

**Presentado a:**

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD,  
Oficina en Cuba) proyecto No. 12188

Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) proyecto  
No. PIMS 1443

**Preparado por:**

M.A. MSc. Ing. Joram Gil, Evaluador Internacional  
Dra. Ing. Mercedes Arellano, Evaluadora Nacional

Diciembre de 2016

## CONTENIDO

<b>i. Identificación del proyecto</b> .....	<b>4</b>
<b>ii. Resumen ejecutivo</b> .....	<b>5</b>
<b>Cuadro sinóptico del proyecto</b> .....	<b>5</b>
<b>Descripción del proyecto</b> .....	<b>6</b>
<b>Tabla de calificación de la evaluación</b> .....	<b>7</b>
<b>Resumen de conclusiones, recomendaciones y lecciones aprendidas</b> .....	<b>8</b>
<b>iii Abreviaturas y siglas</b> .....	<b>10</b>
<b>1. Introducción</b> .....	<b>12</b>
1.1 Propósito de la evaluación.....	12
1.2 Alcance y Metodología de la Evaluación .....	12
1.3 Estructura del informe de la evaluación final .....	14
<b>2. Descripción del proyecto y contexto de desarrollo</b> .....	<b>15</b>
2.1 Comienzo y duración del proyecto.....	15
2.2 Problemas que el proyecto buscó abordar .....	17
2.3 Objetivos inmediatos y de desarrollo del proyecto .....	17
2.4 Indicadores de referencia establecidos .....	17
2.5 Principales interesados.....	18
2.6 Resultados previstos .....	18
<b>3. Hallazgos</b> .....	<b>20</b>
3.1 Diseño y Formulación del Proyecto.....	20
3.1.1 Análisis del Marco Lógico (AML) y del Marco de Resultados (lógica y estrategia del proyecto e indicadores).....	20
3.1.2 Suposiciones y riesgos .....	28
3.1.3 Lecciones de otros proyectos relevantes incorporados en el diseño del proyecto .....	30
3.1.4 Participación planificada de los interesados .....	30
3.1.5 Enfoque de replicación.....	30
3.1.6 Ventaja comparativa del PNUD .....	30
3.1.7 Vínculos entre el proyecto y otras intervenciones dentro del sector .....	31
3.1.8 Disposiciones de administración .....	31
3.2 Ejecución del proyecto .....	32
3.2.1 Manejo adaptativo .....	32
3.2.2 Acuerdos de asociaciones (con los interesados relevantes involucrados en el país o la región) .....	33
3.2.3 Retroalimentación de actividades de SyE utilizadas para gestión de adaptación.....	35
3.2.4 Financiación del proyecto .....	36
3.2.5 Seguimiento y Evaluación: diseño de entrada y ejecución .....	39

3.2.6 Coordinación de la aplicación y ejecución del PNUD y del socio nacional para ejecución y cuestiones operativas.....	39
<b>3.3 Resultados del proyecto.....</b>	<b>40</b>
3.3.1 Resultados generales (logro de los objetivos).....	40
3.3.2 Relevancia .....	41
En lo concerniente a prioridades ambientales y de desarrollo en el ámbito nacional: .....	41
3.3.3 Efectividad y eficiencia .....	42
3.3.3.1 Efectividad .....	42
3.3.3.2 Eficiencia.....	42
3.3.4 Implicación nacional.....	43
3.3.5 Integración .....	44
3.3.6 Sostenibilidad .....	44
3.3.6.1 Sostenibilidad financiera.....	44
3.3.6.2 Sostenibilidad socioeconómica .....	44
3.3.6.3 Sostenibilidad del marco institucional y de gobernanza.....	45
3.3.6.4 Sostenibilidad ambiental.....	45
3.3.7 Rol como catalizador .....	45
3.3.8 Impacto .....	46
<b>4. Conclusiones, recomendaciones y lecciones aprendidas .....</b>	<b>47</b>
4.1 Medidas correctivas para el diseño, la ejecución, seguimiento y evaluación del Proyecto .....	49
4.2 Acciones para seguir o reforzar los beneficios iniciales del proyecto.....	49
4.2.1 Objetivo del proyecto.....	49
Resultado 1.....	50
Resultado 2.....	50
4.3 Propuestas para direcciones futuras que acentúen los objetivos principales.....	50
4.4 Las mejores y peores prácticas para abordar cuestiones relacionadas con la relevancia, el rendimiento y el éxito.....	51
Mejores prácticas .....	51
Peores prácticas .....	51
<b>5. ANEXOS.....</b>	<b>52</b>
5.1 Cuestionario utilizado en las entrevistas y resumen de los resultados .....	52
5.2 Matriz de preguntas de evaluación.....	52
5.3 Resumen de visitas de campo .....	52
5.4 Términos de Referencia utilizados para la evaluación .....	52
5.5 Programa desarrollado durante la misión en Cuba, (itinerario de la misión).....	52
5.6 Lista de personas entrevistadas .....	52
5.7 Lista de documentos revisados por el EE entregados por el PNUD y por la UMP .....	52
5.8 Lista de documentación técnica solicitada a la UMP para su revisión y análisis .....	52
5.9 Formulario de acuerdo del consultor de la evaluación.....	52
5.10 Archivo fotográfico de la Misión de Evaluación.....	52

## I. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

---

**Título del proyecto:** “Demostración de alternativas innovadoras para la rehabilitación de las bahías fuertemente contaminadas del Gran Caribe”.

**Tipo de proyecto:** Gran Escala (Full Size Project)

**Número del proyecto (FMAM):** PIMS 1443

**Número del proyecto (PNUD):** 12188

**Plazo de evaluación:** noviembre del 2016 a enero del 2017

**Fecha del informe de la evaluación final:** 23 de diciembre del 2016

**País:** Cuba

**Programa operativo del FMAM:** OP 10

**Programa estratégico del FMAM:** Aguas Internacionales

**Agencia ejecutora:** CITMA- Delegación Habana

**Miembros del equipo de evaluación:** Joram Gil y Mercedes Arellano Acosta

**Agradecimientos:**

El EE agradece la cooperación brindada por los funcionarios, profesionales y obreros de la Empresa de Servicios Ingenieros Hidráulicos de Occidente, perteneciente al Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, inversionista de la PTR Luyanó IV, durante la visita a cada uno de los objetos de obra que la componen y por los intercambios llevados a cabo. Por la pronta respuesta a las interrogantes planteadas para comprender los procesos realizados y como éstos tributan al cumplimiento de los objetivos del Proyecto. En especial a la Inga. Miriam Bocalandro Caignet y al Ing. Pedro Despaigne Quesada, especialista de esta Empresa y Director del Proyecto Ejecutivo de la PTR Luyanó IV, respectivamente.

A la Coordinadora General del Proyecto, Inga. Dalgis Casañas de la Delegación del CITMA en La Habana.

A la Oficina del PNUD en La Habana, por todo su apoyo durante la preparación y ejecución del programa que permite cumplir con la evaluación final de este Proyecto, sobre la base de las directrices establecidas por los organismos internacionales involucrados, acordadas con los órganos nacionales pertinentes dedicados a la cooperación internacional en la República de Cuba.

## II. RESUMEN EJECUTIVO

### CUADRO SINÓPTICO DEL PROYECTO

<b>Título del Proyecto:</b>	Demostración de alternativas innovadoras para la rehabilitación de las bahías fuertemente contaminadas del Gran Caribe".			
No de Identificación del Proyecto en el FMAM:	PIMS 1443		<i>Al momento de la aprobación del Proyecto por el FMAM (Millones de dólares americanos USD)</i>	<i>Al término del Proyecto* (Millones de dólares americanos USD)</i>
No de Identificación del Proyecto en el PNUD:	12188	Financiamiento del FMAM:	4,038,598	4,038,598
País:	Cuba	<b>Aporte de las AI/AE</b> (PNUD, UNOPS):	0	0
Región:	Caribe, LAC	Aporte del Gobierno:	15,999,000	40,885,423
Área Focal del GEF:	Aguas Internacionales	Otros aportes: Financiamiento Noruega (donativo NORAD a través de PNUD)	576,456	576,456
Objetivos del Área Focal del GEF, (Programa Operacional/Prioridad Estratégica):	OP 10	Monto total del cofinanciamiento:		
Agencia Ejecutora:	CITMA Cuba	Costo total del Proyecto:	<b>20,614,054</b>	<b>45,500,477</b>
Otros actores involucrados:	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ UNOPS Guatemala</li> <li>■ INRH Cuba</li> </ul>	Firma del Documento del Proyecto (fecha de comienzo del proyecto): 25/04/2002		
		(Operacional) Fecha de cierre del proyecto: <b>05/2007, 31/12/2016 (PNUD)</b> <b>31/12/2017 (Gobierno CUBA)</b>	Fecha propuesta:	<b>31/12/2017</b>

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

---

La contaminación de las aguas terrestres y marinas en la región del Caribe producen serias afectaciones sociales, económicas y ambientales. La calidad ambiental de los cuerpos fluviales en Cuba ha sido afectada por las descargas de aguas residuales de los asentamientos humanos y de los focos contaminantes de la actividad agropecuaria, industrial e instalaciones de servicios que disponen sus aguas crudas, o tratadas insuficientemente en los ecosistemas. Los ríos Luyanó, Martín Pérez y el Arroyo Tadeo, son principalmente quienes contaminan la Bahía de la Habana, siendo el río Luyanó quien más aporta cargas contaminantes a este ecosistema

Por lo que para contribuir a sanear la bahía se implementó el proyecto “**Demostración de alternativas innovadoras para la rehabilitación de las bahías fuertemente contaminadas del Gran Caribe**”, el cual tuvo como objetivo ambiental general: Demostrar y proponer la replicación de alternativas técnicas, de manejo, legislativas y educativas para reducir las cargas de nutrientes a la bahía de la Habana y a la Región del Gran Caribe; y como objetivo del Proyecto: Promover y facilitar el desarrollo sostenible y la gestión de la bahía de La Habana mediante la aplicación de enfoques innovadores para reducir la entrada de contaminantes de aguas internacionales prioritarias.

Con esos propósitos se formuló el **resultado 1**: La planta de demostración se establece para reducir la carga de materia orgánica y nutrientes (nitrógeno y fósforo) que se vierten al río Luyanó, a la Bahía de la Habana y al Gran Caribe; y **resultado 2**: Proyectos de demostración enfocados en el reciclado de nutrientes y energía procedentes de residuos y aguas residuales.

Las acciones generales realizadas han sido la construcción de la Planta de Tratamiento de aguas residuales (PTR) Luyanó IV con su sistema de colectores (Resultado 1) y a modo de demostración el edificio “Cero Emisión”, el cual se encuentra en plena operación (Resultado 2). A la fecha el Resultado 1 del Proyecto ha contribuido a mitigar el deterioro ambiental de la bahía de la Habana, para reducir la contaminación de las aguas terrestres y marinas en la región del Caribe. Esta iniciativa se ha ejecutado entre los años 2002 a diciembre de 2016 por la Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos (UNOPS por sus siglas en inglés) con sede en Guatemala, por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) como agencia de implementación durante la vida del Proyecto; con el financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y del gobierno cubano a través de los OACEs involucradas en el proyecto (CITMA, INRH y MICONS).

A diciembre de 2016 se estima que se ha alcanzado un 90% en la ejecución del Proyecto debido a que falta la puesta en marcha de la Planta de Tratamiento Luyanó IV, que constituye el resultado principal.

El proyecto ha requerido varias ampliaciones en tiempo y en recursos financieros derivadas de externalidades siendo las principales: la limitada capacidad de empresas constructoras en Cuba, necesidad de equipamiento y materiales especializados, la no inclusión en los planes nacionales de la economía en Cuba, mediante los cuales se obtiene la provisión de recursos financieros anuales por la priorización de atención de factores climáticos adversos que golpearon al país (ciclones) y el alza en los precios de las materias primas a nivel internacional (hierro y sus derivados), por lo que el costo del Proyecto se duplicó y acrecentó el nivel de esfuerzo, además

de triplicar el tiempo de ejecución (de 5 a 15 años). Sin embargo los objetivos, resultados e impacto se espera que se cumplan con la puesta en marcha del módulo 1 para tratar 200 l/s en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV para finales del segundo semestre del año 2017.

En cuanto al segundo resultado se trata de una iniciativa consistente en la ejecución y puesta en funcionamiento del proyecto demostrativo Cero Emisión que, con carácter experimental construyó un edificio de viviendas de 4 plantas con 16 apartamentos y un novedoso sistema de redes hidrosanitarias independientes, una para el tratamiento por separado de las aguas residuales de inodoros y otra para las aguas grises, provenientes de la cocina, lavamanos y duchas. Estas aguas grises son dispuestas en un humedal construido, vinculado en la salida al riego de productos agrícolas. El sistema en su totalidad se encuentra en funcionamiento, por lo que se da por concluido este Resultado.

### Tabla de calificación de la evaluación

Las calificaciones propuestas por el EE están basadas en las indicaciones y los elementos considerados en los Términos de Referencia de esta evaluación y se resumen en la tabla siguiente:

<b>Criterios:</b>			
<b>1. Monitoreo y Evaluación</b>	<b>Calificación</b>	<b>2. Ejecución de las AI y AE</b>	<b>Calificación</b>
Diseño de M&E al comienzo	AS	Calidad de la implementación del PNUD	AS
Implementación del Plan de M&E	AS	Calidad de la ejecución de la Agencia Ejecutora	AS
Calidad general de M&E	AS	Calidad general de la implementación/ejecución	AS
<b>3. Evaluación de Resultados (Outcomes)</b>		<b>4. Sostenibilidad</b>	
Relevancia	S	Recursos financieros:	P
Efectividad	S	Socio-política:	P
Eficiencia	MS	Marco institucional y gobernanza:	P
<b>Calificación general de los Resultados (Outcomes)</b>	<b>MS</b>	Ambiental	P
		<b>Probabilidad general de sostenibilidad:</b>	<b>P</b>
<b>5. Impacto</b>	Significante al iniciar operaciones		

**Nota:** Las calificaciones se realizan sobre la base de una escala que incluye 6 alternativas: Altamente Insatisfactorio (AI), Insatisfactorio (I), Moderadamente Insatisfactorio (MI), Moderadamente Satisfactorio (MS), Satisfactorio (S) y Altamente Satisfactorio (AS). En cuanto a la sostenibilidad del proyecto, las calificaciones se realizan sobre la base de una escala con un rango que va desde Probable (P), pasando por Algo Probable (AP), Altamente Improbable (AI) hasta Algo Improbable (AIMP). En el caso del Impacto este es sobre tres escalas: Insignificante, Mínimo, Significante

## Resumen de conclusiones, recomendaciones y lecciones aprendidas

---

### Conclusiones

- La PTAR Luyanó IV no está funcionando, se espera su puesta en marcha a finales del segundo semestre del año 2017 con la entrada en funcionamiento del módulo 1 para tratar 200 l/s, por lo tanto, en una evaluación futura al iniciar operaciones la PTAR se medirá su impacto y relevancia. El edificio Cero Emisión está en funcionamiento y arrojando los resultados esperados.
- El Manual de Operación y Mantenimiento data del año 2007 y el Manual de Puesta en Marcha de Julio de 2016 actualizado a diciembre, pero debido a que la PTR aún no está operando deben actualizarse a las condiciones imperantes cuando la planta inicie operaciones, sobre todo asegurar el financiamiento de la asistencia técnica requerida por parte de la Compañía de Ingeniería Integral ESSE.I de origen italiano.
- Este Proyecto para cumplir su carácter de demostrativo debe involucrar a entes investigadores e innovadores como las universidades, centros tecnológicos y la sociedad organizada, que aporte profesionales y jóvenes estudiantes para garantizar el funcionamiento de la PTAR de forma ininterrumpida.
- Se ha cuantificado preliminarmente que la contribución del Proyecto como acción de mitigación del cambio climático es de un 60% de utilización del metano como biogás sobre la base de la caracterización de las aguas residuales, según estudio realizado por Cubaenergía previo a la terminación de los colectores y a la operación de la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Considerando el tiempo que ha llevado la ejecución del proyecto (14 años) y su complejidad, en opinión del EE, se completará al 100% el proyecto con el inicio de operaciones del módulo 1 de la PTAR Luyanó IV que operará para finales del segundo semestre del año 2017, los recursos financieros faltantes serán aportados por el Gobierno Cubano.
- Para consolidar los resultados del Proyecto y alcanzar el impacto esperado, es imprescindible que entre en operación la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV. El funcionamiento de la planta completará el ciclo del Proyecto y consolidará los esfuerzos del Gobierno Cubano, sus instituciones, el sistema de Naciones Unidas y el FMAM para sanear la bahía de la Habana y mejorar la calidad de vida de sus habitantes.
- El segundo resultado que incluye esta iniciativa, consiste en la ejecución y puesta en funcionamiento del proyecto demostrativo Edificio Cero Emisión, el cual se ha concluido y opera eficientemente.

### Recomendaciones

- Para la sostenibilidad de la PTAR Luyanó IV se deben ejecutar estrategias para la puesta en marcha, la administración, operación, mantenimiento y planificación financiera, sobre todo, prever la asignación de presupuesto para atender contingencias durante el funcionamiento de la Planta.
- Al concebirse ambos resultados como obras demostrativas, deberán ser documentadas como estudios de caso y divulgadas.

- Realizar el estudio de lodos conforme ésta planificado para determinar la factibilidad de su reúso y/o disposición final, de acuerdo con su composición y el impacto que puedan generar en el ambiente e involucrar a estudiantes de ingeniería eléctrica, mecánica y química para desarrollar innovaciones pertinentes cuando en la PTAR se presenten contingencias.
- Actualizar los Manuales de Operación y Mantenimiento y el Manual de Puesta en Marcha de la PTAR Luyanó IV al momento de iniciar operaciones, incluyendo escenarios y contingencias que permitan adaptarse a la vulnerabilidad ambiental y de la tecnología empleada en su funcionamiento (equipo electromecánico).
- Rectificar el estudio realizado por Cubaenergía sobre la cuantificación de gases de efecto invernadero evitados (metano producido por las aguas residuales) y biogás aprovechable a efecto de formular un Proyecto que pueda ser financiado por el Fondo Verde Mundial que contribuya a financiar la operación y mantenimiento de la PTAR Luyanó IV.
- Verificar que en el primer trimestre del año 2017 se efectúe el monitoreo para la caracterización de las aguas residuales crudas a la salida del edificio Cero Emisión y a la salida del humedal, cumpliéndose el contrato entre la delegación y el CIMAB, para determinar en qué medida el proceso ha sido efectivo en cuanto a la degradación de los contaminantes de mayor interés.
- Se debe documentar los éxitos y fracasos y divulgarlos para que se cumpla el objetivo del proyecto basado en que los resultados son demostrativos y puedan ser replicados no solo en Cuba sino en el Caribe.
- La tecnología electromecánica utilizada en el tratamiento de aguas residuales es vulnerable a fallas, por lo que se debe disponer de medidas de contingencia

### **Lecciones aprendidas**

- Del análisis del diseño de la tecnología en construcción, y basado en experiencias actuales en otros países de la región, se deriva que los proyectos de tratamiento de aguas residuales con tecnologías electromecánicas requieren muchos insumos (energía principalmente) por lo que son de alto costo en su operación y mantenimiento.
- Los proyectos para el tratamiento de aguas residuales compiten por el acceso a recursos por parte del Estado y su atención es desplazada con cualquier emergencia en el país, por lo que seleccionar variantes de tecnología con alta complejidad, constituye un riesgo para la sostenibilidad de su funcionamiento.
- Debido a la complejidad de la planta de tratamiento Luyanó IV desde el punto de vista administrativo (requiere mucha coordinación interinstitucional), técnico (tecnología de lodos activados) y las condiciones que incidieron en su selección (disponibilidad de una superficie limitada dentro de un espacio urbanizado y lograr la remoción efectiva de nitrógeno y fósforo). En el área del Proyecto recientemente han entrado en operación plantas de tratamiento de aguas residuales con tecnologías cuyos costos de operación y mantenimiento son bajos, tales como la utilización de biodiscos y filtros percoladores, que están contribuyendo a sanear la

bahía de la Habana. Esto indica que en el futuro, una PTR completa con tecnología electromecánica no resulta ser la opción más conveniente tanto para la realización de réplicas de esta experiencia, como en otros proyectos con la misma finalidad, por lo que dependiendo de la situación podrían hacerse una combinación de las tecnologías descritas, tal y como lo está realizando el INRH en otras áreas de la Bahía de la Habana.

### III ABREVIATURAS Y SIGLAS

Abreviatura	Significado
AE	Agencia Ejecutora
AECID	Agencia Española para la Cooperación Internacional para el Desarrollo
AI	Agencia Implementadora
ATM	Abastecimiento Técnico Material
CIDC	Centro de Investigación y Desarrollo de la Construcción
CIMAB	Centro de Investigación y Manejo Ambiental del Transporte
CITMA	Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente
D.B.O <sub>5</sub>	Demanda Biológica de Oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
EE	Equipo Evaluador
EMT	Evaluación de Medio Término
EP	Equipo del Proyecto
ESIHO	Empresa de Servicios Ingenieros Hidráulicos de Occidente
FMAM	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
GEF	Global Environment Found
GTE-BH	Grupo de Trabajo Estatal Bahía de La Habana
IES	Instituto de Ecología y Sistemática
INRH	Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos
MINEM	Ministerio de Energía y Minas
MINAG	Ministerio de la Agricultura
MINCEX	Ministerio del Comercio Exterior y la Inversión Extranjera

NC	Norma Cubana
OACE	Organismo de la Administración Central del Estado
PIR	Reporte de Implementación del Proyecto
POA	Plan Operativo Anual
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PTAR	Planta de tratamiento de aguas residuales
PTR	Planta de tratamiento de residuales
QOR	Reporte Trimestral Operacional
TdR	Términos de Referencia
UGDC	Unidad de Gestión y Coordinación
UMP	Unidad de Manejo del Proyecto
UNOPS	Oficinas de Servicios a Proyectos de las Naciones Unidas por sus siglas en idioma inglés

# 1. INTRODUCCIÓN

---

## 1.1 Propósito de la evaluación

La calidad ambiental de los cuerpos fluviales en Cuba, como sucede en muchos países, se ha visto afectada en mayor o menor grado por los vertimientos de las aguas residuales de los asentamientos humanos y de los focos contaminantes provenientes de la actividad agropecuaria, industrial e instalaciones de servicios que disponen sus residuales crudos o tratados insuficientemente en esos ecosistemas.

La calidad de las aguas en el ecosistema de la bahía de la Habana ha estado fuertemente afectada por las cargas contaminantes que se vierten sin el tratamiento adecuado. Gran parte de estas descargan a través de los ríos Luyanó, Martín Pérez y el arroyo Tadeo, identificándose entre estos al río Luyanó como el de mayores aportes de cargas contaminantes al ecosistema.

De acuerdo con los TdR de esta evaluación final, el objetivo ambiental general del Proyecto es demostrar y proponer la réplica de alternativas técnicas, de manejo, legislativas y educativas para reducir las cargas de nutrientes a la bahía de La Habana y a la región del Gran Caribe, en tanto que el objetivo a largo plazo es promover y facilitar el desarrollo y manejo sostenible de la bahía de La Habana y diseminar exitosamente estas alternativas en otras bahías del país y de la región con similares desafíos.

El **propósito de la evaluación final** es comprobar en qué medida estos objetivos se han cumplido, de acuerdo con la lógica de diseño e implementación del Proyecto, tiempo previsto para su desarrollo, resultados y actividades realizadas para en última instancia valorar si los impactos generados han contribuido a mejorar el ambiente y por ende la calidad de vida de las personas.

## 1.2 Alcance y Metodología de la Evaluación

La evaluación se ha realizado, siguiendo la estructura del Proyecto, dada a partir de los dos Resultados que lo integran:

### 1.2.1 Resultado 1. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV con remoción de nutrientes y sistema de colectores asociados contempla la utilización de los lodos generados.

La PTR Luyanó IV constituye el resultado principal del proyecto. Está concebida para tratar 600 litros/s, su ejecución se ha planteado de forma modular, por lo que en la actualidad se ejecuta el primer módulo con los fondos del GEF para tratar 200 l/s y se previó su terminación en Diciembre del 2016.

El tratamiento efectuado es un sistema de lodos activados (proceso biológico aerobio de cultivo en suspensión) tipo convencional, con remoción de nutrientes, para reducir las materias orgánicas, nitrógeno y fósforo, en correspondencia con los valores consignados en la Norma Cubana -NC- 27:2012 sobre el vertimiento de aguas residuales para un cuerpo receptor Clase B. Este sistema de tratamiento contempla la remoción de nutrientes y la utilización de los lodos residuales que se generan en el proceso.

Las características de las aguas residuales (afluente) que llegan a la planta son las siguientes: DBO<sub>5</sub> - 200 mg/l, Sólidos en Suspensión - 220 mg/l, DQO - 500 mg/l, N-Kjeldhal - 32 mg/l, P-total - 9 mg/l y las características que debe poseer el efluente de la planta y que deben ser garantizados por el tratamiento, de acuerdo con la NC27:1999 "Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado, para un cuerpo receptor de agua de categoría B", como

fue clasificado el río Luyanó son: DBO<sub>5</sub> - 40 mg/l, SST - 2 ml/l, DQO - 90 mg/l, N-Kjeldhal - 10 mg/l, P-total - 4 mg/l.

### **1.2.2 Resultado 2 Proyecto demostrativo enfocado al reciclaje de nutrientes y producción de energía proveniente de las aguas residuales. Edificio Cero Emisión.**

Tiene carácter demostrativo y experimental. Ya fue concluido. Cuenta con un sistema de redes hidrosanitarias independientes para el tratamiento por separado de las aguas residuales procedentes de los inodoros (con excretas) y las procedentes de cocinas, lavamanos, duchas (aguas grises) con su reuso posterior y los sólidos tratados.

- **Alcance de la evaluación:** de acuerdo con lo expuesto, los objetivos que persigue el Proyecto, considerando el diseño, y basado en los TdR de la evaluación, el EE valoró:
  - La medida en que se han cumplimentado las actividades incluidas en el diseño del Proyecto, de acuerdo con su lógica de implementación
  - Si la conclusión de las actividades responde al diseño previsto.

La realización de la evaluación del Proyecto, se realizó sobre la base de calificar su relevancia, efectividad, eficiencia, impacto y sostenibilidad, como indicadores de su desempeño.

- **Metodología de la evaluación:** Para llevar a cabo esta evaluación final, el EE se integró por el MSc. Ing. Joram Gil, consultor internacional independiente, de Guatemala y la Dra. Daniela de las Mercedes Arellano Acosta, especialista nacional perteneciente a la Agencia de Medio Ambiente del CITMA.
  - Previo a las visitas de las áreas de intervención del Proyecto, el EE revisó materiales sustantivos, proporcionados por la Oficina del PNUD en La Habana, entre los que se incluyen el Marco Lógico del Proyecto, el POA del Proyecto para el año 2016, el PIR correspondiente a la ejecución de actividades entre los años 2015 - 2016, así como el Programa de País (CPD) a desarrollar por el PNUD en Cuba para los años 2014 - 2018, documento de políticas que destaca cómo esta Agencia de las NNUU brinda la mayor prioridad al uso y manejo sostenible de los recursos naturales del país y su compromiso en función de que se cumpla este propósito.

Durante la misión fueron revisados los documentos siguientes:

#### **1. Entregados por el PNUD**

- Documento de Proyecto (PRODOC)
- Reportes de Implementación del Proyecto (PIR años 2007 a 2016).
- Informe Final y Recomendaciones de la Evaluación de Medio Término
- Revisiones presupuestarias del Proyecto realizadas en el período
- Planes Operativos Anuales años 2007 al 2016
- Documento Programa de País (CPD) 2014- 2018

#### **2. Entregados por la Unidad de Manejo del Proyecto**

- Estrategia Ambiental Nacional de la República de Cuba
- Estrategia Ambiental Provincial La Habana
- Evaluación de Impacto Ambiental de la PTR Luyanó IV
- Informe de Resultados del Proyecto (balance anual CITMA La Habana) años 2012, 2013 y 2015

- Norma Cubana NC 27- 2012 (Obligatoria). Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones
- Documental formato MPEG “Esperanza para la juventud cubana”- Programa de Inversiones y Desarrollo para la bahía de La Habana, 14 minutos.
- Suplemento firmado por viceministros de los dos principales Ministerios participantes (CITMA, INRH) y por funcionaria del MINCEX, organismo que representa al Gobierno de Cuba, mediante el que se documenta la aprobación de la extensión del proyecto, hasta el mes de diciembre del 2016, quedando detallado el sustantivo cofinanciamiento nacional que se viene aportando desde el año 2013 y el aprobado, necesario para concluir la obra en la fecha a que se extiende el proyecto.

La evaluación final fue realizada sobre la base de los criterios de Relevancia, Efectividad, Eficiencia, Sostenibilidad e Impacto definidos por el PNUD, según la guía para evaluaciones de proyectos del GEF implementados por el PNUD.

En los Términos de Referencia hubo preguntas sugeridas por el PNUD y el EE incluyó otras para uso en las entrevistas realizadas durante la misión de evaluación, con vistas a recibir insumos que les permitiera establecer criterios objetivos de sus resultados al concluir el Proyecto.

Como parte del proceso de la evaluación, el EE aplicó una metodología participativa para garantizar la inclusión de las opiniones de actores clave de las entidades gubernamentales participantes y de otras personas e instituciones relevantes. En especial, informaciones ofrecidas por la Oficina del PNUD en el País y disponibles en la UMP.

El EE realizó visitas a los sitios clave que forman parte del proyecto, seleccionados por la UMP en consulta con el PNUD.

Siguiendo el programa diseñado para la evaluación, al finalizar las visitas y entrevistas con los actores identificados previamente por la UMP/PNUD, en la ciudad de La Habana, el equipo evaluador presentó a las autoridades nacionales pertinentes, a la UMP y a la Oficina del PNUD, los primeros hallazgos, organizados de acuerdo con los cinco criterios de evaluación e incluyendo secciones de riesgos y de limitaciones observadas.

En concordancia con los TdR, el EE dispuso de tres semanas para elaborar el borrador del informe final para someterlo a la evaluación del PNUD, de la UMP y de otras instituciones relevantes. Recibidos los comentarios sobre el informe borrador, el EE realizó los ajustes necesarios y elaboró la versión final en idiomas español e inglés.

El EE espera que las recomendaciones técnicas contenidas en el presente informe, se puedan incorporar en el diseño de políticas para el tratamiento y reúso del agua, considerando el carácter insular del archipiélago cubano. Es muy importante la diseminación de los resultados y lecciones aprendidas que se derivan de este proyecto, los cuales deben ser objeto de difusión y socialización en los ámbitos docentes y dentro del sector de agua y saneamiento en el país y en otros países de la región.

