. Se mantienen estrechos vínculos con las empresas de agua y alcantarillado a través de las delegaciones provinciales. Por lo tanto, en el caso de Ciudad de La Habana, el vínculo es a través del DPRH/Ciudad Habana.

(2) Corporaciones de Agua y Alcantarillado

Acueducto del Este es una empresa enteramente cubana y cuenta con el apoyo total del INRH. Aguas de la Habana es una empresa mixta con una fuerte sociedad entre el INRH y Aguas de Barcelona, siendo la última la responsable de la administración y las operaciones bajo un acuerdo de concesión. Ya que es posible que en el futuro cercano, el área de servicios de Aguas de la Habana sea extendido para incluir el Acueducto del Este, la situación institucional de la corporación de agua y alcantarillado, Aguas de la Habana, en virtud de un acuerdo de concesión a largo plazo, esto no de pie a preocupaciones institucionales.

(3) CITMA

CITMA es una agencia gubernamental a cargo de la política ambiental y de su administración. A diferencia del INRH, el CITMA no tiene un ingreso significativo, a no ser las asignaciones monetarias del gobierno. Además de las cuestiones relativas a las aguas marinas y los recursos, los aspectos ambientales son también responsabilidad de otros ministerios e instituciones, como muestra el gráfico 3.10, siendo por ejemplo, los siguientes ministerios: el MINAG (áreas de manglares), el MIP (ecosistema marino) y el MINTRANS (actividades portuarias).

Además, la Ley sobre Medio Ambiente (No. 81) también establece que CITMA combine sus actividades con el Ministerio de Turismo, Economía y Planificación, el INRH, entre otros, y con las agencias del gobierno del Poder Popular.

En las discusiones del Grupo de Enfoque, en noviembre del 2002, los problemas de la contaminación de la bahía fueron mencionados por los participantes, incluido la falta de información y educación, falta de fondos, ausencia de una autoridad portuaria centralizada, decretos y el cumplimiento de la ley, así como la falta de un representantes del medio ambiente en las industrias. En el Taller sobre educación ambiental, celebrado en febrero del 2003, algunos de estos puntos fueron nuevamente mencionados.

Parecería, por lo tanto, que debido a la complejidad de la cooperación y los vínculos con muchas otras entidades del gobierno, existe la necesidad de concentrarse en el sistema

financiero e institucional del CITMA, durante la fase de factibilidad. Puede que exista la necesidad de fortalecer la capacidad administrativa y ejecutiva del CITMA.

Además, el propósito de la Ley No. 81 es la de establecer los principios legales que rigen la política ambiental y los requerimientos legales para regular la administración del medio ambiente. Mientras que se reconoce que se han emitido decretos y regulaciones, se necesitan más leyes y regulaciones en el sector ambiental para fortalecer la ley básica y garantizar su cumplimiento, tomando en cuenta las necesidades económicas, principalmente en la industria.

(4) MINTRANS & GTE

En lo relativo a la operación de la Bahía de La Habana, el MINTRANS juega un papel significativo, y el Grupo de Trabajo Estatal (GTE) juega el papel de fortalecer las actividades de inspecciones estatales para la seguridad, funcionamiento y limpieza de la Bahía. Como se muestra en la sección 7.2.2 de el presente informe, el GTE, el CIMAB, el CITMA, CENHICA y EAH están todos involucrados en la calidad del agua y la contaminación de la Bahía y sus ríos tributarios. Como se sugiere en la sección 10.4 de este informe, se recomienda que el GTE reciba suficientes fondos para que asuma la responsabilidad de una base de datos integrada sobre la calidad del agua.

Se recomienda además que el GTE coordine las funciones ambientales del MINAG, MINSAP y del MIP dentro de la Bahía, para fortalecer su posición como principal grupo responsable por el medio ambiente de la Bahía. Sin embargo, dicho fortalecimiento no brinda la solución total, ya que queda aún el aspecto importante de las industrias en el perímetro de la Bahía que continúan descargando contaminantes directamente a la Bahía.

En las discusiones del Grupo Focal, la sesión para la planificación de la solución de los problemas, citó al MINBAS como el sector que debe estar a cargo de la contaminación con hidrocarburos, sin embargo el MINBAS no parece estar dentro del marco institucional referente a la contaminación de la Bahía. Se analizó además la no existencia de una autoridad portuaria centralizada, capaz de atraer a todos los interesados en la Bahía.

Se sugiere que el GTE juegue un papel mayor en el control de esta contaminación, además de monitorear la calidad del agua. Se reconoció que gran parte del problema de la contaminación es debido a las dificultades económicas y no a la falta de voluntad por hacer cumplir las leyes. El financiamiento y la estructura institucional del GTE se debería discutir e investigar aún más durante la fase de factibilidad.

13.5.2 OPERACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y PERSONAL DE MANTENIMIENTO

(1) Generalidades

En el supuesto que el área de servicios de Aguas de la Habana sea extendido para incluir el área actualmente bajo la jurisdicción del Acueducto del Este, antes de comenzar cualquier trabajo de este proyecto, Aguas de la Habana sería la institución responsable de todas las operaciones y del mantenimiento.

La empresa mixta Aguas de la Habana está al cumplir tres años de los veinticinco estipulados en su acuerdo de concesión con Aguas de Barcelona, y ya ha logrado grandes mejoras en las operaciones de administración y en la rehabilitación de sus activos. Como en la mayoría de las empresas con participación privada,, el esfuerzo inicial fue el de examinar y reestructurar la organización, donde fuera necesario, y acordar nuevas condiciones laborales y contratos con sus empleados. Además la administración, contaduría y sistemas de comunicaciones fueron mejorados utilizando el paquete de aplicaciones corporativas de Aguas de Barcelona.

Las operaciones han sido considerablemente mejoradas con los nuevos sistemas de

comunicaciones y los niveles de servicios han aumentado, incluyendo el tiempo de respuesta a las quejas, continuidad del suministro de agua por cañerías y el nivel de clorificación. Las mejoras continuarán hasta llegar a la meta del abasto de agua por cañerías durante 24 horas para todos los clientes.

Aguas de Barcelona tiene un programa de inversión por 5 años de USD \$ 18.7 millones y como ejemplo de lo logrado por la nueva entidad, en el 2001 y en el 2002, un total de 150 km de la red de distribución de agua ha sido rehabilitada, representando poco menos de un 10% del total de la red que se necesita rehabilitar. Las principales áreas fueron Centro Habana, Habana Vieja y Playa. La población beneficiada de este trabajo es de casi 330,000.

Mucho se ha logrado en los primeros cinco años de concesión, pero se debe reconocer que aún queda mucho por hacer para rehabilitar todo el sistema que es viejo y ha estado operando por muchos años. Los trabajos de rehabilitación se han concentrado principalmente en el suministro de agua en vez que en el sistema de alcantarillado sobre lo cual la rehabilitación y las extensiones están propuestas en este estudio.

Todo el personal detallado en las siguientes secciones (2), (3) y (4) será ubicado en las instalaciones que se construirán o rehabilitarán.

(2) Plantas de Tratamiento

La siguiente Tabla muestra el nuevo personal que se necesita para las plantas de tratamiento propuestas:

Tabla 13.5 Nuevo Personal para la Planta de Tratamiento

Descripción	Fase I No. de Personal	Fase II No. de Personal	Fase III No. de Personal
PTAR Luyanó (principal)			
Gerente	1	1	0
Jefe Sección – Administración	0	0	1
Jefe Sección – Tratamiento	1	1	1
Jefe Sección – Operaciones	1	1	1
Jefe Sección – Calidad Agua	1	1	0
Ingeniero – Tratamiento	2	2	1
Ingeniero – Calidad Agua	3	3	0
Administrador – Gerencia	1	1	1
Operadores – Tratamiento	2	2	2
Operadores – General	9	12	12
Choferes	2	2	2
Trabajadores	4	4	4
Total	27	30	30

En virtud del acuerdo institucional de la concesión, el INRH se convierte en dueño de los activos a nombre del estado, y Aguas de la Habana los operará y mantendrá. Mientras que las nuevas plantas de tratamiento, utilizando el sistema de lodos activados, necesitará entrenamiento para su personal, solamente se necesitará poco de fortalecimiento institucional. La Sección de Administración y Entrenamiento del Departamento de Recursos Humanos debe ser capaz de enfrentar el entrenamiento del personal para los trabajos adicionales.

El entrenamiento laboral formará parte del contrato de construcción y Aguas de Barcelona, a través de su contrato de administración, podrá brindar cualquier otra necesidad de entrenamiento especializado. Aguas de la Habana ya opera dichas plantas en Varadero, donde

se demostró que el personal cubano tiene el nivel educacional necesario para asimilar las nuevas tecnologías.

(3) Estaciones de Bombeo

La siguiente Tabla muestra el personal necesario para las estaciones de bombeo, en existencia (a ser rehabilitadas) y para las propuestas:

Tabla 13.6 Personal Estación de Bombeo

Descripción	Fase I No. De Personal	Fase II No. De Personal	Fase III No. De Personal
Estación de Bombeo Matadero			
Gerente	0	0	0
Jefe de Sección – Administración	1	1	1
Jefe de Sección – Operaciones	1	1	1
Ingeniero	0	0	0
Administrador – Gerencia	1	1	1
Operadores – Planta Bombeo	8	8	8
Choferes	1	1	1
Trabajadores	2	2	2
Total para la EB Matadero	14	14	14
Estación de bombeo Casablanca			
Gerente	1	1	1
Jefe de sección-Administración	0	0	0
Jefe de sección-Operaciones	1	1	1
Ingeniero	0	0	0
Administrador-Gerencia	1	1	1
Operarios-Planta de bombeo	12	12	12
Choferes	1	1	1
Trabajadores	6	6	6
Total para EB Casablanca	22	22	22
Estación de re-bombeo			
Gerente		0	0
Jefe de sección-Administración		0	0
Jefe de sección-Operaciones		1	1
Ingeniero		0	0
Administrador-Gerencia		1	1
Operarios-Planta de bombeo		6	6
Choferes		1	1
Trabajadores		3	3
Total para la estación de re-bombeo	0	12	12

Para la Estación de Bombeo Matadero y para la estación de re-bombeo se aplicará el usual entrenamiento en el propio puesto de trabajo al final del contrato de construcción. Asimismo, la compañía Aguas de La Habana cuenta con experiencia y calificación para colaborar en tal sentido.

Casablanca es una estación de bombeo existente y no habrá problemas para mantener al personal en la nueva planta de bombeo. Esto será realizado a través del entrenamiento laboral, como parte del contrato.

(4) Alcantarillado y Drenaje

La operación y el mantenimiento de las mejoras del sistema central serán incluidos en la actual División de Alcantarillado y Drenaje de Aguas de la Habana. Cuando el servicio del área sea extendido para que cubra el área oriental, se podrá establecer una nueva división con el personal de la Unidad de Alcantarillado y Drenaje, actualmente subordinado al Acueducto del Este. Esto se convertiría en la Base Oriental de Alcantarillado y Drenaje subordinado a Aguas de la Habana. Ninguno de estos trabajos tendría un impacto en el sistema institucional ni requeriría ningún tipo de entrenamiento significativo de personal.

13.5.3 OTROS PLANES DE DESARROLLO DE RECURSOS HUMANOS

(1) Sede de la Agencia Ejecutora

Como se explicó anteriormente, es probable que la empresa mixta Aguas de la Habana se expanda y se haga cargo del área de servicio del Este, en un futuro cercano y mucho antes del propuesto comienzo de este proyecto. Aguas de la Habana será por lo tanto la agencia ejecutora bajo la jurisdicción del INRH.

Aguas de la Habana tiene un Departamento de Recursos Humanos con una sección dedicada a la Administración y el Entrenamiento. La necesidad de un programa de desarrollo de recursos humanos para administrar el proyecto propuesto puede ser brindado a través de dicho departamento. Ya que la administración y el entrenamiento forman parte del acuerdo de concesión, no debe haber problemas para que la agencia ejecutora pueda diseñar un plan de desarrollo de recursos humanos.

Una parte significativa del esquema general son los proyectos que comprenden la construcción de redes de alcantarillado y de conexiones a las viviendas que comenzará en el distrito de alcantarillado Luyanó-Martín Pérez Abajo.

Los departamentos requeridos para el desarrollo del nuevo distrito de alcantarillado son los siguientes:

a) Departamento de Administración y Servicios

Para el desarrollo del nuevo distrito de alcantarillado, se necesitará más personal administrativo y de servicios. Una decisión respecto a si se crearía un nuevo departamento o si el personal sería asimilado dentro del marco institucional existente, pudiera ser hecha por la agencia ejecutora (ver Figura 7.5). Sin embargo, el número de personal extra es calculado en 26 inicialmente, elevándose a 31 y hasta 32 en las fases subsiguientes en las divisiones que siguen:

Director General	1
Administrador General	5
Contador	4
Administrador de Cuentas (Cobro)	9
Personal	3
Asuntos de Propiedad	3
Gerencia de Información	3
Administrador de Vehículos	4

La agencia ejecutora no tendría problemas en hacer los cambios institucionales necesarios para enfrentar las necesidades de la oficina central.

b) Departamento de Construcción

Se necesita este nuevo departamento central por parte de los proyectos autofinanciados por GOC, comprendiendo la construcción de redes de alcantarillados y conexiones domésticas en el área oriental. Ya que casi no existe experiencia en este tipo de trabajo fuera de las corporaciones de alcantarillado y agua, podría ser asumido que Aguas de La Habana establecería un nuevo departamento para la construcción de redes de alcantarillado. Para las conexiones domésticas se podría incluir la participación de la comunidad en labores no calificadas desde las casas hacia la red de alcantarillado. Esto sería un nuevo concepto para la actual administración de Aguas de La Habana, pero no debe representar problemas institucionales, ya que la participación activa de la comunidad en Cuba ha sido lograda exitosamente en ocasiones anteriores

La construcción de la red de alcantarillado y la instalación de las conexiones domésticas es un proceso continuo a lo largo de las tres fases y el personal requerido desde un principio es de 31 en total, en las siguientes divisiones:

Jefe de Departamento	1
Administrador General	6
División de Planificación	4
División de Diseño	6
División de Construcción	7
Ingeniería de conexión casera	7

Este nuevo departamento estaría bajo el control general de la División de Construcción del Departamento Técnico ya existente.

c) Departamento de Operaciones y Mantenimiento

A medida en que los nuevos trabajos comiencen a realizarse durante la etapa de construcción planificada, la necesidad de personal a cargo del mantenimiento y operaciones aumentará. El número de personal es calculado en 20 inicialmente, elevándose a 25 al final de la tercera fase. Se necesitarán las siguientes divisiones:

Jefe de Departamento	1
Administración General	6
Mantenimiento de Alcantarillas	4
Planta Tratamiento Aguas Residuales	4
Monitoreo de Calidad Agua	3
Servicios de Instalación Casera	7

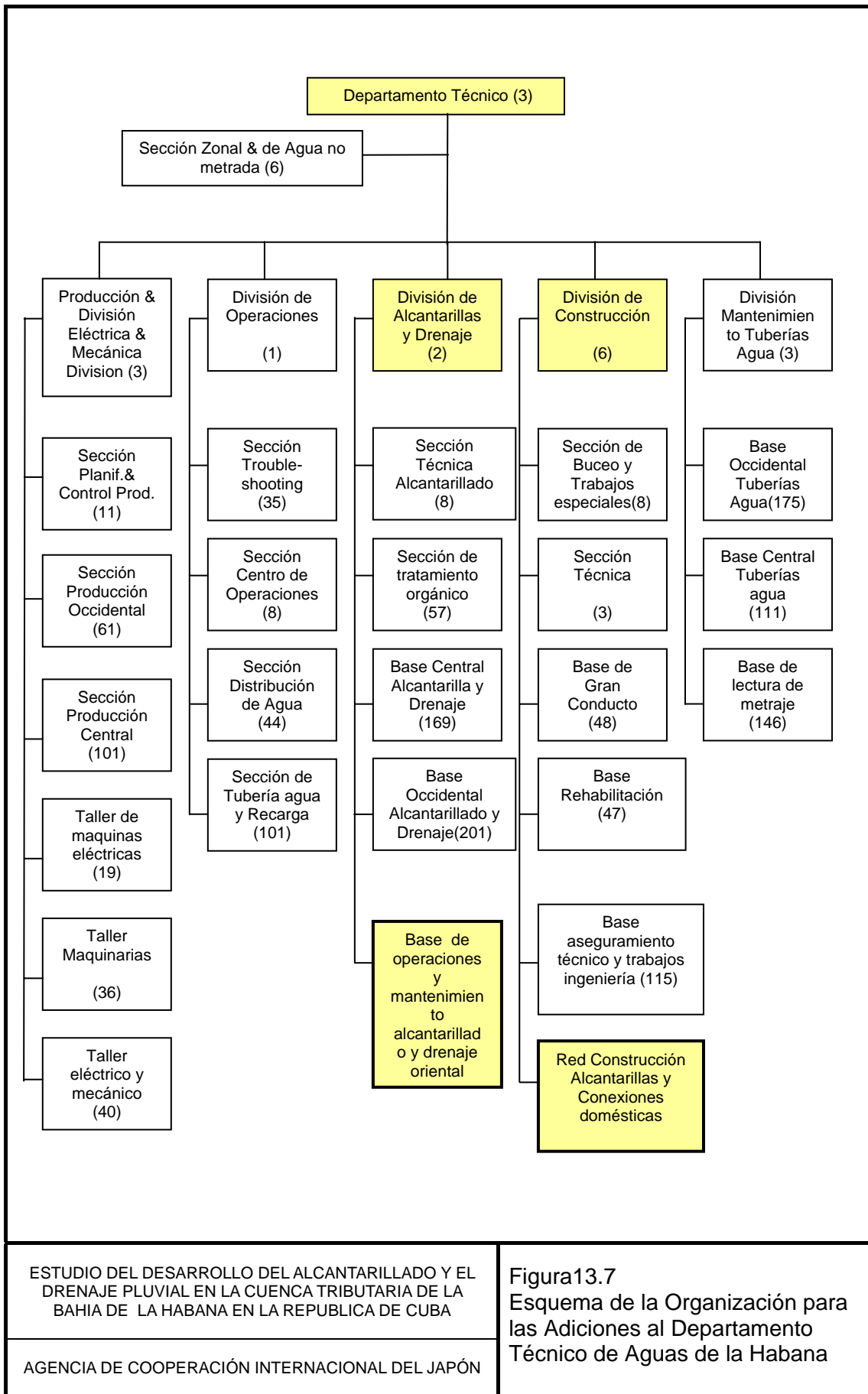
Este nuevo departamento estaría bajo el control general de la División de Alcantarillado y Drenaje del Departamento Técnico existente.

d) Oficinas Sucursales para el Mantenimiento de las Alcantarillas

Se necesitarán dos nuevas oficinas sucursales en el área oriental para mantener estrechos contactos con los trabajos y los clientes. El número de personal está calculado de forma inicial en 24, elevándose a 48 al final de la tercera fase. Sería necesario el siguiente personal:

Gerentes	2
Ingenieros	8
Administradores	2
Choferes	12
Trabajadores	24

La Figura 13.7 muestra como pudieran estar integrados los nuevos departamentos en la organización actual.



ESTUDIO DEL DESARROLLO DEL ALCANTARILLADO Y EL DRENAJE PLUVIAL EN LA CUENCA TRIBUTARIA DE LA BAHIA DE LA HABANA EN LA REPUBLICA DE CUBA

AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN

Figura13.7 Esquema de la Organización para las Adiciones al Departamento Técnico de Aguas de la Habana

(2) INRH

En lo referente al desarrollo de los recursos humanos (DRH), la agencia gubernamental responsable del Suministro de Agua y el Sector Sanitario, INRH tiene dos Centros para la Recalificación Profesional y Entrenamiento, a saber, el Centro Faustino Pérez Hernández en Villa Clara, y el Centro Máximo Gómez Báez en Granma. La misión de estos centros es calificar y actualizar tanto a los técnicos como al personal profesional de todas las entidades bajo el control del INRH, preparar ejecutivos así como brindar entrenamiento para jóvenes profesionales.

En el caso poco probable de que Aguas de La Habana no se haga cargo del servicio del área actualmente operada y mantenida por el Acueducto del Este, el INRH tiene la estructura institucional para contribuir al desarrollo de los recursos humanos, en caso de que fuera necesario.

(3) Monitoreo de la Calidad del Agua

El monitoreo de la calidad del agua está tratado en la sección 10.4 del presente informe y queda claro a través de dicha sección que los recursos humanos disponibles actualmente son más que adecuados con un alto nivel de competencia técnica. Por lo tanto, no es necesario desarrollar ninguna planta para el monitoreo de la calidad del agua.

13.6 COSTO DEL PROYECTO

13.6.1 GENERALIDADES

El costo del proyecto se calcula en concordancia con los componentes del mismo y el plan de ejecución del Plan Maestro hasta el año 2020: “Componentes del sistema del proyecto” y “Programas de ejecución por etapas”. El costo del proyecto se calcula a partir de dos casos de componentes del proyecto, con la finalidad de comparar sus costos y encontrar una escala realista del proyecto desde el punto de vista de su costo.

El costo del proyecto está formado por los siguientes componentes, para cada uno de los cuales se calcula el costo.

- 1) Costo directo de construcción
- 2) Adquisición de terrenos y compensación
- 3) Gastos administrativos
- 4) Servicios de ingeniería
- 5) Contingencia física

13.6.2 BASES DEL ESTIMADO DE COSTOS

El costo del proyecto se calcula sobre la base de las siguientes condiciones:

1) Nivel de precios

El nivel de precios del costo del proyecto es el existente a partir del 2002.

2) Porción en moneda extranjera y nacional

El costo del proyecto incluye una porción en Moneda Extranjera (ME) y una porción en

Moneda Nacional (MN). Las asignaciones en ME y MN se determinan mediante la aplicación de porcentajes asumidos para cada obra. La moneda extranjera se calcula en dólares estadounidenses, y la moneda nacional en pesos.

13.6.3 COSTO DIRECTO DE CONSTRUCCIÓN

(1) Colectores

El costo de construcción de los colectores se calcula a partir del estimado de costo de capital, multiplicando la cantidad por el precio de la unidad:

- Calcular la cantidad de colectores y las obras civiles requeridas.
- Calcular el precio de la unidad a partir del sistema cubano de estimación de costo, conocido por "PRECONS", y otros ejemplos de prácticas en países de Centro América y en Japón. El precio de la unidad incluye asimismo el costo de las obras temporales comunes, los gastos en el lugar de las obras y los gastos generales.

1) Materiales de las tuberías

Los materiales seleccionados para las tuberías son el polietileno de alta densidad para las tuberías con un diámetro interno de 1030mm o menos en principio, el hormigón reforzado centrífugo para las tuberías con un diámetro superior a 1030mm, y tuberías de hierro dúctil para los colectores a presión. Tales tuberías se importan por lo general de otros países. El costo del polietileno de alta densidad se basa en información cubana, pero otros costos se calculan a partir de los costos en Japón tomando en consideración determinados factores que reducen los costos tales como su importación de países vecinos.

2) Obra civil

Los métodos de instalación de tuberías son el de excavación a cielo abierto y el de perforación. En lo que respecta a las condiciones del suelo, se supone que haya arcilla hasta una profundidad de 3 metros de la superficie y rocas suaves a una profundidad superior a los 3 metros.

Se calculan los costos de las siguientes obras civiles de envergadura: remoción del pavimento, excavación, revestimiento, movimiento de tierra, eliminación de los residuos de tierra, y relleno.

(2) Estación de Bombeo y Planta de tratamiento de aguas residuales

Se calculan por separado cuatro clases de obras constructivas, a saber, civiles, arquitectónicas, mecánicas y eléctricas de la manera siguiente:

1) Obras civiles

El costo se calcula a partir del estimado de costo de capital, multiplicando la cantidad por el precio de la unidad:

- Calcular la cantidad de obras civiles requeridas.
- Calcular el precio de la unidad a partir del sistema cubano de estimación de costo, conocido por "PRECONS", y otros ejemplos de prácticas en países de Centro América y en Japón. El precio de la unidad incluye asimismo el costo de las obras temporales comunes, los gastos en el lugar de las obras y los gastos generales.

2) Obras arquitectónicas

El costo se calcula igualmente a partir del estimado de costo de capital:

Calcular la cantidad de obras arquitectónicas expresadas en volumen vacío de m³.

Estimar el precio de la unidad a partir de los costos reales en Cuba y de otras

condiciones tales como los requisitos de poseer una fortaleza estructural adecuada y una gran durabilidad.

3) Obras mecánicas y eléctricas

En principio, no se cuentan en Cuba con los equipos mecánicos y eléctricos requeridos, sino que han de importarse de otros países. Por tanto, los costos se calculan a partir de los costos reales en Japón, aunque inferiores tomando en consideración algunos costos en moneda nacional para trabajos de instalación de equipos, entubación y alambrado eléctrico.

13.6.4 COSTO INDIRECTO DE CONSTRUCCIÓN

1) Adquisición de terrenos y compensación

No será necesario tomar en consideración los costos por concepto de adquisición de terrenos y compensación para la construcción de la PTAR Luyanó, la Estación de Bombeo Matadero y la estación de Re-bombeo de la Playa del Chivo propuestas toda vez que los emplazamientos para tales instalaciones pertenecen al gobierno central.

2) Gastos administrativos

El costo de los gastos administrativos requeridos por la agencia ejecutora, los órganos del gobierno y los organismos relacionados para la ejecución del proyecto, se calculan en un 3% del costo directo de construcción.

3) Servicios de ingeniería

El costo de los servicios de ingeniería se calcula por separado para los trabajos de rehabilitación y de mejoramiento del sistema central de alcantarillado y para el nuevo esquema de alcantarillado. Tal servicio incluye estudios minuciosos de las interconexiones, de las condiciones físicas del sifón, un breve programa de capacitación para los operarios de la nueva PTAR así como el diseño básico, la preparación de los documentos de la licitación y la supervisión de las construcciones.

El costo de los servicios técnicos para los trabajos de rehabilitación y mejoramiento del sistema central de alcantarillado se estima en un 12% del total del costo directo de construcción, mientras que el costo de las nuevas obras se calcula en un 10% del total del costo directo de construcción.

4) Contingencia física

La contingencia física se calcula en un 10% del costo directo de construcción para cada moneda.

13.6.5 COSTO DEL PROYECTO

La Tabla 13.7 muestra el costo total requerido para ejecutar el componente del sistema de alcantarillado propuesto.

Las Tablas 13.8 a 13.10 resumen el costo requerido para ejecutar el componente para cada etapa.

Las Tablas 13.11 y 13.12 resumen el costo detallado del proyecto para el mejoramiento del sistema central de alcantarillado y el desarrollo del distrito de alcantarillado Luyanó-Martín Pérez Abajo.

Tabla 13.7 Costo total de inversión de capital necesario para implementar el Plan Maestro propuesto

Unidad: MLC (x 1,000 US\$) y MN (x 1,000 Pesos)

No.	Aspecto	Distrito de alcantarillado existente		Nuevo distrito de alcantarillado		Costo requerido del proyecto	
		Sistema Central		Luyanó-Martín Pérez Abajo		Total	
		MLC	MN	MLC	MN	FC	LC
1.	Colectores	19,525	12,367	60,010	40,006	79,535	52,373
2.	Sistema de bombeo	7,881	4,117	0	0	7,881	4,117
3.	PTAR	0	0	20,816	9,711	20,816	9,711
	Costo directo total	27,406	16,484	80,826	49,717	108,232	66,201
1.	Adquisición de terrenos y compensación	0	0	0	0	0	0
2.	Gastos administrativos	0	495	0	1,491	0	1,986
3.	Servicios de ingeniería	3,018	1,830	8,083	4,972	11,101	6,802
4.	Contingencia física	2,741	1,648	8,083	4,972	10,824	6,620
	Costo indirecto total	5,759	3,973	16,166	11,435	21,925	15,408
	Costo total de capital a los precios del 2003	33,165	20,457	96,992	61,152	130,157	81,609

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Tabla 13.8 Costo total de capital de inversión para el Proyecto de la Primera Etapa

Unidad: MLC (x 1,000 US\$) y MN (x 1,000 Pesos)

No.	Aspecto	Distrito de alcantarillado existente		Nuevo distrito de alcantarillado		Primera etapa	
		Sistema Central		Luyanó-Martín Pérez Abajo		Total	
		MLC	MN	MLC	MN	MLC	MN
1.	Colectores	6,619	4,411	23,964	15,976	30,583	20,387
2.	Sistema de bombeo	5,669	2,935	0	0	5,669	2,935
3.	PTAR	0	0	6,891	3,273	6,891	3,273
	Costo directo total	12,288	7,346	30,855	19,249	43,143	26,595
1.	Adquisición de terrenos y compensación	0	0	0	0	0	0
2.	Gastos administrativos	0	220	0	577	0	797
3.	Servicios de ingeniería	1,352	810	3,086	1,925	4,438	2,735
4.	Contingencia física	1,229	735	3,086	1,925	4,315	2,660
	Costo indirecto total	2,581	1,765	6,172	4,427	8,753	6,192
	Costo total de capital a los precios del 2003	14,869	9,111	37,027	23,676	51,896	32,787

Tabla 13.9 Costo total de inversión de capital para el Proyecto de la Segunda Etapa

Unidad: MLC (x 1,000 US\$) y MN (x 1,000 Pesos)

No.	Aspecto	Distrito de alcantarillado existente		Nuevo distrito de alcantarillado		Segunda etapa	
		Sistema Central		Luyanó-Martín Pérez Abajo		Total	
		MLC	MN	MLC	MN	MLC	MN
1.	Colectores	9,480	5,672	14,765	9,843	24,245	15,515
2.	Sistema de bombeo	2,212	1,182	0	0	2,212	1,182
3.	PTAR	0	0	7,709	3,614	7,709	3,614
	Costo directo total	11,692	6,854	22,474	13,457	34,166	20,311
1.	Adquisición de terrenos y compensación	0	0	0	0	0	0
2.	Gastos administrativos	0	206	0	404	0	610
3.	Servicios de ingeniería	1,255	746	2,247	1,346	3,502	2,092
4.	Contingencia física	1,169	685	2,247	1,346	3,416	2,031
	Costo indirecto total	2,424	1,637	4,494	3,096	6,918	4,733
	Costo total de capital a los precios del 2003	14,116	8,491	26,968	16,553	41,084	25,044

Tabla 13.10 Costo total de inversión de capital para el Proyecto de la Tercera Etapa

Unidad: MLC (x 1,000 US\$) y MN (x 1,000 Pesos)

No.	Aspecto	Distrito de alcantarillado existente		Nuevo distrito de alcantarillado		Tercera etapa	
		Sistema Central		Luyanó-Martín Pérez Abajo		Total	
		MLC	MN	MLC	MN	MLC	MN
1.	Colectores	3,426	2,284	21,281	14,187	24,707	16,471
2.	Sistema de bombeo	0	0	0	0	0	0
3.	PTAR	0	0	6,216	2,824	6,216	2,824
	Costo directo total	3,426	2,284	27,497	17,011	30,923	19,295
1.	Adquisición de terrenos y compensación	0	0	0	0	0	0
2.	Gastos administrativos	0	69	0	510	0	579
3.	Servicios de ingeniería	411	274	2,750	1,701	3,161	1,975
4.	Contingencia física	343	228	2,750	1,701	3,093	1,929
	Costo indirecto total	754	571	5,500	3,912	6,254	4,483
	Costo total de capital a los precios del 2003	4,180	2,855	32,997	20,923	37,177	23,778

Tabla 13.11 Costo del Proyecto para el mejoramiento del Sistema Central

Unidad: MLC (x 1,000 US\$) y MN (x 1,000 Pesos)

No.	Componente	Costo del Proyecto		Primera etapa		Segunda etapa		Tercera etapa	
		MLC	MN	MLC	MN	MLC	MN	MLC	MN
1.1	Instalación del colector a presión, del Colector Sur Nuevo y de la tubería de interconexión	3,139	2,091	3,139	2,091	0	0	0	0
1.2	Medidas para resolver el problema de las interconexiones	7,237	4,824	3,480	2,320	1,357	904	2,400	1,600
1.3	Rehabilitación del Colector Sur	1,956	1,304	0	0	1,956	1,304	0	0
1.4	Construcción del Colector Sur A	3,271	2,181	0	0	3,271	2,181	0	0
1.5	Sustitución de los colectores inapropiados	1,848	1,232	0	0	822	548	1,026	684
1.6	Reparación del túnel de conducción	174	260	0	0	174	260	0	0
1.7	Sustitución del emisario submarino	1,900	475	0	0	1,900	475	0	0
1.	Sub-total de los colectores	19,525	12,367	6,619	4,411	9,480	5,672	3,426	2,284
2.1	Rehabilitación de las cámaras de rejillas	190	87	190	87	0	0	0	0
2.2	Construcción de la estación de bombeo de Matadero	2,971	1,490	2,971	1,490	0	0	0	0
2.3	Rehabilitación de la estación de bombeo de Casablanca	2,508	1,358	2,508	1,358	0	0	0	0
2.4	Construcción de una estación de re-bombeo	2,212	1,182	0	0	2,212	1,182	0	0
2.	Sub-total de las estaciones de bombeo	7,881	4,117	5,669	2,935	2,212	1,182	0	0
	Costo directo total	27,406	16,484	12,288	7,346	11,692	6,854	3,426	2,284
1.	Adquisición de terrenos y compensación	0	0	0	0	0	0	0	0
2.	Gastos administrativos	0	495	0	220	0	206	0	69
3.	Servicios de ingeniería	3,018	1,830	1,352	810	1,255	746	411	274
4.	Contingencia física	2,741	1,648	1,229	735	1,169	685	343	228
	Costo indirecto total	5,759	3,973	2,581	1,765	2,424	1,637	754	571
	Costo total de capital a los precios del 2003	33,165	20,457	14,869	9,111	14,116	8,491	4,180	2,855

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Tabla 13.12 Costo del Proyecto para el desarrollo del Nuevo Sistema de Alcantarillado

Unidad: MLC (x 1,000 US\$) y MN (x 1,000 Pesos)

No.	Componente	Costo del proyecto		Primera etapa		Segunda etapa		Tercera etapa	
		FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC
1.1	Colector de la margen derecha de Luyanó-Martín Pérez y redes de alcantarillado	35,303	23,535	19,234	12,822	7,554	5,036	8,515	5,677
1.2	Colectores de la margen izquierda de Luyanó y redes de alcantarillado networks	24,707	16,471	4,730	3,154	7,211	4,807	12,766	8,510
1.	Sub-total de los colectores	60,010	40,006	23,964	15,976	14,765	9,843	21,281	14,187
2.	PTAR	20,816	9,711	6,891	3,273	7,709	3,614	6,216	2,824
	Costo directo total	80,826	49,717	30,855	19,249	22,474	13,457	27,497	17,011
1.	Adquisición de terrenos y compensación	0	0	0	0	0	0	0	0
2.	Gastos administrativos	0	1,491	0	577	0	404	0	510
3.	Servicios de ingeniería	8,083	4,972	3,086	1,925	2,247	1,346	2,750	1,701
4.	Contingencia física	8,083	4,972	3,086	1,925	2,247	1,346	2,750	1,701
	Costo indirecto total	16,166	11,435	6,172	4,427	4,494	3,096	5,500	3,912
	Costo total de capital a los precios del 2003	96,992	61,152	37,027	23,676	26,968	16,553	32,997	20,923

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

13.6.6 COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El costo de O/M está formado por los siguientes componentes y se calcula el costo de cada rubro.

