

PROYECTO DE FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN INTEGRADA DE LA CUENCA DEL LAGO YGUAZÚ

PLAN DE GESTIÓN DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL LAGO YGUAZÚ

Administración Nacional de Electricidad (ANDE)



julio 2017

Agradecimiento

Al equipo de trabajo conformado por los Expertos Japoneses de la JICA, a los funcionarios de la ANDE y a las instituciones públicas que colaboraron de manera entusiasta para poner en marcha el “Proyecto de Fortalecimiento de la Gestión Integrada de la Cuenca del Lago Yguazú”, deseo expresarles en nombre de la Administración Nacional de Electricidad (ANDE), los agradecimientos por los relevantes servicios prestados a la ANDE en el marco del citado Proyecto.

El trabajo técnico, social y ambiental desarrollado en la ejecución del Plan Yguazu Porã, representan un invaluable aporte para el mejoramiento y la sostenibilidad de la gestión de las cuencas hidrográficas, no solo las del Lago Yguazú y Acaray, sino las demás cuencas a nivel de todo el país.

Un sincero reconocimiento a las autoridades de la JICA en Paraguay y a las autoridades municipales y departamentales por el esfuerzo y el apoyo para la concreción de este importante Proyecto.

Muchas Gracias.

Ing. Victor Romero Solís
Presidente de la ANDE

ÍNDICE

RESUMEN

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1-1 Antecedentes de la elaboración del Plan de Gestión de la Cuenca Hidrográfica del Lago Yguazú

1-2 Objetivos de Plan de Gestión de la Cuenca Hidrográfica del Lago Yguazú (I-2)

1-3 Estructura del Plan de Gestión de la Cuenca Hidrográfica del Lago Yguazú (I-2)

1-4 Pasos del proceso de elaboración del Plan de Gestión de la Cuenca Hidrográfica del Lago Yguazú (I-2)

CAPÍTULO II

CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL LAGO YGUAZÚ

2-1 DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA DEL LAGO YGUAZÚ (II-1)

2-2 Fuente de información y datos existentes (II-6)

CAPÍTULO III

PROBLEMAS PREOCUPANTES PARA LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL LAGO YGUAZÚ

3-1 Problemas identificados antes de la implementación del Plan Yguazú Porã (III-1)

3-2 Erosión y Sedimentación de Suelo (III-3)

3-3 Pérdida de la protección ribereña y erosión de las orillas (III-9)

3-4 Reducción de bosques en la cuenca (III-19)

3-5 Contaminación (III-22)

3-6 Falta de concienciación de los habitantes (III-24)

CAPÍTULO IV

EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE CARGA AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL LAGO YGUAZÚ

4-1 Erosión y sedimentación de suelo (IV-1)

4-2 Pérdida de la franja de protección ribereña y erosión de las orillas (IV-46)

4-3 Disminución de bosques en la cuenca (IV-106)

4-4 Contaminación (IV-117)

4-5 Falta de conciencia de los pobladores (IV-118)

CAPÍTULO V

ELABORACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL LAGO YGUAZÚ

5-1 Lista Final de Problemas (V-2)

5-2 Potenciales Soluciones (V-2)

5-3 Lista Final de Soluciones (V-2)

5-4 Enfoque de Selección de Proyectos Específicos (V-3)

CAPÍTULO VI

PLAN DE GESTIÓN DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL LAGO YGUAZÚ

6-1 Visión de la gestión de la cuenca hidrográfica del Lago Yguazú (VI-1)

6-2 Metas del Plan de Gestión de la Cuenca Hidrográfica del Lago Yguazú (VI-2)

6-3 Implementación del Plan de Gestión (VI-3)

6-4 Beneficios del Plan de Gestión de la Cuenca Hidrográfica del Lago Yguazú (VI-23)

6-5 Implementación del Plan de Gestión de la Cuenca Hidrográfica del Lago Yguazú (VI-24)

6-6 Plan de monitoreo (VI-31)

ANEXOS

ÍNDICE DE REFERENCIA

Nº de Referencia	Títulos de Referencias
Referencia 2.1	Estudio de Línea Base del Proyecto de Fortalecimiento de la Gestión Integrada de la Cuenca del Lago Yguazú (2014)
Referencia 2.2	Informe Final del Estudio de Recopilación y Confirmación de la Información Básica sobre la Cuenca del Lago Yguazú de la República del Paraguay (2013)
Referencia 2.3	Estudio Complementario del Proyecto de Fortalecimiento de la Gestión Integrada de la Cuenca del Lago Yguazú del Paraguay (2013)
Referencia 2.4	Informe Final del Estudio de Recopilación y Confirmación de la Información Básica sobre la Cuenca del Lago Yguazú de la República del Paraguay (2013)
Referencia 2.5	Estudio Complementario del Proyecto de Fortalecimiento de la Gestión Integrada de la Cuenca del Lago Yguazú del Paraguay (2013)
Referencia 2.6	Censo Agropecuario Nacional del MAG (2008)
Referencia 3.1	University of Missouri Extension (G1509, Revisado septiembre de 2003)
Referencia 3.2	Presas y Embalses Capítulo 6, Roberson Et Al., con adiciones, SDSU
Referencia 3.3	Departamento Forestal, EE.UU. 2000
Referencia 3.4	Departamento de Recursos Naturales y Control Ambiental de Delaware
Referencia 3.5	Departamento de Conservación Ambiental, Estado de NY, EE.UU.
Referencia 3.6	El Proyecto de Acción Ambiental Transfronteriza del Nilo (NTEAP, 2007)
Referencia 3.7	Clemson Carolina Clear (2012)
Referencia 4.1	Contorno del lecho del Lago Yguazú, 2016
Referencia 4.2	Censo agropecuario del MAG
Referencia 4.3	Uso de transductores a presión sumergibles en estudios de recursos hídricos-, USGS (2004)

ÍNDICE DE GRÁFICOS

N° De Gráfico	Títulos de Gráficos
Gráfico 1.1	Estructura del Proyecto
Gráfico 2.1	Mapa de ubicación de la Cuenca del Lago Yguazú y municipios focalizados
Gráfico 2.2	Ubicación y topografía de los cuatro Arroyos que fluyen en el Lago Yguazú
Gráfico 2.3	Uso de suelo de la Cuenca del Lago Yguazú
Gráfico 2.4	Mapa de distribución de asentamientos de etno-cultura en la Cuenca del Lago Yguazú
Gráfico 3.1	Tipos de erosión
Gráfico 3.2	Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USDA)
Gráfico 3.3	Cálculo de la Pérdida Anual de Suelo por RUSLE (Universidad de Vermont)
Gráfico 3.4	Selección de Áreas Candidata (Universidad de Vermont)
Gráfico 3.5	Influencias topográficas de las Condiciones Hidrográficas locales (Universidad de Vermont)
Gráfico 3.6	Deposición de Sedimentos en un Reservoirio
Gráfico 3.7	Patrón Longitudinal de Sedimentación en la Operación de Reservoirio con Nivel de Agua Constante (SDSU)
Gráfico 3.8	Ejemplo de Diseño de Amortiguación (NCSU)
Gráfico 3.9	Ancho de la Eficiencia de los Beneficios Ambientales debido al Amortiguamiento Ribereños (NCSU)
Gráfico 3.10	Condiciones Generales de la Línea Costera antes y después de la Erosión por Acción de las Olas
Gráfico 3.11	Representación Esquemática de los Tipos de Vegetación

Gráfico 3.12	Zonas de la Línea Costera de Agua Dulce Vegetada
Gráfico 3.13	Mapa Topográfico alrededor del Rio Yguazú del año 1940
Gráfico 3.14	Condición de la Deforestación en la Cuenca del Lago Yguazú Entre 1990 y 2010) (NASA)
Gráfico 4.1	Relación entre los tres ríos y los cuatro municipios
Gráfico 4.2	Puntos de estudio de estado de erosión de la cuenca en el Río Yguazú (1)
Gráfico 4.3	Puntos de estudio de estado de erosión de la cuenca en el Río Yguazú (2)
Gráfico 4.4	Puntos de estudio de estado de erosión de la cuenca en el Río Yhú (1)
Gráfico 4.5	Puntos de estudio de estado de erosión de la cuenca en el Río Yhú (2)
Gráfico 4.6	Puntos de estudio de estado de erosión de la cuenca en el Río Yukyry
Gráfico 4.7	Secciones seleccionadas para el estudio batimétrico
Gráfico 4.8	Resumen de resultados del estudio de batimetría (Río principal del Yguazú)
Gráfico 4.9	Resumen de resultados del estudio de batimetría (Ensenada del Río Yucry)
Gráfico 4.10	Resultado de estudio batimétrico realizado por la Itaipú Binacional
Gráfico 4.11	Mapa topográfico de las inmediaciones del río Yguazú antes del llenado del lago Yguazú (elaborado a partir de una fotografía aérea tomada en el año 1965)
Gráfico 4.12	Ubicación de las cinco ciudades para el estudio de la situación de la erosión de las orillas
Gráfico 4.13	Ubicación de estudio de erosión de las orillas del lago (1)
Gráfico 4.14	Ubicación de estudio de erosión de las orillas del lago (2)
Gráfico 4.15	Ubicación de estudio de erosión de las orillas del lago (3)

Gráfico 4.16	Proceso de retroceso a causa de la erosión de las costas rectas
Gráfico 4.17	Relación entre altura representativa de ola y distancia sobre la cual sopla el viento
Gráfico 4.18	Formas de olas que afectan las costas
Gráfico 4.19	Ubicación de las cinco estaciones de erosión de las costas
Gráfico 4.20	Sitio de instalación del nivel del agua
Gráfico 4.21	Esquema de diseño de la instalación del medidor de nivel de agua
Gráfico 4.22	Evolución de crecimiento por especie en parcela experimental mixta
Gráfico 4.23	Evolución de crecimiento por área objeto en parcela mixta (por las 4 especies nativas)
Gráfico 5.1	Diagrama para el Desarrollo del Plan de Gestión de la Cuenca Hidrográfica del Lago Yguazú

ÍNDICE DE CUADROS

N° de Cuadro	Títulos de Cuadros
Cuadro 1.1	Pasos de proceso de elaboración del Plan de Gestión
Cuadro 1.2	Contenido de implementación de cada paso
Cuadro 2.1	Población rural por Departamento (2002)
Cuadro 2.2	Cantidad de fincas con medidas de control de erosión por Distritos que comprenden la Cuenca del Lago Yguazú (2008)
Cuadro 2.3	Fuente de información y datos existentes
Cuadro 3.1	Problemas de la Cuenca de Lago Yguazú identificados antes de la implementación del Proyecto
Cuadro 3.2	Reducción Estimativa de Cargas de Nutrientes con la Implementación de Amortiguamiento Ribereño
Cuadro 4.1	Tabla de comparación de estudio de sedimentación para la superficie parcial y total del Lago Yguazú
Cuadro 4.2	Resultado de medición del estudio batimétrico
Cuadro 4.3	Resultado de análisis de estado del lecho del lago
Cuadro 4.4	Análisis del cambio topográfico del embalse del antes y después del llenado del lago
Cuadro 4.5	Áreas Problemáticas Identificadas en Estudios de Campo
Cuadro 4.6	Información más actualizada sobre medidas de control de la erosión de suelo en las ciudades relacionadas (2008)
Cuadro 4.7	Resultado de las mediciones iniciales en las estaciones de erosión
Cuadro 4.8	Resultados de estudios de medición y situación de las estaciones de erosión instaladas en el segundo estudio de campo
Cuadro 4.9	Resultado de grado de erosión en la estación N° 4 de Yguazú

Cuadro 4.10	Dirección y velocidad de viento dominante que se genera en las cercanías del Lago Yguazú
Cuadro 4.11	Resumen de la altura de la ola, dirección del viento, velocidad del viento y la distancia sobre la cual sopla el viento
Cuadro 4.12	Comparación de la altura representativa de la ola y el valor real según la fórmula de cálculo de Wilson
Cuadro 4.13	Método de instalación de las estaciones permanentes de erosión de las costas
Cuadro 4.14	Método de evaluación del estado de erosión de las costas
Cuadro 4.15	Pasos para considerar las medidas para una costa estable
Cuadro 4.16	Especificaciones del medidor de nivel de agua y sus accesorios seleccionados
Cuadro 4.17	Verificación de funcionamiento general y regulación del medidor post-instalación
Cuadro 4.18	Capacitación sobre mantenimiento post-instalación
Cuadro 4.19	Ítems y contenido de capacitación sobre el uso
Cuadro 4.20	Áreas críticas identificadas por los estudios
Cuadro 4.21	Resultado de reforestación en las propiedades de la ANDE
Cuadro 4.22	Resultado de reforestación en propiedades de grandes agricultores
Cuadro 4.23	Realización de la capacitación de técnica de conservación de suelo
Cuadro 4.24	Charlas educativas y actividades de reforestación
Cuadro 4.25	Problemas de las actividades realizadas a modo experimental y los lineamientos a seguir
Cuadro 4.26	Áreas Problemáticas Identificadas por los Estudios
Cuadro 4.27	Procedimiento para el establecimiento de una Plataforma Municipal

Cuadro 4.28	Plan Operativo de las actividades de manejo de la cuenca de la Plataforma Municipal de la ciudad de Mallorquín (2016)
Cuadro 4.29	Plan del Programa de una jornada para recoger las basuras en la orilla del Lago Yguazú
Cuadro 4.30	Propuesta de reglamento de la Plataforma Municipal
Cuadro 4.31	Trabajo de rutina anula de la Plataforma Municipal
Cuadro 4.32	Índice del “Manual de establecimiento e implementación de la Plataforma Municipal”
Cuadro 4.33	Anexos del “Manual de establecimiento e implementación de la Plataforma Municipal”
Cuadro 4.34	Problemas identificados en la práctica
Cuadro 5.1	Lista Final de Problemas de la Cuenca Hidrográfica del Lago Yguazú
Cuadro 5.2	Soluciones Físicas y Programáticas
Cuadro 6.1	Proyectos de mantenimiento
Cuadro 6.2	Proyecto de Gestión de mejoramiento de la franja de protección ribereña y reforestación
Cuadro 6.3	Proyecto de Gestión de la Recuperación de bosques y Conservación del suelo
Cuadro 6.4	Proyectos no estructurales y Proyecto de Gestión de estudios especiales
Cuadro 6.5	Proyecto de Gestión para la Concientización de los habitantes locales
Cuadro 6.6	Análisis de las personas objetos de la difusión de informaciones y educación sobre el medio ambiente
Cuadro 6.7	Propuesta del Programa de recuperación de la orilla estable
Cuadro 6.8	Perfil del facilitador
Cuadro 6.9	Plan de desarrollo del “Establecimiento e Implementación de la Plataforma Municipal”

Cuadro 6.10	Plan de implementación de los proyectos de gestión
Cuadro 6.11	Departamentos responsables de cada proyecto de gestión
Cuadro 6.12	Plan de monitoreo del Proyecto de Gestión

LISTA DE ABREVIATURAS

Abreviatura	Título Completo
ANDE	Administración Nacional de Electricidad
ETE	Equipo Técnico Ejecutivo
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón
INFONA	Instituto Forestal Nacional
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
SEAM	Secretaría del Ambiente
STP	Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social
JBIC	Japan Bank for International Cooperation

RESUMEN

El Lago Yguazú es un lago artificial construido en el año 1976 en agua arriba de la Central Hidroeléctrica Acaray administrada por el Estado Paraguayo, a fin de regular el nivel de agua para generación de energía. En los últimos años se observan preocupantes situaciones tales como la destrucción del ecosistema asociada a la deforestación en los alrededores del lago, además del avance de la erosión, sedimentación y colmatación de la tierra en el Lago Yguazú. Como consecuencia, hay una necesidad urgente de abordar estos problemas por el temor a los futuros impactos negativos que podrían provocar tales como el deterioro funcional de la generación hidroeléctrica de Acaray y a las condiciones de vida de los pobladores que viven en la zona.

En respuesta a estos y con el propósito de fortalecer el sistema de gestión de la cuenca hidrográfica del Lago Yguazú, se implementó el “Proyecto de Fortalecimiento de la Gestión Integrada de la Cuenca del Lago Yguazú” (en adelante se denomina “Plan Yguazú Porã”) en el marco de la cooperación de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (en adelante se denomina “JICA”) por un periodo de 4 años, específicamente entre los años 2013 y 2017. El Proyecto se ejecutó con el apoyo de la Secretaría del Ambiente (SEAM), del Instituto Forestal Nacional (INFONA), del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y la Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social (STP), en consideración al marco legal e institucional vigente en el país en materia de gestión de cuencas hidrográficas y de recursos hídricos.

El Plan de Gestión de la Cuenca Hidrográfica del Lago Yguazú (en adelante se denomina “Plan de Gestión”) es un plan operativo importante para poner en práctica la gestión de la cuenca hidrográfica, en el que partió de la identificación de las problemáticas más preocupantes de la Cuenca del Lago Yguazú y la evaluación situacional del impacto ambiental, y en el refleja las actividades que se han llevado a cabo en el marco del Plan Yguazú Porã. Específicamente, el material se constituye de:

- **Capítulo I, describe el proceso de elaboración incluyendo los antecedentes y los objetivos de la elaboración.**
- **Capítulo II, presenta la información básica que sirvió de base para la formulación del Plan de Gestión, tales como condiciones sociales y ambientales de la Cuenca del Lago Yguazú.**
- **Capítulo III, identifica los problemas presentes y futuros en torno a la Cuenca del Lago Yguazú.**
- **Capítulo IV, describe los resultados de las actividades y estudios realizados en el marco del Plan Yguazú Porã en función a los problemas identificados en el Capítulo III, y sus análisis y evaluación.**
- **Capítulo V, selecciona las actividades específicas que se incluyen en el Plan de Gestión, realizada a través del análisis y evaluación realizada en el Capítulo IV.**
- **Capítulo VI, establece como proyecto de gestión cada una de las actividades específicas que deben de ejecutar próximamente.**

El presente Plan de Gestión pretende llevar adelante una adecuada gestión de la cuenca hidrográfica

del Lago Yguazú, tomando en cuenta los resultados que se obtienen de la implementación de las cinco actividades específicas, que se citan a continuación, establecidas en el marco del proyecto de gestión descritos en el Capítulo VI.

- 1. Estabilización de las orillas del lago: Evaluar el estado de erosión de las orillas y restaurar para la estabilización del suelo y la reducción de la erosividad.**
- 2. Mejora de la franja de protección ribereña y reforestación: Reducir el ingreso de los sedimentos, tales como del campo agrícola y caminos, a través del fortalecimiento y la regeneración de la zona vegetación ribereña.**
- 3. Recuperación de bosques y conservación del suelo: Reducir el ingreso de sedimentos combinando con la regeneración de la zona ribereña de amortiguamiento y mejorar el medio ambiente de la cuenca hidrográfica mediante la recuperación de bosques y la extensión de la técnica de conservación del suelo.**
- 4. Monitoreo: Acumular los datos de erosión y sedimentación de suelo, hace posible la validación científica.**
- 5. Concientización de los habitantes: Lograr la implementación de las prácticas de conservación de la cuenca hidrográfica por iniciativa propia de los habitantes.**

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1-1 Antecedentes de la elaboración del Plan de Gestión de la Cuenca Hidrográfica del Lago Yguazú

La Central Hidroeléctrica Acaray, administrada por el Estado Paraguayo, fue construida y puesta en marcha en 1969, es la más antigua del país. En el 1976 se ha instalado una presa en el Río Yguazú a fin de regular el nivel de agua para el Acaray.

En la cuenca hidrográfica del Lago Yguazú, se observan deterioro del ecosistema asociada a la importante deforestación debido al desarrollo de la actividad agrícola a gran escala iniciada desde la década de 1970 por los migrantes nacionales y extranjeros. Hay una necesidad urgente de abordar los problemas de avance de la erosión del suelo y el deterioro del medio ambiente debido a la disminución del área boscosa, por los impactos negativos que en el futuro podría generar y afectar en el funcionamiento de la central eléctrica de Yguazú y las condiciones de vida de la población de la zona agua abajo. Sin embargo, la Administración Nacional de Electricidad (en adelante se denomina “ANDE”) hasta el momento no dispone de los datos e información científica para comprender el estado actual de la cuenca hidrográfica del Lago Yguazú, tampoco tiene hecho los estudios para la toma de las medidas concretas.

En respuesta a estos y con el propósito de fortalecer el sistema de gestión de la cuenca hidrográfica del Lago Yguazú, se implementó el “Proyecto de Fortalecimiento de la Gestión Integrada de la Cuenca del Lago Yguazú” (en adelante se denominada “Plan Yguazú Porã”) en el marco de la cooperación de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (en adelante se denomina “JICA”) por un periodo de 4 años, específicamente entre los años 2013 y 2017.

El Plan Yguazú Porã ha estado promoviendo actividades definidos en cuatro pilares que son 1. Reforestación y conservación de suelos; 2. Participación comunitaria en las actividades de la conservación de la cuenca a través de la formación de la Plataforma Municipal; 3. Recopilación de los datos científicos (estudio de sedimentación y erosión de suelo de las orillas) y 4. Coordinación interinstitucional e intrainstitucional de la ANDE.

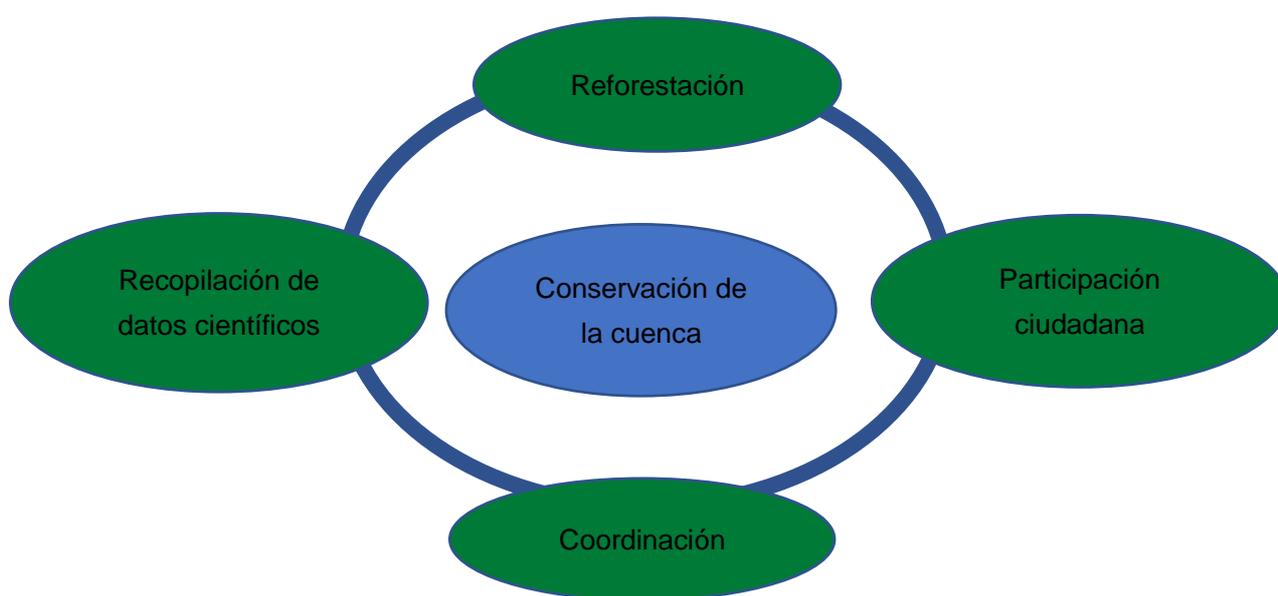


Gráfico 1.1 Estructura del Proyecto

Estas actividades se han llevado a cabo formando un Equipo Multidisciplinario de coordinación y articulación de actores involucrados de la ANDE, debido a que en el proceso de desarrollo se ha requerido de un trabajo conjunto entre varias dependencias dentro de la ANDE. Además, se formó una Mesa de Diálogo Operativo de Nivel Central liderado por la ANDE e integrado por los referentes de la Secretaría del Ambiente (en adelante se denomina “SEAM”), Instituto Forestal Nacional (en adelante se denomina “INFONA”), Ministerio de Agricultura y Ganadería (en adelante se denomina “MAG”) y la Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico Social (en adelante se denomina “STP”) con el propósito de promover la gestión de la cuenca hidrográfica que requiere de una articulación general con otras instituciones gubernamentales que tienen alguna relación con el tema.

El presente Plan de Gestión de la Cuenca Hidrográfica, define y planifica las actividades importantes en la práctica de la gestión de cuencas hidrográficas, a partir de la identificación de cuestiones preocupantes en la cuenca hidrográfica del Lago Yguazú y la evaluación de sus impactos ambientales realizados como parte de las actividades del Plan Yguazú Porã. Este plan pretende reflejar las actividades realizadas en el marco del Plan Yguazú Porã, específicamente son 1. estabilización de las orillas del lago, 2. Mejora de la franja de protección ribereña, 3. recuperación de bosques, 4. monitoreo y 5. concientización de los habitantes; que establece sus planes a corto, mediano y largo plazo.

1-2 Objetivos de Plan de Gestión de la Cuenca Hidrográfica del Lago Yguazú

El objetivo de la formulación del plan de gestión es mantener la operatividad del complejo de central hidroeléctrica Yguazú y Acaray según lo planificado, a través de una gestión de la cuenca hidrográfica del Lago Yguazú. Esto es el mismo objetivo que el Plan Yguazú Porã pretende alcanzar después cinco años de la finalización del proyecto, y pretende continuar y extender las actividades iniciadas en el marco del Plan Yguazú Porã.

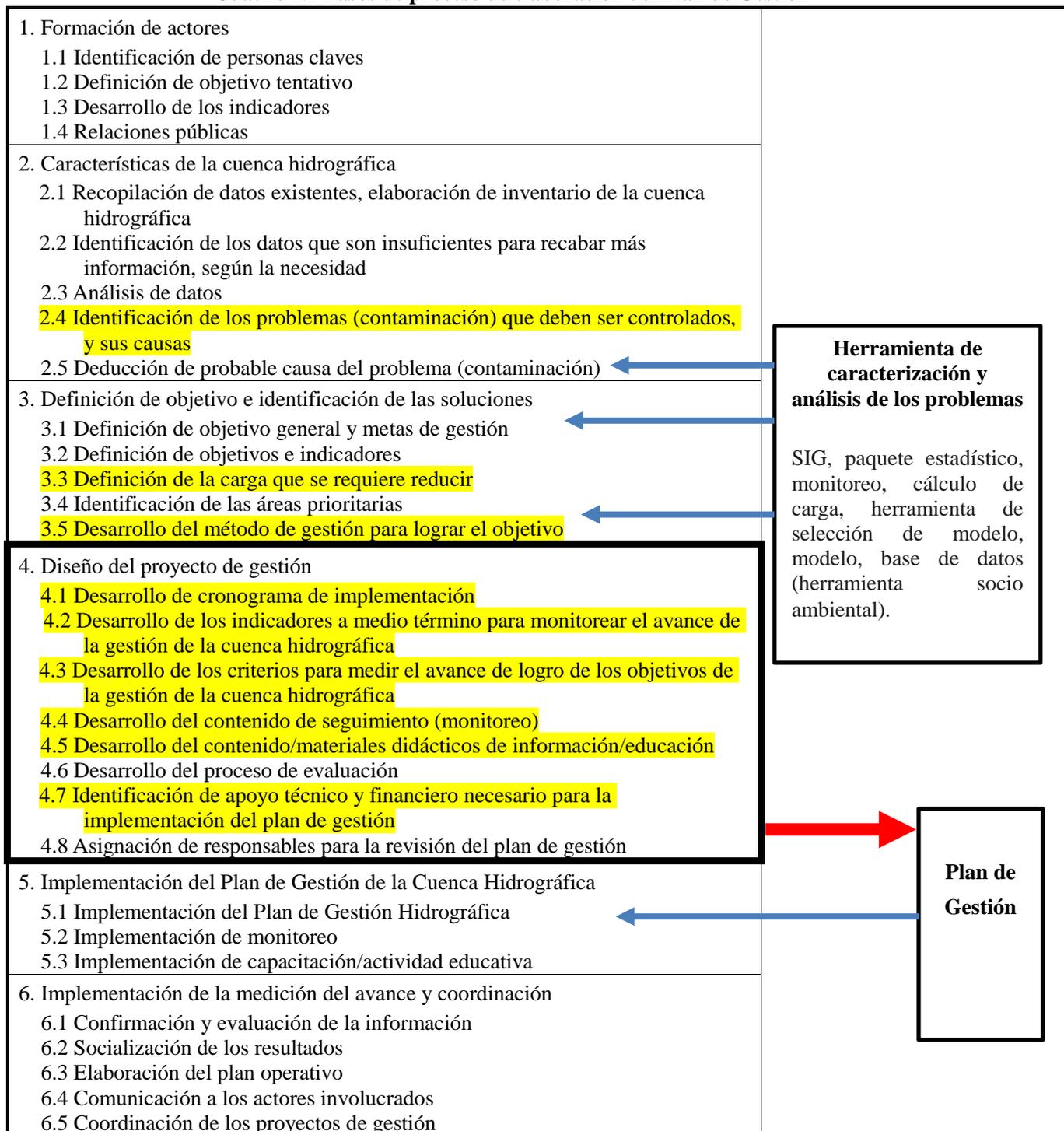
1-3 Estructura del Plan de Gestión de la Cuenca Hidrográfica del Lago Yguazú

El Plan de Gestión se ha elaborado en base a las experiencias y la información recogida durante la ejecución del Plan Yguazú Porã. El presente Plan está compuesto por los Capítulos I y II describen el proceso de elaboración y la información básica de la Cuenca del Lago Yguazú, el Capítulo III identifica los problemas presentes y futuros en torno a la Cuenca del Lago Yguazú, el Capítulo IV describe la evaluación para la solución de los problemas identificados, el Capítulo V describe el método de selección de los proyectos de gestión que se incluyen en el plan de gestión, y el Capítulo VI describe sobre proyectos específicos de la gestión que deben de ejecutar.

1-4 Pasos del proceso de elaboración del Plan de Gestión de la Cuenca Hidrográfica del Lago Yguazú

El proceso de elaboración del Plan de Gestión se resume en el Cuadro 1.1. Este proceso es establecido de común acuerdo entre SEAM, INFONA, MAG, STP y ANDE que son las instituciones públicas involucradas. Además, los marcados con el color amarillo dentro del Cuadro muestran las actividades importantes dentro del proceso de la elaboración del plan de gestión, y son aquellos que necesariamente deben ser ejecutadas. Por esta razón, en la formulación de este plan de gestión de la cuenca hidrográfica, se ha procedido a analizar suficientemente poniendo mayor énfasis en los ítems marcados que son consideradas esenciales.

Cuadro 1.1 Pasos de proceso de elaboración del Plan de Gestión



Nota: El marcador color Amarillo son los pasos indispensables para llevar a cabo el proceso de elaboración del plan de gestión de la cuenca hidrográfica.

El Cuadro 1.2 ordena paso a paso lo que se ha llevado a cabo hasta ahora para la planificación de la gestión de la cuenca hidrográfica y también resume las futuras actividades.

Cuadro 1.2 Contenido de implementación de cada paso

Paso	Contenido de implementación
Paso 1. Formación de actores	
1.1 Identificación de personas claves	<p><u>Nivel Central:</u> A nivel central, se identificaron como actores claves al Director General de Recursos Hídricos de la SEAM para que el plan de gestión de la cuenca hidrográfica estén dentro de las líneas que establece la institución encargada de los recursos hídricos de todo el país; Director General de Bosques de INFONA, institución encargada del tema forestal con el fin de poner en práctica el proyecto de reforestación en la zona perilago para evitar la erosión de suelos respetando el marco legal vigente; el Director de Cooperación Técnica y Relaciones Internacionales como nexo con el MAG desde el punto de vista de la prevención del arrastre de sedimento al lago a través del manejo y conservación suelo a nivel de la finca de los productores; y el Director de Ordenamiento Territorial de STP para que en el plan de desarrollo municipal se mencione claramente la gestión de la cuenca hidrográfica.</p> <p><u>Nivel Departamental:</u> Establece como actores claves al Secretario de Planificación de la Gobernación de Caaguazú y el Director General de la Gobernación de Alto Paraná que son los dos departamentos que abarca el Lago Yguazú.</p> <p><u>Nivel Municipal:</u> Establece como actores claves a los intendentes de los 10 municipios adyacentes al Lago Yguazú que están fuertemente involucrados con el Lago Yguazú.</p>
1.2 Definición de objetivo tentativo	Se implementa una gestión adecuada de la cuenca hidrográfica en la Cuenca del Lago Yguazú.
1.3 Desarrollo de los indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • Indicadores para el estudio de las directrices de la gestión de la cuenca hidrográfica a nivel de plataforma central y local. <ul style="list-style-type: none"> ➤ La conformación de plataforma a nivel central y municipal. ➤ Definición de las directrices de la gestión de la cuenca hidrográfica en las plataformas del nivel central y municipal • Indicadores sobre la definición del plan de uso de la tierra de la ANDE. <ul style="list-style-type: none"> ➤ Clarificar la línea de demarcación de las propiedades de la ANDE. ➤ Formular el plan de uso de la tierra y el plan de reforestación en las propiedades de la ANDE. • Indicadores sobre manejo de las tierras agrícolas por los habitantes de la zona de influencia <ul style="list-style-type: none"> ➤ Los habitantes aplican la técnica de manejo y conservación de suelo consciente de la gestión de la cuenca hidrográfica. ➤ Los habitantes promueven adecuadamente las actividades de

	conservación de bosques y reforestación en la cuenca hidrográfica.
1.4 Relaciones públicas	Se lleva a cabo actividades de difusión y promoción de las actividades tales como la reforestación, educación ambiental, plataforma municipal, etc.
Paso 2. Características de la cuenca hidrográfica	
2.1 Recopilación de datos existentes, elaboración de inventario de la cuenca hidrográfica	Se recabaron información sobre personal municipal, sector agrícola, aplicación de la técnica de manejo y conservación de suelo, entre otros a través de los estudios realizados tales como el estudio de recolección de la información básica y estudio complementario del Proyecto de Fortalecimiento de la Gestión Integrada de la Cuenca del Lago Yguazú en Paraguay realizados por la JICA, posteriormente se elaboró el inventario.
2.2 Identificación de los datos que son insuficientes para recabar más información, según la necesidad	<ul style="list-style-type: none"> ● Conocer el estado general de erosión de las orillas (los lados del lago y la costa) ● Confirmación de estado de sedimentos del lago ● Cantidad de sedimentos transportados de los cuatro arroyos principales ● Calidad de agua ● Recopilación de los datos de reforestación mixta de especies forestales nativas y exóticas
2.3 Análisis de datos	Se analiza desde el punto de vista profesional, los datos recabados sobre erosión y sedimentación, y datos de crecimiento del bosque de reforestación mixta empleando especies forestales nativas intercaladas con especies exóticas.
2.4 Identificación de los problemas (contaminación) que deben ser controlados, y sus causas	<p>Confirmar del estado de erosión en los suelos de las orillas si está sucediendo en el lado del lago o tierra adentro.</p> <p>Identificación de las causas de la erosión en los suelos de las orillas, por ejemplo, erosión eólica, erosión superficial o laminar del suelo y erosión hídrica por corriente superficiales de agua.</p>
2.5 Deducción de probable causa del problema (contaminación)	<ul style="list-style-type: none"> ● Erosión y sedimentación de suelo ● Pérdida de la protección ribereña y erosión de las orillas ● Reducción de bosques en la cuenca ● Contaminación ● Falta de concientización de los habitantes
Paso 3. Definición de objetivo e identificación de las soluciones	
3.1 Definición de objetivo	<p>La toma de adecuadas medidas de la erosión en los suelos de la orilla del lago mejorar la franja de protección ribereña y reforestación, a partir de los resultados del diagnóstico situacional del estado de sedimentación y erosión de suelos del Lago Yguazú, y la aplicación de las medidas preventivas de erosión superficial o laminar del suelo y sedimentación de las partículas, permite la implementación de una adecuada gestión de la cuenca hidrográfica.</p> <p>Además, busca contribuir a asegurar un suministro estable y constante de electricidad, conservar la naturaleza de la zona de influencia y a mejorar la calidad de vida de los habitantes, a través de la</p>

	<p>concientización de los habitantes sobre la conservación de la cuenca hidrográfica.</p>
3.2 Definición de indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • Indicadores para conocer estado de sedimentación y erosión de suelos, y la calidad de agua del Lago Yguazú: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Se mapea el estado de erosión y degradación de las orillas, tantos de los lados de la costa y lago. ➤ Se conoce la cantidad de sedimento que ingresan cada año al Lago Yguazú de los cuatro arroyos de la zona, y se acumulan los datos correspondientes. ➤ Se acumulan datos anuales del estado de sedimentos en el lago Yguazú. ➤ Se acumulan los datos anuales de la calidad de agua del Lago Yguazú. • Indicadores de adecuadas medidas preventivas de erosión superficial del suelo e ingreso de sedimentos al lago, a través del mejoramiento de la franja de protección ribereña y reforestación: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Se observa mejoría en el mapa el estado de erosión y degradación de las orillas del lago. ➤ Se toman las medidas preventivas de erosión del suelo, reforestación, etc. • Indicadores sobre concientización de los habitantes de la comunidad sobre el tema conservación de la cuenca hidrográfica: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Participación activa de los productores en la capacitación de conservación de suelo organizado a través de la plataforma municipal. ➤ Implementación de las actividades de conservación de la cuenca hidrográfica, tales como la reforestación y rompeolas/cortaolas, a través de la plataforma municipal.
3.3 Definición de la carga que se requiere reducir	<p>Falta de conciencia de los habitantes en los temas de erosión en los suelos de las orillas, sustracción y transporte de la superficie de terrenos, reducción de bosques.</p>
3.4 Identificación de las áreas prioritarias	<p><u>Erosión de las orillas</u> Mapeo de estado de erosión en los suelos de la orilla e identificación de las áreas prioritarias.</p> <p><u>Sedimentación</u> Conocer cantidad de sedimento transportado con un flujo de agua como ríos y arroyos retenido en el Lago Yguazú utilizando el medidor de nivel de agua, e identificación de áreas prioritarias a trabajar.</p>
3.5 Desarrollo del método de gestión para lograr el objetivo	<p><u>Conocer el estado de erosión y sedimentación de suelo del Lago Yguazú (Indicadores)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Se mapea el estado de erosión y degradación de la orilla de los lados del lago y la costa. <ul style="list-style-type: none"> ✧ Procedimiento <ul style="list-style-type: none"> • Estudio de erosión en los suelos de la orilla ➤ Se conoce la cantidad de sedimento transportado con un flujo de agua de los 4 arroyos retenido en el Lago Yguazú, y se

	<p>acumula como datos.</p> <ul style="list-style-type: none">◇ Procedimiento<ul style="list-style-type: none">• Calcular la cantidad de sedimento flotante por unidad, medidor de nivel y caudal de agua.➤ Se acumula los datos anuales del estado de sedimentos en el Lago Yguazú.◇ Procedimiento<ul style="list-style-type: none">• Implementación del estudio batimétrico <p>Establecer el cinturón verde en las costas del lago.</p> <p>Establecer la franja de protección boscosas de las costas del lago, con pastura y árboles de alta, media y baja estatura.</p> <p>Indicadores de las medidas de prevención de erosión de los suelos superficiales y el ingreso de sedimentos al lago a través de las medidas adecuadas de prevención de la erosión de las orillas y el mejoramiento de la vegetación ribereña y reforestación.</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Se observa mejora en el mapa del estado de erosión y degradación de los suelos de las orillas del lago.◇ Procedimiento<ul style="list-style-type: none">• Estudio de la erosión en los suelos de las orillas➤ Se toman las medidas para prevenir la erosión de las orillas y la recuperación de bosques◇ Procedimiento<ul style="list-style-type: none">• Instalación del cinturón verde del perilago.• Instalación de la franja de protección ribereña estableciendo la protección viva con plantas acuáticas. <p><u>Indicadores relacionados con el problema de la calidad de agua:</u></p> <ul style="list-style-type: none">➤ <u>Se acumula datos asociados con la calidad de agua</u>◇ Procedimiento<ul style="list-style-type: none">• Recopilación de información a través del monitoreo, identificación de los causantes de la contaminación, y toma de medidas individuales. <p><u>Indicadores relacionados con la recuperación de bosques y conservación de suelo:</u></p> <ul style="list-style-type: none">➤ <u>Se instala el vivero forestal.</u>➤ <u>Se valida y difunde la técnica de manejo del suelo</u>◇ <u>Procedimiento</u><ul style="list-style-type: none">• Instalación de vivero.• Estudio/difusión de la técnica de recuperación de bosque.• Validación y difusión del manejo adecuado del suelo y técnica de reforestación. <p><u>Poca conciencia de los habitantes sobre la gestión de la cuenca hidrográfica</u></p> <ul style="list-style-type: none">➤ Se genera cambio en el comportamiento de los habitantes◇ Procedimiento<ul style="list-style-type: none">• Difusión de las iniciativas de conservación de las cuencas
--	---

	hidrográficas que emplean la metodología participativa.
Paso 4 Diseño del proyecto de gestión	
4.1 Desarrollo de cronograma de implementación	<p><u>Corto plazo (3 años):</u> Continuar con las actividades del Plan Yguazú Porã incorporando el estudio de monitoreo en las actividades de recuperación de bosques y concientización de los habitantes.</p> <p><u>Mediano plazo (5 años):</u> Aumentar significativamente la cantidad de personal involucrado en la gestión de la cuenca hidrográfica, y disponer de presupuesto para iniciar con los proyectos piloto de estabilización de las orillas del lago, mejoramiento de la vegetación ribereña y reforestación.</p> <p><u>Largo plazo (10 años)</u> En la revisión del plan de gestión de la cuenca hidrográfica en el quinto año de implementación, llevar a cabo la evaluación de los proyectos piloto, y a partir de los resultados que se obtengan analizar la expansión de los proyectos de estabilización de las orillas del lago, mejoramiento de la vegetación ribereña y reforestación.</p>
4.2 Desarrollo de los indicadores a medio término para monitorear el avance de la gestión de la cuenca hidrográfica	<p><u>Hasta el año 2020 (tercer año)</u> Actualizar el plan operativo elaborado en el marco del Plan Yguazú Porã por el Equipo Multidisciplinario (véase 1-1), y establecer los indicadores de medición de sus avances.</p> <p><u>Año 2021 en adelante</u> La ANDE por cuenta propia desarrolla los indicadores a medio término, en el momento de la revisión del plan de gestión de la cuenca hidrográfica en el 2022, tomando como referencia los indicadores de evaluación ex post que realiza la JICA en el 2020.</p>
4.3 Desarrollo de los criterios para medir el avance de logro de los objetivos de la gestión de la cuenca hidrográfica	Desarrollar por cuenta propia los criterios para medir el avance y logro del objetivo, tomando como referencia los indicadores de evaluación ex post que realiza la JICA en el 2020.
4.4 Desarrollo del contenido de seguimiento (monitoreo)	Mejorar y desarrollar el contenido de monitoreo periódico que en el marco del Plan Yguazú Porã realiza el Equipo Multidisciplinario (véase 1-1).
4.5 Desarrollo del contenido/materiales didácticos de información/educación	Revisar el contenido de información/educación y materiales didácticos desarrollados en el marco del Plan Yguazú Porã, y, en primer lugar, trabajar con el mejoramiento de los materiales existentes. Los temas que no se pueden mejorar con los disponibles, trabajar en el desarrollo de nuevos materiales didácticos por iniciativa de la división de gestión ambiental.
4.6 Desarrollo del proceso de evaluación	Posterior al año 2020, la ANDE desarrolla su propio proceso de desarrollo y hacer la revisión del plan de gestión del 2020, tomando como referencia los procesos de evaluación promovido por la JICA en el marco del Plan Yguazú Porã.
4.7 Identificación de apoyo técnico y financiero necesario para la implementación del plan de gestión	A través del Plan Yguazú Porã, se identificaron el apoyo técnico (sedimentación y erosión) para implementar el plan de gestión de la cuenca hidrográfica, no obstante, la asignación de los recursos

	financieros es insuficiente. Se trabajará en captar los recursos financieros tanto dentro y fuera de la ANDE.
4.8 Asignación de responsables para la revisión del plan de gestión	La dependencia que lidera la gestión de la cuenca hidrográfica a nivel de la ANDE, asigna responsables para revisar el plan de gestión.
Paso 5. Implementación del plan de gestión de la cuenca hidrográfica	
5.1 Implementación del plan de gestión hidrográfica	A partir del 2018, implementar el plan liderado por la dependencia responsable de medio ambiente y el Equipo Multidisciplinario.
5.2 Monitoreo	Desde el año 2018 El Equipo Multidisciplinario realiza el monitoreo anual. <u>Año 2020 (tercer año: evaluación ex post de JICA)</u> La JICA con la cooperación de la ANDE realiza la evaluación ex post del Plan Yguazú Porã. <u>Año 2022 (quinto año: revisión de la gestión de la cuenca hidrográfica)</u> Previsto realizar por cuenta propia la revisión del plan gestión de la cuenca hidrográfica.
5.3 Capacitación/actividades educativas	En el marco del Plan Yguazú Porã se ha iniciado ANDE y JICA en forma conjunta. Terminada la cooperación de la JICA, a partir de 2018 pone en práctica por su cuenta.
Paso 6. Medición del avance y coordinación	
6.1 Confirmación y evaluación de la información	Analizar y evaluar los datos recabados en el 5.2.
6.2 Socialización de resultados	Socializar los resultados de 6.1 con dentro y fuera de la ANDE.
6.3 Elaboración del plan operativo	Formular el plan operativo del siguiente año en base a los resultados del 6.2.
6.4 Comunicación a los actores involucrados	El Equipo Multidisciplinario comunica el contenido del informe a los actores involucrados del mismo equipo, conforme al informe presentado al Presidente de la institución. Además, si es necesario, difundir dentro y fuera de la ANDE a través del departamento de comunicación que son miembro parte del Equipo Multidisciplinario.
6.5 Coordinación del proyecto de gestión	El Equipo Multidisciplinario asume la responsabilidad de coordinar proyecto de gestión (véase 6-4).

CATÍTULO II CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL LAGO YGUAZÚ

2-1 DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA DEL LAGO YGUAZÚ

Alcance de la Cuenca del Lago Yguazú y los municipios de influencia

La Cuenca del Lago Yguazú posee una superficie de 5.022 km², de los que la superficie de espejo de agua del embalse representa el 12% de la Cuenca (620 km²), y su capacidad de almacenamiento del agua llega a unos 8.500.000.000 m³. En el Gráfico 2.1 muestra el mapa de ubicación del Lago Yguazú y la relación con los Departamentos del país. El Lago Yguazú abarca territorios de los Departamentos de Alto Paraná y Caaguazú, pero su mayor parte corresponde a Caaguazú, y Alto Paraná sólo abarca la parte sureste. Además, una pequeña porción del territorio de la cuenca también abarca el territorio del Departamento de San Pedro. En la Cuenca del Lago Yguazú, así como puede observarse en el Gráfico 2.1, los territorios que abarcan la cuenca son 12 municipios del Departamento de Caaguazú y 3 municipios del Departamento de Alto Paraná.

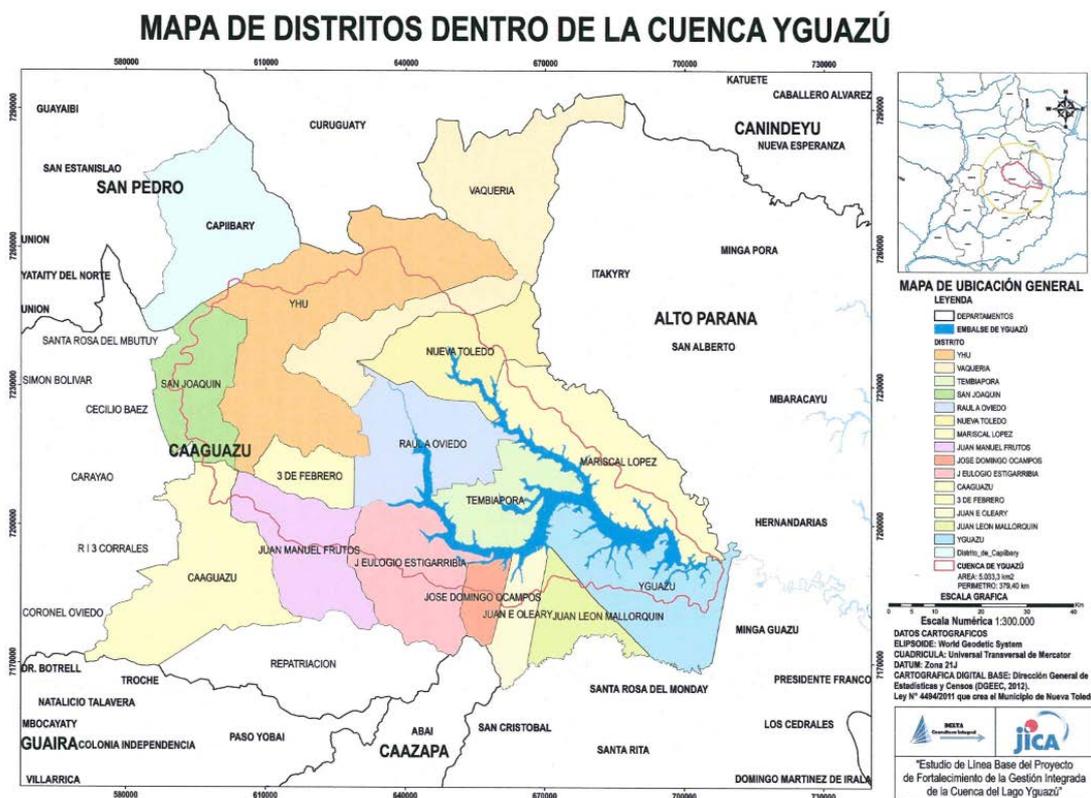
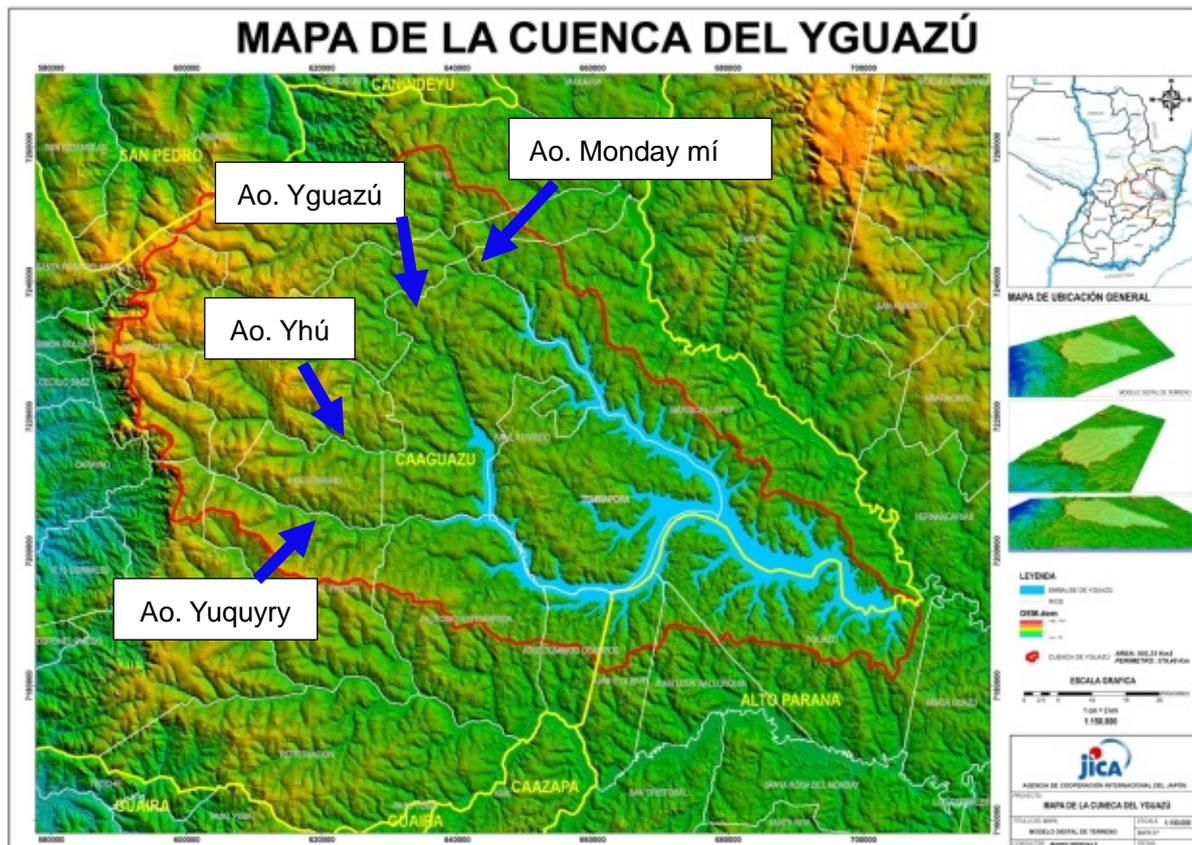


Gráfico 2.1 Mapa de ubicación de la Cuenca del Lago Yguazú y municipios focalizados
(Referencia 2.1)

Topografía y ubicación de los ríos

Al confirmar la altura de la Cuenca del Lago Yguazú, como se muestra en el Gráfico 2.2, desde los municipios de San Joaquín hasta Yhú que ocupan la zona oeste y noroeste de la cuenca hidrográfica se sitúan en una zona relativamente alta. Esta cuenca está a unos 400 metros de altura máxima, dado que la altura sobre el nivel de mar del espejo del agua del embalse es de unos 200 metros, la diferencia de altitud es de tan solo unos 200 metros, siendo un terreno con pendiente suave. Cabe señalar que el alcance de la cuenca es la marcada con la línea roja.