### **1.3 Estructura del informe de la evaluación final**

a) Resumen ejecutivo

b) Introducción, objetivos, alcance y metodología, breve descripción del proyecto y contexto de desarrollo

- c) Hallazgos con referencia al diseño y formulación del proyecto, la ejecución y resultados
- d) Lecciones aprendidas, recomendaciones y conclusiones
- e) Anexos

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y CONTEXTO DE DESARROLLO**

---

### **2.1 Comienzo y duración del proyecto**

Entre el comienzo y la terminación del proyecto han transcurrido 14 años. Se trata de un proyecto cuya implementación lleva aparejada la construcción de obras civiles de relativa complejidad, toda vez que ha implicado la realización de trabajos en áreas urbanas pobladas con presencia de tráfico y de otros sistemas de redes técnicas en las zonas afectadas por su trazado, como ha sido el caso de la construcción de tres colectores destinados a garantizar que llegue a la planta los 200 l/s necesarios para su puesta en marcha. El sistema requirió instalar 7.2 Km. de tubería de grandes diámetros y 7.4 Km. de diámetros pequeños que van desde de 160 mm hasta 1200 mm. Exigió la aplicación de medidas complementarias para garantizar la calidad de los trabajos, la protección de las tuberías y de los trabajadores. Los colectores se diseñaron para tratar 200 l/s y recibir las aguas residuales de 62,000 habitantes.

Las acciones constructivas incluyeron y en este caso terminaron, la ejecución del proyecto demostrativo Cero Emisión que, con carácter experimental, ha requerido de la construcción de un edificio de viviendas de 4 plantas con 16 apartamentos, con un novedoso sistema de redes hidrosanitarias independientes, una para el tratamiento por separado de las aguas residuales de inodoros y otra para las aguas residuales de cocina, lavamanos y duchas (aguas grises). Estas últimas son tratadas en un humedal construido para finalmente ser utilizadas en el riego de un área agrícola.

La totalidad de las obras civiles ha conllevado el uso de grandes volúmenes de materiales de construcción, lo que las ha conducido a formar parte de las prioridades a considerar dentro del balance de disponibilidad de este tipo de materiales con que ha contado la ciudad, enfrascada también en programas fundamentales tales como el mantenimiento y construcción de viviendas y otras infraestructuras, además de afrontar las consecuencias de impactos de huracanes en este periodo, que han afectado el entorno habitacional del territorio.

A lo anterior se añade que, por sus características, en el proyecto han participado un número considerable de instituciones nacionales encargadas de ejecutar acciones claves. Por otra parte, basado en los acuerdos entre el PNUD, la UNOPS y la parte cubana, la ejecución de este proyecto se inició por Agencia, en este caso, la UNOPS de (Guatemala), por tanto, estuvo dirigida por una entidad enclavada en un segundo país (Guatemala). Ha sido la primera y única experiencia existente en Cuba para ejecutar un proyecto internacional bajo esta modalidad (por Agencia) en la que desde un país externo se ha ordenado la adquisición e importación para Cuba de los recursos especializados necesarios, sin que se haya tenido en cuenta en toda su amplitud, la existencia de mecanismos establecidos por todas las partes que intervienen con esta finalidad. Este requerimiento de coordinación interinstitucional e internacional introdujo demoras para la disponibilidad de estos recursos en el momento oportuno, lo que implicó reprogramar y posponer la ejecución de determinados objetos de obra.

## **Momentos a destacar entre el comienzo y terminación del Proyecto**

### **1995 – 1998:**

Entre estos años se llevó a cabo la fase piloto del proyecto Regional del Fondo Mundial del Medio Ambiente (GEF, según sus siglas en inglés) “Planning and Management of Heavily Contaminated Bays and Coastal Areas in the Wider Caribbean”, que no prosperó. Participaron Colombia, Costa Rica, Jamaica y Cuba con la bahía de La Habana. Este Proyecto recomendó, entre otras medidas, un plan de inversiones para la rehabilitación ambiental de esta bahía con el tratamiento y disposición final de contaminantes procedentes de sus tributarios, a través del Proyecto actual.

### **2002:**

Firmado el Proyecto entre el Gobierno de Cuba y el PNUD, en La Habana, en el mes de abril. La UNOPS – Guatemala, actuaría como Agencia de Ejecución y el PNUD como Agencia de Implementación.

**2003-2008** Dedicado a la búsqueda de cofinanciamiento externo adicional (obtenido del gobierno de Noruega), a la creación de condiciones para la conformación de las oficinas, precisión de las entidades nacionales y personal a encargarse de las actividades del Proyecto, realización de estudios preliminares y elaboración de proyectos de ingeniería básica. Licitación internacional, contratación de proyectos de ingeniería de detalle, recepción de suministro tecnológico, materiales e insumos; inicio de la fase de construcción civil (mayo 2005 – hasta la fecha), construcción de los colectores, dificultades con la no disponibilidad de equipos para la construcción idóneos, gestiones para la adquisición de los mismos por parte de la entidad constructora.

Unido a lo anterior, fenómenos naturales que azotaron a Cuba (huracanes, ciclones tropicales) en estos años, causaron daños considerables y demandaron insumos constructivos en las etapas de recuperación, lo que influyó en la disponibilidad de materiales de construcción y de combustible.

**2009:** A solicitud del PNUD y en coordinación con las autoridades cubanas, un experto de la UNOPS realiza un dictamen técnico para la terminación de la PTAR Luyanó IV.

**2010, 2011, 2012:** Durante estos tres años se presentaron dificultades con los insumos constructivos y el cofinanciamiento aprobado en el Plan de Inversiones no compensó el presupuesto requerido. No recepción de los recursos financieros nacionales (comprometidos) necesarios.

**2013:** Disponible el cofinanciamiento nacional, reinicio de los trabajos en la PTR, con estos aportes. El gobierno de Cuba solicita al PNUD/Cuba la reactivación del Proyecto y ratifica la decisión de la contraparte técnica (INRH) de priorizar la obra.

**2014- 2015:** concluida la PTR hasta un 78% con un completamiento de 34 objetos de obra. En el 2015 continuó ejecutándose bajo la modalidad de ejecución nacional a través del PNUD.

**2016:** Hasta el 30 de junio se reportó (PIR 2016) que se había alcanzado el completamiento gradual de la totalidad de los órganos que conforman la PTR Luyanó IV, para un 88% de la construcción de esta obra. Entre las obras de tratamiento que más progreso mostraban hasta esa fecha, se encontraban la estación principal de bombeo, el edificio de pre tratamiento, el removedor/desengrasador de arena, de medición de flujo, cámara de distribución,

sedimentadores 1 y 2, cámara de recolección, cámara anaeróbica, reactores aeróbicos secundarios, sedimentadores 1 y 2, registros de sobre flujo R-1 y R- 2, infraestructuras para la producción de aire, para transformadores, para la distribución eléctrica, estaciones primaria y secundaria para el bombeo de lodos, entre otras. En esa fecha mostraba progresos en la conformación de los viales internos, áreas externas y en el cercado perimetral. Parcialmente concluidos los proyectos de entrada del sifón y del emisario de salida de la PTR. Bajo el criterio de que será totalmente finalizada en el mes de diciembre del 2016, se decidió por las entidades nacionales y el PNUD, iniciar el proceso de evaluación final para el cierre del Proyecto entre los meses de noviembre y diciembre del presente año.

## **2.2 Problemas que el proyecto buscó abordar**

El propósito es dar solución, o al menos mejorar, la calidad de las aguas en el ecosistema de la bahía de La Habana, fuertemente afectado por las cargas contaminantes, que en él se vierten sin el tratamiento adecuado y que descargan a través de tres ríos (Luyanó, Martín Pérez y el arroyo Tadeo). El primero es el que aporta mayor cantidad de cargas contaminantes a ese ecosistema.

Se implementa a través de la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTR, Luyanó IV), concebida para tratar 600 l/s mediante un sistema de lodos activados tipo convencional, con remoción de nutrientes, a fin de reducir las materias orgánicas, nitrógeno y fósforo según los valores establecidos en la Norma Cubana 27:2012, para un cuerpo receptor Clase B. Esta PTR queda vinculada a un sistema de colectores (tres) para garantizar la llegada a ésta de los 200 l/s que necesita para su puesta en funcionamiento. Como parte de esta intervención, pero independiente de la PTAR Luyanó IV, se encuentra el desarrollo de un proyecto demostrativo denominado “Edificio Cero Emisión” para el reciclaje de nutrientes y creación de energía provenientes de las aguas residuales, a través de la construcción de una edificación con 16 apartamentos, para los que establece la digestión de los residuos de inodoros y su reutilización, mientras que las aguas residuales procedentes de la cocina, lavamanos y duchas (grises), son tratadas en un sistema de tanque séptico y humedal y reutilizadas en el riego de áreas agrícolas. El Proyecto del humedal contempla la incorporación de 9 viviendas adicionales a las 16 del edificio Cero Emisión.

## **2.3 Objetivos inmediatos y de desarrollo del proyecto**

El **objetivo ambiental general (inmediato)**, o meta, del Proyecto es ***demostrar y proponer la réplica de alternativas técnicas, de manejo, legislativas y educativas para reducir las cargas de nutrientes a la bahía de La Habana y a la región del Gran Caribe***, mientras que el **objetivo a largo plazo** prevé *promover y facilitar el desarrollo y manejo sostenible de esta bahía y diseminar exitosamente estas alternativas en otras bahías del país y de la región, con similares desafíos.*

## **2.4 Indicadores de referencia establecidos**

El proyecto establece un indicador de objetivo que propone la “reducción de los niveles de contaminación y descargas de contaminantes en la bahía, especialmente nutrientes, con una eficiencia de remoción del 50-70%”. Sus dos Resultados están coherentemente formulados con un sistema de 8 y 4 indicadores, respectivamente, que permiten valorar el cumplimiento del objetivo previsto para cada uno de ellos.

## 2.5 Principales interesados

- El Gobierno de Cuba y en particular el de la provincia de La Habana, por su interés y prioridad concedida por el Gobierno central a la ejecución de los programas y proyectos relacionados con el saneamiento, conservación y desarrollo de la principal bahía con que cuenta la capital del país.
- El INRH como órgano estatal rector de las aguas en el país, encargado de la protección de las aguas terrestres. La Empresa de capital mixto Aguas de la Habana como empresa que tiene a su cargo la gestión de los sistemas de alcantarillado (incluye el tratamiento de las aguas residuales) en los municipios que involucra el Proyecto. El CITMA como autoridad ambiental y sus entidades como la Delegación CITMA La Habana como autoridad ambiental provincial, el GTE Bahía de la Habana como autoridad en la gestión ambiental de este ecosistema, el CIMAB como Centro de Manejo Ambiental de Bahías en Cuba.
- El PNUD, que apoya la realización de proyectos que contribuyen al cumplimiento de objetivos ambientales nacionales y globales. La ejecución del Proyecto hace que Cuba se encuentre en mejores condiciones para cumplir lo previsto en los ODS de las NNUU hasta el año 2030, particularmente los números 6 (Garantizar la disponibilidad de agua y su ordenación sostenible y el saneamiento para todos) y 15 (Proteger el medio ambiente: uso sostenible de los ecosistemas terrestres, ordenación de los bosques, lucha contra la desertificación, degradación de las tierras y pérdida de la diversidad biológica).

## 2.6 Resultados previstos

**Resultado 1:** Establecida una planta demostrativa con para reducir la carga de materia orgánica y nutrientes (nitrógeno y fósforo) que se vierten al río Luyanó, a la bahía de La Habana y al Gran Caribe.

Consta de 8 salidas concordantes con las metas a cumplir finalizado el Proyecto:

1. Planeamiento y diseño de PTAR y sistema de colectores completados. Se refiere a los diseños, ideas conceptuales, procesos de licitación de las obras, proyectos ejecutivos, evaluaciones de impacto ambiental y ejecución de las componentes de la PTR y de los sistemas colectores.
2. Adquisición de equipos tecnológicos y bienes para la PTR y sistema de colectores. Proyecto de ingeniería detallada, asistencia técnica y supervisión de la PTR. Procesos de licitación.
3. Construcción de la PTR del río Luyanó
4. Establecido programa de operación, mantenimiento y monitoreo
5. Colectores de aguas residuales instalados y en operación
6. Población cubierta por el sistema de colectores (meta: 62 000 habitantes)
7. Consultas con las partes involucradas y estrategia para la elevación de la sensibilización.
8. Identificación de alternativas para la utilización de los lodos

**Resultado 2:** Demostración de proyecto dirigido al reciclaje de nutrientes de las aguas residuales. Experimento Cero Emisión

Genera acciones que identifican 4 salidas dirigidas al cumplimiento de las metas requeridas para satisfacer el objetivo de desarrollo del Proyecto:

1. Finalizada construcción de edificio , propiamente trabajando los inodoros ahorradores y la separación de las aguas negras de las grises
2. Establecido programa de transferencia de tecnología
3. Sistema de humedales desarrollado y en uso
4. En ejecución programa de encuestas, monitoreo e investigación

**3. Hallazgos** *Descripción:* (Además de una evaluación descriptiva, se deben considerar todos los criterios marcados con \*<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Con una escala de calificación de seis puntos: 6: Muy satisfactorio, 5: Satisfactorio, 4: Algo satisfactorio, 3: Algo insatisfactorio, 2: Insatisfactorio y 1: Muy insatisfactorio.

### 3. HALLAZGOS

#### 3.1 Diseño y Formulación del Proyecto

##### 3.1.1 Análisis del Marco Lógico (AML) y del Marco de Resultados (lógica y estrategia del proyecto e indicadores).

Objetivo / Resultados	Indicadores	Meta al final del proyecto	Criterios del EE sobre los indicadores seleccionados para medir la lógica y estrategia del Proyecto
<p>Promover y facilitar el desarrollo sostenible y la gestión de la bahía de La Habana mediante la aplicación de enfoques innovadores para reducir la entrada de contaminantes de aguas internacionales prioritarias.</p>	<p>Reducción de los niveles de contaminación y descarga de contaminantes en la bahía de La Habana, especialmente nutrientes, con eficiencia de eliminación del 50-70%</p>	<p>Nutrientes N &lt;10 mg/l P &lt; 4 mg/l</p>	<p>Nivel al 30 de Junio del 2016: <b>N (mg/l) 0,2534.</b> Los resultados del nitrógeno como amonio han mostrado un incremento en los tres niveles medidos en comparación con años previos. Las concentraciones medias anuales de nitrógeno como amonio (N- NH<sub>4</sub>) en todos los niveles medidos fueron más altas que 3.57 mol.l<sup>-1</sup>, lo que es el límite mínimo para considerar aguas de pobre calidad de acuerdo con la NC 25:1999 para la evaluación de los recursos para la pesca. <b>P (mg.l<sup>-1</sup>) = 0,1271.</b> En el caso de las concentraciones totales de P, los resultados fueron más bajos comparados con años previos, en la superficie y niveles medios. Este indicador muestra una ligera tendencia al incremento al nivel superficial, sin embargo, en el nivel medio y en el fondo la tendencia del nivel es decrecer. Las concentraciones media de P total en el nivel superficial, fueron más altas que 2.5 mol.l<sup>-1</sup>, considerado límite inferior indicador de un sistema eutrófico en correspondencia con la NC mencionada anteriormente. Son observados incrementos en los nutrientes con respecto a años anteriores y una tendencia a un ligero incremento en los últimos años. Las concentraciones de nutrientes en general continúan altas. La sostenibilidad a largo plazo de todas las medidas para rehabilitar la bahía de La Habana es de gran importancia, así como también el sistema de monitoreo ambiental implementado.</p>

			<p>La entrada en operación de la PTAR Luyanó IV y las otras cuatro plantas en construcción en estos momentos, en la cuenca tributaria de la bahía contribuirá al decrecimiento de las concentraciones de nutrientes en este ecosistema.</p> <p><b>Comentarios del EE:</b> Los valores obtenidos de P y N en diferentes niveles, aun cuando en el presente se ha eliminado un número importante de focos contaminantes, demuestran la necesidad del tratamiento proporcionado por la PTAR, a fin de reducir esos valores y elevar el estado de salud del ecosistema. Por lo tanto la planta debe entrar en funcionamiento lo antes posible para reducir la entrada de contaminantes a las aguas internacionales, producidos por la población e industrias de la cuenca del río Luyanó.</p>
<p>Resultado 1: La planta de demostración se establece así para reducir los nutrientes en la bahía de La Habana y el Gran Caribe.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Planificación y diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales y sistema de colectores completados.</li> <li>2. Adquisición de equipos tecnológicos y bienes para la PTR y el Sistema de Colectores. Detalle de la Ingeniería del Proyecto y Asistencia Técnica y Supervisión de la PTR. Proceso de licitación.</li> </ol>	<p>Todos los diseños y planes concluidos</p> <p>Finalizados los procesos de licitación</p>	<p>Todos los diseños y planes completados en el 2006</p> <p><b>Comentarios del EE:</b> Verificado que todos los diseños y planes se completaron según reportes y actualmente se tienen planos finales.</p> <p><b>Nivel al 30 de junio del 2016:</b> Todos los procesos de licitación fueron concluidos. <b>Comentarios del EE:</b> Verificado que todos los procesos de licitación están concluidos según reportes.</p>

	3. Construcción de la Planta de Tratamiento del Río Luyanó	Construcción de la planta finalizada al 100%	<p><b>Nivel al 30 de junio del 2016:</b></p> <p>Ha continuado establemente el trabajo y gradualmente progresa hacia el completamiento de la PTR Luyanó IV, alcanzando al final de esta etapa un 88% de su construcción. El gradual completamiento de la totalidad de todos los órganos que conforman esta PTR ha sido alcanzado. Entre los órganos que más progreso muestran en esta etapa están: estación de bombeo principal, edificio para pretratamiento, removedor/desengrasador de arenas, medidor de flujo, cámara de distribución, sedimentadores primarios 1 y 2, cámara de recolección, cámara anaeróbica, reactores aeróbicos – secundarios y sedimentadores 1 y 2, registradores de sobreflujo R-1 y R-2, infraestructura para producción de aire, infraestructura para transformadores, infraestructura para la distribución eléctrica, estación de bombeo de lodos primarios, estación de bombeo de lodos secundarios, (lodo, coagulante y lodo coagulado), estación de bombeo, digestor anaeróbico, estación de bombeo de lodos digeridos, biofiltros para el tratamiento de malos olores, sistema de alcantarillado interno, infraestructura para garaje, infraestructura para control, infraestructura para el laboratorio y la administración. Ha habido progresos en la conformación de la urbanización interna, áreas externas, y cercas perimetrales. De igual forma, el sifón de entrada del proyecto y el emisario de salida de esta PTR fueron parcialmente concluidos.</p> <p><b>Comentarios del EE:</b> a noviembre de 2016 se ha finalizado en un 90% la PTR según estimaciones de funcionarios del INRH, que en inspección in situ, se determinó que hace falta colocar el equipo y sistema eléctrico (cableado, transformadores e instalaciones eléctricas internas para que funcione el equipo de cada proceso de la PTR), también falta finalizar la colocación del domo del digestor de lodos.</p>
	4. Establecido el programa de operación,	Planes de operación, mantenimiento y	<p><b>Nivel al 30 de junio del 2016:</b> El plan de operación y mantenimiento fue preparado y concluido por la empresa “Aguas de la Habana” del INRH. Esta empresa será la futura operadora de la PTR Luyanó IV . El programa de</p>

	mantenimiento y monitoreo	monitoreo en ejecución.	<p>monitoreo que será implementado cuando la PTR Luyanó IV se encuentre en operación, ya ha sido preparado por el Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías (CIMAB). Este programa demostrará el cumplimiento de los principales objetivos del proyecto y permitirá evaluar el impacto ambiental de la PTR Luyanó IV en la rehabilitación de la bahía de La Habana.</p> <p><b>Comentarios del EE:</b> Los planes antes referidos se encuentran disponibles en los documentos denominados “Manual de Operación y Mantenimiento” y “Manual de Puesta en Marcha”. El primero de ellos data del año 2007, el Manual de Puesta en Marcha data de Julio de 2016 y fue actualizado a diciembre. Ambos instrumentos de operación, mantenimiento y monitoreo deben ser actualizados al momento de que la planta inicie operaciones, haciendo los ajustes necesarios para que sean sumamente específicos para que hagan cumplir las Normas Cubanas de calidad de las aguas residuales para su descarga, así como se tenga el control de las operaciones de cada proceso de la PTR en forma detallada.</p>
	5. Colectores de aguas residuales instalados en funcionamiento	Instalar 7.2 Km	<p><b>Nivel al 30 de junio del 2016:</b> En la etapa han sido monitoreados 6.5 km de colectores instalados de gran diámetro en el sistema de colectores C1, C2 y C3 y correspondientemente ha sido realizado el mantenimiento de ellos, lo que debió concluir en el actual mes de Junio. El colector C1 del proyecto (sección pendiente de instalación de 750 m), ha sido modificado y su construcción está planificada para el mes de agosto.</p> <p><b>Comentarios del EE:</b> Al momento de la visita del EE (noviembre de 2016) a los colectores, aún no han concluido los 750 m pendientes del C1, los cuales deben ser finalizados en el primer semestre del año 2017. El C2 y el C3 ya están funcionando y conduciendo las aguas residuales a la PTR.</p>
	6. Población beneficiada por el sistema de colectores	62,000 habitantes	<p><b>Nivel al 30 de junio del 2016:</b></p> <p>Durante el periodo se ha mantenido una población de 60,000 habitantes conectada a la PTR Luyanó IV preservando el medio ambiente y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población servida.</p>

			<p><b>Comentarios del EE:</b> Información ratificada por las autoridades encargadas de la PTAR y su sistema asociado (datos proporcionados por la ONP y generados por las entidades ejecutoras, UGDC-Almendares, ESIHO y CIDC), además se verificó en el recorrido por los colectores. Los habitantes pendientes del C1, deberán ser conectados en el primer semestre del año 2017.</p>
	<p>7. Consulta con las partes interesadas y estrategia de sensibilización</p>		<p><b>Nivel al 30 de junio del 2016:</b> Durante el periodo se ha desarrollado un constante trabajo de socialización del proyecto, disseminación y concienciación en las agencias e instituciones involucradas: Delegación Provincial de la Habana, perteneciente al CITMA, como oficina nacional del Proyecto, a través de sus especialistas provinciales y municipales y otras entidades de este Ministerio (GTE- BH, DPI, DRI, DMA) y del INRH a través de su UGDC Almendares de la ESIHO, la Delegación Provincial La Habana y los gobiernos de los municipios de 10 de Octubre y San Miguel del Padrón y de la Oficina para el desarrollo integral de la bahía de La Habana. Durante la etapa se ha desarrollado la socialización, disseminación y concienciación del proyecto a través de la Estrategia Ambiental de la provincia, por los gobiernos municipales de 10 de octubre y San Miguel del Padrón, de conjunto con la Delegación del CITMA de La Habana. Es esencial hacer énfasis en el trabajo de educación ambiental comunitaria desarrollado por el GTE – BH del CITMA en los 10 municipios vinculados a la Cuenca que tributan a la bahía de La Habana mediante Coordinadores Corporativos, líderes comunitarios y promotores ambientales, los cuales han fortalecido el trabajo ambiental en los dos municipios involucrados directamente en el proyecto: 10 de octubre y San Miguel del Padrón, resultando en beneficios para los objetivos del proyecto . Para la socialización del proyecto y para los espacios con este fin, fueron elaborados dos poster del proyecto por parte de la Asociación Cubana de Comunicadores, financiados a través del Proyecto, los que muestran cómo el proyecto tributa al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) y de Desarrollo Sostenible (ODS). También ha contribuido a la socialización, disseminación y concienciación del Proyecto el trabajo desarrollado por la Oficina para el Desarrollo Integral de la bahía de La Habana que involucra</p>

			<p>a las instituciones asociadas a esta bahía en un esquema integrado de saneamiento, conservación y desarrollo sostenible incluyendo a las entidades relacionadas con el proyecto y a los gobiernos municipales y de la provincia.</p> <p><b>Comentarios del EE:</b> El EE dispuso de materiales elaborados por el GTE BH y otras entidades participantes en el Proyecto, dirigidos a la sensibilización, concienciación y visibilidad del Proyecto entre los sectores y comunidades, las que destacan entre ellos por su calidad y sistematicidad los siguientes: Revista Pelicano (año 1, número 2) del año 2004 donde se plantea como una solución emergente para la Bahía de la Habana. Revista Pelicano (año 5, número 23) del año 2008, en el cual se detallan más de 6 artículos para concientizar a la población en el saneamiento y las acciones emprendidas para hacer realidad el Proyecto, principalmente se describe la Gestión Ambiental Integrada y el Desarrollo Sostenible de la Bahía de la Habana, publicando el acuerdo 6,255. Revista Pelicano (año 10, número 3), septiembre a diciembre de 2013, artículos dedicados al educación ambiental para la gestión de la Bahía de la Habana. Revista Pelicano (año 11, número 2), mayo a agosto de 2014. Los artículos destacados son la Gestión Ambiental para la Recuperación de la Bahía de la Habana como estrategia empresarial. Revista Pelicano (año 11 número 3), septiembre a diciembre de 2014). El artículo destacado entre otros es el Taller de Intercambio del programa Educativo Ambiental “amigos de la bahía”.</p> <p>También es importante destacar que se cuenta con un material audiovisual que describe al Grupo de Trabajo Estatal Bahía de La Habana –GTE-, desde su concepción a partir de la iniciativa Regional GEF-PNUD Planificación y Manejo de Bahías y Zonas Costeras Fuertemente Contaminadas en la Región del Caribe, la cual dio origen al Proyecto. El video describe los resultados claves del trabajo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Saneamiento de la bahía de la Habana y su cuenca tributaria, en la cual se enmarca este Proyecto</li> <li>✓ Gestión Ambiental Empresarial</li> <li>✓ Educación ambiental escolar, comunitaria y empresarial</li> </ul>
--	--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

			<p>✓ Reforestación de la cuenca tributaria y la zona costera, parque temático-ecológico Río Hondo y área protegida del Ingenito;</p> <p>Todo este material debe ser divulgado a las instituciones de Naciones Unidas que colaboraron así como a las instituciones cubanas para que conozcan el impacto social del Proyecto.</p>
	8. Identificación de alternativas para la utilización de los lodos	La mejor alternativa ha sido seleccionada y la reutilización de los lodos está bajo proceso.	<p><b><u>Nivel al 30 de junio del 2016:</u></b></p> <p>Durante el periodo el INRH ha continuado trabajando en las alternativas para el uso del lodo, de conjunto con la Delegación Provincial del CITMA en La Habana. Ha continuado en proceso las acciones de coordinación con el Ministerio de la Agricultura para analizar el uso potencial del lodo en la agricultura de la provincia, así como los requerimientos y regulaciones necesarias para el uso de los mismos. Este estudio está en proceso por parte del MINAG. Para la valoración de alternativas de reúso del lodo, el cual ha involucrado a otras instituciones tales como al IES del CITMA y al centro de investigaciones de la industria química del Ministerio de Energía y Minas. De acuerdo con la caracterización físico-química de los residuales, realizada en marzo de 2016, la concentración de metales pesados es muy baja y en la mayoría de los casos es imperceptible. Esta caracterización fue conducida por el CIMAB.</p> <p><b>Comentarios del EE.</b> De acuerdo con las entrevistas realizadas se pudo constatar que aún no está definida la manera en que se emplearan los lodos (cultivos a fertilizar, manejo, y otras precisiones imprescindibles para lograr que cumplan el objetivo previsto). Esta falta de definición se debe a que por no estar aún en operación la PTR no se tienen resultados de laboratorio que determinen si los lodos cuentan con metales pesados o podrían presentar toxicidad debida a los productos los químicos utilizados en la deshidratación o coagulación (cal y alúmina, según el manual de operación y mantenimiento).</p>

<p>Resultado 2:</p> <p>Proyectos de demostración enfocados en el reciclado de nutrientes y energía procedentes de residuos y aguas residuales.</p>	<p>1. La construcción del edificio está terminada, e inodoros con ahorro de agua y separación de agua negra /agua gris instalados.</p>	<p>Inodoros sanitarios de ahorro de agua y separación de aguas negras/aguas grises instaladas y funcionando correctamente.</p>	<p><b><u>Nivel al 30 de Junio del 2016:</u></b></p> <p>El edificio Emisión Cero está totalmente habitado y en explotación. Los sistemas hidráulicos separados para las aguas grises y negras están en funcionamiento. Los inodoros ahorradores están en operación. Actualmente, la bomba de vacío (for running vacuum toilets) está fuera de servicio. Esta situación no ha sido resuelta sin embargo se implementó un sistema tradicional de drenajes por gravedad en 8 apartamentos la cual es funcional, obteniendo los resultados previstos.</p> <p><b>Comentarios del EE:</b> Comprobado en el terreno que el resultado se cumple y está funcionando.</p>
	<p>2. Establecido un programa de transferencia de tecnología</p>	<p>Ejecutado el programa de transferencia de tecnología.</p>	<p><b><u>Nivel alcanzado al 30 Junio del 2016:</u></b></p> <p>El programa de transferencia de tecnología ha sido ejecutado. El tratamiento separado de aguas negras y grises ha sido implementado y está en operación, incluyendo la instalación de inodoros ahorradores.</p> <p><b>Comentarios del EE:</b> Comprobado en el terreno que funciona adecuadamente.</p>
	<p>3. Sistema de humedales adecuado para el reciclaje de las aguas residuales desarrolladas</p>	<p>El sistema de humedales desarrollado y en uso</p>	<p><b><u>Nivel alcanzado al 30 de Junio del 2016:</u></b></p> <p>El humedal está operando satisfactoriamente con el subsecuente reúso del agua tratada</p> <p><b>Comentarios del EE:</b> Comprobado en el terreno que funciona y se está utilizando para el riego de frutales (plátanos)</p>
	<p>4. Programa de encuestas, seguimiento e</p>	<p>Establecido el programa de encuesta,</p>	<p><b><u>Nivel alcanzado al 30 de junio del 2016:</u></b></p> <p>La evaluación de los impactos ambientales, sociales y económicos del proyecto administrativo para el edificio Cero Emisión, basados en la experiencia operativa se encuentra en proceso.</p>

	investigación en ejecución.	monitoreo e investigación.	<b>Comentarios del EE:</b> Se encuentra en proceso el establecimiento del programa, el cual deberá divulgar los resultados en artículos científicos, tendiendo el cuidado de mostrar los resultados de la calidad del agua que se está reusando.
--	-----------------------------	----------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### 3.1.2 Suposiciones y riesgos

#### Plan de Manejo de riesgos 2015- 2016 y su cumplimiento

Tipo de riesgo	Descripción	Medida de manejo	Respuesta
Financiero	Falta de cofinanciamiento del Gobierno	El Equipo del Proyecto gestiona los recursos necesarios a aportar por el Gobierno con vistas al completamiento de la PTR Luyanó IV	Como resultado de las gestiones de la UMP el Gobierno asignó los recursos financieros necesarios a ejecutar en el 2016 (30,211,491, 11 CUP, de los cuales 1,765,012.31 son CUC). No incluyen los fondos adicionales aportados, también, por las instituciones participantes en el proyecto.
Operacional	Falta de materiales de construcción y fuerza de trabajo especializada debido a limitada disponibilidad en el mercado nacional	El Equipo del Proyecto ha mantenido un control interno y externo para chequear si la implementación del Proyecto está progresando de acuerdo con el esquema planeado y consecuentemente adoptando las decisiones y medidas para asegurar el alcance de los objetivos y resultados planificados.	Como resultado de las acciones desarrolladas por la UMP desde el 2015 la PTR fue beneficiada con la asignación de materiales de construcción y gran cantidad de capacidad técnica constructiva para concluir la obra en el 2016. Se importaron los recursos materiales previstos (suministros y equipos) para el completamiento tecnológico y terminación de la construcción civil de la PTR Luyanó IV. Incrementado el número de trabajadores y el horario de trabajo.