- 1) Costo de personal
- 2) Costo de electricidad
- 3) Costo de sustancias químicas

El costo de O/M requerido para operar el componente del sistema de alcantarillado propuesto se resume en la Tabla 13.9.

(1) Costo de Personal

El costo de personal se calcula en moneda nacional, pesos cubanos. El costo unitario se basa en el costo real requerido para cada clasificación de personal. El costo de personal se calcula para la nueva organización para la construcción del sistema de alcantarillado y el mantenimiento de las nuevas instalaciones de alcantarillado propuestas.

(2) Costo de Electricidad

El costo de electricidad se calcula en moneda nacional, pesos cubanos. El costo de electricidad se calcula para la estación de bombeo actual de Casablanca, la nueva estación de rebombeo, y las nuevas PTARS.

(3) Costo de Sustancias Químicas

El costo de las sustancias químicas se calcula a partir del volumen de sustancias químicas necesario para la deshidratación de los lodos producidos en la PTARS por las instalaciones de deshidratación mecánica. Debido a que las sustancias químicas serán importadas, el costo de las mismas se calcula en moneda extranjera, dólares norteamericanos. El estimado de costo aparece en el Apéndice 12.

Table 13.13 Costo anual de Operación y Mantenimiento para los componentes propuestos del sistema de alcantarillado del PM

Año	Costo anual de personal (x 1,000 Pesos)							Costo anual de electricidad (x 1,000 Pesos)						Productos químicos	Costo total de O/M	
	Sede	Mejoras del Sistema Central				PTAR Luyanó	Total	Mejoras del Sistema Central				Luyanó WWTP	Total	Costo(x 1,000 USD)	Posos x 1,000	USD x 1,000
		EB Matadero	EB Casablanca	Estación de rebombear de la Playa del Chivo	Sub-total			Madero PS	Casablanca PS	Chivo Re-PS	Sub-total			PTAR Luyanó		
2011	540	73	107	0	180	145	865	53	180	0	233	44	277	17	1,142	17
2012	540	73	107	0	180	145	865	53	180	0	233	51	284	33	1,149	33
2013	540	73	107	0	180	145	865	138	180	0	318	56	374	46	1,239	46
2014	540	73	107	0	180	145	865	138	180	0	318	59	377	54	1,242	54
2015	540	73	107	0	180	145	865	138	180	0	318	63	381	62	1,246	62
2016	657	73	107	57	237	162	1,056	53	184	118	355	101	456	83	1,512	83
2017	657	73	107	57	237	162	1,056	53	184	118	355	111	466	104	1,522	104
2018	657	73	107	57	237	162	1,056	53	184	118	355	119	474	121	1,530	121
2019	657	73	107	57	237	162	1,056	53	184	118	355	124	479	133	1,535	133
2020	657	73	107	57	237	162	1,056	53	184	118	355	130	485	146	1,541	146
2021	692	73	107	57	237	162	1,091	53	187	119	359	164	523	166	1,614	166
2022	692	73	107	57	237	162	1,091	53	187	119	359	175	534	187	1,625	187
2023	692	73	107	57	237	162	1,091	53	187	119	359	184	543	204	1,634	204
2024	692	73	107	57	237	162	1,091	53	187	119	359	190	549	216	1,640	216
2025	692	73	107	57	237	162	1,091	53	187	119	359	197	556	229	1,647	229
2026	692	73	107	57	237	162	1,091	53	187	119	359	199	558	233	1,649	233
2027	692	73	107	57	237	162	1,091	53	187	119	359	201	560	237	1,651	237
2028	692	73	107	57	237	162	1,091	53	187	119	359	204	563	241	1,654	241
2029	692	73	107	57	237	162	1,091	53	187	119	359	206	565	245	1,656	245
2030	692	73	107	57	237	162	1,091	53	187	119	359	208	567	249	1,658	249
2031	692	73	107	57	237	162	1,091	53	187	119	359	208	567	249	1,658	249
2032	692	73	107	57	237	162	1,091	53	187	119	359	208	567	249	1,658	249
2033	692	73	107	57	237	162	1,091	53	187	119	359	208	567	249	1,658	249
2034	692	73	107	57	237	162	1,091	53	187	119	359	208	567	249	1,658	249
2035	692	73	107	57	237	162	1,091	53	187	119	359	208	567	249	1,658	249

13.7 EFECTOS DEL PROYECTO EN EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA

13.7.1 REDUCCIÓN DE LA CARGA CONTAMINANTE

La ejecución de los Proyectos propuestos en el P/M abarcará el Sistema Central y parte del Nuevo Sistema de Alcantarillado, esto es, el Distrito de Alcantarillado Luyanó-Martín Pérez Abajo con tratamiento secundario. En la Tabla 13.14 se muestra la carga de contaminación estimada con la implementación del P/M en el Nuevo Sistema de Alcantarillado y su comparación con la reducción potencial de la carga contaminante si se implementa el tratamiento secundario de las aguas residuales en todos los distritos de alcantarillado del Nuevo Sistema de Alcantarillado.

El P/M para el Nuevo Sistema de Alcantarillado cubre aproximadamente el 51% de toda la carga generada en el Nuevo Sistema de Alcantarillado y la reducción en el P/M es también de alrededor del 51% de la reducción potencial en todos los Distritos de Alcantarillado cuando se implemente el Sistema de Alcantarillado en todos los distritos que incluye la reducción producida por el Proyecto en ejecución del GEF/PNUD. Si se excluye la reducción producida por el Proyecto del GEF/PNUD, la disminución provocada por los proyectos incluidos en el P/M es de un 39% de la reducción potencial.

Tabla 13.14 Reducción de la carga contaminante con el P/M para el desarrollo del Nuevo Sistema de Alcantarillado

Aspecto	Carga			
	DBO ₅	T-N	T-P	SS
Nuevo Sistema de Alcantarillado-Todos los Distritos de Alcantarillado				
Generación de carga estimada, kg/d	22,794	3,481	892	22,794
Reducción estimada de la carga (A), kg/d	20,515	522	134	20,515
Nuevo Sistema de Alcantarillado-Área del P/M				
Generación de carga estimada, kg/d	11,723	1,779	460	11,723
Reducción estimada de la carga provocada por el Proyecto del GEF/PNUD(B), kg/d	2,546	64	17	2,546
Reducción estimada de la carga por el P/M (C), kg/d	8,005	203	52	8,005
Reducción total estimada de la carga provocada por el Proyecto del GEF/PNUD y el P/M, kg/d	10,551	267	69	10,551
C/A	39%	39%	39%	39%
(B+C)/A	51%	51%	51%	51%

En el Sistema Central la implementación del P/M garantizará el desvío hacia la Playa del Chivo del 100% de la carga contaminante generada en el Sistema Central. La Tabla 13.15 muestra la carga de contaminación generada en el Sistema Central así como la carga vertida a través de los canales de drenaje pluvial debido a las interconexiones a partir de la carga medida.

Tabla 13.15 Reducción de la carga contaminante con el P/M para el mejoramiento del Sistema Central de Alcantarillado

Aspecto	Carga			
	DBO ₅	T-N	T-P	SS
Sistema Central de Alcantarillado				
Generación estimada de carga, kg/d	31,733	4,721	1225	31,733
Reducción estimada de la carga basada en la generación	100%	100%	100%	100%
Reducción de la carga basada en la carga medida a través de los drenes a causa de las interconexiones*	17,032	1,284	2,303	7,244

* - Total de la carga vertida a través de los drenes Matadero, Agua Dulce y San Nicolás. Nótese que el Sistema Central existente cubre zonas fuera de la cuenca. Las aguas residuales generadas en las zonas fuera de la cuenca serán descontinuadas.

13.7.2 MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA

En las Tablas 13.16 y 13.17 se muestran los resultados de los cálculos de la descarga de aguas residuales en la bahía en las condiciones actuales (medidas) y con la ejecución del P/M a partir de la suposición descrita en la Sección 11.6.

Tabla 13.16 Caso 1- Condiciones existentes (año 2002)

Distrito de alcantarillado	Fuente (Sistema del río)	Flujo	DBO ₅	T-N	T-P	SS
		m ³ /d	kg/d	kg/d	kg/d	kg/d
Luyanó-abajo	Luyanó	114,826	9,784	1,627	732	3,875
Luyanó-arriba						
Martin Pérez-abajo	Martín Pérez	62,122	1,518	245	55	1066
Martin Pérez-arriba						
Tadeo	Tadeo	8,517	1,812	104	46	98
Existente (Central)						
San Nicolás	San Nicolás	8,554	1,320	145	79	352
Matadero	Matadero	77,760	8,942	610	1,053	3,650
Agua Dulce	Agua Dulce	43,200	6,770	529	1,171	3,242
Refinería		6,406	21,723	54	1	
Total		321,385	51,869	3,314	3,137	12,283

Tabla 13.17 Caso M/P

Distrito de alcantarillado	Fuente (Sistema del río)	Flujo	DBO ₅	T-N	T-P	SS
		m ³ /d	kg/d	kg/d	kg/d	kg/d
Luyanó-abajo	Luyanó	167,122	5,840	2,191	562	6,873
Luyanó-arriba						
Martin Pérez-abajo	Martín Pérez	70,842	5,143	942	204	7,892
Martin Pérez-arriba						
Tadeo	Tadeo	10,635	1,934	307	76	1,945
Existente (Central)						
San Nicolás	San Nicolás					
Matadero	Matadero					
Agua Dulce	Agua Dulce					
Refinería		6,406	21,723	54	1	
Total		255,005	34,640	3,494	842	16,710

Los resultados de la simulación de la calidad del agua muestran que con la implementación del P/M mejorarán los niveles de OD en Atarés hasta alcanzar los de la Clase F (mínimo 2 mg/L). El nivel actual de OD es inferior al de la Clase F. Tal sería el primer paso en el camino hacia el mejoramiento de la calidad del agua de la bahía hasta llegar a 3 mg/L de OD cuando se cuente con tratamiento secundario (Caso 4) para todas las aguas residuales generadas en la zona del Nuevo Sistema de Alcantarillado cuyos resultados simulados aparecen en las Figuras 11.1 a la 11.5. Los resultados completos se describen en el Apéndice 7 “Desarrollo del modelo de simulación de la calidad del agua para la Bahía de La Habana.

13.8 CAPACIDAD DE FINANCIAMIENTO

13.8.1 FINANCIADORES DEL PROYECTO

Se pueden aplicar dos principios para determinar quiénes deben financiar un proyecto: el principio de que el contaminador paga y el principio de que el beneficiario paga. Supongamos que una compañía minera opera en la zona alta de un río y vierte materiales tóxicos en el mismo. Aguas abajo viven personas que beben el agua del río. Es obvio que se necesita un equipo que elimine las sustancias tóxicas del agua del río. En el proyecto para la instalación de ese equipo, la compañía minera se define como el contaminador. Y los beneficiarios son las personas que viven aguas abajo. Según el principio de que el contaminador paga, la compañía minera debe hacerse cargo de los costos de instalación, operación y mantenimiento del equipo, mientras que según el principio de que el beneficiario paga, los residentes de la zona deberán asumir esos gastos.

En un proyecto de alcantarillado encaminado a remediar la contaminación de la Bahía de La Habana, existen diversos contaminadores y beneficiarios. En muchos casos, los contaminadores son también en alguna medida beneficiarios. En la Tabla 13.18 se identifican y caracterizan las principales partes involucradas en un posible proyecto de alcantarillado.

(1) Gobierno Central

El gobierno central es tanto contaminador como beneficiario. En el área de estudio existen diversas oficinas del gobierno que vierten aguas residuales en el alcantarillado, las que luego se descargan en la bahía con o sin el tratamiento apropiado. Si se hace realidad el proyecto de alcantarillado, el gobierno central se beneficiará del mismo. La materialización del proyecto y la consiguiente mayor limpieza del entorno de la bahía generarán nuevas necesidades, las que tendrán un impacto positivo en las industrias relacionadas, con lo que el gobierno central debe esperar mayores ingresos por impuestos y menores gastos por subsidios a esas industrias. La posible disminución de la morbilidad de enfermedades relacionadas con el medio ambiente de la bahía, también redundará en menores gastos médicos por parte del gobierno.

(2) Gobierno de Ciudad de La Habana

El gobierno de Ciudad de La Habana es un órgano administrativo subordinado al Gobierno Central y tiene autoridad administrativa en el área de estudio. También el gobierno de Ciudad de La Habana se considera tanto contaminador como beneficiario.

(3) Gobiernos Municipales

Los gobiernos municipales son órganos administrativos subordinados al gobierno de Ciudad de La Habana. En el área de estudio existen 10 municipios, que son: Habana Vieja, Regla, Habana del Este, Plaza de la Revolución, Centro Habana, Guanabacoa, San Miguel del Padrón, Diez de Octubre, Cerro y Arroyo Naranjo. También estos gobiernos municipales son tanto contaminadores como beneficiarios.

(4) Viviendas

Las viviendas situadas en el área de estudio son obviamente contaminadoras, aunque la mayoría de ellas están conectadas al alcantarillado o usan fosas sépticas. Al igual que las oficinas del gobierno, las aguas residuales de las viviendas en última instancia van a dar a la bahía, con o sin el tratamiento apropiado. En la actualidad las personas realizan diversas actividades recreativas en el área de la bahía, tales como pasear, pescar, nadar, trotar, comer fuera e ir de compras, entre otras. Estas personas son beneficiarias del proyecto, pues un entorno más limpio en el área de la bahía hará que esas actividades sean más amenas.

Las viviendas situadas fuera del área de estudio, pero dentro de las áreas de servicio de las tres compañías de agua, no pueden verse como contaminadoras de la bahía, aunque sus aguas residuales contaminan otras áreas directa o indirectamente. Sin embargo, son beneficiarias de un posible proyecto de alcantarillado, pues un entorno más limpio en la Bahía de La Habana será accesible al disfrute de todos.

Tabla 13.18 Análisis de los Contaminadores y los Beneficiarios

Interesado	Como contaminador	Como beneficiario
Gobierno central (incluyendo al INRH)	Las oficinas del gobierno vierten aguas residuales.	Si se limpia la Bahía de La Habana, se generará una variedad de nuevas necesidades, de lo que se beneficiarán las industrias relacionadas. El gobierno podrá esperar más ingresos por impuestos y menos gastos por subsidios. La reducción de la morbilidad de enfermedades relacionadas con el medio ambiente del área de la bahía redundará en una disminución de los gastos médicos.
Gobierno de Ciudad de La Habana	Idem	Idem
Los 10 municipios del área de estudio	Idem	Idem
Las 3 compañías de agua del área de estudio	Como tales, ellas no contaminan la Bahía de La Habana, pero existen algunas descargas de aguas residuales provenientes de sus instalaciones.	Podrían ahorrarse algunos costos de O/M si se pusiera en práctica el proyecto. Si la Bahía de La Habana se limpia, se generará una variedad de nuevas necesidades y estas compañías venderán más agua.
Viviendas situadas en el área de estudio	Vierten aguas residuales.	Sus moradores podrán disfrutar de más actividades recreativas en la zona de la bahía.

Viviendas situadas fuera del área de estudio pero dentro de las zonas de servicio de las tres compañías de agua y alcantarillado	Se supone que sus aguas no contaminan la Bahía de La Habana. Sin embargo, cierta cantidad de agua residual entra en el alcantarillado del área de estudio y llega hasta la bahía.	Ídem
Industrias situadas en el área de estudio	Vierten aguas residuales.	Si la Bahía de La Habana se limpia, se generará una variedad de nuevas necesidades, de lo que se beneficiarán las industrias relacionadas.
Industrias situadas fuera del área de estudio, pero dentro de las áreas de servicio de las 3 compañías de agua	No se supone que sus aguas residuales contaminen la Bahía de La Habana. Sin embargo, una parte de éstas de hecho se infiltran en el alcantarillado del área de estudio y van a parar a la bahía.	Idem
Embarcaciones	Las embarcaciones comerciales vierten agua de lastre, agua de sentina y aceites residuales. Sin embargo, este tipo de contaminación no puede resolverse con un proyecto de alcantarillado. La descarga de aguas residuales desde las embarcaciones pequeñas es insignificante.	Los barcos de carga no recibirán ningún beneficio del proyecto, o los mismos serán insignificantes. Las embarcaciones turísticas se pueden beneficiar de una bahía limpia. Las embarcaciones pequeñas podrán disfrutar del entorno más limpio de la bahía.
Los turistas que visitan la Ciudad de La Habana	Los hoteles y restaurantes que reciben turistas se pueden considerar como contaminadores.	Los turistas podrán disfrutar de la mayor limpieza de la bahía y sus áreas aledañas.

(5) Industrias

Las industrias situadas en el área de estudio son contaminadoras, ya que sus aguas residuales en última instancia van a parar a la bahía con o sin el tratamiento apropiado. También son beneficiarios del proyecto, ya que si la Bahía de La Habana se convierte en una zona más limpia, se generarán diversas necesidades que beneficiarán a las industrias relacionadas con las mismas.

Las industrias situadas fuera del área de estudio, pero dentro de las áreas de servicio de las tres compañías de agua, no son contaminadores, en el sentido de que sus aguas residuales no se vierten en la bahía. Sin embargo, se beneficiarán del proyecto de alcantarillado, debido al posible aumento de las necesidades generadas por el proyecto, las que estimularán la producción o los servicios prestados por las industrias correspondientes.

(6) Compañías de agua

En la actualidad el Área de Estudio se puede subdividir en áreas de servicio atendidas por tres compañías de agua, que son: Aguas de La Habana, Acueducto del Este y Acueducto Sur. Como tales, estas compañías no contaminan la Bahía de La Habana, con excepción de las descargas de aguas residuales provenientes de sus instalaciones. Sin embargo, se las puede considerar

responsables del tratamiento apropiado de las aguas residuales vertidas por sus clientes. En este sentido, las compañías de agua pueden verse como contaminadoras. También serán beneficiarias del proyecto, ya que podrán disminuir los costos de operación y mantenimiento de sus actuales instalaciones como resultado de la puesta en práctica del mismo. También podrán esperar mayores ventas de agua si la bahía se convierte en un lugar más limpio, pues se generará una diversidad de nuevas necesidades.

(7) Embarcaciones

Las embarcaciones comerciales contaminan la bahía al verter aguas residuales tales como aguas de lastre y aguas de sentina. Sin embargo, el proyecto de alcantarillado no podrá reducir esta contaminación. Por lo tanto, las embarcaciones no pueden ser consideradas como contaminadoras en este caso. Las embarcaciones comerciales no se benefician directamente de la existencia de una bahía más limpia. Sin embargo, el turismo relacionado con el uso de embarcaciones puede beneficiarse más directamente de un mejor entorno en la bahía.

Las embarcaciones más pequeñas utilizadas para actividades recreativas, tales como los yates y los cruceros, también vierten aguas residuales, pero el volumen de las mismas es insignificante. Tampoco este tipo de contaminación se puede remediar con un proyecto de alcantarillado. Sin embargo, estas embarcaciones se pueden beneficiar directamente del entorno más limpio creado por el proyecto de alcantarillado. El número de embarcaciones de recreo se incrementará en el futuro si se materializa un plan de desarrollo del área de la bahía que incluye la construcción de un puerto de atraque para yates.

(8) Turismo

La Bahía de La Habana y sus áreas aledañas ofrecen diversas atracciones turísticas. El mejoramiento del entorno de la bahía es obviamente favorable a la promoción del turismo. Por lo tanto, los turistas que visitan la bahía y sus áreas adyacentes son obvios beneficiarios del proyecto de alcantarillado. Durante su estancia en Ciudad de La Habana, esos turistas generan aguas residuales. Sin embargo, en este caso los contaminadores son los hoteles y restaurantes donde se les prestan servicios. Es lógico que los turistas que no visitan la Ciudad de La Habana o el área de la bahía son irrelevantes en lo que concierne a un proyecto de alcantarillado para el área.

13.8.2 CAPACIDAD DE PAGO

La capacidad de los financiadores potenciales de costear los beneficios de un proyecto de alcantarillado es un indicador útil para medir la viabilidad de la sostenibilidad financiera del proyecto.

(1) Gobierno

La capacidad del gobierno para costear un proyecto de alcantarillado se puede estimar a partir del volumen de gastos corrientes. Además de los datos sobre ingresos y gastos recogidos en el Capítulo 8, se presentan datos sobre inversiones de capital para la protección del medio ambiente. En la Tabla 13.19 aparecen las inversiones de capital por área de inversión. En la Tabla 13.20 se resumen las inversiones de capital por tipo de industria.

**Tabla 13.19 Inversión de capital para la protección del medio ambiente
(Clasificada por sector de inversión)**

(Miles de pesos a precios corrientes)

	<u>2000</u>	% del PIB	<u>2001</u>	% del PIB
Agua	91,000	(0.33%)	109,600	(0.38%)
Suelos	14,700	(0.05%)	21,800	(0.08%)
Aire	56,200	(0.20%)	32,600	(0.11%)
Residuos forestales	12,500	(0.04%)	16,600	(0.06%)
Residuos sólidos	5,500	(0.02%)	6,600	(0.02%)
Otros	16,600	(0.06%)	21,100	(0.07%)
Total Cuba	196,500	(0.71%)	208,300	(0.72%)

Fuente: Calculado a partir de datos tomados de: Oficina Nacional de Estadísticas, *Estadísticas anuales de Cuba 2001*

**Tabla 13.20 Inversión de capital para la protección del medio ambiente
(Clasificada por tipo de industria)**

(Miles de pesos a precios corrientes)

	<u>2000</u>	% del PIB industrial	<u>2001</u>	% del PIB industrial
Agricultura, caza, silvicultura y pesca	13,587	(0.7%)	19,967	(1.0%)
Explotación de minas y canteras	7,290	(1.7%)	5,075	(1.1%)
Manufacturas	18,043	(0.4%)	25,966	(0.5%)
Suministro de electricidad, gas y agua	125,294	(20.9%)	104,157	(16.8%)
Construcción	4	(0.0%)	170	(0.0%)
Comercios, hoteles y restaurantes	72	(0.0%)	200	(0.0%)
Transporte, almacenes y comunicaciones	7,912	(0.3%)	34,671	(1.2%)
Intermediación financiera	22,522	(1.1%)	15,542	(0.7%)
Servicios comunales, sociales y personales	1,776	(0.0%)	2,553	(0.0%)
Total Cuba	196,500	(0.7%)	208,300	(0.7%)

Fuente: Calculado a partir de datos tomados de: Oficina Nacional de Estadísticas, *Estadísticas anuales de Cuba 2001*

El sector del servicio de agua que incluye al alcantarillado recibe una mayor inversión de capital. Las sumas de inversión fueron 91 millones de pesos en el 2000 y 110 millones de pesos en el 2001. Estas sumas representan alrededor de la mitad de la suma total de inversión de esos años. En cuanto al tipo de industria, el suministro de electricidad, gas y agua es con mucho el mayor inversor. Las inversiones de esta última industria ascendieron a 125 millones de pesos en el 2000 y 104 millones de pesos en el 2001. El volumen de las inversiones se hace más notable cuando se lo compara con el PIB industrial: las inversiones representan el 20.9 por ciento del PIB industrial en el año 2000 y el 16.8 por ciento en el 2001. Se considera que la mayoría de estas inversiones están relacionadas con obras públicas. Se puede afirmar que, como tendencia, en los dos últimos años el Gobierno Cubano ha gastado alrededor de 100 millones de pesos anuales en inversiones de capital en áreas relacionadas con el servicio de agua y alcantarillado.

(2) Viviendas

En el caso de las viviendas, su capacidad de pago se puede medir a partir de la proporción entre el posible cargo por el servicio y los ingresos totales del núcleo familiar. Mientras menor sea la proporción, mayor será la capacidad de pago. El límite máximo de las tasas comúnmente empleadas para las tarifas de alcantarillado en los países en desarrollo es de aproximadamente el 2 por ciento. Si la tarifa propuesta es inferior al 2 por ciento de los ingresos totales de la familia, se considera que esta última está en condiciones de pagar esa tarifa.

El equipo de estudio realizó una serie de entrevistas informales a residentes del área. El objetivo era medir la capacidad de pago de los financiadores potenciales del proyecto de alcantarillado. En la Tabla 13.21 se resumen los ingresos y los gastos de un núcleo familiar promedio. También se recopilaron los precios de los bienes y servicios de uso cotidiano, los que se muestran en la Tabla 13.22.

Tabla 13.21 Ingresos y Gastos de un Núcleo Familiar Promedio

Ingresos *	(pesos)	Gastos	(pesos)
Del esposo		Compra de alimentos y otros artículos normados	50
Salario mensual	250	Alquiler	13
Bonificación	100	Electricidad	30
De la esposa		Teléfono	20
Salario mensual	250	Gas	7
Bonificación	100	Agua y alcantarillado	5
De persona jubilada	60	Transporte	30
Pensión		Alimentos	300
(120 pesos / anciano)		Artículos de higiene personal	60
Total	760	Prendas de vestir	60
		Recreación	60
		Medicinas	60
		Otros	65
		Total	760

* El Equipo de Estudio estima que el núcleo familiar promedio está formado por 4 personas: esposo, esposa, 1.5 niños y 0.5 anciano.
Fuente: Estimados del Equipo de Estudio

Tabla 13.22 Precios básicos en Ciudad de La Habana

(Ciudad de La Habana, Oct. 2002)

Rubro	Precio	(Precio en US\$ *)
Cuenta de agua	1.0 peso / persona / mes	0.04
Recargo por alcantarillado	0.3 peso / persona / mes	0.01
Teléfono público	0.05 peso / 3 minutos	0.00
Ómnibus	0.4 peso / viaje	0.02
Taxi (colectivo)	1.0 peso / viaje	0.04
Periódico	0.2 peso / ejemplar	0.01
Arroz (mercado libre)	10.0 peso / kg	0.38
Granos (mercado libre)	10.0 peso / kg	0.38
Pan	10.0 peso / libra	0.38
Refrescos	9.0 peso / lata	0.35
Cigarros nacionales (suaves)	9.0 peso / cajetilla	0.35

* US\$1 es convertible en 26 pesos, que es la tasa de cambio legal pero no oficial usada solamente para transacciones personales.

Fuente: Investigación del Equipo de Estudio

El núcleo familiar promedio está formado por cuatro personas: esposo, esposa, 1.5 niños y 0.5 anciano. Los ingresos y los gastos mensuales de un núcleo familiar promedio se estiman en 760 pesos.

Debe señalarse que las tarifas de agua y alcantarillado son bajas en comparación con el precio de los alimentos y de los víveres no esenciales. Por ejemplo, una lata de refresco de producción nacional cuesta 9 pesos, que es alrededor del doble de la cuenta mensual de agua de un núcleo familiar promedio. Incluso en comparación con la electricidad, el costo promedio del agua es solamente la sexta parte de lo que se paga por el consumo eléctrico.

La capacidad de pago de un núcleo familiar se puede medir a partir del ratio entre la posible tarifa del servicio y los ingresos totales del mismo. Mientras más pequeño es el ratio, mayor es la capacidad potencial de pago. El límite máximo de las tasas comúnmente empleadas para las tarifas de alcantarillado en los países en desarrollo es de aproximadamente el 2 por ciento. Si la tarifa propuesta es inferior al 2 por ciento de los ingresos totales del núcleo familiar, se considera que los miembros del mismo tienen la capacidad de pagar la misma.

Se estima que el costo del agua y el alcantarillado juntos es de 5 pesos. Estos 5 pesos incluyen 3.85 pesos por el agua y 1.15 pesos por el alcantarillado, puesto que el recargo por alcantarillado es el 30 por ciento de la cuenta del agua. Los 1.15 pesos representan el 0.15 por ciento de 760 pesos. El 2 por ciento de 760 es 15.2 pesos, por encima de la tarifa actual en alrededor de 14 pesos. Se puede concluir por lo tanto que la capacidad de los núcleos familiares de pagar más por el servicio de alcantarillado es considerable.

(3) Industrias

Existen 16,600 entidades en la Ciudad de La Habana, estatales, no estatales, industrias y comercios. En el área de estudio hay diversas industrias y fábricas que vierten aguas residuales en la bahía. En septiembre del 2002 se realizó un estudio de las aguas residuales industriales vertidas por 10 fábricas situadas en el área de estudio. Esas 10 fábricas se seleccionaron a partir de que (1) sus cargas de contaminantes son las mayores, (2) son representativas de la industria local, (3) sus efluentes contienen metales pesados, y (4) era factible muestrear y medir el caudal.

Se intentó recopilar información financiera de estas 10 fábricas y evaluar la capacidad de esas empresas para contribuir con el proyecto de alcantarillado. No todos los datos sobre las fábricas o empresas están disponibles. La Tabla 13.23 muestra los datos obtenidos.

Tabla 13.23 Dimensiones Comerciales de las Principales Fábricas del Area de Estudio

		(Miles de pesos)		
Empresa	Rubro	1999	2000	2001
Ñico López (refinería de petróleo, 1326 trabajadores)	Ventas	170,444	346,822	416,961
	Ganancia antes de impuestos	2,319	337	33,937
PRODAL (Alimentos, 926 trabajadores)	Ventas	15,239	23,517	25,510
	Ganancia antes de impuestos	0	61	201
INDAL (Procesamiento de pescado, 300 trabajadores)	Ventas	7,455	11,185	10,089
	Ganancia antes de impuestos	1,124	84	43
Alberto Alvarez (Procesamiento de aceites comestibles, 180 trabajadores)	Ventas	17,030	9,887	n.a.
	Ganancia antes de impuestos	91	0	n.a.
Debon Suchel (Producción de detergente, 270 trabajadores)	Ventas	21,967	n.a.	10,481
	Ganancia antes de impuestos	713	n.a.	-1,291
Jaiper Suchel (Producción de detergente, 600 trabajadores)	Ventas	21,592	20,680	21,503
	Ganancia antes de impuestos	605	443	2,074
Total	Ventas	253,728	412,092	484,544
	Ganancia antes de impuestos	4,852	926	34,964

Fuente: Oficina Territorial de Estadísticas de Ciudad de La Habana

La Ñico López excede en dimensiones a las otras cinco empresas. Aunque hacer una generalización resulta difícil, puede decirse que la mayoría de estas empresas parece poseer la suficiente capacidad financiera para sufragar los costos derivados del tratamiento de sus aguas residuales. Las entidades ubicadas en el litoral de la bahía que poseen instalaciones portuarias pagan desde 1999 una tarifa por la utilización del muelle de acuerdo con la extensión del tramo de litoral que ocupan. En el 2002, 38 entidades pagaron por este concepto US\$1, 182,693 y 986, 546 pesos en total, lo que significa que una empresa pagó mensualmente como promedio US\$2, 593 y 2, 163 pesos.

(4) Compañías de agua

En la actualidad, las instalaciones de suministro de agua y de alcantarillado operadas por las compañías de agua son propiedad del INRH. Las nuevas obras constructivas son financiadas por el INRH, y los trabajos de rehabilitación son fundamentalmente responsabilidad de las compañías de agua. Los costos de operación y mantenimiento son, como es lógico, cubiertos por las compañías de agua.

(5) Embarcaciones

En el 2001, el total de embarcaciones que entraron en la bahía y pagaron derechos de navegación fue de 1,152, de las cuales 298 eran embarcaciones pequeñas. Los derechos de navegación incluyen cargos por la entrada a la bahía, por anclaje, por amarre, y por uso de las instalaciones del muelle. La recaudación total por derechos de navegación en el 2001 fue de US\$ 1, 334,012 y 965,187 pesos.

Como se explica anteriormente, a pesar de su estatus de contaminadores, las embarcaciones no son consideradas como financiadores del proyecto de alcantarillado. Esto se debe a que la

contaminación que ellas aportan a la bahía no se resuelve con este tipo de proyecto. Sin embargo, a las embarcaciones se las puede ver como financiadores potenciales de otros proyectos encaminados a la reducción de la contaminación en los que el objetivo sean los contaminantes aportados por embarcaciones.

(6) Turistas

La capacidad de los turistas extranjeros para pagar los bienes y servicios que reciben en Cuba se puede estimar a partir de los datos de gastos reales. La información pertinente sobre los precios del turismo se resume en la Tabla 13.24.

Tabla 13.24 Datos Sobre Precios del Turismo

<ul style="list-style-type: none">• Cantidad de turistas que visitaron Cuba en el 2002: 1.686 millones• Cantidad de turistas que visitaron la Ciudad de La Habana en el 2002: 0.959 millones• Período promedio de estancia en Ciudad de La Habana: 6.5 días• Gasto promedio: US\$975 / persona• Visa de entrada: US\$20 / persona• Impuesto de aeropuerto al salir: US\$20 / persona• Tarifa de entrada a museos: US\$3 a 10 / persona• Precio de espectáculo popular cubano: US\$60 a 85 / persona• Comida regular en restaurante para turistas: US\$10 a 20 / persona• Tabaco cubano: US\$3 a 20 / unidad• Pulóver souvenir: US\$7 a 20 / unidad
--

Fuentes: Gobierno de Ciudad de La Habana, Oficina Nacional de Estadísticas, Estimación del Equipo de Estudio

En general a los turistas les resulta indiferente realizar una contribución adicional de unos cuantos dólares, pues ya han gastado en diversos bienes y servicios, algunos de los cuales se relacionan en la Tabla 13.24. Sin embargo, si el cobro de una contribución adicional fuera directo, algunos turistas podrían sentirse incómodos de tener que pagar ese cargo específico. No existe ninguna norma generalmente aceptada sobre cuál puede ser la contribución de los turistas a un proyecto de alcantarillado. Sin embargo, US\$2 podría considerarse un estimado seguro, ya que representa solamente el 0.2 por ciento de los gastos promedios de un turista, y menos que lo que éste paga por entrar a un museo.