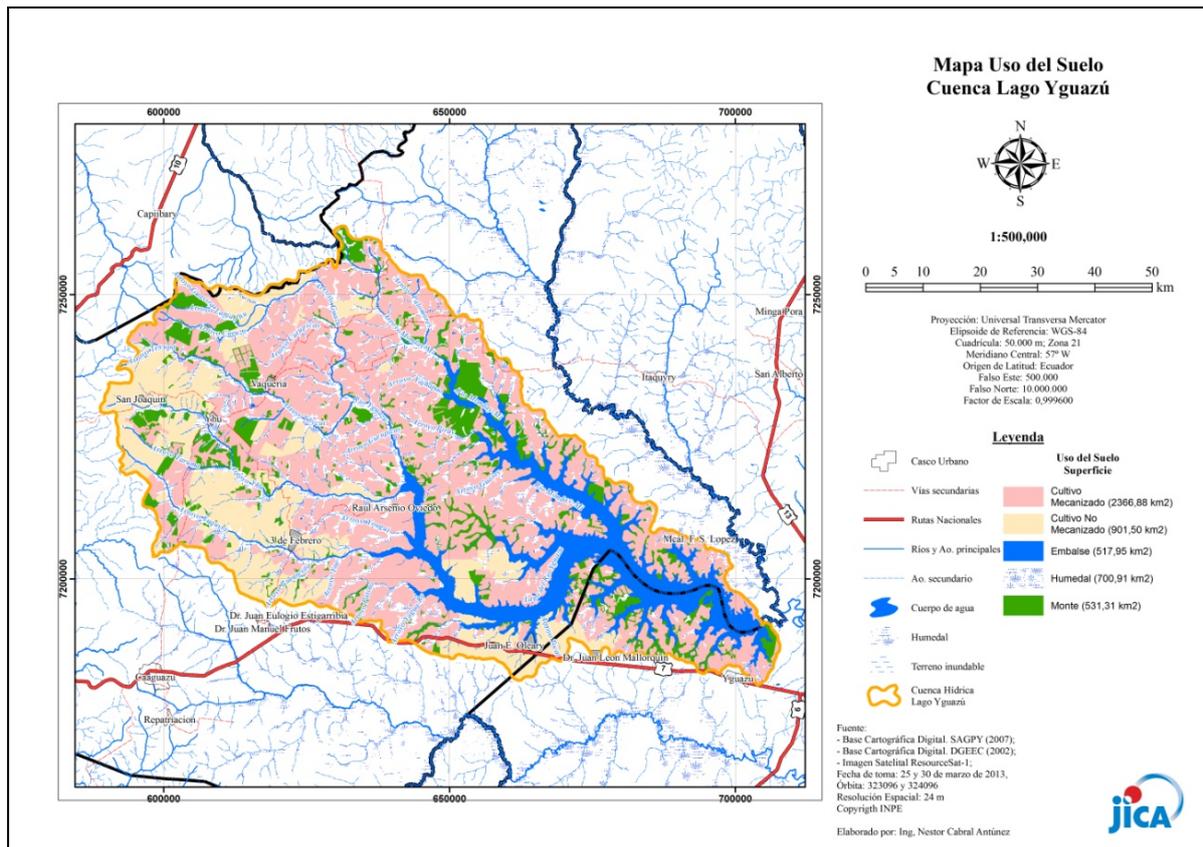
Además, la Cuenca del Lago Yguazú integra cuatro principales arroyos que son Ao. Monday mí, Ao. Yguazú, Ao. Yhú y Ao. Yuquyry. Estos cuatro arroyos que se muestran en el Gráfico 2.4, se vierte en dirección oeste y noroeste al este del Lago Yguazú.



**Gráfico 2.2 Ubicación y topografía de los cuatro arroyos que fluyen en el Lago Yguazú
(Referencia 2.2)**

Uso del suelo

El Gráfico 2.3 muestra el uso del suelo de la Cuenca del Lago Yguazú. La mayoría de la tierra de esta zona es utilizada en la agricultura mecanizada a gran escala, así como se muestra en color rosado. Por otro lado, lo marcado en color amarillo claro es la zona no mecanizada y se distribuyen alrededor de Ao. Yuquyry, agua arriba de Ao. Yhú, y los municipios de Dr. Juan León Mallorquín, Juan Emilio O’Leary, José Domingo Ocampos y Tembiaporá. Y los bosques quedan alrededor de la zona sureste del municipio de Yguazú, zona norte del lago, Ao. Yhú, aguas arriba del Ao. Monday.



Leyenda de la parte derecha del mapa:

Superficie de Uso de Suelo:

- Cultivo Mecanizado (2.366,88km²)
- Cultivo No Mecanizado (901,50km²)
- Embalse (517,95km²)
- Monte (531,31km²)
- Humedal (700,91km²)

Gráfico 2.3 : Uso de suelo de la Cuenca del Lago Yguazú (Referencia 2.3)

Situación socioeconómica

La situación socioeconómica de la Cuenca del Lago Yguazú es cuanto sigue:

- Dentro de la Cuenca del Lago Yguazú/División administrativa local: Departamento de Caaguazú (12 municipios), Departamento de Alto Paraná (3 municipios)
- Población rural: Departamento de Caaguazú: 298.000 personas (relación de la población rural: 68,4%),

Departamento de Alto Paraná; 188.000 personas (relación de la población rural: 33,7%)

• Principales industrias: Departamento de Caaguazú: agrícola, ganadera, maderera; Departamento de Alto Paraná: agrícola, ganadera, forestal.

La relación de la población rural de los Departamentos de Caaguazú y Alto Paraná, así como se muestra en el Cuadro 2.2, el Departamento de Caaguazú es muy alta con 68,4% y el Departamento de Alto Paraná con 33,7%, que representa casi la mitad del Departamento de Caaguazú. Si se observa a nivel país, el Departamento de Caaguazú supera el promedio país, siendo uno de los departamentos que tienen mayor número de habitantes con ocupaciones laborales en el sector agrícola. La población rural del Departamento de Alto Paraná es inferior al promedio país.

Cuadro 2.1 Población rural por Departamento (2002) (Referencia 2.4)

Región/Departamento	Población	Población Rural	Porcentaje de Población Rural
A nivel país	5.163.198	2.234.761	43,3
Alto Paraná	558.672	188.083	33,7
Caaguazú	435.357	297.776	68,4

Características de los residentes:

La característica de los residentes de las zonas adyacentes al Lago Yguazú es la presencia de una diversidad de grupos etno-culturales, además de los paraguayos, como brasileños, japoneses, menonitas y comunidades indígenas. El Gráfico 2.4 es el mapa que localiza a grandes rasgos de territorios ocupados por los grupos etno-culturales que pueblan la Cuenca del Lago Yguazú. Los colonos brasileños se dedican a la agricultura mecanizada a gran escala, practican dicha actividad considerando la conservación de suelo aplicando la técnica de la siembra en contorno o en curvas a nivel, instalación de drenaje superficial, etc. Además, los menonitas en su mayor porcentaje se dedican a la lechería y los japoneses a la agricultura, y ambas colectividades practican la agricultura mecanizada de conservación incorporando la técnica de siembra directa. Por otra parte, los paraguayos en su mayoría son pequeños productores, y presenta una tendencia de la práctica agrícola con poca técnica de conservación de suelo.



Gráfico 2.4 Mapa de distribución de asentamientos de etno-cultura en la Cuenca del Lago Yguazú (Referencia 2.5)

Medidas de control de la erosión de los productores

En el Cuadro 2.2 se presenta un resumen de cantidad de productores que se dedican a la agricultura con medidas de control de la erosión según cada distrito que comprende la Cuenca del Lago Yguazú.

Dado que el estudio está siendo llevado a cabo por número de productores, se desconoce cuánto es el porcentaje que representa del total de la superficie agrícola que aplican las medidas en cuanto al control de erosión, pero se puede observar que varios de ellos toman ciertas medidas. En particular, la siembra directa que parece ser que muchos de los grandes productores incorporan, su mayor aplicación se observa en los Distritos de Yguazú que en su mayoría son inmigrantes japoneses y Mariscal López, con mayor número de inmigrantes brasileños, con un porcentaje de 34% (121 de 359 totales) y 32% (354 de 1.097 totales)

respectivamente. Por naturaleza, la Cuenca del Lago Yguazú no tiene una pendiente pronunciada a lo largo de su territorio, por tanto, el porcentaje de aplicación de la técnica de cultivo de curva a nivel es baja, no obstante, en el Municipio de Mariscal López en donde residen los colonos brasileños es de 18% (199 de 1.097 totales), con una alta tendencia de aplicación relativamente alta.

Cuadro 2.2 Cantidad de finca con medidas de control de erosión por Distritos que comprenden la Cuenca del Lago Yguazú (2008) (Referencia 2.6)

Departamentos Distritos	Nº de fincas	Nº de fincas que practican medidas de control de erosión	Medidas de control de erosión de suelo					
			Curva a nivel	Rotación	Abono verde	Parcela de agricultura	Siembra directa	Otros
Caaguazú	39.030	30.011(77%)	1.646	27.105	996	384	4.886	2.227
Caaguazú	5.064	4.052(80%)	248	3.659	59	20	148	458
San Joaquín	1.676	1.496(89%)	128	1.477	11	17	53	5
Yhú	4.253	3.676(86%)	88	3.154	34	41	638	886
Juan Manuel Frutos	2.227	1.676(75%)	77	1.413	295	62	579	61
Dr. J. Eulogio Estigarribia	1.952	1.260(65%)	130	1.051	115	7	422	55
José Domingo Ocampos	1.220	902(74%)	27	898	6	1	13	-
Raúl Arsenio Oviedo	2.812	2.053(73%)	177	1.586	1	72	740	302
Mariscal F.Solano López	1.097	644(59%)	199	498	2	4	354	37
3 de Febrero	1.568	1.389(89%)	43	1.292	180	26	334	1
Vaquería	872	640(73%)	26	580	66	4	125	41
Alto Paraná	19.967	14.755(74%)	4.040	11.579	241	365	6.783	1.448
Dr. Juan León Mallorquín	1.224	759(62%)	56	715	1	3	109	70
Juan Emilio O'Leary	1.819	1.470(81%)	36	1.433	2	11	26	15
Yguazú	359	148(41%)	27	117	8	3	121	5

Nota: La parcela es el método de cultivo en una porción de terreno aprobado.

2-2 Fuente de información y datos existentes

Los estudios, información y datos que se han utilizados en la elaboración del Plan de Gestión de Cuenca Hidrográfica se muestran en el siguiente cuadro. Los datos deberán seguir recopilándose, asimismo la suma de análisis cobra especial importancia para lograr un Plan de Gestión de Cuenca Hidrográfica con mayor precisión posible. Cabe resaltar que en el Lago Yguazú se llevó a cabo por primera vez el estudio científico sobre la erosión y la sedimentación de suelo en el marco de la elaboración del presente Plan de Gestión de Cuenca Hidrográfica.

Cuadro 2.3 Fuente de información y datos existentes

No.	Autor	Año de publicación	Título
			Contenido
1	JBIC	2005	Informe Final, Proyecto de la Central Hidroeléctrica del Río Yguazú SAPROF
			Compila la información relacionada con la generación eléctrica, superficie de espejo del Lago Yguazú, centrado en la situación del

			lago, el sitio de construcción de la central hidroeléctrica próxima a la presa y las rocas. En lo que respecta a la gestión de la cuenca hidrográfica, se menciona establecer zona de amortiguamiento con el cinturón verde.
2	MAG	2008	<p>Dirección de censos y estadísticas agropecuarias</p> <p>El Ministerio de Agricultura y Ganadería realizó el censo nacional agropecuario en el año 2008. Los resultados del censo permiten conocer la situación agropecuaria de las zonas adyacentes a la Cuenca del Lago Yguazú. En términos de la gestión de la cuenca hidrográfica, aunque por primera vez se obtuvieron los datos estadísticos sobre medidas de control de erosión del suelo para cada distrito, posterior a estos no han sido actualizados.</p>
3	NIPON KOEI	2009	<p>PG-P15, Gestión integrada de sub cuencas, proyecto Yguazú, componente iniciativas complementarias, diseño del plan de gestión de cuencas.</p> <p>Proyecto de Convenio de Préstamo (PG-P15) Es el estudio de la Cuenca del Lago Yguazú relacionado con el Convenio de Préstamo del Proyecto de Construcción de la Central Hidroeléctrica Yguazú (PG-P15). Recoge información detallada de la cuenca. En particular, contiene estudio de impacto ambiental.</p>
4	M. Bernalt et. Al., JICA-Global	2012	<p>Estudio de recolección de informes básicos de la Cuenca del Lago Yguazú.</p> <p>Se dispone la información sobre el territorio, imágenes que muestra el ángulo de la pendiente de la cuenca, uso de suelo, mapa y fotografía de territorio de cada distrito, incluyendo el alto y bajo del terreno de la Cuenca del Lago Yguazú. Por otra parte, presenta información sobre precipitación media anual, condiciones del suelo, entre otros. En este se dispone de información básica que sirve para considera la gestión de la cuenca hidrográfica.</p>
5	COPLANEA	2012	<p>Estudio, complementario del Proyecto de Fortalecimiento de la Gestión Integrada de la Cuenca del Lago Yguazú.</p> <p>Resume las legislaciones relacionadas con la generación de energía, incluyendo la ley de recursos hídricos. En lo que respecta a la gestión de la cuenca hidrográfica, muestran los criterios de manejo y protección de cauces hídricos tanto de lagos como arroyos. Además, compila la información sobre cooperativas, municipalidades del área de influencia, superficie, situación de los productores y su modalidad de producción, información de la finca focalizada para la sección del área piloto, información sobre las propiedades de la ANDE, e información sobre otros organismos del gobierno.</p>
6	JICA	2012	<p>Estudio de Planificación Detallada</p> <p>Contiene información recabada para implementar el Proyecto de Gestión de la Cuenca Hidrográfica en la Cuenca del Lago Yguazú, incluyendo la implementación del proyecto en cooperación entre Paraguay y Japón, con la ANDE como contraparte. En particular, se sugiere que la parte importante es establecer la estructura</p>

			organizacional del proyecto para articular con SEAM, INFONA, MAG, Municipalidades y Gobernaciones.
7	JICA	2013	<p>Informe final del estudio de recolección y confirmación de informaciones básicas de la Cuenca del Lago Yguazú de la República del Paraguay</p> <p>Cubre la información del medio ambiente de todo el Paraguay, que sirve para la implementación del Proyecto de Gestión de la Cuenca del Lago Yguazú. Compila información geográfica, medio ambiente, deterioro natural, agricultura, gestión forestal, energía, conservación de suelo, gestión de cuenca hidrográfica, situación socioeconómica, sistema de implementación de la gestión de la cuenca hidrográfica, necesidades de los pobladores, política y estrategia nacional, plan de gestión de recursos y plan de ordenamiento territorial y Proyecto de la Central Hidroeléctrica Yguazú (PG-P15).</p>
8	JICA	2013	<p>Proyecto de Fortalecimiento de la Gestión Integrada de la Cuenca del Lago Yguazú de la República del Paraguay</p> <p>Estudio complementario</p> <p>Contiene información relevante del Proyecto de Fortalecimiento de la Gestión Integrada de la Cuenca del Lago Yguazú realizado por la ANDE y la JICA, tales como las leyes y reglamentos relacionados con la operación de la presa del Lago Yguazú, uso del suelo del área de influencia, información relacionada con las cooperativas y municipalidades, y las propiedades de la ANDE en las orillas del lago. En el que hace referencia a la situación de los productores focalizados mediante la entrevista a los grandes, medianos y pequeños productores.</p>
9	DELTA Consultora Integral	2014	<p>Estudio de Línea Base del Proyecto de Fortalecimiento de la Gestión Integrada de la Cuenca del Lago Yguazú.</p> <p>Al inicio del Plan Yguazú Porã, se llevó a cabo un estudio de línea de base para recabar información sobre la situación detallada de cada distrito que comprende la cuenca y la situación de los productores individuales.</p>

CAPÍTULO III PROBLEMAS PREOCUPANTES PARA LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL LAGO YGUAZÚ

3-1 Problemas identificados antes de la implementación del Plan Yguazú Porã

En el estudio preliminar anterior al Proyecto de Fortalecimiento de la Gestión Integrada de la Cuenca del Lago Yguazú (en adelante se denomina “Plan Yguazú Porã”) se identificaron diez problemas que se presentan en la Cuenca del Lago Yguazú. A fin de presentar con mayor claridad, estos diez problemas se agruparon y se clasificaron en cinco temas (Cuadro 3.1).

Estos problemas fueron objeto de análisis iniciales para el Plan de Gestión de la Cuenca Hidrográfica del Lago Yguazú, siendo analizados minuciosamente por los actores involucrados de la ANDE y la JICA. Las causas de la contaminación y los impactos ambientales relacionados con estos problemas se describen en la siguiente sección.

Cuadro 3.1 Problemas de la Cuenca de Lago Yguazú identificados antes de la implementación del Proyecto

5 principales problemas	10 problemas consisten en:
i. Erosión y sedimentación de suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Agricultura: Erosión de suelo en pastizales y tierras agrícolas, escorrentía y sedimentación en el Río y Lago Yguazú (no es causa puntual) • Caminos y puentes: Sedimentación en el Río y Lago Yguazú de los suelos arrastrados a través de caminos y puentes (causa puntual)
ii. Pérdida de la protección ribereña y erosión de las orillas	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de hábitat: Pérdida de protección ribereña (cinturón verde) de las orillas del Río y Lago Yguazú que es efecto de la deforestación para facilitar la expansión de la agricultura a gran escala. • Cambio hidrológico: Erosión de las orillas producidas por las olas en el lago artificial de la Presa de Yguazú construida en 1978.
iii Reducción de bosques en la cuenca	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de abastecimiento de plantines de calidad. • Falta de desarrollo de la tecnología para la reforestación y la conservación de suelo, y su transferencia a los habitantes.
iv. Contaminación	<ul style="list-style-type: none"> • Agricultura: Efluentes de la ganadería y agricultura que contienen fertilizantes, excrementos de ganados, pesticidas. • Urbanización: Efluentes domiciliarios e industriales.
v. Falta de conciencia de los	<ul style="list-style-type: none"> • Conciencia ambiental de los habitantes: La falta de

habitantes	información y la educación para la conservación de la cuenca. • Situación del gobierno local en el área afectada: La falta del sistema en el municipio para poner en práctica la conservación de la cuenca.
------------	---

3-2 Erosión y Sedimentación de Suelo

3-2-1 Erosión de Suelo

La erosión de suelo en la Cuenca del Lago Yguazú es un problema que se visualiza a lo largo de la cuenca. A fin de proteger el suelo, es necesario entender los diferentes tipos de erosión que afectan a los suelos.

La precipitación de mayor intensidad aumenta el riesgo de erosión hídrica, y es producto de la energía cinética de la partícula de agua sobre partículas de suelo que se disgregan ante el impacto de las gotas de lluvias. Los fragmentos que son productos de la erosión se infiltran en los espacios vacíos o poros en el suelo (son espacios vacíos entre partículas de tierra y arenas que están generalmente llenos de aire o gases) que impiden infiltración de la humedad en el suelo. Por lo tanto, la humedad aumenta el desgaste de la superficie acumulada.

En el caso del suelo con una estructura firme, aunque la probabilidad de riesgo es menor y el impacto de las gotas de la lluvia puede mantener al mínimo, en este caso la superficie del suelo está cubierta de vegetación y residuos de las hojas (ramas y hojas caídas en el suelo). La vulnerabilidad del suelo en función a la erosión hídrica depende de los siguientes factores que son:

- **Intensidad de precipitación (erosiva)** – Se generan riesgos graves causados por la intensidad de la precipitación, escurriendo y transportando la superficie del suelo por las gotas de lluvia que caen con intensidad sobre el suelo expuesto.
- **Naturaleza del suelo (posibilidad de erosión)** – El suelo arcilloso presenta naturaleza diferente según la capacidad de resistencia al impacto de las gotas de lluvia.
- **Longitud de la pendiente** – En el caso que la pendiente sea larga, produce mayor escurrimiento del suelo, debido a que el agua que fluye por la pendiente corre a una velocidad mayor.
- **Inclinación de la pendiente** – Cuando la inclinación de la pendiente es mayor, aumenta la velocidad de la corriente y la fuerza del agua que segrega y transporta las partículas del suelo.

En la pendiente de ladera es frecuente lo que llamamos erosión superficial (o también se llama erosión laminar, en inglés: sheet erosion) o la erosión en surcos (en inglés: rill erosion). La cantidad de erosión que se produce en la pendiente de ladera depende en gran medida de la situación del uso de la tierra. La erosión superficial se produce cuando una fina capa de tierra se mueve en el total de la zona de ladera, y no siempre se puede observar con facilidad. La erosión en surcos se produce con el arrastre por el flujo del agua que se canaliza de manera concentrada en la pendiente. Estos arroyos

formados llegan a ser un máximo de hasta unos 30 centímetros. Cuando este arroyo llega a ser más de 30 centímetros, se le llama erosión en cárcavas (en inglés: gully erosion) (Gráfico 3.1).

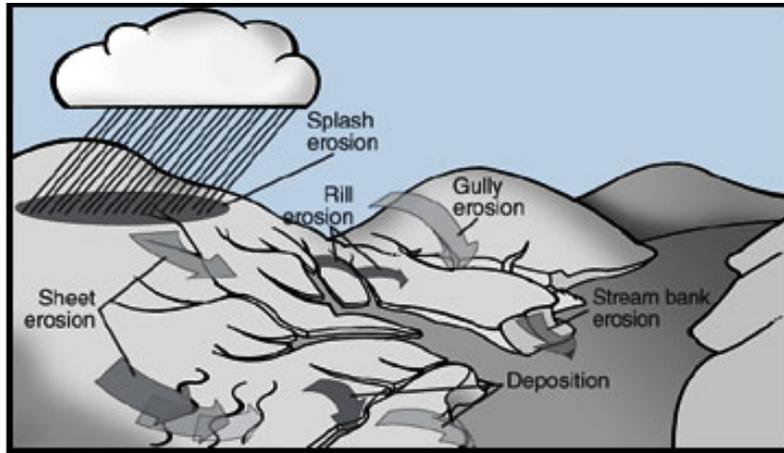


Gráfico 3.1 Tipos de erosión (Referencia 3.1)

La erosión en cárcavas ocurre cuando incrementa la capacidad de transportar material sólido por la concentración de flujo de agua que arrancan las partículas del suelo. Por ejemplo, en el caso de la corriente de agua que fluye en la parte delantera del barranco, el flujo de agua gana el impulso y forma una cascada. El suelo del fondo (subsuelo) se va desgastando por las salpicaduras de las gotas de agua (splashback) que se produce en la parte inicial del fondo de la cárcava, y se va agrandando hacia la pendiente.

La cárcava se forma con el flujo de agua en el caso que haya una concentración de agua, pero en las tierras de cultivo o de pastoreo ocurre la erosión en cárcavas producto de la formación de la erosión en surcos. Este tipo de erosión es fácil de observar, pero afecta a la productividad del suelo y limita el uso de la tierra, asimismo puede producir daños en los caminos, alambrados y edificaciones. La profundidad de la cárcava generalmente se limita a la profundidad de la roca subyacente, y por lo general es menos de 2 metros. Sin embargo, en el suelo aluvial profundo o depósito coluvial en algunos casos alcanzan unos 10 a 15 metros de profundidad.

La cárcava es causada por las siguientes situaciones:

- La plantación y pastoreo con vulnerabilidad del suelo frente a la erosión en cárcava
- Aumento del flujo de agua debido a los cambios en el uso de la tierra por la deforestación en la cuenca o desarrollo de nuevas áreas residenciales.
- Concentración del flujo de agua debido al surco (furrow), contorno o en curva a nivel (contour bank), canal de agua, aliviadero de la presa, valla y camino.

- Inadecuado diseño, construcción y mantenimiento del canal de agua de la zona de plantación.
- Pobre cobertura vegetal ocasionada por el sobrepastoreo, incendio, salinidad, etc.
- Ocurrencia de aguas bajas o salida de aguas por largos periodos de tiempo.
- Fenómeno físico de erosión hídrica baja en el arroyo que avanza hasta el canal de drenaje que desemboca en la erosión en cárcavas.
- Desagüe del canal de drenaje para diques de los arroyos con pendiente pronunciada con vulnerabilidad del suelo frente a la erosión y las zonas de alto riesgo de erosión del suelo.

En lo que respecta a la erosión superficial y erosión en surcos, en todo el mundo generalmente se utiliza el modelo RUSLE (Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, Gráfico 3.2). El modelo RUSLE es una ecuación que estima la pérdida de suelo promedio anual (A) en función al factor erosividad de la lluvia (R), el factor de erosionabilidad del suelo (K), factores topográfico e hidrológico (LS), factor de cobertura vegetal de suelo (C), medidas de prevención de la erosión (P), etc. El valor de RUSLE se ha utilizado para establecer el sistema de clasificación relativa del potencial de contaminación de la fuente no puntuales en tierras de cultivo.

The image shows the RUSLE equation: A = R × K × LS × C × P. Each variable is represented by a large, bold, colored letter: A (yellow), R (red), K (orange), LS (purple), C (light blue), and P (green). The equation is set against a light beige background.

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

Gráfico 3.2 Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USDA)

El RUSLE se ha aplicado durante muchos años con éxito como una herramienta para controlar la contaminación por fuentes no puntuales. Los factores para calcular la pérdida de suelo promedio anual (A) se obtienen de los datos espaciales y topográficas existentes. Con la acumulación de cada una de las capas dentro del SIG, el análisis de superposición de las mismas permite el cálculo de avance anual del suelo (Gráfico 3.3).

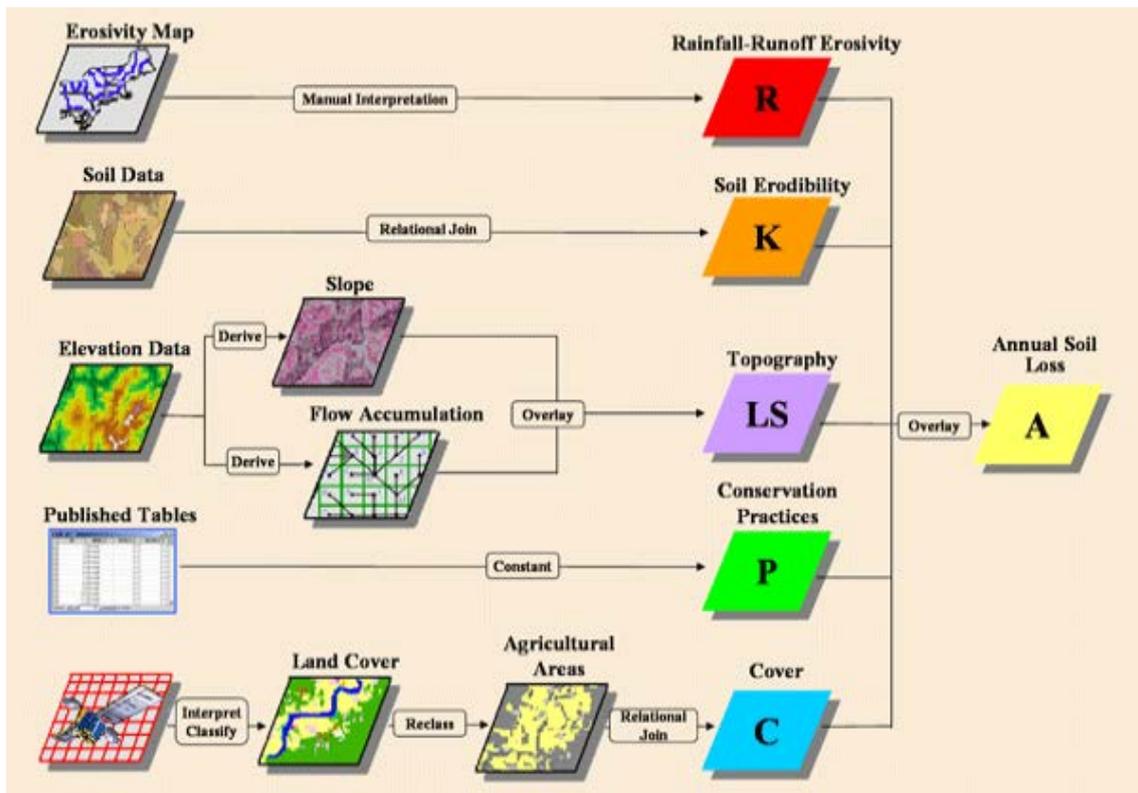


Gráfico 3.3 Cálculo de la Pérdida Anual de Suelo por RUSLE (Universidad de Vermont)

La estimación anual de la pérdida de suelo en función a las tierras agrícolas, como siguiente paso se mueve la zona amortiguadora de las áreas protegidas existentes. Se puede quitar el área que ya ha sido amortiguada, al reconocer el área que fluye a la zona de vegetación natural. El resultado del modelo final está formado de todas las áreas agrícolas que requieren de zona de amortiguamiento de las líneas ribereñas priorizadas en base al valor RUSLE (Gráfico 3.4).

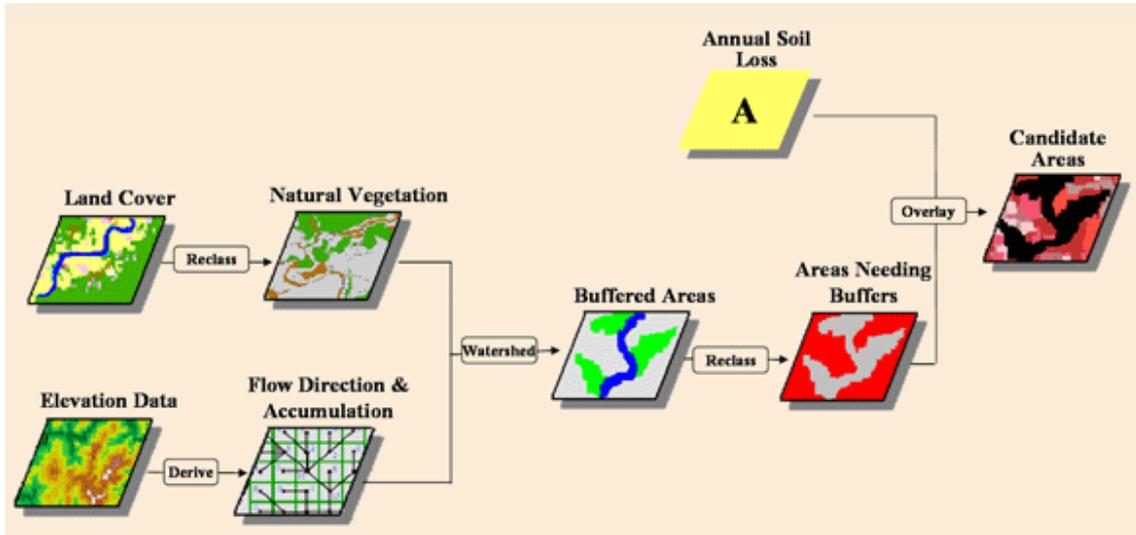


Gráfico 3.4 Selección de Áreas Candidata (Universidad de Vermont)

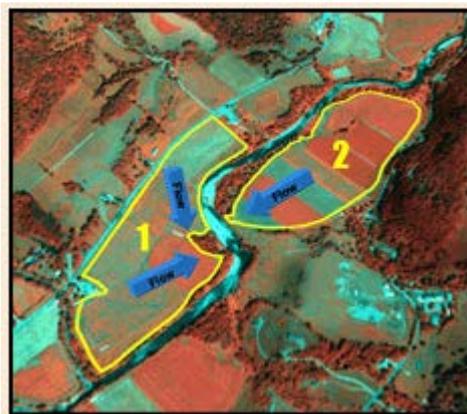


Gráfico 3.5 Influencias topográficas de las Condiciones Hidrográficas locales
(Universidad de Vermont)

Con solo el mapeo de la existencia o no de las zonas amortiguadoras en las líneas ribereñas adyacentes en las zonas agrícolas no es posible de determinar la necesidad de instalar las zonas amortiguadoras. La imagen que muestra Gráfico 3.5 es elaborada utilizando las imágenes satelitales de IKONOS y muestra el impacto de las condiciones topográficas frente a la situación hidrológica de las zonas adyacentes, que fija definitivamente los efectos de las zonas de amortiguación. En el presente caso, la región 1 está cubierta con una zona de amortiguación en las líneas ribereñas relativamente vulnerables, pero todas las aguas corrientes de esta región fluyen en dirección a la zona de amortiguación. Por el contrario, la región 2 dispone de zona de amortiguamiento en las líneas ribereñas de escala suficiente en casi la totalidad de los límites con los ríos y arroyos, pero la dirección las aguas corrientes se concentra en los puntos que no cuenta con la zona de amortiguación.

Con el modelo hidráulico de software GIS (en español: SIG), se puede determinar las zonas a ser amortiguadas, excluyendo aquellas zonas de amortiguamiento que son eficaces.

3-2-2. Sedimentación de Suelo

Los impactos de la erosión de suelo en aguas abajo incluyen los siguientes:

- La sedimentación en el fondo del cauce de un río o en un embalse.
- El deterioro de la calidad del agua en los arroyos, ríos y lagos.

El suelo erosionado contiene sustancias tales como nutrientes, fertilizantes químicos y plaguicidas, y muestra una tendencia a depositarse la tierra en la parte baja de las pendientes. Por ejemplo, se citan los orificios de captación de sedimento (sediment trap), periferia de las barreras a lo largo de la curva de nivel, canal cubierto de hierbas, presa o humedales. Las partículas más densas se sedimentan a mayor velocidad, y por el otro lado, la arcilla coloidal (colloidal clay) de partículas más finas resultan flotantes. El suelo arrastrado con la erosión en cárcavas (en particular, arcilla coloidal), a menudo es transportado directamente a los arroyos y ríos. La sedimentación de suelo en el embalse y la sedimentación en dirección longitudinal (en el caso de operación de embalse con nivel de agua constante), son como se muestra en el esquema del Gráfico 3.6 y 3.7.

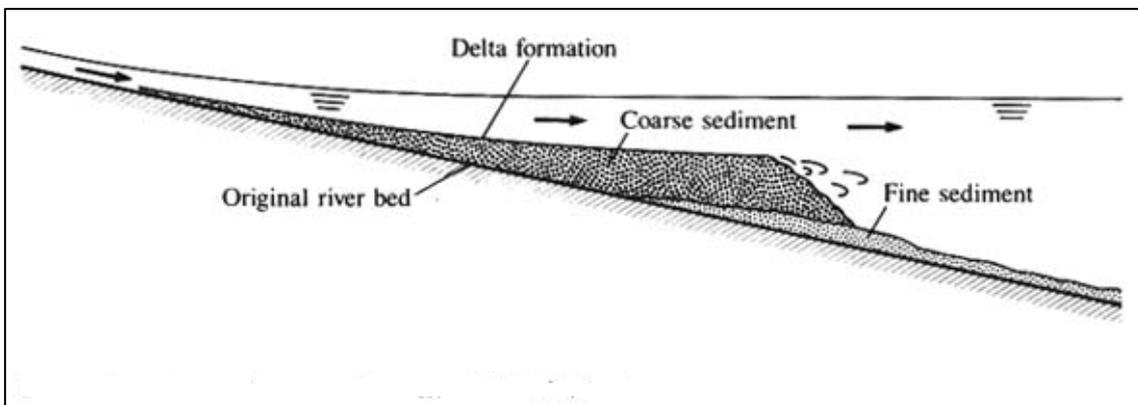
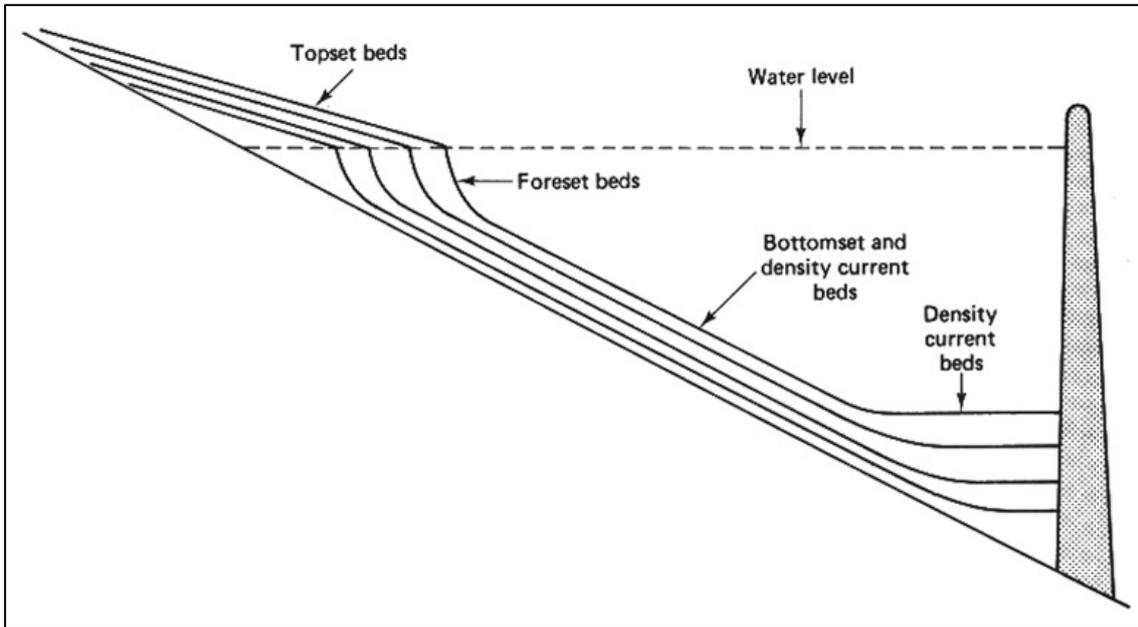


Gráfico 3.6 Deposición de Sedimentos en un Reservorio



**Gráfico 3.7 Patrón Longitudinal de Sedimentación
en la Operación de Reservorio con Nivel de Agua Constante (SDSU)**

3-3 Pérdida de la protección ribereña y erosión de las orillas

3-3-1 Pérdida de la Franja de Protección Ribereña

La zona de amortiguación ribereña (riparian buffer) es una zona de vegetación instalada a lo largo de los ríos y lagos donde están restringidas o prohibidas para explotar. El objetivo principal de la zona de amortiguación consiste en proteger y aislar físicamente los ríos y lagos de las futuras perturbaciones sobre el medio ambiente (disturbance) e invasión humana (human encroachment). Cuando se diseña adecuadamente, la zona de amortiguamiento trae beneficios para reducir los efectos producidos por las inundaciones y el control de las aguas de la lluvia. Otros beneficios de la zona de amortiguación ribereña incluyen los siguientes:

- Aislar los ríos y lagos de la capa superficial impermeable.
- Proteger las orillas de los ríos y lagos de la erosión.
- Proteger los ríos y lagos reduciendo la temperatura del agua.
- Reducir el ingreso de los nutrientes y sustancias contaminantes en los ríos y lagos.
- Proveer de hábitat y corredores de migración (migratios corridors) de los peces y la vida silvestre.

La zona de amortiguamiento será cubierta por hierbas, arbustos o bosques, y mayor beneficio se obtiene cuando dicha cobertura es completa o con mayor densidad. Asimismo, los humedales a lo

largo de los ríos sirven como zona de amortiguación. Los humedales incluyen pantano (marsh), estero (swamp), turbera (bog), y pueden ser arbolados como también abiertos. El tipo de raíces de las plantas acuáticas de los humedales se sujetan a las orillas del río y del lago, y sus tallos y troncos permiten reducir la erosión mediante la absorción y mitigación de las energías del flujo de agua. Por otra parte, las partículas del suelo de las orillas de ríos y lagos son llevado por esta energía.

La zona de amortiguamiento ribereña desempeña un papel importante para mantener el entorno ecológico saludable de los ríos y lagos, dado que provee al espacio la dinámica natural de los mismos que fueron aislados físicamente por las acciones humanas o por determinadas estructuras. En particular, la zona de amortiguamiento ayuda a contener la inundación, asimismo permite reducir el riesgo de los bienes y almacenar el flujo de agua que causa la erosión. En especial, los humedales permiten el almacenamiento temporal de la inundación. Los humedales por lo general se forman en la tierra baja, lo cual permite recibir la primera inundación cuando eso ocurre. La vegetación de los humedales, debilita el movimiento de la inundación y desempeña el papel de la naturaleza de captar sedimentos, haciendo que las arenas flotantes vaya depositándose por debajo de la superficie del agua.

Las zonas de amortiguamiento y los humedales permiten proteger y preservar el corredor del río y la orilla del lago. En consonancia con el objetivo del control de agua pluvial, construir una zona de amortiguamiento para mejorar la calidad del agua y asegurar el hábitat de la vida silvestre es un método que implica bajo costo. Las zonas de amortiguamiento y los humedales pueden adaptarse a diferentes situaciones físicas y geopolíticas. Como información general, se detalla a continuación la estructura y la eficiencia de la zona de amortiguamiento.

3-3-1-a Diseño de Franja de Protección

El ejemplo de diseño de la zona de amortiguación se compone de tres zonas (Universidad de Estado de Carolina) que se muestra en Gráfico 3.8.

- Zona 1: Una zona con un ancho de 5 a 10 metros a lo largo del borde de la zona de agua. Esta zona desempeña un papel para estabilizar las orillas de los ríos y lagos, y al mismo tiempo tiene efecto protector de la zona de aguas. Además, proporciona el hábitat a poblaciones de la vida silvestre. Esta zona requiere ser compuesta de especies nativas de rápido crecimiento, pero no así de cuidados algunos. Por lo general, se utilizan árboles latifolios.
- Zona 2: Es una zona de entre 10 a 15 metros adyacentes a la Zona 1, y es un bosque manejado.

Esta zona tiene la función de absorber lentamente las sustancias contaminantes que pasan la Zona 3. Esta zona también proporciona el hábitat a la vida silvestre. Se requiere de cierto cuidado y mantenimiento regular. Esta zona necesita ser compuesta de árboles grandes de fácil cuidado. Por lo general y a menudo se utilizan árboles tales como pinos y coníferos.

- Zona 3: Esta zona es de unos 10 metros de ancho y compuesta de hierbas de especies nativas. Tiene el papel como primera línea de defensa contra los contaminantes, y permite restringir el ingreso en su mayor número. Esta zona también tiene un papel de aflojar la velocidad de flujo de agua antes de llegar a las Zonas 1 y 2.

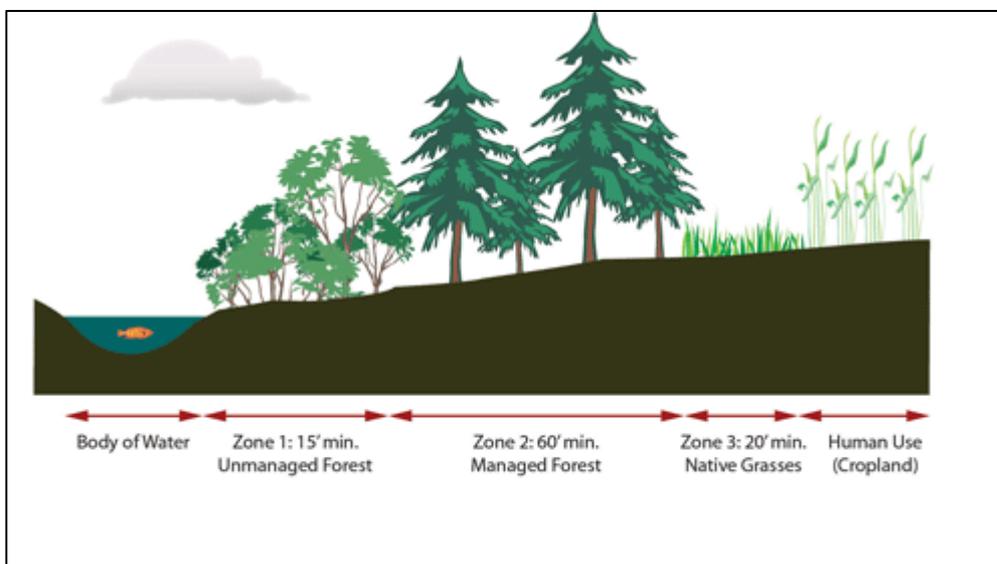


Gráfico 3.8 Ejemplo de Diseño de Amortiguación (NCSU)

3-3-1-b Beneficios ambientales

El ancho de la eficiencia de beneficios ambientales referente a cada elemento en la franja de protección ribereña que se muestra en Gráfico 3.9.

- Captación de carbono: La captación de carbono se vuelve importante ante la amenaza del calentamiento global que es un tema del presente. En comparación con otras plantas, los árboles absorben la gran cantidad de dióxido de carbono de la atmosfera durante su vida. El acto de cubrir la zona de amortiguamiento con los árboles, contribuye a mitigar el cambio climático.

- **Hábitat:** El amortiguamiento en las zonas ribereñas proporciona el hábitat de la fauna y flora que fueron obligados a abandonar por las actividades humanas en el entorno. Esto significa el aumento de biodiversidad en la tierra recuperada donde no existes zonas de amortiguamiento ribereña. La zona de amortiguamiento protege del agua permitiendo bajar la temperatura del agua y proveer a los animales fuente de agua de calidad. Asimismo, proporciona hábitat de alta calidad para todo ser viviente que hay en el agua.

- **Calidad de agua:** La zona de amortiguamiento ribereña, la cobertura alineada con árboles de menor altura y bosque de protección contra viento purifican el agua mediante la absorción de gran cantidad de ácido fosfórico, nitrato y plaguicidas, incluso si se plantan en una pendiente moderada. En el caso de zona de amortiguamiento que se compone de árboles jóvenes, absorben un promedio de 0,38 g/N/día/m², y este valor es 38 veces más que la superficie de pastoreo cubierto de pastos e hierbas (Referencia 3.3). Este mejoramiento de la calidad de agua es muy beneficioso para los países en desarrollo que enfrentan el problema de la mala calidad de agua. Además, el mejoramiento de la calidad del agua trae consigo el aumento de los peces como alimento para los habitantes de la zona.

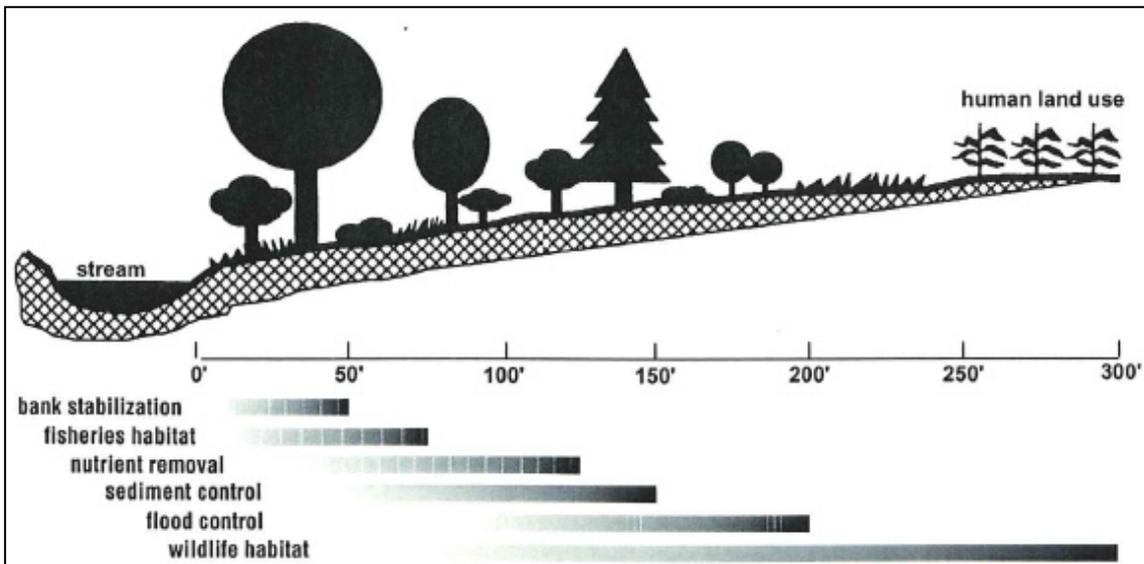


Gráfico 3.9 Ancho de la Eficiencia de los Beneficios Ambientales debido al Amortiguamiento Ribereños (NCSU)

Por otro lado, según el Departamento de Recursos Naturales y Control Ambiental de Delaware, se estima que la carga de nutrientes con la implementación de la zona de amortiguamiento es como se muestra en el Cuadro 3.2.

Cuadro 3.2 Reducción Estimativa de Cargas de Nutrientes con la Implementación de Amortiguamiento Ribereño (Referencia3.4)

Tipo de amenguamiento	Nitrógeno	Fosforo	Sedimento
Boscoso	48-74%	36-70%	70-90%
Franja de filtrado de vegetación	4-70%	24-85%	53-97%
Franja de filtrado forestal y vegetal	75-95%	73-79%	92-96%

3-3-1-c Impactos a largo plazo

- Bajo mantenimiento: Después de que los plantines de la zona de amortiguamiento ribereña han crecido, como sistema de franja de amortiguación se requiere poco mantenimiento por parte del propietario. Esto significa que, es muy atractivo para el propietario del terreno, asimismo la zona de amortiguamiento ribereña permite disfrutar de los beneficios sin costo de mantenimiento y se convierte en soluciones eficaces para los países en desarrollo.

- **Regeneración natural:** La regeneración natural de las especies de la zona de amortiguamiento significa que esta franja mantiene su eficacia por 300 años en caso de que no haya desastres impredecibles. Por lo tanto, el sistema de zona de amortiguamiento puede proporcionar durante años agua de calidad y hábitat para los animales.

3-3-1-d Implementación de políticas internacionales

- En Australia, Davies y Nelson estudiaron la relación entre el ancho de la zona de amortiguamiento a lo largo de la zona ribereña y el impacto que genera la deforestación del bosque de eucalipto aguas abajo. Se pudo observar que si no cuenta con la zona de amortiguamiento en la ribereña genera impacto significativo en la vida silvestre de agua abajo, asimismo se confirmó la disminución de truchas, plecópteros y efemerópteros, reducción de la calidad del agua y el aumento de sedimentación. Sin embargo, cuando se tiene una adecuada zona de amortiguamiento a lo largo de la zona ribereña (más de 30 metros) el impacto de la deforestación en el agua abajo se mantuvo en un mínimo.
- Como se mencionó anteriormente, indica que la zona de amortiguamiento a lo largo de la zona ribereña es una solución simple para reducir el impacto que genera la deforestación en el agua abajo. Si la zona de amortiguamiento se instala correctamente, se puede continuar con las actividades productivas sin tener que preocuparse de los efectos adversos en agua abajo.
- En muchos de los países desarrollados, se están tomando conciencia sobre la importancia de mantener la zona de amortiguamiento a lo largo de la zona ribereña, y se están estableciendo las leyes y fomentando su implementación. Y en muchos de los países en desarrollo, se están tomando conciencia sobre los beneficios que ofrecen la zona de amortiguamiento sin detener la producción de los materiales importantes.

3-3-2 Erosión de las orillas

La línea costera del lago (shoreline) siempre está expuesta al movimiento de las olas, y las olas trituran y mueven las partículas de tierra. Estas partículas de tierras sueltas se depositan en el fondo del lago. Estos depósitos cubren el hábitat de las plantas acuíferas y del fondo del lago que se

requieren para la alimentación y reproducción. La sedimentación transporta también los nutrientes y otras sustancias contaminantes que contiene el suelo. La tierra que ingresa al lago como consecuencia de la erosión, hace que aumente la turbidez del agua del lago. La pérdida de la transparencia del agua del lago, provoca daño en la ingesta de los alimentos de los peces y los animales silvestres que dependen de la visión para la toma de alimento

A continuación, se esquematiza la erosión de las orillas típica provocado por el movimiento de las olas en el Gráfico 3.10.