**Comentarios del EE:**

Como fue señalado en la Consultoría liderada por la UNOPS, Guatemala (enero 2009), un riesgo adicional se encuentra en la operación del equipo a corto y mediano plazos, porque la tecnología y operación de la planta están basadas en una tecnología electromecánica, la cual representa altos costos de operación y mantenimiento y alta vulnerabilidad tecnológica (consecución de repuestos especializados).

El riesgo es también la prioridad que se otorgue cuando sea necesario el reemplazo de equipos ya sea por el deterioro causado por el vencimiento de su vida útil o derivado del exceso de humedad del ambiente caribeño. Es muy importante prever la disponibilidad de presupuesto para afrontar las condiciones descritas, aunado a lo anterior y de acuerdo a la experiencia cuando se presentan eventos climáticos adversos con consecuencias en la infraestructura del país, podría limitarse la operación y mantenimiento a la planta que obligaría a abandonar su uso por períodos indeterminados.

### **3.1.3 Lecciones de otros proyectos relevantes incorporados en el diseño del proyecto**

Son dos proyectos demostrativos, experiencias nuevas que no se sustentan en lecciones de otros proyectos relevantes implementados en el país.

### **3.1.4 Participación planificada de los interesados**

La planificación de la participación de las instituciones interesadas, vinculadas a la ejecución de las actividades del Proyecto, ha sido efectiva. Las instituciones dedicadas al diseño de las obras de ingeniería, al montaje y construcción de estas obras, las de infraestructuras y las dedicadas al monitoreo, han tenido incidencia en la ejecución alcanzada hasta la fecha. Los retrasos que han afectado a este Proyecto, se han debido a que la disponibilidad de los recursos materiales necesarios para la construcción de las obras civiles, ha estado por debajo de la programación prevista para desarrollar el Proyecto.

### **3.1.5 Enfoque de replicación**

El resultado 1 a pesar de que aún no está funcionando la PTR Luyanó se considera una acción replicable, esto con la condicionante de contar con un presupuesto riguroso anualmente asignado para la operación y mantenimiento de la planta (lodos activados), la cual conforme a las lecciones aprendidas en otros países, es una tecnología cuyos costos de operación y mantenimiento son elevados derivado del alto consumo de insumos que requiere (energía eléctrica, productos químicos, entre otros).

La tecnología de lodos activados para plantas de tratamiento operadas con fondos estatales es riesgosa no solo para Cuba, sino para los países latinoamericanos en general, ya que compiten por recursos con las prioridades de país. Su uso exitoso es por lo regular en empresas privadas que cuentan con recursos económicos que aseguran su sostenibilidad y en países desarrollados.

En general las demás estrategias para la PTR son replicables y constituyen un modelo a sistematizar en los temas de cooperación interinstitucional, sensibilización, capacitación y educación ambiental para que la sociedad adopte y comprenda las buenas prácticas ambientales en la gestión de aguas residuales, en este caso para la recuperación de la bahía (cuerpos de agua).

Con relación al Resultado 2, "Emisión Cero", desde su formulación el Proyecto previó su posible réplica, en lo que respecta a la construcción de viviendas basadas en esta experiencia exitosa para el reúso de las aguas grises y disposición final de las aguas negras.

### **3.1.6 Ventaja comparativa del PNUD**

El PNUD cuenta con mucha experiencia como Agencia de Implementación, de la mayor parte de los proyectos que ha desarrollado y ejecutado con recursos del FMAM en Cuba desde los años '90. Ha demostrado disponer de capacidades técnicas y ejecutivas para instrumentar con fluidez la ejecución de las actividades de este proyecto, a pesar de la complejidad que introdujo la manera atípica de su ejecución durante algunos años, requiriendo coordinación interinstitucional compleja y con una Agencia Ejecutora enclavada en un país foráneo (UNOPS Guatemala).

### 3.1.7 Vínculos entre el proyecto y otras intervenciones dentro del sector

Se vincula y tributa a intervenciones incluidas en la Estrategia Ambiental Provincial, al Programa de Saneamiento de la bahía de La Habana, así como a las directrices previstas en la Política Nacional del Agua.

Basado en esta plataforma, el proyecto para la construcción de la PTAR Luyanó IV es parte integrante de una intervención más amplia iniciada por el sector desde fines del siglo pasado. Responde a los resultados del “Estudio del desarrollo del alcantarillado y drenaje pluvial en la cuenca tributaria de la bahía de La Habana” (2004), realizado por la Agencia Japonesa para la Cooperación Internacional (JICA), el INRH y el GTE-BH. Constituye la guía para la acción en lo que respecta al saneamiento de la bahía de La Habana, ratificado técnicamente y evaluado económicamente por un asesor enviado por la JICA en el año 2014. Sobre esta base, las restantes intervenciones del sector en el área del proyecto se resumen a continuación:

- Población a beneficiar: 326,268 habitantes.
- Total Plantas de Tratamiento= 9.
- De ellas 4 en estudio de factibilidad.
- Una PTAR construida (Mantilla), con tratamiento biológico mediante un sistema de biodiscos que responde a la demanda de saneamiento de 6,150 habitantes.
- Una en proceso de movimiento de tierra (San Matías), dos en elaboración de los proyectos (Prosperidad y Monterrey) y una en construcción (Luyanó IV), correspondiente a este Proyecto. De aquellas hay cuatro que cuentan con el apoyo técnico financiero de la AECID.

### 3.1.8 Disposiciones de administración

De acuerdo con el PRODOC la gerencia del Proyecto se llevó a cabo desde la Oficina Nacional de Coordinación anidada en la Delegación Provincial del CITMA en La Habana, encargada de la gestión del proyecto durante todas sus fases de implementación. Mantuvo el seguimiento y actualizaciones de la evolución de sus indicadores de desempeño, con relación a los resultados, coordinado con las entidades que integran el Comité Directivo del Proyecto integrado por un representante del INRH, MITRANS (CIMAB), MICONS (CIDC), MINSAP, IPF, MINCEX, MEP, el GTE BH y una representación del Gobierno de la provincia. Al concluir el Proyecto, y a partir del cambio de modalidad en su ejecución en el 2013, los organismos nacionales participantes definieron las entidades específicas a ellos subordinadas que asumirían los roles pertinentes hasta su terminación. En la actualidad el EP está formado como sigue:

**CITMA:** Delegación de La Habana, Oficina Nacional del Proyecto, que mantiene la misma función descrita en el PRODOC.

**INRH:** Delegación de La Habana como Inversionista Principal con la ESIHO actuando como inversionista directo que dirige la inversión a través de su UGDC Almendares. La empresa de capital mixto Aguas de La Habana, también perteneciente a este OACE, será la encargada de operar la PTAR una vez concluida. Para tal fin el EE sugirió la firma de un convenio que formalice y responsabilice a la empresa Aguas de la Habana de la operación y mantenimiento de la PTAR Luyanó IV para asegurar su sostenibilidad, ya que todos los actores relevantes están de acuerdo.

**MICONS (CIDC):** Dirección y desarrollo general del Resultado 2, edificio Emisión Cero

## 3.2 Ejecución del proyecto

### 3.2.1 Manejo adaptativo

El Proyecto aplicó el manejo adaptativo en diferentes momentos de su implementación, como ha quedado reportado en los PIR correspondientes a los años 2006, 2009, 2012 y 2013, según las incidencias siguientes, que hicieron modificar las estrategias de manejo del Proyecto:

Año/Cambios en la modalidad de ejecución	Razón del cambio, argumentada por el EP	Alcance del retraso (meses)
2006, Solicitud extensión del Proyecto hasta Diciembre 2010	El contexto nacional y en particular la difícil situación económica del país durante la vida del Proyecto, han causado significativos retrasos en la construcción de la planta. Ha estado fundamentalmente relacionado con la baja disponibilidad de empresas constructoras nacionales especializadas y equipos debido a los programas estratégicos nacionales prioritarios en desarrollo al nivel nacional y la no disponibilidad de materiales de construcción y suministros para el proyecto. Unido a esto el país ha sido severamente afectado en los últimos años por diferentes fenómenos meteorológicos tales como huracanes e intensas lluvias que han contribuido a incrementar la demanda de materiales para la construcción y fuerza de trabajo para responder a las necesidades básicas de la población (viviendas, hospitales, escuelas), lo que ha competido con la ejecución del Proyecto	43 meses (desde 5/2007 y basado en la finalización con fecha 12/2010)
2009	Para proveer a la instalación de los equipos y comenzar la planta	Se requiere la extensión del Proyecto hasta el semestre 1 del 2011.
2012	Similar argumento que el dado en el 2006, con la adición de: "actualmente será requerida otra extensión del Proyecto para completar la construcción civil, la instalación de los equipos y el comienzo de la planta"	Diciembre 2013

En el PIR 2013 se señala que con el interés de la precisión y claridad de las actividades se decidió adicionar dos nuevas salidas dentro del Resultado 4:

- 1 Sistema de colectores para la captación y conducción de residuales líquidos para la PTR
- Consultas interinstitucionales y de actores

Recursos presupuestarios específicos fueron asignados a ambas salidas

### 3.2.2 Acuerdos de asociaciones (con los interesados relevantes involucrados en el país o la región)

Los interesados relevantes se encuentran dentro del país y han sido participantes activos en la ejecución del Proyecto. Los acuerdos de Asociación han quedado clarificados de antemano para dos etapas del Proyecto: 1) construcción y puesta en marcha y 2) explotación de las obras. Tales acuerdos de asociación, establecidos con el Proyecto han estado en dependencia del carácter financiero de los servicios que las entidades prestan, de acuerdo con su objeto social, y las bases legales que lo sustentan. En tal sentido, los acuerdos han sido sobre la base de contratos de servicios financiados con fondos del Proyecto mientras se encuentre en ejecución o financiados con el presupuesto estatal.

La tabla que aparece a continuación describe con mayor detalle lo anteriormente referido.

Interesados relevantes Entidad/Ministerio	Roles y funciones	Forma de participación/Tipo de acuerdo de asociación
<b>Entidades Estatales Nacionales</b>		
ESIHO/INRH	Inversionista Directo: Dirige la inversión para el resultado 1: La PTR Luyanó IV y está responsabilizada con la ejecución, puesta en marcha y entrada en operación y monitoreo de la PTR Luyanó IV durante estas etapas.	Dirección de la inversión del resultado 1. Contratación de estudios de factibilidad, investigaciones básicas, estudio de impacto ambiental. Contratación de las Empresas constructoras involucradas (contingente Blas Roca, , Empresa Constructora de Montaje Especializado (ECME), Empresa de Izaje (CUBIZA), Empresa de tecnología de la Industria de la Construcción (TICONS), Empresa Constructora de Recursos Hidráulicos, Empresa de Logística Hidráulica/Asociación. Cumplimiento de su función en el proyecto como entidad ejecutora de la PTR Luyanó IV.
Grupo Empresarial de investigaciones y Proyectos de Ingeniería (GEIPI): Empresas de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos de Villa Clara (EIPHVCL) La Habana(EIPHLH) y La Empresa de Proyectos de Ingeniería y	Ejecución de los proyectos de la PTR Luyanó IV y sistema de colectores asociado.  Ggarantizar durante la fase de ejecución de la inversión el Control de autor de todos los proyectos bajo su responsabilidad .	La Empresas de Investigaciones y proyectos Hidráulicos de Villa Clara (EIPHVCL) fue la Empresa de Proyecto encargada de la Ingeniería Básica (PIB) de la PTR Luyanó IV. Además participó de conjunto con la Empresa Italiana ESSEI en el Proyecto de Ingeniería de detalle (PID) de la PTR Luyanó IV. Ejerce el control de autor de la obra.

Arquitectura 11 de Camaguey (EPIA 11)		<p>La Empresa de Proyectos de Ingeniería y Arquitectura 11 de Camaguey también ha ejecutado tareas del PID de la PTR Luyanó IV.</p> <p>La Empresa de Investigaciones de Proyectos Hidráulicos de la Habana ejecutó las investigaciones básicas previas al PIB y acciones en el Proyecto del sistema de colectores asociados a la PTR Luyanó IV.</p> <p>Asociación sobre la base de contratos financiados con fondos del Proyecto y del cofinanciamiento cubano para el proyecto.</p>
CIDC/MICONS	Dirige directamente la inversión y está responsabilizado con la ejecución del resultado 2: Edificio Cero Emisión, incluido el humedal. Puesta en marcha y recepción de los servicios prestados, así como la administración de los recursos financieros (Noruega) y fondos del Proyecto.	Aseguramiento de la ejecución del resultado 2, durante la construcción con fondos del Gobierno y apoyo de cofinanciamiento noruego y del Proyecto./Al finalizar el Proyecto los fondos son aportados por el gobierno cubano.
Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahía ( CIMAB)/MITRANS	Encargado del monitoreo de los principales indicadores de calidad ambiental de la bahía de la Habana y el litoral adyacente, enmarcado en el Sistema de Vigilancia Ambiental de este ecosistema.	<p>Caracterización de las aguas residuales a tratar en la PTR Luyanó IV antes de la puesta en marcha/Asociación sobre la base de contratos de servicios financiado por el Proyecto.</p> <p>Monitoreo sistemático de los principales indicadores de calidad ambiental de la bahía después de la puesta en marcha/Asociación sobre la base de contratos de servicios financiado por el GTE-BH</p>
<b>Entidades Estatales Provinciales</b>		
Delegación La Habana/CITMA	Como Oficina Nacional del Proyecto, dirige, coordina y gestiona el Proyecto durante todas sus fases de implementación. Mantiene el seguimiento del proyecto y actualiza la medición de sus indicadores de desempeño con relación a los resultados	Gestión, coordinación y control de las actividades del Proyecto Internacional hasta su término y la evaluación de la consecución de sus objetivos/Cumplimiento de su función en el Proyecto.

Delegación Provincial del INRH	Inversionista Principal del Proyecto Asume la ejecución de la PTR Luyanó IV y la coordinación de sus inversiones inducidas directas e indirectas.	Asegura el desarrollo de la inversión, dirigiendo y controlando las diferentes tareas relativas a la inversión en correspondencia con el cronograma aprobado hasta su puesta en marcha y en explotación.
UGDC Almendares ESIHO/INRH	Entidad perteneciente a ESIHO responsabilizada directamente con la ejecución, puesta en marcha, entrada en operación y monitoreo de la PTR Luyanó IV durante estas etapas.	Dirección y control de la implementación del proyecto ejecutivo de la PTR Luyanó IV, desde sus inicios hasta la etapa final en que se encuentra.
Empresa Aguas de La Habana/INRH	Empresa de capital mixto encargada de los servicios de agua y saneamiento a la provincia de La Habana. Por mandato del INRH y por objeto social de esta empresa asumirá la operación de la PTR Luyanó IV al concluir su puesta en marcha.	Operación de la PTR Luyanó IV/Como empresa de capital mixto, la operación de la PTAR Luyanó IV se incorporará a los servicios que brinda la entidad, por lo que la gestión financiera y contable que se generen incluirá los costos de operación y mantenimiento de esta PTAR.
Grupo Estatal de Trabajo de la Bahía de la Habana (GTE-BH)/CITMA Encargado del saneamiento, la rehabilitación, conservación y desarrollo sostenible de la bahía de la Habana	En su función de dirección del Programa de Saneamiento Ambiental de la Bahía de La Habana, es un ente catalizador de los objetivos del proyecto.	Seguimiento y control a las principales fuentes contaminantes de la bahía de La Habana entre las que se encuentran las tributarias al río Luyanó, y fuentes que sus residuales serán tratados en la PTR Luyanó IV./Cumplimiento de función estatal Programa de Educación Ambiental Empresarial y Comunitario en la bahía de La Habana/Cumplimiento de función estatal.

### 3.2.3 Retroalimentación de actividades de SyE utilizadas para gestión de adaptación

La Oficina Nacional del Proyecto ha mantenido un seguimiento y control al trabajo que ejecutan las entidades internas involucradas así como al cumplimiento de sus funciones en el Proyecto (entidades involucradas del INRH y CIDC), así como de la ejecución física y financiera de los resultados de acuerdo al cronograma aprobado, identificando e implementando las acciones que se han requerido en cada momento (preventivas, organizativas, operativas, correctivas) para contribuir a la obtención de los resultados y objetivos planificados.

El PNUD ha mantenido un seguimiento constante a la ejecución del proyecto a través del intercambio de información, reuniones de chequeo y asesoramiento, visitas de campo, identificación y aplicación de soluciones a los problemas que ha afrontado el proyecto.

A lo interno del INRH, se han instrumentado varios mecanismos de seguimiento y supervisión para solucionar las dificultades que se han presentado y garantizar la terminación de la PTR Luyanó IV (principal resultado del proyecto). También se ha desarrollado un seguimiento a este resultado por varias entidades involucradas, siendo estas:

- Chequeos semanales del avance del cronograma de trabajo para la construcción de la PTR Luyanó IV con todas las entidades nacionales involucradas
- Chequeo diario a la ejecución física y financiera de esta obra civil por parte de la UGDC Almendares/ ESIHO a la Empresa Constructora “Blas Roca”
- Otras reuniones operativas para el control de la inversión se han establecido y realizado (reunión semanal de chequeo de los suministros) con la participación del primer nivel de dirección del MICONs, Empresa constructora Blas Roca y de la UGDC Almendares/ ESIHO (inversionista directo)
- Chequeo semanal de esta inversión se ha realizado por la Delegación Provincial del MICONs, con la participación, de los Delegados Provinciales del MICONs y el INRH, así como de otros directores empresariales implicados en la ejecución de la PTR Luyanó, entre otros
- El gobierno provincial ha chequeado la inversión de la PTR Luyanó IV como un indicador de la Implementación de la Estrategia Ambiental Provincial de La Habana
- Chequeo mensual efectuado por la Oficina para el Desarrollo Integral de la bahía de La Habana. Participan en este encuentro representantes del GTE bahía de La Habana
- Se han realizado las visitas de supervisión integradas a la PTR, por el PNUD, MINCEX, CITMA, para apoyar la gestión del proyecto hacia su finalización

### **3.2.4 Financiación del proyecto**

El Proyecto se financió a través de los aportes del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y el gobierno Cubano a través de los organismos involucrados CITMA, INRH y MICONs. La planificación financiera inicial fue de USD 4.38 millones que aportaría el FMAM y de 15.99 millones de Pesos Cubanos (tasa de cambio oficial USD 1 x 1 peso cubano), para un periodo de ejecución de 5 años (2002 – 2007). Sin embargo, derivado de la complejidad del proyecto al contar con intervenciones de múltiples actores tanto nacionales (empresas e instituciones estatales cubanas con el apoyo de la Oficina del PNUD en Cuba) como con instituciones y empresas foráneas (UNOPS Guatemala y la empresa italiana ESSE.I), el Proyecto incrementó sustancialmente sus costos, asumidos por el gobierno Cubano y actividades hasta el año 2016.

Además deben señalarse varias externalidades afrontadas por el Proyecto en Cuba tales como: limitada capacidad de empresas constructoras, necesidad de equipamiento y materiales especializados, la no inclusión en los planes cubanos de la economía para la provisión de recursos financieros en el año 2012, los factores climáticos adversos que golpearon al país (ciclones) y el alza en los precios de las materias primas a nivel internacional (hierro y sus derivados), entre otros, hicieron que el valor del Proyecto prácticamente se duplicara en costos y nivel de esfuerzo (ambos asumidos por el gobierno Cubano), y se triplicará su ejecución en tiempo.

El siguiente cuadro resume lo descrito, calculando las diferencias entre los recursos planificados y la ejecución a diciembre de 2016 más lo comprometido para el año 2017. La información obtenida de PNUD son gastos acumulados al año 2016 y lo que se pagará en el 2017. La información suministrada por la contraparte cubana corresponde a la estimación proveída por el Director Ejecutivo del Proyecto de la Empresa de Servicios de Ingenieros Hidráulicos de Occidente (ESIHO), sobre una base global del Proyecto a Diciembre de 2016.

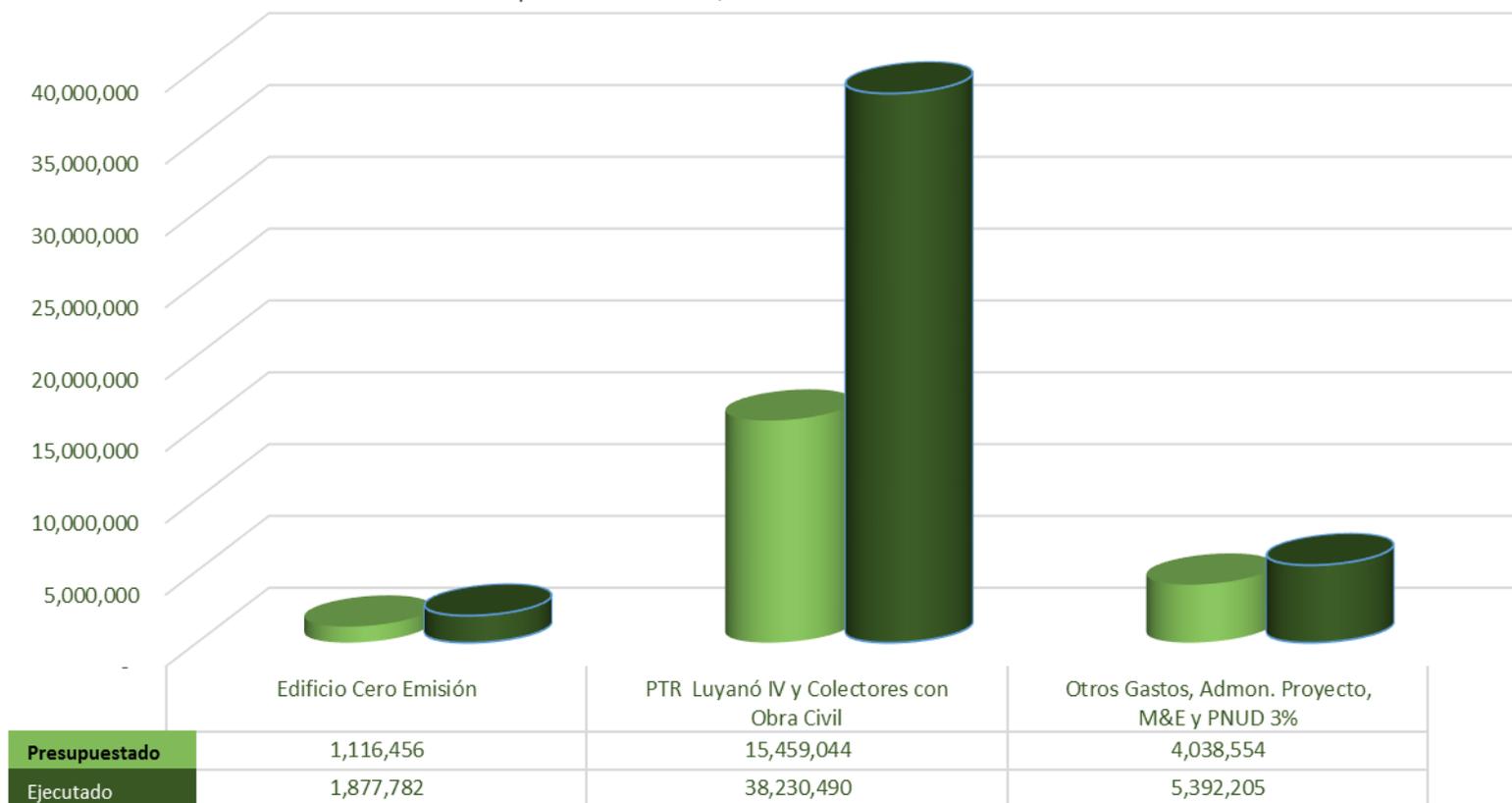
**FINANCIAMIENTO Y CO-FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO**  
**Años 2002 al 2016, expresado en USD**

Financiamiento y Cofinanciamiento	Financiamiento FMAM - PNUD		Financiamiento de Noruega (donativo de NORAD a través del PNUD)		Co financiamiento CITMA, INRH; MICONS, CUBA		TOTALES		DIFERENCIA
	Presupuesto	Ejecutado hasta 2016 y Presupuesto 2017	Presupuesto	Ejecutado	Presupuesto	Ejecutado hasta 2016	Presupuesto	Ejecutado	
Edificio Cero Emisión	50,000.00	53,734.12	576,456.44	576,456.44	490,000.00	1,247,591.79	<b>1,116,456.44</b>	<b>1,877,782.35</b>	- <b>761,325.91</b>
Planta de Tratamiento Luyanó IV y Colectores con Obra Civil	3,575,044.00	3,673,122.38			11,884,000.00	34,557,367.66	<b>15,459,044.00</b>	<b>38,230,490.04</b>	- <b>22,771,446.04</b>
Otros Gastos, Administración del Proyecto, M&E y PNUD 3%	413,554.00	311,741.50			3,625,000.00	5,080,463.58	<b>4,038,554.00</b>	<b>5,392,205.08</b>	- <b>1,353,651.08</b>
<b>Totales</b>	<b>4,038,598.00</b>	<b>4,038,598.00</b>	<b>576,456.44</b>	<b>576,456.44</b>	<b>15,999,000.00</b>	<b>40,885,423.03</b>	<b>20,614,054.44</b>	<b>45,500,477.47</b>	- <b>24,886,423.03</b>

Como se observa en el cuadro la mayoría de los recursos financieros fueron utilizados para la construcción y equipamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales Luyanó IV, con una inversión de más de 38.23 millones de dólares que representan el 84%, el Edificio Cero Emisión representó el 4.1% y los gastos de administración, monitoreo y evaluación, PNUD y otros gastos ascendieron al 11.9% de los recursos totales invertidos a la fecha en el Proyecto (más de 45.5 millones de USD), haciendo la reiteración de que la PTR constituye el resultado principal del Proyecto.

La siguiente gráfica realiza una comparación de los recursos financieros presupuestados (2002 -2007) en el PRODOC del Proyecto, contra los efectivamente desembolsados (2002 – 2016).

### Comparativo Presupuesto y Ejecución Financiera del Proyecto expresado en USD, años 2002 - 2016



**Fuente:** Elaboración propia con base a los datos proporcionados por el PNUD Cuba y la Empresa de Servicios de Ingenieros Hidráulicos de Occidente (ESIHO), diciembre de 2016.

### **3.2.5 Seguimiento y Evaluación: diseño de entrada y ejecución**

Calificación General: **Altamente Satisfactoria**

La base del plan de seguimiento y evaluación es la Matriz de Marco Lógico del proyecto. Como se expone ampliamente en la sección 3.1.1, referida al marco lógico del proyecto, a partir del año posterior a la realización de la Evaluación de Medio Término (EMT) del Proyecto se mantuvo el seguimiento y evaluación de esta intervención a través de los PIR, los QOR (Reportes Trimestrales Operacionales) y otras herramientas internas adoptadas por la Unidad de Coordinación del Proyecto, adecuadamente.

El EE pudo constatar que se ha mantenido la elaboración de los POA, QOR y PIR, siguiendo las directrices (periodicidad, fechas de entrega, análisis de las evaluaciones recibidas, entre otras) indicadas por la Agencia de implementación. Esta documentación fue revisada y está disponible para los años 2007 a 2016.

A partir de la solicitud de reactivar la ejecución del Proyecto para su culminación, hecha por las autoridades nacionales pertinentes en el año 2013 y; considerando la voluntad de su conclusión mostrada por la contraparte nacional y dada la prioridad que tiene para el territorio; tomadores de decisiones de los máximos niveles en el país han establecido mecanismos de seguimiento estrecho<sup>2</sup> que contribuyan a garantizar el cumplimiento de los plazos acordados (reuniones mensuales de directivos del primer nivel y encuentros semanales con la dirección de la empresa constructora de la obra, conducidos por el Ministerio de la Construcción).

### **3.2.6 Coordinación de la aplicación y ejecución del PNUD y del socio nacional para ejecución y cuestiones operativas**

Calificación General: **Altamente Satisfactoria**

La capacidad demostrada por el PNUD Cuba para desarrollar la coordinación efectiva con el socio nacional para la ejecución del Proyecto y las cuestiones operativas, se puso de manifiesto cuando en junio del 2013 las entidades competentes del gobierno de Cuba le solicitaron a esa Agencia la reactivación de este Proyecto, a la vez que ratificaron la decisión de la contraparte técnica (INRH) de dar prioridad a la obra. En respuesta, el PNUD Cuba estableció un diálogo con la UNOPS Guatemala, como agencia ejecutora en ese momento, para actualizar la situación del Proyecto. La UNOPS expresó su disposición para apoyar y finalizar el Proyecto, acordándose el siguiente cambio en la “modalidad de ejecución”.

La UNOPS Guatemala, el Gobierno de Cuba y el PNUD Cuba, acordaron entre las partes, modificar la modalidad de implementación de “Ejecución por Agencia”, como había sido hasta ese momento, a “Implementación Nacional (NIM)”, atendiendo al estado de avance del Proyecto y la capacidad nacional para coordinar satisfactoriamente su conclusión. El CITMA se propuso como entidad nacional implementadora y se actualizó al resto de actores nacionales y sus roles.

Con el compromiso del INRH a finales de 2012 se inició la reactivación paulatina de los trabajos en la obra constructiva, con aportes adicionales de cofinanciamiento nacional conforme el

---

<sup>2</sup> La evaluadora nacional tuvo acceso a las actas de algunas de estas reuniones, que fueron proporcionadas y se encuentran en poder de la Coordinación del Proyecto

cronograma establecido en ese momento. Se previó que la fase de “puesta en marcha” iniciaría a finales del 2015 y concluyera en los inicios del 2016.