13.8.3 FINANCIAMIENTO EXTERNO

La deuda externa de Cuba se mantuvo estable en alrededor de US\$11 mil millones en el período comprendido entre 1997 y el 2001, como se muestra en la Tabla 13.25. Cuba no puede acceder al Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo (BIAD) y el Fondo Monetario Internacional (FMI). Las fuentes principales de asistencia multilateral son la Unión Europea y las agencias de las Naciones Unidas tales como la FAO, el PNUD y la UNICEF. Las proporciones de amortización del servicio de la deuda de Cuba se estiman en alrededor del 20 por ciento en el período comprendido entre 1998 y el 2001.

Tabla 13.25 Deuda Externa de Cuba en Moneda Librementemente Convertible

(Millones de pesos)

	<u>1997</u>	<u>1998</u>	<u>1999</u>	<u>2000</u>	<u>2001</u>
Oficial bilateral	5,853	6,248	5,737	5,669	5,727
Intergubernamental	1,512	1,601	1,640	1,837	1,836
Préstamo de asistencia al desarrollo	209	220	204	254	352
Crédito de exportación con garantía gubernamental	4,132	4,426	3,893	3,578	3,539
Oficial multilateral	521	575	17	17	17
Instituciones financieras	2,577	2,687	3,456	3,270	3,103
Depósitos y préstamos bancarios	2,297	2,573	3,187	2,942	2,833
A mediano y largo plazos	1,116	1,362	1,909	1,701	1,598
Depósito a corto plazo	1,181	1,211	1,278	1,241	1,235
Créditos de importación	280	113	269	327	271
Créditos de proveedores	1,169	1,673	1,845	1,985	2,026
Otros créditos	26	27	23	21	20
Total	10,146	11,209	11,078	10,961	10,893

Fuente: “Estadísticas anuales de Cuba 2001”, Oficina Nacional de Estadísticas

Entre 1997 y el 2001, Cuba recibió sólo una suma inferior a US\$100 millones anuales por concepto de asistencia para el desarrollo, como se muestra en la Tabla 13.25. Las principales fuentes de asistencia para el desarrollo de Cuba son la Unión Europea y las Naciones Unidas. En cuanto a los desembolsos de asistencia bilateral en el 2001, sobresalen Canadá y Holanda, aunque las sumas de ayuda estuvieron sólo un tanto por encima de los US\$10 millones. Con respecto a las áreas a las que se dirige la asistencia para el desarrollo, la colaboración técnica fue la mayoritaria en el 2000 y el 2001, constituyendo el 56 y el 59 por ciento, respectivamente (Tabla 13.27).

Tomando en cuenta las circunstancias analizadas anteriormente, parecería difícil que un solo país o una sola organización pudieran financiar un proyecto de alcantarillado costoso a gran escala de una sola vez. Si el proyecto de alcantarillado se dividiera en varios segmentos o su puesta en práctica se planificara por etapas, el desembolso anual real sería menor, y resultaría más fácil encontrar instituciones financieras o donantes que financiaran el mismo.

Tabla 13.26 Donantes de Asistencia para el Desarrollo

(US\$ 000)

	<u>1997</u>	<u>1998</u>	<u>1999</u>	<u>2000</u>	<u>2001</u>
Multilateral	31,941	26,033	31,236	28,904	46,995
Unión Europea	14,498	15,073	17,822	17,003	28,737
Naciones Unidas	17,249	10,843	12,554	10,998	17,685
Otros multilaterales	194	117	860	903	574
Bilateral	25,080	32,097	20,396	19,600	47,570
Canadá	6,519	9,962	6,059	8,627	13,049
Holanda	1,087	-	-	-	12,450
Italia	6,260	518	2,399	1,865	7,052
Noruega	-	1,024	296	-	3,100
España	7,776	8,317	8,182	4,694	2,565
Alemania	1,082	625	-	677	2,528
Japón	-	9,054	199	79	1,695
Suecia	1,224	1,244	1,495	-64	1,686
Bélgica	-	-	-	-	1,414
Reino Unido	722	281	-	-	1,000
Francia	-	814	1,735	3,642	509
Suiza	234	173	18	10	499
Colombia	-	-	-	-	23
Ucrania	-	-	-	70	-
Austria	176	85	13	-	-
ONG	9,587	15,418	5,280	7,357	2,069
Total	66,608	73,548	56,912	55,861	96,634

Fuente: Calculado a partir de datos del "Informe sobre cooperación para el desarrollo de Cuba", PNUD

Tabla 13.27 Tipos de Asistencia para el Desarrollo

(US\$ 000)

	<u>1997</u>	<u>1998</u>	<u>1999</u>	<u>2000</u>	<u>2001</u>
Colaboración técnica	27,002	22,173	25,288	31,137	56,750
Ayuda en alimentos	9,703	6,798	3,397	3,192	15,528
Ayuda de emergencia	29,383	40,696	25,961	20,154	11,139
Proyectos de inversión	-	-	981	225	10,151
Colaboración técnica vinculada a inversiones	325	900	1,285	1,103	2,648
Total	66,413	70,567	56,912	55,811	96,216

Fuente: Calculado a partir de datos del "Informe sobre cooperación para el desarrollo de Cuba 2001", PNUD

En la Tabla 3.28 se muestran las tasas de préstamos prevaletientes durante la primera mitad del 2003 aplicadas a los préstamos extendidos por las agencias multilaterales de crédito.

Tabla 13.28 Tasas de préstamos referenciales aplicadas por las agencias multilaterales de crédito.

Prestamista	Tipo de préstamo	Divisa	Término(año)	Período de gracia	Tasa de préstamo	Período efectivo
BID	Préstamo blando	US\$	40	10	1% durante el período de gracia 2% en lo adelante	*
	Ordinario	US\$	25	5	5.80%	Primer semestre del 2003
		Euro	25	5	5.59%	
		Yen	25	5	1.70%	
JBIC	Especial General	Yen	40	12	0.75%	A partir de abril del 2003
		Yen	30	10	1.50%	
Banco Mundial	Ordinario	US\$	12	3	7.15%	Primer semestre del 2003
		Euro	12	3	5.67%	
		Yen	12	3	1.07%	

* Uno de los préstamos blandos del Banco Interamericano de Desarrollo(BID) se extendió en marzo del 2003 de acuerdo con las condiciones aquí descritas.

Fuente: Sitio web del BID(www.iadb.org), sitio web del JBIC(www.jbic.go.jp) y sitio web del Banco Mundial(www.worldbank.org).

13.8.4 MOVILIZACIÓN COMUNITARIA

La sociedad cubana tiene experiencia en el campo de la movilización comunitaria. Por ejemplo, a raíz de la devastación causada por el Huracán Michelle en noviembre del 2001, los esfuerzos de la comunidad, apoyada con recursos del estado, se encaminaron reparar las viviendas dañadas y reconstruir las derribadas.

Otro ejemplo es la campaña para erradicar el brote de dengue emprendida en el 2001, en la que participaron los residentes locales. Como parte de esta campaña, se eliminó la basura y se sanearon las áreas en que se almacenaba agua estancada, con lo que el entorno de la Ciudad de La Habana alcanzó una notable mejoría.

Como parte del actual sistema político, dirigido por el Partido Comunista de Cuba (PCC), existen diversas organizaciones que están autorizadas por el PCC para movilizar a los ciudadanos en la base.

El Comité de Defensa de la Revolución (CDR) tiene las características de un comité de vecinos. La membresía de los CDR asciende a cerca de 8 millones a nivel nacional. Los CDR organizan y participan en una amplia gama de actividades, tales como el racionamiento, la reparación de viviendas, la cultura, los deportes, la recreación, las donaciones de sangre y la distribución de alimentos normados.

La Federación de Mujeres Cubanas (FMC) es otro ejemplo de organización gigantesca. El número de miembros es de casi 4 millones a nivel nacional. Los principales centros de actividad de la FMC son la participación de las mujeres en la sociedad y el mejoramiento del estatus social de las mismas.

Otras organizaciones influyentes son, por ejemplo, la Central de Trabajadores de Cuba (CTC, que es la federación de sindicatos), la Unión de Jóvenes Comunistas (UJC), la Federación Estudiantil Universitaria (FEU), la Federación Estudiantil de la Enseñanza Media (FEEM, que es la federación de estudiantes de enseñanza secundaria), y la Organización de Pioneros José

Martí (OPJM, que es la federación de estudiantes de la enseñanza primaria).

Los Consejos Populares son los que coordinan las diversas actividades movilizativas que organizan las organizaciones mencionadas anteriormente. Los Consejos Populares son el nivel de base de los gobiernos locales. El Área de Estudio comprende 10 municipios, los que están formados por 72 Consejos Populares.

Debido a la experiencia que existe en Cuba en la organización de una diversidad de movilizaciones comunitarias, es posible aplicar algún tipo de movilización de la comunidad al proyecto de alcantarillado. A fines del año 2001, la tasa de conexión a la red de alcantarillado es del 69 por ciento en las áreas de servicio de Aguas de La Habana, y del 6 por ciento en el área atendida por Acueducto del Este. Cuando se materialice el proyecto de alcantarillado, será necesario realizar una considerable cantidad de trabajos de conexión de las viviendas a los ramales del alcantarillado. Es posible que los trabajos de conexión excedan la capacidad de las compañías de agua en lo que se refiere a fuerza de trabajo. En ese caso, se podría movilizar a la comunidad para realizar labores no calificadas como la excavación y la colocación de las tuberías. Sin embargo, incluso en ese caso se necesitaría la participación de personal del proyecto, quienes suministrarían a las comunidades el resto de los elementos necesarios para realizar las obras, tales como supervisión, estudios topográficos, diseño, materiales y equipos.

13.9 EVALUACION FINANCIERA Y ECONOMICA

13.9.1 EVALUACION FINANCIERA

(1) Metodología

La viabilidad financiera de un proyecto de inversión de capital se analiza mediante el método de flujo de efectivo descontado, el que esencialmente está dirigido a determinar si los flujos netos de efectivo anticipados por el proyecto (entradas de efectivo o beneficios del proyecto menos salidas de efectivo o costos del proyecto) son razonablemente atractivos para que el inversionista arriesgue sus fondos. El método de flujo de efectivo descontado incluye los tres indicadores siguientes, que son los que los analistas financieros y los inversionistas utilizan predominantemente.

1) Valor neto presente (VNP)

En el cálculo del valor neto presente (VNP), la regla de decisión básica es que el proyecto es aceptable si el valor presente de los flujos netos de efectivo es igual o mayor que cero. Para utilizar esta regla, se debe estimar la tasa de descuento aplicada, la vida económica, el volumen de la entrada de efectivo cada año, y el volumen de la salida de efectivo cada año.

2) Proporción costo-beneficio (C/B)

Como en el caso del VNP, el cálculo del índice de rentabilidad (C/B) requiere que se estime la tasa de descuento, la vida económica, la entrada de efectivo, y la salida de efectivo. Un proyecto es aceptable cuando el valor presente de las entradas de efectivo dividido por el valor presente de las salidas de efectivo es igual o mayor que cero.

3) Tasa de retorno financiero interno (TRIF)

El cálculo de la tasa de retorno financiero interno (TRIF) determina la tasa de retorno que iguala el valor presente de los flujos netos de efectivo a cero. Por lo tanto, una vez que se calcula el TRIF, siempre se dan las siguientes desigualdades:

$C/B > 1$ y $VNP > 0$, si la tasa de descuento $<$ TRIF

$C/B < 1$ y $VNP < 0$, si la tasa de descuento $> TRIF$

El TRIF del costo total del proyecto se puede calcular abordando la inversión como si toda ella estuviera financiada por equidad, de modo que se puede obtener la capacidad de ingresos de la inversión total, independientemente de la deuda y/o la financiación propia.

De los tres indicadores anteriores, el TRIF es el más popular, debido fundamentalmente a que no se necesita establecer una tasa de descuento y a que facilita la comparación con tasas de interés y tasas de ingresos con las que todo aquel que deba tomar decisiones está familiarizado. Sin embargo, en la evaluación del Programa Director, se calculan los tres indicadores, con vistas a analizar la viabilidad financiera desde una perspectiva lo más amplia posible.

(2) Condiciones básicas

Al estimar los costos y los beneficios financieros del proyecto, se aplican las siguientes condiciones y presupuestos.

1) Entidad ejecutora del proyecto

Existen dos tipos de entidades ejecutoras, a saber, la entidad constructora y la entidad operadora. De acuerdo con la estructura legal y organizativa de Cuba lo más probable es que la Dirección Provincial de Recursos Hidráulicos (DPRH) asuma el papel de entidad constructora, mientras que Aguas de La Habana desempeñe el de entidad operadora. Aguas de La Habana representará al resto de las compañías de agua y alcantarillado que operan en la Ciudad de La Habana, a juzgar por la posible fusión de tales compañías en el futuro. El financiamiento que necesita la DPRH para construir o rehabilitar las instalaciones provendrá del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) o del gobierno central. Toda vez que la propiedad de las instalaciones pertenece a la DPRH, Aguas de La Habana pagará a ésta por concepto de alquiler. Aguas de La Habana obtendrá el financiamiento que necesita para pagar por el alquiler de tales instalaciones de los cobros a sus usuarios.

En el análisis financiero se considerará la fusión imaginaria de la DPRH y Aguas de La Habana para formar una sola entidad que se concentre únicamente en la ejecución del proyecto propuesto. Como resultado de tal fusión se compensará el pago del alquiler de las instalaciones por parte de Aguas de La Habana y el cobro de tal desembolso por la DPRH.

2) Costos del proyecto

Los costos del proyecto están formados por las inversiones de capital y los costos de O/M. Las inversiones de capital son las construcciones iniciales, las que se asume que duren tres años en cada una de las tres fases. Los costos de O/M sólo incluyen los gastos necesarios para la rehabilitación o la construcción de instalaciones en virtud del proyecto del plan maestro.

3) Beneficios del proyecto

Los beneficios del proyecto incluyen ingresos provenientes de los usuarios del alcantarillado y contribuciones de los turistas que visiten la Ciudad de La Habana. Se toma aquí en consideración su capacidad de pago por los servicios de alcantarillado. Los beneficios se determinan como la diferencia entre la situación con el proyecto y la situación sin el proyecto. Ni Aguas de La Habana ni la DPRH tiene entre sus funciones el cobro de las contribuciones por parte de los turistas. Se supone que sea el gobierno central quien se encargue de hacerlo a través de los hoteles y de las pensiones donde se alojan los turistas en la ciudad. Los cobros se remitirán a las entidades ejecutoras del proyecto.

Otro de los beneficios del proyecto puede derivarse de la reducción de los costos por concepto de O/M del sistema de alcantarillado existente mediante la implementación del proyecto del plan maestro. Sin embargo, tal beneficio puede considerarse como mínimo y, por tanto,

desdeñarse toda vez que la parte del sistema de alcantarillado operado por Aguas de La Habana se localiza en la zona occidental de la Ciudad de La Habana, es decir, fuera del Área de Estudio, lo que significa que la sustitución del sistema y el ahorro resultante en los costos es irrelevante para el proyecto. No se pudo conocer con exactitud los gastos de Acueducto del Este. Sin embargo, sus gastos por concepto de limpieza de tanques sépticos en el año 2001 fueron sólo de 15 800 pesos. Aunque no se tuvo acceso a más información acerca de gastos tales como salarios y consumo energético, aparentemente estuvieron en el orden de los 100,000-300,000 pesos. Toda vez que sólo una parte de tales costos puede reducirse con el proyecto, la magnitud del efecto del ahorro se considera insignificante en comparación con otros beneficios.

4) Tipo de cambio

La tasa de cambio oficial del peso cubano mantiene una paridad con el dólar estadounidense, mientras que la tasa de cambio no oficial que sólo se emplea para las transacciones personales internas varía de forma irregular. En la Tabla 13.29 se muestran las variaciones en la tasa de cambio desde 1997. Tal tasa no oficial se ha ido depreciando de manera gradual durante el período en cuestión. A fines de agosto del 2003 la tasa era de 26 a 1. La tasa de cambio no oficial apenas influye en el comercio. Sólo afecta marginalmente a las demandas internas de bienes de consumo de importación. La depreciación del peso cubano en los últimos años puede interpretarse como una consecuencia de la falta de moneda dura provocada por las pobres exportaciones, la contracción del turismo y la disminución de las remesas del extranjero.

Tabla 13.29 Variaciones en la tasa de cambio del peso cubano en relación con el dólar estadounidense.

Año	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003 ^b
Tasa oficial	1	1	1	1	1	1	1	1
Tasa no oficial ^a	19.2	22.8	22.3	20.7	21.5	23.3	26.0	26.0

^a Tasa de cambio legal pero no oficial disponible sólo nacionalmente para transacciones personales. ^b Información hasta el mes de septiembre.

Los costos del proyecto del plan maestro de alcantarillado tienen dos componentes en términos de los dos tipos de monedas en las que se harán los pagos, a saber, el peso cubano y el dólar estadounidense. Asimismo, los beneficios del proyecto del plan maestro pueden considerarse como una combinación de peso cubano y de dólar estadounidense, lo que refleja las dos clases de beneficiarios en dependencia de su vehículo de pago. Tanto en el análisis económico como en el análisis financiero del proyecto, algún tipo de tasa de cambio ha de aplicarse si se considera al proyecto como un todo.

De hecho, la práctica de combinar las porciones en ambas monedas al analizar la viabilidad financiera de un proyecto conjunto no siempre es pertinente en el caso de Cuba. Las porciones en ambas monedas deben analizarse por separado. Si han de combinarse, se empleará la tasa de cambio 1: 1.

Tomando en consideración esta dualidad en el sistema monetario y la incertidumbre en cuanto a la aplicación de una sola tasa de cambio en los cálculos financieros, se decidió utilizar cuatro combinaciones de monedas en el análisis del proyecto del plan maestro de alcantarillado. La primera fue el cálculo de la porción en pesos cubanos solamente; la segunda, la porción en dólares estadounidense exclusivamente; la tercera, la combinación de pesos cubanos y de dólares estadounidenses según la tasa de cambio 1: 1, mientras que la cuarta y última consistía en la combinación del peso cubano y del dólar estadounidense de acuerdo con la tasa de cambio 26: 1.

5) Vida del proyecto

Las tasas anuales de depreciación definidas por el Ministerio de Finanzas y Precios son del 3% para las edificaciones y construcciones, 6% para las maquinarias, 10% para los muebles, 15% para los equipos de oficina y de computación, y 20% para los vehículos. Teniendo en cuenta la diversidad de componentes del proyecto, la vida económica del mismo se determina como de 30 años a partir del completamiento de las obras de construcción de la segunda fase.

6) Tasa de descuento

La tasa de descuento es el costo de oportunidad del capital. Las tasas de depósitos bancarios prevalecientes aplicadas por las entidades multilaterales (Tabla 13.28) pueden ser referenciales para la porción en dólares estadounidenses. Para la porción en pesos, la tasa de depósito bancario en pesos para 36 meses (8 % en septiembre, 2003) puede tomarse como referencia. Teniendo en consideración tales tasas referenciales, se fijaron las tasas de descuento para las porciones en dólares estadounidenses y en pesos cubanos en 6 y 8 % respectivamente.

7) Población con servicio de alcantarillado

En términos de la población con servicio de alcantarillado o de los contribuyentes domésticos, se considera a la totalidad de los usuarios actuales de Aguas de La Habana como beneficiarios en el sistema central. Pagan sus cuentas en pesos. Se supone que por razones prácticas en el sistema de cobro se les cobra a todos los usuarios domésticos como contribuyentes del proyecto una misma tasa por concepto de alcantarillado residan dentro o fuera de la cuenca de la Bahía de La Habana. Por tanto, se supone que la cantidad de usuarios del sistema actual de alcantarillado ascienda a 860,000 en el 2004. Tal cifra se cree aumente gradualmente en ambas situaciones, es decir, con el proyecto y sin él. Para las nuevas zonas con servicio de alcantarillado, sólo se consideran usuarios domésticos aquellos que contarán con servicio de alcantarillado..

8) Tarifa del alcantarillado para usuarios domésticos

La tarifa del alcantarillado fue de 5 pesos por persona al año en el 2002. Es probable que se incremente la tarifa de Aguas de La Habana en el 2003, lo que significaría un aumento de la tarifa promedio en un 20 %. Por tanto, hemos asumido que la tarifa ascenderá a 6 pesos per cápita anualmente en el 2004. Aunque no se conoce cuándo se aprobará este incremento o a cuánto ascenderá el mismo, se asume que la tarifa se elevará a 12 pesos en el 2006. Se asume también que este aumento de la tarifa tendrá lugar tanto en la situación con el proyecto como en la situación sin el proyecto. Se supone que el próximo incremento de la tarifa sea en el 2011, cuando las instalaciones de la primera fase entren en funcionamiento. La tarifa sería entonces de 36 pesos al año por persona. Se supone que este incremento sea resultado de la puesta en funcionamiento del proyecto, por lo que será efectivo sólo en la situación con el proyecto.

9) Entidades estatales y usuarios institucionales

El número de entidades del estado y usuarios institucionales de Aguas de La Habana a fines del 2002 era 10,581. Los mismos se consideran beneficiarios del sistema central. Sobre esta base, se asume que el número de usuarios institucionales en el 2004 que pagan sus cuentas de alcantarillado en pesos sea de 11,000. Esta cifra se fija como estable hasta el último año del proyecto en la situación sin proyecto. El número de usuarios institucionales que serán atendidos por el sistema de Tadeo y Martín Pérez se calcula en un usuario institucional por cada 39 residentes. Esta proporción es derivada de la población actualmente atendida por Aguas de La Habana en el 2002, que es 13:1 en relación con los usuarios institucionales. Debido a la menor concentración de usuarios institucionales en el área, la proporción de usuarios institucionales aplicada en la nueva área de servicio es tres veces menor que la proporción hallada en el área de servicio existente de Aguas de La Habana.

10) Tarifa de alcantarillado para las entidades del estado y los usuarios institucionales

La tarifa del alcantarillado ascendió a 150 pesos por usuario en el 2002. Es probable que entre en vigor un incremento de la tarifa de Aguas de La Habana en el 2003, lo que significaría un aumento en un 20 % aproximadamente de la tarifa promedio. Por consiguiente se asume que la tarifa en el 2004 sea de 180 pesos per cápita al año. Aunque no se conoce cuándo se aprobará este incremento o a cuánto ascenderá el mismo, se asume que la tarifa se elevará a 360 pesos en el 2006, y que este incremento de la tarifa tenga lugar tanto en la situación con el proyecto como en la situación sin el proyecto. El próximo incremento de la tarifa se supone que ocurrirá en el 2011, cuando las instalaciones de la primera fase entren en funcionamiento. La nueva tarifa será 900 pesos por usuario. Se asume que este incremento en la tarifa sea resultado de la puesta en funcionamiento del proyecto, por lo que será efectivo sólo en la situación con el proyecto.

11) Usuarios que tienen ingresos en moneda libremente convertible

El número de usuarios de los servicios de Aguas de La Habana con ingresos en moneda libremente convertible era, a fines del 2001 y del 2002, de 3,659 y 4,473, respectivamente. Estos usuarios pagan sus cuentas en dólares estadounidenses, y son considerados beneficiarios del sistema central como los usuarios domésticos e institucionales. Sobre esta base, se asume que el número de usuarios con ingresos en moneda libremente convertible en el 2004 sea 4,500. De continuar las tendencias recientes, se espera que esta cifra aumente moderadamente hasta el 2030, tanto en la situación con el proyecto como en la situación sin el proyecto. No se espera que haya usuarios con ingresos en moneda libremente convertible en las nuevas áreas de alcantarillado, lo cual es una política conservadora.

12) Tarifa del alcantarillado para usuarios con ingresos en moneda libremente convertible

La tarifa anual de alcantarillado ascendió a US\$246 en el 2001 y US\$194 como promedio. Era probable que un incremento en la tarifa de Aguas de La Habana entrara en vigor en el 2003, lo que significaría un aumento de la tarifa promedio en un 20 % aproximadamente. Aunque no se conoce cuándo se aprobará este incremento o a cuánto ascenderá el mismo, se asume que la tarifa se elevará a 365 pesos en el 2006, o sea, 1,35 veces mayor que la anterior. Se asume que este incremento de la tarifa se aplique tanto en la situación con el proyecto como en la situación sin el proyecto. Se asume también que el próximo aumento en la tarifa ocurra en el 2011, cuando entren en funcionamiento las instalaciones de la primera fase. La nueva tarifa será US\$495 por consumidor, es decir, 35 % mayor que la anterior. 1.5 veces mayor que la anterior. Se asume que este incremento en la tarifa será provocado por la entrada en funcionamiento del proyecto, por lo que sólo será efectivo en la situación con el proyecto.

13) Turistas extranjeros

El número de turistas que visitaron la Ciudad de La Habana en el 2002 fue 0.959 millones. La cifra de visitantes descendió en el 2002 debido al negativo impacto que tuvieron los ataques del 11 de septiembre sobre el turismo a nivel mundial. En la evaluación financiera se asume que 1,3 millones de turistas visitarán la Ciudad de La Habana en el 2011, cuando entren en funcionamiento las instalaciones de la primera fase. Las variaciones en la cantidad de turistas aparecen reflejadas en la Tabla 13.30. Como resultado de la ejecución del proyecto, se asume que entre en vigor una contribución de US\$2 por turista que visite la Ciudad de La Habana, la que comenzará en el 2011. Tal contribución a través de las oficinas de administración tributaria se transferirá a la entidad ejecutora del proyecto para ser destinada al pago del préstamo y de los costos de O/M. Tal monto representa el 0,2 % del gasto promedio por turista y es inferior a lo que se cobra por entrar a cualquier museo. Por tanto, no se prevé objeciones de parte de los turistas a pagar dicha contribución.

Tabla 13.30 Variaciones en la cantidad de turistas que visitan a la Ciudad de La Habana

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2011*
Turistas que visitan a la Ciudad de La Habana	649	781	867	951	980	959	1300
Turistas que visitan a Cuba	1170	1416	1603	1774	1775	1686	2363
Porcentaje que representa la Ciudad de La Habana	55%	55%	54%	54%	55%	57%	55%

Fuente: Oficina Territorial de Estadísticas de la Ciudad de La Habana

*Cálculo del Equipo de Estudio

(3) Evaluación de la Viabilidad Financiera

Sobre la base de las condiciones descritas anteriormente, los TRIF se calculan en -0.1 por ciento en la porción en US\$, 45.1 por ciento en la porción en pesos, 21.0 por ciento en la porción combinada de US\$ y pesos según la tasa de cambio de 1:1, y 1.8 por ciento en la porción combinada de US\$ y pesos según la tasa de cambio de 1:26. Los flujos de efectivo del proyecto y los resultados de otros indicadores financieros aparecen en la Tabla 13.31. En el Apéndice 13 se muestran los flujos de efectivo de los costos y beneficios por O/M en forma de comparación entre la situación con el proyecto y la situación sin el proyecto.

De hecho, el proyecto está constituido por la porción en US\$ y la porción en pesos orgánicamente y no de manera fragmentada. Si se considera la tasa de cambio de US\$1:26 pesos, que es la que en realidad se utiliza en las transacciones personales, de una forma conservadora, el resultado del TRIF ascendería a un 1.8 %. El 1.8 por ciento implica que el proyecto sería intrínsecamente autofinanciado. En otras palabras, los ingresos provenientes de los usuarios y la contribución de los turistas son suficientes para pagar los costos de construcción y los costos de O/M. Tal cosa sería posible sólo si se financia el proyecto mediante un préstamo concesionario o un préstamo blando cuya tasa de interés no sobrepase el 1.8 por ciento.

Tabla 13.31 Flujo de Efectivo del Proyecto del Plan Maestro a Valor Financiero

Año No.	Año	Costo				Beneficio				Beneficio neto			
		Gastos de capital (\$000) (Ps000)		Gastos de explotación (\$000) (Ps000)		Moneda extranjera (\$000)	Corporación (Ps000)	Usuario doméstico (Ps000)	Contribuciones de (\$000)	US\$ (\$000)	Peso (Ps000)	\$ + Peso Ps1:\$1 (Ps000)	\$ + Peso Ps26:\$1 (Ps000)
1	2004												
2	2005												
3	2006	1,553	684							-1,553	-684	-2,237	-41,070
4	2007	1,553	684							-1,553	-684	-2,237	-41,070
5	2008	14,610	9,612							-14,610	-9,612	-24,222	-389,467
6	2009	17,251	10,861							-17,251	-10,861	-28,112	-459,376
7	2010	18,680	11,992							-18,680	-11,992	-30,672	-497,661
8	2011	5,278	3,616	17	1,142	813	6,203	21,890	2,600	-1,883	23,335	21,452	-25,618
9	2012	5,277	3,616	33	1,149	845	6,466	22,420	2,600	-1,865	24,120	22,255	-24,377
10	2013	7,059	4,672	46	1,239	878	6,663	22,848	2,600	-3,628	23,599	19,971	-70,724
11	2014	14,055	7,513	54	1,242	910	6,794	23,172	2,600	-10,599	21,212	10,613	-254,351
12	2015	9,246	5,569	62	1,246	943	6,926	23,498	2,600	-5,765	23,608	17,843	-126,283
13	2016	5,752	3,938	83	1,512	975	7,172	24,002	2,600	-2,260	25,724	23,464	-33,038
14	2017	5,751	3,938	104	1,522	1,008	7,420	24,508	2,600	-2,248	26,467	24,219	-31,971
15	2018	6,519	4,193	121	1,530	1,040	7,621	24,942	2,600	-3,000	26,840	23,840	-51,162
16	2019	8,743	5,263	133	1,535	1,073	7,777	25,306	2,600	-5,204	26,285	21,081	-109,009
17	2020	8,831	5,458	146	1,541	1,105	7,934	25,670	2,600	-5,272	26,604	21,332	-110,470
18	2021			166	1,614	1,138	8,173	26,164	2,600	3,572	32,723	36,294	125,582
19	2022			187	1,625	1,170	8,413	26,657	2,600	3,583	33,446	37,029	126,604
20	2023			204	1,634	1,203	8,604	27,075	2,600	3,599	34,045	37,644	127,606
21	2024			216	1,640	1,235	8,746	27,418	2,600	3,619	34,524	38,143	128,618
22	2025			229	1,647	1,268	8,889	27,760	2,600	3,639	35,002	38,641	129,603
23	2026			233	1,649	1,300	8,938	27,956	2,600	3,667	35,245	38,912	130,587
24	2027			237	1,651	1,333	8,987	28,152	2,600	3,696	35,487	39,183	131,570
25	2028			241	1,654	1,365	9,035	28,347	2,600	3,724	35,728	39,452	132,552
26	2029			245	1,656	1,398	9,084	28,543	2,600	3,753	35,971	39,723	133,536
27	2030			249	1,658	1,430	9,131	28,739	2,600	3,781	36,212	39,993	134,518
28	2031			249	1,658	1,430	9,131	28,859	2,600	3,781	36,332	40,113	134,638
29	2032			249	1,658	1,430	9,131	28,979	2,600	3,781	36,452	40,233	134,758
30	2033			249	1,658	1,430	9,131	28,979	2,600	3,781	36,452	40,233	134,758
31	2034			249	1,658	1,430	9,131	28,979	2,600	3,781	36,452	40,233	134,758
32	2035			249	1,658	1,430	9,131	28,979	2,600	3,781	36,452	40,233	134,758
33	2036			249	1,658	1,430	9,131	28,979	2,600	3,781	36,452	40,233	134,758
34	2037			249	1,658	1,430	9,131	28,979	2,600	3,781	36,452	40,233	134,758
35	2038			249	1,658	1,430	9,131	28,979	2,600	3,781	36,452	40,233	134,758
36	2039			249	1,658	1,430	9,131	28,979	2,600	3,781	36,452	40,233	134,758
37	2040			249	1,658	1,430	9,131	28,979	2,600	3,781	36,452	40,233	134,758
38	2041			249	1,658	1,430	9,131	28,979	2,600	3,781	36,452	40,233	134,758
39	2042			249	1,658	1,430	9,131	28,979	2,600	3,781	36,452	40,233	134,758
40	2043			249	1,658	1,430	9,131	28,979	2,600	3,781	36,452	40,233	134,758
41	2044			249	1,658	1,430	9,131	28,979	2,600	3,781	36,452	40,233	134,758
42	2045			249	1,658	1,430	9,131	28,979	2,600	3,781	36,452	40,233	134,758
Total		130,158	81,611	6,741	54,956	43,875	295,945	949,629	91,000	-2,024	1,109,007	1,106,983	1,056,383
Resultados:													
Caso I	Porción de US\$	TIRF: -0.1%		B/C: 0.5		VNP(\$): -40,511		(Tasa de descuento: 6%)					
Caso II	Porción de pesos	TIRF: 45.1%		B/C: 4.5		VNP(P): 176,239		(Tasa de descuento: 8%)					
Caso III	US\$+peso (Ps1:\$1)	TIRF: 21.0%		B/C: 2.1		VNP(P): 135,728							
Caso IV	US\$+peso (Ps26:\$1)	TIRF: 1.8%		B/C: 0.6		VNP(P): -877,044							

(4) Análisis de Sensibilidad

Al calcular los indicadores financieros, puede suceder que algunos parámetros tengan una mayor influencia sobre los resultados finales que otros. Resulta útil localizar los parámetros que tienen una influencia importante en los resultados finales mediante un análisis de sensibilidad, de modo que las personas encargadas de tomar decisiones les presten especial atención. Los análisis de sensibilidad evalúan la robustez del proyecto cuando ocurren cambios en los parámetros claves del mismo. En el análisis del proyecto del Plan Maestro, se seleccionan como parámetros claves el costo de construcción y los ingresos. Los resultados se muestran en la Tabla 13.32. El TRIF es sensible tanto al costo de construcción como a los ingresos.