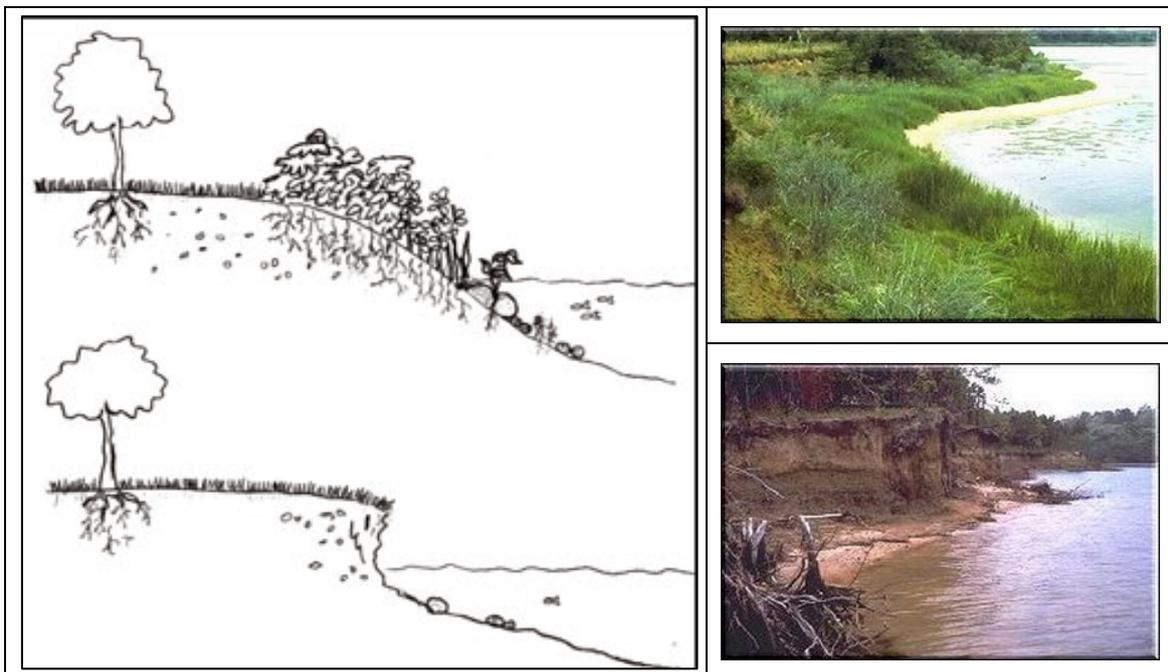


Gráfico 3.10 Condiciones Generales de la Línea Costera antes y después de la Erosión por Acción de las Olas (Referencia 3.5)

En la naturaleza, la zona de la orilla del lago tiene la función de proteger contra la erosión.

La vegetación natural que normalmente se observa en las orillas del lago se mantiene estructuralmente intacto y evita que la tierra se colapse. El suelo se compacta con las raíces profundas de su vegetación, los follajes y las ramas también evitan la erosión que se produce por acción de la lluvia y el viento. Eliminar esta vegetación de la zona causará el debilitamiento del terreno de la orilla y el colapso producido por el agua.

La orilla natural del lago normalmente se forma con una pendiente moderada, pero de igual modo es posible de absorber la energía de las olas. Si la pendiente es pronunciada, erosionada o casi vertical,

las olas rompen en la orilla del lago causando un aumento rápido de erosión. El ejemplo del gráfico anterior, si bien no refleja la orilla de la situación del Lago Yguazú, muestra los efectos generales de la erosión.

A continuación, como una buena referencia, se presenta en Gráfico 3.10 otro ejemplo que indica el tipo de vegetación acuática.

3-3-2-a. El Proyecto de Acción Ambiental Transfronteriza del Nilo (NTEAP in 2007)

La vegetación acuática es planta que crecen (plant growth) y se desarrolla en las zonas de aguas tierra adentro y las orillas de las zonas acuáticas o húmedas en Gráfico 3.11. Esta vegetación protege las orillas de las zonas de aguas de las oleadas y la erosión, asimismo proporciona el hábitat, alimentación y zona de reproducción de muchas especies de crustáceos, peces, aves y otras plantas. La vegetación acuática también suministra una gran cantidad de materias orgánicas en forma de hojas y ramitas. Las orillas de las zonas acuáticas incluyen una variedad de vegetación desde las hierbas hasta los árboles, y para reflejar la tolerancia de las plantas a la penetración en el suelo, por lo general, se distribuye tomando cierta distancia por etapas desde la orilla (u orilla del lago).

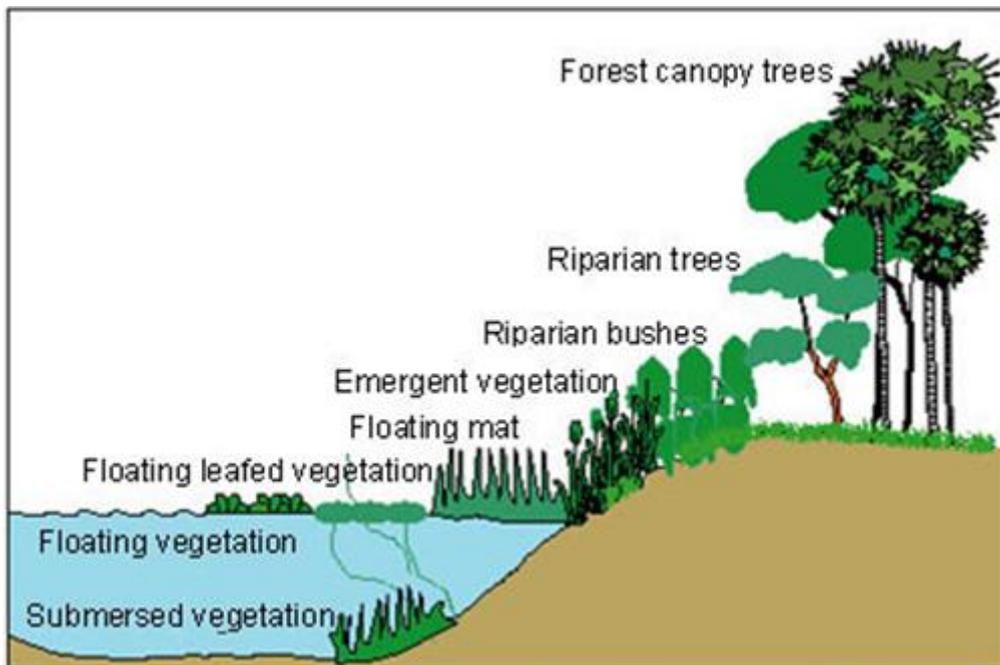


Gráfico 3.11 Representación Esquemática de los Tipos de Vegetación (Referencia 3.6)

3-3-2-b Clemson Carolina Clear (2012)

A continuación, se muestra las cuatro zonas de vegetación de la orilla del lago agua dulce en Gráfico 3.12.

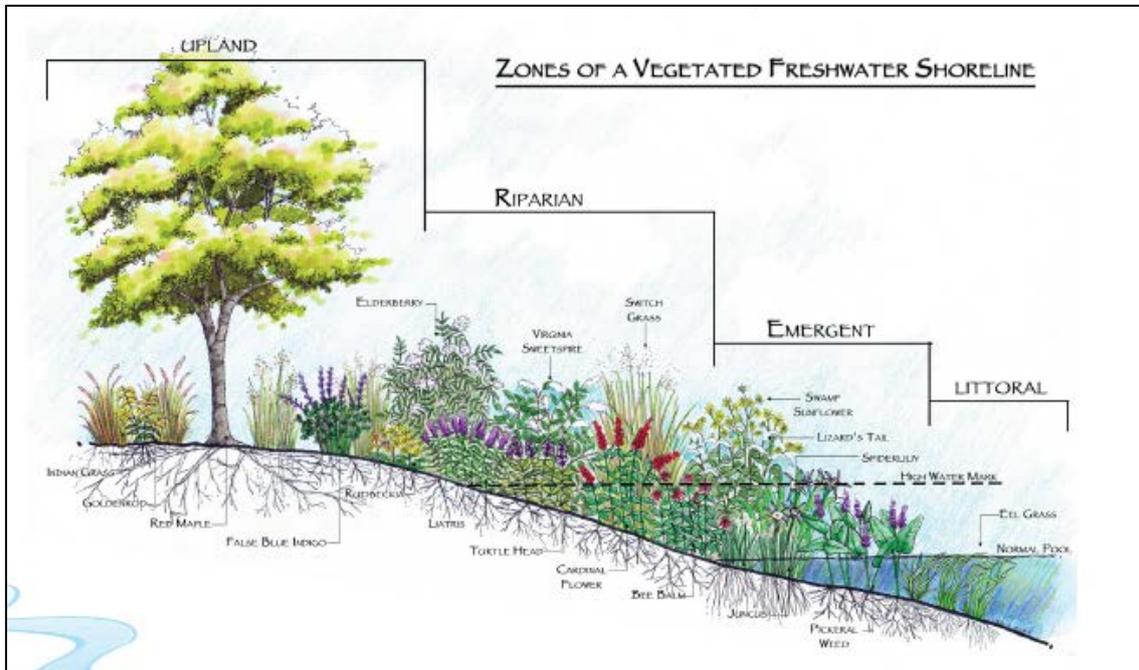


Gráfico 3.12 Zonas de la Línea Costera de Agua Dulce Vegetada (Referencia 3.7)

- **Zona de tierra alta:** Es la zona alta de la orilla que consiste en la parte de la pendiente que completamente no está húmeda. Esta zona está generalmente seca para que el agua penetre en el suelo a través de la pendiente. La zona de tierra alta con pendiente pronunciada, se requiere de la vegetación resistente a la sequía. En muchos de los casos y normalmente se utilizan plantas ornamentales. Los habitantes que viven en las inmediaciones de la laguna de control de inundaciones no deben plantar árboles y arbustos en la pendiente hasta la orilla. En esta zona es mejor las plantas y las hierbas perennes.
- **Zona costera:** Es la parte superior de la zona de agua, pero es una parte pendiente de la orilla en donde el suelo está completamente húmedo y saturado. La zona costera es una zona que a menudo se inunda cuando el nivel de agua sube y se produce la inundación. Los vegetales que crecen en esta zona necesitan de suelo húmedo, y por lo natural son plantas que persisten en la línea de agua y sumergido en el agua por un largo tiempo o en la parte

superior de la misma.

- **Zona emergente:** Es parte pendiente de la orilla con poca profundidad bajo la línea de flotación, y las plantas acuáticas emergentes (emergent aquatic plant) que tiene sus raíces en el suelo inundado, que es también parte que permite crecer más allá de la línea de agua. Esta zona es generalmente de 30 centímetros de profundidad. Son plantas de tipo arrastre tales como onagraria (water primrose) y lagunilla (alligator weed), se debe de evitar las plantas emergentes que crecen en el borde, y es más fácil de manejar aquellos que crecen verticalmente.
- **Zona litoral:** Las plantas emergentes están en una parte más profunda bajo agua, pero una profundidad que permita llegar la luz solar. Esta zona litoral por lo general es una profundidad de 30 a 120 centímetros, y cuanto mayor sea la transparencia del agua se puede darse de mayor profundidad. Muchas de las plantas acuáticas que viven en la zona litoral, en particular es invasivo en los estques de control de inundaciones con poca profundidad, por lo que es necesario cierto control de las plantas sumergidas y flotantes a fin de no causar la mortalidad masiva de los peces y obstrucción del drenaje por las raíces.

Varios de los propietarios que tienen terrenos con zonas de aguas que están siendo desarrollados, presentan tendencia a sustituir las hierbas naturales por el césped de raíces cortas. El césped de este tipo presenta poca capacidad para proteger contra la erosión y a la acción de las olas.

Las dos sustancias principales presentes en el entorno de las orillas son sólidos y no sólidos. Los sólidos son básicamente rocas y no suele presentar amenaza de erosión extrema. Y aquellos no sólidos, que incluyen tales como conglomerado, arena y arcilla, están unidas débilmente y son susceptibles a la erosión.

Los efectos de la acción de las olas se producen en los suelos que no están protegidas directamente. El movimiento de las olas es un fenómeno natural, y a veces producido por el movimiento de los barcos. La velocidad y la frecuencia de las olas varían según la profundidad del agua, longitud de la superficie de agua y el viento. A fin de evaluar el impacto de la acción de las olas, es necesario tener en cuenta la pendiente de la ribera, vegetación y la estructura del suelo.

Las estructuras que controlan el nivel de agua de la presa podrían elevar el nivel de agua del lago hasta más de la estructura del suelo que pueda resistir la acción de las olas en contra a la naturaleza de la orilla del lago.

Con el movimiento de la vegetación realizado por los propietarios, se puede aumentar la oportunidad de acceder a la zona de agua y tener la visibilidad. Con la deforestación de la vegetación natural, ese acto implica no solo destruir el hábitat de los animales silvestres, sino también la pérdida de las raíces de los árboles y arbustos que evitarían el proceso de la erosión.

3-4 Reducción de bosques en la cuenca

3-4-1 Fenómenos de la cobertura boscosa en la Cuenca del Lago Yguazú

La imagen topográfica siguiente (Gráfico 3.13) fue elaborada en el año 1944, que muestra la topografía de la zona adyacente a la Cuenca del Lago Yguazú. Como presenta el mapa, la Cuenca del Lago Yguazú está cubierta de bosque natural en casi su totalidad, asimismo se puede observar que había una amplia extensión de humedal a lo largo del Río Yguazú.

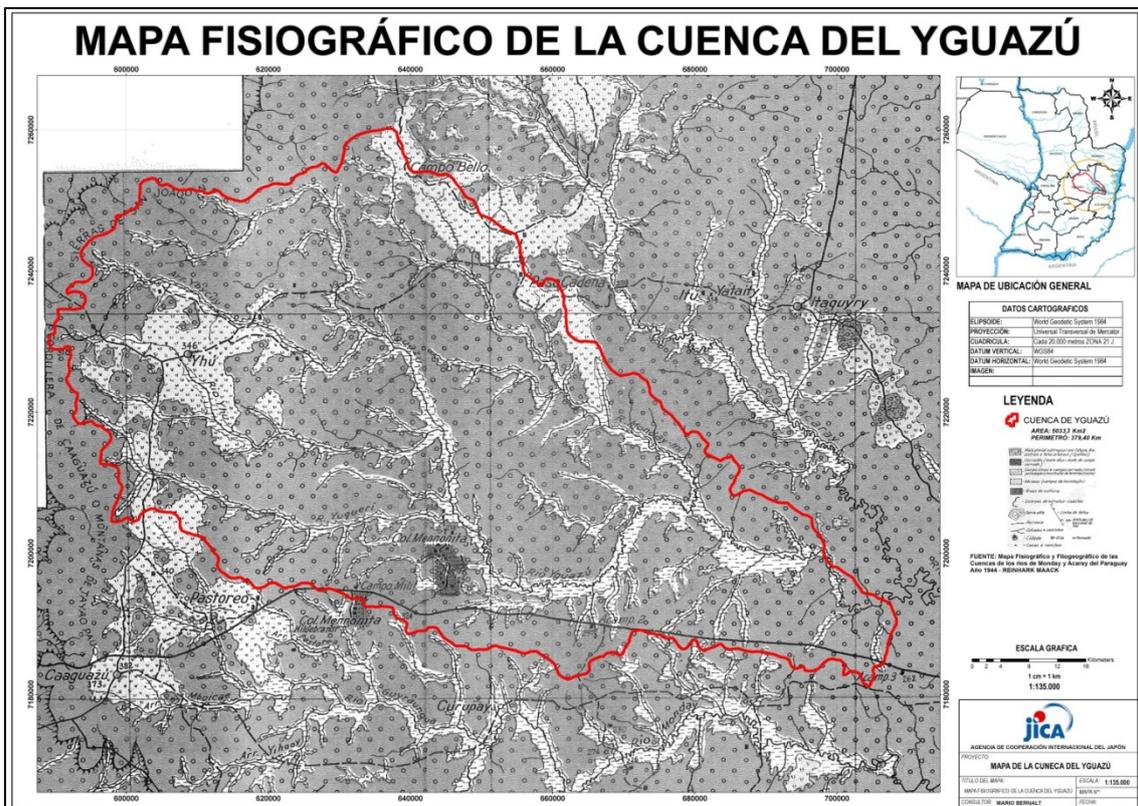


Gráfico 3.13 Mapa Topográfico alrededor del Río Yguazú del año 1940

Por otra parte, el siguiente gráfico (Gráfico 3.14) muestra la situación de la deforestación entre los años 1990 y 2010, clasificándose de la siguiente forma:

- Azul oscuro: área boscosa en el año 2010
- Azul claro: área boscosa deforestada entre 1990 y 2010
- Gris: área boscosa deforestada antes de 1990

En la Cuenca del Lago Yguazú, la deforestación se ha llevado a cabo entre los años 1990 y 2010 y se puede observar que la superficie de bosques de la Cuenca del Lago Yguazú sólo llega a aproximadamente al 10% en el año 2010.

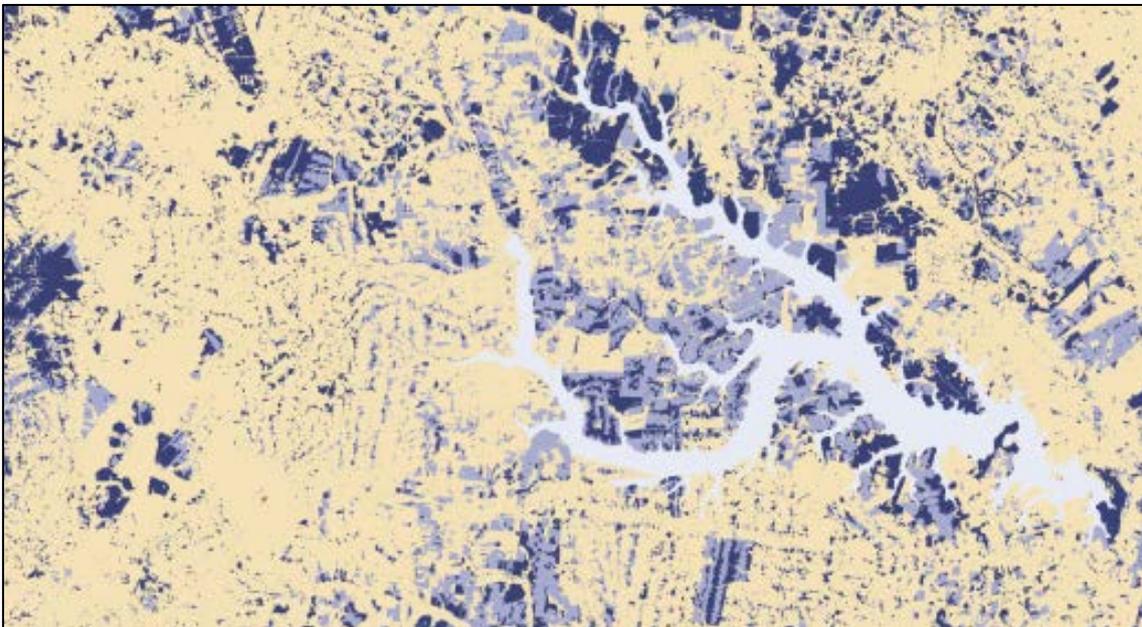


Gráfico 3.14 Condición de la Deforestación en la Cuenca del Lago Yguazú Entre 1990 y 2010)
(NASA)

3-4-2 Desafíos para la recuperación del bosque en la Cuenca del Lago Yguazú

Como es sabido, los bosques tienen múltiples funciones como se citan a continuación:

- Conservación de nacientes: mitigación de las inundaciones, depósitos de los recursos de agua, regulación del agua, purificación de agua.
- Conservación de suelo/Prevención de desastres de deslizamiento de tierra: prevención de la erosión superficial, prevención del colapso de superficie, protección contra el viento.
- Conservación del medio ambiente global: mitigación del calentamiento global (captación de dióxido de carbono, energía alternativa de combustibles fósiles), estabilidad del clima

global.

- Conservación de la biodiversidad: conservación genética, conservación de especies, conservación del ecosistema.
- Producción de la subproductos y materia prima: maderas, alimentos, materias primas industriales, materiales para manufacturas.
- Cultura: paisaje/belleza escénica, aprendizaje/educación, cultura tradicional, mantenimiento de la diversidad de la región.
- Salud/Recreación: asistencia médica, recreación.
- Formación entorno confortable: mitigación del cambio climático, purificación del aire, formación del ambiente confortable.

Al conservar los bosques se espera obtener los diferentes beneficios citados anteriormente. Sin embargo, considerando el bajo porcentaje de la masa boscosa de la Cuenca del Lago Yguazú, tal como se menciona en la sección de 4-4-1, reduce altamente la posibilidad de recibir los servicios ambientales de la misma, lo cual dificulta todo trabajo tendiente a conservar el ambiente de toda el área afectada.

En particular, desde el punto de vista de la gestión de la Cuenca del Lago Yguazú, es importante fortalecer las funciones de conservación de suelo/prevenición de desastres de deslizamiento de tierra y protección de los nacientes que tiene el bosque, y para tal fin es necesario seguir trabajando en la reforestación, manejo de regeneración natural y enriquecimiento de bosques, a fin de restaurar regenerando la zona de amortiguamiento y franja de bosque.

En estas situaciones, en primer lugar, se trabaja en la recuperación del bosque de los predios pertenecientes a la ANDE y posteriormente promover la reforestación en las propiedades privadas; de esta forma se llegaría a recomponer casi en su totalidad el área boscosa de la Cuenca del Lago Yguazú. Para este propósito es necesario resolver los dos puntos siguientes:

3-4-2-a Producción sostenible de plantines de buena calidad

Es importante mencionar que la ANDE cuenta con un vivero forestal en Asunción, con buena producción, sin embargo, la distancia desde la capital hasta la zona de intervención de la cuenca es larga (4 u 8 horas de viaje en vehículo), existiendo la posibilidad de que los plantines se sequen o marchiten por la transpiración de las hojas y por el fuerte viento durante el transporte).

Por tal motivo, se considera necesario instalar en el futuro, un vivero forestal en el área de influencia de la cuenca cuya producción sea continua y de buena calidad a fin de promover sosteniblemente la

recuperación del bosque en la Cuenca del Lago Yguazú con las diferentes comunidades; en ese sentido, el desarrollo de técnicas adecuadas para la producción de plantines de alta calidad también sería uno de los desafíos para este vivero.

3-4-2-b Desarrollo de técnicas adecuadas para la recuperación del bosque y conservación de suelo, y la transferencia de conocimientos a los habitantes

En caso de seguir con la reforestación, uno de los importantes desafíos es el desarrollo de su metodología. Es necesario recabar los datos y estudiar en función a la situación y condiciones locales para definir qué especies seleccionar y cómo plantarlos.

Además, es necesario analizar y desarrollar técnicas más eficaces de conservación de la cuenca, tales como agrosilvicultura, agricultura orgánica o ecológica y otras, las cuales se combinan para lograr una mejor conservación de los suelos, y no sólo enfocarse únicamente en la recuperación del bosque, pues ésta sería la última etapa de la meta suprema. Por otra parte, con la transferencia de dichas técnicas a los habitantes de la cuenca y su aplicación, se podría generar mayor incentivo en ellos en llevar a cabo trabajos de reforestación y conservación adecuada de suelos. Esta práctica debe de promoverse como actividades más específicas.

3-5 Contaminación

Los ríos y lagos recogen las aguas de las lluvias que discurren por la superficie de la cuenca. La calidad de agua en el río se determina por los contaminantes transportados por la inundación cuando fluye sobre la superficie de la tierra y las zonas impermeables. La cantidad y tipo de contaminantes transportados por la inundación reflejan las diversas actividades que se practican en la cuenca. Los contaminantes producidos por esas actividades finalmente desembocan en los ríos y lagos sin ningún tratamiento, pasando por la superficie de tierra o por la tubería de drenaje pluvial.

Cuando se realiza actividades agrícolas, por lo general se utilizan fertilizantes y otros agroquímicos. El uso excesivo de los mismos en las fincas, se escurren y contaminan los ríos. El fertilizante químico trae mayor cantidad de fósforo y nitrógeno en el agua. Incluso en cantidades menores, ciertos insecticidas y herbicidas son extremadamente nocivos para el hábitat acuático.

Los residuos de ganados mayores y menores (excremento de vacuno, porcino, avícola, etc.) pueden ser una fuente importante de aportantes en exceso de nutrientes para las bacterias que se forman y viven en el agua. El descuido de trabajo de limpieza relacionado con el ganado, se convierte en

causa que genera problemas de calidad de agua, por ejemplo, 1 gramo de excremento de ganado contiene más de 20 millones de coliformes fecales.

El ingreso de aguas con nutrientes a la zona acuífera puede causar lo que se llama eutrofización. Es decir, es un fenómeno que genera una rápida reproducción de hierbas acuáticas y algas, y a su vez el consumo de oxígeno disuelto en el agua. Como consecuencia, causa la mortalidad masiva de los peces por la falta de oxígeno. La eutrofización genera el debilitamiento significativo de la biodiversidad acuática, dificulta el uso del agua para las actividades de pesca, recreación, industria, abastecimiento de agua potable, etc. Las sustancias químicas y tóxicas como los insecticidas, matan los insectos acuáticos tales como el helminto, crustáceos y larvas, y los contaminantes se acumulan en el cuerpo de los animales más grandes que consumen dichos insectos. La concentración de la toxicidad química en los peces, patos y otros seres vivos, se convierten en una amenaza para la salud humana.

A fin de reducir la contaminación causada por los nutrientes mediante las actividades relacionadas con la agro ganadería, existen diversos métodos incluyendo los siguientes:

- **Iniciativa a nivel de la cuenca:** La cooperación transversal de las personas y organizaciones involucradas con la cuenca es el aspecto más importante para reducir la contaminación causada por los nutrientes. Todos y cada uno de los actores incluyendo los gobiernos locales, organización de productores, organización ambiental, instituciones educativas, ONGs, grupos comunitarios y otros, desempeñan un papel importante para el éxito de la mejora de la calidad de agua.
- **Gestión de nutrientes:** Es posible reducir en gran medida la potencialidad de contaminación mediante la aplicación de la técnica adecuada de uso y manejo de los fertilizantes químicos.
- **Cultivo de cobertura:** Es posible reutilizar el exceso de fósforo, y a su vez reducir la erosión del suelo y aislar los nutrientes del agua, mediante la plantación de determinadas especies tales como los cereales/granos y trébol.
- **Zona de amortiguamiento:** Es posible absorber o filtrar antes que lleguen los nutrientes a la zona acuífera, mediante la plantación de árboles, arbustos y hierbas en las zonas adyacentes al campo ganadero (en particular, cobertura en el límite con la zona acuífera).
- **Agricultura de conservación:** Es posible reducir la erosión y compactación de suelo, aumentar la materia orgánica del suelo y reducir el caudal, al reducir la cantidad de arado de las tierras agrícolas.
- **Gestión de excremento de ganados:** Es posible eliminar fósforo y nitrógeno de la zona acuífera y recuperar las zonas ribereñas del río, aislando los excrementos del animal de las

zonas de arroyos, ríos y lagos.

- **Gestión de aguas residuales:** Es posible prevenir el deterioro de la calidad del agua en los ríos y lagos de la zona de influencia, mediante la reducción de la carga de nutrientes que desembocan de las tierras agrícolas.

Las bacterias son organismos unicelulares que causan diversas enfermedades. Cuando la cantidad de bacterias aumenta en el verano, esta situación puede llevar al cierre de la playa o balneario. Las bacterias contaminan los ríos y lagos, e impiden el contacto con el agua y la seguridad recreativa. Los coliformes fecales son un tipo de bacterias que se encuentran principalmente en el órgano digestivo del animal de sangre caliente. Los coliformes fecales en el agua es un indicador de presencia de bacterias que es causante de la peste, lo cual es necesario realizar periódicamente el monitoreo del contenido de bacterias en el río, a fin de evitar el riesgo para la salud pública. En el momento de la inundación, estos coliformes fecales pueden desembocar e ingresar a los ríos, lagos y aguas subterráneas. Estos se producen en los canales de desagüe con fuga de agua, sistema de tratamiento de aguas residuales con avería, sedimentos contaminados con colibacilo dentro de la tubería de drenaje pluvial, ganados, animales silvestres, aves acuáticas, animales, etc.

3-6 Falta de concienciación de los habitantes

3-6-1 Conciencia ambiental en los habitantes

Situación actual

En el año 2015, en los municipios que lindan con el Lago Yguazú, se organizaron talleres dirigidos a los representantes de la comunidad, y escucharon sobre la conciencia y percepción del problema ambiental.

- La mayoría de los habitantes presentes sabían que el Lago Yguazú es un lago artificial por el represamiento del río del mismo nombre.
- La opinión que tienen sobre el Lago Yguazú es que es un recurso hídrico, pesquero y turístico, valioso para el territorio, y el lago es muy familiar para la mayoría de los habitantes, quienes comentaron que desean mantener la naturaleza como legado para sus generaciones.
- Algunos expresaron la preocupación por la erosión de la orilla del lago.
- Por otro lado, los pobladores que tomaron medidas ante esta preocupación fueron pocos.

Además, en la entrevista realizada en la Secretaria del Ambiente (SEAM) y Ministerio de Educación y Ciencias (MEC), se confirmó que no se ha implementado actividades de educación ambiental para niños, jóvenes y adultos en temas de conservación ambiental en la Cuenca del Lago Yguazú.

Hipótesis

- Aunque son conscientes de que el Lago Yguazú es un recurso valioso para el territorio, no se llegó a implementar actividades concretas para mantenerlo. Por lo tanto, es necesario plantear medidas específicas que conduzcan a tomar acciones para el efecto.

3-6-2 Situación actual de los gobiernos locales de la zona de influencia

Situación actual

En el mes de mayo de 2014, se visitaron y entrevistaron a funcionarios de los 9 municipios que lindan con el lago Yguazú (en total, 16 distritos abarcan la cuenca de la cuenca citada), cuyos resultados fueron los siguientes:

- Falta de recursos humanos que asumen el papel importante en el gobierno local, debido al déficit presupuestario. Débil sistema organizacional del gobierno local.
- Mayoría de los municipios no cuentan con el plan de desarrollo municipal, plan de ordenamiento territorial establecido en la Ley Orgánica Municipal (LOM).
- En la misma ley establece que es obligatorio la creación del comité de salud y medio ambiente, pero son pocos los municipios que cuentan con dichas unidades y que estén funcionando.
- En el municipio se conforman Junta Comunal de Vecinos en distintas zonas tales como Compañías, Colonia y Barrios, que funcionan como un medio para comunicar o informar sobre las gestiones administrativas del municipio y a la vez actúa de receptora de las diferentes opiniones de los pobladores.
- Las oficinas regionales de los ministerios y secretaría del estado son limitados. Por otro lado, el MEC tiene mayor presencia en el interior del país por las instituciones educativas que existen.
- Existen municipios que contaron con el apoyo de los organismos internacionales y ONGs en el pasado para ciertas actividades, pero son pocos los casos a los que se les da seguimiento de los trabajos tras la finalización del periodo de cooperación.
- La Asociación Multisectorial Represa Yguazú, conformada por los intendentes de 10 municipios, está presente desde el año 2006 y mantiene la reunión mensualmente hasta la fecha.

En el mes de diciembre de 2015, varios municipios han elaborado y presentado los planes de desarrollo municipal conforme a la exigencia de la Secretaría Técnica de Planificación (STP) del Desarrollo Económico y Social que abarcan a todos los municipios del país. El citado plan de

desarrollo municipal consiste en un diagnóstico situacional y planificación en tres ejes (social, económico y ambiental), en el que para cada eje (tema) se instalaron mesas de trabajos con participación comunitaria. Este enfoque es muy nuevo, por lo que en el proceso de la implementación del plan se cree que tendrán algunas dificultades.

En varios de los municipios aún se cuenta con el sistema para implementar las políticas ambientales por propia iniciativa y liderazgo, por lo que no tiene materializado las actividades sostenidas para la conservación de la cuenca.

Hipótesis

- Es necesario considerar un mecanismo que se traduzca en la acción (ejecución), concienciado la importancia de la conservación de la cuenca a nivel del gobierno local.

CAPÍTULO IV EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE CARGA AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL LAGO YGUAZÚ

Para desarrollar un plan de gestión exitoso y sostenible para la cuenca del Lago Yguazú se necesita evaluar adecuadamente las condiciones de carga ambiental de la cuenca a escala apropiada para su gestión. Por lo tanto, el Equipo del Proyecto realizó una evaluación detallada de las condiciones de la Cuenca del Lago Yguazú según los 5 principales problemas que se escribieron capítulo anterior, las sub-cuencas y los ríos tributarios.

Los 5 principales problemas:

- **Erosión y sedimentación de suelo**
- **Pérdida de la protección ribereña y erosión de las orillas**
- **Reducción de bosques en la cuenca**
- **Contaminación**
- **Falta de conciencia de los habitantes**

Las aproximaciones para evaluación son siguientes:

- Estudio de campo de erosión y sedimentación de suelo en la cuenca
- Estudio batimétrico de sedimentación en el Lago Yguazú
- Medición de la erosión de las orillas del Lago Yguazú
- Encuesta sobre la contaminación de los ríos y del Lago Yguazú
- Ensayo práctico de la técnica de recuperación de bosques y conservación de suelo
- Actividad piloto con los pobladores de la zona

Este capítulo describe los métodos empleados y los resultados de la evaluación sobre los 5 principales problemas.

4-1 Erosión y sedimentación de suelo

4-1-1 Estudio de estado de la zona arenosa de tierras altas y la misma cuenca que podría ser la causante de sedimentos

Se observó el estado de las zonas arenosas de tierras altas donde son deforestadas y utilizadas como tierras agrícolas a fin de conocer las condiciones de la esorrentía (y sedimentos) que llegan a los ríos que desembocan en el Lago Yguazú.

Se ha indicado que las contramedidas para la erosión del suelo, ya sea laminar o en surcos, que deben ser implementadas por productores no-mecanizados (productores a pequeña escala que cultivan algodón, maíz, y mandioca) y por productores mecanizados e industrializados (productores a gran escala que producen mayormente soja y maíz) han sido incompletas y presentan retrasos en la cuenca del Lago Yguazú.

Normalmente, la pérdida de suelo se puede estimar con la combinación de diferentes factores tales como la erosión causada por las lluvias, la capacidad natural del suelo para erosionarse, topografía (Ej. la longitud y la gradiente de la pendiente de un área), factores de reducción de pérdida de suelo para cultivos y prácticas de gestión. En base a la observación preliminar y cuantitativa por imágenes satelitales de las condiciones de sedimentación del lago, se piensa que una alta carga de sedimentos ingresa y se deposita en la zona de la orilla occidental aguas arriba del lago donde se conecta con el cauce principal del Río Yguazú y otros dos afluentes, los Ríos Yhú y Yukyry tal como se muestra en el Cuadro 4.1.

En la cuenca de dichos tres ríos existe un terreno ondulado a lo largo de ellos. Se estima que la combinación de la producción no mecanizada por parte de los pequeños productores y medidas incompletas de protección de suelo causa que una cantidad masiva de sedimentos ingrese y se asiente en el lago. Por lo tanto, se considera necesaria la realización de un estudio de la situación en las cuencas de los tres ríos mencionados donde se encuentran cuatro municipios: Vaquería, 3 de Febrero, San Joaquín e Yhú, como se muestra en el Cuadro 4.1.

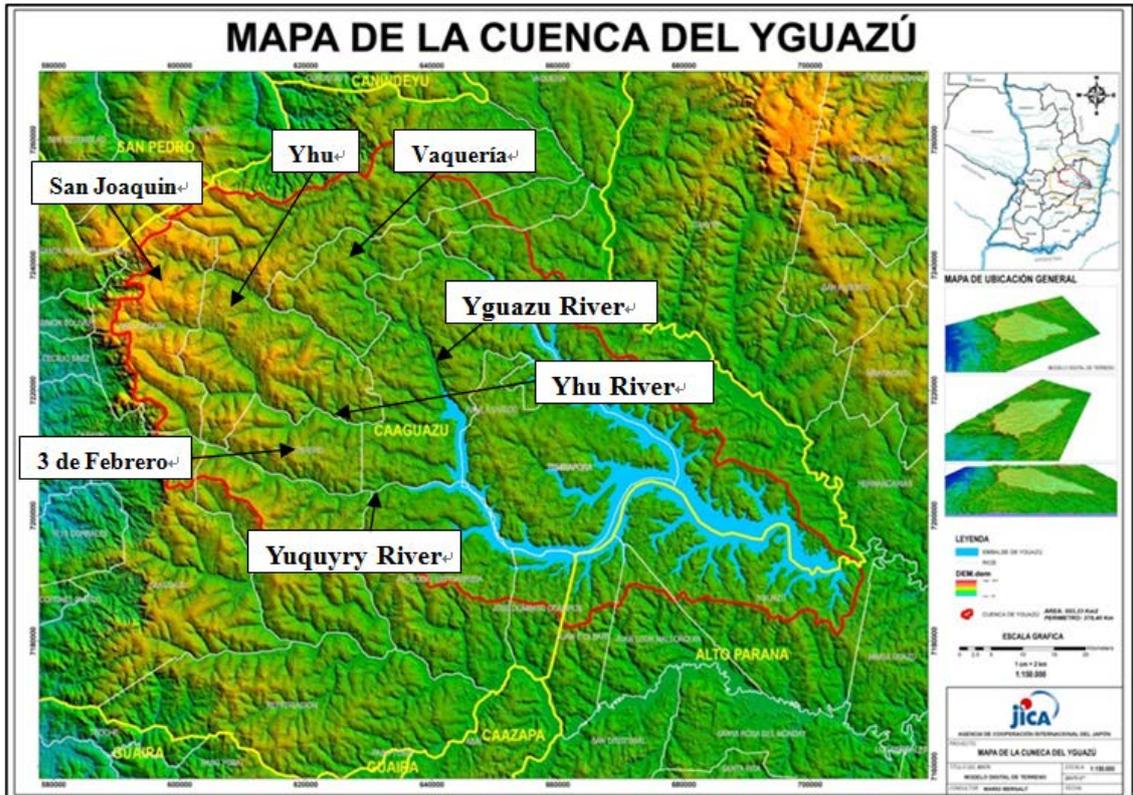


Gráfico 4.1 Relación entre los tres ríos y los cuatro municipios

El estudio de la situación fue realizado por un vehículo guiado por Google Earth y mapas topográficos a escala 1/100.000. Se verificaron los caminos transitables y puentes, y se realizaron varias observaciones cerca de los puentes sobre los ríos en las sub-cuencas estudiadas. Se observa el resultado del estudio con fotos por cuenca. Los puntos de observación se muestran en los Gráficos 4.2 al 4.6 como se indica a continuación:

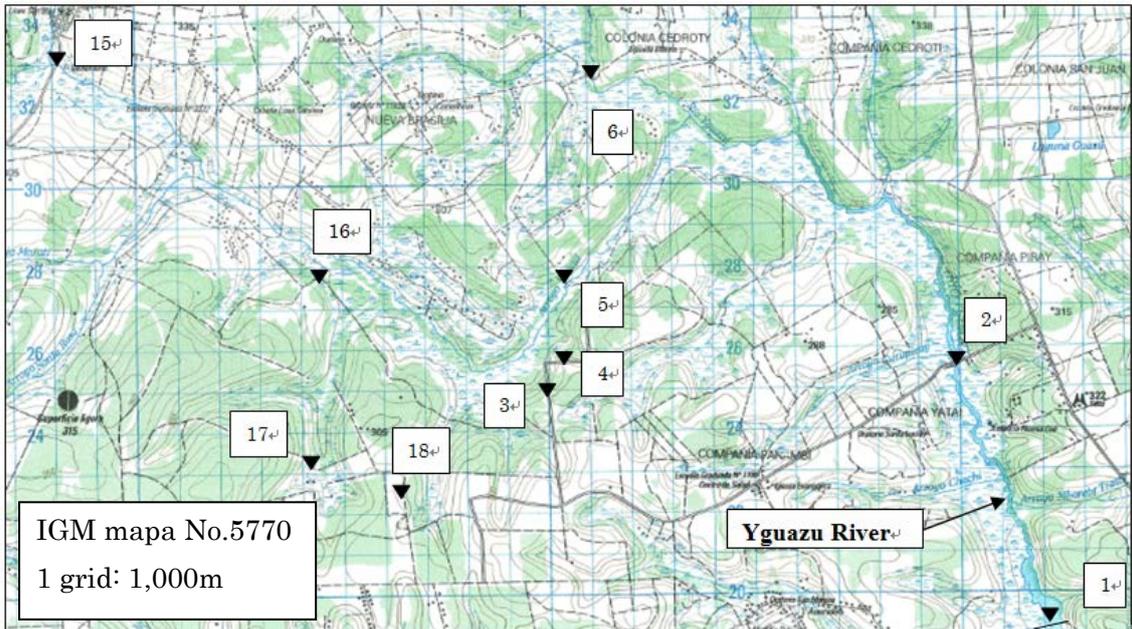


Gráfico 4.2 Puntos de estudio de estado de erosión de la cuenca en el Río Yguazú (1)

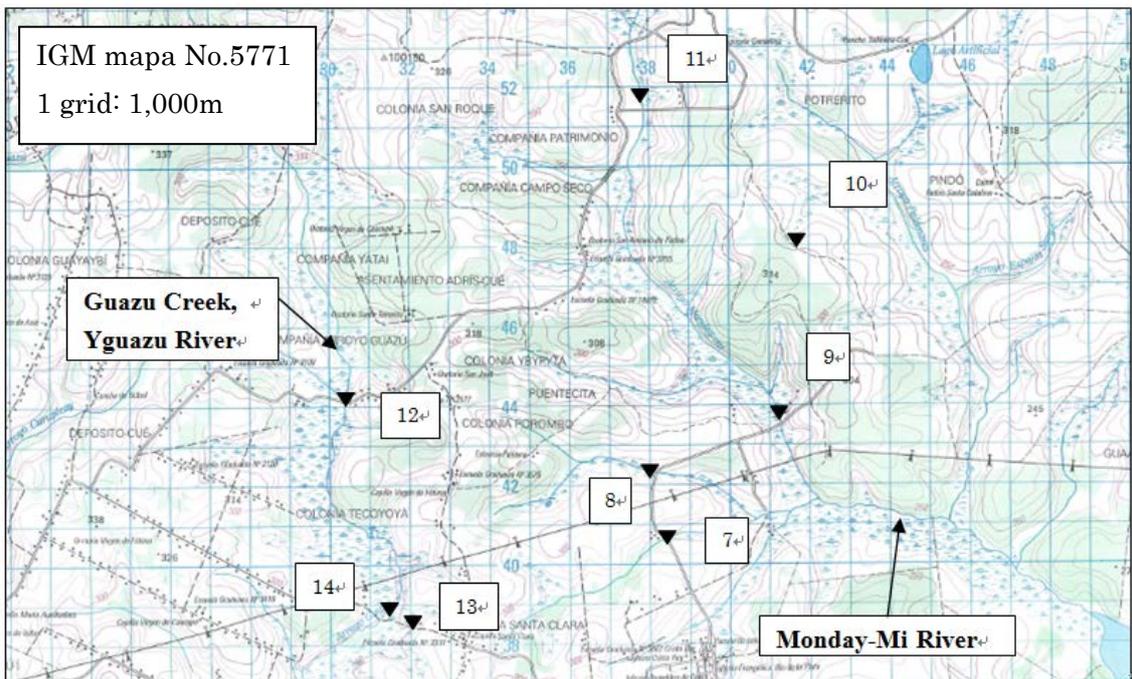


Gráfico 4.3 Puntos de estudio de estado de erosión de la cuenca en el Río Yguazú (2)

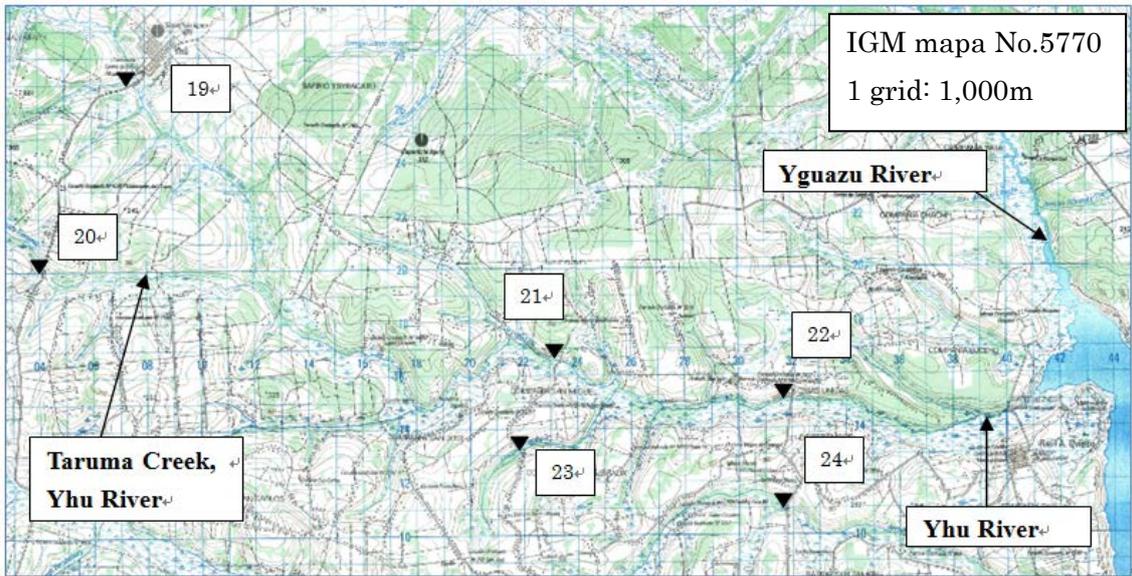


Gráfico 4.4 Puntos de estudio de estado de erosión de la cuenca en el Río Yhú (1)

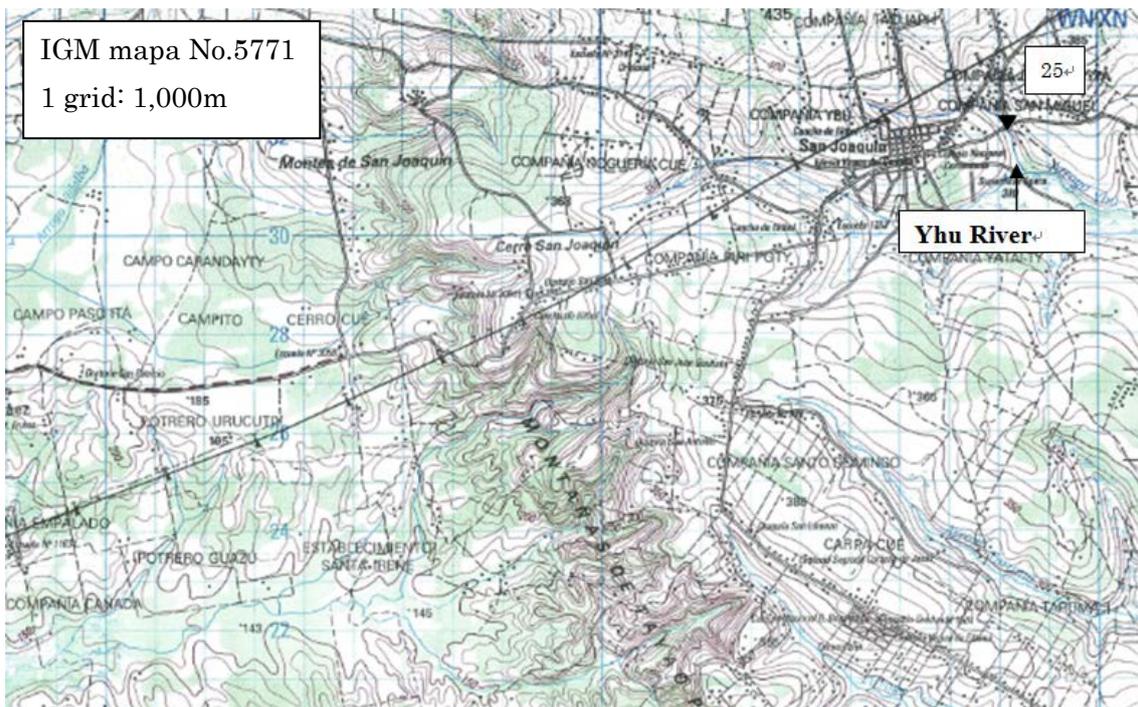


Gráfico 4.5 Puntos de estudio de estado de erosión de la cuenca en el Río Yhú (2)

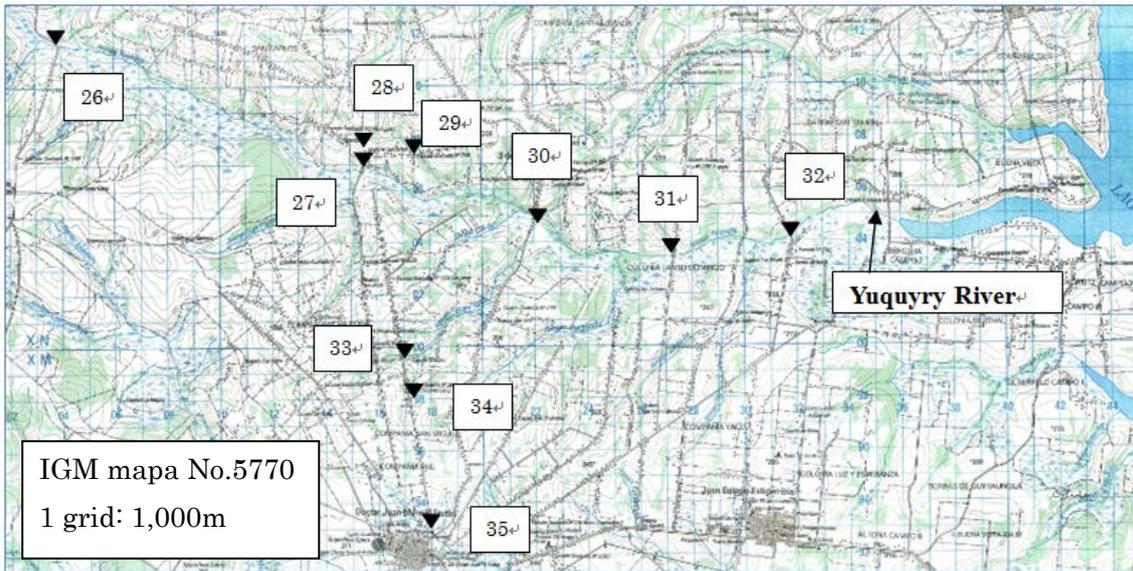


Gráfico 4.6 Puntos de estudio de estado de erosión de la cuenca en el Río Yuquyry

4-1-1-a Cuenca del Río Yguazú

Un equipo evaluador conjunto de JICA y ANDE realizó un estudio en tierras de suelo arenoso que producen sedimentos y áreas aledañas en la cuenca del Río Yguazú.