### 3.3 Resultados del proyecto

#### 3.3.1 Resultados generales (logro de los objetivos)

Calificación General: **Moderadamente Satisfactoria**

El objetivo del proyecto fue “la demostración de técnicas innovadoras para reducir la carga de nutrientes en la bahía de La Habana y a un nivel más amplio: en la región del Gran Caribe”. La reducción de entrada de contaminantes en la bahía se sustenta principalmente en el cumplimiento del resultado 1 el cual es: *La planta de demostración se establece para reducir los nutrientes en la Bahía de La Habana y el Gran Caribe*. Este objetivo no obstante aun cuando no está operando la PTR Luyanó IV, las medidas implementadas por el GTE (Grupo de Trabajo Estatal Bahía de La Habana) han contribuido significativamente para sanear las aguas de la bahía. Una vez entre en operación la PTAR se evaluarán los beneficios ambientales tales como la calidad de las aguas residuales tratadas, los lodos y la posible utilización del gas metano como bio gas. Pero debido a que el resultado 1 aún no se ha cumplido, a continuación se presenta un cuadro que analiza cada una de las salidas que componen tal resultado:

INSPECCIÓN DE CAMPO PARA VERIFICACIÓN DE RESULTADOS	Terminado	FUNCIONANDO
Salida 1.1: Planeamiento y diseño de la PTR y sistema de colectores terminado. Satisfactorio	SI	SI. Se cuenta con planos finales
Salida 1.2 Adquisición de equipos tecnológicos y bienes para la PTR y el Sistema de Colectores. Detalle de la Ingeniería del Proyecto y Asistencia Técnica y Supervisión de la PTR. Proceso de licitación	SI	Instalado lo adquirido, Falta transformador
Salida 1.3: Construcción de la PTR Luyanó IV. Está pendiente de finalizar la construcción del digestor de lodos, colocar equipo para el sistema eléctrico y cableado para energizarlo.	SI	NO. Falta sistema eléctrico
Salida 1.4: Programa de operación, mantenimiento y monitoreo establecido. Se cuenta con documentos preliminares de Manual de la Puesta en Marcha de la PTR Luyanó IV y Manual de Operación, Mantenimiento y Monitoreo.	SI	NO
Salida 1.5: Colectores de aguas residuales C-2 y C-3 funcionando por 6.45 Km. Pendiente aún de construir 750 metros del Colector 1 (C-1). La Empresa Aguas de La Habana tiene sistematizada la información	SI	SI. Completar 750 metros del C-1 en el primer semestre 2017
Salida 1.6: Población actual estimada cubierta por sistema de colectores C-2 y C-3 55,548 personas. Densidad de población estimada por Km de colectores 8,612 (62,000/7.2 km.). Personas que pronto serán conectadas 6,452 (8,612 personas X 0.75 km) para totalizar las 62,000 personas al completar los 750 metros del C-1. Datos a ratificar por el INRH.	SI	SI, Faltan viviendas del C-1.
Salida 1.7: Consulta con las partes interesadas y el proceso de sensibilización. Se han implementado programas de sensibilización y educación con las comunidades beneficiadas.	SI	SI
Salida 1.8: Identificación de alternativas para la utilización de los lodos. El estudio está planificado realizarse al iniciar operaciones la PTR, determinará la posibilidad de reúso de los lodos debido a que en el tratamiento se pretende utilizar alúmina (sulfato de aluminio), que es una sustancia toxica.	NO	NO

El Resultado 2: Proyectos de demostración enfocados en el reciclado de nutrientes y energía procedentes de residuos y aguas residuales, fue la construcción y operación del edificio “Cero Emisión” el cual reutiliza las aguas residuales grises, se constató en campo su funcionamiento y su uso en la agricultura en el cultivo de productos agrícolas (plátanos, al momento de la visita del EE). Las aguas residuales con excretas se disponen finalmente a los colectores del sistema cercano.

Ambos resultados deben ser divulgados y accesibles a la sociedad cubana para cumplir con el objetivo de ser un proyecto demostrativo. Finalmente para consolidar los resultados del Proyecto y alcanzar el impacto esperado, es imprescindible que entre en operación la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV. El funcionamiento de la planta completará el ciclo del Proyecto y consolidará los esfuerzos del Gobierno Cubano, sus instituciones, el sistema de Naciones Unidas y el FMAM para sanear la bahía de La Habana y mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

### 3.3.2 Relevancia

A continuación aparecerá el concepto aplicado por el EE para cada uno de los indicadores a considerar (Relevancia, Efectividad, Eficiencia, Sostenibilidad, Impacto), basados en la definición dada en los Términos de Referencia de esta evaluación final del Proyecto.

**Relevancia:** ¿Cómo se relaciona el proyecto con los objetivos principales del área de interés del FMAM y con las prioridades ambientales y de desarrollo a nivel local, regional y nacional?

Calificación: **Satisfactoria**

En cuanto a área de interés del FMAM, el Proyecto se inscribe en el Programa Operacional (OP) – 10 “Aguas Internacionales” y es pertinente con los lineamientos operativos del FMAM, aplicables a este caso. Se inserta en el primer componente del OP-10, e incluye aspectos considerados en uno de sus lineamientos (cuarto), el cual refiere: “formular proyectos sobre aguas internacionales de alcance regional o mundial, orientados a extraer enseñanzas de los proyectos ejecutados en la etapa experimental del GEF”.

En lo concerniente a prioridades ambientales y de desarrollo en el ámbito nacional:

1. Política Nacional del Agua, en lo que respecta a la protección y control de la calidad de las aguas terrestres
2. Estrategia Ambiental Nacional, que identifica a la contaminación de las aguas terrestres como uno de los principales problemas ambientales que afronta el país.
3. Política Nacional del Agua y su ejecución al nivel de la provincia

Y a prioridades de alcance local (provincial)

1. Programa de Gobierno para la reconversión del uso de la bahía de La Habana (en ejecución) en los próximos 5- 15 años
2. Estrategia Ambiental Provincial y sus respectivos programas de acción a corto, mediano y largo plazos, basada en la Estrategia Ambiental Nacional, como elementos programáticos de dirección.

### 3.3.3 Efectividad y eficiencia

Calificación General: **Moderadamente Satisfactoria**

#### 3.3.3.1 Efectividad

**Efectividad:** ¿En qué medida se han logrado los resultados y objetivos previstos del proyecto?

Calificación: **Moderadamente Satisfactoria**

Al momento en que se realiza esta evaluación final, la construcción civil de la PTAR Luyanó IV no está concluida, aún no está en funcionamiento, por lo que no se puede evaluar la efectividad del Proyecto en toda su dimensión. Ha avanzado hasta un 90% en la construcción civil, notándose el alto nivel de compromiso que tiene la contraparte nacional y la prioridad concedida a su terminación que según el criterio del EE la PTAR iniciara operaciones al final del segundo semestre del año 2017.

En cuanto al segundo Resultado, el edificio Emisión Cero se encuentra habitado en su totalidad y está en explotación. Los sistemas hidráulicos para las aguas grises y negras están separados y en funcionamiento. Los inodoros ahorradores están en operación, aunque eventualmente el sistema ha tenido dificultades con la bomba de vacío, situación aún no resuelta. Por tanto, se ha continuado operando con la alternativa tradicional instalada en los 8 apartamentos que disponen de la misma. Fue incluida para entrar en funcionamiento ante cualquier falla de la tecnología ensayada.

El programa de transferencia de tecnología se ha ejecutado. El tratamiento separado de las aguas negras y grises está en operación y el humedal está funcionando satisfactoriamente a partir del reúso del agua tratada

Aun cuando la evaluación de los impactos ambientales, sociales y económicos del proyecto demostrativo para el edificio Cero Emisión, basados en la experiencia operativa se encuentra en proceso, es evidente que la concepción de este sistema ha sido exitosa y probada (separación de aguas negras de grises, uso de inodoros ahorradores, reúso de aguas tratadas a partir de las aguas grises), puede ser replicado en similares condiciones.

#### 3.3.3.2 Eficiencia

**Eficiencia:** ¿El proyecto se implementó de manera eficiente en conformidad con las normas y los estándares internacionales y nacionales?

Calificación: **Moderadamente Satisfactoria**

Es evidente el incremento de los costos y el tiempo de ejecución del Proyecto, los factores que han incidido son externalidades tales como: limitada capacidad de empresas constructoras, necesidad de equipamiento y materiales especializados, la no inclusión en los planes nacionales de la Economía para la provisión de recursos financieros anuales, los factores climáticos adversos que golpearon al país (ciclones) y la alza en los precios de las materias primas a nivel internacional (hierro y sus derivados), entre otros, hicieron que el costo del Proyecto

prácticamente se duplicara así como el nivel de esfuerzo (ambos asumidos por el gobierno Cubano) y se triplicará su ejecución en el tiempo

El primer módulo del Proyecto para tratar 200 l/s se espera que inicie operaciones para finales del segundo semestre del año 2017, que aunado a las medidas implementadas por el Grupo de Trabajo Estatal Bahía de La Habana, están contribuyendo significativamente a sanear las aguas de la bahía. Los programas implementados son:

- Saneamiento de la bahía de La Habana y su cuenca (marítimo y portuario);
- Gestión ambiental empresarial;
- Educación ambiental escolar, comunitaria y empresarial; y
- Reforestación de la cuenca tributaria y la zona costera

La acciones realizadas han contemplado la limpieza sistemática del cuerpo de agua de la bahía de La Habana, regulación y recolección para la disposición final de los desechos sólidos y líquidos de las embarcaciones, actividades de limpieza del litoral, recolección de los sólidos flotantes en la línea de costa, mejoras en el desempeño ambiental de las fuentes contaminantes inventariadas en la Cuenca mediante el control de los impactos de sus actividades, productos y servicios sobre el medio ambiente; realización de talleres de cultura y educación ambiental a nivel escolar comunitario y empresarial en los temas de producción más limpia y realización de acciones de reforestación en la cuenca tributaria y zona costera contigua de interacción.

### **3.3.4 Implicación nacional**

Desde su adhesión a la iniciativa regional de contribuir a disminuir la contaminación de bahías seleccionadas en países interesados, Cuba ha mostrado reconocimiento al carácter prioritario de los objetivos que se proponen en este proyecto, los cuales también están alineados con la prioridad ambiental nacional, relacionada con el estudio del estado de salud de las aguas marino costeras y de las principales bahías del país.

A pesar de la demora en su ejecución, motivada por el fuerte componente en infraestructura y las externalidades descritas anteriormente, el gobierno ha demostrado apropiación de sus resultados. Complementan una estrategia integral para el desarrollo de la capital del país, que está sustentada en un conjunto de obras de saneamiento destinadas a la recuperación de la bahía de La Habana, teniendo en cuenta el Proyecto Integral de Desarrollo para la Bahía de La Habana en el cual se potencia el uso recreativo y turístico, el cual forma parte del Programa de Gobierno para la reconversión del uso de la bahía de La Habana (en ejecución) para los próximos años (entre 5 y 15 años).

Los elementos anteriores muestran el porqué de la apropiación por el país y su manifestación en términos del nivel alcanzado en el cofinanciamiento gubernamental aportado para la puesta en marcha del Proyecto. Imágenes recogidas por el EE formaran parte del presente informe, en las que se demuestra lo que estas obras han significado en términos constructivos: gastos para la adquisición de materiales de construcción, salarios del personal especializado y obreros calificados, dedicados a la ejecución de las obras civiles (PTAR, colectores, adquisición de equipos especializados para la construcción, rotura y reparación de viales para la instalación de kilómetros de tuberías, edificio multifamiliar con 16 apartamentos, fosas sépticas para el tratamiento de aguas grises y humedales, entre otros).

### 3.3.5 Integración

Las actividades del Proyecto se encuentran reflejadas perfectamente en los planes de acción a mediano plazo derivados de la implementación de la Estrategia Ambiental Nacional que, en el caso particular de la bahía de La Habana, queda explicitada en la Estrategia Ambiental Provincial.

Es de destacar que el tratamiento de las aguas residuales domésticas de una población urbana de la capital del país, mediante el empleo de tecnología apropiada antes de su disposición final en la zona costera, constituye un interés transversal, un elemento que integra los esfuerzos que realizan los gobiernos local y nacional, los sectores socioeconómicos involucrados y los organismos internacionales especializados del sistema de Naciones Unidas, establecidos en Cuba.

En ese contexto, este proyecto es consistente con las prioridades del PNUD incluidas en el documento Marco de Asistencia de las Naciones Unidas para el Desarrollo (MANUD), el Programa del País y sus Planes de Acción para el período 2008-2012, ampliado hasta el año 2018.

Uno de los temas sustantivos del MANUD es el Medio Ambiente y Energía para el Desarrollo Sostenible.

### 3.3.6 Sostenibilidad

**Sostenibilidad:** ¿En qué medida hay riesgos financieros, institucionales, socioeconómicos o ambientales para sostener los resultados del proyecto a largo plazo?

Calificación General: **Probable**

#### 3.3.6.1 Sostenibilidad financiera

Calificación general: **Probable**

La PTAR Luyanó IV opera a través de tecnología de lodos activados, la cual requiere equipos electromecánicos para su funcionamiento, por lo que la inversión en insumos es significativa (energía eléctrica, reposición de equipo, repuestos y productos químicos) para los procesos.

En este momento aún no está instalado el equipo para proporcionar la energía que necesita la planta para su puesta en marcha. Dado que los costos de operación y mantenimiento son altos constituye un riesgo la no previsión o no disponibilidad de recursos financieros para subvencionar la operación de la PTAR.

El sistema de manejo de este Proyecto se ha concebido de forma empresarial, para que los costos sean cubiertos por los usuarios. El riesgo será eliminado siempre y cuando los usuarios paguen por el servicio o el Estado subvencione la operación y mantenimiento de la planta dado su carácter de proyecto innovador y demostrativo y como prioritario, por su incidencia en los cambios de uso previstos para la bahía de La Habana.

#### 3.3.6.2 Sostenibilidad socioeconómica

Calificación general: **Probable**

No se espera la existencia de riesgos sociales o políticos que afecten el funcionamiento de la PTAR Luyanó IV. Como se ha referido en secciones anteriores, este proyecto forma parte de las

estrategias y planes de acción alineados con los intereses gubernamentales y sectoriales al nivel de provincia y del país. Da cumplimiento a la Estrategia Ambiental Nacional y a la Estrategia Ambiental Provincial. Además el GTE BH ha implementado proyectos complementarios de educación ambiental a nivel de centros educativos y empresariales que han sensibilizado a los diferentes actores para el apoyo al Proyecto.

### **3.3.6.3 Sostenibilidad del marco institucional y de gobernanza**

Calificación general: **Probable**

No se avizoran ni se evidencian riesgos que puedan afectar la sostenibilidad de los beneficios del Proyecto, como consecuencia de cambios en el marco legal, políticos y estructuras de gobernanza y sus procesos asociados.

De hecho los marcos institucionales y de gobernanza se han preparado y modificado con antelación para brindar la sostenibilidad que requiere el proyecto, el cual tiene sus bases en los resultados del Proyecto Regional RLA-93\_G41 Planificación y Manejo de Bahías y Áreas Costeras fuertemente contaminadas del Gran Caribe del GEF, realizado entre 1995 y 1998 donde se estudió la Bahía de la Habana en Cuba, en el cual tiene sus bases al igual la creación del Grupo de Trabajo de la Bahía de la Habana.

### **3.3.6.4 Sostenibilidad ambiental**

Calificación general: **Probable**

Los únicos riesgos ambientales a que estará sometido el Proyecto son los debidos a la ocurrencia de eventos climáticos extremos, como son los huracanes, que pueden dañar de manera parcial o total las infraestructuras que conforman el sistema (Planta, colectores, edificación, sistemas de tratamiento de aguas negras y grises, humedal). Cuba tiene una tradición, y todo un sistema de prevención ante los riesgos que ocasiona el paso de huracanes, establecido sobre bases legales y de obligatorio cumplimiento a implementar por las entidades responsabilizadas con infraestructuras como la PTAR Luyanó IV y sus componentes, que le permite adoptar las medidas necesarias y oportunas para reducir los impactos de estos fenómenos naturales. Las mismas contarán con su correspondiente plan de prevención a aplicar con tiempo suficiente, de manera que las afectaciones sean mínimas.

### **3.3.7 Rol como catalizador**

El Proyecto ha realizado acciones importantes que pueden y deben ser replicadas en las diferentes zonas costeras del Gran Caribe y en general en los países de Latinoamérica para reducir la contaminación de las aguas. Entre las cuales se pueden citar:

- Dar origen a la organización de un marco político e institucional para reducir de forma integral la contaminación de los mantos acuíferos, tales como: establecer un grupo de coordinación interinstitucional, formulación de políticas específicas para territorios delimitados, legislación para controlar las descargas de residuos sólidos y líquidos en las bahías, legislación para la producción más limpia, entre otros.

- Realizar obras de infraestructura pública para canalizar y tratar las aguas residuales previas a su descarga a los mantos acuíferos, a corrientes superficiales o directamente a la zona costera, con un fuerte componente de coordinación interinstitucional (ministerios, secretarías y empresas de gobierno con agencias de cooperación internacional).
- Implementar programas y proyectos de educación y gestión ambiental con estudiantes, profesionales y grupos de productores para reducir el número de contaminantes que llegan a los mantos acuíferos
- Utilizar la tecnología y en general el Proyecto como una obra demostrativa que involucre a los entes académicos y jóvenes profesionales en la búsqueda de soluciones para mantener su operación
- El Proyecto no obstante las externalidades afrontadas (sus costos y esfuerzos se duplicaron y el tiempo de ejecución se triplicó), es un ejemplo de operativización de las políticas públicas del GTE BH, y catalizador del financiamiento internacional, ya que finalmente el Gobierno cumplió con la asignación de los recursos para que las agencias de Naciones Unidas hayan continuado con la implementación del Proyecto que pronto será puesto en marcha.

### 3.3.8 Impacto

**Impacto:** ¿Hay indicios de que el proyecto haya contribuido a reducir la tensión ambiental o a mejorar el estado ecológico, o que haya permitido avanzar hacia esos resultados?

Calificación: **Significante**

El impacto del Proyecto no es posible calificarlo en este momento, debido a que la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV aún no está operando, siendo este el principal resultado del Proyecto. Sin embargo la calificación que se pudiera otorgar al momento de estar en marcha **es significativa**, considerando los beneficios ambientales globales, regionales y al nivel local que el proyecto genera, junto a las mejoras en los medios de vida de las comunidades involucradas y los efectos a largo plazo que se describen a continuación.

#### **Beneficios ambientales a nivel global, regional y local**

- **Al nivel local:** Eleva el nivel de vida y condiciones de salud de al menos 60,000 habitantes de barriadas ubicadas en la periferia de la capital del país, que fueron beneficiados con el servicio de saneamiento a través del sistema de alcantarillado (Resultado 1).
- **Al nivel global y regional:** La entrada en operación de la PTR Luyanó IV logrará una reducción de carga contaminante dispuesta en la bahía de La Habana, en términos de nitrógeno, fósforo y DBO de 136,145 ton/año, 31,48 ton/año y 1010,15 ton/año respectivamente (Resultado 1).
- El edificio “Cero Emisión” recicla entre el 80 y 90% del nitrógeno y el fósforo de las aguas residuales tratadas que se disponen en el humedal construido, del que fluyen aguas para el riego de productos agrícolas.

### **Mejoras en los medios de vida de las comunidades involucradas**

- 62,000 personas beneficiadas en su saneamiento básico al ser conectadas a los colectores para conducir sus aguas residuales
- 8 familias de trabajadores del Centro de Investigación y Desarrollo de la Construcción y 8 de las comunidades cercanas a esta instalación, fueron beneficiadas con la entrega en usufructo de las 16 viviendas dedicadas al proyecto “Emisión Cero”, mejorando las condiciones de habitabilidad en que se encontraban.

### **Efectos en el largo plazo**

- Contribuye a la capacitación de estudiantes y profesionales vinculados a las obras de saneamiento ambiental relacionadas con la contaminación de las aguas terrestres y el tratamiento de las aguas residuales vertidas en cuerpos receptores (río Luyanó y bahía de la Habana en este caso).

**No resulta posible valorar con certeza impactos adicionales, debido a que la PTAR aún no se encuentra en funcionamiento**

## **4. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y LECCIONES APRENDIDAS**

---

### **Conclusiones**

- La PTAR Luyanó IV no está funcionando, por lo tanto, es difícil medir su impacto y relevancia. El resto de parámetros a evaluar muestran un avance moderadamente satisfactorio.
- Algunos equipos adquiridos hace más de 10 años tienen vencidas sus garantías, sin embargo la mayoría de ellos fue reemplazado entre los años 2015 y 2016 para la puesta en marcha de la PTR, estos financiados por el gobierno cubano.
- El Manual de Operación y Mantenimiento data del año 2007 y el Manual de Puesta en Marcha a Julio de 2016 siendo actualizado a diciembre, pero debido a que la PTR aún no está operando deben adecuarse a las condiciones imperantes cuando la planta inicie operaciones.
- El edificio Cero Emisión está funcionando y muestra un avance satisfactorio.
- Ambos resultados son obras demostrativas que deberán ser documentadas como estudios de caso y divulgadas.
- Para replicar este proyecto se debe documentar todas las acciones que se llevaron a cabo, para que en un futuro se pueda involucrar a entes investigadores e innovadores como las universidades, centros tecnológicos, profesionales con la experiencia necesaria entre otros para garantizar el funcionamiento de la PTR de manera ininterrumpida.
- El proyecto tendrá un carácter demostrativo que involucren al sector educativo del país, universidades e instituciones que tenga formación de jóvenes así como la sociedad organizada para que puedan conocer sobre este tipo de proyecto, tecnologías y beneficios ambientales tanto para Cuba, como para El Caribe.

- De acuerdo con el historial de esta obra, en opinión del EE, la PTAR iniciará operaciones a finales del segundo semestre del año 2017 con el funcionamiento del módulo 1 para tratar 200 l/s.
- Se ha cuantificado preliminarmente que la contribución del Proyecto como acción de mitigación del cambio climático es de un 60% de utilización del metano como biogás sobre la base de la caracterización de las aguas residuales, según estudio realizado por Cubaenergía previo a la terminación de los colectores y a la operación de la planta de tratamiento de aguas residuales

### **Recomendaciones**

- Para la sostenibilidad de la PTAR Luyanó IV se deben ejecutar estrategias para la puesta en marcha, la administración, operación, mantenimiento y planificación financiera.
- Evaluar detalladamente la situación de los equipos electromecánicos y sus fechas de adquisición para conocer por cada uno su estatus en cuanto a garantías de fabricación y disponibilidad de manuales de operación y mantenimiento.
- Realizar un estudio de lodos para determinar la factibilidad de su reúso y/o disposición final, de acuerdo con su composición y el impacto que puedan generar en el ambiente.
- Afinar o ajustar el manual de operación y mantenimiento después de la puesta en marcha de la planta
- Prever la asignación de presupuesto para atender contingencias durante el funcionamiento de la Planta
- Actualizar los Manuales de Operación y Mantenimiento y el Manual de Puesta en Marcha de la PTAR Luyanó IV al momento de iniciar operaciones, incluyendo escenarios y contingencias que permitan adaptarse a la vulnerabilidad ambiental y de la tecnología empleada en su funcionamiento (equipo electromecánico). Deben hacerse los ajustes necesarios para que sean sumamente específicos para que hagan cumplir las Normas Cubanas de calidad de las aguas residuales para su descarga en cuerpos receptores, anteriormente citada, así como se tenga el control de las operaciones de cada proceso de la PTR en forma detallada
- Involucrar a estudiantes de ingeniería eléctrica, mecánica y química para desarrollar innovaciones pertinentes cuando en la PTAR se presenten contingencias.
- Realizar una evaluación y cuantificación de gases de efecto invernadero evitados (metano producido por las aguas residuales) a los efectos de formular un Proyecto que pueda ser subvencionado por el Fondo Verde, u otra fuente externa, que contribuya a financiar la operación y mantenimiento de la PTR Luyanó IV.

### **Lecciones aprendidas**

- Los proyectos de tratamiento de aguas residuales con tecnologías electromecánicas requieren muchos insumos (energía principalmente) por lo que son de alto costo en su operación y mantenimiento.

- Los proyectos para el tratamiento de aguas residuales compiten por el acceso a recursos por parte del Estado y su atención es desplazada por emergencias en el país asociadas al abastecimiento de agua, afectaciones a la población por huracanes, etc.
- Se deben documentar los éxitos y fracasos y divulgarlos para que se cumpla el objetivo del proyecto basado en que los resultados son demostrativos y puedan ser replicados no solo en Cuba sino en el Caribe.
- La tecnología electromecánica utilizada en el tratamiento de aguas residuales es vulnerable a fallas, por lo que se debe disponer de medidas de contingencia.
- Debido a la complejidad de la planta de tratamiento Luyanó IV desde el punto de vista administrativo (requiere mucha coordinación interinstitucional) y técnico (tecnología de lodos activados), recientemente han entrado en operación plantas de tratamiento de aguas residuales con tecnologías cuyos costos de operación y mantenimiento son bajos, tales como la utilización de biodiscos y filtros percoladores que están contribuyendo a sanear la bahía de La Habana.

#### **4.1 Medidas correctivas para el diseño, la ejecución, seguimiento y evaluación del Proyecto**

- La implementación de este tipo de Proyectos debe contemplar la vulnerabilidad a eventos climáticos y desastres naturales y su probabilidad de ocurrencia debido a que la tecnología que utiliza este Proyecto (lodos activados) requiere altos insumos para la operación y mantenimiento por lo que al ser un Proyecto de tipo estatal competirá con las prioridades de país al momento de asignar recursos, lo cual conduce a que los tiempos de ejecución y costos se incrementen significativamente.
- Otro aspecto fundamental es definir con claridad el reuso o disposición final de los lodos y su proceso de tratamiento, ya que de utilizar productos químicos para su coagulación en la tecnología de lodos activados, puede requerir procesos especiales para su disposición final y/o limitar su reuso.
- El diseño de las plantas de tratamiento a utilizar en los Proyectos debe priorizar aquellas que reporten los costos más bajos de operación y mantenimiento y con tecnologías disponibles y asequibles en el país.
- El Proyecto debió haber sido ejecutado desde el inicio por una agencia que radique en el país, en referencia al sistema de Naciones Unidas.

#### **4.2 Acciones para seguir o reforzar los beneficios iniciales del proyecto**

##### **4.2.1 Objetivo del proyecto**

Se debe sistematizar el Proyecto, haciendo entrevistas a los habitantes de los municipios que se han conectado al sistema de colectores, valorar los beneficios que ellos perciben actualmente y los que consideran que se generarán al iniciar operaciones de la PTR para documentar y divulgar los resultados del Proyecto a nivel nacional y regional, con vistas a promover su replicación y la integración de centros científicos, estudiantes y profesionales para conocer las buenas prácticas y lecciones aprendidas.

## **Resultado 1**

Seleccionar al personal que está y estará a cargo de la operación de la planta e iniciar su capacitación, aun cuando la construcción de esta no haya concluido. Será una manera de transferirles conocimientos acerca de las posibles contingencias que tendrán que afrontar durante el desarrollo de su trabajo. Establecer cooperación con las universidades (institutos superiores) dedicadas a la formación de ingenieros mecánicos, eléctricos y químicos para convertir la instalación en un objetivo en el que los alumnos de los años avanzados de estas carreras, realicen prácticas y evalúen las mejoras que se pudieran introducir para elevar la eficiencia de su funcionamiento. Constituirá una fuerza técnica adicional que podrá ayudar a afrontar los desafíos que se presentarán en la medida en que el trabajo cotidiano se desarrolle y comiencen a surgir eventuales interrupciones en el servicio que presta el sistema.

## **Resultado 2**

Documentar, difundir y publicar las bases, estructura y funcionamiento de cada uno de los componentes del Proyecto edificio “Emisión Cero”, resaltando la connotación ambiental de la misma, como parte de la educación de la comunidad que lo habita y las de los alrededores.

Incluir en la amplia y efectiva campaña de visibilidad y de educación ambiental que desarrolla el GET BH con los sectores y comunidades (escuelas) vinculadas a este ecosistema, información sustantiva sobre los resultados obtenidos con la ejecución del Proyecto del edificio “Emisión Cero”

### **4.3 Propuestas para direcciones futuras que acentúen los objetivos principales**

- Dar visibilidad a los resultados del área demostrativa de este tipo de Proyectos (involucrar universidades, centros tecnológicos, etc.), para que el Estado contribuya a su sostenibilidad al continuar aportando financiamiento y recursos para su operación y mantenimiento.
- Debe implementarse un control riguroso de la calidad del agua vertida luego de haber sido tratada el agua residual para verificar la efectividad en los procesos y el impacto que se espera generar en la bahía.
- La tecnología que utilicen las plantas de tratamiento de aguas residuales aplicada debe tomar en cuenta que los Gobiernos siempre cuentan con recursos limitados, por lo tanto la tecnología a utilizar debe ser la que reporte los más bajos costos de operación y mantenimiento para que no compita con las prioridades de país.
- Deben sistematizarse las lecciones aprendidas en sus diferentes áreas (técnica, ambiental y social) para su amplia divulgación a fin de que sean replicadas en otras bahías del Gran Caribe y en países latinoamericanos con circunstancias similares, procurando que en el diseño del proyecto se provisionen recursos financieros para tales acciones. Esto se ha realizado mínimamente a través de la Revista Pelicano debido a que no tiene connotación internacional.

#### **4.4 Las mejores y peores prácticas para abordar cuestiones relacionadas con la relevancia, el rendimiento y el éxito**

##### **Mejores prácticas**

- El nivel de compromiso del Gobierno Cubano y de las agencias de Naciones Unidas (PNUD Cuba y UNOPS Guatemala) para no obstante que el Proyecto duplicó sus costos y nivel de esfuerzo; y triplicó el tiempo de ejecución (de 5 hasta 15 años), continuar con la ejecución y finalización del Proyecto para lograr los objetivos, resultados e impacto esperado.
- La adaptación de tecnología apropiada y apropiable utilizada en el reúso y disposición final de las aguas residuales del “Edificio Cero Emisión”, cuyo uso para el riego agrícola está comprobado.
- La organización social sobre la cual se ha ejecutado el Proyecto, ya que la población está comprometida para la puesta en marcha de la PTR Luyanó IV, la cual aún no está en funcionamiento y sin embargo se ha logrado sustancialmente la reducción de contaminantes, de acuerdo con los datos del monitoreo en la bahía de la Habana a través de la implementación de proyectos complementarios, esperando que a la puesta en marcha de la PTR los consolide.

##### **Peores prácticas**

- Implementar tecnología para la operación de la PTR Luyanó IV que requiere altos costos de operación y mantenimiento y dependencia de insumos y repuestos que no son de fácil accesibilidad en el país.
- En el caso de la tecnología de lodos activados que utilizará la PTR, falta de un estudio detallado que describa el impacto ambiental que producirá el reúso o disposición final de los lodos, derivado del posible uso de alúmina como producto químico coagulante.
- La ejecución de este Proyecto involucró múltiples actores tanto a nivel gubernamental (ministerios, empresas estatales ejecutoras, dos organismos de las Naciones Unidas y una empresa foránea para la provisión de los equipos) por lo que requirió un nivel intrincando de coordinación interinstitucional e internacional.