Una disminución del 20% en el costo de construcción eleva la TFRI de base en 1.7 puntos, mientras que un incremento similar la reduce en 1.3 puntos y la mantiene aún positiva. Un aumento del 20% en los ingresos eleva la TFRI de base en 1.5 puntos, mientras que una disminución similar la reduce en 1.6 puntos y la mantiene aún positiva.

Tabla 13.32 Análisis de Sensibilidad Financiera del proyecto del Plan Maestro

	US\$	Peso	US\$+Peso (US\$1=1 peso)	US\$+Peso (US\$1=26 peso)
Caso base	-0.1%	45.1%	21.0%	1.8%
El costo de construcción aumenta un 20%	-1.2%	38.9%	17.4%	0.5%
El costo de construcción disminuye un 20%	1.4%	53.5%	26.2%	3.5%
Los ingresos disminuyen un 20%	-1.6%	37.2%	16.4%	0.2%
Los ingresos aumentan un 20%	1.2%	52.2%	25.3%	3.3%

13.9.2 EVALUACION ECONOMICA

(1) Metodología

Al igual que en la evaluación financiera, se utiliza el método de flujo de efectivo descontado. También aquí se calculan tres indicadores, que son: el valor neto presente (VNP), la proporción entre el costo y el beneficio (C/B) y la tasa de retorno económico interno (TREC). Una descripción de tales indicadores aparece en la Sección 13.9.1.

(2) Valoración del costo económico

Al estimar el costo económico se omiten o se ajustan algunos aspectos de los costos financieros con el fin de analizarlos desde el punto de vista de la economía como un todo más que desde el punto de vista de una entidad en particular. Por ejemplo, se excluyen de los costos económicos los impuestos, los aranceles y los subsidios incorporados en los precios de mercado de los bienes y servicios toda vez que constituyen simples transferencias de una parte a la otra dentro de la misma economía. Con el propósito de eliminar tales distorsiones del mercado contenidas en los precios financieros de los bienes y servicios y con el fin asimismo de llegar a los precios económicos, se emplea un grupo de factores de conversión que se explicarán en lo adelante.

1) Materiales y equipos en moneda libremente convertible

Los materiales y los equipos denominados en moneda dura son artículos de cambio. En la evaluación económica, el valor de un bien de cambio aparece en el precio en la frontera del país (precio de frontera¹). Los valores aquí declarados son los valores netos de los costos de las transacciones, esto es, la transportación interna, la utilidad del comerciante. Tales valores incluyen, sin embargo, a los aranceles.

El arancel promedio de importación impuesto a las mercancías provenientes de la mayoría de

¹ Vale la pena hacer mención de la influencia negativa de las sanciones comerciales de los Estados Unidos. Como las importaciones cubanas desde territorio estadounidense han estado restringidas desde 1960, los bienes y servicios necesarios que no se producen en Cuba tienen que importarse de otros países, lo que trae como consecuencia un incremento en los costos de transportación. De acuerdo con cálculos del gobierno cubano, las sanciones de Estados Unidos a Cuba costaron a la isla 403.5 millones de dólares adicionales en el 2002. En las últimas cuatro décadas las pérdidas se estiman en 72 mil millones de dólares.

los países de Europa occidental y América Latina es de un 11 por ciento. Por tanto, los precios financieros de los materiales y equipos en moneda libremente convertible se convirtieron en precios económicos mediante el empleo del factor de conversión (FC) siguiente:

$$CF = 1/(1+0.11)= 0.9$$

2) Costos de las transacciones en divisas extranjeras

Los costos por concepto de transacciones incluyen la transportación interna, las comisiones bancarias, los seguros, y los costos indirectos necesarios para la construcción de las instalaciones en el emplazamiento seleccionado para ejecutar el proyecto. Como el proyecto de alcantarillado en realidad se ejecuta en algún lugar de Cuba y no literalmente en la frontera, los costos de las transacciones no deben omitirse en la valoración económica. Se incluye aquí asimismo las contingencias físicas. Por contingencia física se entiende aquella cantidad incluida en el precio de un bien o servicio para tener en cuenta las condiciones físicas adversas que pueden elevar el costo de base. Las contingencias físicas no deben omitirse

Los costos por concepto de transacciones no son intercambiables por naturaleza. Se incluyen entre los costos en divisas extranjeras, sin embargo, toda vez que en la fórmula cubana de costos los costos por transacciones relativos a los bienes que se comercian en moneda libremente convertible también se dan en divisas, empleando la tasa de cambio oficial de 1- 1.

Al usar las divisas en la valoración económica para los bienes y servicios no intercambiables ha de ajustarse la tasa de cambio oficial sobre la base de las distorsiones comerciales existentes. Tales distorsiones son consecuencia de políticas comerciales tales como la imposición de aranceles de importación, las restricciones cuantitativas, los subsidios a las exportaciones, los impuestos a las exportaciones, etc. El factor usual de conversión (FUC) es la proporción entre los valores económicos de todos los bienes y servicios de una economía en la frontera y sus valores en el mercado interno. El FUC se define a continuación:

$$FUC = \frac{M + X}{(M+t_m - s_m) + (X - t_x + s_x)}$$

Donde:

M y X son las importaciones y exportaciones totales, respectivamente, en un año en particular a precios internacionales y convertidos en moneda local según la tasa oficial de cambio.

t_m y t_x son los impuestos cobrados a M y a X, respectivamente.

s_m y t_x son el subsidio pagado a M y a X, respectivamente.

En el año 2003 en Cuba, los parámetros pertinentes fueron los siguientes:

M= 5103.3 millones de pesos

X= 4232.0 millones de pesos

t_m = 381 millones de pesos

$t_x = s_m = t_x = 0$

Por tanto, el FUC = $(5103.3 + 4232) / (5103.3 + 381 - 0) + (4232 - 0 + 0) = 0.96$

Los precios financieros de los costos de las transacciones denominados en divisas extranjeras se convierten, por tanto, en precios económicos en 0.96.

3) Utilidad del comerciante

De acuerdo con la fórmula cubana de costos y la opinión de un experto cubano en la materia, el valor financiero en relación con la adquisición de materiales y equipos comerciables en moneda libremente convertible incluye como promedio una utilidad de un 20 por ciento. La utilidad del comerciante se considera como un alquiler que distorsiona los valores económicos. Se omitió, por tanto, al convertir el valor financiero en su valor económico.

4) Materiales y equipos en moneda nacional

Los materiales y equipos denominados en moneda nacional son rubros comerciables producidos en Cuba. En la valoración económica, el valor de un bien comerciable se expresa en el precio de frontera. Las distorsiones comerciales en relación con la tasa oficial de cambio son las mismas descritas en la sección dedicada a los costos de las transacciones denominados en divisas extranjeras. Los precios financieros de los materiales y de los equipos son igualmente ajustables de forma similar a la descrita para el FUC. En tal sentido se aplica el factor de la tasa de cambio no oficial (FTCNO). La diferencia estriba en el hecho de que tal factor es el valor recíproco del FUC. Por consiguiente, se convirtieron aquí los precios financieros en precios económicos mediante el siguiente factor de conversión (FC):

$$CF = FTCNO = 1/FUC = 1/0.96 = 1.04$$

5) Mano de obra

Para la mano de obra escasa, el coeficiente salarial no oficial es probable que sea igual o mayor que el coeficiente salarial de mercado. Para la mano de obra abundante, por su parte, el coeficiente salarial es probable que sea inferior al coeficiente salarial de mercado. Los costos por concepto de mano de obra aquí cotizados representan fundamentalmente los de mano de obra no calificada que por lo general abunda en los países latinoamericanos. La tasa oficial de desempleo de Cuba descendió hasta el 3.3 por ciento en el 2002, comparada con el 4.1 por ciento del 2001. Aun considerando la existencia de desempleados sin registrar, en particular jóvenes, tal cifra es considerablemente baja. El factor habitual de coeficiente salarial (FHCS) se emplea para convertir el precio financiero de la mano de obra en su precio económico. Tomando en cuenta la situación cubana, el FHCS para la mano de obra que se emplea en la porción en moneda nacional se estimó en 0.8.

6) Costo de las transacciones en moneda nacional

Los costos de las transacciones incluyen los costos de transportación interna, las comisiones bancarias, los seguros, y los costos indirectos necesarios para las construcciones que se realizarán en los emplazamientos seleccionados para los proyectos. Por tanto, los costos de las transacciones no deben omitirse en la evaluación económica. Tales costos no son comerciables por naturaleza. Así, cuando se incluyen en la unidad en moneda nacional no se necesita hacer ajustes para eliminar el efecto de la distorsión del mercado.

7) Terrenos

No hay costos por concepto de adquisición de terrenos y de compensación. Sin embargo, desde el punto de vista de la evaluación económica, cualquier terreno que se destine para el proyecto necesariamente pierde sus otros posibles usos. Si existe un mercado activo de compra-venta de terrenos, y tal mercado se considera suficientemente representativo de los valores de uso alternativo para el terreno comprado específicamente para uso del proyecto, entonces el terreno puede evaluarse empleando el precio pagado. Si el terreno se arrienda, entonces el valor del arrendamiento ha de considerarse en el análisis del proyecto.

En Cuba, sin embargo, el mercado de compra-venta de terrenos es prácticamente inexistente, y el precio de mercado resulta difícil de calcular. En este caso el valor económico del terreno puede medirse en su uso alternativo. Tomando en consideración el uso actual de los terrenos y sus contornos, su explotación en la agricultura urbana se considera su uso más razonable y viable. En la Tabla 13.33 se muestran los productos agrícolas seleccionados que pueden cultivarse en los terrenos.

Tabla 13.33 Cultivos posibles en los terrenos seleccionados para el proyecto

Cultivo	Precio de mercado (peso/lb)	Producción (ton/ha)	Valor agregado* (peso/ha)
Papa	2.29	7.54	15,226
Plátano	1.97	8.71	15,131
Otras hortalizas	3.33	13.32	39,114
Maíz	2.77	2.33	5,691
Frijoles	7.53	0.96	6,375
Cítricos	1.76	14.76	22,908
Otras frutas	3.86	7.96	27,095

Fuente: Cálculos hechos por el Equipo de Estudio a partir de datos del “Anuario estadístico de Cuba 2001”, Oficina Nacional de Estadísticas, y del “Anuario estadístico de La Ciudad de la Habana 2002”, Oficina Territorial de Estadísticas de la Ciudad de La Habana.

*El valor agregado es el valor de producción (=valor de mercado) menos el costo de producción. El costo de producción (incluyendo el costo de reclamación de la tierra) se estima al 60% del valor de mercado.

Ha de notarse que la agricultura puede generar anualmente entre Ps5,691 y 39,114 por hectárea en el terreno del proyecto. Considerando la tendencia en la agricultura urbana en virtud de la cual se favorece el cultivo de frutas y hortalizas debido a su accesibilidad y rentabilidad, se asume que Ps20,000 constituye un valor agregado razonable que puede lograrse en una hectárea de tierra. Esta cifra predeterminada de Ps 20,000 a cambio de la ejecución del proyecto se considera como el arriendo del terreno. Suponemos que los arriendos para todo el período del proyecto se sufraguen en una gran suma a partir del comienzo de la posesión de la tierra. El costo de oportunidad del capital, o tasa de descuento, se estima en un 10 por ciento, cifra por lo general aplicable en la evaluación económica. La vida del proyecto del plan maestro se determina en treinta años con posterioridad a la conclusión de las obras constructivas de la segunda etapa, o sea, en el 2045. Por ejemplo, la tenencia de la PTAR Luyanó comienza en el 2008 y dura hasta el fin del proyecto. Por consiguiente, P_x o el valor de la tierra en el año 2008 se calcula de la siguiente manera:

$$P_x = \sum_{n=0}^{37} \frac{20,000}{(1 + 0.1)^n} = 214,118 \text{ (Ps/ha)}$$

En la Tabla 13.34 se calculan, asimismo, los valores de los terrenos necesarios para el proyecto del plan maestro.

Tabla 13.34 Valores económicos de la tierra

	Área necesaria para el proyecto (ha)	Área cultivable ^b (ha)	Tenencia	Valor de la unidad (Ps/ha)	Valor de la tierra ^c (Ps)
PTAR Luyanó	3.0 ^a	2.1	38 años (2008-2045)	214,118	449,648
Estación de bombeo de Matadero	0.2	0.1	38 años (2008-2045)	214,118	21,412
Estación de bombeo de la Playa del Chivo	0.2	0.0	35 años (2011-2045)	159,408	0
Total	4.4	2.4			471,060

Fuente: Equipo de Estudio

^a Del terreno de 5.0 ha para la PTAR, el proyecto del GEF usará 2.0ha, que aquí se descuenta.

^b Cálculo del Equipo de Estudio

^c Precio cuando comience la tenencia de la tierra sobre la base del área cultivable

8) Gastos administrativos

Los gastos administrativos son costos requeridos por la agencia ejecutora, los organismos y las entidades gubernamentales pertinentes para la aplicación del proyecto. Tales gastos no deben omitirse en la evaluación económica. Se asumen como gastos medio comerciables (factor de conversión 1.04, o sea, el mismo que para los materiales y equipos en moneda nacional) y medio no comerciables (factor de conversión 1). Por tanto, el costo financiero se convierte en costo económico por el factor 1.02 (50% x 1.04 + 50% x 1).

9) Servicios de ingeniería en divisas

Los servicios ingenieros en divisas provienen de expertos extranjeros y el monto se cotiza a un precio internacionalmente competitivo. Se consideran de la misma forma que un material comerciable en divisas que no incluye el efecto del impuesto. Por tanto, no hay necesidad de realizar ajustes.

10) Servicios de ingeniería en moneda nacional

Se incluyen en esta categoría fundamentalmente trabajadores cubanos calificados. Toda vez que tales trabajadores son deficitarios en Cuba, se aplicó el factor habitual de coeficiente salarial (FHCS) para convertir el precio financiero de la mano de obra en su precio económico. Como resultado, no se hacen ajustes.

11) Contingencia física en divisas

La contingencia física es un monto que se incluye en la cuenta del proyecto para hacer frente a condiciones físicas adversas, y no debe omitirse en la evaluación económica. La contingencia física se relaciona tanto con elementos comerciables como no comerciables. Al igual que para los costos de las transacciones en divisas antes mencionados, se aplica aquí el factor usual de conversión (FUC) para eliminar el efecto de la distorsión del mercado, si una contingencia física denominada en divisa corresponde a elementos de costo no comerciables. Por otra parte, si una contingencia física denominada en divisa corresponde a elementos de costo comerciables, entonces no se requiere hacer ajustes a la hora de la conversión del valor financiero al valor económico. La contingencia física en divisas se asume como medio comerciable (factor de conversión 1) y medio no comerciable (FUC 0.96). Por tanto, el costo financiero se convierte en costo económico mediante el factor 0.98 (50% x 1 + 50% x 0.96).

12) Contingencia física en moneda nacional

Si una contingencia física en moneda nacional corresponde a bienes y servicios comerciables, entonces contiene el efecto de la distorsión del mercado y se aplica, por tanto, el factor del tipo de cambio no oficial (FTCNO) de 1.04. Si corresponde, sin embargo, a bienes y servicios no comerciables, entonces no se necesita hacer ajustes. En la evaluación económica de este proyecto se aplicó el FTCNO en ambos casos. La contingencia física en moneda nacional se asume como medio comerciable y medio no comerciable. Por consiguiente, el costo financiero se convierte en costo económico mediante el factor 1.02 ($50\% \times 1.04 + 50\% \times 1$).

13) Costo de personal en la operación y el mantenimiento

El personal que se empleará en las instalaciones nuevas o rehabilitadas incluirá tanto trabajadores calificados como no calificados. Los factores usuales de coeficiente salarial aplicados para personal calificado y personal no calificado se estiman en 1.0 y 0.8 respectivamente. Se ha asumido que el personal se compone de un 30 % de trabajadores calificados y de un 70 % de trabajadores no calificados. Por lo tanto, el costo financiero se convierte en costo económico mediante el factor 0.86 ($30\% \times 1 + 70\% \times 0.8$).

14) Costo de electricidad en la operación y el mantenimiento

El costo de electricidad por lo general incluye componentes comerciables como petróleo y maquinarias, y componentes no comerciables tales como mano de obra y gastos generales. Como no se dispone de la información relativa a los componentes de costo de la electricidad, no puede realizarse la conversión de cada costo financiero en sus valores económicos. Existe otro factor de conversión para eliminar la distorsión del precio a causa de los subsidios. Como sucede con la tarifa del agua, la tarifa de la electricidad se paga en dos monedas. Algunos usuarios con ingresos en divisas pagan la electricidad en dólares, mientras que otros lo hacen en pesos. Para Aguas de La Habana se aprobó un tratamiento preferencial en virtud del cual se paga la tarifa en pesos durante el período de concesión. Dicho tratamiento preferencial se considera como un subsidio del gobierno y se supone dure hasta el final del proyecto. Los datos sobre el costo de la electricidad no estuvieron a nuestra disposición. Sin embargo, suponemos que debido al efecto del control de la tarifa de la electricidad ejercido por el gobierno, el costo económico de la electricidad es superior a su costo financiero. Por tanto, se asumió un factor de conversión de 2.0, lo que significa que el costo económico es dos veces mayor que su costo financiero.

15) Costo de los productos químicos en la operación y el mantenimiento

Se aplica aquí la misma regla que para los materiales y equipos cotizados en divisas. Por consiguiente, los precios financieros de los productos químicos se convierten en precios económicos según el factor de conversión de 0.9.

16) Tasa de descuento

El costo de oportunidad del capital representa la tasa económica de retorno permisible, o tasa de descuento, para los proyectos de desarrollo. En general, el 10 por ciento se aplica como el costo de oportunidad del capital para evaluar la viabilidad económica.

(3) Evaluación del beneficio económico

1) Análisis a la población

La voluntad de pago (VDP) es la cantidad máxima que los consumidores como beneficiarios están preparados para pagar por un bien o servicio, lo que se considera como el beneficio que

los consumidores pueden disfrutar al usar el bien o servicio.

La encuesta a la población constituye una manera tradicional de aclarar la VDP. El cuestionario por lo general empleado en las encuestas incluye preguntas relativas a la información que posee la población sobre la protección del medio ambiente, el uso y el gasto de agua, la situación actual de los servicios sanitarios y de alcantarillado, la necesidad de mejorar el sistema de alcantarillado, los gastos reales incurridos por concepto de disposición de las aguas residuales, el nivel de vida en términos de higiene, y la morbilidad.

Para el Equipo de Estudio resultó imposible realizar una encuesta minuciosa debido a problemas de procedimiento. En su lugar se llevó a cabo una encuesta sencilla a pequeña escala en 102 viviendas de los diez municipios del área de estudio. Se prepararon dos tipos de cuestionarios. El primero incluía la cantidad de personas que vivían en la vivienda, el método de disposición de las aguas residuales y la VDP para el mejoramiento ambiental de la bahía, mientras que el segundo indagaba sobre la cantidad de personas de la vivienda, el método de disposición de las aguas residuales, y la voluntad de recibir (VDR) compensación a causa del deterioro ambiental de la bahía.

Teóricamente la VDR constituiría la medida más apropiada para las personas perjudicadas en una decisión sobre asignación de recursos, mientras que la VDP sería la más adecuada para las personas beneficiadas. La dificultad surge cuando no está claro si el entrevistado es una persona perjudicada o beneficiada. De hecho, los habitantes de la cuenca de la Bahía de la Habana tienen tanto de perjudicados como de beneficiados. En tal sentido, para evitar la confusión al imponer a una misma persona los dos cuestionarios distintos, se decidió hacerle uno de los dos solamente. Los resultados de la análisis aparecen en la Tabla 13.35.

La cantidad promedio de personas por vivienda entre las 102 muestras fue de 3.9. El porcentaje de conexión al alcantarillado, del 86 %. La VDP promedio de las 52 personas entrevistadas fue de 2 pesos, mientras que la VDR promedio entre los 50 entrevistados, 20 pesos. Tal notable diferencia entre la VDP promedio y la VDR promedio podría explicarse por un comportamiento habitual de los habitantes de la Ciudad de La Habana. A la mayoría de las viviendas se le cobra una tarifa mensual fija por concepto de agua y alcantarillado ascendente a 1.3 pesos por persona, 1 peso por el suministro de agua y 0.30 centavos por el servicio de alcantarillado, lo que se percibe habitualmente como una tarifa pagada a una compañía de agua. Los datos de las viviendas (Tabla 13.22) indican que una vivienda promedio de cuatro miembros pagó 5 pesos por los servicios de agua y alcantarillado al mes, mientras que sus ingresos mensuales totales ascienden a 760 pesos. Los gastos por concepto de agua y alcantarillado representan el 0.7 por ciento de los ingresos de los miembros de la vivienda, lo que se considera un nivel bajo en comparación con muchos países en desarrollo. Tal baja tarifa ha sido posible porque el gobierno cubano controla los precios que cobran las empresas de servicios públicos a sus usuarios. Asimismo el gobierno destina subsidios y financiamientos para las empresas de servicios. Como resultado de dicha política las tarifas de agua y de alcantarillado se mantienen relativamente bajas. En virtud de tales circunstancias, cuando se les realiza el cuestionario para determinar la VDP, no sorprende que los entrevistados que dan por sentada esta baja tarifa menosprecien la VDP.

Tabla 13.35 Resultados de la encuesta a la población

Aspecto	Voluntad de pagar	Voluntad de recibir	Total
Número de muestras	52	50	102
Cantidad promedio de personas por vivienda	3.8	4.0	3.9
Conexión al alcantarillado			
Alcantarillado	86%	86%	86%
Tanque séptico	8%	12%	10%
Descarga directa en el río	6%	2%	4%
Valor promedio de la voluntad (Ps/mes)	2 ^a	20 ^b	11
Desviación habitual (Ps/mes)	2	34	25
Mínima (Ps/mes)	0	0	0
Máxima (Ps/mes)	10	100	100
Promedio (Ps/mes)	1	0	1
Modo (Ps/mes)	1	0	0

Fuente: Equipo de Estudio

^a Aplicando la distribución del estudiante, la VDP promedio de la población oscila entre 1.4 y 2.6 pesos con un nivel de confianza del 95 %.

^b Aplicando la distribución del estudiante, la VDR promedio de la población oscila entre 10.4 y 29.6 pesos con un nivel de confianza del 95 %.

Por el contrario, algunos entrevistados sobrevaloran el monto de la compensación cuando se les realiza el cuestionario para determinar la VDR. De hecho, los cubanos rara vez reciben compensación o indemnización monetarias por concepto de daños sufridos, por lo que al preguntárseles sobre su VDR tienden a quedarse perplejos. Un punto de referencia con el que los entrevistados podrían asociar su VDR sería una multa por determinada infracción. Por ejemplo, las violaciones de regulaciones del tráfico tales como estacionar en lugares prohibidos o ir a exceso de velocidad por lo general se castigan con multas de 50 pesos o menos. Sólo recientemente se comenzó a imponer multas por contravenciones de las regulaciones ambientales. En febrero del 2002 se aprobó el Decreto 271 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros que estipula la aplicación de multas tanto a personas naturales como jurídicas que viertan desechos. Por ejemplo, una persona que arroje escombros en lugares no autorizados se le impone una multa que oscila entre 200 y 250 pesos. Si es una entidad, la multa asciende a 600 pesos. Arrojar basura en la calle se multa con 50 pesos, mientras que verter desechos industriales equivale a una multa de 200 pesos. En el 2001, se multaron 52,320 ciudadanos y 4,008 entidades por contravenciones de esta naturaleza.

Tomando en consideración tal estado de cosas, se tomó la cifra de 11 pesos o el valor promedio de la VDP y de la VDR de las 102 muestras como la VDP a los efectos de la evaluación del beneficio económico.

2) Beneficio de los habitantes

Los habitantes son el grupo prioritario que recibirá los beneficios del proyecto. De hecho, existen dos clase de habitantes, a saber, “directos” e “indirectos”. Los habitantes “directos” son aquellos que residen dentro de la zona cubierta por el proyecto del plan maestro. Tal proyecto mejorará el sistema de alcantarillado directamente conectado o factible de conectarse a sus viviendas. Por tanto, estos habitantes pueden clasificarse como habitantes “directos”. Los habitantes “indirectos”, por su parte, son aquellos que residen fuera del area del proyecto. Por tanto, los sistemas de alcantarillado o de saneamiento que utilizan en la actualidad son

técnicamente irrelevantes para el proyecto, pero pueden, no obstante, disfrutar de las mejorías del entorno de la Bahía de La Habana como resultado del proyecto.

El beneficio más directo y perceptible del proyecto para los habitantes aparece cuando se conecta al alcantarillado una casa que hasta entonces había usado tanques sépticos para la disposición de los residuales. Para aquellos que ya están conectados al alcantarillado, la construcción de una nueva PTAR resulta apenas perceptible.

De hecho, el proyecto del plan maestro se formula con el fin de reducir las cargas contaminantes que se vierten en la Bahía de La Habana y contribuir al mejoramiento del medio ambiente acuático de la bahía. La encuesta a la población para determinar la VDP y la VDR también concentra la atención en este aspecto. Por tanto, no solo los habitantes “directos”, sino también los habitantes “indirectos” han de categorizarse como beneficiarios toda vez que pueden disfrutar igualmente del mejoramiento del entorno. El problema aquí radica en qué habitantes “indirectos” deben incluirse cuando la bahía en la capital del país es accesible para muchos en Cuba. Un umbral razonable para el habitante beneficiario es el límite provincial de la Ciudad de La Habana. En este análisis económico, aquellos que viven en la Ciudad de La Habana se consideran como habitantes beneficiarios.

Como se muestra en la Tabla 11.2 de la Parte-I, se prevé que la población de la Provincia Ciudad Habana disminuya ligeramente para el año 2020. En el 2010, por ejemplo, habrá 2,151,562 habitantes. En el 2011 la población disminuirá hasta 2,148,399, con 537,100 viviendas de cuatro miembros como promedio. La VDP por vivienda deducido de la encuesta a la población es de 11 pesos al mes. Por tanto, el beneficio agregado de los habitantes puede expresarse como la multiplicación de la cantidad de viviendas y la VDP. Por ejemplo, el beneficio agregado del año 2011 puede calcularse de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} B_{(2011)} &= N_{(2011)} \times W_{(2011)} \\ &= 537,100 \times (11 \times 12) \\ &= 70,897,200 \end{aligned}$$

Donde

$B_{(2011)}$:	Beneficio agregado en el año 2011
$N_{(2011)}$:	Cantidad de viviendas en el año 2011
$W_{(2011)}$:	Voluntad de pago por vivienda en el año 2011

Los beneficios agregados de los otros años se han calculado de la misma forma.

3) Beneficio de las industrias

En industrias se incluyen aquí todas las entidades cubanas, con la excepción de los habitantes. En esta categoría se incluyen los usuarios industriales, comerciales, institucionales, las entidades estatales, y las empresas mixtas de capital cubano y extranjero. Tanto tales entidades como los usuarios domésticos se consideran con VDP. El razonamiento que explica la VDP de los habitantes es asimismo aplicable a la VDP de las industrias y de las instituciones. Las tarifas de alcantarillado que pagan las industrias a las compañías de agua es en parte una manifestación de la VDP. Todas las industrias ubicadas dentro del área del proyecto del plan maestro son de alguna manera contaminadores del medio ambiente de la bahía. Algunas de tales industrias son beneficiarios directos del mejoramiento del sistema de alcantarillado si sus actividades económicas se ven influidas favorablemente por las mejoras del entorno acuático de la bahía. El turismo es un ejemplo típico de beneficiario directo del mejoramiento del entorno. Muchas otras industrias pueden disfrutar igualmente del efecto de onda del impulso económico. El límite geográfico del efecto económico se estima que sea el límite de la Ciudad de La Habana, el mismo que para el caso del beneficio del habitante.

La encuesta en la industria constituye una medida práctica para esclarecer la VDP. Las preguntas hechas en la encuesta por lo general incluyen las ventas de la entidad, las tarifas de agua y alcantarillado que paga la entidad, y la voluntad de pago por un proyecto de alcantarillado como porcentaje de ventas y tarifa de alcantarillado. Sin embargo, como resultó imposible al Equipo de Estudio realizar una encuesta en las industrias por razones institucionales, se empleó un cálculo empírico.

La experiencia sugiere que la VDP, o cantidad máxima que las industrias están preparadas para pagar por un proyecto adicional de alcantarillado, tiende a ser del mismo nivel que la tarifa de alcantarillado que las industrias pagan en la actualidad. Las tarifas de alcantarillado se estiman a partir de los datos disponibles más recientes sobre los ingresos de las cuatro empresas de agua que proporcionan servicios de agua y alcantarillado (incluyendo saneamiento) en la Ciudad de La Habana. En el 2002 los ingresos de Aguas de La Habana por concepto de suministro de agua ascendieron a 34.611 millones de pesos, mientras que sus ingresos por concepto de servicios de alcantarillado fueron de 6.646 millones de pesos, con una tasa de cambio de 1:26. Las otras tres empresas de agua y alcantarillado juntas (Acueducto del Este, Acueducto Sur, y Acueducto del Cotorro) tuvieron unos ingresos estimados de 22 millones y de 1 millón por concepto de agua y de alcantarillado respectivamente. En total, 56.611 fueron ingresos por suministro de agua y 6.746 por servicios de alcantarillado. Tales ingresos son sumas totales de contabilidad de la porción en divisas y de la porción en pesos cubanos, empleando una tasa de cambio de 1:26. El 40% de los ingresos provino de los usuarios domésticos y el 60%, de los usuarios industriales. La mayoría de los usuarios domésticos pagaron en pesos, mientras que un tercio de los usuarios industriales, en divisas, y dos tercios en pesos cubanos. Estas relaciones pueden representarse en las ecuaciones siguientes:

$$\begin{aligned}T &= R_d + R_f + R_l \\R_d &= T \times 0.4 \\R_f &= T \times 0.6 \times 1/3 \\R_l &= T \times 0.6 \times 2/3\end{aligned}$$

Donde

T : ingresos totales por alcantarillado cobrados en la Ciudad de La Habana.

R_d : ingresos por alcantarillado provenientes de usuarios domésticos que pagan en pesos.

R_f : ingresos por alcantarillado provenientes de usuarios industriales que pagan en dólares.

R_l : ingresos por alcantarillado provenientes de usuarios industriales que pagan en pesos.

Al sustituir 6.746 millones de pesos por T , y aplicar el tipo de cambio de 1:26, la solución es:

$$\begin{aligned}R_d &= \text{Ps}2,698,400 \\R_f &= \text{US}\$1,349,200 \\R_l &= \text{Ps}2,698,400\end{aligned}$$

La producción de la Ciudad de La Habana en el 2002 ascendió a 5,821 millones de pesos. Por tanto, puede decirse que la industria en la Ciudad de La Habana empleó un 0.023 por ciento de su producción para pagar las tarifas de alcantarillado ($1.3492/5821=0.023\%$) en dólares y un 0.046 por ciento en pesos ($2.6984/5821=0.046\%$). Tales porcentajes pueden tomarse como la VDP de la industria. La tasa real de crecimiento de la producción de la Ciudad de La Habana se asume que sea de un 2 % hasta el final del período del proyecto.

4) Beneficio de los turistas

El peso de la Ciudad de La Habana en el turismo de Cuba es considerable. En el 2001 visitaron la Ciudad de La Habana 980,000 turistas extranjeros, lo que representó el 55 por ciento de la cantidad total de turistas que visitaron a Cuba. El beneficio de los turistas al contarse con un ambiente acuático mejorado en la bahía resulta obvio debido a que la importancia turística de la

Ciudad de La Habana y de su parte antigua no puede desligarse de su bahía y su puerto. Fundada en su actual ubicación en el siglo XVI, la prosperidad de la ciudad estuvo muy vinculada con la Bahía de La Habana, que constituía un puerto natural de escala obligada para las naves en su travesía entre Europa y el Nuevo Mundo. El daño causado por el deterioro ambiental de la bahía será cuantioso y afectará los ingresos por concepto de turismo en la Ciudad de La Habana.

Realizar una encuesta o una serie de entrevistas constituye una forma directa de sondear la VDP de los turistas, tal y como se hizo para los casos de la encuesta a la población y de la encuesta a las industrias. Sin embargo, existieron un número de dificultades institucionales para organizar tal tipo de encuesta con la suficiente cantidad de muestras. En su defecto, el Equipo de Estudio realizó entrevistas informales en la calle a turistas extranjeros. Los resultados aparecen en la Sección 13.8.2 (6). La capacidad estimada de pago de los turistas se emplea como sustituto de la VDP, y asciende a 2 dólares por turista que visita la Ciudad de La Habana, lo que representa el 0.2 por ciento del gasto promedio por turista en Cuba, que asciende a US\$975. Empleando la misma proyección que para el análisis financiero, por ejemplo, la VDP agregada de los turistas en el 2001 será de US\$2.6 millones (=US\$2 x 1,300,000).

(4) Evaluación de la viabilidad económica

A partir de las condiciones antes explicadas, las TREI se calculan en 3.4 por ciento en la porción en dólares, 96.7 por ciento en la porción en pesos, 54.6 por ciento en la porción combinada de dólares/pesos según el tipo de cambio de 1:26. En la Tabla 13.36 aparecen los flujos de efectivo del proyecto y los resultados de otros indicadores financieros. En el Apéndice 13 aparecen otras Tablas con cálculos pertinentes.

La TREI de 7.6 por ciento para la porción combinada de dólares/pesos según el tipo de cambio de 1:26 es inferior a la tasa de descuento del 10 por ciento, lo que significa que quizá el proyecto del plan maestro no sea viable desde el punto de vista económico. Sin embargo, por lo general un proyecto de alcantarillado como el proyecto del plan maestro no posee una TREI elevada. Además, el proyecto del plan maestro se considerará más bien a la luz del cumplimiento de necesidades humanas básicas relativas a las condiciones ambientales. En este contexto sería recomendable el proyecto del plan maestro.