Ubicación y características

(Punto Nro.1)

Foto 4.1 Cuenca del Río Yguazú (1)	Foto 4.2 Cuenca del Río Yguazú (2)
	
<p>El sitio se encuentra ubicado en la parte más baja de la cuenca del Río Yguazú. La erosión proviene del bosque y existe una alta sedimentación en el río, originado por la falta de vegetación ribereña cerca del puente.</p>	<p>Aguas arriba existe un bosque denso con vegetación ribereña que frena el ingreso de tierras al cauce.</p>

(Punto Nro.2)

Foto 4.3 Cuenca del Río Yguazú (3)	Foto 4.4 Cuenca del Río Yguazú (4)
	
<p>Ambas márgenes del río se encuentran protegidos por un bosque natural denso y vegetación ribereña. Se observa mucha turbidez en el río.</p>	<p>Una sedimentación amplia e intensa se observa en el agua. La erosión en las márgenes puede ser vista en el lado opuesto. Ante la carencia de una red de raíces de la vegetación, las márgenes son más susceptibles a la erosión.</p>

(Punto Nro.3)

Foto 4.5 Cuenca del Río Yguazú (5)	Foto 4.6 Cuenca del Río Yguazú (6)
	
<p>Un camino de tierra cercano al Arroyo Ybycui, cuenca del Río Yguazú-</p>	<p>Se observa que la arena erosionada de la pradera llega hasta el camino. El camino se vuelve un río en días de lluvia, aumentando el escurrimiento de sedimentos.</p>

(Punto Nro.4)

Foto 4.7 Cuenca del Río Yguazú (7)	Foto 4.8 Cuenca del Río Yguazú (8)
	
<p>Camino fangoso con una parte colapsada.</p>	<p>El colapso del camino se debe probablemente a la superficialidad del agua subterránea.</p>

(Punto Nro.5)

Foto 4.9 Cuenca del Río Yguazú (9)	Foto 4.10 Cuenca del Río Yguazú (10)
	
<p>Bosque natural y vegetación ribereña densa a ambos lados del Arroyo Ybycui, cuenca del Río Yguazú. Se observa una alta turbidez.</p>	<p>La vegetación ribereña cerca del puente reduce la escorrentía de sedimentos al río.</p>

(Punto Nro.6)

Foto 4.11 Cuenca del Río Yguazú (11)	Foto 4.12 Cuenca del Río Yguazú (12)
	
<p>Este sitio se encuentra localizado en el Río Yguazú.</p>	<p>La falta de vegetación ribereña ocasiona la erosión y hace que la arena erosionada ingrese al río.</p>

(Punto Nro.7)

Foto 4.13 Río Monday-Mi (1)	Foto 4.14 Río Monday-Mi (2)
	
<p>Un pequeño arroyo del Río Mondaymii ubicado al Este del Río Yguazú. Existe una protección parcial de la costa del río hecha con hormigón. Se observa baja turbidez en el agua.</p>	<p>Camino de tierra que cruza el arroyo.</p>

(Punto Nro.8)

Foto 4.15 Río Mondaymii (3)	Foto 4.16 Río Mondaymi (4)
	
<p>Zona de obras para la construcción de un nuevo puente sobre un arroyo. Erosión causada por el hombre.</p>	<p>Se requiere restauración de las orillas con vegetación ribereña, luego de la culminación de las obras del nuevo puente.</p>

(Punto Nro.9)

Foto 4.17 Río Mondaymi (5)	Foto 4.18 Río Mondaymi (6)
	
<p>Este sitio es un puente construido sobre el Río Mondaymi. Se observa una alta turbidez.</p>	<p>La falta de vegetación ribereña ocasiona la erosión.</p>

(Punto Nro.10)

Foto 4.19 Río Mondaymi (7)	Foto 4.20 Río Mondaymi (8)
	
<p>Una gran zona de producción de soja ubicada al Oeste del Río Mondaymi</p>	<p>Los suelos erosionados de la tierra agrícola se esparcen en todo el camino.</p>

(Punto Nro.11)

Foto 4.21 Río Mondaymi (9)	Foto 4.22 Río Mondaymi (10)
	
<p>El margen del río erosionado y la sedimentación en el Río Mondaymi. Alta turbidez.</p>	<p>Vegetación ribereña densa a lo largo de ambas orillas.</p>

(Punto Nro.12)

Foto 4.23 Río Yguazú (13)	Foto 4.24 Río Yguazú (14)
	
<p>El Arroyo Guazú del Río Yguazú. Una densa vegetación ribereña lo protege de la erosión. Relativamente alta turbidez.</p>	<p>Paisaje desde el puente sobre Arroyo Guazú.</p>

(Punto Nro.13)

Foto 4.25 Río Yguazú (15)	Foto 4.26 Río Yguazú (16)
	
<p>Quema de pasturas cerca del Arroyo Guazú que empeora la erosión.</p>	<p>Acercamiento a la quema de pasturas.</p>

(Punto Nro.14)

Foto 4.27 Río Yguazú (17)	Foto 4.28 Río Yguazú (18)
	
<p>Vegetación ribereña natural conservada en el Arroyo Guazú del Río Yguazú. Relativamente baja turbidez.</p>	<p>Humedal cercano al arroyo. Buen estado de conservación. Por encima del humedal, se observa el alcance del humo de la quema de pasturas.</p>

(Punto Nro.15)

Foto 4.29 Río Yguazú (19)	Foto 4.30 Río Yguazú (20)
	
<p>Suelo erosionado de tierra de pastoreo arrastrada debido a un canal de desagüe muy inclinado a la vera del camino que descarga directamente al Arroyo Ybycui del Río Yguazú. No existe una franja de protección con barreras naturales en los márgenes del río.</p>	<p>Vegetación ribereña densa de malezas acuáticas.</p>

(Punto Nro.16)

Foto 4.31 Río Yguazú (21)	Foto 4.32 Río Yguazú (22)
	
<p>Un camino de tierra altamente colapsado debido a lluvias cercanas al Arroyo Ybycui del Río Yguazú.</p>	<p>Presenta un grave problema para acceder a las comunidades cercanas.</p>

(Punto Nro.17)

Foto 4.33 Río Yguazú (23)	Foto 4.34 Río Yguazú (24)
	
<p>Un conducto cubierto colapsado por la erosión. Existe una gran sedimentación frente al conducto.</p>	<p>Sumidero en la parte superior al conducto colapsado.</p>

(Punto Nro.18)

Foto 4.35 Río Yguazú (25)	Foto 4.36 Río Yguazú (26)
	
<p>Camino fangoso en la zona del Arroyo Ybycui del Río Yguazú. No se ha realizado ningún trabajo de restauración.</p>	<p>Camino privado en una granja de producción a gran escala cerca del camino fangoso. Bien mantenido.</p>

4-1-1-b Cuenca del Río Yhú

El equipo de estudio conjunto de JICA y ANDE realizó el estudio de situación de erosión de la cuenca en el Río Yhú.

Ubicación y características

(Punto Nro.19)

Foto 4.37 Cuenca del Río Yhú (1)	Foto 4.38 Cuenca del Río Yhú (2)
	
<p>Curso hídrico altamente sedimentado en el Río Yhú en las cercanías de la ciudad de Yhú.</p>	<p>Acercamiento a la sedimentación y la falta de vegetación ribereña.</p>

(Punto Nro.20)

Foto 4.39 Cuenca del Río Yhú (3)	Foto 4.40 Cuenca del Río Yhú (4)
	
<p>Curso hídrico altamente sedimentado en el Arroyo Tarumá del Río Yhú.</p>	<p>Camino de tierra de gran pendiente totalmente colapsado conectado a una ruta nacional, ocasionado por lluvias y aguas subterráneas.</p>

(Punto Nro.21)

Foto 4.41 Cuenca del Río Yhú (5)	Foto 4.42 Cuenca del Río Yhú (6)
	
<p>Vegetación ribereña en buen estado de conservación en el tramo medio del Río Yhú. Alta turbidez.</p>	<p>Se observa la falta de vegetación ribereña en algunos puntos.</p>

(Punto Nro.22)

Foto 4.43 Cuenca del Río Yhú (7)	Foto 4.44 Cuenca del Río Yhú (8)
	
<p>Orillas erosionadas aguas abajo en el Río Yhú. Descarga de suelo erosionado desde un pequeño arroyo al río.</p>	<p>Pastizales a lo largo del río.</p>

(Punto Nro.23)

Foto 4.45 Cuenca del Río Yhú (9)	Foto 4.46 Cuenca del Río Yhú (10)
	
<p>Un pequeño arroyo del Río Yhú. Se observa la falta parcial de vegetación ribereña.</p>	<p>Imagen cercana de la orilla erosionada.</p>

(Punto Nro.24)

Foto 4.47 Cuenca del Río Yhú (11)	Foto 4.48 Cuenca del Río Yhú (12)
	
<p>Arroyo Yougui ubicado entre los Ríos Yhú y Yukyry. Altamente erosionado por la falta de vegetación ribereña en ambos márgenes. Baja turbidez.</p>	<p>Estado de la orilla parcialmente erosionada.</p>

(Punto Nro.25)

Foto 4.49 Cuenca del Río Yhú (13)	Foto 4.50 Cuenca del Río Yhú (14)
	
<p>Parte más alta del Río Yhú cerca de la ciudad de San Joaquín. Vegetación ribereña relativamente densa en ambas márgenes.</p>	<p>Falta parcial de vegetación ribereña.</p>

4-1-1-c Cuenca del Río Yukyry

El equipo de estudio conjunto de JICA y ANDE realizó un estudio de la situación de erosión de la cuenca del Río Yukyry.

Ubicación y características

(Punto Nro.26)

Foto 4.51 Cuenca del Río Yukyry (1)	Foto 4.52 Cuenca del Río Yukyry (2)
	
<p>Alta sedimentación causada por la erosión de pastizales y acarreadas por un canal de desagüe de mucha pendiente. No se puede detener el ingreso de la sedimentación al agua debido a la falta de franja de protección con barreras naturales entre las orillas del lago y el canal.</p>	<p>El talud de la ruta nacional y el pastizal. Se observa erosiones parciales de los taludes. El suelo erosionado es acarreado directamente al río.</p>

(Punto Nro.27)

Foto 4.53 Cuenca del Río Yukyry (3)	Foto 4.54 Cuenca del Río Yukyry (4)
	
<p>Estado de las vegetaciones ribereñas y bosques a lo largo del Río Yukyry. Un buen ejemplo de franja verde que frena el ingreso de tierras desde la tierra seca y la erosión de las orillas del lago. Alta turbidez.</p>	<p>Orillas parcialmente erosionadas debido a la falta de vegetación ribereña.</p>

(Punto Nro.28)

Foto 4.55 Cuenca del Río Yukyry (5)	Foto 4.56 Cuenca del Río Yukyry (6)
	
<p>Camino gravemente colapsado debido al agua subterráneo.</p>	<p>Las aguas subterráneas fluyen constantemente desde los pastizales.</p>

(Punto Nro.29)

Foto 4.57 Cuenca del Río Yukyry (7)	Foto 4.58 Cuenca del Río Yukyry (8)
	
<p>Un pequeño arroyo en el Río Yukyry. Se puede observar grave sedimentación.</p>	<p>La otra orilla con grave sedimentación. Turbidez relativamente baja.</p>

(Punto Nro.30)

Foto 4.59 Cuenca del Río Yukyry (9)	Foto 4.60 Cuenca del Río Yukyry (10)
	
<p>Tramo del medio del Río Yukyry. Vegetación ribereña bien conservada.</p>	<p>El otro lado del río, tomado desde un puente.</p>

(Punto Nro.31)

Foto 4.61 Cuenca del Río Yukyry (11)	Foto 4.62 Cuenca del Río Yukyry (12)
	
<p>Se observa la falta de vegetación ribereña. Turbidez relativamente alta. Las malezas acuáticas podrían reforzar las orillas del río contra la erosión.</p>	<p>Se observa la falta de vegetación ribereña al otro lado del río, pero como bosque es suficiente.</p>

(Punto Nro.32)

Foto 4.63 Cuenca del Río Yukyry (13)	Foto 4.64 Cuenca del Río Yukyry (14)
	
<p>En la zona más baja del Río Yukyry. Buen ejemplo de un bosque natural en buen estado y vegetación ribereña en combinación con árboles de eucaliptos plantados.</p>	<p>Turbidez baja.</p>

(Punto Nro.33)

Foto 4.65 Cuenca del Río Yukyry (15)	Foto 4.66 Cuenca del Río Yukyry (16)
	
<p>Pequeño arroyo del Río Yukyry. Altamente erosionado.</p>	<p>Se necesita una adecuada restauración del margen del río con vegetación ribereña.</p>

(Punto Nro.34)

Foto 4.67 Cuenca del Río Yukyry (17)	Foto 4.68 Cuenca del Río Yukyry (18)
	
<p>Un arroyo con pendiente empinada del Río Yukyry. Parcialmente erosionado y también se observa un poco de sedimentación. Baja turbidez.</p>	<p>Cubiertas desechadas ilegalmente a la vera del río.</p>

(Punto Nro.35)

Foto 4.69 Cuenca del Río Monday (1)	Foto 4.70 Cuenca del Río Monday (2)
	
<p>Un pequeño arroyo del Río Monday cerca de la ciudad de Juan M. Frutos. Altamente erosionado por falta de vegetación ribereña.</p>	<p>El otro lado del río visto desde un puente.</p>

4-1-2 Implementación del estudio de sedimentación

El estudio de la situación del lecho del lago se realizó en forma conjunta con la contraparte. Se instruyó al personal de la ANDE sobre la metodología de uso del equipo, la adquisición de datos y el análisis necesario para el estudio de sedimentación. Para la selección de las áreas de estudio, se tuvo que comparar las ventajas, los puntos clave, el tiempo requerido y el costo a fin de definir la medición de la superficie total del lago para estimar el volumen del reservorio o limitar a la zona con mayor probabilidad de colmatación. Finalmente, las áreas objeto y su metodología se definieron luego de una discusión, considerando la continuidad del estudio por parte de ANDE.

4-1-2-a Instrucción a la ANDE sobre el uso del equipo para el estudio de sedimentación, importación y análisis de datos

Lo más importante es identificar las especificaciones del sonar, el dispositivo GPS y el software geográfico y analítico que posee la ANDE y el método de importación de datos (automático o manual) del software para la información de posicionamiento del GPS y la información de profundidad del agua por el sonar. Debido a que los tres equipos son de distintos fabricantes, se debe verificar el uso unificado y automático como un sistema de observación todo-en-uno para el estudio batimétrico. El M9 SONTEK, equipo utilizado por la Itaipú Binacional para el estudio batimétrico, es del sistema de observación unificado y automático incluyendo el sonar, GPS y software gráfico que son del mismo fabricante, teniendo la ventaja de lograr producir mapas 2D y 3D del lecho del

lago en forma instantánea en el sitio. En el caso de que exista algún inconveniente con los equipos de la ANDE, se considera utilizar el equipamiento de Itaipú Binacional. En cualquiera de los casos, se considera que no sería necesario adquirir un nuevo equipo estimando el uso de equipos existentes.

Los equipos de la propiedad de la ANDE fueron verificados en el campo para su utilización en el estudio batimétrico del Proyecto. Los equipos y la prueba de campo se muestran en las Fotos 4.71 al 4.77.

Foto 4.71 Prueba en campo de los equipos (1)	Foto 4.72 Prueba en campo de los equipos (2)
	
<p>Un bote de goma inflable fabricado por Mercury (Modelo: AA430026M) para seis personas a bordo. Verificado para ser utilizado en el estudio.</p>	<p>Instalación inicial del GPS en el terreno en un punto transversal de levantamiento por ANDE en Bergthal para verificar el posicionamiento. GPS: Trimble R4 con corrección diferencial a tiempo real. Verificado para ser utilizado en el estudio.</p>

<p>Foto 4.73 Prueba en campo de los equipos (3)</p>	<p>Foto 4.74 Prueba en campo de los equipos (4)</p>
	
<p>Prueba inicial del sistema de sonar en campo. Sonar: fabricado en Canadá, Echo-sounder HYDROTRAK, Odom Hydrographic Systems Inc. Se realizó también una prueba bajo agua, y se comparó con una medición directa de profundidad realizada con una cuerda. Verificado para ser utilizado en el estudio.</p>	<p>Software gráfico: fabricado en EE.UU., Hypack 2010. No funcionó en campo para ser utilizado en un análisis a tiempo real. Se determinó no utilizarlo en el estudio.</p>
<p>Foto 4.75 Prueba en campo de los equipos (5)</p>	<p>Foto 4.76 Prueba en campo de los equipos (6)</p>
	
<p>Instalación del sonar (haz simple) en el agua. Se confirmó su correcto funcionamiento.</p>	<p>Instalación del GPS en la lancha sobre el lago comunicándose con el GPS en tierra. La distancia máxima hasta el GPS la tierra es de aproximadamente 10km. Se verificó su correcto funcionamiento.</p>

Foto 4.77 Prueba en campo de los equipos (7)



El resultado de la medición de la profundidad del agua se registra continuamente en papel y al mismo tiempo se almacena en la memoria. La ubicación arrojada por el GPS se registra a mano sobre el papel. El intervalo de la localización es cada 5 segundos.

4-1-2-b Selección del área objeto para el estudio de sedimentación

En general, el encargado de la represa y del reservorio debe realizar un estudio batimétrico periódico y verificar la relación entre el volumen y el nivel del agua en el embalse. En el país vecino, Brasil, se formuló en el año 2000 una guía de evaluación de sedimentación de reservorios indicando el método para estimar regularmente el volumen del agua. En el caso de embalses grandes como los de la represa de Itaipú o de Yguazú, se indica que se realice un estudio batimétrico una vez cada diez años. Aunque es importante que ANDE realice este estudio regularmente como administrador de la represa y del reservorio, deberá evaluar cuidadosamente si es posible realizarlo en toda la superficie del embalse con el equipamiento que posee y dentro del tiempo disponible para el estudio (120 días). A fin de definir el área de estudio existían dos posibilidades<; estudiar la cuenca completa del Lago Yguazú para conocer la relación del nivel de agua y volumen de agua del embalse o limitarse en las zonas de mayor probabilidad de sedimentación.

Se optó por verificar la zona de mayor probabilidad de sedimentación previo estudio de la metodología, los objetivos y justificación, ventajas, consideraciones, tiempo y costo necesario, entre otros.

Considerando el tamaño del Lago Yguazú, el equipo que posee la ANDE y el objetivo del estudio de sedimentación, entre otros, se realizó una comparación, Cuadro 4.1.

**Cuadro 4.1 Tabla de comparación de estudio de sedimentación
para la superficie parcial y total del Lago Yguazú**

Ítems a considerar	Superficie Total del Lago	Superficie Parcial del Lago
Objetivo e importancia	Estimar el volumen total de sedimentación y actualizar la relación entre el volumen del embalse y el nivel de agua.	Estimar la sedimentación en áreas con una carga de sedimentación potencialmente alta.
Metodología de estudio	Crear mapas de contorno por el sistema integrado y automático de estudio batimétrico con GPS, sonar y software gráfico. Será necesario utilizar el M9 o el sistema Ecomapper que posee la Itaipú Binacional.	Estimar la sección transversal y perfil del reservorio por medio de un estudio batimétrico manual con GPS, sonar. La ANDE ha solicitado a Itaipú Binacional su apoyo con el estudio batimétrico utilizando el M9 o el sistema Ecomapper en el Lago Yguazú.
Ventajas y consideraciones	<p>Un mapa de contorno detallado de la superficie total del lago puede ser fácilmente obtenido y es posible elaborar cualquier gráfico de sección transversal o perfil.</p> <p>En caso de comparar el resultado del estudio y la topografía anterior a la formación del Lago, será necesario obtener un mapa topográfico anterior a la formación del lago.</p>	<p>Se puede medir solo las secciones transversales de las secciones seleccionadas. Se estima un perfil aproximado de las secciones transversales.</p> <p>En caso de comparar el resultado del estudio y la topografía anterior a la formación del Lago, será necesario obtener un mapa topográfico anterior a la formación del lago.</p>
Tiempo necesario	En base a la información del experto de la representante del M9 y Ecomapper, toma alrededor de tres meses completar el mapa de contorno de la totalidad del Lago Yguazú incluyendo el curso principal y todos los brazos, considerando la longitud (alrededor de 100km) y el ancho (uno a cinco km) del Lago Yguazú, incluyendo	En base a la experiencia del estudio realizado por el Proyecto, toma al menos dos semanas medir las ensenadas de tres ríos (Yguazú, Yhú y Yukyry), incluyendo el trabajo preparatorio. Asimismo, para el análisis posterior se necesitan alrededor de dos semanas más.

	el tiempo de preparación previa y el análisis.	
Costo (no incluye la compra de equipos y vehículos)	Costo del personal: son necesarios dos personas en campo y tres personas en el bote. Costo de combustible: para el motor del bote, una camioneta 4x4 y un camión para transportar el bote.	Costo del personal: son necesarios dos personas en campo y tres personas en el bote. Costo de combustible: para el motor del bote, una camioneta 4x4 y un camión para transportar el camión.

4-1-2-c Puntos del estudio de sedimentación

Pensamos que se realizó un estudio de sedimentación del embalse en un punto de los ríos Yukyry, Yhú (afluente principal) e Yguazú (aguas arriba del curso principal) de la zona occidental del embalse situada en Vaquería, 3 de Febrero, San Joaquín e Yhú donde se produce una gran cantidad de erosión de suelo, ingreso de sedimentos al embalse causando la colmatación. Se miden en dos lugares del curso principal del Río Yguazú estimando 3 a 4 lugares. Se estiman que se habrá formado una capa de sedimentación alta como delta en el curso principal y afluentes debido a que han transcurrido alrededor de cuarenta años desde que las aguas comenzaron a llenar el embalse. Se propuso como ítems de estudio necesarios en el futuro la evaluación de condiciones de la capa inferior de sedimentos encima de la represa y la capa frontal de sedimentos posiblemente situada en el medio del lago.

4-1-2-d Método de implementación del estudio de sedimentación

El ancho de las ensenadas de los dos mayores ríos afluentes, incluyendo el Río Yhú, y el curso principal del Río Yguazú es menor a dos km. Por lo tanto, se fijaron varias secciones dentro del embalse y se midió la profundidad del área transversal del lago sobre las secciones. Se estimó que sería suficiente conocer la situación de la sedimentación con una distancia entre las secciones de 1 a 2 km, considerando que el área de estudio es de alrededor de 10km. La implementación del mapeo del lecho del lago ha sido evaluada entre las personas involucradas. A continuación, se indican las secciones seleccionadas para el estudio en el Cuadro 4.7.

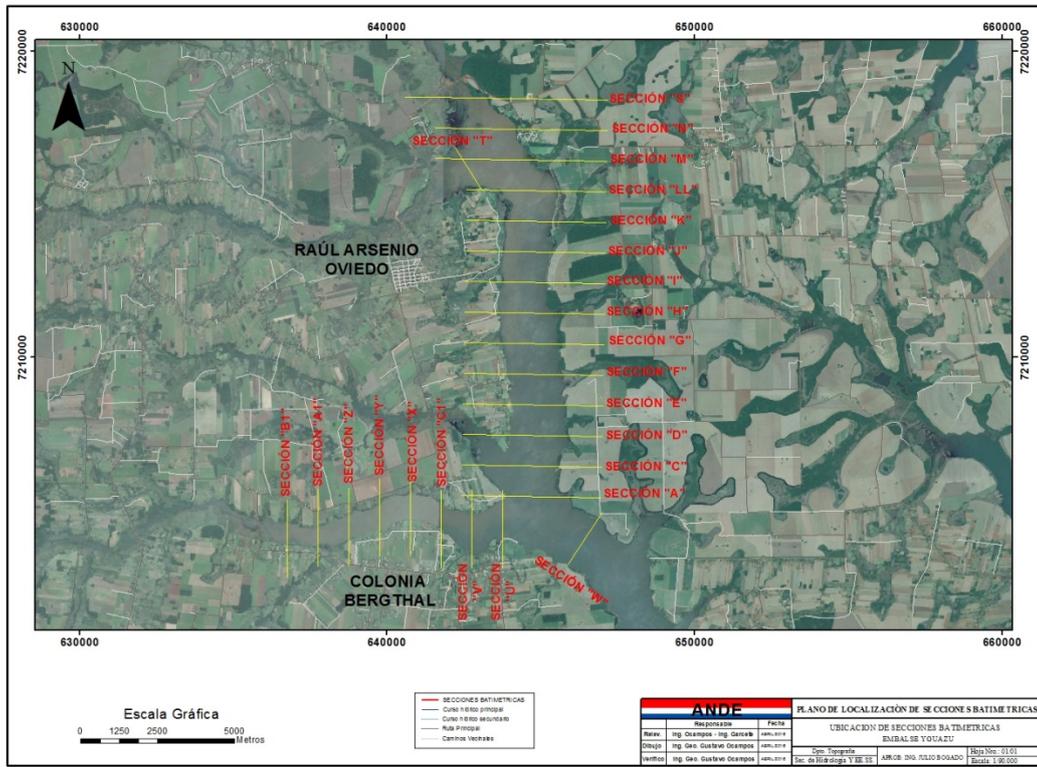


Gráfico 4.7 Secciones seleccionadas para el estudio batimétrico

4-1-2-e Comparación de resultados del primer y segundo estudio batimétrico

En los siguientes gráficos se ordenan los resultados obtenidos en el primer y segundo estudio de batimetría. El gráfico 4.8 indica el cambio ocurrido en 1 año en cuanto a la altura promedio del lecho del lago y la altura mínima del lago (cauce del río anterior a la inundación) desde la sección S, ubicada en la parte más cercana a la ensenada de la corriente principal del río Yguazú hasta la sección W que une a Raúl A. Oviedo y la costa opuesta de Tembiaporá, un total de 15 secciones. De la misma manera, en el gráfico 4.9 indica el cambio ocurrido en cuanto a la altura promedio del lecho del lago y la altura mínima del lago en las 7 secciones desde la sección B1, ubicada en el curso alto de la ensenada del río Yykyry, hasta la sección U.

Gráfico 4.8 Resumen de resultados del estudio de batimetría (Río principal del Yguazú)

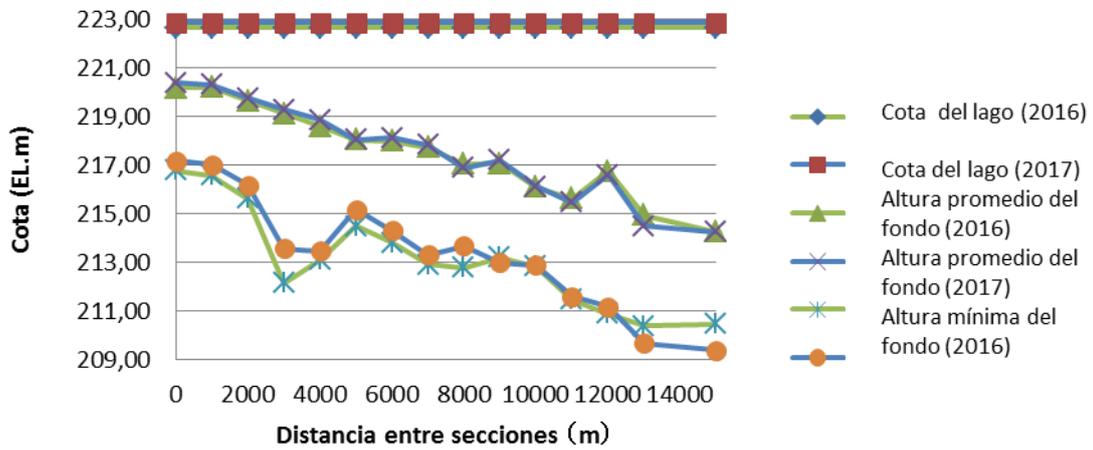
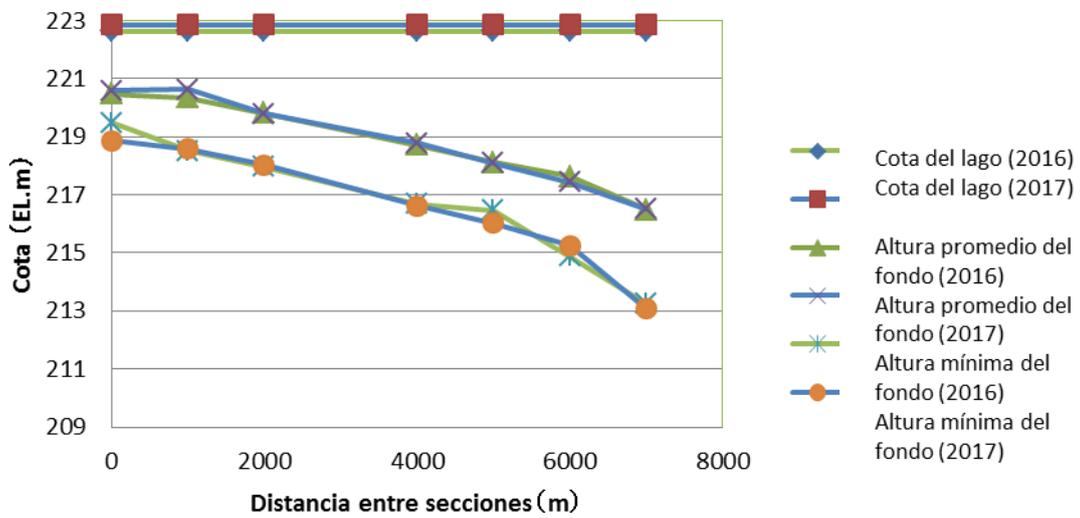


Gráfico 4.9 Resumen de resultados del estudio de batimetría (Ensenada del Río Yucry)



4-1-2-f Evaluación analítica de la variación de sedimentos en el periodo transcurrido entre el primer y segundo estudio de campo

(i) Resultado de medición del estudio batimétrico

En el Cuadro 4.2 se resumen los resultados de los estudios batimétricos realizados en el primer y segundo estudio de campo.

Cuadro 4.2 Resultado de medición del estudio batimétrico

Actividades	Resultados
1. Mejoramiento del método de medición	En el primer estudio de campo, la medición de la profundidad a través de la ubicación de los puntos del GPS y el sonar se realizó de manera manual, debido a que no se pudo utilizar el software de análisis “Hypack”. El intervalo aproximado de la medición fue de aproximadamente 5 segundos. En el segundo estudio de campo ya se logró medir de manera automática utilizando el Hypack y fue posible medir mayor cantidad de puntos que en el primer estudio.
2. Medición sobre las secciones	Cada medición se realizó sobre las secciones previamente definidas, pero en el primer estudio la corrección fue manual en caso de desvío y fue insuficiente debido a la imposibilidad de utilizar el Hypack. En el segundo estudio de campo se logró una medición más precisa sobre las secciones, ya que el Hypack fue corrigiendo de manera automática.
3. Elaboración del plano transversal de cada sección	Tal como se menciona en el punto 1. y 2., la ubicación de los puntos y la precisión en la medición de la profundidad del agua difieren debido a la gran diferencia de método de medición entre el primer y segundo estudio de campo. Como resultado, se puede observar que la ubicación de los ex ríos presenta un leve desvío, razón por la cual no fue posible comparar directamente los planos transversales del fondo de cada sección.

(ii) Análisis de estado del lecho del lago

A continuación, se presenta el resultado de análisis en cuanto al estado del lecho del lago en el Cuadro 4.3.

Cuadro 4.3 Resultado de análisis de estado del lecho del lago

Actividades	Resultados
1. Comparación de la cota promedio del lecho del lago	<p>a) Tal como se menciona más arriba, se decidió comparar la cota promedio del fondo de cada sección para ver la variación anual de las secciones, ya que surgieron discrepancias por la diferencia de método de medición utilizado entre el primer y segundo año. Asimismo, se graficó la relación teniendo en cuenta la distancia entre las secciones (ver gráfico 2.2 y 2.3).</p> <p>b) Curso principal del Río Yguazú : a excepción de algunas secciones del curso bajo, la cota promedio del lecho del lago llega a los 10cm como máximo. Sin embargo, en esta etapa no se puede definir si el aumento indica la sedimentación del embalse acumulada en un año. Tampoco se puede negar la posibilidad de que las altas olas registradas en el segundo estudio de campo hayan afectado a la medición de la profundidad utilizando el sonar, arrojando errores en los valores.</p> <p>c) Ensenada del Río Yukyry : indica una tendencia similar a la b).</p> <p>d) Por lo tanto, será necesario realizar otro estudio el próximo año en la misma época, aplicando el mismo método empleado en el segundo estudio de campo y realizar una comparación analítica.</p>
2. Comparación de la cota mínima del lecho del lago	<p>a) Se comparó la cota mínima de cada sección al igual que la cota promedio del fondo. En cada sección quedan rastros del antiguo río, y los valores pueden ser tomados para comparar puntos importantes.</p> <p>b) Curso principal del río Yguazú : se estima que la variación de la cota mínima del fondo puede estar afectada por la colmatación del cauce que fuera el río o el movimiento de la capa de sedimentos dentro del embalse. El curso principal del río Yguazú era un meandro en medio de humedales de llanuras aluviales, pero existe la posibilidad de que los sedimentos del embalse presenten movimientos distintos en la zona que fuera humedal y en la parte que fuera el cauce del río. De hecho, según los pobladores de la zona, cuando el agua del embalse bajó repentinamente en el pasado, observaron que la parte del cauce del río era más arenosa y la parte de los humedales tenía mayor contenido de cieno y arcilla.</p>

	<p>c) Ensenada del río Yukyry : el margen de cambio observado en cuanto a la cota mínima de fondo es menor en comparación al río Yguazú.</p> <p>d) Al igual que la cota promedio del lecho del lago, es necesario repetir en la misma época del próximo año el estudio realizado en el segundo estudio de campo y realizar una comparación analítica.</p>
--	--

Por otra parte, en agosto del 2016 se mantuvo una conversación con la División de Gestión de la Cuenca de la Itaipú Binacional y se llegó a solicitar la elaboración de contorno del lecho del curso superior del lago Yguazú utilizando los equipos de batimetría que poseen (dron sumergible y M9). En gráfico 4.10 se presentan los datos recibidos de la Itaipú como resultado. Sin embargo, es necesario seguir intercambiando informaciones con la entidad, ya que no se han obtenido detalles del método de medición ni otras informaciones detalladas del lecho.

Asimismo, se logró obtener del Instituto Geográfico Militar (IGM) el mapa topográfico gráfico 4.11 a la inundación del lago para comparar con la situación posterior a ella.

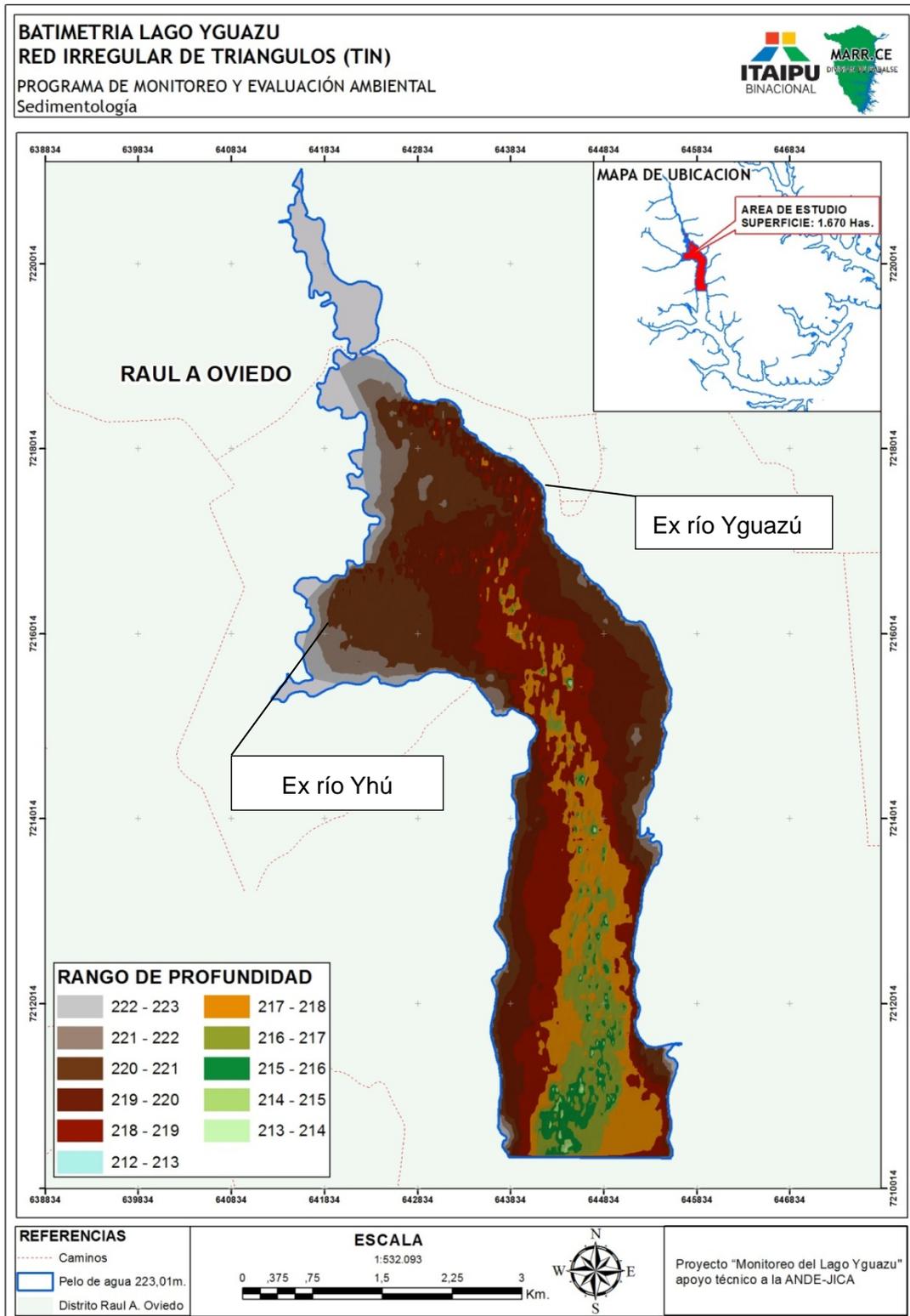


Gráfico 4.10 Resultado de estudio batimétrico realizado por la Itaipú Binacional
 (Referencia 4.1)

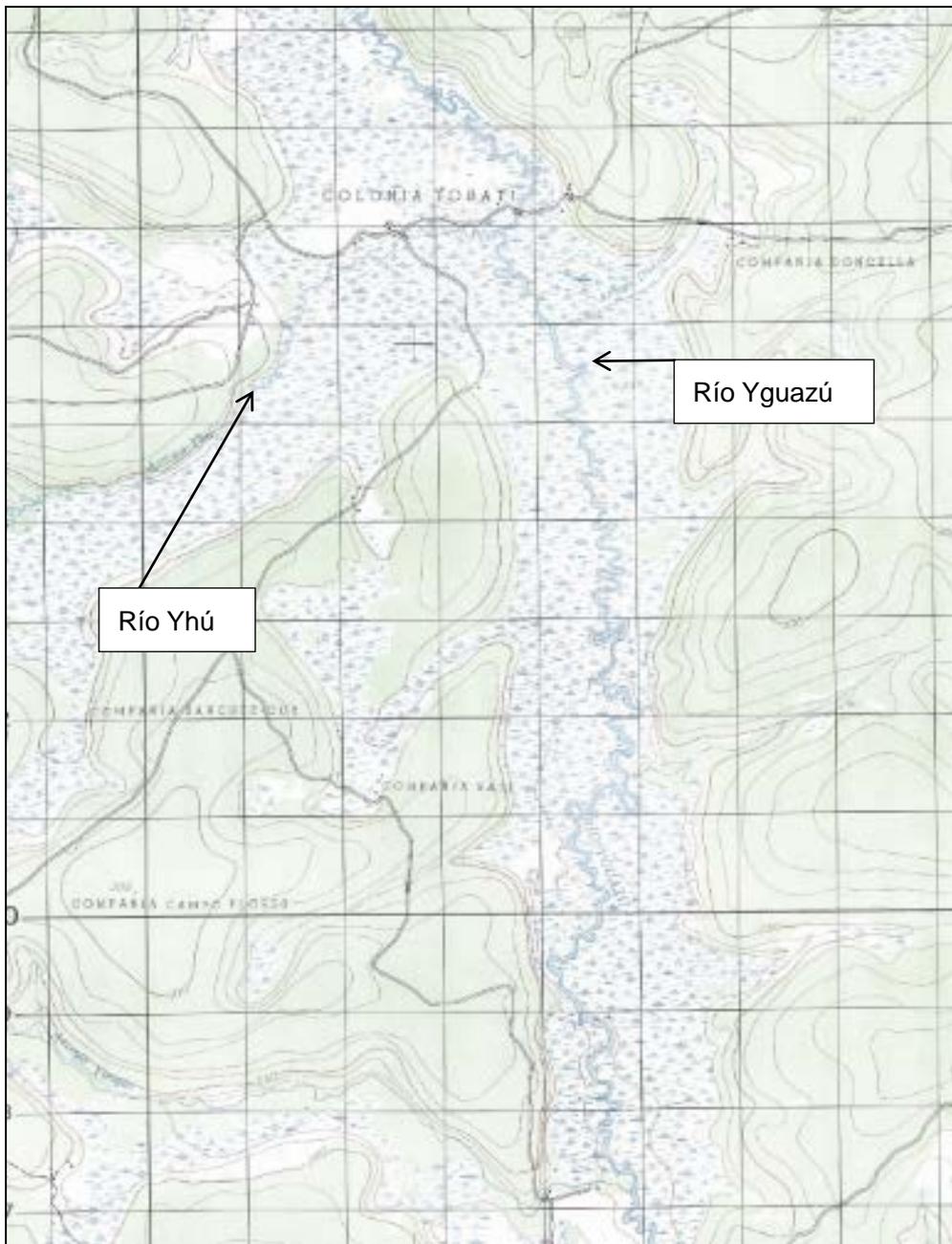


Gráfico 4.11 Mapa topográfico de las inmediaciones del río Yguazú antes del llenado del lago Yguazú (elaborado a partir de una fotografía aérea tomada en el año 1965)

A continuación, se resumen los resultados del análisis comparativo.

Cuadro 4.4 Análisis del cambio topográfico del embalse del antes y después del llenado del lago

Item	Resultado de análisis
1. Diferencia de cotas en el mapa	El estudio batimétrico realizado tanto por la ANDE como la Itaipú Binacional utilizan la misma cota, la cual difiere de la cota utilizada por IGM. Según informaciones de la ANDE, la cota fijada para regular las inundaciones del lago Yguazú es de 223,50m mientras que la cota del IGM es de 225,419, habiendo una diferencia de 1,919m. Asimismo, al comparar la cota del mapa topográfico antes del llenado del lago y la cota indicada en los resultados de estudio batimétrico realizados por la ANDE y la Itaipú, se pudo confirmar que no es posible corregir las cotas aun teniendo en cuenta la diferencia de cota oficial (1,919m). Por lo tanto, en cuanto al mapa topográfico antes del llenado del lago, solo se realizó la comparación del terreno.
2 . Formación del delta de sedimentación	Según el estado de la curva de nivel del lecho obtenido cada 1m, se puede estimar la formación del delta de sedimentación desde la punta inferior del Río Yguazú y Río Yhú hasta la ensenada del embalse. El cauce del río Yguazú que corría antes de la formación del lago sigue existiendo después de 40 años y no es posible observar claramente el delta de sedimentación formado en esa sección. En el mapa anterior a la formación del lago se puede observar que en las inmediaciones de la confluencia de los ríos Yguazú e Yhú había un pueblo y caminos que llegaban desde tres direcciones. Al observar el estado de sedimentación de esta zona en la curva de nivel del lecho elaborada por la Itaipú, se puede ver que el avance del delta de la sedimentación es claramente frenado por los caminos (generalmente están construidos en una altura más elevada que las llanuras aluviales).
3 . Análisis integral de los resultados de los estudios realizados por la ANDE y por la Itaipú.	Es necesario realizar una evaluación analítica integral del resultado de los estudios batimétricos realizados por la ANDE y por la Itaipú. Además, es importante un análisis cuantitativo unificado de los datos de secciones utilizados por la ANDE y los datos de contorno de la Itaipú y dirigir cuantitativamente el cambio de estado del delta de los sedimentos en el embalse. De todas maneras, es necesario que el próximo año se repitan ambos estudios y mejorar la precisión de la medición.

(iii) Método de estimación de sedimentos acumulados anualmente

- Mejorar la precisión del estudio batimétrico.

Tal como se viene mencionando, la cantidad de puntos y la medición de la ubicación sobre las secciones del primer y el segundo estudio son notablemente diferentes y surgieron discrepancias en las cotas de las secciones. Con la utilización del Hypack se logrará obtener un sistema de medición único para las siguientes mediciones que se realicen en adelante y así reducir el margen de error. Esto ayudará a obtener una medición más precisa de los cambios que se observen en el área transversal del lago de cada sección. Por el momento, es difícil concluir si la variación en la cota de las secciones es un error o efectivamente son sedimentos acumulados.

- Análisis integral del método por secciones y por contorno

A través del análisis de estudio batimétrico realizado por la ANDE sobre las secciones y el resultado del contorno elaborado por la Itaipú es posible estudiar el estado de erosión de manera más precisa (incluyendo la traslación de la capa sedimentaria). Sin embargo, es necesario seguir trabajando en un estudio conjunto entre el Departamento de Gestión de Cuencas Hídricas de la ANDE y la Itaipú. De esa manera, se logrará una estimación cuantitativa más precisa en cuanto al volumen y la forma de sedimentación.

- Recolección de datos relacionados a la sedimentación de varios años a través de los estudios batimétricos

Debido a la gran magnitud del embalse y la relativamente reducida cantidad de sedimentos que ingresan desde la cuenca, la cantidad de sedimentos acumulada en 1 año es mucho menos de lo estimado. En la zona que fuera humedal, la máxima llega a los 10cm y en la parte más cóncava, que se cree que es el cauce del río antes de la formación del lago, no supera 1m. Se espera que el estudio batimétrico se siga realizando de manera continua y prolongada.

4-1-2-g Discusión sobre el lugar de estudio y metodología

En cuanto a los puntos 4-1-2-a al 4-1-2-d, el área de estudio y la metodología fueron discutidos y decidido, considerando la continuidad de los estudios por parte de la ANDE.

4-1-3 Áreas críticas identificadas en los estudios de campo

Las áreas críticas fueron detectadas por medio de estudios de campo. El Cuadro 4.5 describe las áreas críticas y posibles soluciones en los cuatro principales ríos tributarios.

Cuadro 4.5 Áreas Problemáticas Identificadas en Estudios de Campo

Lugar del problema	Descripción del problema	Posibles soluciones	
(1) Erosión y sedimentación de suelo en los cuatro principales ríos tributarios			
<p>a) Río Yguazú (Refiérase a los Puntos Nro. 1 al Nro. 6 y Nro. 14 a Nro. 18 con Fotos 4.1 a 4.12 y 4.23 a 4.36)</p> <p>Ciudades relacionadas a lo largo del río Yguazú:</p> <ol style="list-style-type: none"> R.A. Oviedo Vaquería Yhú 	Erosión de suelo de tierras agrícolas y ganaderas	<p>Continuación y/o refuerzo de las medidas de control de la erosión del suelo por parte de productores a pequeña y gran escala, tales como:</p> <ol style="list-style-type: none"> Agricultura a curva de nivel Siembra directa Rotación de cultivo Trampas de sedimentos Abono verde Agricultura orgánica <p>La información más reciente sobre las medidas de control de la erosión del suelo en cada distrito proviene del Censo Agropecuario (MAG 2008) y se muestra en cuadro 4.6.</p> <p>Establecimiento de un modelo de monitoreo y análisis de riesgo de erosión de suelo con RUSLE utilizando herramientas SIG.</p>	
	Escorrentía de sedimentos a los ríos a través de caminos y puentes	Mapeo de lugares problemáticos	Instalación de trampas de sedimentos y/o vegetación ribereña
	Escorrentía de sedimentos a los ríos directamente de tierras agrícolas y ganaderas	Instalación de una franja de protección (franja verde) con un mapeo de las franjas de protección	

		forestal existentes
	Erosión de las orillas de los cursos hídricos	Implantación de vegetación ribereña con un mapeo de las franjas de protección forestal existentes
<p>b) Río Monday-Mi (Refiérase a los Puntos Nro. 7 al Nro. 11 con Fotos 4.13 a 4.22)</p> <p>Ciudades relacionadas a lo largo del río Monday-Mi:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. R.A. Oviedo 2. Mcal. López 3. Vaquería 4. Yhú 	Erosión del suelo de tierras agrícolas y ganaderas	<p>Continuación y/o refuerzo de las medidas de control de la erosión del suelo por parte de productores a pequeña y gran escala, tales como:</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Agricultura a curva de nivel 8. Siembra directa 9. Rotación de cultivo 10. Trampas de sedimentos 11. Abono verde 12. Agricultura orgánica <p>Establecimiento de un modelo de monitoreo y análisis de riesgo de erosión del suelo con RUSLE utilizando herramientas SIG.</p>
	Escorrentía de sedimentos a los ríos por medio de caminos y puentes	<p>Mapeo de lugares problemáticos</p> <p>Instalación de trampas de sedimentos y/o vegetación ribereña</p>
	Escorrentía de sedimentos a los ríos de tierras agrícolas y ganaderas	Instalación de una franja de protección (franja verde) con un mapeo de las franjas de protección forestal existentes
	Erosión de las orillas de los cursos hídricos	Implantación de vegetación ribereña con un mapeo de las franjas de protección forestal existentes
<p>c) Río Yhú (Refiérase a los Punto Nro. 19 al Nro. 25 y Fotos 4.37 a 4.48)</p> <p>Ciudades relacionadas a lo largo del río Yhú:</p>	Erosión del suelo de tierras agrícolas y ganaderas	<p>Continuación y/o refuerzo de las medidas de control de la erosión del suelo por parte de productores a pequeña y gran escala, tales como:</p> <ol style="list-style-type: none"> 13. Agricultura a curva de nivel 14. Siembra directa

<p>1. R.A. Oviedo</p> <p>2. Yhú</p> <p>3. 3 de Febrero</p> <p>4. San Joaquín</p>		<p>15. Rotación de cultivo</p> <p>16. Trampas de sedimentos</p> <p>17. Abono verde</p> <p>18. Agricultura orgánica</p> <p>Establecimiento de un modelo de monitoreo y análisis de riesgo de erosión del suelo con RUSLE utilizando herramientas SIG.</p>
	Escorrentía de sedimentos a los ríos por medio de caminos y puentes	<p>Mapeo de lugares problemáticos</p> <p>Instalación de trampas de sedimentos y/o vegetación ribereña</p>
	Escorrentía de sedimentos a los ríos de tierras agrícolas y ganaderas	Instalación de una franja de protección (franja verde) con un mapeo de las franjas de protección forestal existentes
	Erosión de las orillas de los cursos hídricos	Implantación de vegetación ribereña con un mapeo de las franjas de protección forestal existentes
<p>d) Río Yukyry (Refiérase a los Puntos Nro. 26 al Nro.34 y Fotos 4.51 a 4.68)</p> <p>Ciudades relacionadas a lo largo del río Yukyry:</p> <p>1. J.E. Estigarribia</p> <p>2. R.A. Oviedo</p> <p>3. J.M. Frutos</p> <p>4. 3 de Febrero</p> <p>5. Caaguazú</p> <p>6. Yhú</p> <p>7. San Joaquín</p>	Erosión del suelo de tierras agrícolas y ganaderas	<p>Continuación y/o refuerzo de las medidas de control de la erosión del suelo por parte de productores a pequeña y gran escala, tales como:</p> <p>19. Agricultura a curva de nivel</p> <p>20. Siembra directa</p> <p>21. Rotación de cultivo</p> <p>22. Trampas de sedimentos</p> <p>23. Abono verde</p> <p>24. Agricultura orgánica</p> <p>Establecimiento de un modelo de monitoreo y análisis de riesgo de erosión del suelo con RUSLE utilizando herramientas SIG.</p>
	Escorrentía de sedimentos a los ríos	Mapeo de lugares problemáticos

	por medio de caminos y puentes	Instalación de trampas de sedimentos y/o vegetación ribereña
	Escorrentía de sedimentos a los ríos de tierras agrícolas y ganaderas	Instalación de una franja de protección (franja verde) con un mapeo de las franjas de protección forestal existentes
	Erosión de las orillas de los cursos hídricos	Implantación de vegetación ribereña con un mapeo de las franjas de protección forestal existentes
(2) Sedimentación del lago		
a) Curso principal del Río Yguazú	Sedimentos del lago compuestos mayormente de materiales clásticos (sedimentos del tamaño de arcillas, limo, y arena), materia orgánica, precipitados químicos, o una combinación de los mismos	Continuación del monitoreo de la elevación del lecho del lago por medio del estudio batimétrico para verificar el volumen anual de la sedimentación del lago Instalación de una estación de control del nivel de agua y carga suspendida en el Río Yguazú donde no existan efectos de remanso para medir la descarga y la carga suspendida en el lago
b) Ensenada del Río Yhú	Sedimentos del lago compuestos mayormente de materiales clásticos (sedimentos del tamaño de arcillas, limo, y arena), materia orgánica, precipitados químicos, o una combinación de los mismos	Continuación del monitoreo de la elevación del lecho del lago por medio del estudio batimétrico para verificar el volumen anual de la sedimentación del lago Instalación de una estación de control del nivel de agua y carga suspendida en el Río Yhú donde no existan efectos de remanso para medir la descarga y la carga suspendida en el lago
c) Ensenada del Río Yukyry	Sedimentos del lago compuestos	Continuación del monitoreo de la

	mayormente de materiales clásticos (sedimentos del tamaño de arcillas, limo, y arena), materia orgánica, precipitados químicos, o una combinación de los mismos	elevación del lecho del lago por medio del estudio batimétrico para verificar el volumen anual de la sedimentación del lago Instalación de una estación de control del nivel de agua y carga suspendida en el Río Yukyry donde no existan efectos de remanso para medir la descarga y la carga suspendida en el lago
--	---	---

La información más actualizada sobre las medidas de control de la erosión de suelo en las ciudades relacionadas proviene del Censo Agropecuario (MAG 2008) como se muestra en el Cuadro 4.6.

Cuadro 4.6 Información más actualizada sobre medidas de control de la erosión de suelo en las ciudades relacionadas (2008) (Referencia 4.2)

Nombre del Municipio	Nro. Total de Productos	Nro. Total de Prod. que implementan medidas de control	Métodos de Control de la Erosión del Suelo					
			Agricult. a curva de nivel	Rotación de cultivos	Abono verde	Agricult. orgánica	Siembra directa	Otros (Ej. trampas de sedimentación)
Caaguazú	5,064	4,052 (80%)	248	3,659	59	20	148	458
San Joaquín	1,676	1,496 (89%)	128	1,477	11	17	53	5
Yhú	4,253	3,676 (86%)	88	3,154	34	41	638	886
Juan M. Frutos	2,227	1,676 (75%)	77	1,413	295	62	579	61
J. E. Estigarribia	1,952	1,260 (65%)	130	1,051	115	7	422	55
José D. Ocampos	1,220	902 (74%)	27	898	6	1	13	-
Raúl A. Oviedo	2,812	2,053 (73%)	177	1,586	1	72	740	302
Mcal. López	1,097	644 (59%)	199	498	2	4	354	37
3 de Febrero	1,568	1,389 (89%)	43	1,292	180	26	334	1
Vaquería	872	640 (73%)	26	580	66	4	125	41
Total Caaguazú	39,030	30,011 (77%)	1,646	27,105	996	384	4,886	2,227
Juan León Mallorquín	1,224	759 (62%)	56	715	1	3	109	70
Juan E. O'Leary	1,819	1,470 (81%)	36	1,433	2	11	26	15
Yguazú	359	148 (41%)	27	117	8	3	121	5
Total Alto Paraná	19,967	14,755 (74%)	4,040	11,579	241	365	6,783	1,448

Obs.: Parcela significa cultivos en las secciones aprobadas.