## 5. ANEXOS

---

- 5.1 Cuestionario utilizado en las entrevistas y resumen de los resultados
- 5.2 Matriz de preguntas de evaluación
- 5.3 Resumen de visitas de campo
- 5.4 Términos de Referencia utilizados para la evaluación
- 5.5 Programa desarrollado durante la misión en Cuba, (itinerario de la misión).
- 5.6 Lista de personas entrevistadas
- 5.7 Lista de documentos revisados por el EE entregados por el PNUD y por la UMP
- 5.8 Lista de documentación técnica solicitada a la UMP para su revisión y análisis
- 5.9 Formulario de acuerdo del consultor de la evaluación
- 5.10 Archivo fotográfico de la Misión de Evaluación

## **5. ANEXOS**

- 5.1 Cuestionario utilizado en las entrevistas y resumen de los resultados
- 5.2 Matriz de preguntas de evaluación
- 5.3 Resumen de visitas de campo
- 5.4 Términos de Referencia utilizados para la evaluación
- 5.5 Programa desarrollado durante la misión en Cuba, (itinerario de la misión).
- 5.6 Lista de personas entrevistadas
- 5.7 Lista de documentos revisados por el EE entregados por el PNUD y por la UMP
- 5.8 Lista de documentación técnica solicitada a la UMP para su revisión y análisis
- 5.9 Formulario de acuerdo del consultor de la evaluación
- 5.10 Archivo fotográfico de la Misión de Evaluación

## 5.1 Cuestionario utilizado durante las entrevistas a personas interesadas y resumen de los resultados.

De acuerdo con la naturaleza de este Proyecto, las preguntas recomendadas en los Términos de Referencia de esta evaluación resultaron ser de utilidad relativa. No favorecían la captación de criterios, sustancialmente especializados, relacionados en su mayoría con el diseño del sistema y los supuestos existentes para su construcción y detalles vinculados a su explotación que permitieran valorar el alcance del cumplimiento de cada uno de los indicadores que sirven de base la evaluación.

Para dar respuesta a los intereses del EE, a fin de poder realizar su trabajo, solicitó a la Coordinación del Proyecto la entrega de los documentos que a continuación se relacionan. Las preguntas y sus respuestas estuvieron concentradas en el contenido de esos materiales y no serán resumidas. A continuación aparecerán las preguntas generales seleccionadas, basadas en el cuestionario incluido en los TdR y la esencia de las respuestas recibidas.

Preguntas formuladas sobre cuestiones generales	Respuestas recibidas de las personas entrevistadas
<b>Relevancia:</b> ¿Cómo el proyecto apoya las prioridades ambientales y de desarrollo a nivel nacional	
¿Cómo el proyecto apoya las prioridades ambientales y de desarrollo a nivel nacional?	<p>La PTAR IV Luyanó disminuirá la contaminación existente en la bahía de La Habana, con lo que este ecosistema tendrá una salud concordante con los planes de desarrollo que se llevan a cabo en la capital del país, en una zona en que la bahía es parte fundamental.</p> <p>Tributa al cumplimiento de la Política Nacional del Agua, toda vez que la disminución de la carga contaminante a la bahía, como cuerpo receptor constituye una de las prioridades consideradas.</p> <p>Refuerza las acciones que en este marco se llevan a cabo para alcanzar un 100% de la población del país que recibe servicio de saneamiento a través de alcantarillados.</p>
<b>Efectividad:</b> ¿En qué medida se han logrado los resultados y objetivos previstos del proyecto?	
¿Ha sido el proyecto efectivo en alcanzar los resultados esperados	Aunque la PTAR aún no ha entrado en ejecución, la conducción y depósito de los residuales domésticos y municipales en los colectores, es una medida efectiva que ya está contribuyendo, al menos, a reducir el flujo de esos residuales por espacios públicos, vectores que amenazan la salud de la población.

	<p>La experiencia acumulada con el proyecto demostrativo “Emisión Cero” permite difundir sus ventajas y trabajar para lograr su réplica.</p> <p>En la conclusión oportuna del proyecto “Emisión Cero”, fue determinante el hecho de que la mitad de los apartamentos del edificio, fue entregada a familias de trabajadores del centro de investigaciones que desarrolló el proyecto que estaban necesitadas de estas. Había sentido de pertenencia por parte de cada familia, comprensión ante las dificultades que se presentaban y deseos de cooperar.</p>
<p>¿Cómo se manejaron los riesgos y supuestos del proyecto?</p>	<p>La Coordinación del Proyecto a partir de su reestructuración en el 2013 ha desempeñado un importante rol para reducir los efectos del riesgo identificado y ocasionado por la no disponibilidad de materiales de construcción e inserción de la PTAR Luyanó IV en el plan económico y presupuesto estatal que destina el INRH para el cofinanciamiento nacional necesario.</p> <p>La Coordinación del Proyecto logró la asignación de los recursos financieros necesarios para el cofinanciamiento comprometido. Hubo un mayor gasto en salarios para los trabajadores al aumentar el horario laboral para poder avanzar en la construcción de objetos de obra vinculados a la PTAR.</p>
<p><b>Eficiencia:</b> ¿El proyecto se implementó de manera eficiente en conformidad con las normas y los estándares internacionales</p>	
<p>¿Han sido utilizados como herramientas de gestión durante la implementación del proyecto el marco lógico, los planes de trabajo o cualquier cambio realizado a estos?</p>	<p>El marco lógico ha sido la principal herramienta empleada para valorar avances y retrasos de las tareas, con una sistematicidad y rigor que ayuda a la gestión del proyecto</p> <p>Los planes de trabajo conciliados entre las partes involucrada y el chequeo de su cumplimiento han servido para alertar a los tomadores de decisiones sobre cuáles son las medidas que deben adoptar para lograr que se cumpla la ejecución de las actividades del proyecto-</p>

<p>¿Ha sido la ejecución del proyecto tan efectiva como fue propuesta originalmente (planeado vs. actual)?</p>	<p>La ejecución del Proyecto no ha sido tan efectiva como fue programada originalmente, compitió con otras prioridades del territorio y del sector, relacionadas con la construcción, mantenimiento y reparación de viviendas.</p> <p>La planificación de la economía está en dependencia de los recursos financieros disponibles y de las acciones que son prioritarias para el sector. Las obras dedicadas al ahorro de agua y energía con la contribución de la supresión de salideros en largos tramos de conductoras en la ciudad han sido de primera prioridad en estos años y continúa siéndolo.</p>
<p>¿Han sido las adquisiciones realizadas de manera que se haga un uso eficiente de los recursos del proyecto?</p>	<p>Las adquisiciones se han realizado con transparencia, en cuanto se refiere al manejo de los recursos financieros, pero los procesos han sido lentos, de ahí que no hayan transitado con mayor eficiencia.</p> <p>Las leyes del bloqueo de los EEUU afectan a este sector. No se pueden adquirir equipos con suministradores que los fabriquen con accesorios y piezas procedentes de entidades norteamericanas, si le venden a Cuba reciben cuantiosas sanciones. Las adquisiciones y apoyo técnico hay que importarlo con suministradores de países más lejanos que estén dispuestos a correr ese riesgo. Esto hace que la eficiencia de los procesos sea menor.</p>
<p><b>Sostenibilidad:</b> ¿En qué medida hay riesgos financieros, institucionales, socioeconómicos o ambientales para sostener los resultados del proyecto a largo plazo?</p>	
<p>¿Cuáles son los principales desafíos que pueden dificultar la sostenibilidad de los resultados del proyecto? ¿Se han abordado durante la gestión del proyecto?</p>	<p>La decisión de que la PTAR sea operada por una empresa de capital mixto como es Aguas de La Habana, reduce el riesgo (financiero) de que su operación sea afectada por la no disponibilidad de recursos, en caso de que sea necesario hacer alguna inversión en mantenimiento o reparación de elementos que integran el sistema.</p>
<p>¿Qué potenciales medidas podrían contribuir a la sostenibilidad de los esfuerzos logrados por el proyecto?</p>	<p>Atender la recomendación hecha por el EE en cuanto a involucrar a estudiantes de las carreras de ingeniería eléctrica y mecánica además de los de ingeniería hidráulica, quienes junto a sus profesores permitirá que se cuente con fuerza técnica adicional que analice y estudie en detalle los procesos unitarios que conforman el sistema y el</p>

	<p>funcionamiento de la planta, proponga mejoras y preste su colaboración para la solución de roturas.</p> <p>Se necesita empezar a capacitar a los futuros operadores de la planta, antes de que entre en funcionamiento, que participen en los trabajos que se realizan para que vayan visualizando los problemas más comunes que afrontaran una vez que se estén desempeñando sus funciones.</p>
<p><b>Impacto:</b> ¿Hay indicios de que el proyecto haya contribuido a reducir la tensión ambiental o a mejorar el estado ecológico, o que haya permitido avanzar hacia esos resultados?</p>	
<p>¿Cómo ha contribuido el proyecto al saneamiento, conservación y desarrollo prospectivo de la bahía de la Habana y a la reducción de la contaminación a las aguas internacionales?</p>	<p>La entrada en operación de la PTR Luyanó IV logrará una reducción de carga contaminante dispuesta en la bahía de La Habana, en términos de nitrógeno, fósforo y DBO de 136,145 ton/año, 31,48 ton/año y 1010,15 ton/año respectivamente.</p>
<p>¿En qué medida el proyecto ha generado beneficios indirectos o directos a las comunidades a partir de los resultados y objetivo que obtuvo el proyecto?</p>	<p>El edificio “Cero Emisión” recicla el 80-90% del nitrógeno y el fósforo de las aguas residuales tratadas que se disponen en el humedal construido.</p> <p>Cuando entre en operación la PTAR elevará el nivel de vida y condiciones de salud de unos 62 000 habitantes de barriadas ubicadas en la periferia de la capital del país, que serán beneficiados con el servicio de saneamiento a través del sistema de alcantarillado.</p> <p>La conducción y depósito de los residuales domésticos y municipales en los colectores ya está contribuyendo a reducir el flujo de esos residuales por espacios públicos, vectores que constituyen amenazas a la salud de las comunidades.</p>

## 5.2 Matriz de preguntas de evaluación.

Criterios de evaluación - Preguntas	Indicadores	Fuentes	Metodología
<b>Relevancia: ¿Cómo se relaciona el proyecto con los objetivos principales del área de interés del FMAM y con las prioridades ambientales y de desarrollo a nivel local, regional y nacional?</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cómo el proyecto apoya el área focal de Aguas Internacionales y las prioridades estratégicas del FMAM?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Existencia de una clara relación entre los objetivos del proyecto y el área focal de Aguas Internacionales del GEF.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Documentos del proyecto.</li> <li>Estrategias y documentos del GEF.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis de documentos.</li> <li>Entrevistas con personal del PNUD y del proyecto.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cómo el proyecto apoya las prioridades ambientales y de desarrollo a nivel nacional?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grado en el que el proyecto apoya el objetivo de Saneamiento y desarrollo Integral de la Bahía de la Habana; así como, la implementación de la Estrategia Ambiental Nacional y Provincial y las políticas de energía renovable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estrategia Ambiental Provincial y Nacional.</li> <li>Estrategia Ambiental de la Bahía de la Habana.</li> <li>Documentos del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis de documentos.</li> <li>Entrevistas con personal del PNUD y del proyecto.</li> </ul>
<b>Efectividad: ¿En qué medida se han logrado los resultados y objetivos previstos del proyecto?</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Ha sido el proyecto efectivo en alcanzar los resultados esperados?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ver indicadores en el marco de resultados estratégicos/marco lógico del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Documentos del proyecto.</li> <li>Reportes de avance trimestral y anual.</li> <li>Equipo del proyecto e interesados clave.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis de documentos.</li> <li>Entrevistas con interesados clave.</li> <li>Entrevistas con el equipo del proyecto.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cómo se manejaron los riesgos y supuestos del proyecto?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Integridad de la identificación de riesgos y supuestos durante la planeación y el diseño del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Documentos del proyecto.</li> <li>Reportes de avance trimestral y anual.</li> <li>Equipo del proyecto, PNUD e interesados clave.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis de documentos.</li> <li>Entrevistas.</li> </ul>
<b>Eficiencia: ¿El proyecto se implementó de manera eficiente en conformidad con las normas y los estándares internacionales y nacionales?</b>			

<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Han sido utilizados como herramientas de gestión durante la implementación del proyecto el marco lógico, los planes de trabajo o cualquier cambio realizado a estos?</li> <li>• ¿Han sido los sistemas financieros y contables adecuados para la gestión del proyecto y para producir información financiera precisa y a tiempo?</li> <li>• ¿Han sido los reportes de progresos precisos y puntuales? ¿Responden a los requerimientos de reporte?</li> <li>• ¿Ha sido la ejecución del proyecto tan efectiva como fue propuesta originalmente (planeado vs. actual)?</li> <li>• ¿El cofinanciamiento ha sido según lo planeado?</li> <li>• ¿Los recursos financieros han sido usados eficientemente?</li> <li>• ¿Han sido las adquisiciones realizadas de manera que se haga un uso eficiente de los recursos del proyecto?</li> <li>• ¿Cómo ha sido usado el enfoque de gestión basada en resultados durante la implementación del proyecto?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidad y calidad de los reportes financieros y de progreso.</li> <li>• Puntualidad y adecuación de los reportes entregados.</li> <li>• Nivel de discrepancia entre el gasto planeado y el ejecutado.</li> <li>• Cofinanciamiento planeado vs. actual.</li> <li>• Costo en función de los resultados alcanzados en comparación con los costos de proyectos similares de otras organizaciones.</li> <li>• Cuán adecuadas han sido las opciones seleccionadas por el proyecto en función del contexto, la infraestructura y el costo.</li> <li>• Calidad del reporte de gestión basada en resultados (reportes de progresos, monitoreo y evaluación).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentos del proyecto.</li> <li>• Equipo del proyecto.</li> <li>• PNUD.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de documentos.</li> <li>• Entrevistas claves.</li> </ul>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Sostenibilidad: ¿En qué medida hay riesgos financieros, institucionales, socioeconómicos o ambientales para sostener los resultados del proyecto a largo plazo?**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles son los principales desafíos que pueden dificultar la sostenibilidad de los resultados del proyecto? ¿Se han abordado durante la gestión del proyecto?</li> <li>• ¿Qué potenciales medidas podrían contribuir a la sostenibilidad de los esfuerzos logrados por el proyecto?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambios que podrían significar desafíos al proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentos del proyecto.</li> <li>• Equipo del proyecto.</li> <li>• PNUD.</li> <li>• Otros actores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de documentos.</li> <li>• Entrevistas.</li> </ul>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------

**Impacto: ¿Hay indicios de que el proyecto haya contribuido a reducir la tensión ambiental o a mejorar el estado ecológico, o que haya permitido avanzar hacia esos resultados?**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo ha contribuido el proyecto al saneamiento, conservación y desarrollo perspectivo de la Bahía de la Habana y a la reducción de la contaminación a las aguas internacionales?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grado en que el proyecto ha contribuido a la protección de las aguas internacionales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentos del proyecto.</li> <li>• Equipo del proyecto.</li> <li>• PNUD.</li> <li>• Otros actores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de documentos.</li> <li>• Entrevistas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿En qué medida el proyecto ha generado beneficios indirectos o directos a las comunidades a partir de los resultados y objetivo que obtuvo el proyecto?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel de impacto del proyecto en las comunidades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentos del proyecto.</li> <li>• Equipo del proyecto.</li> <li>• PNUD.</li> <li>• Otros actores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de documentos.</li> <li>• Entrevistas.</li> </ul>

## **PREGUNTAS COMPLEMENTARIAS**

Conforme la sección Enfoque y Métodos de Evaluación, de los términos de referencia, se sugiere que el equipo evaluador analice y complete la matriz de preguntas sugeridas en los términos de referencia (TdR), y que den respuesta a cada uno de los criterios de evaluación. Las modificaciones o ampliaciones a las preguntas formarán parte del informe inicial de la evaluación y serán incluidas como anexo en el informe final.

### **RELEVANCIA**

- ¿Este Proyecto es Replicable a otras regiones del Caribe, tal como fue planeado inicialmente por el GEF?
- ¿De qué maneras el proyecto da apoyo a las prioridades nacionales ambientales?

### **EFICIENCIA**

- ¿Se ajustó el marco lógico luego de procesos de monitoreo y evaluación?
- ¿Se ajustaron los costos y gastos en los POA's, Marco Lógico e informes?
- ¿La Unidad de Coordinación del Proyecto de la PTR cuenta con los instrumentos técnicos, administrativos y financieros necesarios para su gestión (manuales de operación y mantenimiento, manuales de organización y funciones, manuales financieros, prácticas de auditoría anuales internas y externas)?
- ¿Puede comentar sobre el desempeño del PNUD como Agencia de Implementación?
- ¿La unidad de gestión del proyecto y los otros actores involucrados respondieron adecuadamente a los problemas significativos de implementación (en su caso)?
- ¿Fueron adecuadas las agencias ejecutoras elegidas para realizar el proyecto?

### **SOSTENIBILIDAD**

- ¿Existe una entidad responsable de la gestión del proyecto que este fortalecida y que reciba el proyecto para su operación y mantenimiento, (una autoridad de la Bahía de la Habana)?

### **IMPACTO**

- ¿Se han generado cambios de conducta de las personas sobre la disposición y tratamiento de las aguas residuales para que no contamine el ambiente?
- ¿El proyecto generará trabajo, así como lo generó su construcción?
- ¿Cuáles considera usted que son los principales logros del proyecto?
- ¿Cuáles han sido las principales limitaciones del proyecto?

## **FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO**

- ¿Hubo diferencias significativas entre el co-financiamiento esperado y el monto obtenido? y de ser así, ¿cuáles fueron las razones de estas diferencias?
- ¿Fueron integrados adecuadamente los componentes del proyecto financiados externamente con los componentes financiados por el FMAM?
- ¿Hubo más recursos apalancados durante la ejecución del proyecto?

## **TRANSVERSALIZACION**

¿El proyecto tuvo impactos positivos o negativos en las poblaciones locales y en los medios de vida hasta la fecha?

¿Fueron tomados en cuenta los temas de género en el diseño e implementación del proyecto?, de haber sido así, ¿cómo y en qué medida?

¿Existe evidencia de que los resultados del proyecto han contribuido a una mejor preparación para enfrentar los desastres naturales?

## **LECCIONES APRENDIDAS Y RECOMENDACIONES**

¿Cuáles son las lecciones aprendidas (positivas y negativas), como resultado de este proyecto?

¿Cuáles fueron las mejores prácticas empleadas?

### 5.3 Resumen de visitas de campo

El objetivo del proyecto fue “la demostración de técnicas innovadoras para reducir la carga de nutrientes en la bahía de La Habana y a un nivel más amplio: en la región del Gran Caribe”. La reducción de entrada de contaminantes en la bahía se sustenta principalmente en el cumplimiento del **Resultado 1 el cual es: La planta de demostración se establece para reducir los nutrientes en la Bahía de La Habana y el Gran Caribe.** A continuación se presenta un cuadro que analiza cada una de las salidas que componen tal resultado:

INSPECCIÓN DE CAMPO PARA VERIFICACIÓN DE RESULTADOS	Terminado	FUNCIONANDO
Salida 1.1: Planeamiento y diseño de la PTR y sistema de colectores terminado. Satisfactorio	SI	Si. Se cuenta con planos finales
Salida 1.2 Adquisición de equipos tecnológicos y bienes para la PTR y el Sistema de Colectores. Detalle de la Ingeniería del Proyecto y Asistencia Técnica y Supervisión de la PTR. Proceso de licitación	SI	Instalado lo adquirido, Falta transformador
Salida 1.3: Construcción de la PTR Luyanó IV. Está pendiente de finalizar la construcción del digestor de lodos, colocar equipo para el sistema eléctrico y cableado para energizarlo.	SI	NO. Falta sistema eléctrico
Salida 1.4: Programa de operación, mantenimiento y monitoreo establecido. Se cuenta con documentos preliminares de Manual de la Puesta en Marcha de la PTR Luyanó IV y Manual de Operación, Mantenimiento y Monitoreo.	SI SI	NO
Salida 1.5: Colectores de aguas residuales instalados y en funcionamiento. Pendiente aún de construir 750 metros del Colector-1 (C1). La Empresa Aguas de La Habana tiene sistematizada su operación y mantenimiento.	SI	FALTAN 750 METROS C-1
Salida 1.6: Población cubierta por sistema de colectores. Según estimaciones del Proyecto al completar los 750 metros del C-1 serán beneficiadas 62,000 personas.	SI	Si, Faltan viviendas vinculadas a los 750 metros del C-1.
Salida 1.7: Consulta con las partes interesadas y el proceso de sensibilización. Se han implementado programas de sensibilización y educación con las comunidades beneficiadas.	SI	SI
Salida 1.8: Identificación de alternativas para la utilización de los lodos. Se debe hacer un estudio que determine si es posible el reúso de los lodos debido a que en el tratamiento se pretende utilizar alúmina (sulfato de aluminio), que es una sustancia toxica.	NO	NO

**El Resultado 2: Proyectos de demostración enfocados en el reciclado de nutrientes y energía procedentes de residuos y aguas residuales.** Fue la construcción y operación del edificio “Cero Emisión” el cual reutiliza las aguas residuales grises, se constató en campo su funcionamiento y su uso en la agricultura en el cultivo de productos agrícolas (plátanos, al momento de la visita del EE). Las aguas residuales con excretas se disponen finalmente a los colectores del sistema cercano. El siguiente cuadro resume su cumplimiento.

<b>VISITAS DE CAMPO, Infraestructura VISITADA</b>	<b>Terminado</b>	<b>Funcionando</b>
Salida 1.1: La construcción del Edificio está finalizada y el tratamiento separado de las aguas residuales negras y grises está instalado.	Si	Si
Salida 1.2: El programa para la transferencia de Tecnología está establecido	Si	Si
Salida 1.3: Sistema de Humedal adecuado para el reciclaje de aguas residuales generadas	Si	Si
Salida 1.4: El programa de estudio, seguimiento e investigación en la Unidad Cero Emisión está establecido.	Si	Si

## 5.4 Términos de Referencia utilizados para la evaluación

### TÉRMINOS DE REFERENCIA DE LA EVALUACIÓN FINAL

**PROYECTO PNUD/GEF “Demostración de Alternativas Innovadoras para la Rehabilitación de las Bahías fuertemente contaminadas del Gran Caribe”. (PIMS 1443).**

#### INTRODUCCIÓN

De acuerdo con las políticas y los procedimientos de SyE del PNUD y del FMAM, todos los proyectos de tamaño mediano y regular respaldados por el PNUD y financiados por el FMAM deben someterse a una evaluación final una vez finalizada la ejecución. Estos términos de referencia (TdR) establecen las expectativas de una Evaluación Final (EF) del proyecto GEF/PNUD “Demostración de Alternativas Innovadoras para la Rehabilitación de las Bahías fuertemente contaminadas del Gran Caribe”. (PIMS 1443).

Cuadro sinóptico del proyecto

Título del proyecto:	Demostración de Alternativas Innovadoras para la Rehabilitación de las Bahías fuertemente contaminadas del Gran Caribe.			
Identificación del proyecto del FMAM:			<i>al momento de aprobación (millones de USD)</i>	<i>al momento de finalización (millones de USD)</i>
Identificación del proyecto del PNUD:	12188	Financiación del FMAM:	4,04	4,04
País:	Cuba	IA y EA poseen:	n/a	n/a
Región:	Caribe	Gobierno:	16,0	40,0
Área de interés:	IW	Otro (UNDP/Cuba):		
Programa operativo:	OP#10	Cofinanciación total:		
Organismo de Ejecución:	CITMA (Delegación La Habana)	Gasto total del proyecto:		

Otros socios involucrados:	<p>Empresa de Servicios Ingenieros Hidráulicos de Occidente (ESIHO) Delegación Provincial del INRH La Habana.</p> <p>Unidad de Gestión y Contratación, UGDC Almendares /ESIHO</p> <p>Empresa de Investigaciones y proyectos Hidráulicos de Villa Clara.</p> <p>Empresa de Investigaciones y proyectos Hidráulicos de La Habana.</p> <p>Empresa de Proyectos de Ingeniería y Arquitectura #11, Camagüey.</p> <p>Centro de Investigación y Desarrollo de la Construcción (CIDC).</p>	Firma del documento del proyecto (fecha de comienzo del proyecto):		25 de Abril del 2002
		Fecha de cierre (Operativo):	Propuesto: Diciembre 2016	

## OBJETIVO Y ALCANCE

La contaminación de las aguas terrestres y marinas en la región del Caribe constituye un severo problema, significando serias afectaciones sociales, económicas y ambientales en esta área geográfica.

La calidad ambiental de los cuerpos fluviales en nuestro país, se ha visto afectada en mayor o menor grado por los vertimientos de las aguas residuales de los asentamientos humanos y de los focos contaminantes de la actividad agropecuaria, industrial e instalaciones de servicios que disponen sus residuales crudos o tratados insuficientemente en estos ecosistemas.

La contaminación de las aguas terrestres y marinas se ha mantenido presente como una problemática ambiental a escala nacional, en lo cual ha incidido en gran medida el manejo deficiente de las aguas residuales; ocasionadas por la falta de redes de alcantarillado, su existencia parcial o su estado

defectuoso en muchos casos, acompañado de la insuficiencia o ausencia de sistemas de tratamientos entre otras causas.

La calidad de las aguas en el ecosistema de la Bahía de la Habana se encuentra fuertemente afectada por las cargas contaminantes que se vierten sin el tratamiento adecuado. Gran parte de estas se tributan a través de los ríos Luyanó, Martín Pérez y el Arroyo Tadeo, identificándose entre estos al río Luyanó como el de mayor aportes de cargas contaminantes a este ecosistema.

Actualmente son confirmados y reconocidos los resultados alcanzados en la recuperación ambiental de la Bahía de la Habana.

Las medidas implementadas en el Programa de Saneamiento Ambiental de la bahía de la Habana (en el cual se inserta el proyecto), que tienen como base las recomendaciones derivadas del primer proyecto GEF RLA-93-G41 “ Planificación y Manejo de Bahías y áreas costeras fuertemente contaminadas del Gran Caribe” y que han sido desplegadas por el GTE Bahía de La Habana (creado por una de estas recomendaciones), de conjunto con las múltiples iniciativas (normativas, institucionales, de coordinación, técnicas, etc ) desarrolladas por este grupo y por las diversas entidades involucradas en la rehabilitación y desarrollo de este importante ecosistema de la capital del país, han logrado detener su deterioro y lograr el progresivo mejoramiento de su calidad ambiental .

Objetivo Ambiental General: Demostrar y proponer la replicación de alternativas técnicas, de manejo, legislativas y educativas para reducir las cargas de nutrientes a la Bahía de la Habana y a la Región del Gran Caribe.

Objetivo a largo plazo: Promover y facilitar el desarrollo y manejo sostenible de la Bahía de La Habana y diseminar exitosamente estas alternativas en otras bahías del país y de la región con similares desafíos.

### **Datos de interés del Proyecto**

Oficina Nacional del Proyecto (ONP): Delegación del CITMA de La Habana.

Contraparte extranjera: Desde el 2002 hasta el 2015 la modalidad de implementación del proyecto fue ejecución por Agencia. La Oficina de Servicios a Proyectos de las Naciones Unidas (UNOPS, por sus siglas en inglés) de Guatemala fue contratada como entidad ejecutora del proyecto en Cuba y para su implementación el PNUD Cuba. El 2015 cambia a Modalidad NIM (ejecución nacional a través de PNUD Cuba).

### **Resultados e inversionistas de los mismos.**

Resultado 1: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV (con remoción de nutrientes y sistema de colectores asociado a la misma. Contempla la utilización de los lodos residuales generados),

Inversionista: INRH, a través de las siguientes entidades

Entidades Inversionistas	Rol
Delegación de Recursos Hidráulicos La Habana	Inversionista Principal
Empresa de Servicios Ingenieros Hidráulicos de Occidente, ESIHO	Inversionista Directo
Unidad de Gestión y Contratación, UGDC Almendares/ESIHO	Inversionista Directo

Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos Villa Clara	Empresa de Proyectos y Control de Autor
Empresa de Proyectos de Ingeniería y Arquitectura #11, Camagüey	Empresa de Proyectos
Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos La Habana	Empresa de Proyectos

La PTR Luyanó IV constituye el resultado principal del proyecto. Está concebida para tratar 600 litros/seg pero se ha planteado su ejecución modularmente y actualmente se ejecuta el primer módulo con los fondos del GEF para tratar 200l/seg y se prevé su terminación en Diciembre del 2016.

El tratamiento ejecutado es un sistema de lodos activados (proceso biológico aerobio de cultivo en suspensión) tipo convencional, con remoción de nutrientes, su finalidad es la de reducir la materias orgánicas y además nitrógeno y fósforo, en correspondencia con los valores consignados en la NC 27:2012 para un cuerpo receptor Clase B.

Este sistema de tratamiento contempla la remoción de nutrientes y la utilización de los lodos residuales que se generan durante el tratamiento de las aguas residuales.

Entre las etapas principales de trabajo que se han llevado a cabo se encuentran:

- 1) Diseño de ideas conceptuales e Ingeniería Básica, desarrollado por la Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos Villa Clara
- 2) Proceso de Licitaciones para la ejecución de la obra, seleccionándose la Empresa ESSEI EUROPROGETTI
- 3) Ingeniería de Detalle o Proyecto Ejecutivo desarrollado por la Empresa ESSEI EUROPROGETTI con participación de la Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos Villa Clara.
- 4) Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental para la ejecución de la PTR Luyanó IV, el cual conllevó a un Estudio de Impacto Ambiental realizado por el Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas y el Proceso de Evaluación por la Unidad de Medio Ambiente de la Delegación Provincial del CITMA de Ciudad de la Habana, concluyendo con el otorgamiento de la Licencia Ambiental para la ejecución de esta obra. La licencia Ambiental ha sido actualizada de acuerdo a modificaciones realizadas al proyecto que así lo han requerido y se han efectuado controles por la Delegación CITMA a las condicionales establecidas en la misma.
- 5) Actualmente se ejecuta la construcción (fase final) por la Empresa de Servicios de Ingeniería Hidráulica de Occidente (ESIHO), a través de la Unidad de Gestión, Dirección y Contratación (UGDC) Almendares.

Características de las aguas residuales (afluente) que llega a la planta: D.B.O<sub>5</sub> - 200 mg/l, Sólidos en Suspensión - 220 mg/l, DQO - 500 mg/l, N-Kjeldhal - 32 mg/l, P-total - 9 mg/l.