Tabla 13.36 Flujo de efectivo del Proyecto del Plan Maestro a valor económico

Año No.	Año	Costo				Beneficio				Beneficio neto			
		Gastos de capital (\$000)		Gastos de explotación (\$000)		Moneda extranjera (\$000)	Corporación (Ps000)	Usuario doméstico (Ps000)	Contribuciones de (\$000)	US\$ (\$000)	Peso (Ps000)	\$ + Peso Ps1:\$1 (Ps000)	\$ + Peso Ps26:\$1 (Ps000)
1	2004												
2	2005												
3	2006	1,264	559							-1,264	-559	-1,823	-33,417
4	2007	1,264	559							-1,264	-559	-1,823	-33,417
5	2008	11,886	8,336							-11,886	-8,336	-20,222	-317,385
6	2009	13,981	8,845							-13,981	-8,845	-22,826	-372,348
7	2010	15,143	9,771							-15,143	-9,771	-24,914	-403,502
8	2011	3,968	2,671	15	1,298	1,600	3,200	70,897	2,600	217	70,128	70,345	75,760
9	2012	3,967	2,671	30	1,312	1,632	3,264	70,793	2,600	235	70,074	70,309	76,182
10	2013	5,307	3,451	41	1,492	1,665	3,329	70,688	2,600	-1,084	69,075	67,991	40,896
11	2014	10,566	5,549	49	1,498	1,698	3,396	70,584	2,600	-6,317	66,933	60,616	-97,299
12	2015	6,951	4,113	56	1,506	1,732	3,464	70,480	2,600	-2,675	68,324	65,650	-1,214
13	2016	4,324	2,909	75	1,820	1,767	3,533	70,311	2,600	-32	69,115	69,083	68,271
14	2017	4,324	2,909	94	1,840	1,802	3,604	70,143	2,600	-15	68,998	68,982	68,600
15	2018	4,901	3,097	109	1,856	1,838	3,676	69,975	2,600	-572	68,697	68,125	53,827
16	2019	6,573	3,888	120	1,866	1,875	3,749	69,807	2,600	-2,218	67,802	65,584	10,136
17	2020	6,639	4,032	131	1,878	1,912	3,824	69,638	2,600	-2,258	67,553	65,295	8,837
18	2021			149	1,984	1,950	3,901	69,638	2,600	4,401	71,555	75,956	185,982
19	2022			168	2,006	1,989	3,979	69,638	2,600	4,421	71,611	76,032	186,560
20	2023			184	2,024	2,029	4,058	69,638	2,600	4,446	71,673	76,118	187,259
21	2024			194	2,036	2,070	4,140	69,638	2,600	4,475	71,742	76,217	188,102
22	2025			206	2,050	2,111	4,222	69,638	2,600	4,505	71,811	76,316	188,943
23	2026			210	2,054	2,153	4,307	69,638	2,600	4,544	71,891	76,435	190,028
24	2027			213	2,058	2,196	4,393	69,638	2,600	4,583	71,973	76,556	191,136
25	2028			217	2,064	2,240	4,481	69,638	2,600	4,624	72,055	76,679	192,267
26	2029			221	2,068	2,285	4,570	69,638	2,600	4,665	72,141	76,805	193,424
27	2030			224	2,072	2,331	4,662	69,638	2,600	4,707	72,228	76,935	194,606
28	2031			224	2,072	2,378	4,755	69,638	2,600	4,753	72,321	77,075	195,911
29	2032			224	2,072	2,425	4,850	69,638	2,600	4,801	72,416	77,217	197,243
30	2033			224	2,072	2,474	4,947	69,638	2,600	4,850	72,513	77,363	198,601
31	2034			224	2,072	2,523	5,046	69,638	2,600	4,899	72,612	77,511	199,986
32	2035			224	2,072	2,574	5,147	69,638	2,600	4,949	72,713	77,663	201,399
33	2036			224	2,072	2,625	5,250	69,638	2,600	5,001	72,816	77,817	202,840
34	2037			224	2,072	2,678	5,355	69,638	2,600	5,053	72,921	77,975	204,310
35	2038			224	2,072	2,731	5,462	69,638	2,600	5,107	73,028	78,135	205,809
36	2039			224	2,072	2,786	5,571	69,638	2,600	5,162	73,138	78,299	207,339
37	2040			224	2,072	2,841	5,683	69,638	2,600	5,217	73,249	78,466	208,899
38	2041			224	2,072	2,898	5,796	69,638	2,600	5,274	73,363	78,637	210,490
39	2042			224	2,072	2,956	5,912	69,638	2,600	5,332	73,479	78,811	212,113
40	2043			224	2,072	3,015	6,031	69,638	2,600	5,391	73,597	78,988	213,768
41	2044			224	2,072	3,076	6,151	69,638	2,600	5,452	73,717	79,169	215,457
42	2045			224	2,072	3,137	6,274	69,638	2,600	5,513	73,840	79,353	217,179
Total		101,058	63,362	6,067	67,869	79,992	159,985	2,444,278	91,000	63,867	2,473,032	2,536,899	4,133,577

Resultados:

Caso I	Porción de US\$	TIRE: 3.4%	B/C: 0.5	VNP(\$): -20,821	(Tasa de descuento: 10%)
Caso II	Porción de pesos	TIRE: 96.7%	B/C: 10.3	VNP(P): 330,635	(Tasa de descuento: 10%)
Caso III	US\$+peso (Ps1:\$1)	TIRE: 54.6%	B/C: 4.9	VNP(P): 309,814	
Caso IV	US\$+peso (Ps26:\$1)	TIRE: 7.6%	B/C: 0.8	VNP(P): -210,707	

(5) Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad se realizó de la misma forma que para la evaluación financiera. Los resultados aparecen en la Tabla 13.37. Las TREI de referencia serían aquellas calculadas para una suma de las porciones de dólares y de pesos de acuerdo con el tipo de cambio de 26:1. La TREI es ligeramente más sensible a los cambios en los ingresos que a los cambios en los costos de construcción. Una disminución de un 20 por ciento en el costo de construcción eleva la TREI de base en 2.6 puntos, mientras que un aumento del mismo porcentaje reduce la TREI de base en 1.9 puntos. Un aumento de un 20 por ciento en los ingresos eleva la TREI de base en 3.1

puntos, mientras que una reducción del mismo porcentaje disminuye la TREI de base en 3.0 puntos.

Tabla 13.37 Análisis de sensibilidad económica del Proyecto del Plan Maestro

	US\$	Peso	US\$+Peso (Ps1:US\$1)	US\$+Peso (Ps26:US\$1)
Caso base	3.4%	96.7%	54.6%	7.6%
El costo de construcción aumenta en un 20%	2.0%	87.1%	47.6%	5.7%
El costo de construcción disminuye en un 20%	5.3%	109.1%	63.9%	10.2%
Los ingresos disminuyen en un 20%	0.9%	84.8%	45.7%	4.6%
Los ingresos aumentan en un 20%	5.9%	107.0%	62.5%	10.7%

(6) Otros beneficios económicos

De un proyecto de alcantarillado pueden esperarse varios tipos de beneficios, algunos de los cuales los perciben los habitantes como factores que influyen en su VDP, aunque hay otros que no se consideran como tal. El mejoramiento de la salud y del saneamiento resulta relativamente fácil de percibirse. Un proyecto de alcantarillado naturalmente contribuye a la reducción de la morbilidad y de la mortalidad inherentes a las enfermedades transmitidas por el agua. Los ahorros en los gastos médicos se consideran un beneficio.

Una PTAR produce varios derivados durante el proceso de tratamiento aunque su comerciabilidad en Cuba no está demostrada. El lodo de los lechos de secado tiene una variedad de usos. Puede ser uno de los ingredientes del composte que se emplea con fines agrícolas. El lodo secado es utilizable asimismo como materia prima o como combustible auxiliar en la producción de cemento. En la acuicultura puede emplearse una dieta para peces que contenga lodo con un alto componente orgánico. El lodo digerido puede emplearse igualmente como fertilizante en la silvicultura.

Los beneficios antes mencionados, sin embargo, no son cuantificables por naturaleza, o se carece aún de una cantidad razonable de información que pueda emplearse en su cuantificación económica. Por tanto, resulta imposible realizar una cuantificación profunda de estos beneficios económicos. En su lugar, se intenta hacer a continuación una evaluación simplificada del beneficio en términos de salud derivado de la reducción en la incidencia de diarrea aguda.

En la Sección 2.2.3 (Tablas 2.12 y 2.13 y Figura 2.2) se muestran algunos datos sobre la morbilidad de enfermedades relacionadas con el desarrollo del sistema de alcantarillado y de suministro de agua. Tales datos apoyan la tesis que mientras mayor sea la exposición a la contaminación ambiental, mayor será la morbilidad. En la Ciudad de La Habana la incidencia de diarrea aguda ha rondado los 250,000 casos al año, lo que significa que más de 11 de cada 100 habitantes padecen de diarrea aguda anualmente.

Debe existir una relación causal entre el proyecto y la incidencia de diarrea aguda, mas el grado de relación no puede demostrarse exactamente en la etapa actual. Como en Cuba no se cobran los servicios médicos, el precio que los ciudadanos cubanos pagan por la consulta para el tratamiento de la diarrea aguda es cero. Aunque tienen que pagar por las medicinas en las farmacias, el precio promedio de los agentes antidiarreicos asciende a 10 pesos per cápita por cura. Se estima que la diarrea aguda provoca que un trabajador pierda dos días de trabajo. El salario promedio mensual y la tasa de participación en el mercado laboral de los pacientes se estiman en 359 pesos y 42 por ciento respectivamente. Tales datos conllevan al salario perdido de 10 pesos por paciente. Si lo combinamos con los gastos médicos, el costo total pagado por un

paciente asciende a 20 pesos. Ha de notarse que 20 pesos es el costo en el que incurre un paciente promedio cubano. Si el paciente no es cubano, el costo es diferente. En la Tabla 13.38 aparecen los dos casos comparativamente, uno para cubanos y el otro para extranjeros. La diferencia entre ambos costos representa varias distorsiones económicas tales como los subsidios gubernamentales al sistema de salud, el control salarial, el control del cambio de divisas, y el margen intermediario.

Al estimar aproximadamente el beneficio económico del proyecto, se asume que si un 10 por ciento de la diarrea aguda es atribuible a la inadecuada disposición de los excrementos y si tal cosa puede eliminarse con el proyecto, entonces la reducción de la incidencia sería de 25,000 casos al año. Cuando se multiplica tal cifra por el costo en el que incurre un paciente cubano, el beneficio económico ascendería a 500,000 pesos anualmente. Si se aplicara el costo incurrido por un paciente extranjero, entonces el beneficio económico sería de 3 millones de dólares anuales.

Tabla 13.38 Pérdidas causadas por la contracción de diarrea

	Paciente cubano	Paciente extranjero
Exámen médico	Cero	US\$30
Medicinas	Ps10	US\$10
Salario promedio mensual	Ps 359 (a)	US\$3,000
Días de trabajo perdidos	2 días	2 días
Participación en el mercado laboral	42% (b)	40%
Salario perdido ($\div 30 \times$)	Ps10	US\$80
Costo total (+ +)	Ps20	US\$120

(a) “Informe económico 2001”, Ministerio de Economía y Planificación.

(b) Calculado a partir de datos del “Anuario estadístico de la Ciudad de La Habana 2002”, Oficina Territorial de Estadísticas de la Ciudad de La Habana.

El Equipo de Estudio calculó otros datos.

13.10 PROYECTOS PRIORITARIOS PARA EL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

13.10.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN

Se han seleccionado los componentes del sistema de alcantarillado que se implementarán hasta el año 2020 (Plan Maestro de Alcantarillado) a partir de los componentes del sistema de alcantarillado requeridos tomando en consideración las siguientes cuestiones:

Contribución al mejoramiento de la calidad del agua en la Bahía de La Habana, en particular en su zona más contaminada, a saber, la Ensenada de Atarés.

Contribución al mejoramiento de la confiabilidad del sistema para evitar la descarga directa de aguas residuales en la bahía.

Contribución a la reducción efectiva y eficaz de las cargas de contaminantes.

13.10.2 SELECCIÓN DE LOS PROYECTOS PRIORITARIOS PARA EL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

En cuanto al Proyecto Prioritario para el Estudio de Factibilidad, se seleccionaron los

componentes del sistema de alcantarillado contemplados para el Programa de la Primera Etapa. Tales componentes aparecen en la sección 13.4.2. Los siguientes componentes del sistema de alcantarillado se incluyeron en el Proyecto Prioritario.

- 1) Ejecución de las medidas necesarias para solucionar el problema de las interconexiones en la zona relacionada con el Dren Arroyo Matadero.
- 2) Rehabilitación de las cámaras de rejillas de Caballería.
- 3) Rehabilitación de la estación de bombeo de Casablanca.
- 4) Construcción de la estación de bombeo de Matadero.
- 5) Instalación de la tubería de interconexión entre el Colector Cerro y la estación de bombeo de Matadero.
- 6) Instalación del colector a presión y el Colector Sur Nuevo entre la estación de bombeo de Matadero y las cámaras de rejillas de Caballería.
- 7) Instalación del Colector de la margen derecha de Luyanó-Martín Pérez en el Distrito de Alcantarillado Luyanó-Martín Pérez Abajo.
- 8) Instalación del Colector de la margen izquierda del río Luyanó en el Distrito de Alcantarillado Luyanó-Martín Pérez Abajo.
- 9) Construcción de las instalaciones para el tratamiento biológico secundario de las aguas residuales en el mismo sitio donde se construye la PTAR del GEF-PNUD (capacidad de tratamiento de 207 L/s o 17,900 m³/d), a saber la PTAR Luyanó. La capacidad de tratamiento total asciende a 407 L/s o 35,200 m³/d.
- 10) Instalación de nuevas redes de alcantarillado y conexiones a las viviendas en el Distrito de Alcantarillado Luyanó-Martín Pérez Abajo.

Se incluyen asimismo los siguientes estudios y diseños:

- 11) Estudio y diseño detallados para resolver el problema de las interconexiones en la zona relacionada con el Dren Matadero.
- 12) Estudio de las condiciones físicas del sifón.

De acuerdo con el Proyecto Prioritario (Programa propuesto para la Primera Etapa) se prevén obtener los siguientes efectos con el proyecto:

La implementación de las medidas encaminadas a la solución del problema de las interconexiones en la zona relacionada con el Dren Arroyo Matadero, la construcción de la estación de bombeo de Matadero, así como la instalación del colector a presión y el Colector Sur Nuevo contribuirán al mejoramiento del ambiente acuático en la Ensenada de Atarés donde el agua está en extremo contaminada como consecuencia de la descarga directa de aguas residuales a través del Dren Arroyo Matadero.

Las mejoras en la confiabilidad de los componentes más importantes del Sistema Central de Alcantarillado contribuirán a evitar la descarga directa de aguas residuales entre el Dren Matadero y la estación de bombeo de Casablanca. Toda vez que el Sistema Central de Alcantarillado ha estado en explotación por más de noventa años, su rehabilitación es urgente, en particular de la estación de bombeo de Casablanca y de las cámaras de rejillas de Caballería.

La construcción de un nuevo sistema de alcantarillado contribuirá efectiva y eficazmente a la reducción de las cargas de contaminantes vertidas a la bahía.

13.11 EVALUACIÓN AMBIENTAL INICIAL (EAI) DEL PLAN MAESTRO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

13.11.1 GENERALIDADES

(1) Legislación

Los requisitos legales que rigen el proceso de evaluación del impacto ambiental están estipulados en el “*Reglamento del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental*” (Resolución No. 77/99) de 1999. Las obras relacionadas con la instalación de los colectores y las tuberías para los efluentes de aguas residuales urbanas aparecen aquí designadas como una actividad o trabajo que requieren de una licencia ambiental para su operación. El proceso para la obtención de una licencia ambiental comprende los aspectos siguientes:

Solicitud de una Licencia Ambiental

Evaluación del Impacto Ambiental en caso que CITMA lo considere necesario, así como su entrega al propio Ministerio

Evaluación del CITMA

Concesión o deniego de la Licencia Ambiental

Una Licencia Ambiental concedida expirará si el trabajo o la actividad no comienza en el término de un año posterior a su concesión. En caso que la demora se deba a la falta de financiamiento la validez de la licencia podría extenderse por otro año.

Asimismo se exige que las instituciones cubanas acreditadas realicen el estudio de la evaluación del impacto ambiental.

La “Microlocalización” o ubicación de la instalación constituye un aspecto importante para poder obtener la licencia ambiental. Al respecto se necesita la aprobación debida del Instituto de Planificación Física que constituye a su vez un requisito para la solicitud de la licencia.

(2) EAI y Evaluación del Impacto Ambiental (EIA)

En este Estudio que incluye la planificación física del sistema de alcantarillado y el mejoramiento del sistema de drenaje se realizará una evaluación ambiental inicial (EAI) del Plan Maestro y una evaluación del impacto ambiental (EIA) del proyecto prioritario propuesto pues constituye un requisito estipulado por JICA. La realización de ambas evaluaciones facilitará la obtención tanto de financiamiento para los proyectos como de la licencia ambiental antes del comienzo de las operaciones de conformidad con la legislación cubana.

13.11.2 EVALUACIÓN AMBIENTAL INICIAL

A continuación se describe la EAI de la microlocalización de la instalación y de la identificación de los impactos tanto negativos como positivos.

(1) Localización de las instalaciones

1) PTAR

En el Plan Maestro de Alcantarillado se contempla un distrito de alcantarillado, a saber, Luyanó-Martín Pérez, y la ubicación de la PTAR es contigua al lugar escogido para el Proyecto en marcha del GEF/PNUD. El lugar se seleccionó después de consultas con la DPPFA y otras entidades cubanas afines a partir de determinadas consideraciones relativas a la disponibilidad de terrenos, los planes futuros de acceso a las instalaciones portuarias por la autopista, otros

planes de desarrollo de infraestructura, a saber, instalaciones para la distribución eléctrica, etc. El lugar escogido satisfizo la mayoría de las consideraciones ambientales. No obstante, será imposible construir todas las instalaciones de tratamiento al menos a 100 metros de las viviendas más próximas, aunque se hacen los mejores esfuerzos para ubicar lo más lejos posible de las viviendas aquellas instalaciones que puedan ocasionar mayores molestias a la población, como son los casos de las rejas y de la cámara del desarenador.

La estipulación de una barrera ecológica y la observancia estricta de procedimientos adecuados en la instalación durante los trabajos de operación y mantenimiento minimizarán el impacto.

Entre los lugares alternativos que se tomaron en cuenta para la ubicación de la planta, se considera el emplazamiento seleccionado como el más apropiado dadas las limitaciones de terrenos.

Para otras PTARs no incluidas en el Plan Maestro de Alcantarillado su localización y sus condiciones ambientales pertinentes se describen en el Apéndice-14 del Estudio acerca de la Evaluación del Impacto Ambiental.

2) Estación de bombeo

Se construirán dos estaciones de bombeo, a saber, la Estación de Bombeo de Matadero y la Estación de Re-bombeo después del túnel que conduce las aguas residuales hasta la Playa del Chivo. Se propone asimismo la sustitución de bombas y trabajos de rehabilitación en la Estación de Bombeo de Casablanca. La ubicación de la Estación de Bombeo de Matadero se seleccionó igualmente después de consultas con la DPPFA entre los tres sitios más próximos al emplazamiento escogido. La Estación de Re-bombeo se localizará al final del túnel de conducción. Su emplazamiento y el de la instalación de tratamiento primario se analizan a continuación en la Subsección 3). Se requiere ubicar también otras instalaciones donde termina el túnel. No obstante el consenso respecto de la ubicación de ambas instalaciones al final del túnel, se requiere de un estudio de los detalles específicos del sitio y de las instalaciones con anterioridad a su implementación en la Segunda Etapa toda vez que ambas han de localizarse dentro del área protegida desde el punto de vista paisajístico.

3) Otras instalaciones

La rehabilitación de las cámaras existentes en Caballería se propone como un Proyecto Prioritario. Se propone asimismo la construcción de una instalación de tratamiento primario pues se prevé que la calidad del agua residual del actual sistema de alcantarillado exceda las normas de calidad estipuladas para la descarga como consecuencia de la eliminación de las interconexiones. Su ubicación se analiza en la Sub-sección 2) precedente.

4) Colectores

Se incluye en el Plan Maestro la instalación de Colectores y de tuberías para aliviar la interconexión de los colectores existentes con los drenes. Se propone la instalación de los colectores siguientes:

- Colector Sur Nuevo
- Colector a presión Sur Nuevo (entre la Estación de Bombeo de Matadero y el Colector Sur Nuevo)
- Tubería de desviación para Colector Cerro y Colector Sur
- Colector Sur A
- Colector de la margen izquierda del río Luyanó

- Colector de la margen derecha de Luyanó-Martín Pérez

Se identificará la localización y el recorrido de las tuberías que se instalarán para aliviar las interconexiones mediante estudios ulteriores durante la implementación. Su impacto sobre el medio ambiente se evaluará individualmente.

(2) Impactos positivos

Los impactos positivos fundamentales del Plan Maestro propuesto en el mejoramiento del sistema de drenaje y alcantarillado son los siguientes:

Mejoramiento del entorno acuático de la Bahía de La Habana a causa de la reducción de las cargas de contaminantes vertidas a través de los drenes, ríos e industrias

Mejoramiento del entorno en los distritos de alcantarillado

Los principales beneficios indirectos son en el turismo y en el bienestar social.

(3) Impactos negativos

Los impactos negativos fundamentales del Plan Maestro propuesto en el mejoramiento del sistema de drenaje y alcantarillado son los siguientes:

13) Generación de olores desagradables y su impacto en el ambiente circundante a la PTAR Luyanó y a la Estación de Bombeo de Matadero.

Generación y disposición del lodo de las aguas residuales

A corto y mediano plazo la descarga continua de la carga contaminante proveniente del Sistema Central en el Mar Caribe. Se propone a largo plazo la aplicación de tratamiento primario.

Congestión del tráfico, generación de ruido y polvo durante la construcción de las instalaciones, en particular durante la instalación de los Colectores y de las tuberías para aliviar las interconexiones.

(4) Evaluación de los Impactos

Los impactos positivos del plan Maestro propuesto sobrepasan por mucho sus impactos negativos. Las consecuencias derivadas de la no implementación del Plan maestro tendrán un impacto considerable en la economía nacional por el aumento de la contaminación de la bahía. No obstante, resulta necesario hacer una evaluación en el Estudio de la EIA para los Proyectos Prioritarios de los impactos negativos con el fin de mitigar sus efectos sobre el medio ambiente.

Los impactos negativos que han de estudiarse son los siguientes:

Planta de tratamiento de aguas residuales Luyanó

- Adquisición de terrenos / traslado
- Impacto visual en los alrededores
- Disposición en el río Luyanó del efluente tratado
- Generación de olores desagradables
- Generación de moscas y vectores
- Ruidos y vibraciones
- Generación de lodo y su disposición o posible reuso

- Inundaciones
- Generación de ruidos, vibraciones y polvo durante las construcciones

Estación de Bombeo de Matadero, Estación de Bombeo de Casablanca y Cámaras de Cabelleria

- Adquisición de terrenos (para la estación de bombeo de Matadero)
- Impacto visual en los alrededores
- Lugares del patrimonio cultural
- Generación de olores desagradables
- Disposición del material extraído de las rejas
- Generación de moscas y vectores
- Congestión del tráfico
- Generación de ruidos, vibraciones y polvo durante las construcciones

Colectores

- Adquisición de terrenos / traslado / derecho de vía
- Efecto sobre los lugares del patrimonio cultural durante la instalación
- Control de la erosión durante la instalación
- Disposición de la tierra excedente
- Hundimientos de tierra y control del agua subterránea durante la instalación
- Congestión del tráfico durante la instalación
- Generación de ruidos, vibraciones y polvo durante la instalación

CAPÍTULO 14

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1 CONCLUSIONES

Este Estudio ha preparado el plan para el mejoramiento del sistema de alcantarillado existente así como los planes de desarrollo de los nuevos sistemas de alcantarillado. Ha formulado asimismo el plan de ejecución hasta el 2020 como un Plan Maestro del Sistema de Alcantarillado y ha propuesto un programa de implementación consecutiva en tres etapas con evaluaciones económicas y financieras preliminares. Por último ha identificado los Proyectos Prioritarios para el Estudio de Factibilidad.

Se ha elaborado el Plan Maestro del Sistema de Alcantarillado con el fin de mejorar el medio acuático de la Bahía de La Habana por medio de la rehabilitación del sistema de alcantarillado existente y del desarrollo de un nuevo sistema de alcantarillado hasta el año meta 2020.

Los Proyectos Prioritarios propuestos se estudiarán más detalladamente en la etapa posterior, a saber, el Estudio de Factibilidad. El estudio incluye el diseño preliminar de ingeniería, el plan de O/M del sistema, el plan financiero, la estimación de costos, la evaluación del impacto ambiental y del Proyecto, así como el plan de ejecución.

14.2 RECOMENDACIONES

14.2.1 MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EXISTENTE

El mejoramiento del sistema central de alcantarillado contribuirá de manera continua a la protección de la descarga directa de aguas residuales en la Bahía de La Habana. Sin embargo, el éxito del plan de mejoramiento depende de la solución del problema de las interconexiones que provocan la descarga de aguas residuales en la bahía a través del sistema de drenaje del Dren Matadero y del Dren Agua Dulce.

No se propone en el Plan Maestro de Alcantarillado la construcción de la planta de tratamiento primario de aguas residuales en la Playa del Chivo tomando en consideración la incertidumbre respecto de la necesidad del tratamiento del agua residual para cumplir con las normas de calidad para los efluentes hasta el año 2020, así como la actual disponibilidad limitada de terrenos para aplicar el sencillo proceso de tratamiento de lodos. Se requerirá disponer inevitablemente, no obstante, de las instalaciones para el tratamiento primario de las aguas residuales conjuntamente con un proceso apropiado para el tratamiento de lodos con el fin de cumplir las normas para el efluente. Por tanto, se recomienda que las autoridades cubanas obtengan un terreno lo suficientemente extenso para construir tales instalaciones con la estipulación de revisar las regulaciones o eliminar el control de la regulación relacionada con el uso del terreno como emplazamiento constructivo.

14.2.2 DESARROLLO DEL NUEVO SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Para el nuevo esquema de alcantarillado, se propusieron y estudiaron las seis alternativas para seleccionar finalmente el sistema de cuatro zonas, considerando los efectos previstos en el mejoramiento de la calidad del agua en la Bahía de La Habana y el crecimiento máximo de la población de servicio del alcantarillado hasta el año 2020. De los cuatro distritos de alcantarillado, sólo uno, a saber, el distrito Luyanó-Martín Pérez Abajo, se implementará hasta el 2020. Se prevén implementar lo antes posible los restantes tres distritos de alcantarillado, a saber, Luyanó Arriba, Martín Pérez Arriba y Tadeo, después de la aplicación del plan Maestro propuesto.

Como se analizó en el Capítulo 12, los terrenos disponibles para la construcción de las PTAR

propuestas constituyen cuestiones esenciales para la selección del plan de desarrollo del alcantarillado más apropiado, y de los procesos adecuados para el tratamiento de las aguas residuales y los lodos tales como los de filtro percolador, zanja de oxidación y lechos de secado que resultan fáciles de operar y más baratos en términos de costo de capital y de O/M. Debido a las dimensiones limitadas del terreno disponible para la construcción de la PTAR Luyanó, se ha de aplicar el proceso convencional de lodos activados con instalaciones para la deshidratación mecánica, el cual requiere de una muy alta tecnología para su funcionamiento y elevados costos de construcción y de operación y mantenimiento.

Para la ejecución de los restantes tres distritos de alcantarillado después de la implementación del Plan Maestro, se recomienda dedicar grandes esfuerzos a la obtención de los terrenos necesarios para la construcción de los procesos apropiados para el tratamiento de las aguas residuales y los lodos en los emplazamientos para las PTAR.

Como alternativa al plan de expansión de la PTAR Luyanó en virtud del proyecto de la segunda etapa del Plan Maestro, se propone conectar el Colector de la margen izquierda del río Luyanó al sistema de colección formado por la estación de bombeo de Matadero, el colector a presión y el Colector Sur Nuevo con provisión del Colector A, para descargar las aguas residuales en el mar. Para poner en práctica esta variante, no obstante, se necesita resolver del todo el problema de las interconexiones en la zona relacionada con el Dren Matadero.

Cuando se ejecute la alternativa de la descarga en el mar para la zona del Colector de la margen izquierda del Luyanó, el desarrollo de la capacidad de tratamiento de la PTAR Luyanó sólo ha de ser de 207 L/s o 17,900m³/d en lugar de 621L/s o 53,700m³/d. En tal caso se recomienda la revisión del plan de desarrollo del sistema de alcantarillado, tomando en consideración la posibilidad de unificar los distritos de alcantarillado Luyanó Arriba y Luyanó-Martín Pérez Abajo.

14.2.3 MEDIO AMBIENTE ACUÁTICO DE LA BAHÍA

(1) Monitoreo de la calidad del agua

El monitoreo de la calidad del agua y de las cargas contaminantes relacionadas con la Bahía de La Habana es de gran importancia: 1) para comprender las condiciones ambientales, 2) para proporcionar datos e informaciones dirigidas al mejoramiento de la proyección futura de la calidad del agua con el empleo del modelo de simulación, 3) para confirmar los efectos de los proyectos relacionados con la reducción de las cargas contaminantes vertidas en la bahía, y 4) para valorar cuándo se requerirá disponer de la planta de tratamiento primario para el Sistema Central de Alcantarillado con el fin de cumplir con las normas estipuladas para la descarga del efluente.

Las cuestiones fundamentales relativas al monitoreo son 1) establecer un sistema de monitoreo de la calidad del agua periódico y unificado, 2) crear una base de datos que abarque todo el medio acuático de la cuenca de la Bahía de La Habana, 3) establecer las reglas, las limitaciones y los procedimientos para compartir los datos y las informaciones entre las autoridades involucradas y posibilitar el acceso del público a tal información, y 4) proporcionar el presupuesto para crear y mantener el sistema de monitoreo recomendado.

(2) Perfeccionamiento del modelo de simulación de la calidad del agua

La confiabilidad del modelo de simulación de la calidad del agua depende de: 1) los datos sobre el caudal de entrada en la bahía de la carga contaminante monitoreada, y de 2) los datos sobre el medio ambiente acuático de la bahía toda vez que tales datos se emplean para describir el comportamiento del medio acuático en el modelo de simulación. Como la cantidad de datos disponibles es muy limitada, resulta esencial perfeccionar el modelo con la obtención de más datos mediante un monitoreo mejorado.

Aún está por verificarse el comportamiento del sistema acuático de la bahía ante perturbaciones externas, por ejemplo, en caso de reducción de la carga contaminante, a causa de la limitación en cuanto a datos disponibles. El monitoreo de los datos sobre el comportamiento del medio acuático de la bahía con la implementación de los Proyectos Prioritarios proporcionará información útil para perfeccionar el modelo y comprobar sus predicciones, en particular aquellas relacionadas con cualquier tendencia hacia la eutrofización en el futuro.

El perfeccionamiento del modelo de simulación de la calidad del agua desempeñará asimismo un importante papel durante la revisión del Plan Maestro cuando se analice en el futuro la factibilidad de descargar las aguas residuales provenientes de la Zona A de la margen izquierda del río Luyanó en el Sistema Central de Alcantarillado.

(3) Objetivos relativos al medio ambiente acuático

Las normas para la calidad del agua de la bahía se encuentran en su etapa de preparación. Se necesita finalizar su redacción con el fin de poder establecer una base legal para el mejoramiento de la bahía. La conclusión de tales normas creará un entendimiento común entre las partes interesadas en la protección ambiental de la bahía. Las normas para la calidad del agua han de basarse en los posibles usos futuros de la bahía. Los objetivos relacionados con la calidad del agua establecidos en este estudio deben revisarse mediante el exámen posterior entre las partes. El Plan Maestro de Alcantarillado facilitará tal análisis toda vez que ha delimitado el papel y la contribución del sector del drenaje y alcantarillado en el mejoramiento del medio ambiente acuático, así como ha definido los costos y los plazos del proyecto. Se incluyó asimismo en este Plan Maestro el papel que desempeña la educación ambiental. El papel y la contribución de otros sectores, por ejemplo el sector marítimo-portuario, el sector industrial, etc. y medidas tales como el dragado de sedimentos han de explorarse en la revisión de los objetivos relativos a la calidad del agua, de conjunto con sus implicaciones en cuanto a costo y tiempo.

14.2.4 OTRAS RECOMENDACIONES

Con el fin de lograr la pronta ejecución del Plan Maestro, se considera imprescindible la colaboración y la coordinación estrechas no sólo entre el INRH y el GTE, sino también entre el INRH, el GTE, el CITMA, el gobierno de la Ciudad de La Habana, y las autoridades pertinentes.

Como la urbanización es dinámica y se ha expandido hacia la periferia de la ciudad, resulta indispensable revisar y actualizar periódicamente el Plan Maestro. El INRH colaborará estrechamente con la Dirección Provincial de Planificación Física para reflejar los desarrollos urbanos más recientes en el plan de desarrollo por etapas del sistema de alcantarillado. Para lograr plan tal adecuadamente, se programará y llevará a cabo la recopilación continua de datos dentro del INRH, así como cualesquiera otros datos tributados por las autoridades involucradas.

Durante los trabajos para la formulación de los planes de alcantarillado en este Estudio, la disponibilidad de terrenos para la PTAR resultó ser en extremo limitada a causa de los planes o las regulaciones existentes sobre el uso de la tierra, o debido a consideraciones ambientales. Asimismo se explicó la necesidad de aplicar un proceso sofisticado para el tratamiento de las aguas residuales y los lodos que implica costos corrientes elevados cuando la disponibilidad de terrenos para la PTAR es limitada. Por el contrario, cuando se cuente con un terreno de mayores dimensiones para la construcción de la PTAR, entonces se podrá aplicar un proceso de tratamiento sencillo, fácil de operar y con costos inferiores. En este sentido, se sugiere que el INRH, el GTE, y otras instituciones afines intenten adquirir los terrenos apropiados para la construcción de las PTAR, así como revisar los planes y las regulaciones existentes sobre el uso de la tierra.