4-2 Pérdida de la franja de protección ribereña y erosión de las orillas

4-2-1 Pérdida de la franja de protección ribereña

Plan de instalación de franja de protección ribereña alrededor del Lago Yguazú elaborado por la ANDE en el pasado

La superficie del embalse del Lago Yguazú es de aproximadamente 620km² y una longitud total de casi 800km. La mayoría de los terrenos de las orillas del lago son de propiedad privada siendo explotado mayormente por grandes agricultores para la agricultura mecanizada de soja, maíz, trigo, entre otros y la ganadería. Se han observado erosiones de suelo en las tierras de cultivo y pastizales, además de las erosiones que avanzan en las orillas del lago por las olas que generan los vientos.

Hasta la fecha no se han instalado correctamente las estacas, alambrados o caminos para cuidar el lago, por lo que los límites entre la propiedad de la ANDE y las propiedades privadas no están claras. De acuerdo a la ANDE, la cota normal del Lago Yguazú es de EL.223.0m y se considera en nivel de inundación 223.50m. Por lo tanto, ANDE necesita instalar estacas y alambrados para definir las propiedades de la ANDE ubicadas en los alrededores del Lago Yguazú ($\pm 0,5m$ de cota normal) a través de las mediciones topográficas.

Por otro lado, ANDE está consciente de la necesidad de instalar la franja de protección de acuerdo a la Ley Forestal N° 422/73 y Decreto N° 18831/86. Hasta la fecha, ANDE ha planificado la instalación de la siguiente franja de protección.

- Longitud de la franja de protección: añadir 130km de franja al bosque virgen existente de 110km.
- Zona objeto: 1.300ha (100m de ancho)
- Periodo de obra: 6 años desde el año 2006
- Costo: USD 910.000

Se espera que con la obra se logre instalar una franja de protección para aproximadamente 50% de la orilla del lago de la costa derecha (460km de longitud) a fin de frenar la erosión de suelo y las sedimentaciones que ingresan al lago, agregándose a las 1.500ha de bosque silvestre que posee la ANDE en la presa del Yguazú. Asimismo, se espera que la plantación de árboles frutales produzca frutos como subproducto de los agricultores de la zona. La Colonia Yguazú que abarca el 30% del lago (240km) brindará su apoyo para la instalación de la franja de protección.

4-2-2 Erosión de las orillas

Se realizaron entrevistas a los pobladores de la zona de los municipios de Tembiapora, J.E. Estigarribia y Raúl A. Oviedo, etc. donde se observa una notable erosión en la costa oeste del lago.

Se considera que la erosión de las orillas es causada mayormente por la acción del oleaje del embalse, y que está relacionada con el nivel de agua del embalse (Ej. durante los últimos dos años, “raramente” el nivel del agua se ha mantenido a un nivel alto), el alcance (la distancia a la orilla opuesta), la altura de las olas, dirección y velocidad del viento. La tasa de erosión también está relacionada a la pendiente y la altura del talud, el suelo y el uso de la tierra, etc.

Para un estudio de situación de la erosión de las orillas del Lago Yguazú se seleccionaron cinco ciudades como zonas objeto tal como se indica a continuación:

- Las tres ciudades de **J.E. Estigarribia (Colonia Bergthal en particular), Raúl A. Oviedo y Tembiapora** de la zona occidental del lago donde la erosión es observada por los residentes.
- Las dos ciudades de **Yguazú y Mcal. López** están ubicadas en las orillas del lago donde la distancia de alcance es mayor y existe la posibilidad de formar olas altas.



**Gráfico 4.12 Ubicación de las cinco ciudades
para el estudio de la situación de la erosión de las orillas**

En el estudio de las cinco ciudades en relación a la erosión de las orillas del lago, se conversó con las personas involucradas de cada municipalidad, y en lo posible, se realizó un estudio conjunto para entrevistar a los residentes y estudiar los lugares que presentan erosión, el suelo y el uso de la tierra, condiciones de erosión en el pasado (Ej. tasa de retroceso de terreno aproximada, m/año), nivel de agua y condiciones del oleaje tales como altura de las olas, dirección del viento y velocidad del viento, etc.

Foto 4.78 Orilla erosionada del lago en la Colonia Bergthal (Punto Nro.1) (1)	Foto 4.79 Orilla erosionada del lago en la Colonia Bergthal (Punto Nro.1) (2)
	
<p>Composición de suelo de la orilla: compuesto casi plenamente de limo y arcilla. Un poco de arena.</p> <p>Vegetación y uso de la tierra: malezas y plantación de eucaliptos. Poca vegetación ribereña.</p> <p>Altura de las olas: alrededor de 10-20 cm.</p> <p>Dirección y velocidad del viento: N, a 2m/s.</p>	<p>Altura del talud: alrededor de 60-80 cm.</p> <p>Erosión: la porción inferior está erosionada por las olas. Un ciclo de erosión de orillas parece consistir de unos pocos pasos como debilitación de la base (abrasión por las olas), la parte superior sobresale, lo que sobresale cae y es removido de la base de la orilla.</p>

Entrevista a residentes

Los entrevistados declararon lo siguiente: En los últimos 20 años la orilla ha retrocedido alrededor de 10m y la dirección predominante del viento es N y S. No se han implementado medidas de protección contra la erosión de las orillas. Esperan que el equipo de estudio de JICA y ANDE considere y recomiende alguna obra de conservación adecuado.

4-2-2-b R. A. Oviedo

Ubicación y características

El 18 de marzo del 2016 se visitó la Municipalidad de Raúl A. Oviedo y se mantuvo una reunión con el intendente. El mismo entendió plenamente la misión y acompañó a tres lugares de orillas afectadas por la erosión.

Como se muestra en el Gráfico 4.13, los Puntos Nro. 2 y Nro. 4 se encuentran hacia el cuerpo principal del lago y se orientan hacia el Este. El Punto Nro. 3 se encuentra hacia la ensenada del Yukyry y se orienta hacia el Suroeste. El nivel de agua del lago es de **222.92 MSNM**. Las Fotos 4.80 a 4.85 muestran las características de los tres lugares erosionados.

Foto 4.80 Orilla erosionada en el Punto N° 2 (1)	Foto 4.81 Orilla erosionada en el Punto N° 2 (2)
	
<p>Composición de suelo de la orilla: compuesto casi plenamente de limo y arcilla. Un poco de arena.</p> <p>Vegetación y uso de la tierra: malezas y árboles del bosque. Ausencia de vegetación ribereña.</p> <p>Altura de las olas: alrededor de 10-20 cm.</p> <p>Dirección y velocidad del viento: N, a 2m/s.</p>	<p>Altura del talud: alrededor de 50-80 cm.</p> <p>Erosión: la porción inferior está erosionada por las olas. Un ciclo de erosión de orillas parece consistir de unos pocos pasos como debilitación de la base (abrasión por las olas), la parte superior sobresale, lo que sobresale cae y es removido de la base de la orilla.</p>

Foto 4.82 Orilla erosionada en el Punto N° 3 (1)	Foto 4.83 Orilla erosionada en el Punto N° 3 (2)
	
<p>Composición de suelo de la orilla: compuesto principalmente de arena.</p> <p>Vegetación y uso de la tierra: malezas y árboles del bosque. Ausencia de vegetación ribereña.</p> <p>Altura de las olas: alrededor de 10-20 cm.</p> <p>Dirección y velocidad del viento: N, a 2m/s.</p>	<p>Altura del talud: alrededor de 50-60 cm.</p> <p>Erosión: la porción inferior está erosionada por las olas. Un ciclo de erosión de orillas parece consistir de unos pocos pasos como debilitación de la base (abrasión por las olas), la parte superior sobresale, lo que sobresale cae y es removido de la base de la orilla.</p>

Foto 4.84 Orilla erosionada en el Punto N°4 (1)	Foto 4.85 Orilla erosionada en el Punto N°4 (2)
	
<p>Altura del talud: alrededor de 10-20cm.</p> <p>Composición de suelo de la orilla: compuesto de arena, limo y arcilla.</p> <p>Vegetación y uso de la tierra: césped y jardines.</p> <p>Ausencia de vegetación ribereña.</p> <p>Erosión: la porción inferior está erosionada por las olas. Un ciclo de erosión de orillas parece consistir de unos pocos pasos como debilitación de la base (abrasión por las olas), la parte superior sobresale, lo que sobresale cae y es removido de la base de la orilla.</p>	<p>Altura de las olas: alrededor de 20-30 cm.</p> <p>Dirección y velocidad del viento: N, a alrededor de 5m/s.</p>

Entrevista a los residentes

Los entrevistados manifestaron lo siguiente: La orilla ha retrocedido de 3-5m en los últimos 3 años y la dirección predominante del viento es N y S en el Punto Nro.2. En el Punto Nro.3, la dirección predominante del viento es S y la orilla ha retrocedido alrededor de 3m en los últimos 3 años. El mayor movimiento de la orilla se ha dado en el último año. No existen medidas de protección contra la erosión de las orillas en el municipio. Esperan que el equipo de estudio de JICA y ANDE considere y recomiende alguna obra de conservación adecuado.

4-2-2-c Tembiaporá

Ubicación y características

Se visitó la Municipalidad de Tembiaporá para reunir con el intendente, pero ante su ausencia, se mantuvo una reunión con un funcionario de dicha municipalidad. El mismo comprendió plenamente la misión con relación a la erosión de las orillas del embalse de Yguazú y acompañó a dos lugares de la orilla afectados por la erosión.

Como se muestra en el Gráfico 4.14, los Puntos Nro. 5 y Nro. 6 se encuentran hacia el cuerpo principal del lago y se orientan hacia el SO y S, respectivamente. El nivel del agua del lago de 222.8 MSNM. Las Fotos 4.86 a 4.89 muestran las características de las orillas erosionadas.

Foto 4.86 Orilla erosionada en el Punto N°5 (1)	Foto 4.87 Orilla erosionada en el Punto N°5 (2)
	
<p>Composición de suelo de la orilla: compuesto principalmente de limo y arcilla. Un poco de arena.</p> <p>Vegetación y uso de la tierra: malezas y plantación de eucaliptus. Un poco de vegetación ribereña.</p> <p>Altura de las olas: menos de 10 cm.</p> <p>Dirección y velocidad del viento: NW, a alrededor de 2m/s.</p>	<p>Altura del talud: alrededor de 10-15 cm.</p> <p>Erosión: la parte inferior se encuentra ligeramente erosionada por las olas. Sin embargo, la escasa vegetación ribereña puede protegerla de una erosión más grave.</p>

Foto 4.88 Orilla erosionada en el Punto N°6 (1)	Foto 4.89 Orilla erosionada en el Punto N°6 (2)
	
<p>Composición de suelo de la orilla: compuesto principalmente de limo y arcilla. Un poco de arena.</p> <p>Vegetación y uso de la tierra: malezas y tierra vacía. Ausencia de vegetación ribereña.</p> <p>Altura de las olas: sin olas.</p> <p>Dirección y velocidad del viento: N/A.</p>	<p>Altura del talud: alrededor de 3-4m.</p> <p>Erosión: la porción inferior está erosionada por las olas. Un ciclo de erosión de orillas parece consistir de unos pocos pasos como debilitación de la base (abrasión por las olas), la parte superior sobresale, lo que sobresale cae y es removido de la base de la orilla.</p>

Entrevistas a los residentes

Los entrevistados manifestaron lo siguiente: La orilla ha retrocedido alrededor de 10m durante los últimos 3-4 años. No se han tomado medidas de protección contra la erosión de las orillas en el municipio. A lo largo de varias décadas, la orilla se ha erosionado en casi 100m de manera gradual (en tres etapas).

4-2-2-d Yguazú

Ubicación y características

El 19 de marzo del 2016, se realizó una visita a la Municipalidad de Yguazú para reunir con el intendente. El mismo explicó brevemente el estado de erosión de las orillas del Lago Yguazú en lo que concierne al municipio. En varios lugares ocurre la erosión y ya se ha reforestando en parte, pero no se ha considerado plantar vegetaciones ribereñas.

Como se muestra en el Gráfico 4.13, el Punto Nro. 7 se encuentra hacia el cuerpo principal del lago y se orientan hacia el NE. El nivel del agua del lago de **222.90 MSNM**. Las Fotos 4.90 a 4.91 muestran las características de las orillas erosionadas.

Foto 4.90 Orilla erosionada en el Punto N°7 (1)	Foto 4.91 Orilla erosionada en el Punto N°7 (2)
	
<p>Composición de suelo de la orilla: compuesto principalmente de limo y arcilla. Un poco de arena.</p> <p>Vegetación y uso de la tierra: malezas y tierra vacía. Ausencia de vegetación ribereña.</p> <p>Altura de las olas: sin olas.</p> <p>Dirección y velocidad del viento: N/A.</p>	<p>Altura del talud: alrededor de 1-1,5m.</p> <p>Erosión: la porción inferior está erosionada por las olas. Un ciclo de erosión de orillas parece consistir de unos pocos pasos como debilitación de la base (abrasión por las olas), la parte superior sobresale, lo que sobresale cae y es removido de la base de la orilla.</p>

Entrevista a residentes

No se realizaron entrevistas con residentes en este lugar.

4-2-2-e Mariscal López

Ubicación y características

El 20 de marzo del 2016 se visitó una granja de producción de soja a gran escala para reunir con el propietario. El mismo entendió plenamente la misión con relación a la erosión de las orillas del embalse de Yguazú y explicó las condiciones de la orilla erosionada del lago en su propiedad.

Como se muestra en el Gráfico 4.15, el Punto Nro. 8 se encuentra hacia el cuerpo principal del lago y se orienta hacia el S. El nivel del agua del lago de 222,85 MSNM. Las Fotos 4.92 a 4.93 muestran las características de las orillas erosionadas.

Foto 4.92 Orilla erosionada en el Punto N° 8 (1)	Foto 4.93 Orilla erosionada en el Punto N° 8 (2)
	
<p>Composición de suelo de la orilla: compuesto principalmente de limo y arcilla. Un poco de arena.</p> <p>Vegetación y uso de la tierra: malezas y tierra cultivada a gran escala. Ausencia de vegetación ribereña.</p> <p>Altura de las olas: menos de 10cm.</p> <p>Dirección y velocidad del viento: S, a menos de 1m/s.</p>	<p>Altura del talud: alrededor de 50 cm.</p> <p>Erosión: la porción inferior está erosionada por las olas. Un ciclo de erosión de orillas parece consistir de unos pocos pasos como debilitación de la base (abrasión por las olas), la parte superior sobresale, lo que sobresale cae y es removido de la base de la orilla. El propietario instaló una pared protectora para el jardín cubierto de césped. Sin embargo, ésta se deterioró y se desintegró debido a la acción continua de las olas desde el Sur.</p>

4-2-3 Instalación de una estación experimental de erosión para el estudio de la situación de la erosión de las orillas.

Se instaló una estación de erosión para medir la erosión de suelo en las orillas del lago. Por ejemplo, se estimó un método de estudio simplificado para conocer la situación topográfica seleccionando los lugares más notorios de erosión de las orillas utilizando fotografías aéreas, pero finalmente se propuso este tipo de metodología.

4-2-3-a Selección de la ubicación de la estación experimental de erosión

De acuerdo a la información obtenida de la Itaipú Binacional, la tasa de erosión de las orillas en ríos tributarios del Lago Itaipú (forma la ensenada del embalse) y la parte del curso principal es de 0,62m a 4,8m por año y el promedio anual de erosión es de 2,19m por año en las nueve estaciones de erosión. Por lo tanto, es estima dificultosa ubicar los lugares de erosión notable de las orillas por medio de imágenes satelitales y fotografías aéreas. Los puntos de estación de erosión de las orillas (3 a 4 lugares) mencionados en el Término de Referencia se estima seleccionar desde 1) la costa oeste del lago afectada por las ciudades de Tembiaporá, J.E. Estigarribia y R.A. Oviedo, 2) la orilla en el medio del embalse donde la distancia hasta la orilla es de 5km como máximo produciendo oleajes altos. La selección de la ubicación se realizó cuidadosamente en base a entrevistas y estudios de la situación de la erosión de las orillas, considerando el uso de la tierra (cultivos anuales, plantaciones forestales, bosques y pasturas), altura y pendiente, orientación de la orilla para comparar la relación con la tasa de erosión.

Como se indica en 4-2-2 y se muestra en los Gráficos 4.13 a 4.15, un total de 8 puntos fueron estudiados con relación a la erosión de las orillas del Lago Yguazú. En base a observaciones preliminares como la condición actual de la erosión, orientación de la orilla y acceso al sitio, los siguientes cinco lugares fueron seleccionados como estaciones de erosión para el Proyecto:

Estación de erosión No.1 en Colonia Bergthal (Punto Nro.1 en el Gráfico 4.13)

Foto 4.94 Instalación de la estación de erosión (1)	Foto 4.95 Instalación de la estación de erosión (2)
	

Estación de erosión No.2 en R. A. Oviedo (Punto Nro.2 en el Gráfico 4.13)

Foto 4.96 Instalación de la estación de erosión (3)	Foto 4.97 Instalación de la estación de erosión (4)
	

Estación de erosión No.3 en Tembiapora (Punto Nro.6 en el Gráfico 4.13)

Foto 4.98 Instalación de la estación de erosión (5)	Foto 4.99 Instalación de la estación de erosión (6)
	

Estación de erosión No.4 en Yguazú (Punto Nro.7 en el Gráfico 4.13)

Foto 4.100 Instalación de la estación de erosión (7)	Foto 4.101 Instalación de la estación de erosión (8)
	

Estación de erosión No.5 en Mariscal López (Punto Nro.8 en el Gráfico 4.15)

Foto 4.102 Instalación de la estación de Erosión (9)	Foto 4.103 Instalación de la estación de Erosión (10)
	

4-2-3-b Metodología de estudio de la situación de la erosión de las orillas

El siguiente método simplificado fue verificado y adoptado para el estudio.

- Se instala un mojón de madera en forma perpendicular a la orilla del lago para medir la distancia al borde del agua en la estación de erosión seleccionada.
- Se fija una marca en el mojón de madera que ha de establecer una distancia de 5m de la orilla para protegerla de una erosión aguda. Se recomienda que se instalen más referencias a lo largo de la orilla para medir la erosión promedio de la estación.
- En el primer estudio al momento de la instalación, la distancia entre la referencia y el borde del agua será medida, así como la altura de la orilla y la pendiente. Se tomarán fotografías para describir las condiciones y muestras de suelo para analizar el material de la orilla (en el caso del Lago Itaipú, 90 a 97% del suelo muestreado estaba compuesto de limo y arcilla).
- Además, se debe recolectar adicionalmente un registro mensual del nivel de agua del reservorio, precipitación, dirección y velocidad del viento para analizar la relación con la erosión de las orillas. Los datos meteorológicos pueden ser recolectados de la Estación Meteorológica de Yguazú o de algún lugar cercano al Lago Yguazú.
- Aunque la segunda medición está programada para el segundo periodo de trabajo de campo en abril del 2017, se propone medir al menos una vez más la distancia entre la referencia y el borde del agua por parte de la ANDE preferentemente en septiembre u octubre del 2016. Se considera posible evaluar con el estudio batimétrico el transporte de sedimentos y condiciones de carga confinados a las cercanías de la orilla que han sido erosionados en el pasado. No obstante, las condiciones de erosión y sedimentación del área entre orillas altas y bajas y niveles

de agua baja no son significativas en comparación con la erosión de las orillas del lago.

- Con relación al trabajo mencionado en i) al v), el área de estudio y método fueron determinados en forma conjunta con la contraparte y expertos del proyecto, considerando la continuidad del estudio por parte de ANDE.

El resultado de la medición inicial en las estaciones de erosión se muestra a continuación:

Cuadro 4.7 Resultado de las mediciones iniciales en las estaciones de erosión

Nro. de Estación de Erosión	Distancia entre dos puntos de referencia (m)	Distancia de la orilla al punto de referencia(m)	Distancia entre la orilla y el borde del agua (m)	Altura del talud (m)	Orientación de la orilla
No.1: Raul A. Oviedo					
1.1	3,00	5,00	3,80	0,35	NE 60°
1.2	3,00	5,35	4,70	0,30	NE 60°
No.2: Bergthal					
2.1	3,00	5,10	6,60	1,30	NE 59°
2.2	3,00	5,30	6,50	1,30	NE 59°
No.3: Tembiapora					
3.1	2,30	4,45	2,25	2,55	S 180°
3.2	2,30	3,91	2,10	3,50	S 180°
No.4: Yguazu					
4.1	5,04	4,05	5,50	1,65	E 75°
4.2	5,04	3,10	6,50	1,90	E 75°
No.5: Mariscal Lopez					
5.1	12,45	3,50	5,20	0,85	SE 144°
5.2	12,45	4,00	3,60	0,75	SE 144°

4-2-3-c Estudio de situación de erosiones

La recopilación de datos de erosión de las orillas en el primer y segundo estudio de campo, ordenamiento de resultados y análisis comparativo.

(i) Resultado de medición del valor inicial de las estaciones de erosión instaladas en el primer estudio de campo

En cuadro 4.7 se observa el resultado de la instalación de cinco estaciones de erosión y la medición del valor inicial realizada del 12 al 14 de abril del 2016, en tres días.

(ii) Resultado de medición de las estaciones de erosión instaladas en el segundo estudio de campo

A principios de marzo del 2017 se realizaron los estudios de medición y situación en las 5 estaciones de erosión en dos ocasiones. Los detalles de la situación de erosión se exponen en el ítem (iii).

Cuadro 4.8 Resultados de estudios de medición y situación de las estaciones de erosión instaladas en el segundo estudio de campo

Día de medición	Estación de erosión	Situación y resultado de la medición			
9 de marzo del 2017	1.Rául Arsenio Oviedo	Las dos estacas de madera instaladas para indicar el punto de referencia habían desaparecido (se desconoce el motivo), imposibilitando la medición de distancia del terreno retrocedido en 1 año. Había solicitado el permiso de instalación al propietario, pero se cree que la información no llegó al encargado de la propiedad. Otra de las causas es que no se había intercambiado un acuerdo escrito de instalación entre la ANDE y el propietario.			
9 de marzo del 2017	2. Bergthal	Las dos estacas de madera instaladas para indicar el punto de referencia habían desaparecido (se desconoce el motivo), imposibilitando la medición de distancia del terreno retrocedido en 1 año. Había solicitado el permiso de instalación a la Cooperativa Bergthal, pero se cree que la información no llegó al propietario del terreno ya que se trataba de un terreno privado de uno de los socios de la cooperativa. Otra de las causas es que no se había intercambiado un acuerdo escrito de instalación entre la ANDE y el propietario.			
9 de marzo del 2017	4.Yguazú	<p>Las dos estacas estaban intactas, posibilitando la medición. A continuación, se describe el resultado de la medición.</p> <table border="1" data-bbox="810 1899 1362 1995"> <tr> <td data-bbox="810 1899 995 1995">N° de la estación de erosión de</td> <td data-bbox="995 1899 1177 1995">Distancia entre el punto de</td> <td data-bbox="1177 1899 1362 1995">Distancia entre el punto de</td> </tr> </table>	N° de la estación de erosión de	Distancia entre el punto de	Distancia entre el punto de
N° de la estación de erosión de	Distancia entre el punto de	Distancia entre el punto de			

		Yguazú	referencia y el extremo de la orilla (m) (Abril del 2016)	referencia y el extremo de la orilla (m) (Abril del 2017)
		4.1	4,05	4,00
		4.2	3,10	2,00
		<p>En las erosiones de las orillas de un lago, raras veces se observan erosiones uniformes debido a la diferencia que existe en la calidad de suelo de las orillas (especialmente la diferencia de contenido de arenas), por lo que normalmente se ven ondulados. En el caso de la estación de Yguazú, en el Nro. 4.1 no se observan mayores erosiones, pero el Nro. 4.2 indica una erosión de aproximadamente 1 metro en el transcurso de 1 año.</p>		
28 de marzo del 2017	3.Tembiaporá	<p>Las dos estacas de madera instaladas para indicar el punto de referencia habían desaparecido (se desconoce el motivo), imposibilitando la medición de distancia del terreno retrocedido en 1 año. Se cree que uno de los motivos fue no haber solicitado el permiso al propietario del terreno, pero existe una alta posibilidad de haberlos extraído intencionalmente.</p>		
29 de marzo del 2017	5. Mariscal López	<p>Las dos estacas de madera instaladas para indicar el punto de referencia habían desaparecido (se desconoce el motivo), imposibilitando la medición de distancia del terreno retrocedido en 1 año. Las estacas se instalaron en la propiedad de un sojero (jardín de la mansión) bajo acuerdo con el propietario, sin embargo, se cree que fueron extraídos por los obreros encargados de instalar los gaviones (más adelante se exponen los detalles) contra las erosiones.</p>		

(iii) Cambios y análisis del estado de erosión de las orillas en el transcurso de 1 año a través de las fotografías.

Tal como se ha mencionado en el ítem (ii), no se ha logrado medir la distancia del terreno retrocedido por erosión en todas las estaciones (cinco), ya que cuatro estaciones se quedaron sin las estacas. Como consecuencia, se realizará una comparación de las fotografías tomadas en el primer y el segundo estudio de campo para analizar la evolución anual y el estado de erosión de manera cualitativa, principalmente.

Estación de erosión N° 1 (R. A. Oviedo)

Foto 4.104 Comparación del estado de erosión de las orillas (Abril del 2016)	Foto 4.105 Comparación del estado de erosión de las orillas (Marzo del 2017)
	
<p>A continuación, se indica la situación de 1 año atrás.</p> <p>Altura del talud: aproximadamente 20 a 30cm, talud casi vertical.</p> <p>Composición de suelo de la orilla: principalmente compuesto de arena, cieno y arcilla, pero la proporción de la arena es del 10%.</p> <p>Vegetaciones y uso del suelo: el terreno es un jardín cubierto de pastos. No se observan vegetaciones a orillas del agua. Los pastos no pueden evitar la erosión, ya que sus raíces son muy cortas.</p> <p>Estado de erosión: Se observan erosiones en la parte inferior del talud. Se cree que el ciclo de la erosión sucede en varias etapas. Desgarre de la parte inferior ocasionada por la fuerza de rozamiento de la ola, como consecuencia se va formando un alero, caída del alero, formación de sedimentos y finalmente las olas se encargan de transportarlos.</p> <p>Altura de la ola: aproximadamente 20 a 30 cm.</p> <p>Dirección y velocidad del viento: Norte, aproximadamente 5m/s.</p>	<p>Esta fotografía fue tomada 1 año después casi en el mismo lugar. Seguidamente se puntualizan los cambios observados.</p> <p>Distancia retrocedida del terreno: en la foto no se puede observar con claridad cuánta tierra se ha perdido a causa de la erosión, pero el avance de la erosión se pudo confirmar en las cercanías (ver siguientes fotos).</p> <p>Vegetaciones de la costa: las vegetaciones sobreviven de manera natural en pendientes planas (arenosas) caídas en el agua a causa de la erosión. Estas zonas de vegetaciones que se reproducen a orillas del agua pueden servir de protección contra las olas.</p> <p>Altura de la ola: a simple vista las olas llegan a los 0,5m.</p> <p>Dirección y velocidad del viento: Relativamente norte a aproximadamente 10m/s.</p>

Tal como se menciona en la foto 4.105, seguidamente se indican las zonas costeras afectadas por un tipo de erosión típica en los alrededores de la estación en marzo del 2017.

Foto 4.106 Estado de erosión alrededor de la estación (1)	Foto 4.107 Estado de erosión alrededor de la estación (2)
	
<p>Se perdieron tierras a causa de la erosión y el agua alcanza a los árboles (eucaliptos). Los árboles pueden caerse una vez que las raíces empiecen a descomponerse.</p>	<p>Se observa el desgaste de la parte inferior del talud. La altura de la parte vertical del talud alcanza los 50cm aproximadamente, dificultando la reproducción de las vegetaciones a orillas del agua.</p>

Foto 4.108 Estado de erosión alrededor de la estación (3)	Foto 4.109 Estado de erosión alrededor de la estación (4)
	
<p>Se ha formado un agujero que alcanza hasta la mitad del talud (aprox. 50cm) a causa de la erosión. Se puede suponer que la ola pudo haber llegado a alcanzar hasta los 50cm.</p>	<p>La parte inferior del lago es afectada gravemente por la erosión, formando un alero. Sigue avanzando el proceso para finalmente caer al agua.</p>

Estación de erosión N° 2 (Colonia Bergthal de J. E. Estigarribia)

<p>Foto 4.110 Comparación del estado de erosión de las orillas (Abril del 2016)</p>	<p>Foto 4.111 Comparación del estado de erosión de las orillas (Marzo del 2017)</p>
	
<p>Composición de suelo de la orilla : compuesto por arena, cieno y arcilla. Se cree que contiene más cantidad de arena que en la primera estación de erosión, más del 10%. Es necesario realizar el análisis de suelo.</p> <p>Vegetaciones y uso del suelo : en el terreno seco se observan malezas y bosques de eucalipto. No se observan vegetaciones a orillas del agua.</p> <p>Altura del talud : Aproximadamente 60-80 cm</p> <p>Estado de erosión : se observan erosiones de la parte inferior del talud causadas por las olas. Se cree que el ciclo de la erosión sucede en varias etapas. Desgarre de la parte inferior ocasionada por la fuerza de rozamiento de la ola, como consecuencia se va formando un alero, caída del alero, formación de sedimentos y finalmente las olas se encargan de transportarlos.</p> <p>Altura de la ola : Aproximadamente 10-20 cm</p> <p>Dirección y velocidad del viento : Norte, 2m/s</p>	<p>Foto tomada casi en el mismo lugar después de 1 año. Seguidamente se puntualizan los cambios observados.</p> <p>Distancia del terreno retrocedido : Se puede confirmar por las raíces descubiertas de los eucaliptos que se han perdido aproximadamente 10cm de tierra (ver más fotos más adelante) .</p> <p>Vegetaciones de la costa : en la parte vertical (arenoso) caída a causa de la erosión no se reprodujeron vegetaciones a orillas del agua. Se puede observar que las vegetaciones encuentran difíciles reproducirse en taludes acentuados.</p>

<p>Foto 4.112 Estado de erosión alrededor de la estación (1)</p>	<p>Foto 4.113 Estado de erosión alrededor de la estación (2)</p>
	
<p>Vista completa de la costa alrededor de la estación de erosión. Prácticamente no se observan vegetaciones a orillas del agua.</p>	<p>Estado del talud colapsado. Puede ser que contenga mayor proporción de arena ya que la punta de la parte superior del talud es bastante pequeña y pudo haberse derrumbado por el arrastre. Se puede creer también que las nacientes hayan ayudado a derrumbar el talud.</p>

<p>Foto 4.114 Estado de erosión alrededor de la estación (3)</p>	<p>Foto 4.115 Estado de erosión alrededor de la estación (4)</p>
	
<p>Otras partes colapsadas.</p>	<p>Ejemplo de erosión de taludes que afecta hasta el eucaliptal reforestado. En unos años podría alcanzar a todo el eucalipto y echar los árboles. Este tipo de fenómeno se observa en varios puntos de la costa del lago Yguazú.</p>

Estación de erosión N° 3 (Tembiaporá)

Foto 4.116 Comparación del estado de erosión de las orillas (Abril del 2016)	Foto 4.117 Comparación del estado de erosión de las orillas (Marzo del 2017)
	
<p>Calidad de suelo de la orilla : principalmente cieno y arcilla. Se observan cierta cantidad de arenas. La altura de la costa es mayor a 4m.</p> <p>Vegetaciones y uso de suelo : yuyos y terrenos baldíos. No se observan vegetaciones en los taludes.</p> <p>Altura de la ola : No habían olas</p> <p>Dirección y velocidad del viento : No hubo viento</p>	<p>Esta fotografía fue tomada 1 año después en el mismo lugar.</p> <p>No se logró medir la distancia del terreno perdido de la parte vertical, pero según los árboles caídos se presume el avance de unos cuantos centímetros.</p> <p>Este tipo de taludes altos de forma vertical en estados graves se observan en varios puntos de Tembiaporá y es necesario trabajar en la seguridad de ellas a través de vegetaciones acuáticas naturales.</p>

<p>Foto 4.118 Estado de erosión alrededor de la estación (1)</p>	<p>Foto 4.121 Estado de erosión alrededor de la estación (2)</p>
	
<p>Talud vertical aledaño a la orilla. Se observa que la vegetación de la tierra seca no contribuye en absoluto a frenar la erosión.</p>	<p>Se observa un agujero formado por la erosión de las olas en la parte inferior del talud vertical. Es la primera etapa del derrumbamiento de un talud.</p>

<p>Foto 4.120 Estado de erosión alrededor de la estación (3)</p>	<p>Foto 4.121 Estado de erosión alrededor de la estación (4)</p>
	
<p>Parte del talud colpasado se observa en el lago.</p>	<p>Parte del árbol caído del talud. Hacia la derecha se observa otro árbol a punto de caer.</p>

Estación de erosión N° 4 (Yguazú)

<p>Foto 4.122 Estado de erosión alrededor de la estación (1)</p>	<p>Foto 4.123 Estado de erosión alrededor de la estación (2)</p>
	
<p>Estado de erosión de la parte inferior que terminará derrumbando el talud. La altura del talud recto vertical es de 1,5m al igual que hace un año.</p>	<p>Igual que la izquierda. Existen agujeros formados por la erosión en la parte inferior del talud.</p>
<p>Foto 4.124 Estado de erosión alrededor de la estación (3)</p>	<p>Foto 4.125 Estado de erosión alrededor de la estación (4)</p>
	
<p>Idem</p>	<p>Idem</p>

Estación de erosión N° 4 (Mariscal López)

Foto 4.126 Comparación de estado de erosión de las costas 1 (Abril del 2016)	Foto 4.127 Comparación de estado de erosión de las costas 1 (Marzo del 2017)
	
<p>La composición de suelo de la orilla es principalmente cieno y arcilla con un poco de arena.</p> <p>Vegetaciones y uso de suelo: yuyos y sojales. No se observan vegetaciones riparias.</p> <p>Altura de la ola : menos de 10cm</p> <p>Dirección y velocidad del viento : viento sur con una velocidad inferior a 1m/s</p>	<p>Se observa el desmoronamiento del alero formado por la erosión. La altura del talud es de aproximadamente 10cm, observándose el agresivo avance de la erosión de la parte inferior como en otras estaciones.</p>

Foto 4.128 Comparación de rompeolas contra la erosión 2 (Abril del 2016)	Foto 4.129 Comparación de rompeolas contra la erosión 2 (Marzo del 2017)
	
<p>Altura del talud : aproximadamente 50cm.</p> <p>Estado de erosión : se observan erosiones de la parte inferior del talud causadas por las olas. Se cree que el ciclo de la erosión sucede en varias etapas. Desgarre de la parte inferior ocasionada por la fuerza de rozamiento de la ola, como consecuencia se va formando un alero, caída del alero, formación de sedimentos y finalmente las olas se encargan de transportarlos. El propietario instaló una barra protectora de ladrillos para frenar la erosión del jardín cubierto de pastos, pero gran parte de ella se encuentra deteriorada por las constantes olas que se generan desde el sur.</p>	<p>Estado del mismo lugar luego de 1 año. El propietario del predio se encuentra realizando una obra con gaviones para reforzar los rompeolas que prácticamente están destruidos. Sin embargo, cuando las altas olas alcanzan la tierra seca, los pastos con raíces cortos no podrían frenar la erosión. Se cree a la larga sería más práctico asegurar con taludes más suaves y vegetaciones acuáticas. Además, el uso de los gaviones para la protección de las costas no es recomendable por el costo y el paisaje.</p>

4-2-3-d Análisis científico y evaluación del estado de erosión de las orillas

(ii) Estado de erosión de las costas en las estaciones simples de erosión (resumen)

- Distancia retrocedida (terreno perdido) por la erosión de las olas

Tal como se menciona más arriba, de las cinco estaciones de erosión, solamente se ha logrado medir el grado de erosión en la estación ubicada en Yguazú. A continuación, se presentan los resultados.

Cuadro 4.9 Resultado de grado de erosión en la estación N° 4 de Yguazú

N° de estación de erosión en Yguazú	Distancia entre el punto de referencia y el borde de la orilla (m) (Abril del 2016)	Distancia entre el punto de referencia y el borde de la orilla (m) (Abril del 2017)	Grado de erosión de la orilla (m/año)
4,1	4,05	4,00	0,05m/año
4,2	3,10	2,00	1,10m/año

Si calculamos el valor promedio de los dos puntos de referencia, el grado de erosión de la Estación N° 4 de Yguazú es 0,58m/año. Aunque no fue posible medir el grado de erosión de las otras cuatro estaciones, según el ojímetro y el estado de erosión en general, se presume que ha sido menor a 1m. Sin embargo, en un año se ha logrado obtener el valor de medición de un solo lugar, por lo que será necesario continuar con las mediciones, aumentar las estaciones de erosión en las corrientes principales y las ensenadas a fin de cubrir por completo el Lago Yguazú. Como valor de referencia se cuenta con el resultado de la medición continua que realizó la Itaipú Binacional en los años 90 en el Lago Itaipú. Según el resultado, el grado de erosión fue un valor promedio de 2,19m/año, en un rango de 0,62m a 4,8m/año (9 estaciones).

- Proceso de erosión de las orillas causada por las olas

Existe una característica común en las cinco estaciones de erosión instaladas para el presente estudio y las costas donde se producen las erosiones, y es que la mayoría de los taludes de las costas erosionadas son rectos a pesar de sus distintas alturas. En algunos taludes con pendiente se observan las vegetaciones acuáticas, reduciendo la erosión de la parte inferior causada por las olas (la situación de las costas estables se menciona en el punto 2)).

El proceso de erosión de los taludes rectos de las orillas causada por las olas se puede representar de la siguiente manera.

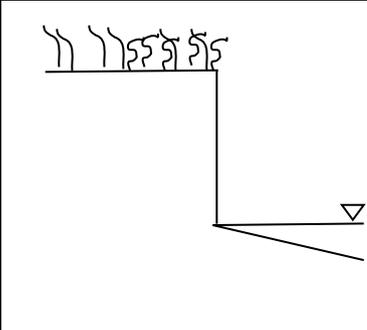
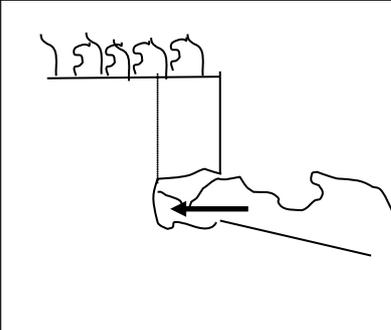
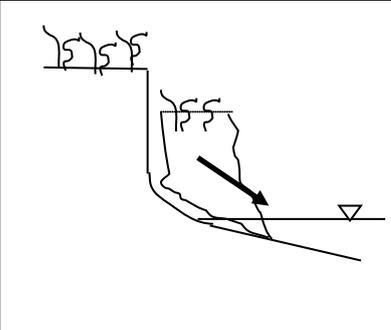
Primera etapa	Segunda etapa	Tercera etapa
		
<p>Estado de erosión de la costa recta erosionada. Condición inicial para el avance de la erosión.</p>	<p>El movimiento de la ola que se genera en la costa erosiona la parte inferior de ella a través de la fuerza del rozamiento, formando progresivamente un alero en la parte superior. Se observó que la altura máxima del agujero formando por la erosión en la parte inferior de la costa es de aproximadamente 50cm.</p>	<p>El alero se derrumba por la fuerza de gravedad (o a causa de las nacientes), se sedimentan las tierras y son trasladadas en el agua por las olas. Se repiten las etapas y avanza el retroceso de las costas.</p>

Gráfico 4.16 Proceso de retroceso a causa de la erosión de las costas rectas

(ii) Análisis del estado de estabilidad de las costas

A continuación, se presentan las fotografías de costas estables que fueron tomadas en abril del 2016 durante el estudio de batimetría del Lago Yguazú.

<p>Foto 4.130 Estado de vegetaciones acuáticas de las costas estables (1)</p>	<p>Foto 4.131 Estado de vegetaciones acuáticas de las costas estables (2)</p>
	
<p>Ubicación : alrededor de Tembiaporá</p> <p>Se observan vegetaciones en las pendientes de las costas derrumbadas. Si las vegetaciones acuáticas se reproducen alrededor del talud, podría funcionar como una malla de protección contra las olas.</p>	<p>Ubicación : alrededor de R. A. Oviedo</p> <p>Se observa la formación de mallas de vegetación acuática en los taludes relativamente planos. Se puede considerar que es una costa estable. Se dispersan las plantas flotantes en la superficie del agua.</p>
<p>Foto 4.132 Estado de vegetaciones acuáticas de las costas estables (3)</p>	<p>Foto 4.133 Estado de vegetaciones acuáticas de las costas estables (4)</p>
	
<p>Ubicación : alrededor de Tembiaporá</p> <p>Se observa que la erosión ha llegado hasta los árboles de la tierra seca y algunas vegetaciones acuáticas. No se puede considerar del todo como una costa estable.</p>	<p>Ubicación : alrededor de Tembiaporá</p> <p>La pendiente es más marcada que el talud de la foto 4.115, pero se observan vegetaciones en general y el talud está estable.</p>

<p>Foto 4.134 Estado de vegetaciones acuáticas de las costas estables (5)</p>	<p>Foto 4.135 Estado de vegetaciones acuáticas de las costas estables (6)</p>
	
<p>Ubicación : alrededor de Tembiaporá Pendientes cercanas a la foto 4.118. El talud es bastante suave y se observan una gran cantidad de vegetaciones acuáticas. Son efectivas contra la erosión de las olas.</p>	<p>Ubicación : alrededor de Tembiaporá Los árboles son protegidos por la reproducción de vegetaciones acuáticas.</p>

<p>Foto 4.136 Estado de vegetaciones acuáticas de las costas estables (7)</p>	<p>Foto 4.137 Estado de vegetaciones acuáticas de las costas estables (8)</p>
	
<p>Ubicación: Cercanía de Raúl A. Oviedo Al frente del talud se expanden las vegetaciones acuáticas. La erosión de las costas causada por las olas es prácticamente frenada.</p>	<p>Ubicación: Cercanías de Raúl A. Oviedo Panorama completa de las cercanías de la foto 4.121.</p>

(iii) Evaluación analítica de las olas generadas en la superficie del lago

- Método general de presunción de la altura de las olas

Las olas son los movimientos verticales de la superficie del lago. Entre los movimientos que se observan en el espejo del lago están los oleajes ligeros y las olas de viento, entre otros. Cuando el viento que sopla por la superficie del lago roza con la pendiente del oleaje, empuja el espejo de agua. La repetición del empuje a un ritmo estable incrementa el movimiento, aunque la fuerza sea débil y termina formando olas. Las olas son más fáciles de formar y difíciles de calmar en agua dulce ya que es menos viscosa que el agua salada.

Al observar las olas desde la costa, se evidencia la mezcla de olas pequeñas y otras grandes. Las alturas de las olas pueden ser indicadas de manera simple a través de “altura representativa de ola”. Se observan las olas por más de 10 minutos de manera continua, se ordenan las olas generadas por orden de altura y se calcula el promedio de 1/3 del total desde el más alto. El pronóstico de la altura representativa de la ola es utilizado también en los pronósticos meteorológicos (Gráfico 4.17).

Para estimar las olas de viento en áreas acuáticas reducidas como las bahías y los pantanos, es práctico utilizar el método de altura representativa de olas que permite estimar la altura y el periodo de la ola bajo condiciones de velocidad de viento estable y área de viento fijo. En Japón se utiliza como estándar la fórmula de cálculo de la altura y el periodo de la ola que ordena y calcula el valor de observación hasta ese punto, la fórmula de Wilson (1965).

Wilson (1965) ordenó varios datos observados sobre las olas de viento que se generan cuando el viento de la velocidad U sopla por un largo tiempo la superficie de la distancia F y resumió en las fórmulas (1) y (2) la fórmula de cálculo de altura representativa de ola $H_{1/3}$ y el periodo representativo de ola $T_{1/3}$.

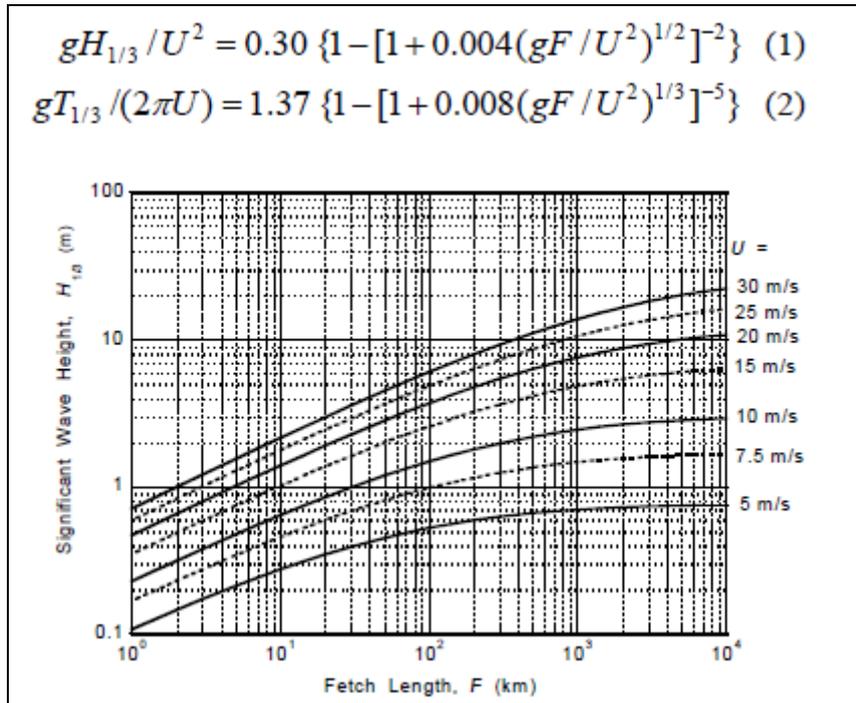


Gráfico 4.17 Relación entre altura representativa de ola y distancia sobre la cual sopla el viento

Por otra parte, en el Gráfico 4.18 esquemático se indica la manera en que las olas llegan a las costas. Tal como se observa en el gráfico, las formas y las alturas de las olas varían de acuerdo al estado de los taludes de las costas. Cuanto más inclinado esté el talud y sea más recto, recibe más el efecto de la ola.

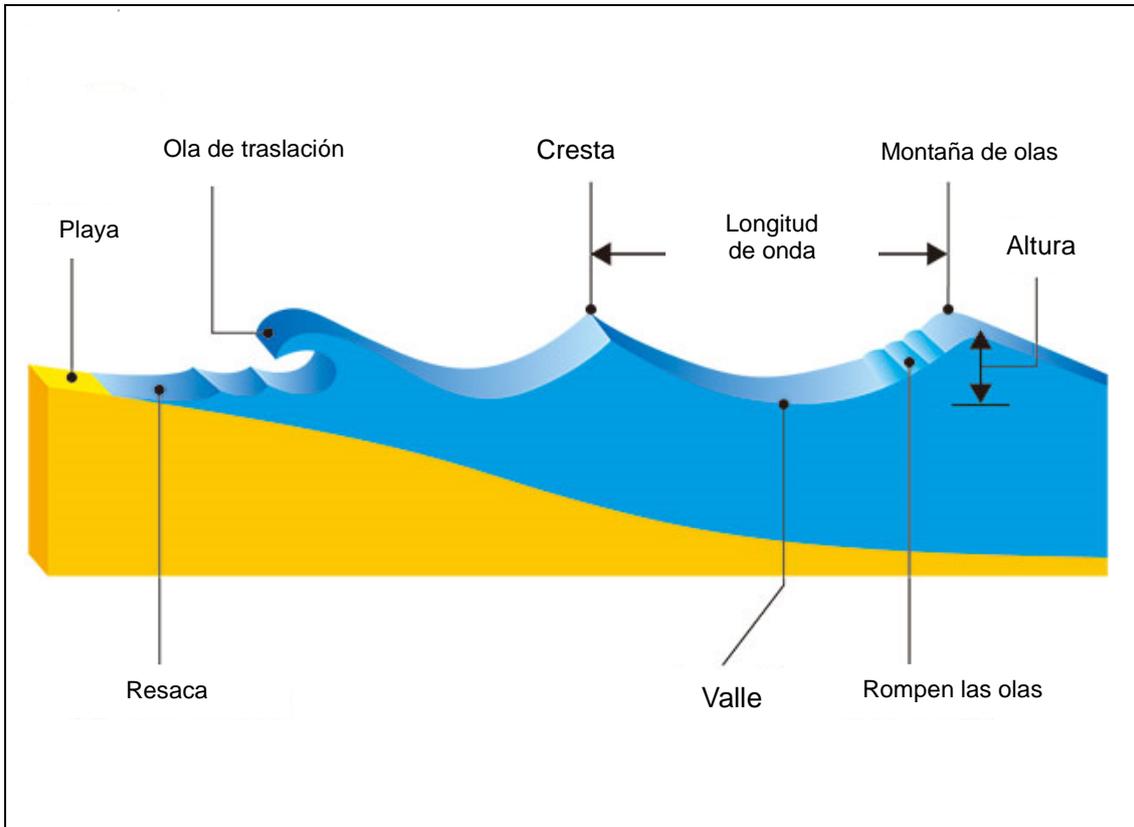


Gráfico 4.18 Formas de olas que afectan las costas

(ii) Resultado de estudio sobre las olas que se generan en las costas de Yguazú

Se intentó recolectar de la Itaipú Binacional y la Dirección de Meteorología e Hidrología (DINAC), entre otras instituciones, informaciones de dirección y velocidad del viento dominante en cada época (máximo y promedio) que se generan en las cercanías del Lago Yguazú, pero no fue posible obtenerlas durante el periodo de estudio. A continuación, se describe la tendencia de acuerdo a las entrevistas realizadas a los pobladores de las cercanías de la estación de erosión del Lago Yguazú y otras observaciones cualitativas como el Cuadro 4.10.

Cuadro 4.10 Dirección y velocidad de viento dominante que se genera en las cercanías del Lago Yguazú

Item	Resultado del estudio
Dirección del viento dominante	<p>Según los pobladores entrevistados la tendencia del viento es como sigue.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.. Invierno : principalmente domina el viento sur. 2. Verano : principalmente domina el viento norte. Se generan más vientos fuertes que el viento sur. <p>Durante los meses de estudio de campo (marzo y abril del 2016 y 2017), se observaron mayormente vientos del norte o noreste. En el estudio de campo de julio del 2016 se observó mayormente viento sur.</p>
Velocidad máxima y velocidad media del viento	<p>Durante el estudio de campo no se pudo observar casos de vientos fuertes, pero durante el estudio de campo del 2016 y 2017 se logró observar vientos nortes regulares de 5 a 10m/s y altura de olas en la estación de erosión N° 1 de Raúl A. Oviedo.</p>

Por otro lado, la altura de las olas, la dirección y la velocidad del viento observados en las cinco estaciones de erosión de las costas se resumen en el siguiente cuadro. En el siguiente mapa, Gráfico 4.19, se ubican las cinco estaciones de erosión.

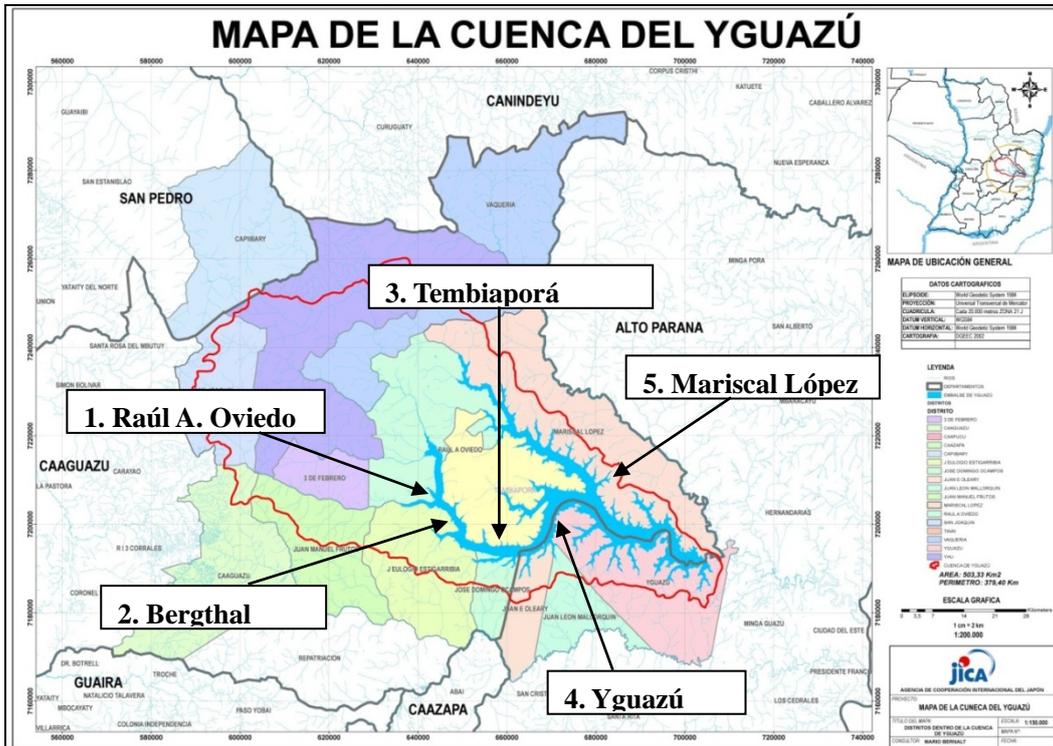


Gráfico 4.19 Ubicación de las cinco estaciones de erosión de las costas

La distancia sobre la cual sopla el viento se obtuvo en el mapa topográfico, Cuadro 4.11, por la distancia de la superficie del agua según la dirección del viento.