Características que debe poseer el efluente de la planta y que deben ser garantizados por el tratamiento, de acuerdo con la NC27:1999 "Vertimiento de Aguas Residuales a las Aguas Terrestres y al Alcantarillado, para un cuerpo receptor de agua de categoría B", como fue clasificado el río Luyanó. D.B.O<sub>5</sub> - 40 mg/l, Sólidos sedimentables totales - 2 ml/l, DQO - 90 mg/l, N-Kjeldhal - 10 mg/l, P-total - 4 mg/l.

### **El Flujo tecnológico de la PTR Luyanó IV concebido en el proyecto.**

Existen dos líneas de trabajo en la Planta la línea de aguas y la línea de lodos:

## Línea de Aguas

1. Registro de Entrada: El agua residual captada por los colectores llega al registro de entrada que regula el caudal de agua residual que entra a la planta o se desecha.
2. Estación de Bombeo: Debido a la profundidad de llegada del colector se requerirá del empleo de una estación de bombeo, que estará conformada por un pozo para el grueso, una reja gruesa, un cribado a través de filtros cóclea y un pozo húmedo. la estación de bombeo estará dotada de un sistema de extracción de los gases malolientes para su posterior tratamiento con un biofiltro.
3. Pozo del grueso: Debido al cambio de sección entre el conducto y el depósito, el agua reduce su velocidad decantando todos los objetos de dimensiones y peso específico significativo. La extracción de estos sólidos se realiza mediante una cuchara bivalva, la que está acoplada a un polipasto manual de 1,0 t de capacidad y serán descargados en un contenedor móvil para posteriormente depositarlos en el basurero municipal.
4. Rejas gruesas: Previo a las bombas, se propone que el agua cruda sea cribada, las rejas gruesas son de apertura entre barras de 100 mm con limpieza manual. Las rejas se instalarán en canales de entrada individual con compuertas de accionamiento mecánico, de tal forma que el ingreso de agua a cada reja se pueda aislar durante la etapa de mantenimiento. Los residuales extraídos se depositan en contenedores.
5. Filtros cóclea: Es un tornillo sinfín que eleva los residuos retenidos en el tamiz en su parte inferior (con orificios de 12.5 mm), mediante escobilla y los comprime, escurriendo el agua hacia el propio canal, realizándose la limpieza mecánicamente, disminuyendo aún más el diámetro de las partículas que llegarán a los equipos de bombeo. Los residuos obtenidos aquí se depositan en contenedores.
6. Pozo de bombas: Permite elevar el agua residual a una altura piezométrica tal, que permitirá llegar al resto de los procesos y operaciones del tratamiento del agua residual, por gravedad. Se usarán cinco bombas centrífugas sumergibles de impelentes abiertos.
7. Pretratamiento: El agua bombeada llega a una cámara de distribución que permitirá distribuir el agua para la primera y segunda etapa; para el aislamiento de las mismas, se dispondrá de las correspondientes compuertas manuales. Es un edificio techado con dos pisos; los filtros rotatorios estarán alojados en la planta alta, en la planta baja en un local se ubicarán: el clasificador de arena, las trampas de grasa, el compactador de sólidos y en el otro los filtros banda, los tanques de preparación de la solución de hidrato de cal y de alúmina y las bombas dosificadoras de ambos. Hay también un canal de bypass para la evacuación del residual a la salida del desarenador-desgrasador, en el caso de rotura de equipos.
8. Filtro rotatorio: Tiene como objetivo eliminar partículas mayores de 2.5 mm, que es el pasaje libre de los tamices; su limpieza es automática mediante temporizador eléctrico regulable que fija el tiempo de la misma. La evacuación de los residuos extraídos se efectúa directamente a dos tornillos helicoidales (sinfín) los cuales descargan libremente a un compactador.
9. El compactador: Tiene el objetivo de reducir el volumen de dichos residuos y de enviarlos a un contenedor, el agua extraída se recircula al inicio de la planta, a través del alcantarillado interior.
10. Desarenador-Desgrasador: El desarenador tiene como objetivo remover la arena (las materias pesadas de granulometría mayor de 200 micras), que no contiene materia orgánica a descomponer y puede ser extraída del proceso evitando la sedimentación de las mismas en los canales, tanques y conducciones; El desengrasado tiene por objetivo eliminar los cuerpos flotantes más ligeros que el agua y que tienden a subir tales como grasas y aceites, espumas, fibras, pelos entre otros, aumentando el arrastre de las mismas mediante aireación la que se realizará mediante inyección de aire a baja presión a través de difusores tubulares de burbuja gruesa instalados a lo largo del canal; estas desmenuarán las grasas, evitando a la par la sedimentación de la materia orgánica.

La presencia de grasas favorece la ocurrencia de problemas en la sedimentación, en el tratamiento biológico y perturban la digestión de los lodos. Estas dos operaciones: el desarenado y el desengrasado, aunque de carácter distinto, se realizan en el mismo equipo, el cual consta de dos unidades trabajando en paralelo, del tipo horizontal con aireación.

11. Clasificador de Arena: A este equipo llega una mezcla de agua-arena bombeada desde el desarenador, donde la arena escurre antes de ser trasladada a un contenedor previo a su disposición final. El agua drenada se evacúa para el alcantarillado interior de la planta y se recircula.
12. Trampas de Grasa: A ella llegan los flotantes, que son empujados hacia el extremo del desarenador por un dispositivo superficial ubicado en el puente transversal móvil, hasta una bandeja recolectora donde son captados y enviados por gravedad a la trampa; por un tiempo los flotantes son retenidos y desde ahí evacuados hacia un contenedor y el agua fluye constantemente hacia el sistema de alcantarillado interior, recirculándose.
13. Caudalímetro: Es donde se realiza la medición del caudal al residual, y es del tipo electromagnético.
14. Cámara de Distribución: En esta cámara el efluente del caudalímetro se divide equitativamente hacia los dos sedimentadores primarios, a través de compuertas de accionamiento manual.
15. Sedimentador Primario: El objetivo de la decantación primaria es el de permitir que se depositen las partículas que se encuentran en estado de suspensión en el agua residual y donde una parte significativa es de origen orgánico, el lodo obtenido pasa a la Línea de Lodos. La entrada desde la cámara de distribución es mediante una tubería colocada por debajo del decantador, y que asciende por el centro del mismo hasta el pozo disipador (amortiguador). El sistema utilizado es de puente radial con arrastre periférico, para facilitar la extracción del lodo sedimentado y los sobrenadantes. La evacuación del agua sedimentada se realiza a través de vertedores perimetrales. En este proceso se remueve una fracción de los sólidos suspendidos y, de la materia orgánica del agua residual.
16. Cámara de Recogida: En esta el gasto se divide equitativamente hacia las dos líneas de tratamiento secundario, a través de tres compuertas accionadas manualmente, dos serán para las cámaras anoxias y la tercera para el canal de by-pass, si fuera necesario su uso.
17. Reactor biológico: Antes de pasar al reactor el agua es retenida por un tiempo en la Cámara Anoxia donde ocurre una reacción de desnitrificación donde el oxígeno disuelto en el agua es insuficiente o nulo y: algunas bacterias facultativas heterotróficas utilizan el nitrato como receptor de electrones en vez del oxígeno, desprendiéndose Nitrógeno gaseoso, o pasando este a formar parte de las células. Al pasar al reactor el nitrógeno orgánico se hidroliza y al estar en presencia de oxígeno libre, debido a la aireación forzada, se reduce sucesivamente a nitrito  $\text{NO}_2^-$  (por las Nitrosomonas) y a nitrato  $\text{NO}_3^-$ , (por las Nitrobacter) posteriormente pasa por una sección anóxica dentro del propio reactor y en ella se vuelve a producir otra desnitrificación, donde el nitrógeno N se escapa en forma gaseosa hacia la atmósfera.
18. En el reactor biológico se mantiene una masa activa de microorganismos que en presencia de oxígeno actúan sobre la materia orgánica biodegradable en suspensión, disuelta y coloidal presente en el agua residual, convirtiéndola en gases y tejido celular que puede ser separado posteriormente por sedimentación. La aireación en el reactor garantiza las concentraciones de oxígeno requeridas para el proceso de degradación de la materia orgánica y para que el proceso de nitrificación y desnitrificación biológica sean óptimo. La remoción casi completa del nitrógeno es a través del proceso de desnitrificación.
19. Sedimentador Secundario: El licor mezclado procedentes de los reactores biológicos llegará a los sedimentadores secundarios, los cuales constituyen un elemento integral en el proceso de tratamiento de lodos activados donde ocurre la decantación de los sólidos (la mayoría se recirculan al reactor para mantener en el reactor una concentración del fango activado que garantice el tratamiento requerido, mientras que la otra parte se purga del sistema y pasan a la Línea de Lodos). Para facilitar la extracción del lodo sedimentado, se emplea el mismo mecanismo giratorio con

- rasquetas, que fue visto en el sedimentador primario,
20. Estación de Bombeo de Lodos Recirculados: Está en un pozo común con las bombas de lodo en exceso, su función es garantizar una concentración de sólidos (biomasa) que garanticen un proceso de depuración eficiente de las aguas residuales, por lo que se recircula gran parte del lodo obtenido en el sedimentador secundario hacia el reactor.
  21. Tanque de Contacto: El agua residual tratada antes de ser vertida al río Luyanó, que es el cauce receptor, debe ser desinfectada. Entre los constituyentes biológicos presentes en las aguas residuales se encuentran organismos patógenos que debido a su alto potencial infeccioso generan enfermedades severas que pueden conllevar a la muerte: Bacterias (cólera, la fiebre tifoidea, la salmonelosis etc, virus (enterovirus, adenovirus, retrovirus, y hepatitis infecciosa), parásitos etc.
  22. La desinfección consiste en la destrucción o desactivación de organismos patógenos con el fin de prevenir la dispersión de enfermedades. El tanque de contacto fue diseñado para asegurar un tiempo de retención que logre la desinfección pero impida la salida del cloro residual al río, el tiempo de retención hidráulico (TRH) es de 30 min para el caudal promedio total.
  23. Edificio de Cloración: Para la desinfección se empleará como agente químico el hipoclorito de sodio. En este se ubicarán los tanques de almacenamiento de hipoclorito y las bombas dosificadoras de cloro.
  24. Filtro de arena: Se ha previsto filtrar parte del agua clorada en filtros rápidos. El agua filtrada se propone usarla para la limpieza de los viales, riego del área verde, mantenimiento de los filtros rotativos, operación y mantenimiento de los Filtros Banda, elaboración de las soluciones de alúmina e hidrato de cal, rejas de limpieza manual o cualquier otro tipo de equipo o instalación.
  25. Bombas para el Agua de Reuso: Es un grupo hidropresor conformado por tres bombas en paralelo que asegurarán la presión de trabajo requerido para los diferentes usos que se le dará a esta agua, esto ayudará a economizar el uso de agua potable en la instalación.

El efluente adecuadamente tratado es vertido al río Luyanó, cumpliendo los parámetros de la NC 27-2012.

#### Línea de lodos

1. Estación de bombeo de Lodos Primarios: Es donde convergen los lodos y el sobrenadante extraídos de los sedimentadores primarios, La extracción de los fangos se realiza por carga hidráulica a través de tubería con válvula de accionamiento manual; ambos son bombeados hacia el Espesador
2. Estación de Bombeo de Lodos en Exceso: Se encuentra en el mismo pozo de las bombas de lodos recirculados. Su objetivo es extraer el sólido que no es requerido para mantener la concentración de sólidos en suspensión del tratamiento por lodos activados, bombeándolos hacia el Espesador.
3. Estación de Bombeo de Flotantes del Sedimentador Secundario: Los sobrenadantes de los dos sedimentadores secundarios son recolectados y bombeados hacia el Espesador
4. Espesador de gravedad: La mezcla de los lodos primarios, secundario y de los flotantes se caracterizan por ser lodos pesados, fáciles de espesar, su objetivo es reducir su humedad y obtener una mayor concentración y reducción del volumen del lodo para el tratamiento posterior. Para lograr el espesamiento y compactación del lodo este está equipado con puente raspador de arrastre central. La salida del agua del sobrenadante se hace por medio de una toma superficial flotante hacia una tolva diseñada para su efecto, recirculándose hacia la entrada de la P.T.R. La extracción de los lodos es a través de una tubería con una válvula automática hacia la estación de bombeo de fangos espesados.
5. Estación de Bombeo de Lodos Espesados: Donde se almacenan y desde donde se bombean los lodos espesados hacia el Digestor Anaerobio.

6. Digestión Anaerobia : Los lodos previamente espesados son tratados con el fin de lograr su mineralización El proceso de digestión es un proceso biológico de degradación de la materia orgánica, en condiciones desprovistas de oxígeno, mediante la acción de bacterias anaerobias, garantizándose que no exista problemas higiénicos en su evacuación y disposición. El tiempo de retención de los lodos en el digestor es de 20 d. Para favorecer la agitación y homogenización de los lodos, se plantea la alternativa de una agitación mediante la inyección de lodo a presión procedente del propio digestor. El pH deberá estar próximo a 7, no debiéndose bajar por debajo de 6 porque se produciría una inhibición de las bacterias metánicas y por tanto de la producción de biogás, esto se controlará mediante la dosificación de una solución de hidrato de cal.
7. Estación de Bombeo de Lodos Digeridos: Es donde se almacenan los lodos digeridos y desde donde son bombeados hacia los Filtros Banda.
8. Filtros Banda: Los lodos estabilizados posteriormente son deshidratados con vistas a disminuir su volumen y facilitar su posterior manejo (disposición final o reutilización). Los filtros bandas son equipos que extraen el agua al lodo digerido para disminuir el volumen de lodos a transportar; para lograr el engrosamiento de la capa de lodo sobre la banda del equipo, y por tanto el aumento de la eficiencia del filtro, se le adiciona previamente una solución de alúmina y de hidrato de cal al lodo, el agua utilizada para las soluciones y para el mantenimiento de los filtros, es agua de reuso; el agua que drena del proceso de secado y del mantenimiento se retorna al inicio de la planta.
9. Caseta de biogás: El biogás producido en el digestor anaerobio contiene algunos gases que poseen malos olores, como es el ácido sulfhídrico (SH), por lo que deben ser depurados a través de un filtro, este estará situado, conjuntamente con el equipo que da su mantenimiento en esta caseta.
10. Chimenea (Antorcha): Por el momento el biogás producido se quemará, ya que el volumen de metano que se espera no es significativo, pero se trabaja y se sigue estudiando la posibilidad de su reutilización, por ser una fuente de energía renovable y eliminar las emisiones a la atmósfera en una zona densamente poblada, garantizando una mayor protección ambiental.

#### Sistema de Colectores tributario a la PTR Luyanó IV

El sistema de colectores previsto contempla la ejecución de tres colectores (C1, C2, C3) que garantizarán que llegue a la Planta los 200 l/s necesarios para la puesta en marcha de la PTR. El sistema abarca 7.2 Km. de tubería de grandes diámetros y 7.4 Km. de diámetros pequeños que van desde de 160 mm hasta 1200 mm. Los mismos conducirán aguas residuales de Repartos del Municipio San Miguel del Padrón (Juanelo, Bien aparecida, La Fernanda, California, Carolina)

Estas obras han sido de gran complejidad, por las características de los suelos donde se instalan, las profundidades de instalación que se requieren; además de que se ejecutan en zonas urbanas, pobladas, con presencia de tráfico y de otros sistemas de redes técnicas en el área afectada por el trazado de los colectores. Esto ha exigido la aplicación de medidas complementarias para garantizar la calidad de los trabajos, la protección de las tuberías y de los trabajadores.

En este sentido también se ha desarrollado una campaña de sensibilización con la población de estas zonas que son intervenidas, explicando el propósito y la importancia de las obras que se acometen.

El sistema de colectores se encuentra al 90 % de ejecución debiendo estar terminado en el cuarto trimestre del año. C1: 4,2 km faltan 700 m por instalar para cumplimentar el 100 %; C2: 1,7 km instalados; C3: 1,3 km instalados.

RESULTADO 2. Demostración de proyectos para el reciclaje de nutrientes y energía, provenientes de las aguas residuales. Unidad Cero Emisión. Inversionista: MICONs, a través del Centro Técnico de Desarrollo de Materiales de la Construcción (CTDMC). Actualmente Centro de Investigación y Desarrollo de la Construcción (CIDC).

El proyecto demostrativo Cero Emisión se encuentra concluido. Este proyecto posee carácter experimental, ha abarcado la construcción de un edificio de viviendas Cero Emisión de 4 plantas con 16 apartamentos, con novedosos sistemas constructivos desarrollados en el Centro Técnico para el Desarrollo de Materiales de Construcción. El mismo cuenta con un sistema noruego de redes hidrosanitarias independientes para el tratamiento por separado de las aguas negras (residuales de inodoros) y aguas negras (residuales de cocina, lavamanos, duchas) y el posterior reúso de las aguas residuales y sólidos tratados.

Las instalaciones hidrosanitarias cuentan de dos sistemas de inodoros de bajo consumo de agua, el sistema Miniflush en 8 apartamentos y el sistema de Inodoros al vacío los 8 restantes que descargan con 1 a 1,7 litros de agua en el caso de los primeros y un litro de agua en el caso de los segundos.

Con el uso de ambos sistemas la cantidad de agua por descarga es mucho menor que en sistemas convencionales (que usan entre 6 -20 litros por descarga). El proyecto también promueve la digestión de los residuos de inodoros y su reutilización. Las aguas grises son tratadas en un sistema de Tanque séptico y humedal y reutilizadas en el riego de áreas agrícolas.

El Proyecto del humedal contempla la incorporación de 9 viviendas adicionales a las 16 del edificio Cero Emisión.

Las aguas negras provenientes de las descargas de las dos variantes de inodoros tributan independientemente cada una a su correspondiente tanque séptico.

Teniendo en cuenta la complejidad tecnológica de la variante de vacío, se cuenta con una variante alternativa tradicional la cual se encuentra funcionando actualmente debido a roturas de las bombas de vacío.

El proyecto Cero Emisión también incluye la utilización de la energía solar, mediante la utilización de celdas fotovoltaicas que suministren la energía para el agua caliente de los 16 apartamentos y el funcionamiento de las bombas al vacío de los inodoros.

Este proyecto pasó por un proceso de Evaluación de Impacto Ambiental por la autoridad competente, otorgándosele la Licencia Ambiental.

Tabla Resumen del Objetivo, Resultados – Productos y Actividades

<p>Objetivo Ambiental General: Demostrar y proponer la replicación de alternativas técnicas, de manejo, legislativas y educativas para reducir las cargas de nutrientes a la Bahía de la Habana y a la Región del Gran Caribe.</p>	<p>La meta esperada es que la PTR Luyanó IV alcance la remoción de nutrientes siguiente: N: 32 mg/l como mínimo hasta 10 mg/l. P: 9 mg/l como mínimo hasta 4 mg/l                  Con la PTR Luyanó IV en funcionamiento se alcanzarán las siguientes reducciones de carga de contaminante de nutrientes y materia orgánica:</p> <p>a. Reducción de nitrógeno (toneladas métricas por año). Carga del residual crudo 553 Kg/d, equivalente 0,553 ton/d equivalente 201,845 t/año. Carga del residual tratado 180 kg/d, equivalente 0,180 ton/d, equivalente 65,7 t/año. Carga contaminante nitrógeno que se reducirá por año 136,145 ton/año. 67 % Eficiencia.</p> <p>b. Reducción de fósforo (P-Total) (toneladas métricas por año). Carga del residual crudo 155,52 Kg/d, equivalente 0,155 ton/d equivalente 56,7 T/año. Carga del residual tratado 69,12 kg/d, equivalente 0,069 ton/d, equivalente 25,22 t/año. Carga contaminante nitrógeno que se reducirá por año 31.48 ton/año. 55 % Eficiencia.</p> <p>c. Demanda Biológica de Oxígeno (toneladas métricas por año). Carga del residual crudo 3460 Kg/d, equivalente 3,460 ton/d equivalente 1262T/año. Carga del residual tratado 690 kg/d, equivalente 0,690 ton/d, equivalente 251.85 t/año. Carga contaminante DBO5 que se reducirá por año 1010,15 ton/año. 80 % Eficiencia</p>
<p>Resultado 1: PTR Luyanó IV</p>	
<p>Salida 1.1: Planeamiento y diseño de la PTR y sistema de colectores terminado.</p>	<p>La meta de esta salida es el Proceso de Licitación finalizado. Esta meta se encuentra cumplida.</p>
<p>Salida 1.2: Construcción de la PTR Luyanó IV.</p>	<p>La meta esperada es la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV finalizada.</p>
<p>Salida 1.3: Programa de operación, mantenimiento y monitoreo establecido.</p>	<p>La meta esperada es que el Programa de operación, mantenimiento y monitoreo se ponga en ejecución con la puesta en marcha de la PTR Luyanó IV.</p>
<p>Salida 1.4: Colectores de aguas residuales instalados y en funcionamiento.</p>	<p>La meta esperada es que los 7.2 Km colectores de grande diámetros se encuentren instalados.</p>
<p>Salida 1.5: Población cubierta por sistema de colectores.</p>	<p>La meta esperada es que 62 000 habitantes posean cobertura del sistema de colectores instalados.</p>
<p>Salida 1.6: Consulta con las partes interesadas y el proceso de sensibilización.</p>	<p>La meta esperada es que consulta de las partes interesadas y la estrategia de sensibilización se encuentran diseñadas y aplicadas.</p>

Salida 1.7: Identificación de alternativas para la utilización de los lodos.	La meta esperada es que al operar la PTR Luyanó IV, la mejor alternativa de reutilización de los lodos se seleccione.
Resultado 2: Demostración de Proyecto Dirigido al reciclaje de nutrientes de las aguas residuales. Experimento Cero Emisión	
Salida 1.1: La construcción del Edificio está finalizada y el tratamiento separado de las aguas residuales negras y grises está instalado.	La meta esperada es el Ahorro de agua por inodoros al vacío y los sistemas hidrosanitarios de las aguas negras y grises separados este ejecutada y funciona correctamente. Esta meta está cumplida.
Salida 1.2: El programa para la transferencia de Tecnología está establecido.	La meta esperada es que el programa de Transferencia de Tecnología esté ejecutado. Esta meta está cumplida.
Salida 1.3: Sistema de Humedal adecuado para el reciclaje de aguas residuales generadas.	La meta esperada es que el Sistema de Humedal esté ejecutado y en uso. Esta meta está cumplida.
Salida 1.4: El programa de estudio, seguimiento e investigación en la Unidad Cero Emisión esté establecido.	La meta esperada es que el programa de estudio, seguimiento e investigación en la Unidad Cero Emisión esté establecido.

## Circunstancias especiales ocurridas desde el inicio del Proyecto

### Antecedentes del Proyecto

- Entre 1995 y 1998 se llevó a cabo la fase piloto del proyecto Regional del Fondo Mundial del Medio Ambiente (GEF, según sus siglas en inglés) "Planning and Management of Heavily Contaminated Bays and Coastal Areas in the Wider Caribbean" donde participaron Colombia (Bahía de Cartagena), Costa Rica (Puerto Limón), Jamaica (Kingston) y Cuba (Bahía de La Habana). Este Proyecto recomendó, entre otras medidas, un Plan de Inversiones para la rehabilitación ambiental de la Bahía de La Habana que contempla el tratamiento y disposición final de contaminantes tributarios a la mencionada Bahía.
- Para el seguimiento se previó entonces un proyecto de inversión de escala regional que terminó ejecutándose solo en La Habana a través del Proyecto actual.
- Sin embargo, en la primera formulación del PRODOC (año 1998) no dio lugar a un documento de proyecto firmado por las partes. Esto ocasionó un atraso por la espera que los otros tres países participantes en la fase piloto se adhirieran formalmente a este nuevo Proyecto. Colombia y Costa Rica decidieron no participar y se esperó por Jamaica, país que finalmente desistió.
- No es hasta el año 2002 que se decide revisar y adecuar el Proyecto para ejecutar las acciones nacionales en el área de la Bahía de La Habana. En Abril de ese propio año el Proyecto es firmado entre el Gobierno cubano y el PNUD La Habana.
- El Objetivo Principal del Proyecto es la demostración de técnicas innovadoras para reducir la carga de nutrientes ( $N_2$  y P) en la Bahía de La Habana y a un nivel más amplio en la región del Gran Caribe. Los resultados principales esperados son: la construcción de una Planta de Tratamiento de Residuales Líquidos (PTRL) incluyendo todo un sistema de reutilización de lodos y; un edificio de 16 apartamentos "Cero Emisión" que incluye la construcción de un humedal para el reciclaje de las aguas residuales provenientes de dicho edificio. La construcción de dicha PTRL conllevó a la necesidad de construir un sistema de colectores (alcantarillado) de 15 kilómetros para la recolección de las aguas residuales de una población de aproximadamente 60 000 habitantes pertenecientes al municipio de San Miguel del Padrón.

### Etapas del proyecto.

- El Proyecto se firma en abril del año 2002 como se mencionó anteriormente y hasta enero del 2003, se lleva a cabo la fase de movilización, lo que incluyó la creación de condiciones para conformar la Oficina Nacional del Proyecto (ONP), la creación de las entidades ejecutoras como la DIP Almendares, búsqueda de otras vías de financiamiento internacional (en el caso de la experiencia Cero Emisión se logró un cofinanciamiento del gobierno de Noruega), entre otras cuestiones de orden organizativo.
- Los tres componentes de este Proyecto que determinan el alcance de los resultados esperados: 1) PTR Luyanó IV; 2) Sistema de Colectores asociados a la misma y; 3) Experimento Cero Emisión, que incluye construcción de humedal han conllevado el desarrollo de diferentes fases:
  - a) FASE DE ESTUDIOS PRELIMINARES : Enero/2003 a Octubre/2003
  - b) FASE DE PROYECTOS DE INGENIERÍA BÁSICA: Noviembre/2003 a Marzo/2004
  - c) FASE DE LICITACIÓN INTERNACIONAL: Abril/2004 – Noviembre/2005
  - d) FASE DE CONTRATACIÓN: Enero/2005
  - e) FASE DE PROYECTOS DE INGENIERIA DE DETALLE: Enero/2005 – Mayo/2005
  - f) RECEPCION DE SUMINISTRO TECNOLÓGICO, MATERIALES E INSUMOS: Noviembre/ 2005 – Mayo/ 2006 (aproximadamente 91 contenedores)
  - g) FASE DE CONSTRUCCIÓN CIVIL: Mayo/2005 – hasta la fecha.

El proyecto ha sido objeto de varias prórrogas para su conclusión.

- La formulación del Proyecto desde el año 1998 y su aprobación cuatro (4) años después, influyó indudablemente en las condiciones para el desarrollo del Proyecto. Por ejemplo, cambiaron las condiciones para la construcción civil, se encarecieron diversos materiales por el aumento del precio de las materias primas en el mercado mundial, entre otros.
- El proceso de licitación y contratación de la firma extranjera requirió mucho más tiempo del planificado en el cronograma inicial considerando además de que este Proyecto fue implementado desde la oficina de UNOPS en Guatemala y debió ajustarse tanto a los requerimientos de Naciones Unidas y como a los del Gobierno cubano.
- Los tres componentes del Proyecto: PTRL, sistema de colectores y el edificio Cero Emisión, llevan como elemento principal la construcción civil. Este elemento ha marcado el punto crítico ya que han existido problemas para su realización. En primera instancia fueron contratadas empresas constructoras que no pertenecían al Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) lo que ocasionó el incumplimiento de los contratos firmados una vez que estas empresas tenían planificadas obras priorizadas del programa nacional de construcción de obras sociales. A inicios del año 2006, se solicitó a la dirección del INRH llevar a cabo alternativas que posibilitaran el avance de las obras de la PTRL y colectores, por lo que se decidió oportunamente que la Empresa Constructora del INRH las ejecutara. Sin embargo, esta empresa constructora no contaba con los medios necesarios (equipos e insumos de construcción) para afrontar las obras civiles de la PTRL Luyanó IV y el sistema de colectores asociados. Todo lo cual trajo aparejado la conformación de nuevos acuerdos y procesos con la Empresa Constructora para que la misma pudiera acceder a financiamiento para la adquisición de equipos e insumos de la construcción.
- Cabe mencionar que en los años 2005, 2006 y 2007 los fenómenos naturales que azotaron al país (huracanes, ciclones tropicales), causaron daños considerables y demandaron insumos constructivos en las etapas recuperativas, todo lo cual influyó en la inestabilidad de asignación de los materiales de construcción y de combustible.
- Durante el 2008 el proceso constructivo presentó atrasos con respecto al Cronograma General aprobado para este Proyecto por lo que fueron reprogramadas ambas obras civiles: Colectores y Planta de Tratamiento y se aprobó que fuera el contingente Blas Roca el que ejecutara la Construcción Civil y el Montaje Tecnológico de la Planta.
- Durante los años 2009, 2010, 2011 se presentaron dificultades con los insumos constructivos y el cofinanciamiento aprobado en el Plan de Inversiones no compensó el presupuesto requerido. En estas dificultades incidió la ejecución de otras obras priorizadas del sector INRH, muchas relacionadas con el abastecimiento de agua a la población y con el enfrentamiento a la sequía.
- En el periodo 2012-2013, el Proyecto estuvo detenido debido a que no fue posible su inclusión pertinente en los Planes Nacionales de la Economía. Dada la prioridad de esta obra para el país y el compromiso de la entidad nacional responsable de la inversión y futura operación (INRH), a inicios del 2013 se logró su inclusión en el plan de la economía, y a partir de ese momento se inició la reactivación paulatina de los trabajos en la PTR, con aportes del cofinanciamiento nacional.
- En fecha junio 2013, el gobierno cubano solicita al PNUD/Cuba la reactivación del Proyecto GEF/PNUD, presentando el cronograma de obra actualizado hasta diciembre 2015. Como respuesta, PNUD/Cuba entabla diálogo con UNOPS para actualizar la situación del Proyecto. La UNOPS expresó su disposición a continuar apoyando su ejecución, pero alertó que dada sus nuevas políticas de costos, este apoyo implicaría costos adicionales para la administración del Proyecto.

- Después de un largo proceso de diálogo entre la UNOPS, el gobierno de Cuba y el PNUD, se acordó modificar la modalidad de implementación de ejecución por agencia a implementación nacional (NIM).
- Dados los retrasos adicionales relacionados con la negociación con UNOPS de los costos adicionales, se ha extendido la fecha de conclusión del proyecto hasta diciembre del 2016.