PARTE II

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

1.1 GÉNESIS DEL PROYECTO

De acuerdo con el programa de mejoras a largo plazo hasta el año 2020 (Plan Maestro), se han previsto los planes para el mejoramiento y desarrollo del Sistema Central y del nuevo sistema de alcantarillado, así como se han seleccionado las obras prioritarias de desarrollo y mejoramiento para su implementación inmediata en virtud del Proyecto de la Primera Etapa. El gobierno cubano ha concedido la máxima prioridad a la rectificación lo antes posible de los problemas ambientales de la Bahía de La Habana y de su cuenca hidrográfica y tributaria.

En el Proyecto de la Primera Etapa se definen los planes para la ejecución de los trabajos de construcción y rehabilitación de los colectores y de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en los distritos de alcantarillado prioritarios seleccionados durante la etapa cuatrienal comprendida entre el 2006 y el 2010, incluyendo los estudios y el diseño detallado. Básicamente los componentes del sistema de alcantarillado propuesto incluyen el mejoramiento inmediato de las deficientes instalaciones existentes y la construcción de otras .

El trabajo de campo para el Estudio de Factibilidad en La Habana comenzó en agosto luego de la elaboración del Plan Maestro de Alcantarillado (revisado) a partir de los comentarios y las discusiones relativos al estudio del Plan Maestro presentados en el Informe Intermedio, y se extendió hasta principios de octubre del 2003. El Informe del Estudio de Factibilidad presenta los resultados del abarcador Estudio de Factibilidad.

1.2 ALCANCE DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

En esta etapa de la planificación el objetivo es confirmar la factibilidad de los programas prioritarios que se seleccionaron en el contexto del desarrollo a largo plazo de los sistemas de tratamiento y colección de aguas residuales de manera tal que pueda iniciarse la ejecución de los programas preferidos.

El propósito del Estudio de Factibilidad (EF) es verificar que el Proyecto propuesto para la primera etapa resulte económica, financiera y ambientalmente factible para ejecutar de inmediato las obras.

El alcance del Informe del EF es preparar los diseños preliminares de ingeniería para los sistemas prioritarios de colección y tratamiento de aguas residuales, así como la realización de estudios de factibilidad con el fin de comprobar que la ejecución del Proyecto de la Primera Etapa sea tanto razonable como factible.

1.3 ORGANIZACIÓN Y DIRECCIÓN DEL ESTUDIO

El EF se ha llevado a cabo durante el período de estudio en la República de Cuba en estrecha colaboración entre los miembros de la contraparte provenientes del GTE, el INRH, el CITMA, entidades tanto locales como nacionales y el Equipo de Estudio de JICA.

Durante todo el período de estudio se mantuvo informado de los progresos del mismo al Comité Supervisor presidido por el Presidente del GTE y compuesto por representantes de distintas entidades y departamentos del gobierno local o nacional. Las cuestiones técnicas relativas al Estudio se discutieron quincenalmente entre el equipo técnico del INRH designado al respecto y el Equipo de Estudio de JICA.

El Comité Técnico Asesor de JICA ha proporcionado orientación ocasional al Equipo de

Estudio. La contraparte comprende planificadores, ingenieros, economistas y especialistas financieros que han ayudado al Equipo de Estudio de JICA en la realización del estudio a lo largo de todo este tiempo.

CAPÍTULO 2 PROYECTO PRIORITARIO

2.1 PROYECTO PRIORITARIO PROPUESTO

En lo que respecta al Proyecto Prioritario para el Estudio de Factibilidad, los componentes del sistema del Programa de la Primera Etapa se seleccionaron tal y como se describe en la sección 13.4.2 del Estudio del Plan Maestro de Alcantarillado, Volumen I. Las siguientes son instalaciones de alcantarillado incluidas en el Proyecto Prioritario:

- (1) Ejecución de las medidas necesarias para resolver el problema de las interconexiones en la zona relacionada con el Dren Matadero.
- (2) Rehabilitación de las cámaras de rejillas de Caballería.
- (3) Rehabilitación de la estación de bombeo de Casablanca.
- (4) Construcción de la estación de bombeo de Matadero.
- (5) Instalación de la tubería de interconexión entre el Colector Cerro y la estación de bombeo de Matadero.
- (6) Instalación del colector a presión y del Colector Sur Nuevo entre la estación de bombeo de Matadero y las cámaras de Caballería.
- (7) Instalación del Colector de la margen derecha de Luyanó-Martín Pérez en el distrito de alcantarillado Luyanó-Martín Pérez Abajo.
- (8) Instalación del Colector de la margen izquierda del río Luyanó en el distrito de alcantarillado Luyanó-Martín Pérez Abajo.
- (9) Construcción de las instalaciones para el tratamiento biológico secundario de las aguas residuales en el mismo emplazamiento de la PTAR del GEF-UNDP (capacidad de tratamiento de 207 L/s o 17,900 m³/d), a saber, PTAR Luyanó. La capacidad total de tratamiento asciende a 407 L/s o 35,200 m³/d.
- (10) Instalación de redes de alcantarillado y conexiones a las viviendas en el distrito de alcantarillado Luyanó-Martín Pérez Abajo.

Se incluyen asimismo los estudios y trabajos de diseño siguientes:

- (11) Estudio y diseño detallados para solucionar el problema de las interconexiones en la zona relacionada con el Dren Matadero.
- (12) Estudio de las condiciones físicas del sifón.

En la sección 2.3 se describe en detalle el diseño preliminar de las instalaciones de alcantarillado antes mencionadas.

2.2 FUNDAMENTOS DE DISEÑO

2.2.1 POBLACIÓN DE DISEÑO

La Tabla 2.1 muestra la población con servicio de alcantarillado prevista para el 2010 luego de la conclusión de los trabajos para el mejoramiento y el desarrollo del sistema de alcantarillado ejecutados entre el 2006 y el 2010 en virtud de los Proyectos Prioritarios. Se muestra igualmente con fines comparativos la población administrativa.

Se prevé que la población total con servicio de alcantarillado ascienda a 487,600, mientras que la población con servicio de alcantarillado después de las mejoras del Sistema Central y la población servida al término de las obras para el desarrollo del nuevo distrito de alcantarillado

Luyanó-Martín Pérez Abajo ascenderán a 430,600 y 57,000 respectivamente.

Tabla 2.1 Población cubierta por el Proyecto Prioritario

Año	2001	2010	MP(2020)
1. Población dentro de la cuenca	703,500	714,100	725,600
2. Población dentro de la zona cubierta por el Sistema Central de Alcantarillado	433,200	430,600	427,900
3. Población dentro de la zona cubierta por el Desarrollo del Nuevo Sistema de Alcantarillado con el Plan Maestro	154,400	158,900	163,600
4. Población dentro de la zona planificada de alcantarillado con el Plan Maestro	587,600	589,500	591,500
5. Población con servicio cubierta por las mejoras del Sistema Central de Alcantarillado	-	430,600	427,900
6. Población con servicio cubierta por el desarrollo del Nuevo Sistema de Alcantarillado	-	57,000 (82,300)	96,200 (121,500)
7. Población con servicio del Proyecto Prioritario	-	487,600 (512,900)	138,300 (163,600)

Nota: Las cifras entre paréntesis representan la población cubierta por el Proyecto en ejecución del GEF/PNUD.

2.2.2 CANTIDADES DE AGUAS RESIDUALES

La Tabla 2.2 muestra las cantidades de aguas residuales relacionadas con el área del Proyecto Prioritario.

Tabla 2.2 Cantidades de aguas residuales relacionadas con el Proyecto Prioritario

Unidad: m³/d

Año	2001	2010	PM(2020)
1. Mejoramiento del Sistema Central de alcantarillado			
1.1 Generación de aguas residuales	130,900	138,700	148,200
1) Domésticas	72,800	72,350	71,900
2) No domésticas generadas por pequeños usuarios	47,650	55,980	65,900
3) No domésticas generadas por grandes usuarios	10,380	10,380	10,400
1.2 Infiltración	17,200	17,100	17,000
1.3 Flujo promedio diario	148,000	155,800	165,200
1.4 Flujo máximo diario	174,200	183,600	194,800
2. Desarrollo del Nuevo Sistema de Alcantarillado Luyanó-Martín Pérez Abajo			
1.1 Generación de aguas residuales	45,400	50,400	56,400
1) Domésticas	26,000	26,700	27,500
2) No domésticas por pequeños usuarios	17,000	20,700	25,200
3) No domésticas por grandes usuarios	2,400	3,000	3,700
1.2 Infiltración	3,100	3,200	3,300
1.3 Flujos promedio diario	48,500	53,500	59,700
1.4 Flujo máximo diario	57,500	63,600	71,000

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

2.2.3 FLUJOS DE DISEÑO

Los flujos de aguas residuales para el diseño de las instalaciones de alcantarillado se explican para las respectivas instalaciones en las secciones siguientes. Básicamente se emplean los flujos siguientes para diseñar las instalaciones.

El flujo promedio diario se aplica en el cálculo de los costos de operación y mantenimiento (O/M) y la reducción de las cargas de contaminantes en la PTAR Luyanó.

El flujo máximo diario se aplica en el diseño de las instalaciones de tratamiento en la PTAR Luyanó.

El flujo máximo por hora se aplica en el diseño de los colectores, de las estaciones de bombeo y de las instalaciones de tratamiento preliminar de la PTAR Luyanó.

2.3 REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EXISTENTE

En la Tabla 2.3 se resume el plan de mejoramiento propuesto del Sistema Central de Alcantarillado de conformidad con el Proyecto Prioritario. En la Figura 2.1 se muestra el mapa general.

Tabla 2.3 Trabajos propuestos para el mejoramiento del Sistema Central de Alcantarillado incluidos en el Proyecto Prioritario

Aspecto	Plan propuesto	Observaciones
1. Estudios apropiados de las interconexiones con el fin de preparar las medidas adecuadas para resolver el problema.	Realizar estudios detallados con el fin de identificar las interconexiones y preparar las medidas para eliminar la descarga directa de aguas residuales a través del Dren Matadero a la Ensenada de Atarés en la Bahía de La Habana.	
2. Construcción del sistema colector propuesto para la rehabilitación del Colector Sur y de la estación de bombeo de Matadero.	Construcción del sistema colector propuesto: colector a presión de 1,350mm de diámetro y 1,020m de longitud, CP, Colector Sur Nuevo de 1500mm de diámetro y 1,830m de longitud, y tuberías de interconexión entre el Colector Cerro/Colector Sur y la estación de bombeo de Matadero : de 1,030/1200mm (HDPE) a 1500mm (CP) de diámetro y 500m de longitud. Construcción de la estación de bombeo de Matadero propuesta, Q=20 m ³ /min, altura de bombeo=12 m, tres (3) unidades incluyendo una de reserva. Para la rehabilitación del Colector Sur, se instalarán dos (2) bombas adicionales, Q=40 m ³ /min, altura=12 m.	El Colector Sur (Diámetro de 1500 a 2100mm, Longitud: 2.78km) se rehabilitará durante el proyecto de la segunda etapa.
3. Rehabilitación de las cámaras de rejillas y estudio detallado de la estructura del sifón	Rehabilitar las cámaras de rejillas (2 unidades) de Caballería, y realizar estudios minuciosos de las condiciones físicas de la estructura del sifón con vistas a preparar planes de rehabilitación.	
4. Rehabilitación de la estación de bombeo de Casablanca	Sustituir las bombas existentes (Q=1.75 m ³ /s, altura=8 m), 4 unidades incluyendo una de reserva.	

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

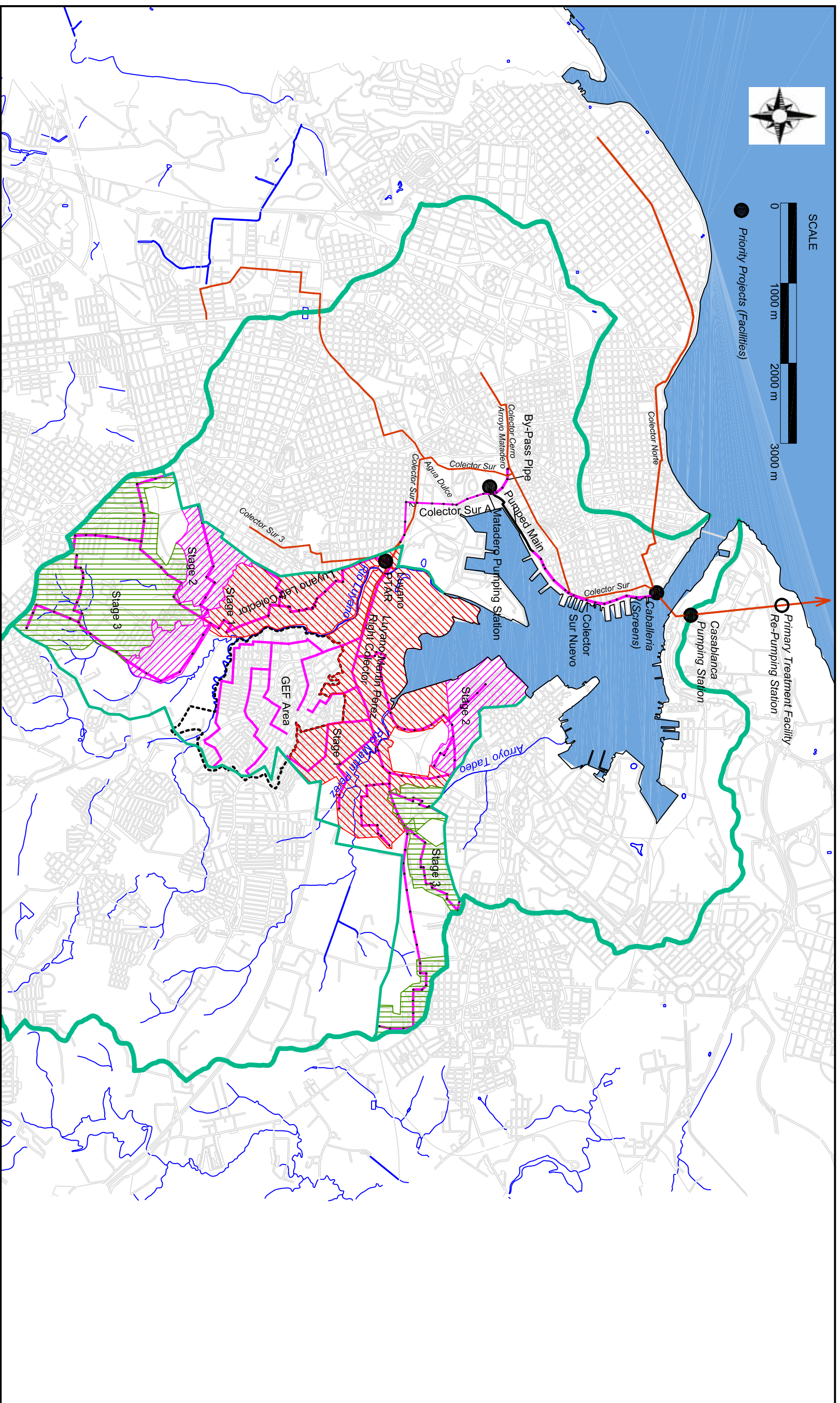
2.3.1 DISEÑO DE LOS COLECTORES

Con el objetivo de eliminar la descarga directa de aguas residuales en la Ensenada de Atarés en la Bahía de La Habana a través del Dren Matadero se realizarán en virtud del proyecto prioritario estudios detallados para identificar las interconexiones y preparar las medidas encaminadas a la solución de tal problema.

Se construirá durante el proyecto prioritario el nuevo sistema colector propuesto para rehabilitar el Colector Sur e incrementar la confiabilidad del Sistema Central de Alcantarillado. La Figura 2.2 muestra el recorrido del colector a presión y del Colector Sur Nuevo. La Figura 2.3 muestra por su parte un corte longitudinal del Colector Sur Nuevo.

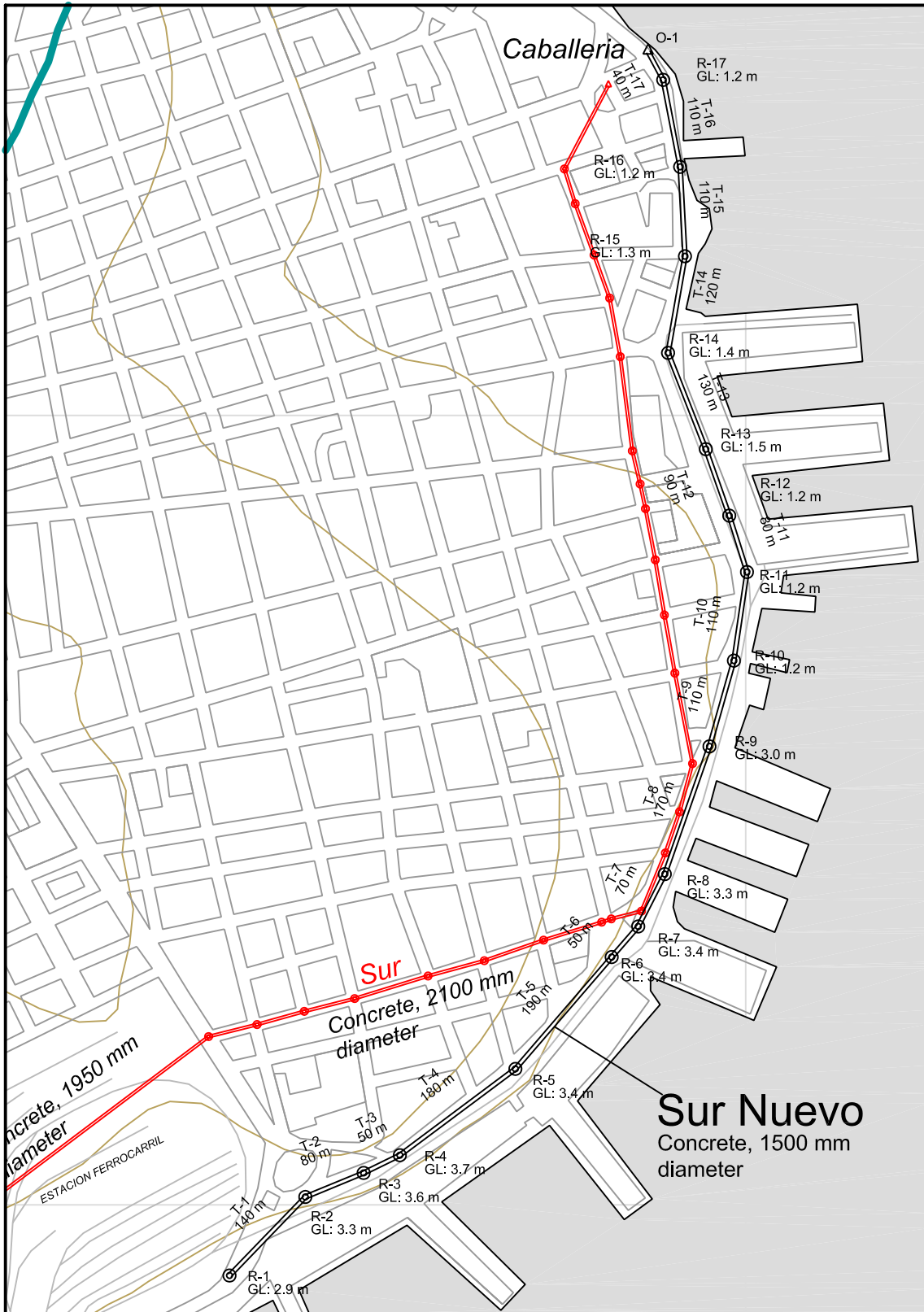
Durante los trabajos de rehabilitación del Colector Sur se necesitarán tuberías de instalación para que el Colector Cerro y el Colector Sur conduzcan las aguas residuales a la Estación de Bombeo de Matadero propuesta. Por tanto, tales tuberías de interconexión se instalarán durante el proyecto de la primera etapa. En las Figura 2.4 y Figura 2.5 se muestra tanto el recorrido como el corte longitudinal de la tubería de interconexión para el Colector Cerro y el Colector Sur.

En el Apéndice-10, Volumen III, Informe Complementario del Borrador de Informe Final, aparece la información detallada acerca del diseño de los colectores.



ESTUDIO DEL DESARROLLO DEL ALCANTARILLADO Y EL DRENAGE PLUVIAL EN LA CUENCA TRIBUTARIA DE LA BAHIA DE LA HABANA EN LA REPUBLICA DE CUBA

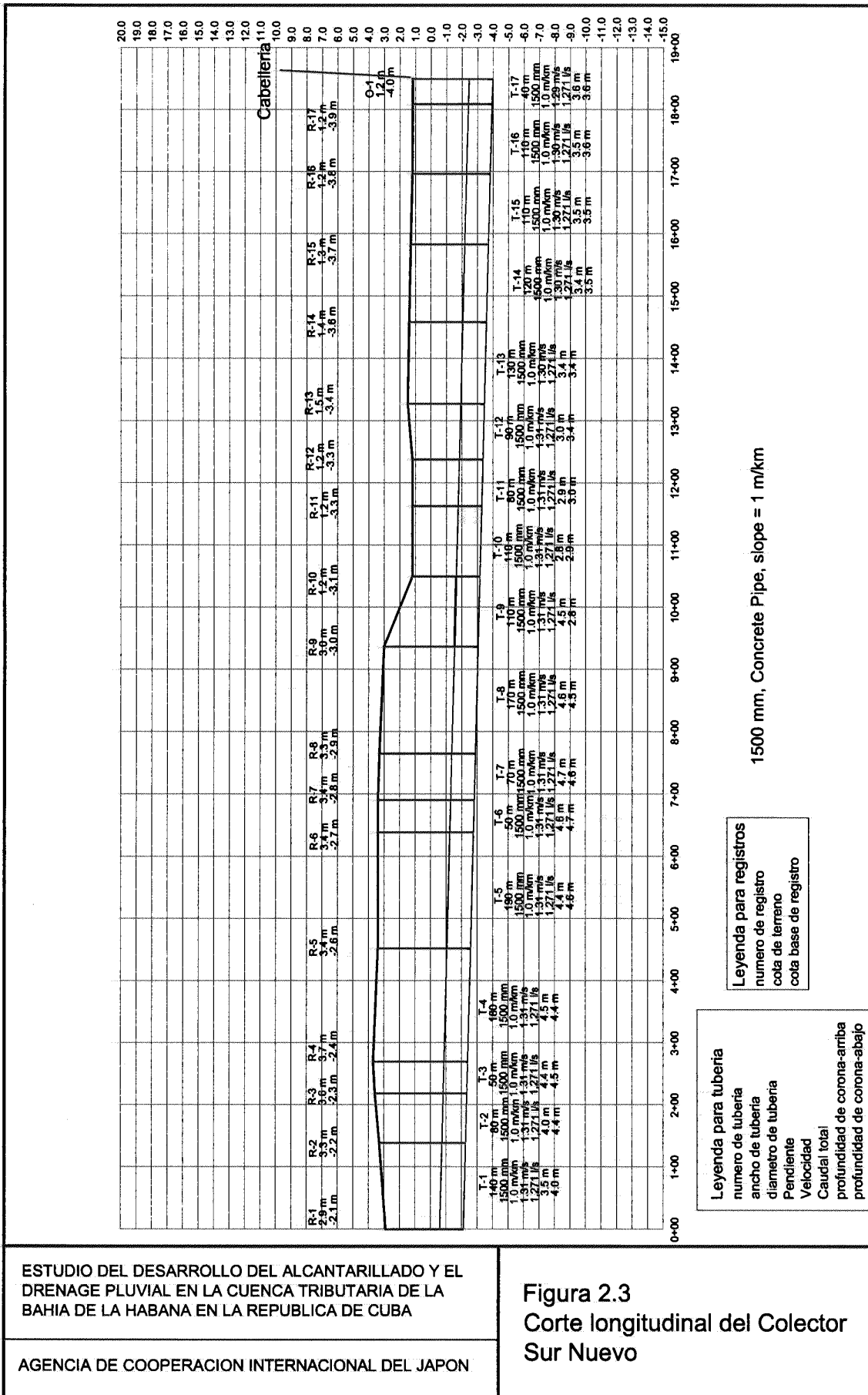
Figura 2.1
Mapa General del Proyecto
Prioritario



ESTUDIO DEL DESARROLLO DEL ALCANTARILLADO Y EL DRENAGE PLUVIAL EN LA CUENCA TRIBUTARIA DE LA BAHIA DE LA HABANA EN LA REPUBLICA DE CUBA

Figura 2.2
Ruta del Colector Sur Nuevo

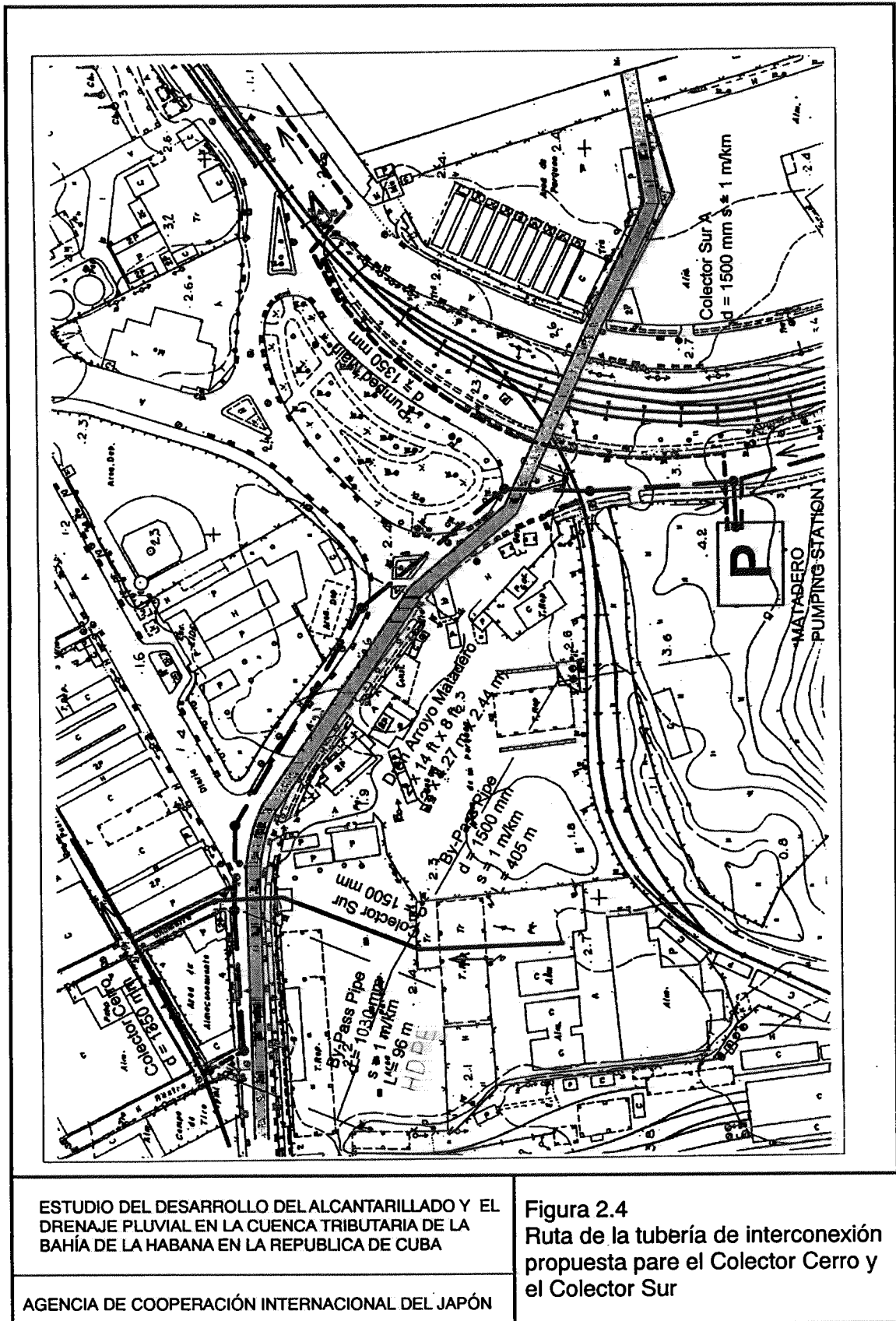
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

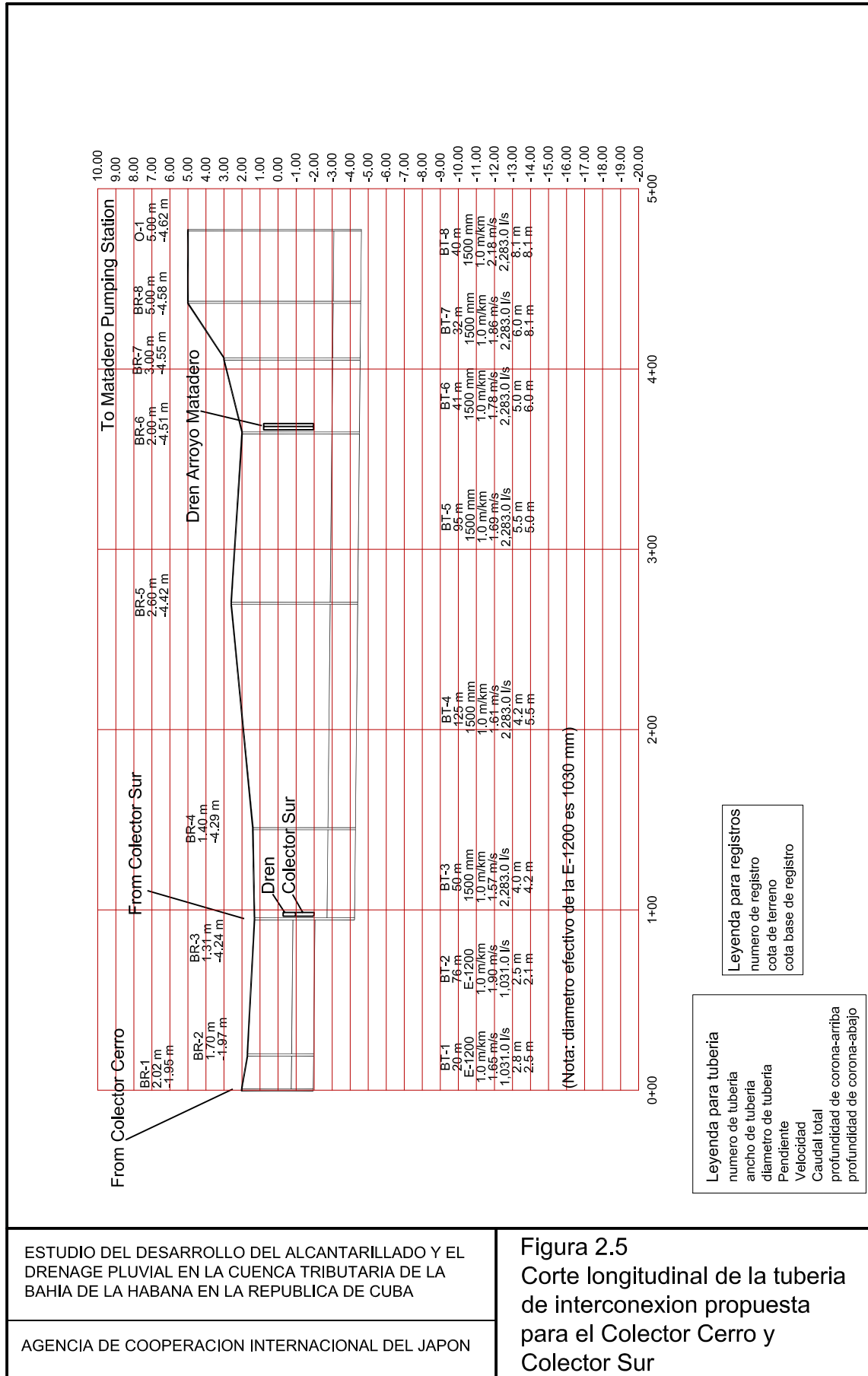


ESTUDIO DEL DESARROLLO DEL ALCANTARILLADO Y EL DRENAGE PLUVIAL EN LA CUENCA TRIBUTARIA DE LA BAHIA DE LA HABANA EN LA REPUBLICA DE CUBA

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

Figura 2.3
Corte longitudinal del Colector Sur Nuevo





ESTUDIO DEL DESARROLLO DEL ALCANTARILLADO Y EL DRENAGE PLUVIAL EN LA CUENCA TRIBUTARIA DE LA BAHIA DE LA HABANA EN LA REPUBLICA DE CUBA

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

Figura 2.5
Corte longitudinal de la tubería de interconexión propuesta para el Colector Cerro y Colector Sur

2.3.2 DISEÑO DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES

Se sustituirán tanto las bombas de la estación de bombeo de Casablanca como las cámaras de rejas de Caballería. Se construirá durante el proyecto prioritario la estación de bombeo de Matadero propuesta.

(1) Estación de bombeo de Casablanca

En la Figura 2.6 se muestra el plano general de los equipos que se rehabilitarán en la estación de bombeo de Casablanca de acuerdo con el proyecto prioritario. La tabla que aparece a continuación muestra una lista de las instalaciones y de los equipos que se sustituirán durante los trabajos de rehabilitación de la estación de bombeo.

Tabla 2.4 Principales equipos e instalaciones rehabilitados en la Estación de Bombeo de Casablanca

Instalación/Equipo	Especificaciones	Observaciones
1. Esclusa de entrada	4 unidades: 1200mm de ancho x 1200mm de alto, hierro forjado, profundidad de diseño de 5m	
2. Medidor del nivel del agua	2 unidades de 5m de longitud	
3. Bomba	4 unidades sumergibles, no atorables: Altura de bombeo de 8 m, Capacidad total de 5.25 m ³ /seg, ø 900 mm x 1.75 m ³ /seg x 4 bombas (tres con una de reserva) 200kw, 60 Hz, 400V	
4. Válvula de retención	4 unidades de cierre controlado de 900mm de diámetro. (tres con una de reserva)	
5. Medidor del flujo	1 unidad ultrasónica en forma de herradura 2.13mx2.0mH	
6. Bomba de drenaje	1 unidad sumergible de instalación fija, de 65 mm de diámetro, capacidad de 0.3m ³ /min, y altura de bombeo de 10m.	
7. Generador	Generador diesel para suministrar la potencia requerida a las tres bombas principales, 600kw	

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

(2) Cámaras de rejas de Caballería

La Figura 2.7 muestra el plano general de las cámaras de Caballería que se rehabilitarán como parte del proyecto prioritario. La siguiente Tabla resume la lista de equipos que se rehabilitarán en las dos cámaras averiadas de Caballería.