Cuadro 4.11 Resumen de la altura de la ola, dirección del viento, velocidad del viento y la distancia sobre la cual sopla el viento

Nombre de las estaciones de erosión	Época de observación	Altura de la ola (m)	Dirección y velocidad del viento (m/s)	Distancia sobre la cual sopla el viento (km)
1. Raúl A. Oviedo	Abril del 2016	0,2 a 0,3m	Viento norte a una velocidad de 5m/s (se siente la briza por la cara y las hojas de los árboles están en constante movimiento)	Aprox. 10km
	Marzo del 2017	Más de 0,5m	Viento norte a una velocidad de 10m/s (la bandera izada se abre y las hojas de los árboles están en constante movimiento)	Aprox. 10km
2. Bergthal	Abril del 2016	0,1 a 0,2m	Viento norte a una velocidad de 2m/s	Aprox. 12km
3. Tembiaporá	Abril del 2016	Menos de 0,1m	Viento noroeste a una velocidad de 2m/s	No se aplica
4. Yguazú	Abril del 2016	Sin olas	Sin viento	Aprox. 10km (contra viento norte)
5. Mariscal López	Abril del 2016	Menos de 0,1m	Viento norte a una velocidad menor de m/s	Aprox. 10km (contra viento sur)

De acuerdo a la tabla anterior, se utilizó la fórmula de Wilson para calcular la altura significativa de la ola en caso de un viento de velocidad mayor a 5m/s que teóricamente puede generar una ola y se comparó con el resultado de observación de la Estación N° 1 de Raúl A. Oviedo. A continuación, se

exponen los resultados en el Cuadro 4.12.

Cuadro 4.12 Comparación de la altura representativa de la ola y el valor real según la fórmula de cálculo de Wilson

Estación de erosión	Velocidad del viento (m/s)	Distancia sobre la cual sopla el viento (km)	Altura significativa según la fórmula de Wilson (m)	Altura de la ola observada efectivamente (m)
1° Raúl A. Oviedo	5m/s	10km	0,3m	0,2 a 0,3m
2° Raúl A. Oviedo	10m/s	10km	0,6m	Mayor a 0,5m

- Resumen de la evaluación analítica de las olas generadas en la superficie del Lago Yguazú

En el presente estudio se calculó la relación de la velocidad del viento en la superficie del lago, distancia sobre la cual sopla el viento y la altura de la ola, a través la fórmula de Wilson y observaciones simples. El punto de observación fue un solo lugar en Raúl A. Oviedo, pero el valor de observación y el valor teórico estimativo son cercanos, demostrándose así la efectividad de la fórmula.

Es necesario continuar con la medición de velocidad del viento, distancia sobre la cual sopla el viento y la altura de la ola varias veces al año en las cuatro estaciones fuera de Raúl A. Oviedo y otras que serán agregadas.

4-2-3-e Estudios que la ANDE debe seguir realizando

(i) Instalación de estaciones de erosión permanentes y sistema de observación

Instalar de manera urgente las estaciones de erosión permanentes según el Cuadro 4.13.

Cuadro 4.13 Método de instalación de las estaciones permanentes de erosión de las costas

Método de instalación y observaciones	Análisis de la situación y método detallado
1. Lugar de instalación	<p>Las cinco estaciones de erosión seleccionadas para el presente proyecto están ubicadas en las orillas de la corriente principal del ex río Yguazú. Ninguna de ellas está ubicada en la ensenada del embalse, afluentes del ex río principal. Esto se debe a que se ha estimado que la erosión en las ensenadas no es grave, ya que la distancia sobre la cual sopla el viento en esta zona llega como máximo hasta 2km.</p> <p>Según las observaciones de la superficie del lago realizadas en el primer estudio de campo, se ha confirmado que ocurren erosiones graves de costas no solo en la corriente principal del embalse, sino también en las ensenadas de los afluentes. Por lo tanto, será necesario instalar también nuevas estaciones en las ensenadas. Los lugares de instalación serán de la siguiente manera:</p> <p>Estaciones de erosión instaladas: 5 lugares (R. A. Oveido, Bergthal, Tembiaporá, Yguazú y Mariscal López)</p> <p>Nuevas estaciones de erosión a instalar: 5 lugares (tomando como lugar de erosión el curso medio y el curso bajo del Lago Yguazú, 3 estaciones en la corriente principal y 2 en las ensenadas)</p>
2. Instalación de puntos de referencia	<p>En el presente estudio se instalaron dos estacas en cada estación. Teniendo en cuenta la lección mencionada más arriba, instalar tres estacas de referencia hechas de hormigón en cada estación a fin de evitar robos y vandalismos (una distancia de aprox. 5m entre cada estaca).</p>

	<p>Los puntos de referencia se colocan de manera recta contra la costa, dejando una distancia aproximada de 10m con la punta de la orilla para así posibilitar el monitoreo a largo plazo.</p> <p>Intercambiar un documento de acuerdo con el propietario del predio para mejorar la conciencia y la durabilidad de las estaciones.</p>
3. Sistema de observación	<p>En este estudio se buscó obtener la tasa de erosión de 1 año (tasa de retroceso de la costa), pero se deberá medir dos veces al año para obtener la tasa de erosión cada seis meses ya que se ha detectado que la dirección y la velocidad del viento, generador de las olas, son diferentes durante la época de invierno y verano. Tomar fotografías panorámicas de la costa desde el punto de referencia para el punto fijo de observación y registrar el cambio de erosión de toda la costa.</p>

(ii) Mapeo y evaluación del estado de erosión de las costas

En este estudio se tomaron como punto de observación de erosión los cinco lugares en estado crítico. Es necesario seguir aumentando las estaciones y continuar la medición de la tasa de retroceso de las costas, pero también es necesario seguir realizando estudios de estado de erosión de las costas de otra línea.

La longitud total de la costa del Lago Yguazú es de aproximadamente 800km, de la cual 240km corresponde a la propiedad de la ANDE y 540km a propiedades privadas. Como primer paso, es necesario que la ANDE realice un mapeo del estado de erosión de las costas que corresponden a su propiedad. A continuación, se presenta una propuesta de metodología de evaluación del estado de erosión.

Cuadro 4.14 Método de evaluación del estado de erosión de las costas

Nivel de erosión de las costas	Estado de erosión	Ítem de observación (común)
Nivel 1: Costa estable	Los taludes de la costa son variados desde planos hasta rectos, pero la reproducción de vegetaciones acuáticas se encuentra frenando la erosión de las costas funcionando como malla de protección.	1. Tomar fotografías consecutivas desde el lago. En lo posible se recomienda filmar. 2. Verificar el estado de uso de suelo de las costas (bosques, agricultura –grande o pequeña-, pastizales, jardines, etc.).
Nivel 2: Costa inestable (leve)	Los taludes de la costa son prácticamente rectos y la erosión se encuentra avanzando. La altura de los taludes es inferior a 1m y es necesario tomar medidas para la estabilidad de las costas.	3. Evaluar el nivel de erosión de las costas.
Nivel 3: Costa inestable (grave)	Los taludes de la costa son prácticamente rectos y la erosión se encuentra avanzando. La altura de los taludes es inferior a 1m y es necesario tomar medidas para la estabilidad de las costas.	

La evaluación de la erosión de las costas se realiza observando desde el lago en un bote que se encuentra estacionado en la oficina de la represa del Lago Yguazú. Es necesario instalar con urgencia una rampa de hormigón para que el bote se pueda mover de manera segura.

El estado de erosión de las costas evaluadas desde el lago debe indicarse en el mapa topográfico utilizando el SIG y medir la longitud de la costa clasificada en niveles.

(iii) Consideración del diseño, presupuesto y metodología de medidas para la estabilidad de la costa

Tal como se indica en (ii), la pendiente del talud de una costa estable puede ser plana, suave, empinada, etc. No se puede determinar cómo reproducir las vegetaciones acuáticas para cada tipo de pendiente ni reproducir o estabilizar el talud de manera natural.

Es necesario considerar las medidas para una costa estable siguiendo los pasos en el Cuadro 4.15.

Cuadro 4.15 Pasos para considerar las medidas para una costa estable

Pasos	Contenido				
1. Estudio de estabilidad de las costas	<p>Respecto al talud de las costas estables preexistentes mencionados en el apartado (ii), realizar un estudio de campo sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Plano transversal del talud – Variedad de las vegetaciones que se regeneran en el talud y realizar un examen cuidadoso del talud y estado de vegetación de las orillas de una costa estable. 				
2. Diseño de una costa estable	<p>Elaborar un diseño básico para la estabilidad de las costas sobre las bases de los estudios mencionados arriba. Para una costa estable prever tres tipos según conveniencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Talud plano (una pendiente aproximada de 10°) – Talud suave (pendiente entre 10 y 30°) – Talud empinado (pendiente entre 30 y 60°) 				
3. Consideración del método de la obra	<p>Como método se utilizará la medida no estructurada de reproducción de vegetaciones rivereñas nativas y no se considerarán medidas estructurales de muros ni la bioingeniería (bio-engineering and -technical) por el elevado costo y mano de obra.</p> <p>Las ventajas y desventajas del método de reproducción de las orillas a través de las vegetaciones nativas riparias se resumen en el siguiente cuadro.</p> <table border="1" data-bbox="699 1469 1366 1995"> <tbody> <tr> <td data-bbox="699 1469 863 1760">Ventaja</td> <td data-bbox="863 1469 1366 1760"> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bajo costo y mano de obra reducida 2. Buena imagen de las orillas 3. Las vegetaciones se reproducen continuamente 4. Se convierte en zona habitable para los peces y animales silvestres </td> </tr> <tr> <td data-bbox="699 1760 863 1995">Desventaja</td> <td data-bbox="863 1760 1366 1995"> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se limita el periodo de siembra de especies nativas 2. Existen casos fracasados durante dos años desde la reproducción 3. Necesidad de plantar la semilla todos </td> </tr> </tbody> </table>	Ventaja	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bajo costo y mano de obra reducida 2. Buena imagen de las orillas 3. Las vegetaciones se reproducen continuamente 4. Se convierte en zona habitable para los peces y animales silvestres 	Desventaja	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se limita el periodo de siembra de especies nativas 2. Existen casos fracasados durante dos años desde la reproducción 3. Necesidad de plantar la semilla todos
Ventaja	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bajo costo y mano de obra reducida 2. Buena imagen de las orillas 3. Las vegetaciones se reproducen continuamente 4. Se convierte en zona habitable para los peces y animales silvestres 				
Desventaja	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se limita el periodo de siembra de especies nativas 2. Existen casos fracasados durante dos años desde la reproducción 3. Necesidad de plantar la semilla todos 				

		los años
4. Cálculo de costo de la obra	Calcular el costo de obra de cada tipo por m.	

(iv) Implementación del proyecto piloto de medidas para costas estables en las orillas de las propiedades de la ANDE

Teniendo en cuenta los resultados del punto anterior, implementar proyectos piloto como medida para la estabilidad contra las costas inestables. Los proyectos tienen un periodo de aproximadamente 2 años y se realizarán las siguientes actividades por etapa.

Año	Actividades
Primer año	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selección de las orillas para la implementación del proyecto piloto (para tres tipos). 2. Obra para un talud estable 3. Plantación de las semillas nativas 4. Observación de estado del talud (4 veces al año) y elaboración del informe
Segundo año	<ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis evaluativo del estado de talud luego de 1 año 2. Observación de estado del talud (4 veces al año) y elaboración del informe 3. Análisis evaluativo del estado de talud luego de 2 años 4. Elaboración y reporte del informe final

4-2-4 Instalación y uso del medidor de nivel de agua

Se examinan de que la instalación del medidor de nivel de agua para obtener datos básicos de sedimentación por erosión a ser instalado de acuerdo al Plan de Gestión, ajuste del medidor, método de registro y medición de caudales, relación estimativa de nivel de agua--caudal, método estimativo de muestreo de partículas en suspensión y cantidad de sedimentación anual, entre otros.

4-2-4-a Instrucciones para la instalación del medidor de nivel de agua

(i) Verificación de las especificaciones y funcionamiento del medidor de nivel de agua a presión y sus accesorios

La Cuenca del Lago Yguazú no contaba con ningún medidor de nivel de agua. Para lograr una gestión de la cuenca hidrográfica eficaz en la Cuenca del Lago Yguazú, se definió que era necesario instalar medidores de nivel de agua en los principales afluentes (curso principal del río Yguazú y cuatro afluentes que son Yhú, Yukyry, Monday-mí) y observar el volumen de flujo diario y la cantidad de partículas en suspensión. En el presente proyecto se decidió instalar un medidor de nivel de agua (más adelante se describe el río seleccionado).

El medidor de nivel de agua podía ser entre el tipo flotador instalado en el curso bajo de la confluencia de los ríos Acaray e Yguazú o a presión, pero finalmente se decidió por este último teniendo en cuenta su facilidad de instalación (dos días de obra civil) en comparación al primero.

Se decidió que tanto el medidor de nivel de agua a presión como sus accesorios serían suficientes con las siguientes especificaciones del Cuadro 4.16.

Cuadro 4.16 Especificaciones del medidor de nivel de agua y sus accesorios seleccionados

Nombre del equipo	Verificación de funcionamiento
Medidor de nivel de agua a presión : CS451 (Campbell Scientific)	Se verificó que para la observación del nivel de agua en el río Yhú es el método más apropiado para la zona, puede responder a niveles de agua bajos y altos y tanto el medidor como el caño por el cual pasa el cable son resistentes. Además, está acorde a los criterios del Laboratorio de Estudios de Suelo de EE.UU (USGS).
Data logger : CR300-NA (Campbell Scientific)	Se verificó que es posible medir dos veces al día (se puede configurar la hora) como se había previsto pero que también se puede modificar la frecuencia de acuerdo a la necesidad. El espacio de almacenamiento y el método de memoria del datalogger son suficientes.
Software de análisis: LoggerNet (Campbell Scientific)	El software de análisis “LoggerNet” se instaló en la computadora del Departamento de Gestión de Cuencas Hidricas de la ANDE y se verificó que los datos registrados por Datalogger son enviados al sitio ftp de la ANDE.
Fuente de alimentación y dispositivo wifi	El presente sistema de observación del nivel de agua, incluyendo el medidor, datalogger y dispositivo wifi, se alimenta de la energía obtenida a través del panel solar instalado encima de la casilla de protección de equipos. Se considera que es un equipo adecuado como fuente de energía eléctrica. Se verificó también que el modem y la antena del wifi se adecuan al estado de comunicación de la zona.

(ii) Verificación del lugar de instalación considerado por la ANDE previamente

De acuerdo al reconocimiento de sitio de los tres ríos: Yguazú, Yhú y Yukyry, y las imágenes satelitales de Google, se seleccionó un punto donde no es afectado por el remanso (backwater) y el nivel del agua se puede observar de manera estable por largo plazo. Tal como se indica en la foto, el lugar de instalación se ubica a 8km aguas arriba del embalse, en el río Yhú (ancho del río aproximado de 20m) donde no es afectado por el embalse, debajo mismo del puente construido por el río y la carretera principal que conduce a Raúl A. Oviedo desde la Ruta 7 y la sección transversal del río es estable. Además, es apto para la medición de velocidad de la corriente y el caudal (nivel alto y bajo del agua) que se deben realizar en el mismo lugar. Sin embargo, debido a que no fue posible colocar el medidor por la columna del puente ni por debajo del puente, se optó colocar un tubo por el cual pasa el cable del medidor por debajo del dique ubicado en el lado derecho del río. Se cree que es el lugar más indicado para reducir el riesgo de hurto y vandalismo, ya que, al costado de la caja y la reja de protección del medidor de agua, datalogger y emisor de datos por wifi vive un cuidador de una empresa extractora de arena aguas abajo del río Yhú.

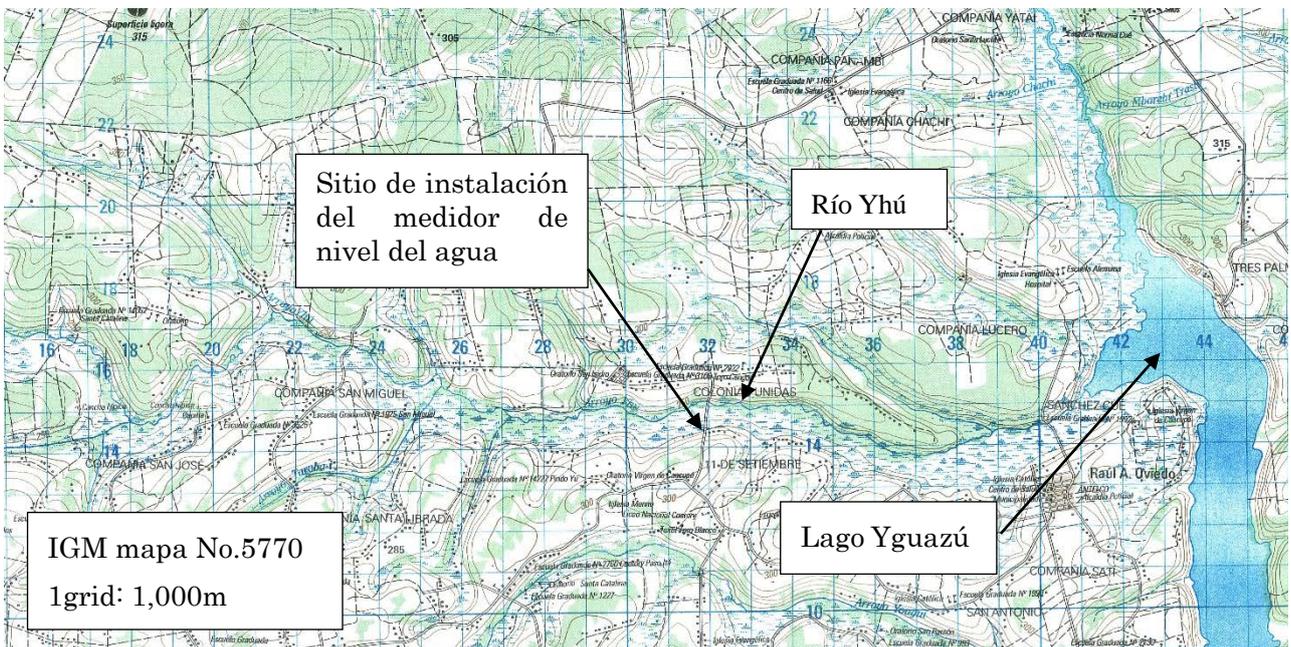


Gráfico 4.20 Sitio de instalación del medidor de nivel del agua

<p>Foto 4.138 Estado de las inmediaciones del medidor instalado</p>	<p>Foto 4.139 Estado de las inmediaciones del medidor instalado</p>
	
<p>Inmediatamente aguas arriba del medidor. El nivel del agua del Río Yhú en este momento era bastante bajo.</p>	<p>Inmediatamente aguas abajo del medidor. Se cree que cuando el nivel del agua está bajo prácticamente es el volumen básico de agua subterráneo y la turbidez es baja.</p>

<p>Foto 4.140 Estado de las inmediaciones del medidor instalado</p>	<p>Foto 4.141 Estado de las inmediaciones del medidor instalado</p>
	
<p>Tomada desde el dique derecho hacia la costa opuesta</p>	<p>Estado de aguas arriba del dique derecho del medidor instalado</p>

Foto 4.142



Viendo aguas arriba del Río Yhú desde aguas abajo del dique derecho donde se ubica el medidor

(iii) Esquema de diseño de la ubicación del medidor de nivel de agua y sus accesorios

Se indicó a la empresa encargada el siguiente método de instalación subterránea a través de un caño recomendado por el USGS de Estados Unidos en el Gráfico 4.21. La torre de control (instrument shelter) que figura en el gráfico es reemplazada por la caja y reja de protección.

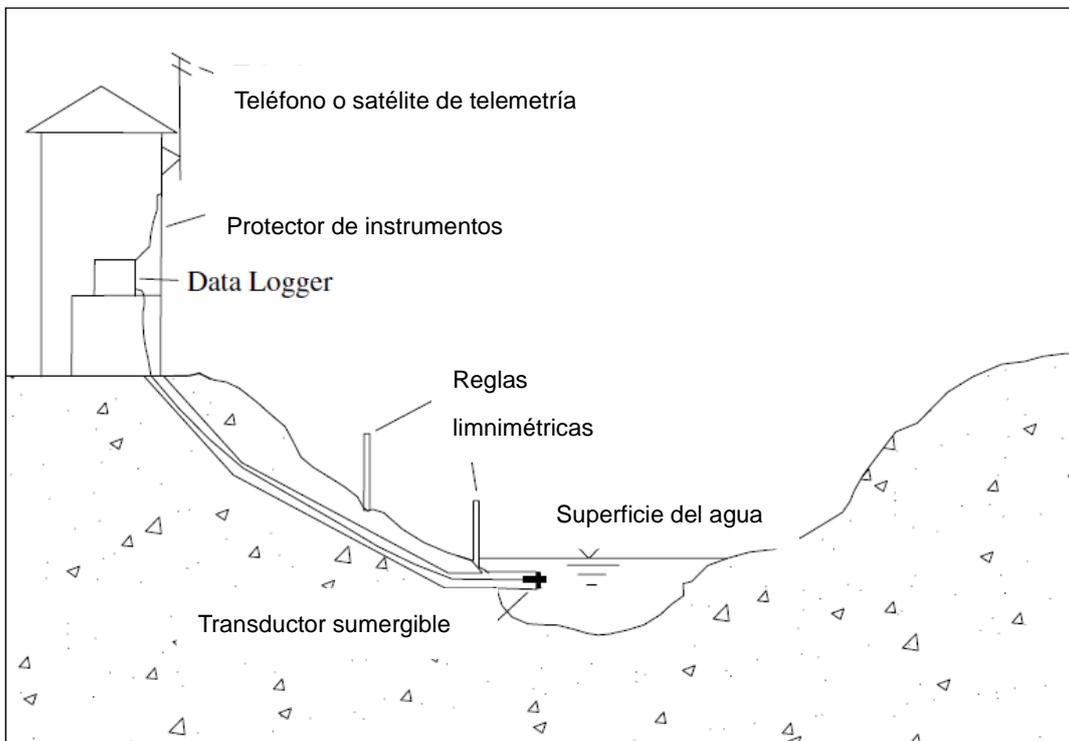


Gráfico 4.21 Esquema de diseño de la instalación del medidor de nivel de agua (Referencia 4.3)

(iv) Instrucción y supervisión de la obra de instalación

Se instruyó y supervisó la obra de la empresa encargada en la instalación del medidor de nivel de agua, caño para pasar el cable, casilla y reja de protección del datalogger, panel solar y otros accesorios.

Fotos 4.143 Estado del medidor instalado (1)	Foto 4.144 Estado del medidor instalado (2)
	
<p>Parte de la conexión del caño con el medidor que está instalado a aproximadamente 30cm del pelo de agua. En el momento de la instalación, el nivel del agua estaba casi en su caudal mínimo, por lo que se instaló de modo a que se logre medir aun en época de sequía. El caño del medidor está instalado por debajo de un peso para que pueda resistir a la fuerza de la corriente de agua.</p>	<p>El caño antes de enterrar. La profundidad del relleno es de aproximadamente 30cm.</p>

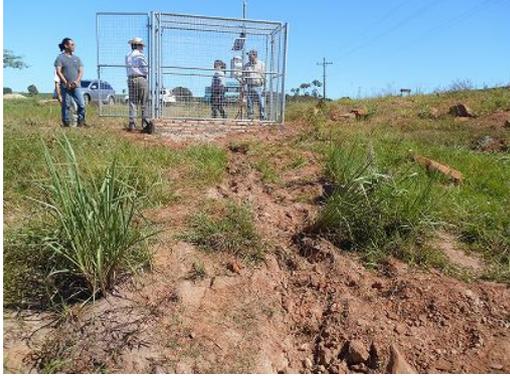
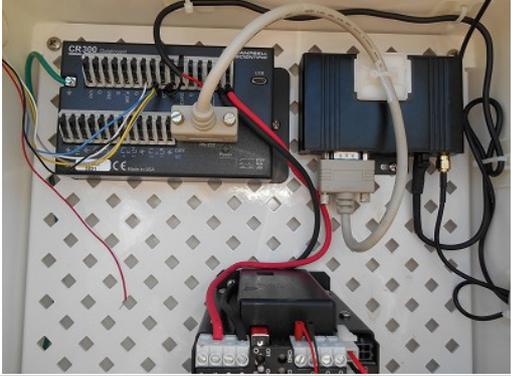
<p>Fotos 4.145 Estado del medidor instalado (3)</p>	<p>Fotos 4.146 Estado del medidor instalado (4)</p>
	
<p>Panorama del caño enterrado (por donde pasa el cable del medidor), la casilla y la reja de protección.</p>	<p>Verificación de funcionamiento del software de análisis. Se configuró de manera que los datos del nivel de agua se transmitan a la dirección FTP de la ANDE desde el datalogger a través del wifi para que el encargado de la ANDE pueda recibir constantemente los datos y verificar el funcionamiento.</p>
<p>Foto 4.147 Estado del medidor instalado (5)</p>	<p>Foto 4.148 Estado del medidor instalado (6)</p>
	
<p>Panel solar (instalado a 45° hacia el norte) como fuente de energía (DC12V) para el medidor y datalogger.</p>	<p>Estado de ubicación del datalogger, aparato de transmisión por wifi y batería en el interior de la casilla.</p>

Foto 4.149 Estado del medidor instalado (7)



Panorama de la casilla y la reja de protección. Está instalada a una altura que no puede ser alcanzado por el agua, aunque el río crezca por inundación. Por cuestiones de seguridad, la casilla y la reja están cerradas con candados.

(v) Verificación de funcionamiento general y regulación del medidor post-instalación

La verificación de funcionamiento general y la regulación del medidor post-instalación se resumen en el Cuadro 4.17.

Cuadro 4.17 Verificación de funcionamiento general y regulación del medidor post-instalación

Items de capacitación	Contenido
1. Regulación del medidor de nivel de agua post-instalación	Se realizó la regulación de la medición de nivel de agua del datalogger y la prueba de transmisión de los datos al sitio ftp de la ANDE a través del wifi y se verificó el resultado de envío de datos por la empresa encargada y la presencia de funcionarios de Topografía de la ANDE y expertos de la JICA in situ.
2. Verificación de funcionamiento general	Se realizó la verificación del funcionamiento general del sistema de medidor de nivel de agua en la oficina central de la empresa. Además, se adquirió el método de operación del LoggerNet que controla al datalogger.

(vi) Capacitación sobre mantenimiento

Cuadro 4.18 Capacitación sobre mantenimiento post-instalación

Items de capacitación	Contenido
1. Vigilancia para prevenir hurtos y vandalismos	Es necesario verificar el estado del lugar de medición de nivel de agua por lo menos una vez al mes. Verificar que el medidor, el año, la casilla de protección, panel solar, pararrayos y la reja no estén dañados o averiados.
2. Limpieza de las inmediaciones del medidor	Verificar los alrededores del medidor luego de una inundación y limpiar las ramas u obstáculos las veces que sean necesarios.

4-2-4-b Capacitación sobre el uso

Se realizó una capacitación a los funcionarios de Topografía de la ANDE sobre análisis y ajuste de datos del medidor de nivel de agua instalado, elaboración de la relación “nivel de agua – caudal” y método de estimación de partículas en suspensión, Cuadro 4.19.

Cuadro 4.19 Ítems y contenido de capacitación sobre el uso

Items de capacitación	Contenido
1) Modo de uso del data logger y software de análisis	Se realizó la capacitación a dos funcionarios de Topografía de la ANDE sobre el modo de cambio de configuración de la medición de nivel de agua y análisis de datos enviados por wifi desde el datalogger utilizando el LoggerNet (software de soporte de datalogger que la empresa productora del medidor y datalogger “Campbell Scientific” provee).
2) Modo de regulación del medidor de nivel de agua	La regulación del medidor de nivel de agua incluye los siguientes dos aspectos. <ul style="list-style-type: none"> — Configuración del nivel de agua: Es urgente la instalación de una regla limnimétrica (es un equipamiento que consta de la instalación de una estructura (poste) con una regla (escala) que resista a la presión de la corriente en caso de inundaciones y se pueda medir el nivel de agua del río a simple vista) que arroje los mismos valores que los datos de medición de agua obtenidos por el medidor de nivel de agua a presión. En la presente obra de instalación del medidor de agua no incluía la regla limnimétrica, por lo que se capacitó sobre el sentido y la importancia que la ANDE tiene que instalar en adelante. — Modificación de la frecuencia de medición: Actualmente se mide 2 veces al día y se extrae el promedio. Se capacitó sobre el modo de modificación de la frecuencia de medición de nivel de agua de manera remota a través del

	<p>LoggerNet, para los casos que se necesite medir los datos del nivel de agua por hora, en caso de inundaciones. En el caso de la cuenca de los afluentes del lago Yguazú, se cree que por momento es suficiente medir dos veces al día ya que no existen reportes de perjuicios de inundaciones.</p>
<p>3) Elaboración de plano de sección transversal del río, medición de caudal y curva de “nivel de agua – caudal”.</p>	<p>En cuanto a la elaboración del plano de sección transversal de los ríos, medición de caudal y la curva “nivel de agua-caudal”, se realizó una capacitación a los dos funcionarios de la sección de hidrología y suelo del Departamento de Topografía de la ANDE, utilizando manuales técnicos existentes (español) que se mencionan a continuación.</p> <p>Dos manuales técnicos existentes (ambos en español)</p> <ul style="list-style-type: none"> — Manual Básico para Medir Caudales, FONAG, 2006 (Ecuador) — Curso de “Aforadores de corrientes de agua”, INTA-EEA Santiago del Estero, Argentina, 2008
<p>4) Método de muestreo y medición de partículas en suspensión</p>	<p>En cuanto al método de muestreo y medición de las partículas en suspensión, se realizó una capacitación a los dos funcionarios de la sección de hidrología y suelo del Departamento de Topografía de la ANDE, utilizando el manual técnico existente (portugués) al igual que el punto 3).</p> <p>Un manual técnico preexistente (versión en portugués e inglés)</p> <ul style="list-style-type: none"> — CARVALHO, N.O; FILIZOLA JÚNIOR, N.P; SANTOS, P.M.C; LIMA, J.E.F.W. <i>Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios</i>. Brasília: ANEEL. 2000. 140p. — BRAZILIAN ELECTRICITY REGULATORY AGENCY - ANEEL Hydrological Studies and Information Department - SIH RESERVOIR SEDIMENTATION ASSESSMENT GUIDELINE
<p>5) Método de estimación de la relación “caudal – partículas en suspensión”</p>	<p>Igual al punto 4).</p>
<p>6) Estimación anual de sedimentos</p>	<p>Igual al punto 4).</p>

4-2-4-c Actividades que la ANDE deberá continuar realizando

(i) Creación de un sistema de observación del nivel de agua del río Yhú

Es urgente establecer el sistema de mantenimiento de la instalación de observación y el medidor de nivel de agua. Es necesario definir los detalles en cuanto a los roles del Departamento de Gestión de las Cuencas Hidricas y Topografía.

(ii) Instalación de medidor de nivel de agua en los tres ríos afluentes

Los principales afluentes del lago Yguazú son el río Yguazú, Yhú, Yukyry y Monday Mí. Tal como se menciona en el Plan de Gestión de la Cuenca Hidrográfica, para lograr la gestión es necesario instalar también el medidor de nivel de agua en los otros tres ríos aparte de Yhú. Por lo tanto, se recomienda a la ANDE la instalación de los equipos en la brevedad posible.

4-2-5 Áreas críticas identificadas por los estudios de campo

Las áreas críticas fueron detectadas por medio de estudios de campo. El Cuadro 4.20 describe las áreas problemáticas y las soluciones potenciales en las orillas del Lago Yguazú.

Cuadro 4.20 Áreas críticas identificadas por los estudios

Ubicación del Problema	Descripción del Problema	Soluciones Potenciales
(1) Pérdida de la franja de protección ribereña forestal		
a) Propiedades de ANDE	Pérdida de la franja de protección ribereña forestal alrededor de las orillas del lago en terrenos propiedad de la ANDE	En base a la Ley Forestal Nro. 422/73 y el Decreto Presidencial Nro. 18831/86, ANDE debe instalar una franja de protección parcial como se indica: 1) Longitud de la franja de protección: 130km en adición al bosque primitivo existente de 110km (longitud total de 240km) 2) Área objetivo: 1.300ha (ancho de la franja de protección: 100m)
	Estudio incompleto para determinar la línea divisoria en la cota 223,5m entre la ANDE y las propiedades privadas a lo largo del perímetro de la orilla del lago	Ejecución del estudio e instalación de mojones a lo largo de la orilla del lago.
b) Propiedades privadas que no pertenecen a ANDE	Pérdida de la franja de protección ribereña forestal alrededor de las orillas del lago en terrenos de propiedad privada	El perímetro total del lago es de alrededor de 800km. Por lo tanto, 560km (800km – 240km) de orillas en tierra en manos privadas debe también contar con una franja de protección ribereña forestal en base al mismo procedimiento de ANDE.
	Estudio incompleto para determinar la línea divisoria en la cota 223,5m entre la ANDE y las propiedades privadas a lo largo del perímetro de la orilla del lago	Ejecución del estudio e instalación de mojones a lo largo de la orilla del lago.
(2) Erosión de las orillas por acción de las olas		
a) Propiedades de la ANDE	Erosión de las orillas por acción de las olas	Estabilización de las orillas del lago por medio de la implantación de vegetación ribereña

b) Propiedades privadas que no pertenecen a la ANDE	Erosión de las orillas por acción de las olas	Establecimiento oficial de estaciones temporales de erosión instaladas en cinco ciudades y medición continua de la erosión Estabilización de las orillas del lago por medio de la implantación de vegetación ribereña
---	---	--

4-3 Disminución de bosques en la cuenca

La cuenca del Lago Yguazú estuvo cubierta de bosques décadas pasadas, pero en los últimos años, el área boscosa se va reduciendo más a causa de la expansión de tierras agrícolas y ganaderas, por ende, las funciones de las franjas protectoras y los bosques también disminuyen ante dicha situación, originando problemas de erosión en la superficie del suelo, aporte excesivo de nutrientes y contaminantes a los ríos y lagos.

En esta situación, el Capítulo III explica la importancia de instalar una nueva franja de protección ribereña conformada de una zona donde se produzcan plantas acuáticas, una zona húmeda donde se producen plantas de humedales y una zona forestal ocupada desde árboles bajos hasta altos.

Entre estas zonas, el equipo de recuperación de bosque se ha concentrado en la formación de la zona forestal. Para ello, se han realizado varios estudios a campo referentes a las técnicas para la recuperación forestal y conservación de suelo. Asimismo, se analizaron y ejecutaron los métodos de transferencia de conocimiento a los habitantes.

4-3-1 Estudio a campo para la recuperación forestal

Para avanzar con la recuperación de bosques, el equipo encargado ha instalado un vivero forestal para producir plantines de especies nativas, a fin de impulsar la reforestación en propiedades de la ANDE y grandes productores afectados por la cuenca del Lago Yguazú. Asimismo, se han recolectado datos de medición de crecimiento de distintas especies arbóreas a fin de presentar una propuesta de metodología de reforestación.

4-3-1-a Vivero

Si bien la ANDE cuenta con un vivero en Asunción, se ha optado por instalar un nuevo vivero en el predio de la ANDE ubicado en el predio de la presa Yguazú, en una superficie de aproximadamente 300 m², debido a que la mayoría de las localidades afectadas por el Lago Yguazú se encuentran a 5 u 8 hs en vehículo desde la capital del país.

El vivero fue instalado para utilizar de acuerdo a los siguientes tres objetivos.

- Proveer plantines para reforestar las propiedades de la ANDE
- Proveer plantines a las comunidades y escuelas de la cuenca a través de la Plataforma Municipal
- Utilizar para las capacitaciones y difusión de técnicas de conservación de suelo

En el año 2016, hubo una producción aproximada de 4.000 plantines de 20 especies nativas. Asimismo, en el vivero se cuenta con media sombra (250 m²), sistema de riego, depósito, un galpón para preparar el abono orgánico “bokashi” y un horno rústico para la extracción del ácido piroleñoso (capacidad de 100 litros por vez).

El abono orgánico “Bokashi” es una herramienta útil para la producción de plantines de calidad e impulsar la agroforestería y agricultura sostenible, mientras que el ácido piroleñoso se utiliza para controlar las plagas y enfermedades. Las leñas necesarias para las elaboraciones del ácido piroleñoso se obtienen del bosque mixto de especies nativas y eucaliptos. Esta última especie es utilizada para la leña.

De esta manera, al formar un paquete tecnológico que enlaza las actividades individuales facilita la comprensión del objetivo de cada una de ellas. Para difundir el paquete se realizaron capacitaciones técnicas de conservación de suelo, aprovechando la infraestructura instalada en el vivero (ver detalle en el apartado 4-3-3-a).

Asimismo, las 0,2 ha de muestra de agroforestería (Sistema Taungya) en la cual se cultivan maíz, y mandioca en forma lineal entre los árboles de especies nativas (plantado en julio del 2016) y las 0,3 ha de muestra de reforestación mixta de especies nativas y eucaliptos que están ubicados a los costados del vivero, Cuadro 4.21, son utilizadas también en las capacitaciones.

4-3-1-b Recuperación de bosques en predios de la ANDE

Tal como se observa en el Cuadro 4.21, como proyecto de reforestación piloto se plantaron 3.278 plantines de 42 especies nativas en seis lugares diferentes dentro de predios de la ANDE en una superficie de 3,2 has.

Es muy importante la limpieza periódica de las zonas reforestadas, por los menos los primeros 2 ó 3

años, debido a que en muchas zonas de la cuenca del Lago Yguazú crecen malezas que superan rápidamente los 2m, en especial en el primer año de la plantación. Al omitir la limpieza en esta etapa dificulta encontrar los plantines plantados, además de aumentar el riesgo de cortarlos por error como malezas en el momento del mantenimiento.

Asimismo, tal como se menciona en el apartado 4-3-1-a, las dos parcelas instaladas en el vivero de la ANDE son utilizadas como muestra con distintos objetivos. Por otro lado, en la parcela reforestada en octubre de 2016 ubicada en la compañía Tacuaró del distrito de Juan E. O`Leary, se plantaron plantines de Yerba Mate entre los árboles de naranja existentes para utilizarla como modelo de sistema de agroforestería (cultivos perennes bajo sombra).

Cuadro 4.21 Resultados. Reforestación en predios de ANDE

Distrito	J.E. O`Leary	Yguazú	J.E. O`Leary	Yguazú	Yguazú	Yguazú
Lugar	-	Dentro del predio del vivero	Tacuaró	Km60	Km39	Dentro del predio del vivero
Mes/año de la reforestación	Ago/2015	Jul/2016	Oct/2016	Oct/2016	Oct/2016	Abril y Mayo de 2017
Superficie de la reforestación	0,5ha	0,2ha	1ha	0,2ha	1ha	0,3ha
Número de plantas	390	230	1.000	300	938	420
Especies	18 especies	11 especies	5 especies	6 especies	6 especies	27 種

Se reportó la existencia de contaminación en la vera del Río Yhú (un caso particular de eutrofización) en una entrevista realizada a lugareños de la Colonia Bergthal. Sin embargo, hasta el momento no se han obtenido datos que comprueben la existencia de contaminación en el lago.

4-3-1-c Recuperación de bosques en propiedades de los grandes productores

Con la colaboración de los grandes productores se realizaron reforestaciones dentro de sus propiedades. En este caso se llevó a cabo un proyecto piloto que consistió en la reforestación mixta de los lugares seleccionados intercalando especies forestales nativas con especies exóticas, para el caso se utilizaron eucaliptos clonados por su mejor desarrollo.

Tal como se observa en el Cuadro 4.22, se emplearon 5.091 plantines de aproximadamente 20 especies nativas en cinco lugares diferentes, alcanzando una superficie de 5,6 ha como un sistema de reforestación para la recuperación de bosques protectores.

Asimismo, se han recolectado datos de crecimiento de árboles de las 4 parcelas mixtas, pero dos de

ellas han tenido una pérdida notoria de plantines, como consecuencia de la demora en iniciar las limpiezas y cortarlas por error.

Por otro lado, en cuanto a los lugares con suelos más húmedos que existen en algunas zonas, es necesario seleccionar las especies aptas para este tipo de suelo tal como se recomienda en el apartado 4-3-2 “Lineamiento de reforestación y recomposición de los bosques protectores en predios de ANDE que lindan con el Lago Yguazú”.

Cuadro 4.22 Resultados. Reforestación en propiedades de grandes productores

Propiedad	Sr. Sato	Sr. Fukui	Sr. Friesen	Sr. Krajn	Sr. Silvera/Rubio
Distrito	Yguazú	Yguazú	J.E. Estigarribia	J.E. Estigarribia	Mcal. López
Comunidad	Yguazu	Yguazu	Bergthal	Bergthal	Mcal. López
Mes/año de reforestación	Ago/2014	Ago/2014	Ago/2014	Oct/2016	Jul/2016
Superficie reforestada	1,1 ha	1,1 ha	1,2 ha	1,2ha	1ha
Número de plantas	1.198	643	750	1.360	250/890
Tipo	Mixta	Mixta	Mixta	Mixta	Nativa
Características	Ambas especies (nativas y exóticas) tuvieron buen desarrollo.	Se plantaron especies nativas en medio del eucaliptal. El retraso en la limpieza ocasionó la pérdida de algunos árboles por cortarlas por error.	El crecimiento es más lento por el suelo arenoso. El retraso en la limpieza ocasionó la pérdida de algunos árboles por cortarlas por error.	Reforestación en la orilla del lago, parte de la zona cultivable cedida. Es necesario monitorear el crecimiento ya que es una zona arenosa.	Reforestación en las orillas del lago frente al vivero de la ANDE.

4-3-1-d Análisis de los datos recolectados en las parcelas mixtas

La reforestación mixta de especies nativas y eucaliptos (que tienen un crecimiento rápido) es un sistema de plantación que se propone, teniendo en cuenta que esta última no sólo puede proteger a la primera de un clima severo como vientos fuertes, sino que, una vez que cumpla sus funciones sobre las nativas, podrían ser aprovechadas por el propietario ya sea para obtener madera y leña; de esta forma se creará con el tiempo, una franja de bosque nativo que proteja las aguas del lago Yguazú.

Para explicar científicamente la posibilidad de optar por este método, se midieron y analizaron continuamente el crecimiento de los árboles plantados. Como ejemplo se detalla el estudio de una de las parcelas experimentales realizadas:

- **Lugar:** propiedad del Sr. Sato de la ciudad de Yguazú
- **Mes y año de ejecución:** agosto del 2017

- **Superficie:** 1ha
 - **Especies:** eucaliptos clonados y 17 especies forestales nativas
 - **Método:** se plantaron linealmente eucaliptos y especies nativas. La distancia entre árboles y filas es de 3m x 3m
- Observación:al lado de la parcela experimental, se realizó una reforestación sólo con especies nativas, la cual sirvió de testigo**

Los datos de crecimiento de árboles por especie de aproximadamente 2 años, se muestra en el Gráfico 4.22. Como resultado, el eucalipto tiene un crecimiento de altura promedio de 9 m en aproximadamente 2 años y 15 a 20 cm de diámetro del tallo, siendo posible su aprovechamiento como leña en esa etapa. Por su lado, las especies nativas tuvieron un crecimiento de altura promedio de 2 a 4 m en aproximadamente 2 años, aunque se observan variaciones entre un árbol y otro, se puede considerar que ha tenido un buen crecimiento.

Además, conforme a los datos comparados de ambas parcelas (experimental y testigo) obtenidos de la parcela testigo, las especies nativas de la parcela mixta han tenido mayor crecimiento. A pesar de que no es posible asegurar por la poca cantidad de datos obtenidos, se espera que para la recuperación de bosques de especies y por todas las ventajas que ofrece este sistema de plantación sea preferible recomendar dicho método a los diferentes productores cuyos terrenos lindan con el lago.

De todas maneras, por lo menos en la etapa inicial, no se observan perjuicios de los eucaliptos a las especies nativas, al contrario, algunas especies nativas aumentan su crecimiento gracias al eucalipto. Asimismo, actualmente éstos han crecido cerca de 10 m y la presión entre filas ha empezado a afectar el crecimiento del tallo de las especies nativas. En adelante, es necesario cortar los eucaliptos y acelerar el crecimiento diametral de las nativas, además de renovar los brotes de los eucaliptos. También, sería conveniente continuar con la recolección de datos de crecimiento, a fin de contar con más antecedentes técnicos y obtener un estudio de campo pormenorizado, el cual será una herramienta valiosa para las actividades que se llevan a cabo en el marco de la gestión de la cuenca.

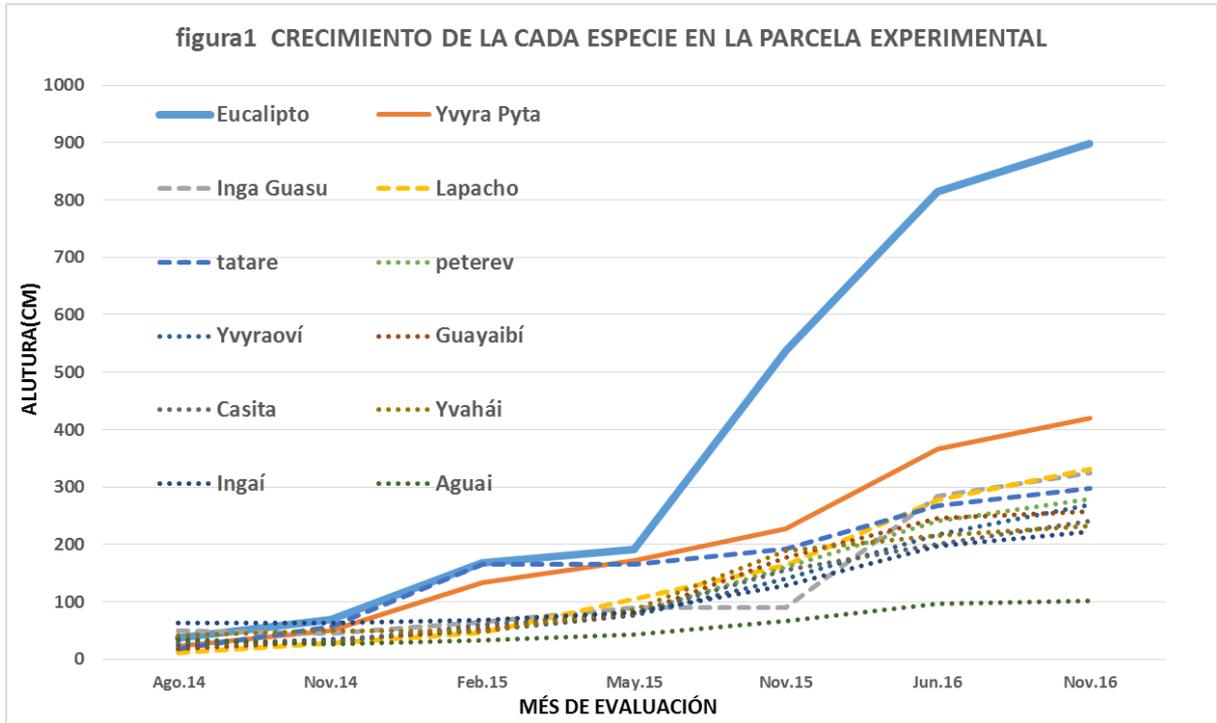


Gráfico 4.22 Evolución de crecimiento por especie en parcela experimental mixta

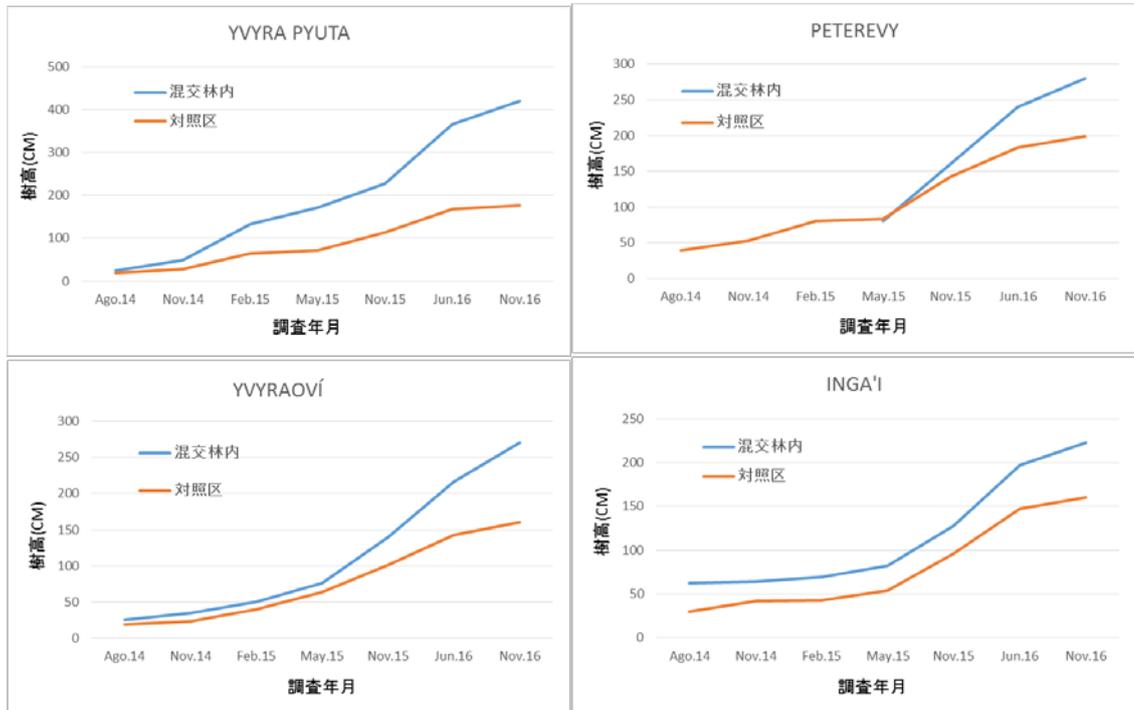


Gráfico 4.23 Evolución de crecimiento por subparcelas en parcela mixta (para 4 especies nativas)

4-3-2 Lineamiento para la recuperación de bosques

Tomando como base las actividades realizadas en el apartado 4-3-1, se elaboró el “Lineamiento de reforestación y recomposición de los bosques protectores en predios de ANDE que lindan con el Lago Yguazú” (ver documento adjunto). Esta guía no se limita sólo a ser ejecutados en parcelas de ANDE, sino también en propiedades privadas.

En este documento aparecen los siguientes puntos.

- **Objetivo**
- **Contexto general de las propiedades de la ANDE que lindan con la cuenca del lago Yguazú**
- Se explica la situación real sobre los predios pertenecientes a la ANDE, y las estrategias empleadas a nivel institucional para la identificación digital e in situ de los mismos para seleccionar aquellos que reúnan las condiciones para ser reforestados **Manejo adecuado del suelo (sistema de reforestación)**
Se explica el método convencional de reforestación de árboles nativos y el método de reforestación mixta de especies nativas y exóticas, sobre la base de los datos obtenidos en el apartado 4-3-1-d
- **Especies forestales nativas recomendadas**
Se presentan las 25 especies recomendables para la reforestación de la cuenca del lago Yguazú (incluyendo las especies aptas para zonas húmedas)
- **Plan de trabajo**
Debido a que los predios pertenecientes a la ANDE no están claramente identificados aun y que no se cuenta con el presupuesto suficiente para estas actividades, se ha calculado hipotéticamente el costo de la reforestación por ha en forma anual, a fin de planificar la plantación y limpieza de 3 ha. Asimismo, se planificó la producción de plantines necesarios para ello.
- **Costo**
Se estima el costo necesario para reforestar 3 ha al año.
- **Método de evaluación**
Para la evaluación y monitoreo se utilizará el plan de recuperación de bosques (corto plazo) e informe de resultados que el equipo de recuperación de bosques elabora anualmente.

4-3-3 Consideración de método de transferencia de conocimiento y técnica para la recuperación del bosque

El equipo de recuperación de bosques ha realizado charlas sobre el medio ambiente y actividades de arborización con los miembros de la Plataforma Municipal y estudiantes a fin de transferir conocimientos y técnicas a los pobladores de la zona en cuanto a las actividades realizadas en los puntos 4-3-1 y 4-3-2.

4-3-3-a Capacitación sobre técnicas de conservación de suelo

Se realizaron capacitaciones sobre técnicas de conservación de suelo para los miembros de la Plataforma Municipal de dos municipios, Juan León. Mallorquín y José. D. Ocampos.