## ENFOQUE Y MÉTODO DE EVALUACIÓN

Se ha desarrollado con el tiempo un enfoque y un método general<sup>1</sup> para realizar evaluaciones finales de proyectos respaldados por el PNUD y financiados por el FMAM. Se espera que el evaluador enmarque el trabajo de evaluación utilizando los criterios de relevancia, efectividad, eficiencia, sostenibilidad e impacto, según se define y explica en la [Guía para realizar evaluaciones finales de los proyectos respaldados por el PNUD y financiados por el FMAM](#). Se redactó una serie de preguntas que cubren cada uno de estos criterios incluidos en estos TOR ([Anexo C](#)). Se espera que el EE modifique, complete y presente esta matriz como parte del informe inicial de la evaluación, y la incluya como anexo en el informe final.

La evaluación debe proporcionar información basada en evidencia que sea creíble, confiable y útil. Se espera que el EE siga un enfoque participativo y consultivo que asegure participación estrecha con homólogos de gobierno, en particular el Centro de Coordinación de las Operaciones del FMAM, la Oficina en el País del PNUD, el equipo del proyecto, el Asesor Técnico Regional del FMAM/PNUD e interesados clave. Se espera que el EE realice una misión de campo en La Habana, incluidos los siguientes sitios del proyecto: PTR Luyanó IV, municipio de 10 de Octubre; Sistema de Colectores, municipio de San Miguel del Padrón; Edificio Cero Emisión, en Casablanca, municipio de Regla. Las entrevistas se llevarán a cabo con las siguientes organizaciones e individuos, como mínimo:

Institución	Ministerio	Roles y funciones	Forma de participación/impacto
<b>Entidades del gobierno central</b>			
ESIHO	INRH	Inversionista Directo: Dirige la inversión para el resultado 1: La PTR Luyanó IV y está responsabilizada con la ejecución, puesta en marcha y entrada en operación y monitoreo de la PTR Luyanó IV durante estas etapas.	Ha dirigido la inversión del resultado 1: La PTR Luyanó IV, acorde a los requerimientos pactados con el proyecto internacional.
CIDC	MICONS	Dirige directamente la inversión y está responsabilizado con la ejecución del resultado 2: Edificio Cero Emisión, puesta en marcha y recepción de los	Aseguramiento de la ejecución del resultado 1: la PTR Luyanó IV, acorde a los requerimientos pactados con el proyecto internacional, dirigiendo y

<sup>1</sup> Para obtener más información sobre los métodos de evaluación, consulte [el Manual de planificación, seguimiento y evaluación de I3zos resultados de desarrollo](#), Capítulo 7, pág. 163

Institución	Ministerio	Roles y funciones	Forma de participación/impacto
		servicios prestados, así como la administración de los recursos financieros destinados por el gobierno cubano y obtenido a través de los donativos del proyecto.	controlando las diferentes tareas relativas a este resultado en correspondencia con el cronograma aprobado hasta su puesta en marcha y explotación.
Delegación La Habana	CITMA	Como Oficina Nacional del Proyecto, Dirige, coordina y gestiona el mismo durante todas sus fases de implementación. Mantiene el seguimiento del proyecto y actualizada la medición de sus indicadores de desempeño con relación a los resultados.	Gestión, coordinación y control de las actividades del Proyecto Internacional hasta su término y la evaluación de la consecución de sus objetivos.
Grupo Estatal encargado del saneamiento, la Rehabilitación y conservación de la Bahía de la Habana. (GTE B-H)	CITMA	En su función de dirección del Programa de Saneamiento Ambiental de la Bahía de La Habana, es un ente catalizador de los objetivos del proyecto.	Seguimiento y Control a las principales fuentes contaminantes de la Bahía de la Habana entre las que se encuentran las tributarias al río Luyanó y fuentes que sus residuales serán tratados en la PTR Luyanó IV. Programa de Educación Ambiental Empresarial y Comunitario en la Bahía de la Habana.
Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahía (CIMAB)	MITRANS	Encargado del el monitoreo de los principales indicadores de calidad ambiental de la Bahía de la Habana y el litoral adyacente, enmarcado en el Sistema de Vigilancia Ambiental de este ecosistema.	Ha realizado la caracterización de las aguas residuales a tratar en la PTR Luyanó IV. Ha realizado el monitoreo sistemático de los principales indicadores de calidad ambiental de la Bahía
<b>Entidades regional/ provinciales</b>			
Delegación Provincial del CITMA	CITMA	Oficina Nacional del Proyecto: gestiona y coordina las actividades del Proyecto Internacional hasta su	Ha dirigido la implementación del proyecto desde sus inicios hasta la etapa final en que se encuentra.

Institución	Ministerio	Roles y funciones	Forma de participación/impacto
		finalización y consecución de sus objetivos.	
UGDC ESIHO	Almendares INRH	Entidad perteneciente a ESIHO responsabilizada directamente con la ejecución, puesta en marcha, entrada en operación y monitoreo de la PTR Luyanó IV durante estas etapas.	Ha dirigido y controlado la implementación del proyecto ejecutivo de la PTR Luyanó IV desde sus inicios hasta la etapa final en que se encuentra.

El EE revisará todas las fuentes de información relevantes, tales como el documento del proyecto, los informes, revisiones de presupuesto, examen de mitad de período, informes de progreso, archivos, documentos nacionales estratégicos y legales, y cualquier otro material que el EE considere útil para esta evaluación con base empírica. En el [Anexo B](#) se incluye una lista de documentos que el equipo del proyecto proporcionará al EE para el examen.

## CRITERIOS Y CALIFICACIONES DE LA EVALUACIÓN

Se llevará a cabo una evaluación del rendimiento del proyecto, en comparación con las expectativas que se establecen en el Marco lógico y el Marco de resultados, consulte el [Anexo A](#), que proporciona indicadores de rendimiento e impacto para la ejecución del proyecto, junto con los medios de verificación correspondientes. La evaluación cubrirá mínimamente los criterios de: relevancia, efectividad, eficiencia, sostenibilidad e impacto. Las calificaciones deben proporcionarse de acuerdo con los siguientes criterios de rendimiento. Se debe incluir la tabla completa en el resumen ejecutivo de evaluación. Las escalas de calificación obligatorias se incluyen en el [Anexo D](#).

Calificación del rendimiento del proyecto			
1. Seguimiento y Evaluación	<i>calificación</i>	2. Ejecución de los IA y EA:	<i>calificación</i>
Diseño de entrada de SyE		Calidad de aplicación del PNUD	
Ejecución del plan de SyE		Calidad de ejecución: organismo de ejecución	
Calidad general de SyE		Calidad general de aplicación y ejecución	
3. Evaluación de los resultados	<i>calificación</i>	4. Sostenibilidad	<i>calificación</i>
Relevancia		Recursos financieros:	
Efectividad		Socio-políticos:	
Eficiencia		Marco institucional y gobernanza:	
Calificación general de los resultados del proyecto		Ambiental:	
		Probabilidad general de sostenibilidad:	

## FINANCIACIÓN/COFINANCIACIÓN DEL PROYECTO

La evaluación valorará los aspectos financieros clave del proyecto, incluido el alcance de cofinanciación planificada y realizada. Se requerirán los datos de los costos y la financiación del

proyecto, incluidos los gastos anuales. Se deberán evaluar y explicar las diferencias entre los gastos planificados y reales. Deben considerarse los resultados de las auditorías financieras recientes, si están disponibles. El EE recibirá asistencia de la Oficina en el País (OP) y del Equipo del Proyecto para obtener datos financieros a fin de completar la siguiente tabla de cofinanciación, que se incluirá en el informe final de evaluación.

Cofinanciación (tipo/fuente)	Financiación propia del PNUD (millones de USD)		Gobierno (millones de USD)		Organismo asociado (millones de USD)		Total (millones de USD)	
	Planificado	Real	Planificado	Real	Planificado	Real	Real	Real
Subvenciones								
Préstamos/concesiones								
• Ayuda en especie								
• Otro								
Totales								

## **INTEGRACIÓN**

---

Los proyectos respaldados por el PNUD y financiados por el FMAM son componentes clave en la programación nacional del PNUD; así como también, en los programas regionales y mundiales. La evaluación valorará el grado en que el proyecto se integró con otras prioridades del PNUD; entre ellos, la reducción de la pobreza, mejor gobernanza, la prevención y recuperación de desastres naturales y el género.

## **IMPACTO**

---

Debido a que la planta de tratamiento aún no está en funcionamiento el EE no podrá evaluar si el proyecto demostró: a) remoción de la carga de nutrientes a la Bahía, b) reutilización de los lodos y/o c) un progreso demostrado hacia el logro de estos impactos. Este aspecto será evaluado posteriormente, una vez que el sistema esté en funcionamiento.

## **CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y LECCIONES**

---

El informe de evaluación debe incluir un capítulo que proporcione un conjunto de conclusiones, recomendaciones y lecciones.

## **ARREGLOS DE IMPLEMENTACIÓN**

---

La Oficina de País del PNUD de conjunto con la Unidad de Manejo del Proyecto, asumirán la responsabilidad de la coordinación y arreglos logísticos de la Evaluación Final, así como también, apoyarán al EE (transportación, alojamiento, espacio en oficinas, comunicaciones, etc.) y en tiempo proveerán los viáticos y pagos contractuales y también organizarán las misiones en los sitios (visitas).

El EE se reunirá con el PNUD Cuba al comienzo y al final de la misión. Se organizarán teleconferencias con el Asesor Técnico Regional a cargo del proyecto en el Centro Regional del PNUD en Panamá. Otras reuniones podrán ser concertadas de ser considerado necesario por alguna de las partes.

## CRONOGRAMA Y RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

La evaluación se realizará durante el período comprendido entre los meses de noviembre del 2016 y Enero del 2017, con el siguiente cronograma de actividades.

Actividad/ Resultado	Contenido	Período	Comentarios
1. Envío de documentos al EE.	Documentos listados en el Anexo B	A la firma del contrato.	OP del PNUD envía documentos al EE.
2. Informe inicial del EE.	Contiene aclaraciones sobre el proceso de Evaluación y la metodología.	A partir de la recepción de los documentos, el EE dispondrá de 2 semanas para revisar y enviar un borrador de Informe de Inicio a la Oficina de País del PNUD para revisión.  El Informe de Inicio final deberá estar concluido en un plazo máximo de 2 semanas desde el envío del borrador por el EE.	El EE lo presenta a la OP del PNUD. La OP y la Unidad de Manejo de Proyecto lo revisarán e intercambiarán con el EE hasta su versión final acordada.
3. Misión a Cuba	El EE realiza una misión a Cuba de 5 días de duración.	No más de 4 semanas posterior a la firma del contrato y envío de documentos al EE.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reunión con la Oficina de País del PNUD y teleconferencia con el Asesor Técnico Regional del PNUD.</li> <li>• Encuentros con los actores claves del país (decisores de la Autoridad Ambiental y sectores productivos clave participantes en el Proyecto).</li> <li>• Revisión conjunta de todos los materiales disponibles con la atención enfocada a los resultados y productos del Proyecto</li> <li>• Visita a sitios del Proyecto, seleccionados por la Unidad de Manejo del Proyecto en consulta con la Oficina de País.</li> <li>• Una presentación oral de los principales hallazgos de la Evaluación para permitir su aclaración y validación.</li> </ul>
4. Borrador del Informe final de Evaluación	Informe completo, (según plantilla en Anexo F) con anexos	Dentro del plazo de 3 semanas de concluida la misión de evaluación	La Oficina del PNUD Cuba de conjunto con la Unidad de Manejo de Proyecto, tendrá 2 semanas para la revisión del borrador de Informe y retornarlo al EE con los comentarios correspondientes
5. Informe final de Evaluación (versiones en español e inglés)*	Informe revisado	Dentro del plazo de 2 semanas después haber recibido los comentarios del PNUD sobre el borrador.	Enviado a la OP para cargarlo al ERC del PNUD. Cuando se presente el informe final de evaluación, también se requiere que el EE proporcione un 'itinerario de la auditoría', donde se detalle cómo se han abordado (o no) todos los comentarios recibidos en el informe final de evaluación.

\*El Informe se considerará finalizado cuando se haya cumplido con las expectativas de la evaluación y su calidad cumpla con los estándares o requisitos del PNUD/GEF. La Oficina de País del PNUD y la Oficina Regional de PNUD firmarán el formulario en el Anexo G, para confirmar su aceptación del informe final.

## COMPOSICIÓN DEL EQUIPO

El EE estará compuesto por 1 evaluador internacional y 1 evaluador nacional. Los evaluadores deberán tener experiencia previa en evaluación de proyectos similares. Es una ventaja contar con experiencia en proyectos financiados por el FMAM. Uno de los evaluadores será designado líder del equipo y será responsable de la finalización del informe. Los evaluadores seleccionados no deben haber participado en la preparación o ejecución del proyecto ni deben tener ningún conflicto de intereses con las actividades relacionadas al proyecto.

Los miembros del equipo deben reunir las siguientes calificaciones:

- Experiencia profesional relevante de 10 años como mínimo.
- Conocimiento sobre el PNUD y el FMAM.
- Experiencia previa con las metodologías de seguimiento y evaluación con base empírica.
- Conocimiento técnico sobre las áreas de interés previstas.

### Perfiles de los evaluadores.

Evaluador/ procedencia	Responsabilidad	Conocimientos Técnicos	Experiencia
1 (internacional)	Jefe del Equipo	<p>Experto(a) en temas ambientales, con énfasis en ingeniería de sistemas de tratamiento de aguas residuales.</p> <p>Amplio conocimiento técnico sobre Diseño, Construcción, Operación y Asistencia Técnica de PTR, con dominio de la Tecnología de Lodos Activados.</p> <p>Profundo dominio de las metodologías y herramientas que se aplican en el proceso de evaluación de proyectos GEF-PNUD, enfocados en la protección de las aguas internacionales.</p>	Experiencia exitosa demostrada en la dirección y supervisión de equipos evaluadores de proyectos GEF-PNUD, en temas de saneamiento ambiental; en particular, en sistemas de tratamiento de residuales líquidos.
1 (nacional)	Miembro	Experto(a) en temas ambientales, con	Experiencia exitosa demostrada:

		<p>conocimientos en agua y sistemas de tratamiento de aguas residuales.</p> <p>Amplio dominio de las metodologías que rigen los procesos de formulación, gerencia y evaluación de proyectos GEF-PNUD enfocados en temas ambientales.</p> <p>Sólido conocimiento del contexto institucional y de políticas nacionales y sectoriales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la formulación y gerencia de proyectos GEF/PNUD en temas ambientales.</li> <li>• Como evaluador de proyectos GEF/PNUD en temas ambientales.</li> </ul>
--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## ÉTICA DEL EVALUADOR

---

Los consultores de la evaluación asumirán los más altos niveles éticos y deberán firmar un Código de conducta ([Anexo E](#)) al aceptar la asignación. Las evaluaciones del PNUD se realizan de conformidad con los principios que se describen en las '[Directrices éticas para evaluaciones](#)' del Grupo de Evaluación de las Naciones Unidas (UNEG).

## MODALIDADES Y ESPECIFICACIONES DE PAGO

---

%	Hito
10%	A la entrega del Informe de Inicio.
40%	Después de la presentación y aprobación del primer borrador del informe final de evaluación.
50%	Después de la presentación y aprobación (OP del PNUD y ATR del PNUD) del informe final definitivo de evaluación.

## ANEXOS

---

Anexo A: Marco lógico del proyecto

Anexo B: Lista de documentos que revisarán los evaluadores

Anexo C: Preguntas de evaluación

Anexo D: Escalas de calificaciones

Anexo E: Formulario de acuerdo y código de conducta del consultor de la evaluación

Anexo F: Esbozo del informe de evaluación

Anexo G: Formulario de autorización del informe de evaluación

## ANEXO A: MARCO LÓGICO DEL PROYECTO

Project Strategy	Objectively verifiable indicators (Unless otherwise noted, all target values are for end of project)				
GOAL:	To promote and facilitate environmentally sustainable development and management of the bays and to disseminate and replicate successful approaches to the rehabilitation of these bays to other sites in the Wider Caribbean facing similar environmental challenges				
PROJECT PURPOSE	INDICATOR	BASELINE	TARGET	SOURCES OF VERIFICATION	RISKS AND ASSUMPTIONS
OBJECTIVE: To promote and facilitate sustainable development and management of the Havana Bay by the implementation of innovative approaches for reducing the input of priority international waters contaminants.	1. Reduction of pollution levels and pollutant discharges into Havana Bay, especially nutrients, with efficiency of removal of 50-70%.	Nutrients N = 32 mg/lP = 9 mg/l	Nutrients N <10 mg/l P < 4 mg/l	Measurements of nutrients reduction and other pollutants in Havana Bay.	

<p>Outcome 1:</p> <p>The demonstration plant is established thus reducing nutrients to Havana Bay and the Wider Caribbean.</p>	<p>1. Planning and design of sewage treatment plant and collector system completed.</p>	<p>No plans and designs available</p>	<p>All designs and plans completed</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Progress Reports on planning and design of the WTP and Collector's System.</li> <li>- Basic Engineering Projects of WTP and Collector's System.</li> <li>- Detail Engineering Projects of WTP and Collector's System.</li> <li>- Executive Projects (<i>i.e.</i> the design detail projects for the constructor) of WTP and Collector's system.</li> </ul>	
	<p>2. Acquisition of technological equipment and goods for the WTP and Collector's System, Detail Engineering Project and Technical Assistance and Supervision of WTP. Bidding process.</p>	<p>No company selected.</p>	<p>Bidding process finished</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Annual budget executed (USD) allocated to the acquisition of technological equipment and goods for the WTP and Collector's System.</li> </ul>	<p>-Increased price of equipment and materials on the international market.</p>

	3. Construction of Luyanó River Treatment Plant	No treatment plant available.	Construction of the plant finalized - 100%	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Supervision Reports on civil works and assembly of WTP technological equipment.</li> <li>- Civil Works Control Reports.</li> </ul>	<p>-Limited availability of manpower for construction of work. Due to the great number of construction works under process in Cuba, competition between them for the availability of building companies is important.</p> <p>-Limited availability of specialized equipment and goods for the Plant's civil works.</p> <p>-Increased occurrence of severe weather events including hurricanes.</p>
	4. Operation, maintenance and monitoring program established.	No treatment plant operating in Luyanó River	Plans for operation, maintenance and monitoring under execution	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Operation, Maintenance and Monitoring of WTP's Program.</li> </ul>	

	5. Wastewater collectors installed and in operation.	Not applicable	To install 7.2 km.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Supervision Reports on civil works of Collector's system.</li> <li>- Control Reports of Civil Work.</li> </ul>	-Low availability of man power for work construction. Due to the high number of construction works under process in Cuba, the competition between the different constructions for the availability of the building companies is important.
	6. Population covered by the collector system.	Not applicable	62 000 inhabitants	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Number of served inhabitants by Collector's system.</li> </ul>	
	7.Consultation with stakeholders and awareness raising strategy.	Not applicable	Stakeholders consultation and awareness raising strategy designed and implemented	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stakeholders total consulted.</li> <li>- Number of activities of awareness-raising and environment education/ communication.</li> <li>- Final Reports about public participation.</li> </ul>	

	8. Identification of alternatives for the sludge utilization.	No alternatives identified	The best alternative has been selected and the reuse of the sludge is under process.	- Pre-feasibility and Feasibility Studies of proposal alternatives.	
Outcome 2: Demonstration projects focusing on recycling of nutrients and energy from waste and wastewater.	1. Building's construction is finished and water saving toilets and separation of black-water/grey-water installed.	Not applicable	Water saving toilets and separation of black-water/grey-water installed and working properly.	- Reports about reduction in the water consumption. - Reports about biogas production and energy consumption. - Progress Reports on building construction and technological equipment installation.	- Low availability of man power for work construction. Due to the high number of construction works under process in Cuba, the competition between the different constructions for the availability of the building companies is important.
	2. Program for technology transfer established.	Not applicable	The program for technology transfer executed.	- Annual reports from cubans technical counterparts	
	3. Wetland System appropriate for the recycling of wastewater developed.	No Wetland System available /designed.	The wetland system developed and under use.	- Annual Reports on efficiency's wetlands.	

	4. Program for survey, monitoring and research under execution.	Not applicable	The program for survey, monitoring and research established.	- Annual Reports on operation, monitoring and research.	
--	-----------------------------------------------------------------	----------------	--------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------	--

## **ANEXO B: LISTA DE DOCUMENTOS QUE REVISARÁN LOS EVALUADORES**

---

Documento	Contenido general	Origen
Marco de Asistencia de Naciones Unidas para el Desarrollo MANUD 2014-2018.	Documento programático con las líneas directivas estratégicas acordadas por el Sistema de las Naciones Unidas y el Gobierno cubano.	PNUD/Gobierno
Programa de País PNUD.	Plan de acciones previsto por el PNUD para dar respuesta al MANUD.	PNUD
Documento del Proyecto (PRODOC).	PRODOC firmado por el PNUD y Gobierno de Cuba.	PNUD/Gobierno
Matriz de Marco Lógico.	Indicadores de Marco Lógico del Proyecto y su evolución.	PNUD
Reporte de Implementación del Proyecto (PIR).	Reporte Implementación del Proyecto (PIR) anual: 2015, 2016.	PNUD
Plan Operativo Anual (POA).	Planes de Trabajo Anuales: 2015,2016.	PNUD
Informe combinado de gastos (CDR).	Emitido por el PNUD, a partir de la información que contiene ATLAS. Revisión y aprobación por la Dirección del Proyecto.	PNUD
Informe Final de la evaluación de Medio término.	Incluye informe, recomendaciones y respuestas.	Equipo Proyecto
Revisiones presupuestarias.	Aprobadas por Gobierno y PNUD para reflejar ajustes hechos al presupuesto.	PNUD
Prioridades estratégicas del GEF.	Documento programático con los criterios de elegibilidad para el área focal de Aguas Internacionales del GEF.	GEF/ a entregar por oficina PNUD en Cuba

---

## ANEXO C: PREGUNTAS DE EVALUACIÓN

Criterios de evaluación - Preguntas	Indicadores	Fuentes	Metodología
<b>Relevancia: ¿Cómo se relaciona el proyecto con los objetivos principales del área de interés del FMAM y con las prioridades ambientales y de desarrollo a nivel local, regional y nacional?</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cómo el proyecto apoya el área focal de Aguas Internacionales y las prioridades estratégicas del FMAM?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Existencia de una clara relación entre los objetivos del proyecto y el área focal de Aguas Internacionales del GEF.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Documentos del proyecto.</li> <li>Estrategias y documentos del GEF.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis de documentos.</li> <li>Entrevistas con personal del PNUD y del proyecto.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cómo el proyecto apoya las prioridades ambientales y de desarrollo a nivel nacional?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grado en el que el proyecto apoya el objetivo de Saneamiento y desarrollo Integral de la Bahía de la Habana; así como, la implementación de la Estrategia Ambiental Nacional y Provincial y las políticas de energía renovable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estrategia Ambiental Provincial y Nacional.</li> <li>Estrategia Ambiental de la Bahía de la Habana.</li> <li>Documentos del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis de documentos.</li> <li>Entrevistas con personal del PNUD y del proyecto.</li> </ul>
<b>Efectividad: ¿En qué medida se han logrado los resultados y objetivos previstos del proyecto?</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Ha sido el proyecto efectivo en alcanzar los resultados esperados?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ver indicadores en el marco de resultados estratégicos/marco lógico del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Documentos del proyecto.</li> <li>Reportes de avance trimestral y anual.</li> <li>Equipo del proyecto e interesados clave.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis de documentos.</li> <li>Entrevistas con interesados clave.</li> <li>Entrevistas con el equipo del proyecto.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cómo se manejaron los riesgos y supuestos del proyecto?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Integridad de la identificación de riesgos y supuestos durante la planeación y el diseño del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Documentos del proyecto.</li> <li>Reportes de avance trimestral y anual.</li> <li>Equipo del proyecto, PNUD e interesados clave.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis de documentos.</li> <li>Entrevistas.</li> </ul>

Eficiencia: ¿El proyecto se implementó de manera eficiente en conformidad con las normas y los estándares internacionales y nacionales?			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Han sido utilizados como herramientas de gestión durante la implementación del proyecto el marco lógico, los planes de trabajo o cualquier cambio realizado a estos?</li> <li>• ¿Han sido los sistemas financieros y contables adecuados para la gestión del proyecto y para producir información financiera precisa y a tiempo?</li> <li>• ¿Han sido los reportes de progresos precisos y puntuales? ¿Responden a los requerimientos de reporte?</li> <li>• ¿Ha sido la ejecución del proyecto tan efectiva como fue propuesta originalmente (planeado vs. actual)?</li> <li>• ¿El cofinanciamiento ha sido según lo planeado?</li> <li>• ¿Los recursos financieros han sido usados eficientemente?</li> <li>• ¿Han sido las adquisiciones realizadas de manera que se haga un uso eficiente de los recursos del proyecto?</li> <li>• ¿Cómo ha sido usado el enfoque de gestión basada en resultados durante la implementación del proyecto?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidad y calidad de los reportes financieros y de progreso.</li> <li>• Puntualidad y adecuación de los reportes entregados.</li> <li>• Nivel de discrepancia entre el gasto planeado y el ejecutado.</li> <li>• Cofinanciamiento planeado vs. actual.</li> <li>• Costo en función de los resultados alcanzados en comparación con los costos de proyectos similares de otras organizaciones.</li> <li>• Cuán adecuadas han sido las opciones seleccionadas por el proyecto en función del contexto, la infraestructura y el costo.</li> <li>• Calidad del reporte de gestión basada en resultados (reportes de progresos, monitoreo y evaluación).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentos del proyecto.</li> <li>• Equipo del proyecto.</li> <li>• PNUD.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de documentos.</li> <li>• Entrevistas claves.</li> </ul>
Sostenibilidad: ¿En qué medida hay riesgos financieros, institucionales, socioeconómicos o ambientales para sostener los resultados del proyecto a largo plazo?			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles son los principales desafíos que pueden dificultar la sostenibilidad de los resultados del proyecto? ¿Se han abordado durante la gestión del proyecto?</li> <li>• ¿Qué potenciales medidas podrían contribuir a la sostenibilidad de los esfuerzos logrados por el proyecto?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambios que podrían significar desafíos al proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentos del proyecto.</li> <li>• Equipo del proyecto.</li> <li>• PNUD.</li> <li>• Otros actores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de documentos.</li> <li>• Entrevistas.</li> </ul>

**Impacto: ¿Hay indicios de que el proyecto haya contribuido a reducir la tensión ambiental o a mejorar el estado ecológico, o que haya permitido avanzar hacia esos resultados?**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo ha contribuido el proyecto al saneamiento, conservación y desarrollo perspectivo de la Bahía de la Habana y a la reducción de la contaminación a las aguas internacionales?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grado en que el proyecto ha contribuido a la protección de las aguas internacionales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentos del proyecto.</li> <li>• Equipo del proyecto.</li> <li>• PNUD.</li> <li>• Otros actores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de documentos.</li> <li>• Entrevistas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿En qué medida el proyecto ha generado beneficios indirectos o directos a las comunidades a partir de los resultados y objetivo que obtuvo el proyecto?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel de impacto del proyecto en las comunidades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentos del proyecto.</li> <li>• Equipo del proyecto.</li> <li>• PNUD.</li> <li>• Otros actores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de documentos.</li> <li>• Entrevistas.</li> </ul>

## ANEXO D: ESCALAS DE CALIFICACIONES

Calificaciones de resultados, efectividad, eficiencia, SE y ejecución de IE (IA- EA)	Calificaciones de sostenibilidad:	Calificaciones de relevancia
6: Muy satisfactorio (MS): no presentó deficiencias 5: Satisfactorio (S): deficiencias menores 4: Algo satisfactorio (AS) 3: Algo insatisfactorio (AI): deficiencias importantes 2: Insatisfactorio (I): deficiencias importantes 1: Muy insatisfactorio (MI): deficiencias graves	4. Probable (P): Riesgos insignificantes para la sostenibilidad. 3. Algo probable (AP): riesgos moderados. 2. Algo improbable (AI): Riesgos significativos. 1. Improbable (I): Riesgos graves.	2. Relevante (R) 1. No Relevante (NR) Calificaciones de impacto: 3. Significativo (S) 2. Mínimo (M) 1. Insignificante (I)
Calificaciones adicionales donde sea pertinente: No corresponde (N/C) No se puede valorar (N/V)		

## **ANEXO E: FORMULARIO DE ACUERDO Y CÓDIGO DE CONDUCTA DEL CONSULTOR DE LA EVALUACIÓN**

---

Los evaluadores:

1. Deben presentar información completa y justa en su evaluación de fortalezas y debilidades, para que las decisiones o medidas tomadas tengan un buen fundamento.
2. Deben divulgar todos los resultados de la evaluación junto con información sobre sus limitaciones, y permitir el acceso a esta información a todos los afectados por la evaluación que posean derechos legales expresos de recibir los resultados.
3. Deben proteger el anonimato y la confidencialidad de los informantes individuales. Deben proporcionar avisos máximos, minimizar las demandas de tiempo, y respetar el derecho de las personas de no participar. Los evaluadores deben respetar el derecho de las personas a suministrar información de forma confidencial y deben garantizar que la información confidencial no pueda rastrearse hasta su fuente. No se prevé que evalúen a individuos y deben equilibrar una evaluación de funciones de gestión con este principio general.
4. En ocasiones, deben revelar la evidencia de transgresiones cuando realizan las evaluaciones. Estos casos deben ser informados discretamente al organismo de investigación correspondiente. Los evaluadores deben consultar con otras entidades de supervisión relevantes cuando haya dudas sobre si ciertas cuestiones deberían ser denunciadas y cómo.
5. Deben ser sensibles a las creencias, maneras y costumbres, y actuar con integridad y honestidad en las relaciones con todos los interesados. De acuerdo con la Declaración Universal de los Derechos Humanos de la ONU, los evaluadores deben ser sensibles a las cuestiones de discriminación e igualdad de género, y abordar tales cuestiones. Deben evitar ofender la dignidad y autoestima de aquellas personas con las que están en contacto en el transcurso de la evaluación. Gracias a que saben que la evaluación podría afectar negativamente los intereses de algunos interesados, los evaluadores deben realizar la evaluación y comunicar el propósito y los resultados de manera que respete claramente la dignidad y el valor propio de los interesados.
6. Son responsables de su rendimiento y sus productos. Son responsables de la presentación clara, precisa y justa, de manera oral o escrita, de limitaciones, los resultados y las recomendaciones del estudio.
7. Deben reflejar procedimientos descriptivos sólidos y ser prudentes en el uso de los recursos de la evaluación.