Tabla 2.5 Lista de equipos que se rehabilitarán en las cámaras de rejillas de Caballería

Equipo	Tipo	Especificaciones/Dimensiones	Cantidad	Requisitos de potencia
1. Tamiz grueso	Reja de limpieza manual	Aberturas de 100mm, a 75 grados de inclinación, 3.0m de ancho x 2.2 m de alto	1 unidades	
2. Tamiz fino	Reja de limpieza mecánica	Aberturas de 20mm, a 75 grados de inclinación, 1.5m de ancho x 2.2m de alto	2 unidades	0.75 kW por unidad
3. Esclusa de salida de la cámara del desarenador	De corredera, acero	1200mm de ancho x 1200mm de alto, profundidad de 2.25m	1 unidad	
4. Esclusa de desviación	De corredera, acero	1200mm de ancho x 800mm de alto, profundidad de diseño de 4.5m	1 unidad	
5. Bomba de elevación por aire		150mm de diámetro, capacidad de 1.0m ³ /min, altura de bombeo de 2m	6 unidades	
6. Soplador		65mm de diámetro, capacidad de 3.2m ³ /min.	2 unidades incluyendo 1 de reserva	5.5 kW/por unidad, 5.5kW en total

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

(3) Estación de bombeo de Matadero

La estación de bombeo de Matadero ha de planificarse para dos funciones muy importantes, a saber:

Durante la rehabilitación : Para desviar las aguas residuales provenientes del Colector Cerro y del Colector Sur (Parte 1¹) hacia el Colector Sur Nuevo y así facilitar el estudio y los trabajos de rehabilitación en el Colector Sur (Parte 2²). La rehabilitación del Colector Sur se ejecutará como parte del proyecto de la segunda etapa.

Operación regular : Para bombear las aguas residuales recogidas del Colector Sur 3 y de los Sub-colectores S2-1 y S2-2.

Por consiguiente, el flujo de diseño expresado en el flujo máximo por hora es de 2,283 L/s o 137 m³/min en total, tomando en consideración el caudal de entrada durante la rehabilitación del Colector Sur. La Tabla a continuación muestra las condiciones del caudal de entrada a la estación de bombeo.

¹ El Colector Sur (Parte 1) es aquella parte hasta la confluencia con el Colector Cerro (diámetro. 1500 mm).

² El Colector Sur (Parte 2) va desde la confluencia con el Colector Cerro hasta Caballería (diámetro 1950 mm & 2100 mm).

Tabla 2.6 Condiciones del caudal de entrada a la Estación de Bombeo de Matadero

Aspecto	Operación regular	Durante la rehabilitación
Tubería de entrada	Colector Sur 3 y Sub-colector S2-1 y S2-2.	Tubería de interconexión (Tubería de hormigón de 1500mm)
Caudal máximo por hora	676 L/s (40.6 m ³ /min)	2,283 L/s (137 m ³ /min)
Cota de invertida de la tubería de entrada	-5.55 m	-5.55 m

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Se emplearán grandes bombas sumergibles de aguas residuales para hacer frente al flujo mayor durante la rehabilitación, aunque sin disponer de bombas de reserva tomando en consideración la naturaleza temporal de su utilización durante la rehabilitación, tal como se muestra en la tabla a continuación.

Tabla 2.7 Bombas necesarias en la Estación de Bombeo de Matadero

Aspecto	Operación regular	Durante la rehabilitación
Tipo de bomba	Sumegible para aguas residuales	Sumergible para aguas residuales
Capacidad y número de bombas	ø 400 mm x 20 m ³ /min x 3 pumps (dos en la operación y una de reserva)	ø 400 mm x 20 m ³ /min x 3 bombas ø 600 mm x 40 m ³ /min x 2 bombas (sin bombas de reserva)
Altura de bombeo	12 m	12 m
Capacidad total	40 m ³ /min	140 m ³ /min

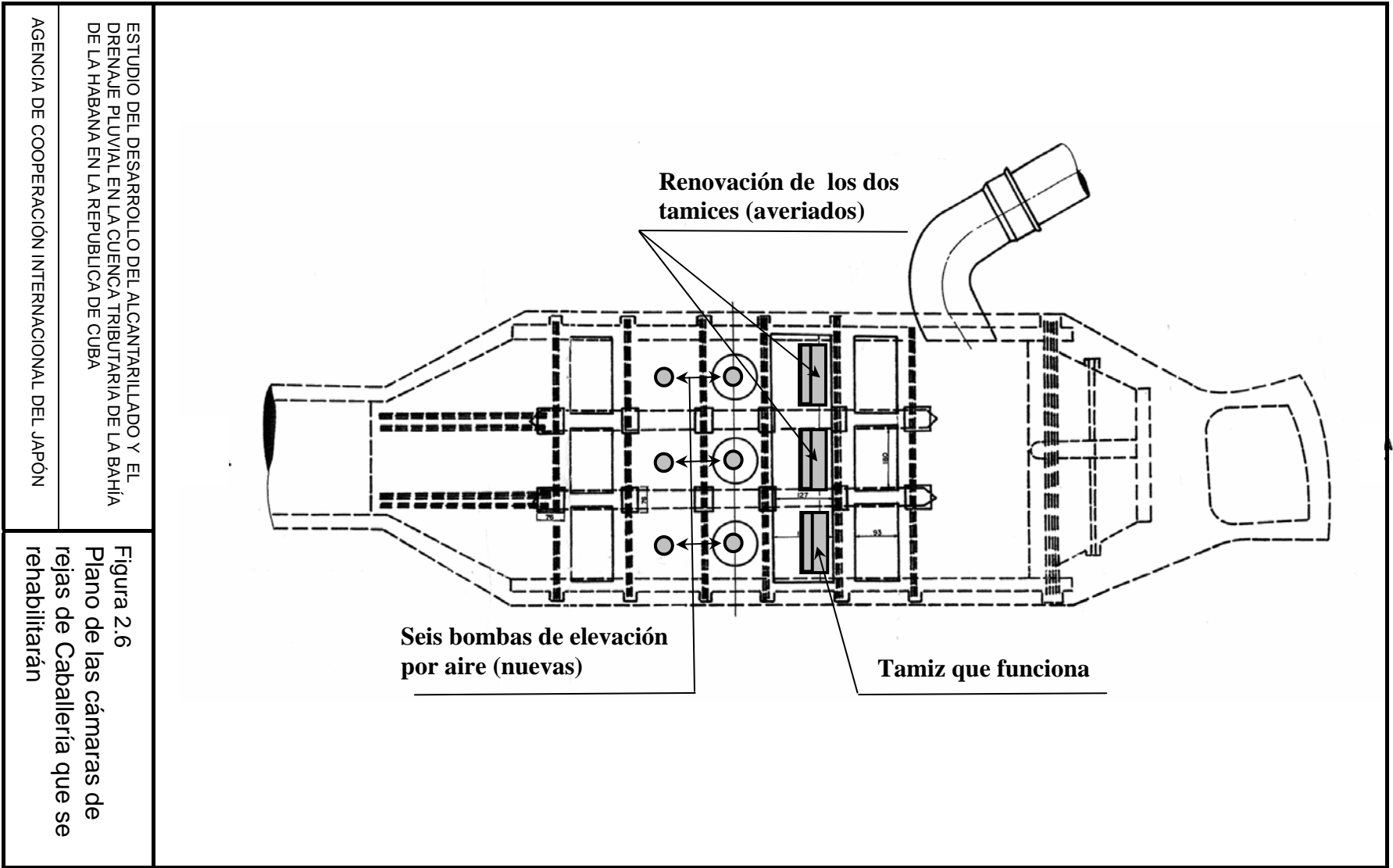
Fuente: Equipo de Estudio de JICA

En la Figura 2.8 aparece el plano general de la estación de bombeo. En la Tabla 2.8 se resume la estación de bombeo Matadero.

Tabla 2.8 Resumen de la Estación de Bombeo de Matadero

Aspecto	Especificaciones	Observaciones
1. Tubería de entrada	Diámetro 1,500mm, pendiente 1/1000, Cota de invertida de la tubería de entrada - 5.55m	
2. Tamiz grueso	3 tamices: aberturas de 100mm con limpieza manual. (2 unidades para la operación habitual)	
3. Cámara del desarenador	Por gravedad, 3 unidades, tanque rectangular 12.0m de largo x 1.7m de ancho con colector mecánico de arena del tipo de transportador de noria. (2 unidades para la operación habitual)	Coefficiente de carga superficial: 1,800m ³ /m ² /d. (Operación habitual) y 3,600m ³ /m ² /d(durante la rehabilitación).
4. Tamiz fino	3 unidades: aberturas de 20mm con limpieza mecánica. (2 unidades para la operación habitual)	
5. Bomba	Bombas sumergibles para aguas residuales. Altura de bombeo: 12m Durante la operación regular: Capacidad total de 40 m ³ /min. ø 400 mm x 20 m ³ /min x 3 bombas (dos en funcionamiento y una de reserva) Durante la rehabilitation del Colector Sur: Capacidad total de 140 m ³ /min. ø 400 mm x 20 m ³ /min x 3 bombas ø 600 mm x 40 m ³ /min x 2 bombas (ninguna de reserva)	
6. Otros	Un elevador para los tamices y otro para la arena	
7. Construcciones	Caseta para las bombas y cuarto de electricidad.	

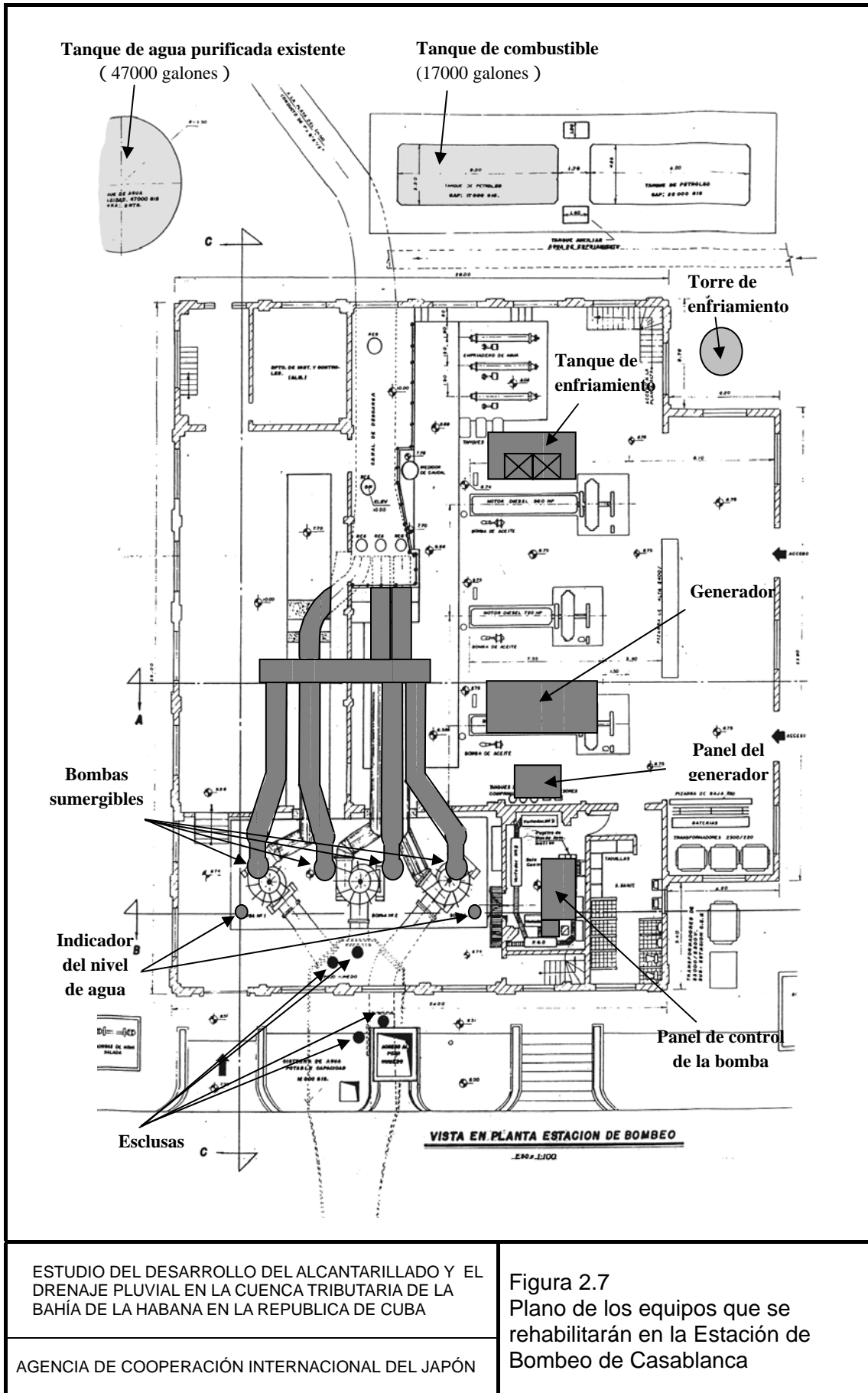
Fuente: Equipo de Estudio de JICA



ESTUDIO DEL DESARROLLO DEL ALCANTARILLADO Y EL DRENAJE PLUVIAL EN LA CUENCA TRIBUTARIA DE LA BAHÍA DE LA HABANA EN LA REPUBLICA DE CUBA

Figura 2.6
Plano de las cámaras de rejas de Caballería que se rehabilitarán

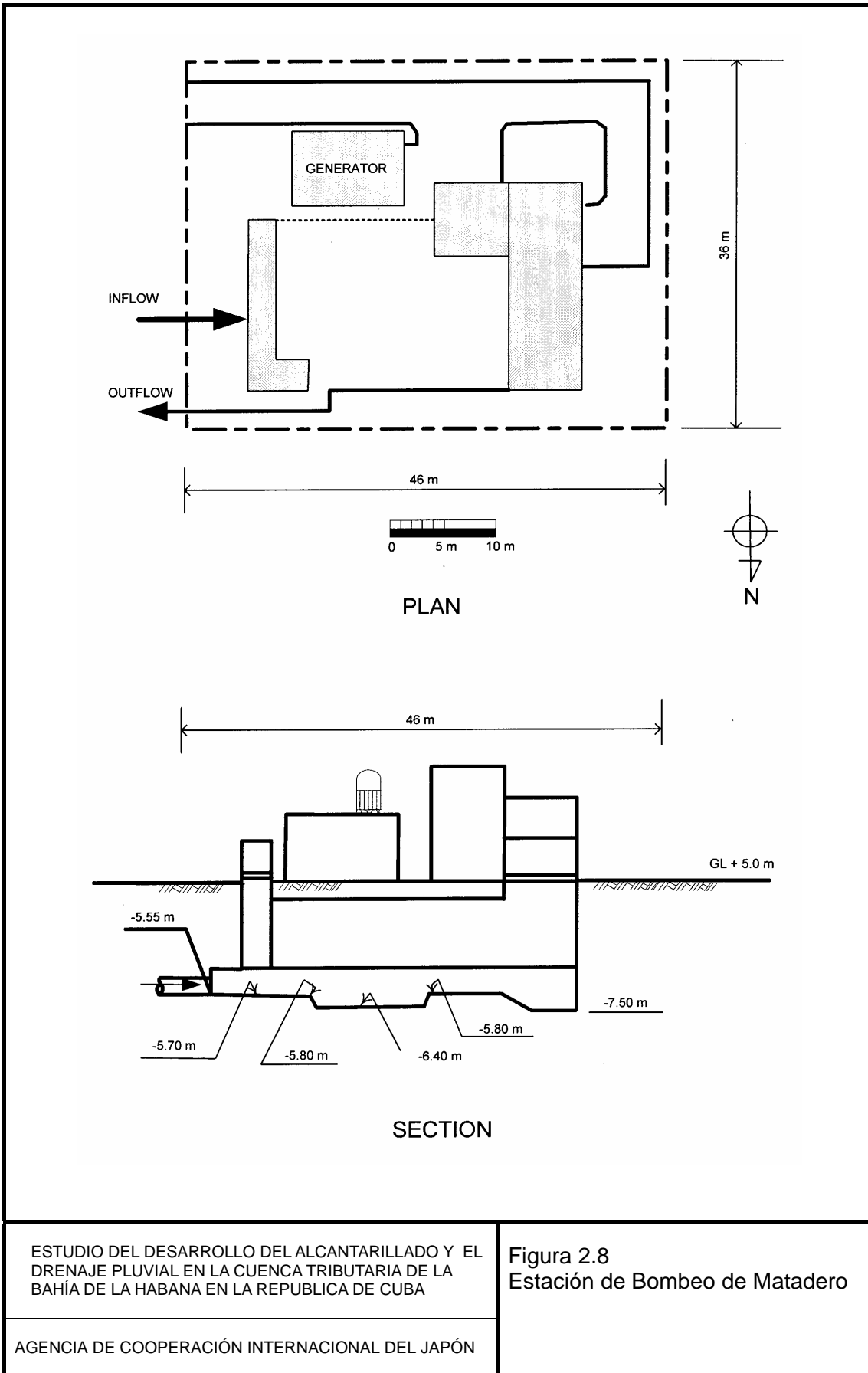
AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN



ESTUDIO DEL DESARROLLO DEL ALCANTARILLADO Y EL DRENAJE PLUVIAL EN LA CUENCA TRIBUTARIA DE LA BAHÍA DE LA HABANA EN LA REPUBLICA DE CUBA

AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN

Figura 2.7
Plano de los equipos que se rehabilitarán en la Estación de Bombeo de Casablanca



2.4 DESARROLLO DEL NUEVO SISTEMA DE ALCANTARILLADO

2.4.1 DISEÑO DE LOS COLECTORES

En la Figura 2.1 se muestra asimismo el mapa general del nuevo sistema de alcantarillado propuesto para el distrito de alcantarillado Luyanó-Martín Pérez Abajo como parte del proyecto prioritario.

Los colectores se diseñaron a partir del flujo máximo por hora requerido en el 2020. Los cálculos detallados del diseño de los colectores se explica en el Apéndice-10 del Informe Complementario, Volumen III.

(1) Red de alcantarillado

Los colectores laterales necesarios para formar las redes de alcantarillado se diseñaron a partir del área con servicio de alcantarillado, tomando en consideración el uso y la disponibilidad de las redes de alcantarillado existentes como se explica en la sección 13.2.2. La Tabla que aparece a continuación resume las necesidades de redes de alcantarillado del proyecto prioritario.

Table 2.9 Plan de Desarrollo de las redes de alcantarillado del proyecto prioritario

Colector	Área de servicio de alcantarillado (ha)		Longitud de las nuevas redes de alcantarillado (m)		
	Área actual	Nueva área	Área actual	Nueva área	Total
Margen derecha de Luyanó-Martín Pérez	208.3	134.0	20,830	33,500	54,330
Margen izquierda de Luyanó	134.5	0.0	13,450	0	13,450
Total	342.8	134.0	34,280	33,500	67,780

Note: 100 m/ha (Área donde hay fábricas y patios de contenedores y existen redes de alcantarillado, llamada Área Actual en la Tabla) y 250 m/ha (Área residencial y comercial donde no hay redes de alcantarillado, llamada Nueva Área).

(2) Colectores

La Tabla 2.10 muestra los Colectores instalados como parte del proyecto prioritario para el desarrollo del Distrito de Alcantarillado Luyanó-Martín Pérez Abajo, tomando en consideración el método de construcción. No se necesitará ninguna estación de bombeo en la etapa de diseño preliminar.

La Figura 2.9 muestra el recorrido y el área de servicio del Colector Luyanó-Martín Pérez para cubrir la Zona B (margen derecha del río Luyanó) y el área de servicio del Colector y la Zona E (río Martín Pérez). La mayor parte de la Zona B.

Se estima que la capacidad actual del Colector Sur 2 antes de cruzar el río Luyanó esté en el rango de 200-235 L/s con una tolerancia a la capacidad del 50% (la capacidad total asciende a 352 L/s para un diámetro de 750 mm y un coeficiente de rugosidad de Manning $n = 0.016$). Para el flujo de diseño hasta el año 2020 ascendente a 622 L/s se requiere la capacidad máxima de la tubería que es de 933 L/s, o sea, 2.65 veces la capacidad total existente de 352 L/s. Asimismo, a causa del envejecimiento del Colector Sur 2, se diseñó el Colector de Luyanó-Martín Pérez para conducir 622 L/s sin considerar la capacidad actual del Colector Sur 2.

1) Colector de la margen derecha de Luyanó-Martín Pérez

Las Figuras 2.10 y 2.11 muestran el corte longitudinal del Colector entre el cruce del río Martín Pérez y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó.

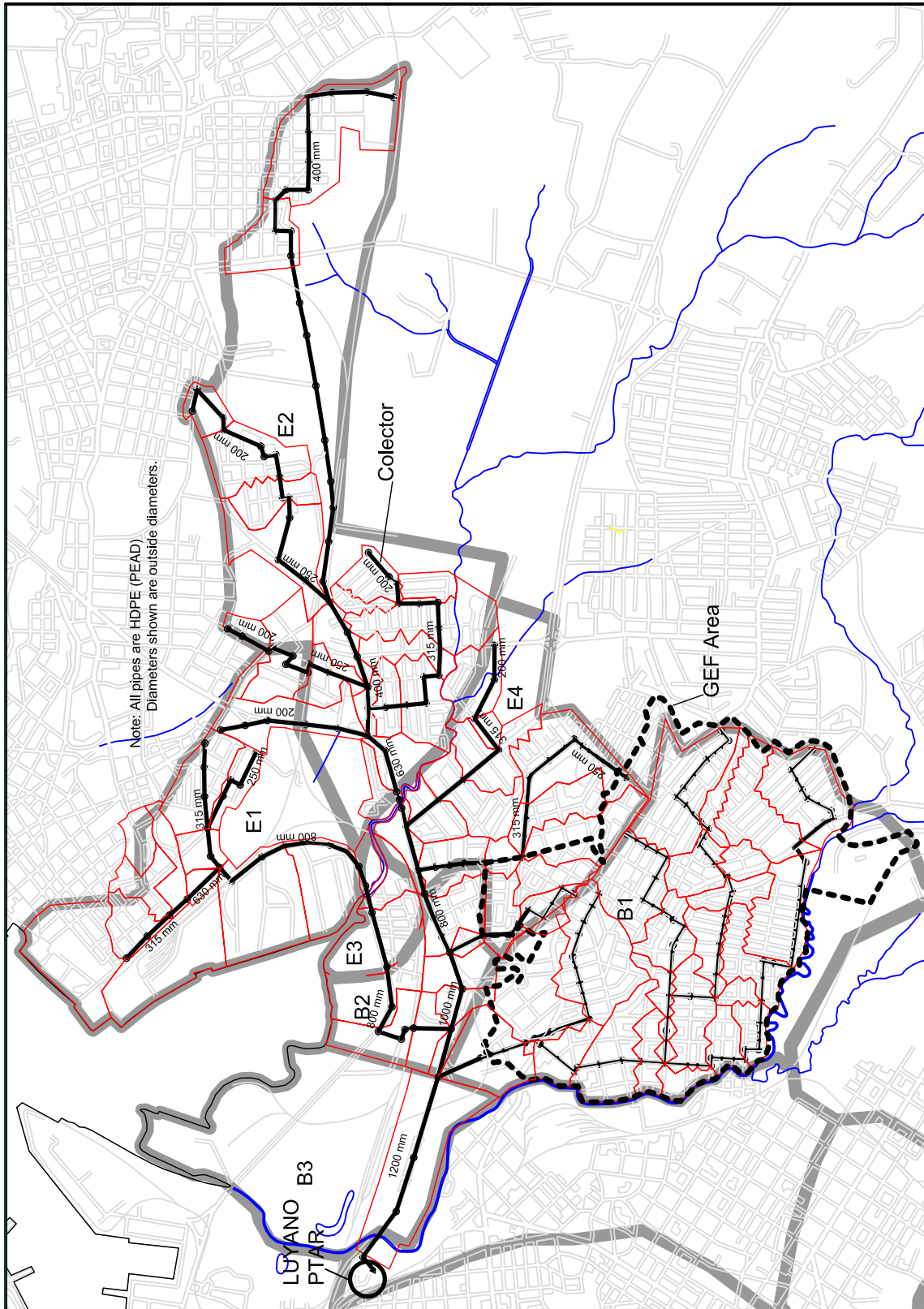
2) Colector de la margen izquierda del río Luyanó

Las Figuras 2.12 y 2.13 muestran el recorrido y el corte longitudinal respectivamente del Colector de la margen derecha del río Luyanó.

Tabla 2.10 Colectores necesarios para el proyecto prioritario

	Tubería	Diámetro interno de la tubería		Colector Luyanó-Martín Pérez	Colector izquierdo Luyanó	Total
		Externo	Interno	Longitud:m	Longitud:m	Longitud:m
E x c a v a c i ó n		250	216	2,420	410	2,830
		315	271	1,040	270	1,310
		400	343	1,020	120	1,140
		500	427	640	0	640
		630	535	370	0	370
		800	678	970	0	970
		1,000	851	0	120	120
		1,200	1,030	0	2,410	2,410
		Total		6,460	3,330	9,790
P e r f o r a c i ó n	Tubería insertada	Diámetro interno de la tubería	Diámetro interno de la tubería insertada	Longitud:m	Longitud:m	Longitud:m
	P l á s t i c o	1,500	216	150	0	150
			271	0	0	0
			343	0	0	0
			427	0	0	0
			535	0	0	0
			678	2,550	0	2,550
			851	250	0	250
			1,030	1,070	570	1,640
	Total		4,020	570	4,590	
Total mediante el método de perforación				4,020	570	4,590
Total				10,480	3,900	14,380

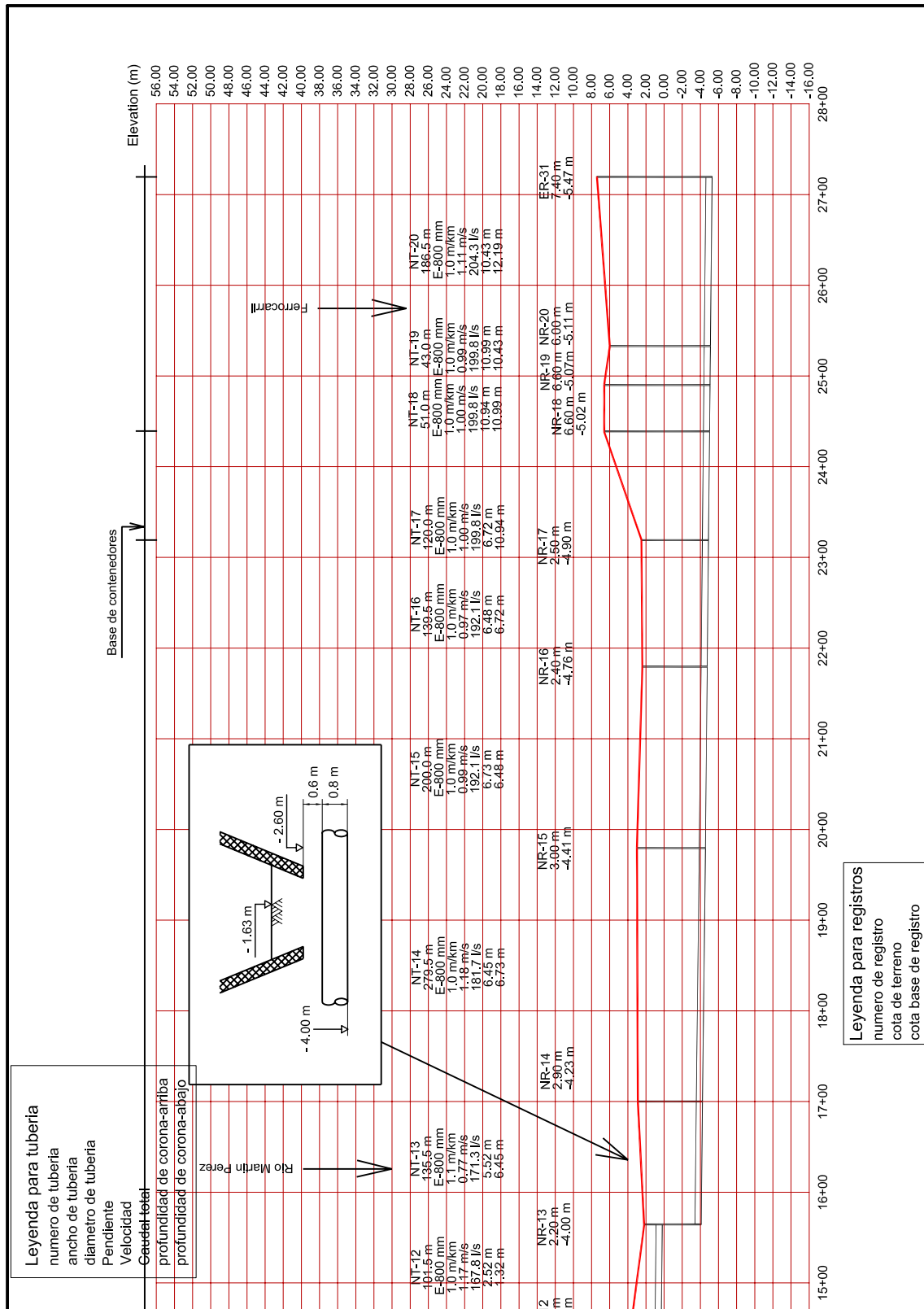
Fuente: Equipo de Estudio de JICA



ESTUDIO DEL DESARROLLO DEL ALCANTARILLADO Y EL DRENAGE PLUVIAL EN LA CUENCA TRIBUTARIA DE LA BAHIA DE LA HABANA EN LA REPUBLICA DE CUBA

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

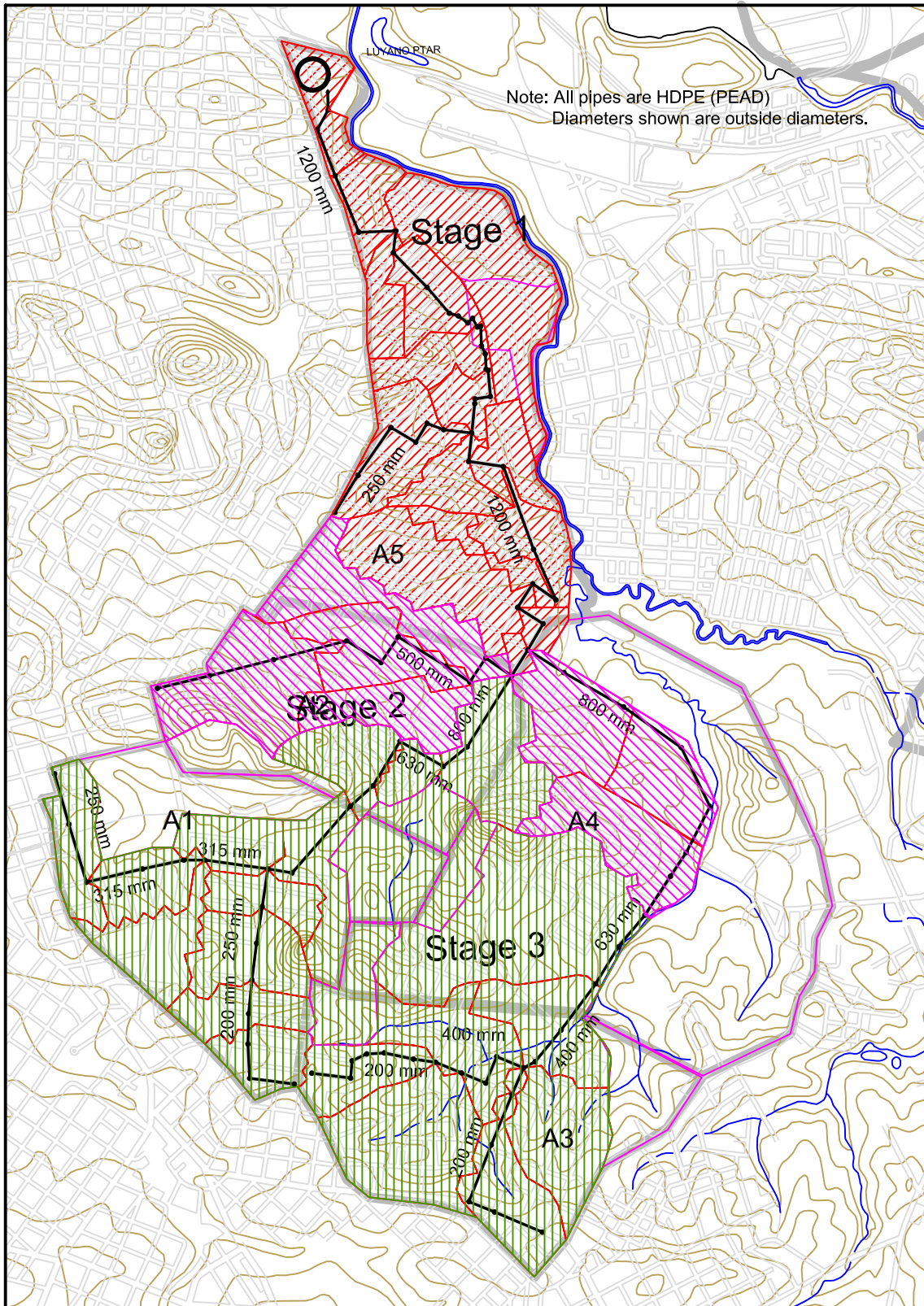
Figura 2.9
Ruta del Colector de la margen derecha de Luyano-Martin Perez



ESTUDIO DEL DESARROLLO DEL ALCANTARILLADO Y EL DRENAGE PLUVIAL EN LA CUENCA TRIBUTARIA DE LA BAHIA DE LA HABANA EN LA REPUBLICA DE CUBA

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

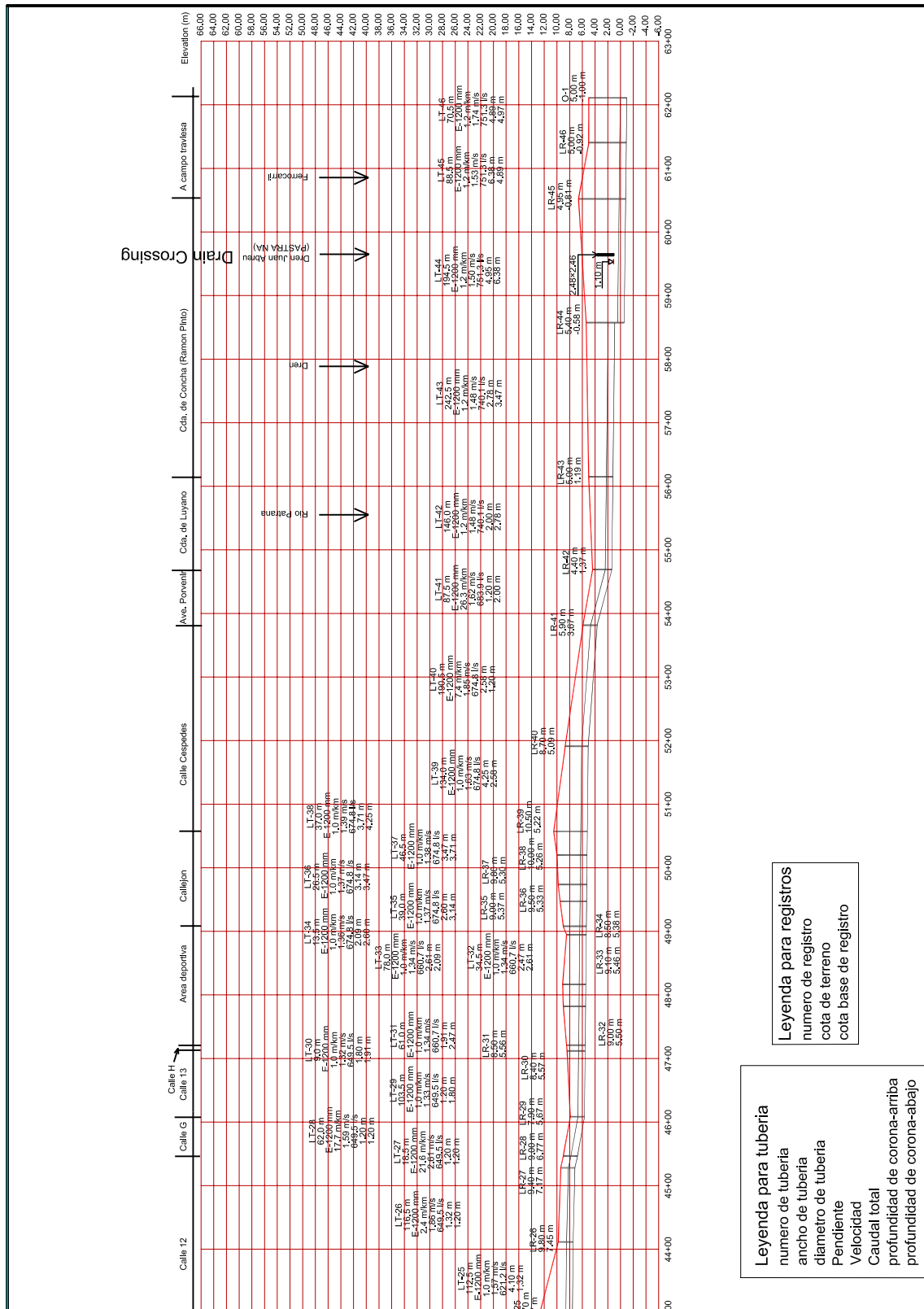
Figura 2.11
Corte longitudinal del Colector de la margen derecha de Luyano-Martin Perez en Anillo del Puerto



ESTUDIO DEL DESARROLLO DEL ALCANTARILLADO Y EL DRENAGE PLUVIAL EN LA CUENCA TRIBUTARIA DE LA BAHIA DE LA HABANA EN LA REPUBLICA DE CUBA

Figura 2.12
Ruta del Colector de la margen izquierda del rio Luyano

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON



2.4.2 DISEÑO DE LA NUEVA PLANTA DE TRATAMIENTO

(1) Flujos de diseño

Se aplica el flujo máximo diario de 71,000 m³/d u 821 L/s a las instalaciones de tratamiento de aguas residuales de la PTAR Luyanó, incluyendo la capacidad de 17,300 m³/d o 200 L/s desarrollada por el proyecto en ejecución del GEF/PNUD. De acuerdo con el proyecto de la primera etapa o proyecto prioritario, se ampliará la capacidad de tratamiento de 17,900 m³/d o 207 L/s y la capacidad total alcanzará los 35,200 m³/d o 407 L/s.