Para el desarrollo de las capacitaciones se elaboró un material denominado “Manual Técnico para el Uso Adecuado del Suelo en la Cuenca Hidrográfica del Lago Yguazú”. Este documento contiene 6 temas relacionados entre sí que, por su alto contenido de imágenes y fotos, facilitan su aprendizaje y su aplicación en el campo

Cuadro 4.23 Resultados. Capacitación sobre técnicas de conservación de suelo

Municipio	Dr. J. L. Mallorquín	J. D. Ocampos
Fecha	2017.4.26 - 27	2017.5.24 - 25
Participantes	18 participantes	20 participantes
Lugar	Vivero de la ANDE ubicado en el predio de la Presa de Yguazú	
Contenido	<p>Capacitación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vivero forestal: instalación de un vivero y producción de plantines - Abono orgánico “bokashi”: materiales necesarios y método de elaboración - Ácido piroleñoso: construcción del horno y la extracción del líquido - Recuperación del bosque: recuperación a través de especies nativas y la reforestación mixta - Agroforestería: ventajas y cuidados en la combinación de árboles y cultivos. - Agricultura sostenible: uso de abonos verdes y rotación de cultivos <p>Prácticas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bokashi: mezcla de materiales, control de humedad, remoción periódica luego de la fermentación - Ácido piroleñoso: observación de cómo colocar las leñas en el horno, encender el fuego y extraer el líquido - Recuperación del bosque: instalación de la reforestación modelo (plantación en filas de las especies nativas y especies exóticas) 	

4-3-3-b Charlas educativas sobre el medio ambiente y actividades de reforestación con los estudiantes

Tal como se observa en la siguiente tabla, se realizaron 6 charlas educativas sobre el medio ambiente y actividades de reforestación dirigido a aproximadamente 500 estudiantes de 3 ciudades. En las charlas se explicó el motivo por el cual la ANDE, una empresa pública de electricidad, realiza reforestaciones y actividades de conservación de la cuenca del Lago Yguazú, además del cambio de los bosques y árboles que se observa en el Paraguay realizan una comparación del pasado y el presente.

En las actividades de reforestación se explicó el método y luego se plantaron especies nativas.

Cuadro 4.24 Charlas educativas y actividades de reforestación

Fecha	Municipalidad	Participantes	Superficie reforestada	Cantidad de plantas utilizadas
2015/8/18-20	Minga Guazú (primaria, secundaria, club de fútbol)	128	1,0ha	1.080
2015/10/7	Yguazú (primaria)	134	0,1ha	150
2016/6/15	Mcal. López (secundaria)	40	-	200
2016/6/16	Mcal. López (secundaria)	60	-	
2016/7/7	Yguazú y Minga Guazú (primaria)	80	0,2ha	230
2016/8/23	Mcal. López	46	-	20

4-3-4 Problemas de las actividades realizadas a modo experimental y los lineamientos a seguir

En el Cuadro 4.25 se resumen los problemas encontrados en las actividades de recuperación del bosque y los lineamientos a seguir.

**Cuadro 4.25 Problemas de las actividades realizadas
a modo experimental y los lineamientos a seguir**

Actividades realizadas	Dificultades	Lineamientos a seguir
(1) Reforestación		
a) Vivero	Falta de plantines de buena calidad	Producción de plantines de calidad utilizando Bokashi y ácido piroleñoso (vinagre de carbón)
	Mantenimiento de la instalación	Mantenimiento no sólo de la infraestructura del vivero, sino también las parcelas modelo (cuidado de los plantines, limpieza, cuidado de las herramientas, etc.) para la producción de plantines y para las capacitaciones.
b) Reforestación en la propiedad de la ANDE	identificación de las propiedades de la ANDE	Es necesario fortalecer la coordinación con el Dpto. de Topografía para avanzar con la identificación y ubicación de las propiedades de la ANDE y promover la reforestación de las propiedades de la ANDE.
	Continuidad de la limpieza	Realizar la limpieza (desmalezar) de lugar reforestado 3 a 4 veces al año los primeros 2 a 3 años de haber plantado.
c) Reforestación en las propiedades de los grandes productores	Poco involucramiento de los productores para la reforestación	Buscar mecanismos para captar el interés de las personas para realizar trabajos de reforestación en las propiedades privadas., con el apoyo de la Plataforma Municipal
	Continuidad de la limpieza	Instruir sobre la necesidad de realizar trabajos de limpieza
d) Recolección de datos de crecimiento de los árboles y su estudio científico	Falta de datos existentes (Propiedad del Sr. Sato y el Sr. Krajn)	Recolectar continuamente los datos existentes y tabular.
	Falta de datos sobre manejo de	Aprovechamiento de los eucaliptos

	rebrote del eucalipto	bajo acuerdo con los propietarios para un manejo adecuado de los árboles tomar los datos y tabular.
(2) Consideración del método de transferencia de conocimientos y técnicas para la reforestación.		
a) Capacitación sobre técnicas de conservación de suelo	Escasa participación	Aumentar la cantidad de los participantes con el apoyo de la Plataforma Municipal. Enriquecer los temas de la capacitación Realizar las capacitaciones de manera continua.
b) Charlas educativas sobre el medio ambiente y actividades de reforestación para los estudiantes	Escasa participación.	Aumentar la participación de los estudiantes a través de los docentes, con el apoyo de las Plataformas Municipales.

4-4 Contaminación

En las entrevistas realizadas en Bergthal, en las cercanías de la ensenada del Río Yhú, se obtuvieron informaciones sobre la contaminación del agua del lago, especialmente la aparición excesiva de nutrientes. Sin embargo, hasta la fecha no se ha obtenido datos que indiquen la contaminación en el lago.

Las áreas problemáticas fueron detectadas en forma preliminar a través de entrevistas en la evaluación de los sitios. La siguiente tabla (Tabla 4.26) describe las áreas problemáticas y soluciones potenciales para las orillas del lago.

Cuadro 4.26 Áreas Problemáticas Identificadas por los Estudios

Ubicación del Problema	Descripción del Problema	Soluciones Potenciales
(1) Contaminación		
a) J. E. Estigarribia (Bergthal en particular)	Información no confirmada de la existencia de contaminación reportada por algunos residentes en la zona de Bergthal. Se observó temporalmente un incidente de eutrofización con proliferación de algas y malezas acuáticas cerca de la ensenada del Río Yhú y el curso principal del Río Yguazú. No se identificó la fuente de contaminación.	Muestreo regular y análisis de la calidad del agua para: a) El agua del lago b) El agua de los ríos c) Agua subterránea de algún pozo profundo Mapeo de fuentes puntuales de contaminación tales como granjas de producción animal y agroindustrias con herramientas SIG.
b) Otras áreas a lo largo del lago y los ríos	No se ha reportado ninguna información ni datos de contaminación en el pasado	Muestreo regular y análisis de la calidad del agua para: a) El agua del lago b) El agua de los ríos c) Agua subterránea de algún pozo profundo Mapeo de fuentes puntuales de contaminación tales como granjas de producción animal y agroindustrias con herramientas SIG.

4-5 Falta de conciencia de los pobladores

Para atender el problema de falta de concienciación de los pobladores, mencionado en el apartado 3-5, el Proyecto ha realizado la siguiente actividad de manera experimental. Esta actividad tiene el objetivo de atender los problemas de “Falta de conciencia de los pobladores sobre la conservación de la cuenca” y “Falta de política de las municipalidades”. Como resultado, se ha demostrado la posibilidad de solucionar los problemas a través del establecimiento de una Plataforma Municipal.

4-5-1 Establecimiento de la Plataforma Municipal

Debido a que la mayoría de las propiedades afectadas por la cuenca del Lago Yguazú es son privadas, la participación voluntaria de los pobladores es indispensable para la realización de las actividades de conservación de la cuenca. Como un proyecto a preparar esta estructura, se ha propuesto “el establecimiento de la Plataforma Municipal (en adelante PM)” para crear un espacio donde la municipalidad, los representantes de los pobladores y otras instituciones relacionadas puedan discutir, formular un plan de actividades e implementar. Debido a que una Plataforma Municipal debe ser manejada de manera participativa y, tanto para los pobladores encargados de ejecutar y para la ANDE que debe apoyar, era una experiencia nueva, primeramente se crearon las plataformas municipales en las dos ciudades modelo (J.L. Mallorquín y R.A. Oviedo) y luego, se formaron en las otras tres ciudades (J.D.Ocampos, Yguazú y Mariscal López) a modo de verificación. Se espera que el método más adecuado creado a través de las actividades experimentales realizadas en las cinco ciudades mencionadas anteriormente se replique en todas las 16 ciudades que lindan con la cuenca.

Seguidamente en el Cuadro 4.27 se resumen los pasos para el establecimiento de la Plataforma Municipal.

Cuadro 4.27 Procedimiento para el establecimiento de una Plataforma Municipal

Etapa de preparación	<ul style="list-style-type: none"> - Visitar al intendente para explicar la idea de establecer la Plataforma Municipal y verificar su idea. - Realizar talleres para el establecimiento de la Plataforma Municipal y confirmar la fecha de los talleres. - Solicitar al intendente la invitación a los representantes de los pobladores y a las personas relacionadas a la conservación de la cuenca (medio ambiente) para participar en los talleres.
Taller 1	<ul style="list-style-type: none"> - Confirmar la situación actual del Lago Yguazú e identificar posibles problemas. <ul style="list-style-type: none"> ● Solicitar a los participantes que escriban “lo que saben sobre el lago Yguazú”, “qué es el lago Yguazú para mí” y “qué creo que se puede hacer para conservar la cuenca del lago Yguazú” y verificar. ● Dependiendo del caso puede dividir el taller en dos partes.
Taller 2	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborar el Plan Operativo para la conservación de la cuenca <ul style="list-style-type: none"> ● Compartir con los participantes el trabajo de elaborar el Plan Operativo de manera participativa transcribiendo en Excel las opiniones de los participantes escritos en papel sulfito.
Taller 3	<ul style="list-style-type: none"> - Seleccionar la actividad que se realizará primero - Definir los puntos concretos sobre la primera actividad (fecha, lugar, distribución de roles, modo de aviso).

Posteriormente, se ha formado un grupo provisorio entre las personas que participaron en el taller de establecimiento de la Plataforma Municipal y trabajaron sobre la base del plan elaborado. El Plan Operativo para las actividades de manejo de la cuenca elaborado en el Taller 2 es como el Cuadro 4.28.

Cuadro 4.28 Plan Operativo de las actividades de manejo de la cuenca de la Plataforma Municipal de la ciudad de Mallorquín (2016)

		2016					
		Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Actividades para desarrollar para la Conservación de la Cuenca del Lago Yguazú(borrador) (11/5/2016)							
1. Reforestación							
1-1	Proceso de reforestación						
	1) Solicitar a INFONA o SEAM para darnos las charlas						
	2) Recibir la capacitación						
	3) Planificar (espacio físico, tener plantas, recursos económico, organizarse, tener la voluntad)						
	4) Reforestar						
	5) Elaborar el registro del área reforestado						
2. Concientización (Educación Ambiental)							
Tema: Conservación de la cuenca, basura, Leyes relacionado, ordenanza ambiental, etc							
2-1	Con los niños/jovenes						
	1) Buscar a los instructores (Municipalidad, SEAM)						
	2) Programar las charlas con los docentes (dividir en 3 grupos por el área)						
	3) Realizar las charlas con los docentes						
	4) Los docentes les dan las charlas con los estudiantes en 35 escuelas						
	5) Elaborar el registro de las charlas						
2-2	Con los adultos						
	1) Buscar a los instructores (Municipalidad, SEAM)						
	2) Programar con las organizaciones						
	3) Realizar las charlas						
	4) Programar con las comisiones						
	5) Realizar las charlas						
	6) Elaborar el registro de las charlas						
3. Cumplimiento de las Leyes							
3-1	Gestión comunitaria						
	1) Promover el cumplimiento de las leyes en los ciudadanos						
3-2	Denuncia a las instituciones relacionados						
	1) Investigar						
	2) Elaborar la denuncia						
	3) Enviar						
4. Uso racional de recursos naturales							
4-1	Aplicación de las técnicas sostenibles en el área de la agricultura						
	1) Recibir el servicio de MAG sobre el agricultura sostenible (3 técnicos)						
	2) Poner la barreras, cortina ambiental						
4-2	Mejor uso del agua						
	1) Concientización (incluir el tema del mejor uso de agua 2-1,2-2)						
5. Basura							
5-1	Desminuir la cantidad de basura						
	1) Concientización (incluir el tema de la basura 2-1,2-2)						
5-2	Mejor uso del relleno sanitario						
	1) Analizar la situación						
	2) Presupuestar en el presupuesto de municipalidad						
6. Control de efluentes cloacales							
6-1	1) Presupuestar en futuro						

4-5-1-a Dr. J. L. Mallorquín

Entre el 2014 y el 2016 se estableció la Plataforma Municipal siguiendo los pasos del Cuadro 4.27. Los miembros provisorios son los funcionarios de la municipalidad, el MAG, representantes de los pobladores, asesor de medio ambiente, entre otros, un total aproximado de 15 personas.

Asimismo, mientras se elaboraba el Plan de Gestión de la Cuenca, en esta municipalidad se encontraban elaborando también el plan de medio ambiente para el Plan de Desarrollo Municipal. Posteriormente, se ha confirmado que en dicho Plan fue incluido lo elaborado en la Plataforma Municipal. La ciudad de Mallorquín ha formado su Plataforma Municipal de manera provisoria y se realizaron varias actividades.



Foto 4.150 Un día de taller de PM de Dr.J.L.Mallorquín

4-5-1-b R.A. Oviedo

En un principio, en la ciudad de R.A. Oviedo se había establecido la Plataforma Municipal provisoria al igual que la ciudad de Mallorquín desde el 2014 hasta junio del 2016. Habían elaborado el Plan Operativo de las actividades de conservación de la cuenca y esto había sido aplicado también en el Plan de Desarrollo Municipal. Sin embargo, debido a la insuficiente preparación de las actividades de la conservación de la cuenca y la repentina disminución de los participantes, la Plataforma tuvo que reconstituirse por segunda vez en noviembre de 2016 con nuevos miembros y por tercera vez en mayo del 2017. Uno de los factores por el cual en R.A.Oviedo no se ha logrado consolidar la conformación podría ser que esta ciudad está ubicada a 35km de la ruta nacional y tanto el ambiente como la historia es muy distinta a otras ciudades. Con esta experiencia, se ha aprendido que para cada ciudad se debe trabajar de diferente manera.



Foto 4.151 Identificación de problemas en el Taller de PM de R.A.Oviedo

4-5-1-c J.D. Ocampos

En agosto del 2016, se realizaron cuatro talleres para la conformación de la Plataforma Municipal de J.D.Ocampos. Se logró establecer una Plataforma provisoria y realizar las actividades de conservación de la cuenca. La característica de esta ciudad es que los pobladores cuentan con experiencias de haber trabajado en proyectos de cooperación internacional y están acostumbrados a trabajar voluntariamente. Durante la realización de las actividades de conservación de la cuenca, se logró la comprensión del significado de la Plataforma Municipal y hoy en día siguen las actividades con grandes cambios en los miembros.



**Foto 4.152 Un día de taller de
PM de J.D.Ocampos**

4.5.1.d Yguazú

En agosto del 2016, se realizaron cuatro talleres para la conformación de la Plataforma Municipal de Yguazú. Se logró establecer una Plataforma provisoria y realizar las actividades de conservación de la cuenca. La característica de esta ciudad es la participación activa del intendente y la Plataforma es muy unida. Se considera suficiente con un apoyo indirecto. Durante la realización de las actividades de conservación de la cuenca, se logró la comprensión del significado de la Plataforma Municipal y hoy en día siguen las actividades con grandes cambios en los miembros.



**Foto 4.153 Un día de taller de
PM de Yguazú**

4.5.1.e Mariscal López

En agosto del 2016, se realizaron cuatro talleres para la conformación de la Plataforma Municipal. Se logró establecer una Plataforma provisoria y realizar las actividades de conservación de la cuenca. Sin embargo, no se llegó a realizar las actividades y en mayo del 2017 se decidió reiniciar desde la elaboración del Plan Operativo. Una de las características de la zona es la gran cantidad de grandes agricultores.



**Foto 4.154 Un día de taller de
PM de Mariscal López**

4-5-2 Implementación de las actividades de la Plataforma Municipal

4-5-2-a Elaboración del Programa de Conservación de la Cuenca

En la Plataforma Municipal se solicitan las medidas de mejora contra la falta de informaciones y educación sobre el medio ambiente en las comunidades.

Para impulsar la conservación de la cuenca es indispensable comprender, en primer lugar, la importancia de la conservación de la cuenca, reducir la carga que produce la vida de los habitantes al medio ambiente, es decir, cambiar de actitud. Y, justamente, uno de los factores que produce el cambio de actitud es la educación ambiental. Es importante ofrecer oportunidades de educación ambiental a todos por igual, sin importar la edad. La educación ambiental afecta enormemente a la conservación de la cuenca de la futura generación.

Asimismo, otro rol de la promoción del cambio de actitud es la de difundir con más periodicidad sobre la conservación de la cuenca. Lo ideal es que se colecten distintas informaciones sobre el medio ambiente, se maneje y cualquiera pueda observar. Este tipo de actividades de educación ambiental y difusión fueron realizadas experimentalmente como Plataforma Municipal.

Las actividades de la conservación de la cuenca que realiza una Plataforma Municipal pueden ser creadas desde inicio con la originalidad de cada lugar, sin embargo, es más fácil trabajar cuando existe un programa ordenado y establecido. Es así que se elaboró, previamente, un programa acorde a las actividades de conservación de la cuenca del Lago Yguazú.

Programa elaborado	• Programa de educación ambiental
	• Programa de una jornada para recoger las basuras en las orillas del Lago Yguazú
	• Programa de reciclaje de aceites para la conservación de la cuenca del Lago Yguazú ~Un oilpot en tu cocina~
	• Programa de capacitación sobre técnica de conservación de suelo
Programas a ser elaborados	• Programa de taller para los grandes agricultores
	• Programa de presentación práctica de Panamá
	• Programa de reproducción de orillas estables
	• Programa de aprendizaje del medio ambiente

Como un ejemplo, seguidamente se presenta el plan del “Programa de una jornada para recoger las basuras en la orilla del Lago Yguazú”, Cuadro 4.29.

**Cuadro 4.29 Plan del Programa de una jornada para recoger las basuras
en la orilla del Lago Yguazú**

PROGRAMA DE LA ANDE

JORNADA PARA RECOGER BASURA EN LA ORILLA DEL LAGO YGUAZÚ

ANTECEDENTES:

En los talleres de Plataforma Municipal de Raúl A. Oviedo, Juan L. Mallorquín y otras municipalidades aparece la necesidad de implementar actividades relacionadas con acciones directas sobre el tema basura. El equipo del proyecto comienza las tareas para contar con una propuesta de acciones concretas que mejoren el problema de la basura alrededor del Lago Yguazú, con la iniciativa de los habitantes de manera participativa.

OBJETIVO: Colaborar con actividades que mejoren el problema de la basura.

PUBLICO META: Familias del Municipio

DETALLE DE LA PROPUESTA:

Nombre del Evento: Jornada para recoger basura en la orilla del Lago Yguazú

Objetivo del Evento: Los habitantes se dan cuenta de que ellos mismos pueden mejorar el ambiente del Lago Yguazú a través de sus acciones.

Contenido del Evento: 100 habitantes llegan a la orilla del Lago Yguazú en el bus de la Municipalidad, participan de una charla, luego ellos mismos recogen la basura hasta llenar una bolsa por persona, y por último se observa la orilla del Lago sin basura. La Plataforma Municipal monitorea cada 6 meses la situación de la basura en la orilla del Lago Yguazú.

Metodología del Evento:

Preparación del Evento

1. La Plataforma Municipal selecciona el Programa y solicita a la ANDE su colaboración.
2. La Plataforma Municipal decide la fecha, hora y lugar del evento.
3. La Plataforma Municipal organiza el bus de Municipalidad.
4. La Plataforma Municipal invita a 100 habitantes para participar del evento.

Ejecución del Evento

1. Los participantes se reúnen frente a la Municipalidad, se suben al bus y se dirigen a la orilla del Lago Yguazú.

2. Los 2 miembros de la Plataforma Municipal se encargan de la recepción y registran a los participantes.
3. En la orilla del Lago Yguazú, un funcionario de la ANDE da una charla sobre el objetivo del día e indica aspectos metodológicos del evento.
4. Se entregan las herramientas para recoger basura a los participantes.
5. Los participantes recogen basura hasta llenar la bolsa a su cargo.
6. Cada habitante que llene su bolsa, recibe un recuerdo del evento y regresa en el bus.
7. Los miembros de la Plataforma Municipal llevan las bolsas de basura a un lugar apropiado.

Después del Evento

1. El funcionario municipal miembro de la Plataforma Municipal elabora el informe del evento.
2. La Plataforma Municipal monitorea la situación de la basura en la orilla del Lago Yguazú cada 6 meses.

Rol de la Plataforma Municipal:

- Solicitar el Programa a la ANDE
- Decidir la fecha, hora y lugar del evento
- Organizar el bus de la Municipalidad
- Invitar al público a participar del evento
- El día del evento, ayudar a los participantes a subir al bus
- Recepción
- Llevar las bolsas con basura al lugar apropiado
- Elaborar informe del evento para registrar
- Monitorear la situación de la basura en la orilla del Lago Yguazú

Rol de la ANDE:

- Acompañar a la Plataforma Municipal para preparar el evento
- Dar charla de orientación en la orilla del Lago Yguazú
- Preparar las herramientas para recoger la basura para los 100 participantes

Materiales: 10 posters para promoción del evento, 100 Bolsas con logo del proyecto, 100 remeras como uniforme del evento, 100 pares de guantes, 50 herramientas para recoger basura, 100 trípticos de basura.

4-5-2-b Implementación de las actividades de conservación de la cuenca

Se brindó apoyo en la selección del programa más adecuado a la Plataforma Municipal, en la planificación e implementación de las actividades de la conservación de la cuenca a través de la presentación del programa arriba mencionado (4-5-2-a) a la Plataforma Municipal y analizando otros programas de la zona.



Foto 4.155 Programa de educación ambiental
– Primer taller – Planificación e implementación de
PM de Dr. J. L. Mallorquín



Foto 4.156 Programa de educación ambiental
– Cuarto taller – Planificación e implementación de
PM de J.D.Ocampos



Foto 4.157 Programa de educación ambiental
– Cuarto taller – Planificación e implementación de
PM de Dr. J. L. Mallorquín



Foto 4.158 Programa de reciclaje de aceite
Planificación e implementación de
PM de Yguazú



Foto 4.159 Programa de reciclaje de aceite
Planificación e implementación de
PM de J.D.Ocampos



Foto 4.160 Programa de capacitación de técnica de
conservación de suelo
Planificación e implementación de
PM de Dr. J.L.Mallorquín

4-5-3 Establecimiento de la Plataforma Municipal a través de documentos formales

En un principio, se priorizó formar una Plataforma Municipal con miembros provisorios, realizar las actividades establecidas en el Plan Operativo de la conservación de la cuenca elaborado con la participación de los pobladores. Y, una vez adquirida la experiencia, pasar a la formalización de una Plataforma Municipal oficial.

La formalización se logra a través de diversos documentos formales de la municipalidad.

Estos documentos pueden variar de acuerdo a cada municipalidad, pero básicamente son: el acta de reunión de la Plataforma Municipal, aprobación del intendente, el reglamento, la lista de los miembros y el plan operativo.

El establecimiento formal de las Plataformas Municipales a través de estos documentos fue culminado en las ciudades de Mallorquín, J. D. Ocampos e Yguazú. El reglamento de la Plataforma Municipal propuesto es el Cuadro 4.30.

Cuadro 4.30 Propuesta de reglamento de la Plataforma Municipal

REGLAMENTO DE LA PLATAFORMA MUNICIPAL DE XXXX PARA LA GESTIÓN DE LA CUENCA DEL LAGO YGUAZÚ

Definición: este reglamento regula las actividades de la Plataforma Municipal de manera a establecer lineamientos claros para el desarrollo de las tareas.

Artículo 1. Visión. La Plataforma Municipal tiene autogestión para mejorar las condiciones ambientales de la zona trabajando de manera participativa.

Artículo 2. Objetivo. La Plataforma Municipal tiene como objetivo mejorar las condiciones ambientales para elevar la calidad de vida.

Artículo 3. Miembros. La Plataforma Municipal está integrada por los líderes de las distintas organizaciones que forman parte del municipio, quienes serán nombrados por sus respectivas instituciones mediante nota oficial. Como máximo la Plataforma Municipal tendrá 10 (diez) miembros. Algunos ejemplos de posibles miembros se detallan a continuación:

- a. Referentes de la comunidad que trabajen en temas relacionados con el Lago Yguazú y el uso sostenible de los recursos naturales
- b. Representantes de la Municipalidad, especialmente aquellos que tengan relación directa con el medio ambiente
- c. Representantes de organizaciones locales que trabajen en actividades de conservación del medio ambiente
- d. Representantes de empresas privadas
- e. Representante de las organizaciones sociales, culturales, deportivas, religiosas de la comunidad que tengan por objetivo el cuidado del Lago Yguazú
- f. Representantes de instituciones del Estado locales (SEAM, INFONA, MAG, STP, ANDE, MEC, etc.)

Artículo 4. Funciones. Serán funciones de la Plataforma Municipal:

- a. Tomar decisiones para la gestión de la Cuenca del Lago Yguazú
- b. Preparar la lista de miembros de la Plataforma Municipal
- c. Elaborar anualmente un Plan Operativo (PO) donde se incluyan las actividades o tareas de la Plataforma Municipal
- d. Ser agentes de conciencia y motivación para los pobladores del municipio
- e. Organizar actividades que colaboren con la conservación del Lago Yguazú

- f. Gestionar en el municipio la inversión en actividades o infraestructura que permita mejorar las condiciones de la cuenca
- g. Investigar las posibles opciones de financiamiento externas y presentar planes o proyectos a la Municipalidad para la ejecución de los mismos
- h. Realizar capacitaciones o buscar los capacitadores en temas relacionados con la gestión de la cuenca del Lago Yguazú
- i. Velar por el cumplimiento de la legislación ambiental vigente
- j. Acompañar a las actividades ambientales organizadas por el Municipio
- k. Coordinar esfuerzos con otras Plataformas Municipales para la realización de actividades conjuntas que promuevan el cuidado de la cuenca del Lago Yguazú
- l. Colaborar con la Mesa Ambiental del Municipio presentando proyectos de trabajo y otras actividades que colaboren con sus objetivos y que al mismo tiempo propicien el trabajo coordinado
- m. Monitorear y registrar la ejecución de las actividades de manera que sirvan para mejorar en el futuro

Artículo 5. Estructura. La Plataforma Municipal está compuesta por:

- a. Presidencia
- b. Secretaría/Encargado Municipal
- c. Facilitador
- d. Miembros

Los cargos de Presidencia, Secretaría y Facilitador serán elegidos entre los miembros de la Plataforma Municipal anualmente, por decisión de todos los miembros.

Artículo 6. Participación voluntaria. En todos los casos la participación en la Plataforma Municipal es una actividad completamente voluntaria y *ad honorem*.

Artículo 7. Funciones de la Presidencia. Las funciones de la Presidencia se detallan a continuación:

- a. Dirigir la Plataforma Municipal y ser representante de la misma
- b. Convocar y presidir las reuniones de la Plataforma Municipal
- c. Firmar las actas y disponer el cumplimiento de los acuerdos

- d. Solicitar, en nombre de la Plataforma Municipal, la colaboración que considere pertinente a instituciones, organismos, entidades, asociaciones y particulares
- e. Mantener buena relación con el Intendente Municipal

Artículo 8. Funciones de la Secretaría. Las funciones de la Secretaría se detallan a continuación:

- a. Redactar notas, comunicaciones oficiales, actas y otras documentaciones necesarias, con el visto bueno de la Presidencia
- b. Custodiar la documentación de la Plataforma Municipal, poniéndola a disposición de los miembros cuando sea necesario
- c. Mantener actualizados los datos personales de los miembros de la Plataforma Municipal
- d. Resguardar los bienes e intereses patrimoniales de la Plataforma Municipal
- e. Tener al día el archivo de comprobantes de gastos o ingresos de dinero

Artículo 9. Funciones del Facilitador. Las funciones del Facilitador se detallan a continuación:

- a. Promover, coordinar y dinamizar la Plataforma Municipal
- b. Fijar el orden del día de las reuniones de la Plataforma Municipal, teniendo en consideración los pedidos de los miembros
- c. Proponer lineamientos básicos para el PO donde se especificarán las tareas y responsables para ser aprobado anualmente por todos los miembros
- d. Organizar las reuniones de Plataforma Municipal (orden del día, preparación de la sala de reunión y equipos necesarios, etc.)
- e. Moderar las reuniones de Plataforma Municipal con el objetivo de garantizar la participación de todos

Artículo 10. Funciones de los Miembros. Las funciones de los Miembros se detallan a continuación:

- a. Participar de todas las reuniones de Plataforma Municipal
- b. Tener interés en las actividades relacionadas con la gestión de la cuenca del Lago Yguazú
- c. Colaborar con los miembros que ocupen los cargos de Presidencia, Secretaría y Facilitador
- d. Fomentar el trabajo en equipo
- e. Estar atento con respecto a datos de interés del Municipio, como ser nuevos proyectos o programación de actividades medio ambientales en el Municipio
- f. Ser ejemplo para toda la comunidad en lo que se refiere a la gestión de la cuenca del Lago Yguazú

Artículo 11. Normas. La Plataforma Municipal ajustará su funcionamiento a las siguientes normas:

- a. En las reuniones de Plataforma Municipal los puntos a ser tratados se enfocarán en temas medio ambientales que permitan el logro de la visión de la Plataforma Municipal
- b. Las reuniones ordinarias deberán ser convocadas periódicamente, y las extraordinarias cada vez que la Presidencia lo considere necesario. Se redactará un acta luego de cada reunión que se realice
- c. El orden del día marcará la agenda de la reunión, pero se podrán tratar adicionalmente otros temas con la aprobación de los presentes
- d. En cada reunión ordinaria se verificará brevemente el avance de las actividades propuestas en el PO
- e. Anualmente se presentará a la Municipalidad un resumen de las actividades realizadas durante el período que corresponde. Además de ser necesario el informe se hará público para dar visibilidad a las acciones de la Plataforma Municipal
- f. Los días y horarios de reunión serán acordados entre los miembros para garantizar la participación de la mayoría
- g. Luego del horario establecido para el inicio de la reunión, se tendrá una tolerancia de 10 minutos para dar comienzo a la misma
- h. Se espera la participación regular de todos los representantes comprometidos. Si alguna de las instituciones dejara de participar por el lapso de dos reuniones consecutivas los miembros de la Plataforma Municipal revisarán su continuidad.
- i. Las reuniones se desarrollarán en el siguiente orden: 1) repaso del orden del día y registro de asistencia; 2) tratamiento de temas acordados en el orden del día; 3) toma de decisiones y acuerdos sobre los temas tratados; 4) acuerdo de fecha, horario y orden del día de la próxima reunión
- j. Se tomarán las decisiones siempre por consenso

Artículo 12. Modificaciones. Las modificaciones que se realicen al presente Reglamento deben ser registradas con la fecha correspondiente al final del documento y luego distribuidas a todos los miembros

Artículo 13. Renovación. Para la renovación del Reglamento será necesario contar con media firma de todos los miembros

Aprobado: xx de xxxx de 201x

Modificado:

4-5-4 Propuesta como resultado de las actividades experimentales

4-5-4-a Proceso de trabajo de rutina

Es ideal que la Plataforma Municipal progrese con el esfuerzo de los pobladores, pero se cree que los primeros 5 años, por lo menos, sería indispensable la facilitación de la ANDE. Es así que se propone un trabajo de rutina de asistencia que la ANDE podría realizar con el menor esfuerzo. Probablemente deberíamos trabajar bastante en el establecimiento de la Plataforma Municipal provisoria y la realización de varias actividades de conservación de la cuenca hasta el establecimiento oficial. Una vez que la Plataforma esté constituida formalmente será suficiente con asistencias mínimas siguiendo el Cuadro 4.31.

Cuadro4.31 Trabajo de rutina anula de la Plataforma Municipal

Mes	Actividad	Obs.
Febrero	Reunión de elaboración de PO	Informe (Anexo 16)
Marzo	Preparar la primera actividad de este año	
Abril	Realizar la primera actividad	
Mayo	Monitorear el resultado de la primera actividad	Informe de la primera actividad
Junio		
Julio	Preparar la segunda actividad	
Agosto	Realizar la segunda actividad	
Septiembre	Monitorear el resultado de la segunda actividad	Informe de la segunda actividad
Octubre		
Noviembre	Reflexión y resumen del año	Informe (Anexo 17)

4-5-4-b Manual de establecimiento e implementación de la Plataforma Municipal

Tal como se viene mencionando, el establecimiento y la consiguiente manejo de la Plataforma Municipal tiene un proceso que va desde el establecimiento provisoria de la Plataforma, experiencias de implementación de actividades de conservación de la cuenca, el establecimiento forma de la Plataforma y su posterior trabajo de rutina. Para facilitar el entendimiento de este proceso se ha elaborado el “Manual de establecimiento e implementación de la Plataforma Municipal” dirigido a los funcionarios de la ANDE. Se propone el desarrollo formal de las plataformas utilizando el manual. La tabla de contenido de este manual es el siguiente Cuadro 4.32 y 4.33.

**Cuadro 4.32 Índice del “Manual de establecimiento e implementación
de la Plataforma Municipal”**

ÍNDICE

Introducción

Parte I. Los puntos antes de salir al campo

1. Descripción del proyecto
2. ¿Por qué la ANDE quiere conservar la cuenca?
3. La mecánica de la degradación de la cuenca
4. Establecimiento de la Plataforma Municipal

Parte II. Procedimiento para el establecimiento de la Plataforma Municipal

Resumen para realizar los talleres y puntos claves

1. Etapa de presentación
 - 1-1. Consensuar cómo explicar conceptos sobre Plataforma Municipal
 - 1-2. Programar la visita al municipio
 - 1-3. Realización de la visita a la municipalidad
 - 1-4. Programación del Taller 1
2. Talleres con los municipios
 - 2-1. Taller 1: Identificar las Actividades
 - 2-2. Taller 2: Elaborar el PO
 - 2-3. Taller 3: Programar la Primera Actividad
3. Elaboración del informe
 - 3-1. Escribir las notas de la visita a la Plataforma Municipal
 - 3-2. Elaboración del informe de los talleres

Parte III. Documentos Formales

Parte IV. Dirigir un año de Plataforma Municipal

Cuadro 4.33 Anexos
del “Manual de establecimiento e implementación de la Plataforma Municipal”

No.	Títulos de Anexos del Manual de Plataforma Municipal
Anexo 1	Lista de Verificación de Taller de Plataforma Municipal
Anexo 2	Presentación de Taller 1 (Power Point)
Anexo 3	Formato de Recolección de Información
Anexo 4	Plan del Programa de Educación Ambiental
Anexo 5	Plan del Programa de Reciclaje de Aceite para la conservación del Lago Yguazú. — Un OIL POT en su cocina —
Anexo 6	Plan de Programa de Jornada para Recoger Basura en la Orilla del Lago Yguazú
Anexo 7	Manual de Charla 4 del Programa de Educación Ambiental
Anexo 8	Los trípticos para Programa de Educación Ambiental
Anexo 9	Lista de los trabajos con Responsable para la primera actividad
Anexo 10	Modelo de Acta de Reunión de Plataforma Municipal
Anexo 11	Formato de Nota aprobando Reglamento
Anexo 12	Borrador de Reglamento de Plataforma Municipal
Anexo 13	Formato de Lista de Miembros
Anexo 14	Formato de PO
Anexo 15	Formato de Establecimiento de Plataforma Municipal
Anexo 16	Formato del Informe de Inicio del año de Plataforma Municipal
Anexo 17	Formato del Informe de Resultado de Trabajo de la Plataforma Municipal

4-5-5 Problemas identificados en la práctica

En el Cuadro 4.34. se resumen los problemas encontrados durante las actividades experimentales y, al mismo tiempo, se proponen las posibles soluciones.

Cuadro 4.34 Problemas identificados en la práctica

Lugar	Contenido	Posibles soluciones
(1) Conciencia hacia el medio ambiente		
Pobladores en general	Existe interés hacia la conservación de la cuenca, pero no realizan acciones concretas.	Proponer acciones concretas de actividades de conservación de la cuenca.
Instituciones educativas	No se imparte educación ambiental en las instituciones educativas.	Crear un sistema que incluya la educación ambiental en el sistema educativo público impulsado por la ANDE, la SEAM y el MEC.
(2) Falta de preparación del sistema a nivel municipal		
Los 16 municipios afectados por la cuenca	Los funcionarios encargados de la Plataforma Municipal son solamente dos en la ANDE y es imposible establecer las plataformas en los 16 municipios de la cuenca.	Se asignan más de dos funcionarios de la ANDE con capacidad de facilitación.

Capítulo V ELABORACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL LAGO YGUAZÚ

La elaboración del Plan de Gestión fue un proceso articulado con el Plan Yguazú Porã. Este proceso claramente se realiza mediante tareas repetitivas, corresponden al análisis de las partes marcadas con flecha roja en el Capítulo I “Cuadro 1.1 Pasos del Proceso de Elaboración del Plan de Gestión” desde el punto “4. Diseño de Proyecto de Gestión” hasta “El Plan de Gestión de la Cuenca Hidrográfica”; en general se ejecutó siguiendo el Gráfico 5.1 que se observa a continuación.

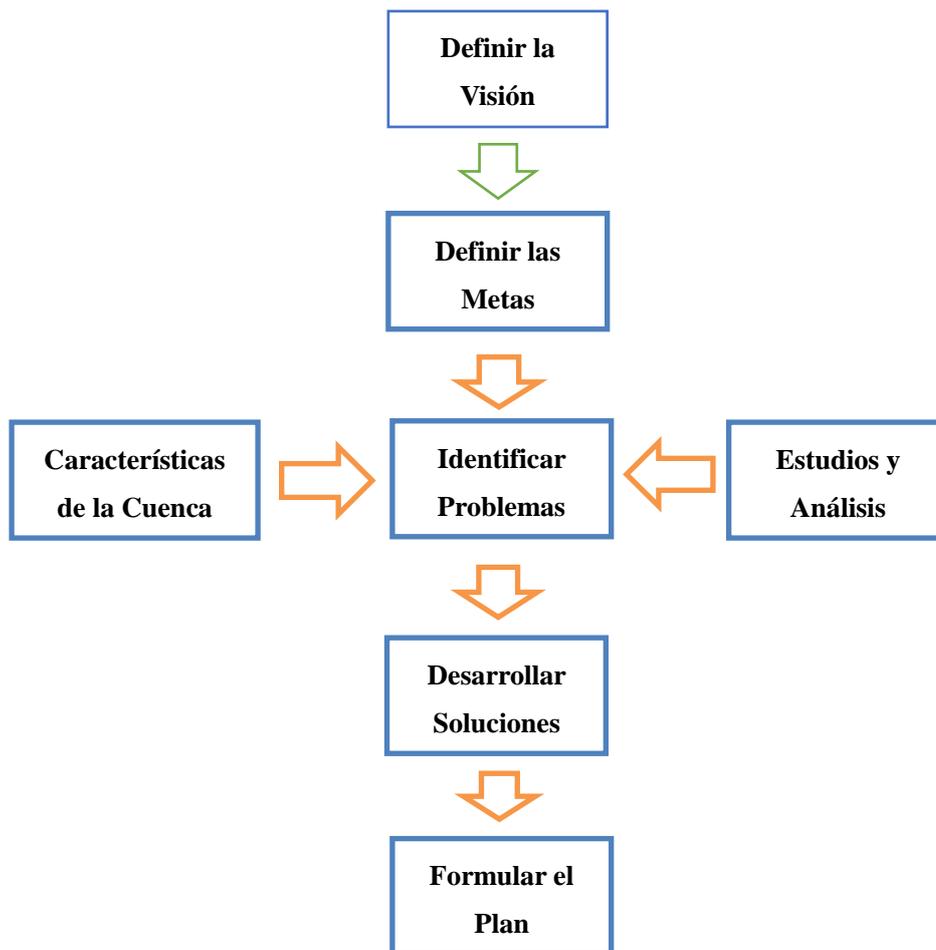


Gráfico 5.1 Diagrama para el Desarrollo del Plan de Gestión de la Cuenca Hidrográfica del Lago Yguazú

La Visión y las Metas que constituyen las bases del proceso de elaboración del plan se presentan en el Capítulo VI - Plan de Gestión. Los resultados de la caracterización de la cuenca, los estudios y análisis que contribuyeron a la evaluación de los problemas a lo largo de la cuenca hidrográfica se presentan en el Capítulo IV. En el presente capítulo se describe la gama de soluciones considerables y la metodología para la selección de proyectos específicos a ser incluidos en el Plan de Gestión.

5-1 Lista Final de Problemas

Como se describió en Cuadro 5.1, “la caracterización de la cuenca hidrográfica” y “los componentes de estudio y análisis” del proceso produjeron la siguiente lista final de problemas a ser encarados en el Plan de Gestión.

Cuadro 5.1 Lista Final de Problemas de la Cuenca Hidrográfica del Lago Yguazú

Factores principales de los problemas en la Cuenca Hidrográfica.	Factores Próximos de Estrés Causantes de la Degradación de la Cuenca Hidrográfica
1. Pérdida de la cobertura forestal en la zona del Lago Yguazú	Falta de amortiguamiento (protección ribereña) en las orillas del Lago Yguazú.
2. Pérdida de vegetación ribereña en la zona del Lago Yguazú	Erosión de las orillas por acción de las olas en el Lago Yguazú.

5-2 Potenciales Soluciones

En virtud de la lista de problemas en la cuenca hidrográfica mencionada, el Plan Yguazú Porã identificó 2 clases de soluciones, físicas y programáticas. Cuadro 5.2:

Cuadro 5.2 Soluciones Físicas y Programáticas

Soluciones Físicas (Estructurales)	Soluciones Programáticas (No Estructurales)
1. Estabilización de las orillas del lago por medio de la implantación de vegetación ribereña. 2. Instalación de franjas de amortiguamiento (protección ribereña) y reforestación. 3. Regeneración de bosques y conservación del suelo.	1. Mejoramiento de las actividades de concientización sobre reforestación y plantación de vegetación ribereña. 2. Monitoreo del flujo de entrada de sedimentación y sedimentación del reservorio. 3. Monitoreo de la calidad del agua del lago, los ríos y el agua subterránea.

5-3 Lista Final de Soluciones

El Plan Yguazú Porã deliberó las diversas estrategias para el Plan de manejo de la cuenca hidrográfica y la selección de proyectos. Se acordó que para la elaboración del Plan de manejo de la cuenca hidrográfica y selección de proyectos de manejo es mejor 1) preservar los lugares más adecuados, 2) proteger los más vulnerables, 3) restaurar los lugares degradados hasta una condición aceptable, y 4) mitigar la influencia de las áreas ribereñas en peores condiciones, etc., evaluando en forma integral.

Las políticas programáticas presentan amplias recomendaciones, y en el proceso de selección de los proyectos de manejo se ha decidido enfocarse prioritariamente en dos categorías que se indican a continuación, como soluciones físicas que responden a las condiciones específicas de los sitios:

- **Estabilización de las orillas del lago por medio de la implantación de vegetación ribereña :** restauración física de las orillas degradadas en los terrenos que son propiedad de la ANDE
- **Instalación de una franja de amortiguamiento (franja de protección ribereña) y reforestación:** La implantación de franjas de amortiguamiento y la reforestación se realizarán en los terrenos que son propiedad la ANDE.

5-4 Enfoque de Selección de Proyectos Específicos

Para definir el contenido del Plan de gestión, es necesario encontrar proyectos específicos a partir de la lista final de soluciones arriba mencionados y diseñar proyectos que cumplan con los objetivos y las metas del Plan.

Para la selección de proyectos específicos, es necesario seleccionar las diversas acciones que permitirán alcanzar efectivamente las metas establecidas (por ejemplo, la mitigación de la erosión de las orillas del lago) y seleccionar los mejores lugares donde sea practicable la implementación de dichas acciones.

CAPÍTULO VI PLAN DE GESTIÓN DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL LAGO YGUAZÚ

6-1 Visión de la gestión de la cuenca hidrográfica del Lago Yguazú

La visión y las directrices de la gestión de la cuenca del Lago Yguazú fueron propuestas y discutidas en el seno del Equipo Técnico Ejecutivo, (en adelante ETE) (Nota), siendo acordadas las mismas conforme se indican a continuación.

(Nota): Mesa coordinadora interinstitucional a nivel nacional conformada por iniciativa de la ANDE, con el objetivo de realizar la gestión de la cuenca hidrográfica del Lago Yguazú. Las instituciones participantes son la SEAM, INFONA, MAG y STP; los representantes de los mismos son nombrados por el ministro o presidente de las respectivas instituciones y cada institución se encargará de la discusión de temas de su competencia, relacionados con la gestión de la cuenca.

Visión

Constituir en una instancia de abordaje, discusión y propuesta de política forestal, ambiental y energética en el uso racional y sustentable del bosque, del agua, de la energía y del suelo, a través de programas, estrategias y acciones tendientes al manejo integral de los recursos naturales para reducir la pérdida del patrimonio natural y de la biodiversidad nativa y propiciar el bienestar de las comunidades afectadas desde el aspecto ambiental, social y económico comprometidas en la cuenca del Lago Yguazú.

Directrices

- Seguimiento y monitoreo de las prácticas en el área de influencia del Lago Yguazú, a través del análisis y la actualización de datos de la misma, facilitando así el cumplimiento del Marco Legal, en especial las Leyes 4241 y la Ley 3239 referentes a la Recomposición del bosque protector de cauces hídricos y, de los recursos hídricos del Paraguay, respectivamente
- Fortalecer la gestión territorial integrada y coordinada a través de mecanismos de participación comunitaria de actores implicados (mesas de trabajo, comisiones de micro cuencas, comités) en base a las particularidades de la cuenca hidrográfica del Lago Yguazú para regular el manejo del agua, y contribuir, entre otros, a la minimización de los efectos negativos de la deforestación y contaminación.
- Impulsar la protección, preservación y restauración de las fuentes de agua, bosques y de los suelos, promoviendo el acceso equitativo y uso sustentable para el equilibrio del ecosistema, y asegurando los derechos de los pueblos y comunidades que habitan en los territorios afectados.
- Involucrar e incentivar los servicios ambientales competentes para mitigar los efectos del cambio climático.
- Implementar un modelo de gestión energético basado en sistemas sustentables de generación, distribución y uso razonable de la energía.
- Combinar crecimiento económico inclusivo con sostenibilidad ambiental, teniendo en cuenta los beneficios de las energías renovables para el uso responsable del suelo con fines productivos, la reforestación y el tratamiento adecuado de residuos.

6-2 Metas del Plan de Gestión de la Cuenca Hidrográfica del Lago Yguazú

El presente plan tiene como objetivo la realización de una adecuada gestión de la cuenca hidrográfica del Lago Yguazú y para el efecto, fueron establecidas concretamente las siguientes cinco metas.

Meta 1: Estabilización de las orillas del lago

En las zonas diagnosticadas como orillas inestables en la evaluación de la situación de erosión, principalmente en las zonas de “nivel 3: orillas inestables (grave)”, incluyendo las zonas de “nivel 2: orillas inestables (leve), se realiza la reparación de las orillas para su estabilización y es reevaluado como “nivel 1: orillas del lago estable”.

Meta 2: Recomposición de la Franja de Protección Ribereña y Reforestación

Mediante el mejoramiento de la franja de protección ribereña y la reforestación de la cuenca hidrográfica del Lago Yguazú, se reduce considerablemente el ingreso al lago, de suelos y otros elementos provenientes de las tierras agrícolas, puentes y otros.

Meta 3: Recuperación de bosques y conservación del suelo

A medida que avanza la mejora de la franja de protección ribereña en los predios de la ANDE, se fortalecerá el apoyo para la recuperación de bosques en propiedades privadas colindantes y, junto al mejoramiento de la franja de protección ribereña, el ambiente natural de la cuenca hidrográfica del Lago Yguazú mejora considerablemente. Además, mediante la difusión de técnicas de conservación del suelo a los propietarios de tierras agrícolas, el ingreso del suelo al lago por erosión laminar de las tierras agrícolas se reduce considerablemente.

Meta 4: Proyectos no Estructurales y Estudios Especiales

Avanza la acumulación de datos científicos sobre la sedimentación y erosión de las orillas del Lago Yguazú, lo cual permitirá estimar científicamente la evolución que irá experimentando el medio ambiente natural del Lago Yguazú.

Meta 5: Concienciación de los habitantes

Los habitantes locales adquieren conocimientos sobre la conservación de la cuenca hidrográfica, mediante los cuales se logra el cambio de actitud en los mismos. Además, para mejorar el medio ambiente, realizan por sí mismo las actividades para la conservación de la cuenca, empleando el método participativo.

6-3 Implementación del Plan de Gestión

Para formular el Plan de Gestión de la Cuenca Hidrográfica del Lago Yguazú, en el Capítulos 3 se ha procedido al ordenamiento de los problemas que tiene la cuenca hidrográfica del Lago Yguazú; luego de evaluar en el Capítulo 4 los temas ordenados en el punto precedente, en el Capítulo 5 se ha realizado la selección de temas a ser considerados en el presente plan y los mismos fueron incorporados en el Capítulo 6, en carácter de Proyectos de Gestión. Por otra parte, el Plan de Gestión indica concretamente las diversas actividades individuales que se requieren para alcanzar las cinco metas establecidas en el punto 6.2. Con relación a los costos, se ha adoptado la tasa cambiaria de 1US\$=5,500Gs.

6-3-1 Estabilización de las orillas del lago

6-3-1-a Contenido

Las orillas del lago dañadas por las olas que se originan en el lago, es prácticamente imposible que recuperen por sí misma la forma estable. La técnica a aplicar para recuperar las orillas del lago que ya se encuentran dañadas o degradadas, consiste en imitar la orilla natural estabilizada y la diversidad de la naturaleza que presentan las orillas estabilizadas de las proximidades. Los trabajos de recuperación a realizarse en el contexto de diseño de la orilla natural consistirán en la determinación de las formas y magnitudes de las mismas y las características del hábitat.

La recuperación presenta un amplio espectro, que va desde la pequeña recuperación consistente en plantación en las orillas del lago hasta la recuperación en forma estable para el completo restablecimiento de la orilla mediante la biotecnología.

6-3-1-b Mantenimiento

El mantenimiento del Proyecto de estabilización de las orillas incluye la realización del control periódico y el monitoreo para verificar que la situación se encuentra estacionada dentro de los límites de diversidad esperada. Con respecto a la plantación posterior a la realización de las obras, es necesario efectuar el monitoreo, a fin de verificar que la vegetación se ha enraizado suficientemente. Adicionalmente, será necesario corregir las orillas en forma periódica después de producirse intensos oleajes, esta labor es especialmente importante una vez establecida la plantación, después de ejecutarse las obras.

6-3-1-c Proyectos de mantenimiento

Los proyectos de mantenimiento para la estabilización de las orillas incluidas en el Plan de Gestión son como se indican en el Cuadro 6.1 que se presenta a continuación.

Cuadro 6.1 Proyectos de mantenimiento

Nombre del proyecto	Cuenca objeto	Actividad propuesta	Beneficios	Costo estimativo
(1) Mapeo de las orillas dañadas o degradadas	Orillas de los predios de ANDE	Estudio in situ, análisis y procesamiento de imágenes satelitales, determinación de orillas dañadas o degradadas aplicando el SIG	Ejecución efectiva y eficiente de los proyectos de estabilización de la erosión de orillas en forma inmediata.	Mano de obra (consultoría): 14,600US\$ Otros costos: 19,400US\$ Total: 34,000US\$
(2) Estudio del diseño natural de la orilla del lago	Orillas de los predios de ANDE	Definición del diseño óptimo de orillas	Ejecución efectiva y eficiente de los proyectos de estabilización de la erosión de orillas en forma inmediata.	Mano de obra (Funcionarios de ANDE) : 0US\$ Gastos varios: 5,400US\$ Total: 5,400US\$
(3) Implementación de un proyecto piloto de estabilización de las orillas del lago	Orillas de los predios de ANDE	Plantación preliminar de la vegetación en la orilla en base a la definición del diseño de la orilla más apropiada	Contribuye al mejoramiento y reducción de la erosión en las orillas.	Mano de obra (funcionarios de ANDE): 0US\$ Gastos varios: 16,100US\$ anual Total: 16,100US\$

Nota: Los costos son resúmenes de la ficha técnica anexa

6-3-2 Reconstrucción de la Franja de Protección Ribereña y Reforestación

La restauración tanto de la franja de protección ribereña en las orillas del lago como los cauces aportantes, es de suma importancia para la cuenca del Lago Yguazú; pero es necesario que las acciones se realicen con prudencia, como un proyecto de instalación de franjas de protección ribereña con enfoque integral que cubra toda la cuenca. Por tanto, no se incluye designando claramente como un proyecto del Plan de Gestión. A continuación, se presentan en forma resumida las consideraciones y los beneficios de la franja de protección ribereña.

6-3-2-a Contenido

Se fortalecerá la vegetación existente en las orillas del lago y de los cauces mediante la plantación de diversas especies forestales nativas, arbustos y hierbas silvestres; además, se recuperarán los beneficios que ofrece la franja de protección ribereña en los aspectos de calidad de agua, fauna silvestre y la belleza paisajística. Mediante la vegetación de protección, se disminuirá el aporte de sedimentos y otros contaminantes que se originan en las inundaciones; además, se regula la temperatura del agua, mejora la belleza paisajística y se proporciona alimento y morada a todos los seres vivos que se encuentran en la tierra firme, lago y cauces hídricos.