## ANEXO F: ESBOZO DEL INFORME DE EVALUACIÓN<sup>2</sup>

---

- i. Primera página:
  - Título del proyecto respaldado por el PNUD y financiado por el FMAM
  - Números de identificación del proyecto del PNUD y FMAM
  - Plazo de evaluación y fecha del informe de evaluación
  - Región y países incluidos en el proyecto
  - Programa Operativo/Programa Estratégico del FMAM
  - Socio para la ejecución y otros asociados del proyecto
  - Miembros del equipo de evaluación
  - Reconocimientos
- ii. Resumen ejecutivo
  - Cuadro sinóptico del proyecto
  - Descripción del proyecto (breve)
  - Tabla de calificación de la evaluación
  - Resumen de conclusiones, recomendaciones y lecciones
- iii. Abreviaturas y siglas  
(Consulte: Manual editorial del PNUD<sup>3</sup>)
1. Introducción
  - Propósito de la evaluación
  - Alcance y metodología
  - Estructura del informe de evaluación
2. Descripción del proyecto y contexto de desarrollo
  - Comienzo y duración del proyecto
  - Problemas que el proyecto buscó abordar
  - Objetivos inmediatos y de desarrollo del proyecto
  - Indicadores de referencia establecidos
  - Principales interesados
  - Resultados previstos
3. Hallazgos  
(Además de una evaluación descriptiva, se deben considerar todos los criterios marcados con (\*)<sup>4</sup>)
- 3.1 Diseño y formulación del proyecto
  - Análisis del marco lógico (AML) y del Marco de resultados (lógica y estrategia del proyecto; indicadores)
  - Suposiciones y riesgos
  - Lecciones de otros proyectos relevantes (p.ej., misma área de interés) incorporados en el diseño del proyecto
  - Participación planificada de los interesados
  - Enfoque de repetición
  - Ventaja comparativa del PNUD
  - Vínculos entre el proyecto y otras intervenciones dentro del sector
  - Disposiciones de Administración

---

<sup>2</sup> La longitud del informe no debe exceder las 40 páginas en total (sin incluir los anexos)

<sup>3</sup> Manual de estilo del PNUD, Oficina de Comunicaciones, Oficina de Alianzas, actualizado en noviembre de 2008

<sup>4</sup> Con una escala de calificación de seis puntos: 6: Muy satisfactorio, 5: Satisfactorio, 4: Algo satisfactorio, 3: Algo insatisfactorio, 2: Insatisfactorio y 1: Muy insatisfactorio.

- 3.2 Ejecución del proyecto
  - Gestión de adaptación (cambios en el diseño del proyecto y resultados del proyecto durante la ejecución)
  - Acuerdos de asociaciones (con los interesados relevantes involucrados en el país o la región)
  - Retroalimentación de actividades de SyE utilizadas para gestión de adaptación
  - Financiación del proyecto:
  - Seguimiento y Evaluación: diseño de entrada y ejecución (\*)
  - Coordinación de la aplicación y ejecución (\*) del PNUD y del socio para la ejecución y cuestiones operativas
- 3.3 Resultados del proyecto
  - Resultados generales (logro de los objetivos) (\*)
  - Relevancia (\*)
  - Efectividad y eficiencia (\*)
  - Implicación nacional
  - Integración
  - Sostenibilidad (\*)
  - Impacto
- 4. Conclusiones, recomendaciones y lecciones
  - Medidas correctivas para el diseño, la ejecución, seguimiento y evaluación del proyecto
  - Acciones para seguir o reforzar los beneficios iniciales del proyecto
  - Propuestas para direcciones futuras que acentúen los objetivos principales
  - Las mejores y peores prácticas para abordar cuestiones relacionadas con la relevancia, el rendimiento y el éxito
- 5. Anexos
  - TdR
  - Itinerario
  - Lista de personas entrevistadas
  - Resumen de visitas de campo
  - Lista de documentos revisados
  - Matriz de preguntas de evaluación
  - Cuestionario utilizado y resumen de los resultados
  - Formulario de acuerdo del consultor de la evaluación

ANEXO G: FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE EVALUACIÓN

Informe de evaluación revisado y autorizado por

Oficina en el país del PNUD

Nombre: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

ATR del FMAM/PNUD

Nombre: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

## 5.5 Programa desarrollado durante la misión en Cuba (itinerario de la Misión).



Delegación - CITMA  
Ciudad de La Habana



Instituto Nacional  
de Recursos Hidráulicos



Al servicio  
de las personas  
y las naciones

### Proyecto “Demostración de Alternativas Innovadoras para la Rehabilitación de las Bahías fuertemente contaminadas del Gran Caribe.”

#### Evaluación Final

28/11/2016 al 02/12/2016

#### Programa de Actividades

Fecha	Hora	Actividad	Participantes	Lugar
26/11		Llegada de Joram Gil: Recogida en el Aeropuerto con vehículo del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Delegación CITMA La Habana</li> </ul>	Aeropuerto
28/11	9:00 am	Reunión inicial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo Evaluador</li> <li>• Equipo Proyecto</li> <li>• PNUD</li> </ul>	PNUD
	9:30 am	Reunión contrapartes proyecto con del	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo Evaluador</li> <li>• Equipo Proyecto</li> <li>• Inst. Nacional Recursos Hidráulicos (INRH) y Empresa de Servicios Ingenieros Hidráulicos (ESIHO)</li> <li>• Dirección de Relaciones Internacionales / Ministerio Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA)</li> <li>• Ministerio de Inversión Extranjera y Colaboración Económica (MINCEX)</li> <li>• PNUD</li> </ul>	PNUD
	12:00 m	Almuerzo		
	3:00 pm	Reunión con PNUD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo Evaluador</li> <li>• PNUD</li> </ul>	PNUD
29/11	9:00 am	Encuentro con Directivos del INRH y otras entidades involucradas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• INRH, funcionarios de la PTR Luyanó IV</li> <li>• Empresa de Servicios Ingenieros Hidráulicos (ESIHO)</li> <li>• Delegación CITMA La Habana</li> </ul>	PTR Luyanó IV

Fecha	Hora	Actividad	Participantes	Lugar
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• CIMAB</li> <li>• Funcionarios de PNUD</li> </ul>	
	11:00 am	Visita a la Planta de Tratamiento de Residuales (PTR Luyanó IV)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funcionarios de INRH PTR Luyanó IV</li> <li>• Funcionarios de PNUD</li> <li>• Delegación CITMA La Habana</li> <li>• Empresa de Servicios Ingenieros Hidráulicos (ESIHO)</li> </ul>	PTR Luyanó IV
	12:30 pm	Almuerzo		
	2:00 pm	Trabajo de Gabinete	No se contó con los funcionarios debido a Honras Fúnebres de Fidel Castro.	Hotel Copacabana
30/11	8:00 am	Trabajo de Gabinete	No se contó con los funcionarios debido a Honras Fúnebres de Fidel Castro.	Hotel Copacabana
	12:00 m	Almuerzo		
	2:00 pm	Recorrido por Sistema de Colectores asociados a la PTR Luyanó IV y al río Luyanó en varios puntos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Delegación CITMA La Habana</li> <li>• Funcionarios de INRH</li> <li>• Empresa de Servicios Ingenieros Hidráulicos (ESIHO)</li> </ul>	Municipio San Miguel del Padrón PTR Luyanó IV
01/12	9.00 am	Visita al Edificio Cero Emisión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centro de Investigación y Desarrollo de la Construcción (CIDC).</li> <li>• Delegación CITMA La Habana</li> </ul>	Casa Blanca, Regla
	12:00 m	Almuerzo		
	2:00 pm	Precisiones finales Equipo Evaluador y funcionarios PNUD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo Evaluador</li> <li>• Funcionarios PNUD</li> </ul>	PNUD
02/12	9:00 am	Reunión de presentación de resultados, conclusiones y recomendaciones preliminares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo Evaluador</li> <li>• Equipo Proyecto</li> <li>• INRH</li> <li>• Dirección de Relaciones Internacionales / CITMA</li> <li>• MINCEX</li> <li>• PNUD</li> </ul>	PNUD
03/12		Regreso Joram Gil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Delegación CITMA La Habana</li> </ul>	Aeropuerto

## 5.6 Personas entrevistadas según programa

Fecha	Actividad	Nombres de entrevistados	Cargo	Institución
28/11	Reunión inicial PNUD	Ing. Gricel Acosta Acosta	Oficial Programa MAE	PNUD
		Ing. Tomas Escobar Herrera	Carpeta MAE	PNUD
	Reunión con Contrapartes Proyecto	Ing. Dalgis Casañas Ayala	Coord. General Proyecto	CITMA
		Ing. Luis León		INRH
		Ing. Miriam Bocalandro Caignet	Especialista ATM, ESIHO	INRH
		Ing. Pedro Despaigne Quesada	Director Proyecto Ejecutivo PTAR Luyanó IV	INRH
29/11	Visita y recorrido a PTAR Luyanó	Ing. Adela Haber Vega	Delegada Provincial La Habana	CITMA
		Ing. Dalgis Casaña Ayala	Coordinadora Gral. Proy.	CITMA
		Ing. Jorge Kalaf Maluf- Potts	Aguas de La Habana	INRH
		Ing. Dania M. Fernández	ESIHO	INRH
		Ing. Miriam Bocalandro Caignet	Especialista ATM- ESIHO	INRH
		Ing. Enrique Ortega Cárdenas	PTAR Luyanó	INRH
		Ing. Maritza Marques Anglada	PTAR Luyanó	INRH
		Ing. Yusleidis Moreno Navarro	ESIHO	INRH
		Ing. Pedro Despaigne Quesada	Director PE PTAR Luyanó	INRH
		Ing. Gilberto Salazar Hardy	Asociado	UNAICC
		Ing. Alejandro Flores Pintado	PTAR Luyanó	INRH
		Ing. José A. Quero Tito	ESIHO	INRH
		Ing. Tomas Escobar Herrera	Carpeta MAE	PNUD

		Ing. Cándido Díaz Ferrer	ESIHO	INRH
30/11	Recorrido por sistema de colectores asociados a la PTAR	Ing. Dalgis Casañas Ayala	Coord. Gral. Proyecto	CITMA
		Ing. Pedro Despaigne Quesada	Director PE PTAR Luyanó	
		Ing. Enrique Ortega Cárdenas	Especialista de la PTAR Luyanó IV	
		Ing. Miriam Bocalandro Caignet	Especialista ATM, ESIHO	INRH
1/12	Visita al edificio Cero Emisión	Ing. José Manuel López Santana	Resp. Proyecto Cero Emisión, CIDC	MICONS
		Ing. Dalgis Casañas Ayala	Coord. Gral. Proyecto	CITMA
2/12	Presentación de resultados, conclusiones y recomendaciones preliminares	Ing. Gricel Acosta Acosta	Oficial Programa MAE	PNUD
		Ing. Tomas Escobar Herrera		PNUD
		Ing. Adela Haber Vega	Delegada Provincial La Habana	CITMA
		Ing. Dalgis Casaña Ayala		CITMA
		Ing. Beatriz Crispín	Funcionaria Dirección de Organismos Económicos Internacionales	MINCEX
		Ing. Pedro Sánchez Marquez	Sub Delegado Inversiones	INRH
		Ing. Pedro Despaigne Quesada	Director PE PTAR Luyanó	INRH
		Ing. Miriam Bocalandro Caignet	Especialista ATM, ESIHO	INRH
15/12	Reunión para conocer la participación de UNOPS Guatemala en el proyecto	Arq. Esaú Beltrán	Representante	UNOPS Guatemala

## 5.7 Lista de documentos revisados por el EE entregados por el PNUD y por la UMP

Documento	Contenido General	Origen
Marco de Asistencia de Naciones Unidas para el Desarrollo MANUD 2014-2018.	Documento programático con las líneas directivas estratégicas acordadas por el Sistema de las Naciones Unidas y el Gobierno cubano.	PNUD/Gobierno
Programa de País PNUD.	Plan de acciones previsto por el PNUD para dar respuesta al MANUD.	PNUD
Documento del Proyecto (PRODOC).	PRODOC firmado por el PNUD y Gobierno de Cuba.	PNUD/Gobierno
Matriz de Marco Lógico.	Indicadores de Marco Lógico del Proyecto y su evolución.	PNUD
Reporte de Implementación del Proyecto (PIR).	Reporte Implementación del Proyecto (PIR) anual: 2015, 2016.	PNUD
Plan Operativo Anual (POA).	Planes de Trabajo Anuales: 2015,2016.	PNUD
Informe combinado de gastos (CDR).	Emitido por el PNUD, a partir de la información que contiene ATLAS. Revisión y aprobación por la Dirección del Proyecto.	PNUD
Informe Final de la evaluación de Medio término.	Incluye informe, recomendaciones y respuestas.	Equipo Proyecto
Revisiones presupuestarias.	Aprobadas por Gobierno y PNUD para reflejar ajustes hechos al presupuesto.	PNUD
Prioridades estratégicas del GEF.	Documento programático con los criterios de elegibilidad para el área focal de Aguas Internacionales del GEF.	GEF/ a entregar por oficina PNUD en Cuba

## **5.8 Lista de documentación técnica solicitada a la UMP para su revisión y análisis**

1. Estrategia Ambiental Nacional de la República de Cuba
2. Estrategia Ambiental Provincial La Habana
3. Evaluación de Impacto Ambiental de la PTR Luyanó IV
4. Informe de Resultados del Proyecto (balance anual CITMA La Habana) años 2012, 2013 y 2015
5. Norma Cubana NC 27- 2012 (Obligatoria). Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones
6. Documental formato MPEG “Esperanza para la juventud cubana” - Programa de Inversiones y Desarrollo para la bahía de La Habana, 14 minutos. El video describe los resultados claves del trabajo:
  - Saneamiento de la bahía de la Habana y su cuenca tributaria, en la cual se enmarca este Proyecto
  - Gestión Ambiental Empresarial
  - Educación ambiental escolar, comunitaria y empresarial
  - Reforestación de la cuenca tributaria y la zona costera, parque temático-ecológico Río Hondo y área protegida del Ingenito;
7. Suplemento firmado por viceministros de los dos principales Ministerios participantes (CITMA, INRH) y por funcionaria del MINCEX, organismo que representa al Gobierno de Cuba, mediante el que se documenta la aprobación de la extensión del proyecto, hasta el mes de diciembre del 2016, quedando detallado el sustantivo cofinanciamiento nacional que se viene aportando desde el año 2013 y el aprobado, necesario para concluir la obra en la fecha a que se extiende el proyecto
8. Revista Pelicano (año 1, número 2) del año 2004 donde se plantea como una solución emergente para la Bahía de la Habana.
9. Revista Pelicana (año 5, número 23) del año 2008, en el cual se detallan más de 6 artículos para concientizar a la población en el saneamiento y las acciones emprendidas para hacer realidad el Proyecto, principalmente se describe la Gestión Ambiental Integrada y el Desarrollo Sostenible de la Bahía de la Habana, publicando el acuerdo 6,255.
10. Revista Pelicano (año 10, número 3), septiembre a diciembre de 2013, artículos dedicados al educación ambiental para la gestión de la Bahía de la Habana.
11. Revista Pelicano (año 11, número 2), mayo a agosto de 2014. Los artículos destacados son la Gestión Ambiental para la Recuperación de la Bahía de la Habana como estrategia empresarial. Revista Pelicano (año 11 número 3), septiembre a diciembre de 2014). El artículo destacado entre otros es el Taller de Intercambio del programa Educativo Ambiental “amigos de la bahía”.
12. Memoria descriptiva y de cálculo de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, año 2002.
13. Presentación Planeamiento del Saneamiento de la Bahía de la Habana, Lic. Jorge Kalaf-Maluf Potts. Director Proyecto de Colaboración, ESIHO – INRH, noviembre de 2016.

14. Presentación Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV y Colectores. ESIHO – INRH, noviembre de 2016.
15. Manuales de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de: Operación y Mantenimiento que data del año 2007 y Manual de Puesta en Marcha que data de Julio de 2016 y fue actualizado en diciembre de 2016. (Adaptar al momento de que la PTAR inicie operaciones).
16. Planos finales de la Planta de Tratamiento Luyanó IV y Colectores del Municipio de San Miguel El Padrón, año 2005.

**Documentación solicitada y aún no recibida**

17. Estudio de Manejo, reúso y disposición final de lodos provenientes de la PTAR Luyanó IV.
18. Detalle de co-financiamiento del Proyecto de forma anual solicitado al CITMA para la Planta de Tratamiento Luyanó IV y para el Edificio Cero Emisión.
19. Carta, Convenio o Acuerdo Oficial que traslada el Manejo de la Planta de Tratamiento Luyanó IV del INRH a Aguas de la Habana.

## **5.9 Formulario de acuerdo del consultor de la evaluación**

El EE hace constar que han cumplido con cada uno de los ítems que describe el siguiente formulario, siendo responsabilidad del Gobierno Cubano y el PNUD Cuba la divulgación del presente informe.

### **FORMULARIO DE ACUERDO Y CÓDIGO DE CONDUCTA DEL CONSULTOR DE LA EVALUACIÓN**

Los evaluadores:

1. Deben presentar información completa y justa en su evaluación de fortalezas y debilidades, para que las decisiones o medidas tomadas tengan un buen fundamento.
2. Deben divulgar todos los resultados de la evaluación junto con información sobre sus limitaciones, y permitir el acceso a esta información a todos los afectados por la evaluación que posean derechos legales expresos de recibir los resultados.
3. Deben proteger el anonimato y la confidencialidad de los informantes individuales. Deben proporcionar avisos máximos, minimizar las demandas de tiempo, y respetar el derecho de las personas de no participar. Los evaluadores deben respetar el derecho de las personas a suministrar información de forma confidencial y deben garantizar que la información confidencial no pueda rastrearse hasta su fuente. No se prevé que evalúen a individuos y deben equilibrar una evaluación de funciones de gestión con este principio general.
4. En ocasiones, deben revelar la evidencia de transgresiones cuando realizan las evaluaciones. Estos casos deben ser informados discretamente al organismo de investigación correspondiente. Los evaluadores deben consultar con otras entidades de supervisión relevantes cuando haya dudas sobre si ciertas cuestiones deberían ser denunciadas y cómo.
5. Deben ser sensibles a las creencias, maneras y costumbres, y actuar con integridad y honestidad en las relaciones con todos los interesados. De acuerdo con la Declaración Universal de los Derechos Humanos de la ONU, los evaluadores deben ser sensibles a las cuestiones de discriminación e igualdad de género, y abordar tales cuestiones. Deben evitar ofender la dignidad y autoestima de aquellas personas con las que están en contacto en el transcurso de la evaluación. Gracias a que saben que la evaluación podría afectar negativamente los intereses de algunos interesados, los evaluadores deben realizar la evaluación y comunicar el propósito y los resultados de manera que respete claramente la dignidad y el valor propio de los interesados.
6. Son responsables de su rendimiento y sus productos. Son responsables de la presentación clara, precisa y justa, de manera oral o escrita, de limitaciones, los resultados y las recomendaciones del estudio.
7. Deben reflejar procedimientos descriptivos sólidos y ser prudentes en el uso de los recursos de la evaluación.

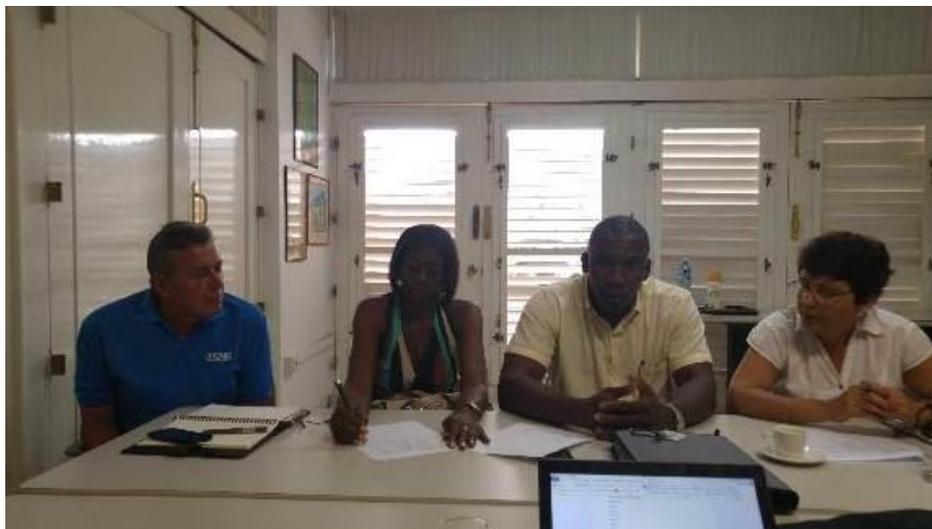
## 5.10 FOTOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LUYANO IV

### Lista de fotografías

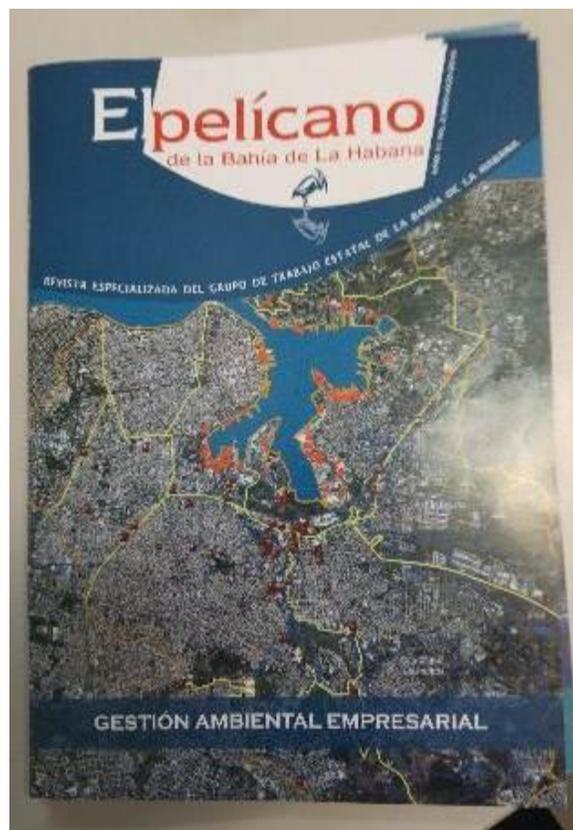
1. Primera reunión de trabajo con Ing. Luis Leon, Ing. Miriam Bocalandro Caignet, Ing. Pedro Despaigne Quesada del INRH e Ing. Dalgis Casañas Ayala del CITMA en PNUD CUBA.:
2. Revista Pelicano (año 11 número 3), septiembre a diciembre de 2014. Los artículos destacados son la Gestión Ambiental para la Recuperación de la Bahía de la Habana como estrategia empresarial.
3. Reunión con funcionarios del INRH y el equipo consultor en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, listado de funcionarios descrito en el anexo del listado de personas entrevistadas.
4. Reunión con funcionarios del INRH y el equipo consultor en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, listado de funcionarios descrito en el anexo del listado de personas entrevistadas.
5. Tanque de Contacto para la Cloración en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba noviembre de 2016.
6. Tanque de Contacto para la Cloración en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba noviembre de 2016.
7. Instalaciones internas en la casa de estación de bombeo en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba noviembre de 2016.
8. Pozo de Bombas Estación de Bombeo Principal en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba, noviembre de 2016.
9. Instalaciones internas del sistema de bombeo en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba, noviembre de 2016.
10. Biofiltro en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba noviembre 2016.
11. Válvula de control hacia Pre Tratamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba, noviembre de 2016.
12. Digestor Anaerobico, biofiltro y caseta de transformadores en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba noviembre de 2016.
13. Compactador para el Secado de Lodos en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba noviembre de 2016.
14. Edificio Pre-Tratamiento, Tubería de aguas residuales preparadas para el futuro montaje de las 2da. Y 3ra. Etapas, en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV,
15. Filtros Rotatorios en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba 2016.
16. Caseta de mandos y Biofiltro 2, en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba, noviembre de 2016.
17. Desarenador y desengrasador en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba noviembre de 2016.
18. Desarenador y desengrasador en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba noviembre de 2016.
19. Cámara de Aireación Sedimentador Secundario en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba noviembre de 2016.
20. Cámara de compresores para el sistema de aereación en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba, noviembre de 2016.
21. Instalaciones internas paraa la Aireación en los Reactores en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, Luyanó IV, noviembre de 2016.
22. Casa de compresores del sistema de aereación en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba, noviembre de 2016.
23. Sistema de Reactor y Sedimentador Secundario en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba, noviembre de 2016.
24. Estación de Bombeo Principal y Biofiltro 1, de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba, noviembre de 2016.
25. Descarga del agua tratada de la PTR Luyanó IV al río Luyanó, Cuba, noviembre de 2016.

26. Caja de distribución y by-pass de aguas residuales previo a la entrada en la PTR Luyanó IV, Cuba, noviembre de 2016
27. Ubicación del municipio de San Miguel Padrón previo la entrada a la PTR. Cuba noviembre de 2016.
28. Caja de distribución y by-pass de aguas residuales previo a la entrada en la PTR Luyanó IV, Cuba, noviembre de 2016.
29. Río Luyanó aguas arriba de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, en el área del Colector C1, Cuba noviembre de 2016.
30. Vista frontal Edificio Cero Emisión, Cuba noviembre de 2016.
31. Caja de conexión del colector C1 y C3, Cuba, noviembre de 2016.
32. Humedal para el tratamiento de las aguas residuales del Edificio Cero Emisión, Cuba, noviembre de 2016

## RESULTADO 1: PLANTA DE TRATAMIENTO LUYANÓ IV



**FOTO 1:** Primera reunión de trabajo con Ing. Luis Leon, Ing. Miriam Bocalandro Caignet, Ing. Pedro Despaigne Quesada del INRH e Ing. Dalgis Casañas Ayala del CITMA en PNUD CUBA.



**FOTO 2:** Revista Pelicano (año 11 número 3), septiembre a diciembre de 2014. Los artículos destacados son la Gestión Ambiental para la Recuperación de la Bahía de la Habana como estrategia empresarial.



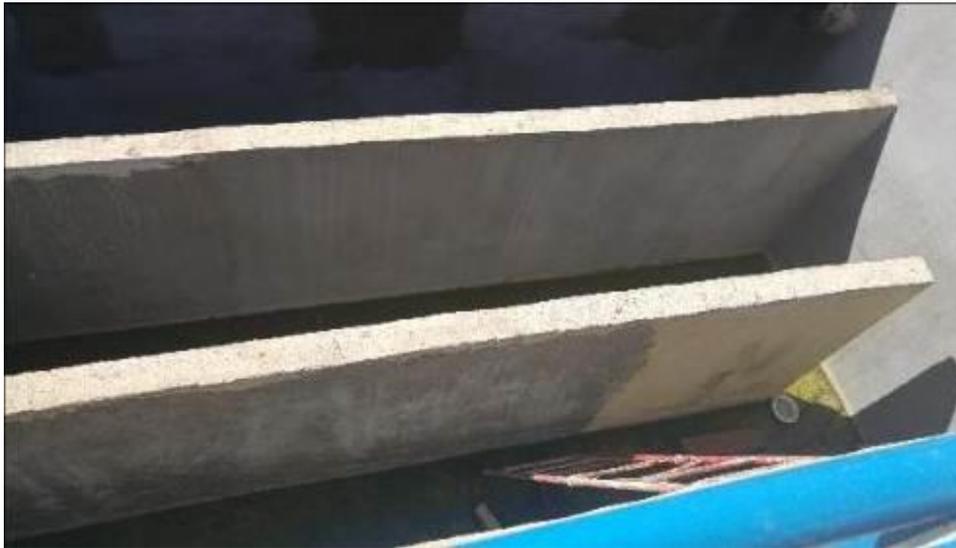
**FOTO 3:** Reunión con funcionarios del INRH y el equipo consultor en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, listado de funcionarios descrito en el anexo del listado de personas entrevistadas.



**FOTO 4:** Reunión con funcionarios del INRH y el equipo consultor en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, listado de funcionarios descrito en el anexo del listado de personas entrevistadas.



**FOTO 5: Tanque de Contacto para la Cloración en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba noviembre de 2016.**



**FOTO 6: Tanque de Contacto para la Cloración en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba noviembre de 2016.**



**FOTO 7:** Instalaciones internas en la casa de estación de bombeo en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba noviembre de 2016.



**FOTO 8:** Pozo de Bombas Estación de Bombeo Principal en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba, noviembre de 2016.



**FOTO 9:** Instalaciones internas del sistema de bombeo en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba, noviembre de 2016.



**FOTO 10:** Biofiltro de la Estación de Bombeo Principal en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba noviembre 2016.



**FOTO 11:** Válvula de control hacia Pre Tratamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba, noviembre de 2016.



**FOTO 12:** Digestor Anaerobico, biofiltro y caseta de transformadores en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba noviembre de 2016.



**FOTO 13:** Compactador paara el Secado de Lodos en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba noviembre de 2016.



**FOTO 14: Pre Tratamiento.**Tubería de aguas residuales preparadas para el futuro montaje de las 2da. Y 3ra. Etapas, en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV,



**FOTO 15: Filtros Rotatorios** en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba 2016.



**FOTO 16:** Caseta de mandos y Biofiltro 2 en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba, noviembre de 2016.



**FOTO 17:** Desarenador y desengrasador en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba noviembre de 2016.



**FOTO 18:** Desarenador y desengrasador en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba noviembre de 2016.



**FOTO 19:** Cámara de Aireación y Ssedimentador Secundario en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba noviembre de 2016.



**FOTO 20:** Cámara de compresores para el sistema de aereación en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba, noviembre de 2016.



**FOTO 21:** Instalaciones internas para la Aireación en los Reactores en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, Luyanó IV, noviembre de 2016.



**FOTO 22:** Casa de compresores del sistema de aireación en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba, noviembre de 2016.



**FOTO 23:** Sistema de Reactor y Sedimentador Secundario en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba, noviembre de 2016.



**FOTO 24:** Estación de Bombeo Principal y biofiltro 1 de la Planta de Tratamientos de Aguas Residuales Luyanó IV, Cuba, noviembre de 2016.

## RESULTADO 1 COLECTORES



**FOTO 25:** Descarga del agua tratada de la PTR Luyanó IV al río Luyanó, Cuba, noviembre de 2016.



**FOTO 26:** Caja de distribución y by-pass de aguas residuales previo a la entrada en la PTR Luyanó IV, Cuba, noviembre de 2016



**FOTO 27:** Ubicación del municipio San Miguel del Padrón previo la entrada a la PTR. Cuba noviembre de 2016.



**FOTO 28:** Caja de distribución y by-pass de aguas residuales previo a la entrada en la PTR Luyanó IV, Cuba, noviembre de 2016.



**FOTO 29:** Río Luyanó aguas arriba de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Luyanó IV, en el área del Colector C1, Cuba noviembre de 2016.

## RESULTADO 2 CERO EMISION



**FOTO 30:** Vista frontal Edificio Cero Emisión, Cuba, noviembre de 2016.



**FOTO 31:** Caja de conexión del colector C1 y C3, Cuba, noviembre de 2016.



**FOTO 32:** Humedal para el tratamiento de las aguas residuales del Edificio Cero Emisión, Cuba, noviembre de 2016.