El flujo diario promedio de diseño ascendente a 59,750 m³/d y el flujo máximo de diseño por hora se aplican al diseño total de las instalaciones de tratamiento.

(2) Procesos de tratamiento de lodos y de aguas residuales

Se aplica al tratamiento de las aguas residuales el proceso convencional de lodos activados. El lodo excedente producido en el tratamiento de las aguas residuales se tratará y se dispondrá finalmente mediante relleno sanitario al término de los procesos siguientes:

(Lodo excedente) → Digestión anaeróbica sin sistema de calentamiento → Deshidratación mecánica → (Relleno sanitario)

(3) Calidad de diseño de las aguas residuales

Las calidades de diseño del afluente y del agua residual tratada se establecen como sigue:

Afluente: Concentración de DBO₅ de 200 mg/L y concentración de SS de 200 mg/L.

En la Tabla siguiente se resumen la eficiencia del tratamiento y las calidades del agua residual tratada.

Tabla 2.11 Calidad de diseño del agua residual tratada

Parámetro	Eficiencia del tratamiento (%)			Calidad de diseño del agua residual tratada		
	Primario	Secundario	General	Afluente	Efluente primario	Efluente secundario
DBO ₅	30	86	90.2	200	140	19.6
SS	40	84	90.4	200	120	19.2

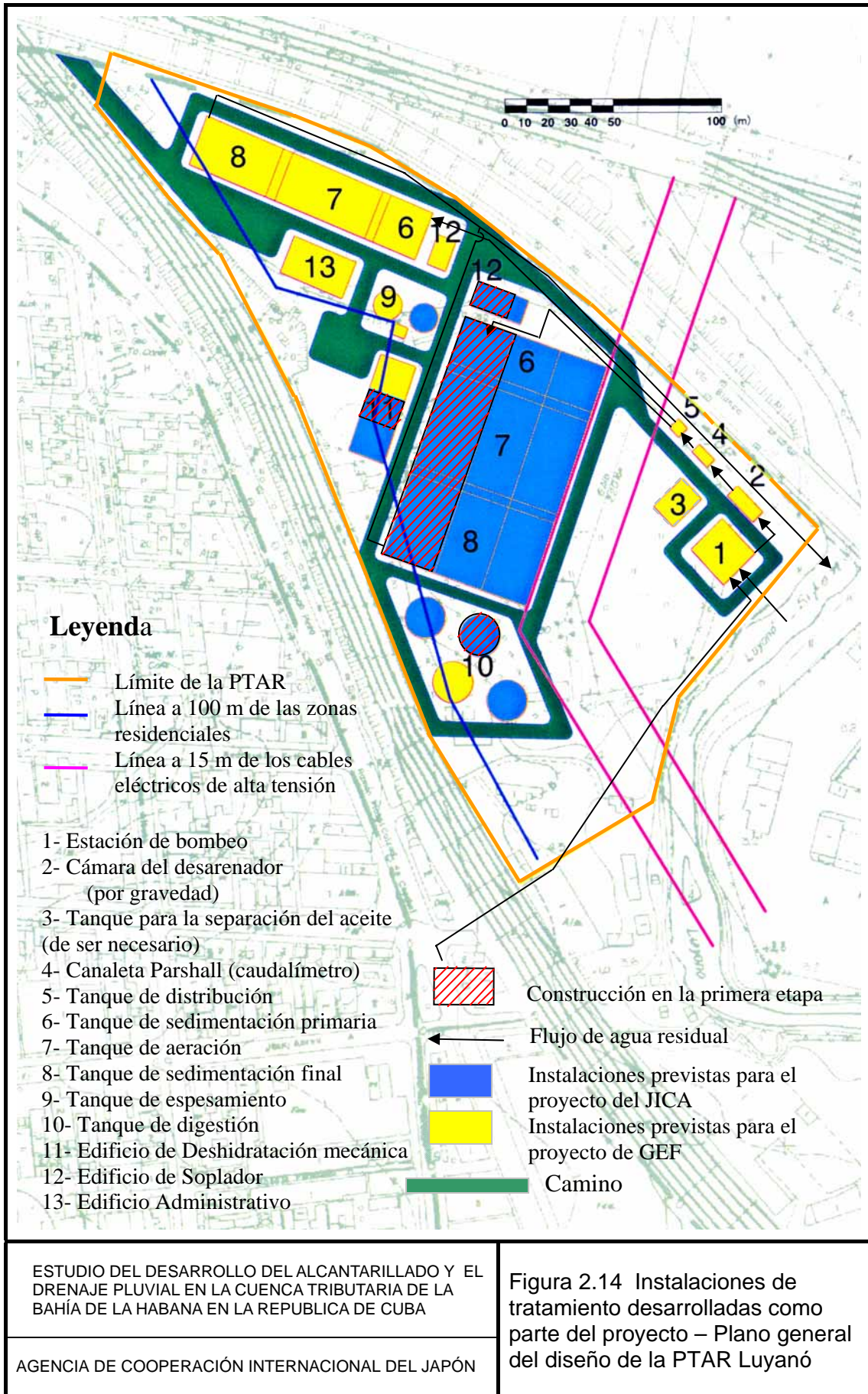
Fuente: Equipo de Estudio de JICA

(4) Instalaciones principales

En la Tabla 2.12 se muestran las instalaciones principales que se construirán en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Luyanó. El plano general de diseño aparece en la Figura 2.14.

Ha de notarse que se planifica construir varias instalaciones de tratamiento en común como parte del Proyecto GEF/PNUD toda vez que tal proyecto concluirá con anterioridad al comienzo de las Obras Prioritarias. Dichas instalaciones son las siguientes:

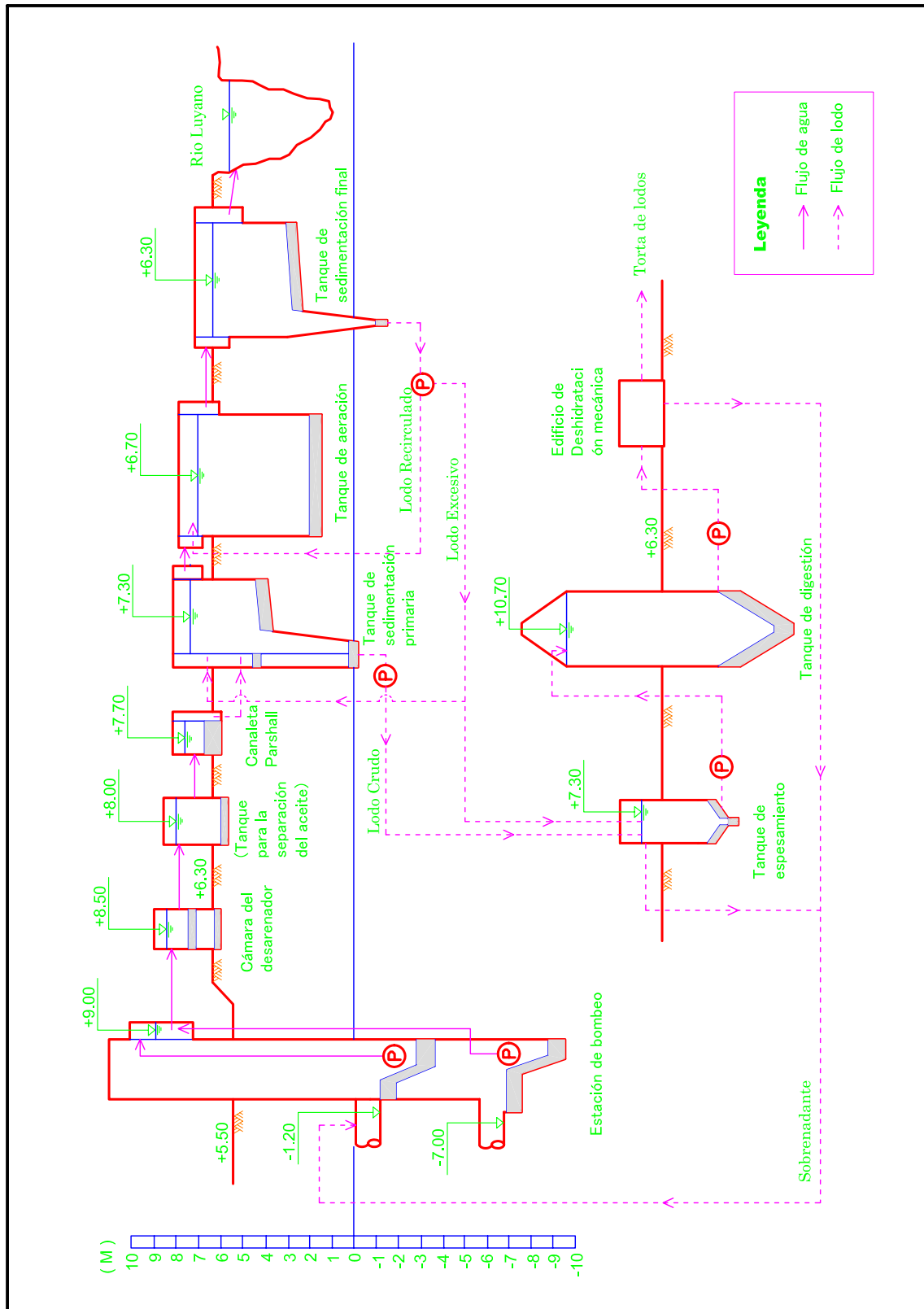
- Instalaciones de tratamiento preliminar: Casetas de las bombas, rejas y cámara del desarenador
- Construcciones: Oficinas administrativas y locales de los operarios



ESTUDIO DEL DESARROLLO DEL ALCANTARILLADO Y EL DRENAJE PLUVIAL EN LA CUENCA TRIBUTARIA DE LA BAHÍA DE LA HABANA EN LA REPUBLICA DE CUBA

AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN

Figura 2.14 Instalaciones de tratamiento desarrolladas como parte del proyecto – Plano general del diseño de la PTAR Luyanó



ESTUDIO DEL DESARROLLO DEL ALCANTARILLADO Y EL DRENAJE PLUVIAL EN LA CUENCA TRIBUTARIA DE LA BAHÍA DE LA HABANA EN LA REPUBLICA DE CUBA

Figura 2.15
Perfil hidraulico de la PTAR Luyano

AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN

Tabla 2.12 Principales instalaciones de tratamiento que se construirán como parte del proyecto prioritario

Instalación	Tipo de instalación	Calidad	Dimensiones, capacidad y especificaciones	Observaciones
1. Instalación preliminar				Se propone construir las instalaciones preliminares durante el proyecto en ejecución del GEF/PNUD.
1.1	Cámara de rejás	GEF	Rectangular 4 canales, 1.2m de ancho	
	1) Tamiz grueso	1 unidad	Aberturas de 100mm con limpieza manual.	
	2) Tamiz fino	1 unidad	Aberturas de 20mm con limpieza mecánica.	
1.2	Cámara del desarenador	GEF	Tanque rectangular, 10m de largox1.5m de anchox0.7m de alto, con colector mecánico de arena.	
1.3	Bombas del afluente			
	1) Bombas sumergibles	GEF	300mm de diámetro., 9.5 m ³ /min	
	2) Bombas sumergibles	1 unidad	450mm de diámetro., 19.0 m ³ /min	
1.4	Medición del flujo	GEF	Canaleta de Parshall, 3ft	
2. Tanque de sedimentación primaria	Tanque rectangular	2 unidades	17.8m de largox10.0m de anchox3.0m de alto, con colector de lodos del tipo de cadena y paleta	Carga superficial: 50 m ³ /m ² /d
3. Tanque de aeración	Tanque rectangular	4 unidades	47.0m de largo x 5.0m de ancho x 5.0m de alto	Carga de DBO-SS : 0.35kgDBO/kgSS/día
	Ventilador	1 unidad	300/200mm x 62 m ³ /min	
4. Tanque de sedimentación final	Tanque rectangular	2 unidades	35.5m de largox10.0m de anchox3.0m de alto, con colector de lodos del tipo de cadena y paleta	Carga superficial: 25 m ³ /m ² /d
5. Bombas de lodos recirculados	Bombas de tornillo	2 unidades	3.1 m ³ /min	Proporción de recirculación promedio de 25%, máximo 50%
6. Espesador de lodos	Tipo circular	0 unidad	12.0m de diámetro.x3.0m de alto, con colector mecánico de lodos	Carga de piso: 60kg/m ² /día
7. Digestor de lodos	Del tipo de flujo radial circular	1 unidad	17.8m de diámetro.x8.9m alto, sin sistema de calentamiento	Tiempo de retención: 20días
8. Deshidratación mecánica	Prensa de filtro de banda	1 unidad	Ancho del filtro: 3m	Coefficiente de carga del filtro: 110kg/m/hora

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

2.5 PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

2.5.1 TRABAJOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Todos los sistemas de aguas residuales han de operarse de acuerdo con los procedimientos y las normas establecidos. Un nivel elevado de mantenimiento preventivo redundará en buenas condiciones de operación, así como influirá en el mejoramiento del servicio a los usuarios al reducir la ocurrencia de emergencias, racionalizando de esta manera los costos anuales de los programas de mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo programado establece un procedimiento que debe cumplirse y cuyos trabajos fundamentales pueden resumirse así:

- Preparación de un inventario de las instalaciones
- Preparación de cronogramas para las unidades específicas de trabajo
- Especificación de los trabajos que han de realizarse
- Recopilación de información y registro de los resultados

Para los sistemas existentes, el análisis de los registros obtenidos de los procedimientos iniciales de mantenimiento puede proporcionar información esencial acerca de determinados problemas, así como coadyuvar al desarrollo de un cronograma racional y efectivo para la frecuencia de los mantenimientos en el futuro.

Para los sistemas que se construyan, por su parte, constituye un procedimiento usual en los contratos internacionales exigir que el contratista proporcione manuales de operación y mantenimiento (dos copias, una en la obra y otra en el departamento de mantenimiento de la oficina central), para todos los equipos instalados. Tales manuales de mantenimiento proporcionan detalles de los trabajos que han de llevarse a cabo y de su frecuencia.

Hasta en los sistemas mejor planificados hay ocasiones en que ocurren emergencias y se requiere la realización de mantenimientos no programados (o correctivos). Tal es el caso cuando un colector se obstruye o colapsa. En situaciones así ha de contarse tanto con la mano de obra como con el equipamiento necesarios para hacer frente a tales eventualidades.

2.5.2 COLECTOR

Tanto para los sistemas existentes como para los nuevos sistemas ha de establecerse un programa anual de mantenimiento preventivo de los colectores. Resulta imposible recomendar la frecuencia de inspección del sistema existente toda vez que se desconocen las condiciones de los activos. No obstante, los activos tienen muchos años de explotación, por lo que la entidad operadora necesitará basar la frecuencia del mantenimiento en su experiencia en los últimos tres años.

La instalación de los sistemas de alcantarillado es costosa. Por tanto, resulta necesario realizar inspecciones periódicas de rutina de los colectores teniendo en cuenta las condiciones del terreno y las características de las aguas residuales. Tales factores darán una idea de las frecuencias mínimas de inspección que pueden necesitarse para garantizar una larga vida útil de los activos. En la Tabla 2.13 a continuación aparecen dichas frecuencias de inspección.

Tabla 2.13 Programa de mantenimiento de los colectores

Aspecto	Controles de mantenimiento	Frecuencia de la inspección
Caminata por los colectores	Inspección de la estructura Verificar la existencia de raíces Verificar el control de insectos y roedores Comprobar el sistema de ventilación Comprobar las condiciones aeróbicas Limpiar cada vez que sea necesario	General: Una vez al año Detallada: Una vez cada cinco años
Colectores donde no sea posible el acceso del operario	Inspección visual desde los registros empleando CCTV si se dispone. Los aspectos que deben verificarse son los mismos de arriba	General: Una vez al año Detallada: Una vez cada cinco años
Registros	Verificar el buen estado y la seguridad de las tapas, los peldaños, las escaleras, los pasamanos, etc., de los registros. Inspección estructural del túnel, los rellanos y asientos del registro	Una vez al año (a menos que los registros sugieran lo contrario).
Estructuras especiales	En dependencia de la estructura: Inspección estructural Cercas/puertas de seguridad Equipos eléctricos y mecánicos de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes	Una vez al año (Diaria si se hace con hombres) Para equipos eléctricos y mecánicos de acuerdo con las recomendaciones del fabricante

2.5.3 ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES

Existen muchos equipos importantes que deben inspeccionarse y mantenerse. En el caso de los equipos eléctricos, mecánicos y de instrumentación han de cumplirse siempre con las instrucciones del fabricante para su conservación y mantenimiento.

Durante las operaciones diarias normales el personal de la estación de bombeo ha de efectuar los trabajos de limpieza y mantenimiento periódicos de rutina. Los siguientes trabajos semanales de rutina se consideran labores de mantenimiento operativo más que trabajos de mantenimiento periódico para los equipos de trabajo especializados:

- Eliminación del material acumulado en las rejillas, los desarenadores y el pozo sumidero
- Limpieza de las paredes y eliminación de las natas

Tales trabajos evitarán la aparición de las fuentes principales de generación de olores desagradables. El material extraído de las rejillas, la arena y la nata se mantendrán en recipientes cerrados hasta que se puedan trasladar al vertedero para su disposición final.

Con anterioridad a la puesta en funcionamiento de la estación de bombeo, y una vez que el contratista haya entregado su manual de operación y mantenimiento, se redactará un programa de mantenimiento detallado que se colocará en un lugar visible dentro de la estación de bombeo. Tal programa debe hacerse en un material duradero y resistente al agua y ha de incluir todas las indicaciones para los trabajos periódicos de limpieza y mantenimiento que acometerá el personal de la estación.

Para la eliminación de tupiciones o acumulaciones importantes de arena y sedimentos que puedan ocurrir rápidamente en condiciones de mucho caudal se podrán utilizar chorros de agua a presión o sistemas de vacío si se cuenta con el equipamiento necesario en la propia estación de bombeo o, de lo contrario, con el empleo de equipos móviles de mantenimiento.

Se requerirá un nuevo programa de mantenimiento para los equipos de bombeo que se instalarán en la estación de bombeo de Casablanca. Para la nueva estación de bombeo Matadero, por su parte, los equipos fundamentales propuestos se incluyen en el programa de mantenimiento que se muestra a continuación en la Tabla 2.14.

Tabla 2. 14 Programa de mantenimiento para las estaciones de bombeo

Aspecto	Controles de mantenimiento	Frecuencia de la inspección
Cerca y puerta de acceso	Estado general con referencia especial a la seguridad	Personal de la estación de bombeo - Diario Detallada: Una vez al año
Estructura del recinto de la bomba	Integridad estructural de las paredes y el techo Puertas y ventanas (con referencia especial a la seguridad)	Detallada: Una vez al año Personal de la estación de bombeo - Diario
Tamiz basto	Limpieza y eliminación del material extraído de las rejas Verificación de la estructura y limpieza minuciosa	Personal de la estación de bombeo – Diario – o cuando sea necesario Detallada: Una vez al año
Tanque del desarenador	Limpieza y eliminación de la arena Verificación de la estructura y limpieza minuciosa	Personal de la estación de bombeo – semanal – o cuando sea necesario Detallada: Una vez al año
Tamiz fino	Limpieza y eliminación del material extraído de las rejas Revisión de la estructura y limpieza minuciosa	Personal de la estación de bombeo – Diario – o cuando sea necesario Detallada: Una vez al año
Compuerta del caudal de entrada	Limpieza Control de la operación y limpieza concienzuda	Personal de la estación de bombeo – semanal – o cuando sea necesario Una vez al año
Pozos sumideros	Baldeo y eliminación de la arena, los residuos sépticos, etc. Verificación de la estructura y limpieza minuciosa	Personal de la estación de bombeo – semanal – o cuando sea necesario Detallada: Una vez al año
Bombas sumergibles Tuberías y accesorios Válvulas Generador Tablero de control Instrumentación	De acuerdo con las especificaciones del manual del proveedor	Según las recomendaciones del proveedor
Suministro eléctrico para los colectores	Por la empresa eléctrica	Según las exigencias de la empresa eléctrica

Toda vez que estas son estaciones operadas por el hombre, todos los aspectos del mantenimiento se pondrán en práctica habitualmente y estarán sujetos a la observación diaria de los operarios quienes habrán de informar cualquier defecto o problema potencial al departamento de mantenimiento con independencia del programa de mantenimiento en caso que no sean capaces de resolver por sí mismos tales situaciones.

2.5.4 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR)

Se construirá en el río Luyanó una planta de tratamiento de aguas residuales en virtud del

Proyecto GEF/PNUD con el empleo de un sistema integral avanzado que incluye el tratamiento terciario para la remoción de nutrientes. Como se ha acordado utilizar el mismo lugar de la planta del Proyecto GEF/PNUD para la construcción de la planta del Proyecto Prioritario, el sistema de tratamiento de las aguas residuales se diseñará principalmente para la remoción del contenido de materia orgánica. Por tanto, se propone el empleo de un proceso secundario, a saber, el método convencional de lodos activados, que se construirá por separado en el mismo lugar. Asimismo se contará con un proceso de tratamiento de lodos que se dispondrán en un vertedero con relleno sanitario.

Sin embargo, se prevé compartir varias instalaciones comunes que se construirán en virtud del Proyecto GEF/PNUD toda vez que tal proyecto se concluirá antes del comienzo de las Obras Prioritarias. Dichas instalaciones son las siguientes:

- Instalaciones de tratamiento preliminar: Recinto de las bombas, rejas y cámara del desarenador
- Edificios: Oficinas de la administración y locales de los operarios

Por consiguiente, se propondrá la construcción de todas las instalaciones de operación y mantenimiento para tales obras durante el Proyecto GEF/PNUD y se supone que el cronograma será similar a las propuestas aquí presentadas.

Se proporcionarán los manuales del mantenimiento y los procedimientos de O/M para el proceso convencional de lodos activados y el proceso de tratamiento de lodos como parte del contrato. Se contará, asimismo, con copias de dicho manual en la planta de tratamiento y en el Departamento de O/M. Toda vez que los equipos eléctricos y mecánicos, así como la provisión de instrumentos, dependerán del diseño que se adopte, los manuales de mantenimiento se emplearán para redactar un programa de mantenimiento tal como el que aparece en la siguiente Tabla 2. 15:

Tabla 2.15 Programa de mantenimiento para las PTAR

Elemento	Controles de mantenimiento	Frecuencia de la inspección
Cerca y puerta de acceso (con el Proyecto GEF/UNDP)	Estado general con referencia especial a la seguridad	Detallada: Una vez al año Personal de la PTAR - Diaria
Todas las estructuras de los edificios Edificio administrativo e instalaciones para el personal (con el Proyecto GEF/UNDP)	Integridad estructural de las paredes y el techo Puertas y ventanas(con especial referencia a la seguridad)	Detallada: Una vez al año Personal de la PTAR - Diaria
Casas de las bombas (con el Proyecto GEF/UNDP)	Como para las estaciones de bombeo (ver tabla anterior)	Como para las estaciones de bombeo
Rejas (con el Proyecto GEF/UNDP)	Limpieza y eliminación del material extraído de las rejas Revisión estructural y limpieza minuciosa	Personal de la PTAR – Diaria – o cuando sea necesario Detallada: Una vez al año
Cámara del desarenador (con el Proyecto GEF/UNDP)	Limpieza y eliminación de la arena Revisión estructural y limpieza minuciosa	Personal de la PTAR – semanal – o cuando sea necesario Detallada: Una vez al año
Tanque de sedimentación primaria	Monitor para lodos negros y malolientes	Personal de la PTAR - continua
Tanque de aeración	Descomposición de greñas y natas	Personal de la PTAR - continua
Tanque de sedimentación final	Limpieza de rutina	Personal de la PTAR - continua
Proceso de tratamiento de lodos Espesador de lodos Digestor anaeróbico Instalación para la deshidratación de lodos	Como estipulen los manuales de procedimientos del proveedor	Según las recomendaciones del proveedor
<u>Todos los equipos eléctricos y mecánicos incluyendo bombas auxiliares, tuberías, accesorios y válvulas</u> Paneles de control Provisión de instrumentos etc.	De acuerdo con el manual del proveedor	Según las recomendaciones del proveedor
Suministro eléctrico para los colectores	Por la empresa eléctrica	Según las exigencias de la empresa eléctrica

Como en el caso de la estación de bombeo, ha de redactarse para las PTAR un programa detallado de mantenimiento planificado a partir del manual y colocarse en lugar visible dentro de la planta. En la confección del programa se empleará un material duradero y resistente al agua. Dicho programa incluirá las indicaciones para la rutina habitual de limpieza y mantenimiento que ha de acometer el personal de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Se recomienda que el contrato de la planta de tratamiento de aguas residuales incluya el procedimiento de puesta en marcha que permita que el contratista opere la planta durante dos

semanas con el personal como observadores, y otras dos semanas de operación a cargo de los nuevos operarios con el contratista brindando asesoría técnica.

2.5.5 EXIGENCIAS DE PERSONAL

El personal puede dividirse grosso modo en operarios y empleados de mantenimiento destinados a la sucursal del nuevo distrito de alcantarillado, la estación de bombeo y la planta de tratamiento, y el personal de apoyo de la oficina principal.

(1) Nueva zona de alcantarillado

En la medida en que se expanda la nueva zona de alcantarillado durante la Primera Etapa, habrá necesidad de contar con una sucursal en la zona oriental que se encargue de satisfacer las exigencias de este nuevo sistema. Tal sucursal estará adjunta a la division actual de drenaje y alcantarillado del departamento técnico, tal y como se detalla en el Plan Maestro. Tal vez no sea necesario incrementar la cantidad de empleados para el sistema central de alcantarillado rehabilitado. Sin embargo, el operador ha de revisar tal situación según avances los trabajos. Para el final de la Primera Etapa se estima que el personal del nuevo distrito de alcantarillado sea el siguiente:

Tabla 2. 16 Sucursal para el mantenimiento del alcantarillado

Necesidades de personal	Nueva zona de alcantarillado
Gerente	1
Ingenieros	4
Administrador – Gerencia	1
Choferes	6
Trabajadores	12
Total	24

En la nueva zona de alcantarillado se requerirá que el personal opere los equipos necesarios para el mantenimiento del alcantarillado. Se necesitarán los vehículos y equipos siguientes para el nuevo sistema de alcantarillado:

- Camiones y furgonetas con sistemas de comunicación
- Generadores y compresores móviles, incluyendo herramientas mecánicas
- Unidades móviles para proveer chorros de agua a presión
- Bombas de deshidratación y mangueras
- Herramientas básicas de mano, izadores de registros, equipos de varillado de tuberías
- 1 ventilador
- 1 detector de gases con equipamiento auxiliar
- 1 aparato de respiración con equipamiento auxiliar
- Luces y linternas varias(de mano, al cinto y en cascos) con equipamiento auxiliar
- Equipos de izaje que incluyan trípodes y cabrestrantes
- Arnesees de seguridad, sogas y equipos afines incluyendo radios de mano

(2) Estaciones de bombeo de aguas residuales

Para la nueva estación de bombeo Matadero se estima que se necesitarán 14 empleados para

operar la estación en turnos de trabajo. La cantidad total de empleados que requiere la estación de bombeo de Casablanca una vez restaurada se estima en 22. Los detalles se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 2.17 Personal de la estación de bombeo

Necesidades de personal	EB Matadero	Casablanca	Total
Gerente	0	1	1
Jefe de Sección – Administración	1	0	1
Jefe de Sección – Operaciones	1	1	2
Administrador – Gerencia	1	1	2
Operarios – Planta de bombeo	8	12	20
Choferes	1	1	2
Trabajadores	2	6	8
Total para el Proyecto de la Primera Etapa	14	22	36

La entidad operadora revisará el actual sistema de trabajo por turnos de 24 horas continuas y dos días de descanso. Es obvio que un empleado no puede mantenerse alerta durante 24 horas y no se requerirían más empleados para operar la estación con el sistema de turnos de 8 horas. De poderse cambiar tal sistema disminuiría el riesgo de ocurrencia de contratiempos durante situaciones de emergencia.

(3) Plantas de tratamiento de aguas residuales

Las necesidades de personal para la nueva planta de tratamiento con sistema de lodos activados Luyanó se estiman a continuación:

Tabla 2.18 Personal para la nueva planta de tratamiento

Necesidades de personal	PTAR principal Luyanó
Gerente	1
Jefe de Sección – Administración	0
Jefe de Sección – Tratamiento	1
Jefe de Sección – Operaciones	1
Jefe de Sección – Calidad del agua	1
Ingenieros – Tratamiento	2
Ingenieros – Calidad del agua	3
Administrador – Gerencia	1
Operarios – Tratamiento	2
Operarios – Generales	9
Choferes	2
Trabajadores	4
Total	27

Para esta planta más compleja se recomienda la implantación del sistema de turnos de 8 horas, como para las estaciones de bombeo.

(4) Personal de la oficina central

Las necesidades adicionales de personal de la oficina central, subordinados a un Director General, para dirigir las nuevas obras que se construirán en el transcurso de la Primera Etapa se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 2.19 Personal de la oficina central para la primera etapa

Necesidades de personal	Administración general y Departamento de Servicios	Departamento de construcción	Departamento de Operación y Mantenimiento
Jefe de Departamento	1	1	1
Gerentes	2	3	3
Jefe de Sección	7	8	5
Ingenieros	0	13	8
Administradores	14	3	1
Chofers	2	3	2
Total para el Proyecto de la Primera Etapa	26	31	20

Como se describe en el Plan Maestro, el personal adicional para la Administración General y el Departamento de Servicios puede ser absorbido por los departamentos pertinentes en dependencia de la decisión de la entidad operadora (Aguas de la Habana).

En el Plan Maestro se recomienda asimismo la creación de nuevos departamentos para la operación y el mantenimiento de la nueva zona oriental de alcantarillado y para la construcción de nuevos colectores primarios y entronques de las viviendas al alcantarillado. En la tabla se incluye el personal necesario para este componente financiado por el Gobierno de Cuba.