6-3-2-b Mantenimiento

Este consiste en realizar labores tales como limpieza o deshierbe frecuente, replante, recolección de basuras y otros, a fin de asegurar el buen prendimiento de la vegetación implantada.

6-3-2-c Plan de Gestión

El Proyecto de gestión de mejora de la franja de protección ribereña y reforestación incluido en el Plan de Gestión, se resume en el Cuadro 6.2 que se presenta a continuación.

Cuadro 6.2 Proyecto de Gestión de mejoramiento de la franja de protección ribereña y reforestación

Nombre del proyecto	Cuenca objeto	Actividades propuestas	Beneficios	Costos estimativos
(1) Recomposición de la franja de protección ribereña y mapeo del área objeto de recuperación	Orillas de los predios de ANDE	Estudio in situ, determinación de las áreas objeto de recuperación y reforestación mediante análisis de imágenes satelitales y el SIG	Implementación eficiente y efectiva del Proyecto de mejoramiento y recuperación de la franja de protección ribereña	Mano de obra (Consultoría): 14,600US\$ Otros gastos: 19,400US\$ Total: 34,000US\$
(2) Estudio del diseño para el mejoramiento y recuperación de la franja de protección ribereña	Orillas de los predios de ANDE	Determinación del método de diseño óptimo para el mejoramiento y recuperación de la franja de protección ribereña	Implementación eficiente y efectiva del Proyecto de mejoramiento y recuperación de la franja de protección ribereña	Mano de obra (Funcionarios de ANDE): 0US\$ Otros gastos: 5,500US\$ Total: 5,500US\$
(3) Proyecto piloto para la recuperación de la franja de protección ribereña	Orillas de los predios de ANDE	Plantación preliminar en la franja de protección ribereña aplicando el método óptimo diseñado para el mejoramiento y recuperación de la franja de protección ribereña	Mejora el fortalecimiento y recuperación de la franja de protección ribereña.	Mano de obra (funcionarios de ANDE): 0US\$ Otros gastos: 13,700US\$ anual Total: 13,700US\$

Nota: Los costos son resúmenes de la ficha técnica anexa

6-3-3 Recuperación de bosques y conservación del suelo

Con relación al establecimiento de la franja de protección ribereña, es necesario ejecutar las acciones con prudencia, como un proyecto que tenga integralidad para toda la cuenca.

Por otra parte, con respecto a la franja boscosa que forma parte de la franja de protección ribereña, ya se vienen realizando algunas acciones tales como la instalación de viveros y reforestación en los predios de ANDE, en carácter de proyectos pilotos.

6-3-3-a Contenido

La plantación de diversas especies forestales nativas ofrece, además de prevenir la erosión del suelo, diversos beneficios para el ambiente de la ribera tales como, la prevención del ingreso de contaminantes al área de agua, mejoramiento de la estructura del suelo, fijación de nitrógeno (leguminosas), mejoramiento del balance hídrico, entre otros

Por esta razón, este Proyecto se compone de una serie de actividades correlacionadas tales como la producción de mudas de especies nativas en el vivero, recuperación de bosques plantando las mudas producidas en el vivero, recopilación y análisis de datos en bosque experimental en forma continua y la transferencia de técnicas y conocimientos adquiridos a los habitantes locales.

6-3-3-b Mantenimiento

El vivero estará equipado con malla de media sombra, sistema de riego, horno para elaboración de vinagre de carbón, galpón y otros. Para realizar en forma sostenida la capacitación técnica sobre la producción de mudas de calidad y sobre la conservación del suelo, será necesario realizar un adecuado mantenimiento de dichas instalaciones.

Además, la recuperación de bosques no finaliza con la plantación, requerirá por lo menos 9 3 a 4 operaciones de desmalezado al año, durante 2 a 3 años. Asimismo, en caso necesario las labores como la aplicación de herbicidas e insecticidas para control de hormigas y la replantación serán importantes labores de mantenimiento

Por otra parte, en los bosques mixtos de especies nativas con el eucalipto, será necesario realizar el corte para la cosecha de eucalipto en momento adecuado y las labores para el mantenimiento de los rebrotes.

6-3-3-c Proyectos de gestión

El proyecto de recuperación de bosques y conservación del suelo contenido en el Plan de Gestión se resume en el Cuadro 6.3, que se presenta a continuación.

Cuadro 6.3 Proyecto de Gestión de la Recuperación de bosques y Conservación del suelo

Nombre del proyecto	Cuenca objeto	Actividades propuestas	Beneficios	Costos estimados
(1) Vivero	Vivero en la represa de Yguazú	Producción de mudas para la recuperación de bosques y mantenimiento de instalaciones para la capacitación en conservación del suelo	Suministro de mudas, realización de la capacitación	Funcionarios de ANDE 4HM, Funcionarios de ANDE (Auxiliares); 4HM, Operarios 24H, viáticos, combustibles (para vehículo, desmalezadora, motosierra) mantenimiento de maquinarias, compra de insumos (herbicidas, insecticidas para hormigas, macetas de plástico y otros)
(2) Recuperación de bosques	Orillas del predio de ANDE y otros	Recuperación de bosques en el predio de ANDE y apoyo a los habitantes de la cuenca que desean reforestar	Recuperación de la franja de protección de orillas del predio de ANDE	En caso de reforestación de 3ha; funcionario de ANDE 2HM, funcionario de ANDE(auxiliar) 4HM, operarios 9HM, viático, combustible para vehículo, compra de insumos (herbicidas, insecticidas para hormigas, macetas de plástico y otros)
(3) Recolección y análisis de datos de crecimiento (altura, DAP)	① Yguazú (predio del Sr. Sato) ② Colonia Bergthal	Medición de la altura, DAP y otros en la parcela experimental ya instalada,	Estudio de técnica de formación de bosque mixto de especies	Funcionario de ANDE 1HM, funcionario de ANDE (personal auxiliar) 1HM, operario 1HM, viático, combustible

de los árboles y otros	(predio del Sr. Krajn) ③ Al lado del vivero de la represa Yguazú	recolección y análisis de datos referentes a la renovación por rebrote	forestales nativas y especies de rápido crecimiento como eucalipto y otras.	
(4) Transferencia tecnológica y de conocimientos para la recuperación de bosques	Vivero del costado de la represa Yguazú	Capacitación en técnicas de conservación del suelo, charla sobre el medio ambiente con actividades de arborizaciones con estudiantes para los escolares interesados, usando el vivero situado al costado de la represa Yguazú	Aprendizaje de técnicas para la recuperación de bosques y concienciación	Funcionario de ANDE 3HM, funcionario de ANDE (auxiliar) 3HM, operario 3MHM. Viático, combustible, costo de materiales, gasto de reunión.

Nota: Los costos son resúmenes de la ficha técnica anexa

6-3-4 Proyectos no estructurales y estudios especiales

Fueron identificados algunos proyectos no-estructurales para hacer frente amplias gamas de problemas y oportunidades de actividad que se presentan a continuación.

- Evaluación y monitoreo del riesgo de erosión del suelo
- Monitoreo del volumen de aporte de sedimentación en el embalse
- Monitoreo de calidad del agua

Las actividades propuestas y los beneficios, así como los costos del Proyecto de Gestión son resumidos en el Cuadro 6.4 que se indica a continuación.

Cuadro 6.4 Proyectos no estructurales y Proyecto de Gestión de estudios especiales

Nombre del proyecto	Cuanca objeto	Actividad propuesta	Beneficios	Costo estimativo
(1) Monitoreo y evaluación del riesgo de erosión del suelo	Toda la cuenca	1. Establecimiento del modelo RUSLE para la cuenca del lago Yguazú	Evaluación de la erosión del suelo mejoramiento de la medida óptima contra la erosión	Costo de mano de obra (consultoría) : 53,500US\$ Otros gastos : 19,400US\$ anuales Total : 68,700US\$
(2) Monitoreo del aporte de sedimentos	4 cauces, río Yguazú, río Yhú, arroyo Yukyry y arroyo Monday Mí	1. Instalación de medidores del nivel de agua 2. Estimación del volumen anual de aporte de sedimentos	Mejoramiento de la determinación del volumen de sedimentos que ingresan en cada uno de los afluentes	Costo de mano de obra (funcionarios de ANDE) : 0US\$ Otros gastos 6,700US\$ anuales Total: 6,700US\$ Equipos y materiales 46,000US\$
(3) Monitoreo de sedimentos en el embalse Ensenada: es un término que se aplica más a los mares (parte del mar que entra en la tierra) Sería interesante buscar otra palabra técnica	Parte del área de embalse que incluye las ensenadas del cauce principal del río Yguazú, río Yhú y arroyo Yukyry	1. Estudio batimétrico en el extremo, aguas arriba (parte de la ensenada) del embalse. 2. Análisis del volumen anual de sedimentación en el extremo aguas arriba del embalse (parte de la entrada)	Mejoramiento de forma de cálculo para estimar el volumen de sedimentos en el extremo aguas arriba del embalse	Mano de obra (funcionario de ANDE) 0US\$ Otros costos: 3,500US\$ anuales Total: 3,500US\$
	En todo el área del embalse	1. Estudio batimétrico en toda el área del embalse 2. Análisis de sedimentación en todo el	Mejoramiento la relación entre el nivel de agua y el volumen de almacenamiento de agua en el embalse	Costo de mano de obra (funcionario de ANDE) 0US\$ Otros costos 3,500US\$ anuales Total: 3,500US\$

		embalse		
(4) Monitoreo de calidad del agua	Como mínimo se hará en 3 lugares; en el extremo de aguas arriba, curso medio y en el sitio de la represa	1. Muestreo de agua del lago 2. Análisis de calidad del agua	Verificación de la calidad de agua del lago y de los cauces	Costo de mano de obra (funcionario de ANDE): 0US\$ Otros costos 1,600US\$ anuales 1,600US\$ anuales

Nota: Los costos son resúmenes de la ficha técnica anexa

6-3-5 Concienciación de los habitantes locales

El Proyecto de gestión para la concientización de los habitantes locales es resumido en el Cuadro 6.5 que se presenta a continuación.

Cuadro 6.5 Proyecto de Gestión para la Concientización de los habitantes locales

Nombre del Proyecto	Tema	Personas objetos	Actividades	Principal institución responsable	Posible articulación	Período	Evaluación	Costo
(1) Difusión de informaciones sobre la conservación de la cuenca a través de eventos	Escasa difusión de informaciones sobre la conservación de cuenca	Pobladores locales	Presentación de stand en las exposiciones organizadas por la municipalidad	ANDE	Municipios	1 vez por año		Funcionario de ANDE versado en temas ambientales: 1 persona x 10 años Funcionario de ANDE con calificación en divulgación 1 persona x 10 años, viáticos 2 veces x 10 años Preparación de informe: 1 vez x 10 años
(2) Difusión de la Educación Ambiental Asegurarse de que realmente este tema no esté incluido en el calendario	La educación ambiental no está incluida en la educación pública	Niños y estudiantes	Creación del sistema que incorpore la educación ambiental en la educación escolar	ANDE	MEC	A largo plazo		Funcionario de ANDE con perfil de coordinador: 1 persona x 10 años Honorario del disertante: 1 persona x 1 vez x 16 municipios x 10 años Viáticos: 16 distritos: x 5 veces x 2 personas x 10 años

PROYECTO DE FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN INTEGRADA DE LA CUENCA DEL LAGO YGUAZÚ
Plan de Gestión de la Cuenca Hidrográfica del Lago Yguazú

escolar								Elaboración de informes x 16 distritos x 1 vez Útiles x 16 distritos
(3) Elaboración de los Programas de Conservación de la Cuenca	Insuficientes preparativos para responder a la demanda de los habitantes con prontitud	Habitantes locales	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboración de los Programas de Conservación de la Cuenca - Programa de curso para los grandes productores - Programa de presentación de lo aprendido en Panamá - Programa de recuperación de la orilla estable (véase gráfica anexa) - Programa para estudiar la ley ambiental 	ANDE	Municipios	Corto plazo, 1 vez por año		Funcionario de ANDE versado en temas ambientales 1 persona x 1 año Costo de impresión de folletos del Programa 1 vez
(4) Programa de	Falta de	habitantes	Realizar cursos de	ANDE	MEC	Corto		Funcionario de ANDE con

PROYECTO DE FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN INTEGRADA DE LA CUENCA DEL LAGO YGUAZÚ
Plan de Gestión de la Cuenca Hidrográfica del Lago Yguazú

Educación Ambiental	concientización sobre la conservación del medio ambiente		educación ambiental en 5 sesiones seguidas, orientados a los adultos			plazo, 3 veces por año	<p>perfil de coordinador 1 persona x 10 años</p> <p>Viático del funcionario 6 veces x 10 años</p> <p>Honorario para el disertante 3 veces x 16 distritos x 10 años</p> <p>Viático del disertante 3 veces x 16 distritos x 10 años.</p> <p>Costo de impresión de materiales 3 veces x 16 distritos x 10 años</p> <p>Elaboración del informe 1 vez x 16 distritos x 10 años</p> <p>Gastos varios</p>
(5) Programa de Reciclaje de Aceite	Contaminación de agua	Habitantes modelo instruidos sobre el reciclaje de aceite	Poner en práctica y difundir el uso de recipientes para el reciclaje de aceite	ANDE	Empresas locales	Corto plazo, 1 vez por año	<p>Funcionario de ANDE con perfil de coordinador: 1 persona x 10 años</p> <p>Viático del funcionario: 2 veces x 16 distritos</p> <p>Confeción de recipientes para aceite 50 unidades x 16 distritos</p>

PROYECTO DE FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN INTEGRADA DE LA CUENCA DEL LAGO YGUAZÚ
Plan de Gestión de la Cuenca Hidrográfica del Lago Yguazú

								Impresión de materiales 1 vez x 16 distritos Elaboración del informe: 1 vez x 16 distritos Gastos varios
(6) Programa de Recolección de Basura en la Orilla del Lago	Dispersión de basuras en la orilla del lago	Habitantes	Recolectar basuras de la orilla del Lago Yguazú	ANDE	Municipalidad	Corto plazo, 1 vez por año		Funcionario de ANDE con perfil de coordinador: 1 persona x 10 años Viáticos para el funcionario: 2 veces x 16 distritos x 10 años Bolsas de basura: 100 x 16 distritos x 10 años Impresión de materiales 1 vez x 16 distritos x 10 años Funcionario de ANDE con perfil de coordinador: 1 persona x 10 años Elaboración del informe: 1 vez x 16 distritos x 10 años Gastos varios
(7) Programa de Capacitación	Práctica agrícola	Pequeños productores	Capacitarse en prácticas agrícolas	ANDE	MAG	Corto plazo, 1		Funcionario de ANDE con perfil de coordinador: 1

PROYECTO DE FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN INTEGRADA DE LA CUENCA DEL LAGO YGUAZÚ
Plan de Gestión de la Cuenca Hidrográfica del Lago Yguazú

en Técnica de Conservación del Suelo	convencional sin consideración ecológica		ecológicas			vez por año	<p>persona x 10 años, Viático del funcionario 2 veces x 16 distritos Honorario del disertante 1 vez por 16 distritos x 10 años Viático poa el disertante: 1 vez x16 distritos x 10 años Costo de impresión de materiales: 1 vez x 16 distritos x 10 años Gastos varios</p>
(8) Establecimiento e implementación de Plataforma Municipal	No se cuenta con sistema establecido a nivel de los gobiernos regionales	Representante de habitantes locales	Desarrollar el Establecimiento e Implementación de Plataforma Municipal conforme se presenta en el Cuadro 6.9	ANDE	Municipalidad	A largo plazo	<p>Funcionario de ANDE con perfil de facilitador (Cuadro 6.8) 4 personas x 10 años Costo de elaboración de informes: 16 distritos x 2 veces x 10 años Útiles: x 16 distritos.</p>

El análisis de las personas objeto del Proyecto de Gestión para la concientización de los habitantes locales se ha realizado en la manera que se presenta a continuación (Cuadro 6.6)

Cuadro 6.6 Análisis de las personas objetos de la difusión de informaciones y educación sobre el medio ambiente

Personas objeto	Detalle de las personas objeto	Mensajes básicos e ideas	Actividades con posibilidad
Grandes y pequeños productores	Grandes y pequeños productores que se encuentran en la cuenca	<ul style="list-style-type: none"> - Importancia de los recursos hídricos - Necesidad de las prácticas agrícolas ecológicas 	Capacitación, taller, materiales impresos, entrevistas, visitas, redes sociales y otros
Funcionarios públicos	Funcionarios de los municipios y gobernaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Responsabilidad social ante la conservación del medio ambiente - Necesidad de fortalecer el sistema para la conservación del medio ambiente 	Asesoramiento sobre el Plan de Gestión mediante visitas, videos educativos, talleres, presentaciones, materiales impresos
Niños y jóvenes	Niños o escolares y jóvenes que viven en la cuenca	<ul style="list-style-type: none"> - Importancia de sentirse parte de la naturaleza - Capacidad de realizar la conservación del medio ambiente por sí mismos 	Monitoreo, capacitación de docentes, video educacional y otros
Habitantes	Adultos que viven en la cuenca, sin importar su profesión	<ul style="list-style-type: none"> - Mostrar la realidad de que ellos mismos son capaces de realizar la conservación del medio ambiente 	Monitoreo, capacitación de docentes, video educacional y otros
Propietarios de tierras en las orillas del lago	Personas que tienen propiedades en la orilla del lago	<ul style="list-style-type: none"> - Métodos para proteger la orilla del lago 	Capacitación, materiales impresos y otros

A modo de un ejemplo de “(3) Formulación del Programa de conservación de la cuenca”, que es un componente del Proyecto de concientización de los habitantes locales (Cuadro 6.5), en el Cuadro 6.7 se presenta la propuesta del programa de recuperación de la orilla estable.

Cuadro 6.7 Propuesta del Programa de recuperación de la orilla estable

PROGRAMA DE LA ANDE
RECUPERACIÓN DE LA ORILLA DEL LAGO YGUAZÚ (borrador)

ANTECEDENTES:

En los resultados de investigación científica de sedimentación y erosión de la orilla del Lago Yguazú, aparece la necesidad de implementar acciones de recuperación de la orilla del Lago Yguazú.

Con varias experimentaciones con estudio, ANDE elabora un programa de recuperación de la orilla estable del Lago Yguazú utilizando plantas acuáticas, con la iniciativa de los habitantes de manera participativa.

OBJETIVO:

Objetivo 1. Aprender situación real de la orilla del Lago Yguazú.

Objetivo 2. Tener de acuerdo de las responsabilidades de la ANDE y los habitantes.

Objetivo 3. Obtener técnica de recuperación de la orilla estable utilizando plantas acuáticas.

Objetivo 4. Realizar actividad de recuperación de la orilla estable utilizando plantas acuáticas.

PUBLICO META:

Los habitantes que tienen propiedad en la orilla del Lago Yguazú.

DETALLE DEL PROGRAMA

ACTIVIDAD 1:

Nombre de actividad	Charla de situación real de la orilla
Objetivo de actividad	Objetivo 1. Aprender situación real de la orilla del Lago Yguazú.
Contenido de actividad	Escuchar la charla
Metodología de actividad	1. Organizar la charla invitando los habitantes que tienen propiedad en la orilla 2. Escuchar la charla sobre situación real de orilla 3. Compartir el plan de este programa entre los participantes. 4. Elaborar informe
Rol	PM organiza charla e invitaciones a los habitantes que tienen propiedad en la orilla. ANDE da la charla (Vea el borrador de presentación sobre situación real de la orilla)

ACTIVIDAD 2:

Nombre de actividad	Discusión antes de planificar las soluciones
Objetivo de actividad	Objetivo 2. Tener de acuerdo de las responsabilidades de la ANDE y los habitantes.
Contenido de actividad	Discusión entre ANDE y los habitantes que tienen propiedad en la orilla
Metodología de actividad	1. Repaso de Actividad 1. 2. Explicación del proceso recomendable por ANDE. 3. Discusión entre ANDE y los habitantes que tienen propiedad en la orilla. 4. Elaborar informe o elaborar algún documento formar para firmar.
Rol	PM organiza discusión e invitaciones a los habitantes que tienen propiedad en la orilla. ANDE explica el proceso recomendable según estudio científico (Vea el borrador de explicación del proceso)

ACTIVIDAD 3:

Nombre de actividad	Capacitación de recuperación de la orilla estable utilizando plantas acuáticas
Objetivo de actividad	Objetivo 3. Conocer y aplicar las técnicas para la recuperación de la orilla estable utilizando plantas acuáticas
Contenido de actividad	Realizar capacitación para obtener técnica de remedio recuperación de la orilla estable utilizando plantas acuáticas
Metodología de actividad	1. Organizar la capacitación e invitando los habitantes que tienen propiedad en la orilla 2. Participar a capacitación para obtener técnica de recuperación de la orilla estable utilizando plantas acuáticas 3. Elaborar informe
Rol	PM organiza capacitación e invitaciones a los habitantes que tienen propiedad en la orilla. ANDE da la capacitación (Vea el borrador de plan de capacitación)

ACTIVIDAD 4:

Nombre de actividad	Acciones de recuperación de la orilla estable utilizando plantas acuáticas
Objetivo de actividad	Objetivo 4. Realizar actividad de recuperación de la orilla estable utilizando plantas acuáticas
Contenido de actividad	Cada habitante realiza recuperación de la orilla estable utilizando plantas acuáticas en su propiedad cuando esté listo
Metodología de actividad	1. Cada habitante realiza recuperación de la orilla estable utilizando plantas acuáticas en su propiedad cuando esté listo 2. PM monitorea la actividad de los habitantes 3. Elaborar informe
Rol	PM monitorea el avance de la actividad de los habitantes que tienen propiedad en orilla ANDE le ayuda PM para monitorear

Para el componente “(8) Establecimiento e Implementación de Plataforma Municipal” incluido en el Proyecto de Gestión de la Concientización de los habitantes locales (Cuadro 6.5), se requiere la asignación de 4 funcionarios de ANDE que tengan el perfil de facilitador. A continuación, se describe el perfil requerido para facilitador (Cuadro 6.8)

Por otra parte, en el Cuadro 6.9 se presenta el plan a ser desarrollado en 15 distritos ubicados en la cuenca.

Cuadro 6.8 Perfil del facilitador

Perfil del facilitador de la Plataforma Municipal

- I. Posee interés sobre ideas de los miembros de la Plataforma Municipal

Puede formar Plataforma Municipal con buena armonía
Puede obtener las ideas de los miembros de la Plataforma Municipal y procesarlos hasta llegar a una actividad concreta.

- II. Tiene pensamiento lógico

Mostrar visión de la estructura general siguiendo un marco lógico.
Puede dirigir a los miembros hacia el logro de una meta, con diferentes caminos

- III. Tiene técnica de facilitación

Puede utilizar técnicas participativas en el trabajo con la Plataforma Municipal
Tiene las siguientes habilidades desarrolladas: comunicacionales, obtención de información para motivar y manejo de grupos siendo parte de un proceso de diálogo.

- IV. Tiene habilidad de administración

Coordina las reuniones de las Plataforma Municipal
Elabora y mantiene un registro ordenado de documentos de la Plataforma Municipal

6-4 Beneficios del Plan de Gestión de la Cuenca Hidrográfica del Lago Yguazú

El plan consiste en recolectar datos científicos sobre la sedimentación, erosión de las orillas y otros, que son considerados como factores causantes de la disminución de funciones que cumple el Lago Yguazú.

Mediante la implementación del Plan de Gestión, se espera lograr:

- **Tener conocimiento de la situación actual del Lago Yguazú a través de los datos científicos.**
- **Ejecutar un proyecto piloto como medida de carácter integrado, que abarca desde la orilla del lago hasta la franja de protección, a fin de acumular los conocimientos y las experiencias que servirán para formular proyectos concretos en el futuro.**
- **Hacer realidad concretamente la conservación de la cuenca mediante la continuidad a las actividades que se vienen implementando en el Plan Yguazú Porá.**

En forma concreta, pueden ser mencionados los siguientes puntos como beneficios.

Tener conocimiento de la situación actual del Lago Yguazú a través de los datos científicos

En el Plan de Gestión está planificada la realización de monitoreos de la erosión del suelo (establecimiento del modelo de RUSLE), volumen de sedimentos que ingresan (estimación del volumen de ingreso mediante la observación del nivel de agua), volumen de sedimentos (estimación del volumen de sedimentos mediante el estudio batimétrico) y de la calidad del agua. La realización de estos monitoreos permitirá la obtención de datos que servirán para interpretar científicamente la situación de la sedimentación en el Lago Yguazú y demás aspectos.

Ejecutar un proyecto piloto como medida de carácter integrado, que abarca desde la orilla del lago hasta la franja de protección, a fin de acumular los conocimientos y experiencias que servirán para formular proyectos concretos en el futuro

En el Plan de Gestión se contempla la implementación de dos proyectos piloto, la estabilización de la orilla del lago y la instalación de la franja de protección. Los mismos servirán para obtener los conocimientos necesarios para la conservación, que abarca desde la orilla del lago hasta la franja de protección, en forma integrada; esos conocimientos adquiridos servirán de base para encarar en el futuro las actividades de conservación de orillas de toda la cuenca.

Hacer realidad concretamente la conservación de la cuenca mediante la continuidad a las actividades que se vienen implementando en el Plan Yguazú Porá.

La recuperación de bosques y la conservación del suelo, así como la concientización de los habitantes locales son actividades que ya se vienen realizando en el marco del Plan Yguazú Porá. Mediante la realización de estas labores en forma sostenida, será posible esperar la ampliación del área de recuperación de bosques (recuperación de la franja boscosa que forma parte de la franja de protección ribereña) en el predio de ANDE, así como la propagación de esta actividad hacia fuera del mismo, mediante la transferencia de tecnología de recuperación de bosques y de conservación del suelo, hacia los habitantes locales.

A más de estos aspectos, mediante el suministro periódico de las informaciones sobre la conservación de la cuenca, impulso a la educación ambiental relativa a la conservación de la cuenca, así como el establecimiento y gestión sostenida de la plataforma municipal, será posible esperar la formación de un sistema en el cual la conservación de la cuenca sea impulsada teniendo a los habitantes locales como ejecutores.

6-5 Implementación del Plan de Gestión de la Cuenca Hidrográfica del Lago Yguazú

6-5-1 Plan de implementación de los diversos proyectos de gestión

El plan contempla la continuidad de las actividades que vinieron siendo ejecutadas por el Plan Yguazú Porá, como plan a mediano plazo hasta el año 2020; luego, tomando en consideración la evaluación del proyecto a realizarse en 2020 por la JICA, se tiene planificado encarar la estabilización de la orilla del lago y mejora de la franja de protección ribereña y reforestación.

A continuación, se presenta el plan para la implementación de diversos proyectos de gestión

Cuadro 6.10 Plan de implementación de los proyectos de gestión

		Planes a largo plazo									
		Planes a mediano plazo									
		Planes corto plazo									
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Estabilización de orillas del lago	(1) Mapeo de las orillas dañadas o degradadas				➤		➤				➤
	(2) Estudio del diseño de las orillas naturales				➤						
	(2) Implementación del Proyecto piloto relativo a la estabilización de las orillas				➤	➤	➤				
Mejora de franja de protección ribereña	(1) Mejora de la franja de protección ribereña y mapeo de áreas a recuperar				➤		➤				➤
	(2) Estudio del diseño para la mejora de la franja de protección ribereña y reforestación				➤						
	(3) Proyecto piloto de mejora de la franja de protección ribereña y reforestación				➤	➤	➤				
Tecnología de recuperación de bosques y de conservación del suelo	(1) Vivero	➤									
	(2) Recuperación de bosques	➤									
	(3) Recolección y análisis de datos de crecimiento de árboles	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤

	(4) Transferencia de tecnología y conocimientos para la recuperación de bosques	➤	➤	➤		➤	➤		➤	➤	➤	➤	➤
Proyectos no estructurales y estudios especiales	(1) Monitoreo y evaluación del riesgo de erosión	➤							➤				
	(2) Monitoreo de ingreso de sedimentos	➤	➤										
	(3) Monitoreo de sedimentación en el ambalse	➤											
	(4) Monitoreo de calidad del agua	➤											

		Proyectos a largo plazo									
		Proyectos a mediano plazo									
		Proyectos cortos									
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Concientización de los habitantes	(1) Difusión de informaciones sobre la conservación de la cuenca a través de eventos	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤
	(2) Extensión de la educación ambiental	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤
	(3) Formulación del programa de conservación de la cuenca	➤									
	(4) Programa de educación ambiental	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤
	(5) Programa de reciclaje de aceite	➤									
	(6) Programa de recolección de basura en la orilla del Lago	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤
	(7) Programa de capacitación técnicas de conservación del suelo	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤
	(8) Establecimiento e Implementación de Plataforma Municipal	➤									

Nota : ➤ Actividades que se ejecutarán durante todo el año

➤ Actividades que se realizarán durante unos días a unos meses durante el año

6-5-2 Departamento responsable de cada proyecto

El departamento responsable principal dirigirá las reuniones generales en carácter de responsable de la ejecución de cada uno de los proyectos de gestión y se encargará de la implementación de los proyectos de gestión y el departamento vice-responsable brindará el apoyo en el aspecto técnico. Los departamentos responsables de cada proyecto de gestión se resumen en el siguiente cuadro.

Cuadro 6.11 Departamentos responsables de cada proyecto de gestión

Categoría	Proyecto de gestión	Departamento responsable
Estabilización de las orillas del lago	(1) Mapeo de las orillas que se encuentran dañadas o degradadas	Responsable principal: Departamento de Topografía Vice responsable: Departamento de Gestión de Cuencas
	(3) Estudio del diseño natural de la orilla del lago	Responsable principal: Departamento de Topografía Vice responsable: Departamento de Gestión de Cuencas
	(4) Implementación de un proyecto piloto de estabilización de las orillas del lago	Responsable principal: Departamento de Topografía Vice responsable: Departamento de Gestión de Cuencas
Mejora de la Franja de Protección Ribereña y Reforestación	(1) Mapeo de las franjas de protección a ser mejoradas y áreas de reforestación en las márgenes del lago	Responsable principal: Departamento de Topografía Vice responsables: Dirección de Medio Ambiente, Departamento de Gestión de Cuencas
	(2) Estudio del diseño para el mejoramiento de la franja de protección ribereña y reforestación	Responsable principal: Departamento de Topografía Vice responsables: Dirección de Medio Ambiente, Departamento de Gestión de Cuencas
	(3) Proyecto piloto de mejoramiento de la vegetación ribereña y reforestación	Responsable principal: Departamento de Topografía Vice responsables: Dirección de Medio Ambiente,

		Departamento de Gestión de Cuencas
	(4) Implementación de producción de plantines en vivero	Responsable principal: Departamento de Topografía Vice responsables: Dirección de Medio Ambiente, Departamento de Gestión de Cuencas
	(5) Reforestación y recuperación de bosques protectores del lago	Responsable principal: Departamento de Topografía Vice responsables: Dirección de Medio Ambiente, Departamento de Gestión de Cuencas
Recuperación de bosques y conservación del suelo	(1) Vivero	Responsable principal: Departamento de Gestión de Cuencas
	(2) Recuperación de bosques	Responsable principal: Departamento de Gestión de Cuencas
	(4) Recopilar y analizar los datos de crecimiento en altura de arboles	Responsable principal: Departamento de Gestión de Cuencas
	(4) Tránsito de conocimientos y técnicas de recuperación de bosques	Responsable principal: Departamento de Gestión de Cuencas
Proyectos no-estructurales y estudios especiales	(1) Monitoreo y evaluación del riesgo de pérdida de suelo	Responsable principal: Departamento de Topografía Vice responsables: Dirección de Medio Ambiente, Departamento de Gestión de Cuencas
	(2) Monitoreo del ingreso de sedimentos	Responsable principal: Departamento de Topografía Vice responsables: Dirección de Medio Ambiente, Departamento de Gestión de Cuencas
	(2) Monitoreo de la sedimentación del	Responsable principal: Departamento de Topografía

	reservorio	Vice responsables: Dirección de Medio Ambiente, Departamento de Gestión de Cuencas
	(4) Monitoreo de calidad del agua	Responsable principal: Departamento de Topografía Vice responsables: Dirección de Medio Ambiente, Departamento de Gestión de Cuencas
Concientización de los habitantes locales	(1) Publicación de información de conservación de la cuenca a través de eventos	Responsable principal: Dirección de Medio Ambiente
	(2) Difusión de Educación Ambiental	Responsable principal: Dirección de Medio Ambiente
	(3) Elaboración de los Programas de Conservación de la Cuenca	Responsable principal: Dirección de Medio Ambiente
	(4) Programa de Educación Ambiental	Responsable principal: Dirección de Medio Ambiente Vice responsable: Departamento de Gestión de Cuencas
	(5) Programa de Reciclaje de Aceite	Responsable principal: Dirección de Medio Ambiente Vice responsable: Departamento de Gestión de Cuencas
	(6) Programa de Recoger Basura en la Orilla del Lago	Responsable principal: Dirección de Medio Ambiente Vice responsable: Departamento de Gestión de Cuencas
	(7) Programa de Capacitación de Técnica de Conservación del Suelo	Responsable principal: Dirección de Medio Ambiente Vice responsable: Departamento de Gestión de Cuencas

	(9) Establecimiento e Implementación de Plataforma Municipal	Responsable principal: Dirección de Medio Ambiente Vice responsable: Departamento de Gestión de Cuencas
--	--	--

6-6 Plan de monitoreo

La realización de monitoreo del estado de implementación y de resultados de los proyectos individuales de gestión, es importante para controlar el avance de todo el proyecto de gestión de la cuenca.

Además, el Proyecto de gestión de la cuenca tiene previsto realizar una revisión después de aproximadamente 10 años. Mediante el monitoreo del proyecto de gestión que se hace cada año, se irán aclarando los problemas que existen y los puntos que requieren ser modificados, lo cual posibilitará ir modificando para que sea un proyecto acorde con la realidad

Tal como se presenta en el Cuadro 6.2, se tiene planificado realizar el monitoreo, una vez por año. Se establece que los resultados del monitoreo serán informados al presidente de la ANDE, a través del Equipo Multidisciplinario, instalado por el presidente, con el fin de realizar en forma fluida la coordinación entre las dependencias afectadas.

Cuadro 6.12 Plan de monitoreo del Proyecto de Gestión

	Proyectos a largo plazo									
	Proyectos a mediano plazo									
	Proyectos cortos									
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Monitoreo del Plan de Gestión										
	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤

Anexo

Ficha Descriptiva del Proyecto (6.3.1 (1))	
Nombre del proyecto	Mapeo de las orillas dañadas o degradadas
Ubicación (con mapa topográfico)	Orillas de los predios de ANDE
Propietario de la tierra	ANDE
Tipo de control	Mitigación de la erosión de la orilla del lago por las olas, la prevención de la erosión del suelo
Área de drenaje	N.A.
Aguas receptoras	N.A.
Descripción del proyecto propuesto (Con fotos del área y / o esquema del proyecto propuesto)	Estudio in situ, análisis y procesamiento de imágenes satelitales, determinación de orillas dañadas o degradadas aplicando el SIG
Beneficios	Ejecución efectiva y eficiente de los proyectos de estabilización de la erosión de orillas en forma inmediata.

Consideraciones de diseño del proyecto

Evaluación de la erosión de la orilla del lago que se observa desde el lago con una lancha a motor.

Condiciones de erosión de la orilla se evaluó en el lago muestra la topografía utilizando SIG.

Condiciones de la erosión de la orilla se clasifican en cada nivel de la tabla de abajo.

Cuadro 4.14 Método de evaluación del estado de erosión de las costas

Nivel de erosión de las costas	Estado de erosión	Ítem de observación (común)
Nivel 1: Costa estable	Los taludes de la costa son variados desde planos hasta rectos, pero las reproducciones de vegetaciones acuáticas se encuentran frenando la erosión de las costas como malla de protección.	1. Tomar fotografías consecutivas desde el lago. En lo posible se recomienda filmar. 2. Verificar el estado de uso de suelo de las costas (bosques, agricultura –grande o pequeña-, pastizales, jardines, etc.). 3. Evaluar el nivel de erosión de las costas.
Nivel 2: Costa inestable (leve)	Los taludes de la costa son prácticamente rectos y la erosión está avanzando. La altura de los taludes es inferior a 1m y es necesario tomar medidas para la estabilidad de las costas.	
Nivel 3: Costa inestable (grave)	Los taludes de la costa son prácticamente rectos y la erosión se encuentra avanzando. La altura de los taludes es inferior a 1m y es necesario tomar medidas para la estabilidad de las costas.	

Costo del proyecto

1. El período del proyecto : 4meses
2. Personal : Funcionario de ANDE (3personas) 12 personas X mes
Se excluyen del precio unitario para el personal de ANDE
3. Gastos : Cantidad total estimado= 186.624.000Gs (=34.000US\$)
Gs Ciento ochenta seis millones seiscientos veinte
cuatro mil
Los gastos de personal= 80.000.000Gs (=14.600US\$)
Otros gastos 106.624.000Gs (=19.400US\$)

	Artículo	Aplicación	Precio unitario (Gs.)	Cantidad (base acumulativa)	Cantidad total (Gs.)
1	Gastos de personal	Funcionario de ANDE (pago de otro rubro) 3personas	0	12 personas X mes	0
		Experto de GIS	20.000.000	4 personas X mes	80.000.000
2	Viático	Viaje interno gasto de comida y alojamiento (funcionario)	1.456.000	48 16veces×3personas (4noches5dias)	69.888.000
		Viaje interno gasto de comida y alojamiento (Experto)	1.456.000	16 16veces×1persona (4noches5dias)	23.296.000
3	Costos de combustible (bote)	Aproximación desde el bote hasta la orilla del río	140.000	16 20litroX7.000Gs/dia	2.240.000
4	Costos de combustible (auto)	Asunción— Lago Yguazú	700,000	16 100litroX7.000Gs	11.200.000
Total					186.624.000 0

Fotos del sitio (condiciones existentes)

Estación de erosión N° 3 (Tembiaporá)

Foto 4.116 Comparación del estado de erosión de las orillas (Abril del 2016)



Foto 4.117 Comparación del estado de erosión de las orillas (Marzo del 2017)



Calidad de suelo de la orilla : principalmente cieno y arcilla. Se observan cierta cantidad de arenas. La altura de la costa es mayor a 4m.

Vegetaciones y uso de suelo : yuyos y terrenos baldíos. No se observan vegetaciones en los taludes.

Altura de la ola : No habían olas

Dirección y velocidad del viento : No hubo viento

Esta fotografía fue tomada 1 año después en el mismo lugar.

No se logró medir la distancia del terreno perdido de la parte vertical, pero según los árboles caídos se presume el avance de unos cuantos centímetros.

Este tipo de taludes altos de forma vertical en estados graves se observan en varios puntos de Tembiaporá y es necesario trabajar en la seguridad de ellas a través de vegetaciones acuáticas naturales.

Ficha Descriptiva del Proyecto (6.3.1 (2))	
Nombre del proyecto	Estudio del diseño natural de la orilla del lago
Ubicación (con mapa topográfico)	Orillas del lago en terrenos propiedad de la ANDE
Propietario de la tierra	ANDE
Tipo de control	Mitigación de la erosión de la orilla del lago
Área de drenaje	N.A.
Aguas receptoras	N.A.
Descripción del proyecto propuesto (Con fotos del área y / o esquema del proyecto propuesto)	Definición del diseño óptimo de orillas
Beneficios	Ejecución efectiva y eficiente de los proyectos de estabilización de la erosión de orillas en forma inmediata.

Consideraciones de diseño del proyecto

Gradiente de la pendiente estable orilla, plana, suave y escarpado variar. Para cada uno del gradiente, la vegetación de la orilla del agua para reproducirse ya sea por reproducción natural y estabilizar la pendiente que no se puede concluir.

Siga las instrucciones en la siguiente tabla, es necesario llevar a cabo el examen de las medidas de estabilidad orilla.

Cuadro 4.15 Pasos para considerar las medidas para una costa estable

Pasos	Contenido
1. Estudio de estabilidad de las costas	Respecto al talud de las costas estables preexistentes mencionados en el apartado (ii), realizar un estudio de campo sobre: <ul style="list-style-type: none"> — Plano transversal del talud — Variedad de las vegetaciones que se regeneran en el talud y realizar un examen cuidados del talud y estado de vegetación de las orillas de una costa estable.
2. Diseño de una costa estable	Elaborar un diseño básico para la estabilidad de las costas sobre las bases de los estudios mencionados arriba. Para una costa estable prever tres tipos según conveniencia: <ul style="list-style-type: none"> — Talud plano (una pendiente aproximada de 10°) — Talud suave (pendiente entre 10 y 30°) — Talud empinado (pendiente entre 30 y 60°)
3. Consideración del método de la obra	Como método se utilizará la medida no estructurada de reproducción de vegetaciones riverícolas nativas y no se considerarán medidas estructurales de muros ni la bioingeniería (bio-engineering and -technical) por el elevado costo y mano de obra.

	Las ventajas y desventajas del método de reproducción de las orillas a través de las vegetaciones nativas riparias se resumen en el siguiente cuadro.
Ventaja	1. Bajo costo y mano de obra reducida 2. Buena imagen de las orillas 3. Las vegetaciones se reproducen continuamente 4. Se convierte en zona habitable para los peces y animales silvestres
Desventaja	1. Se limita el periodo de siembra de especies nativas 2. Existen casos sin resultados durante dos años desde la reproducción 3. Necesidad de plantar la semilla todos los años
4. Cálculo de costo de la obra	Calcular el costo de obra de cada tipo por m.

Costo del proyecto

- El período del proyecto : 2 meses
- Personal : Funcionario de ANDE (2personas) 4 personas X mes
Se excluyen del precio unitario para el personal de ANDE
- Gastos : Cantidad total estimado= 29.176.000Gs (=5.400US\$)
Gs Veintinueve millones ciento setenta y seis mil
Los gastos de personal= 0
Otros gastos 29.176.000Gs (=5.400US\$)

	Artículo	Aplicación	Precio unitario (Gs.)	Cantidad (base acumulativa)	Cantidad total (Gs.)
1	Gastos de personal	Funcionario de ANDE (pago de otro rubro) 2personas	0	4 Personas X meses	0
2	Viático	Viaje interna gasto de comida y alojamiento (funcionario)	1.456.000	1 8vez×2persona (4noches5dias) 6	23.296.000
3	Costos de combustible (bote)	Aproximación desde el bote hasta la orilla del río	140.000	2 20 litro X 7.000Gs/dia	280.000
4	Costos de combustible (auto)	Asunción—Lago Yguazú	700.000	8 100 litro X 7,000Gs	5.600.000

total

29.176.000

Fotos del sitio (condiciones existentes)

Foto 4.128 Comparación de rompeolas contra la erosión 2 (Abril del 2016)



Foto 4.129 Comparación de rompeolas contra la erosión 2 (Marzo del 2017)



Altura del talud : aproximadamente 50cm.
Estado de erosión : se observan erosiones de la parte inferior del talud causadas por las olas. Se cree que el ciclo de la erosión sucede en varias etapas. Desgarre de la parte inferior ocasionada por la fuerza de rozamiento de la ola, como consecuencia se va formando un alero, caída del alero, formación de sedimentos y finalmente las olas se encargan de transportarlos. El propietario instaló una barra protectora de ladrillos para frenar la erosión del jardín cubierto de pastos, pero gran parte de ella se encuentra deteriorada por las constantes olas que se generan desde el sur.

Estado del mismo lugar luego de 1 año. El propietario del predio se encuentra realizando una obra con gaviones para reforzar los rompeolas que prácticamente están destruidos. Sin embargo, cuando las altas olas alcancen la tierra seca, los pastos con raíces cortos no podrían frenar la erosión. Se cree a la larga sería más práctico asegurar con taludes más suaves y vegetaciones acuáticas. Además, el uso de los gaviones para la protección de las costas no es recomendable por el costo y el paisaje.

Ficha Descriptiva del Proyecto (6.3.1 (3))	
Nombre del proyecto	Implementación de un proyecto piloto de estabilización de las orillas del lago
Ubicación (con mapa topográfico)	Orillas de los predios de ANDE
Propietario de la tierra	ANDE
Tipo de control	Mitigación de la erosión de la orilla del lago por las olas, la prevención de la erosión del suelo
Área de drenaje	N.A.
Aguas receptoras	N.A.
Descripción del proyecto propuesto (Con fotos del área y / o esquema del proyecto propuesto)	Plantación preliminar de la vegetación en la orilla en base a la definición del diseño de la orilla más apropiada
Beneficios	Contribuye al mejoramiento y reducción de la erosión en las orillas.
<p>Consideraciones de diseño del proyecto</p> <p>A las orillas de las costas de inestabilidad de la propiedad de la ANDE, para poner en práctica el proyecto piloto de las medidas de estabilización. El período del Proyecto es próximamente 2 años, El período del Proyecto es aproximadamente 2 años. Hacer el siguiente proyecto en etapas.</p>	
Año	Actividades
Primer año	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selección de las orillas para la implementación del proyecto. (para tres tipos cada nivel de erosión). 2. Obra para un talud estable 3. Plantación de las semillas nativas 4. Observación de estado del talud (4 veces al año) y elaboración del informe
Segundo año	<ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis evaluativo del estado de talud luego de 1 año 2. Observación de estado del talud (4 veces al año) y elaboración del informe 3. Análisis evaluativo del estado de talud luego de 2 años 4. Elaboración y reporte del informe final
<p>Costo del proyecto</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El período del proyecto : 6 meses x 8 años 2. Personal : Funcionario de ANDE (2persona) 12 personas X mes/ año Se excluyen del precio unitario para el personal de ANDE 3. Gastos : Cantidad total estimado =88.168.000Gs / año x 8 años = 705.344.000Gs (= 128.300US\$) Gastos de año Total estimado : 88.168.000Gs (= 16.100US\$) Gs Ochenta y ocho millones ciento sesenta y ocho mil Los gastos de personal = 0 	

Otros gastos 88.168.000Gs (=16.100US\$)

	Artículo	Aplicación	Precio unitario (Gs.)	Cantidad (base acumulativa)		Cantidad total (Gs.)
1	Gastos de personal	Funcionario de ANDE (pago de otro rubro) 2personas	0	12	personas X mes	0
2	Viático	Viaje interna gasto de comida y alojamiento (funcionario)	1.456.000	48	24veces×2person (4noches 5días)	69.888.000
3	Costos de combustible (auto)	Asunción—Lago Yguazú	700.000	24	100 litro X 7.000Gs	16.800.000
4	Obreros	Costo de arreglo de la tierra (0.1ha)	3.840.000	0.1	100mX10m = 0.1ha	384.000
5	Obreros	Siembra, fumigación (0.1ha)	112.000	8	veces	896.000
6	Artículo de Consumo	Pesticida etc.(0.1ha)	25.000	8	veces	200.000
Total						88.168.000

Fotos del sitio (las condiciones existentes)

Ficha Descriptiva del Proyecto (6.3.2 (1))	
Nombre del proyecto	Mejoramiento de la franja de protección ribereña y mapeo del área objeto de recuperación
Ubicación (con mapa topográfico)	Orillas de los predios de ANDE
Propietario de la tierra	ANDE
Tipo de control	Prevención de la erosión del suelo en la cuenca del lado de tierra. Mantenimiento del área hábitat de animales salvajes
Área de drenaje	N.A.
Aguas receptoras	N.A.
Descripción del proyecto propuesto (Con fotos del área y / o esquema del proyecto propuesto)	Estudio in situ, determinación de las áreas objeto de recuperación y reforestación mediante análisis de imágenes satelitales y el SIG
Beneficios	Implementación eficiente y efectiva del Proyecto de mejoramiento y recuperación de la franja de protección ribereña

Consideraciones de diseño del proyecto

Áreas Problemáticas Identificadas en Estudios de Campo

Las áreas críticas fueron detectadas por medio de estudios de campo. El Cuadro describe las áreas críticas y posibles soluciones en los cuatro principales ríos tributarios.

Áreas Problemáticas Identificadas en Estudios de Campo

Lugar del problema	Descripción del problema	Posibles soluciones
(1) Erosión y sedimentación de suelo en los cuatro principales ríos tributarios		
a) Río Yguazú (Refiérase a los Puntos Nro. 1 al Nro. 6 y Nro. 14 a Nro. 18 con Fotos 4.1 a 4.12 y 4.23 a 4.36) Ciudades relacionadas a lo largo del río Yguazú: 1. R.A. Oviedo 2. Vaquería 3. Yhú	Erosión de suelo de tierras agrícolas y ganaderas	Continuación y/o refuerzo de las medidas de control de la erosión del suelo por parte de productores a pequeña y gran escala, tales como: 1. Agricultura a curva de nivel 2. Siembra directa 3. Rotación de cultivo 4. Trampas de sedimentos 5. Abono verde 6. Agricultura orgánica La información más reciente sobre las medidas de control de la erosión del suelo en cada distrito proviene del Censo Agropecuario (MAG 2008) y se muestra en cuadro 4.6.

		Establecimiento de un modelo de monitoreo y análisis de riesgo de erosión de suelo con RUSLE utilizando herramientas SIG .
	Escorrentía de sedimentos a los ríos a través de caminos y puentes	Mapeo de lugares problemáticos Instalación de trampas de sedimentos y/o vegetación ribereña
	Escorrentía de sedimentos a los ríos directamente de tierras agrícolas y ganaderas	Instalación de una franja de protección (franja verde) con un mapeo de las franjas de protección forestal existentes
	Erosión de las orillas de los cursos hídricos	Implantación de vegetación ribereña con un mapeo de las franjas de protección forestal existentes
<p>b) Río Monday-Mi (Refiérase a los Puntos Nro. 7 al Nro. 11 con Fotos 4.13 a 4.22)</p> <p>Ciudades relacionadas a lo largo del río Monday-Mi:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. R.A. Oviedo 2. Mcal. López 3. Vaquería 4. Yhú 	Erosión del suelo de tierras agrícolas y ganaderas	Continuación y/o refuerzo de las medidas de control de la erosión del suelo por parte de productores a pequeña y gran escala, tales como: <ol style="list-style-type: none"> 7. Agricultura a curva de nivel 8. Siembra directa 9. Rotación de cultivo 10. Trampas de sedimentos 11. Abono verde 12. Agricultura orgánica Establecimiento de un modelo de monitoreo y análisis de riesgo de erosión del suelo con RUSLE utilizando herramientas SIG .
	Escorrentía de sedimentos a los ríos por medio de caminos y puentes	Mapeo de lugares problemáticos Instalación de trampas de sedimentos y/o vegetación

		ribereña
	Escorrentía de sedimentos a los ríos de tierras agrícolas y ganaderas	Instalación de una franja de protección (franja verde) con un mapeo de las franjas de protección forestal existentes
	Erosión de las orillas de los cursos hídricos	Implantación de vegetación ribereña con un mapeo de las franjas de protección forestal existentes
<p>c) Río Yhú (Refiérase a los Punto Nro. 19 al Nro. 25 y Fotos 4.37 a 4.48)</p> <p>Ciudades relacionadas a lo largo del río Yhú:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. R.A. Oviedo 2. Yhú 3. 3 de Febrero 4. San Joaquín 	Erosión del suelo de tierras agrícolas y ganaderas	<p>Continuación y/o refuerzo de las medidas de control de la erosión del suelo por parte de productores a pequeña y gran escala, tales como:</p> <ol style="list-style-type: none"> 13. Agricultura a curva de nivel 14. Siembra directa 15. Rotación de cultivo 16. Trampas de sedimentos 17. Abono verde 18. Agricultura orgánica <p>Establecimiento de un modelo de monitoreo y análisis de riesgo de erosión del suelo con RUSLE utilizando herramientas SIG.</p>
	Escorrentía de sedimentos a los ríos por medio de caminos y puentes	<p>Mapeo de lugares problemáticos</p> <p>Instalación de trampas de sedimentos y/o vegetación ribereña</p>
	Escorrentía de sedimentos a los ríos de tierras agrícolas y ganaderas	Instalación de una franja de protección (franja verde) con un mapeo de las franjas de protección forestal existentes
	Erosión de las orillas de los cursos hídricos	Implantación de vegetación ribereña con un mapeo de las franjas de protección forestal existentes
d) Río Yukyry (Refiérase a los Puntos Nro.	Erosión del suelo de tierras agrícolas y ganaderas	Continuación y/o refuerzo de las medidas de control de la

<p>26 al Nro.34 y Fotos 4.51 a 4.68)</p> <p>Ciudades relacionadas a lo largo del río Yukyry:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. J.E. Estigarribia 2. R.A. Oviedo 3. J.M. Frutos 4. 3 de Febrero 5. Caaguazú 6. Yhú 7. San Joaquín 		<p>erosión del suelo por parte de productores a pequeña y gran escala, tales como:</p> <ol style="list-style-type: none"> 19. Agricultura a curva de nivel 20. Siembra directa 21. Rotación de cultivo 22. Trampas de sedimentos 23. Abono verde 24. Agricultura orgánica <p>Establecimiento de un modelo de monitoreo y análisis de riesgo de erosión del suelo con RUSLE utilizando herramientas SIG.</p>
	Escorrentía de sedimentos a los ríos por medio de caminos y puentes	<p>Mapeo de lugares problemáticos</p> <p>Instalación de trampas de sedimentos y/o vegetación ribereña</p>
	Escorrentía de sedimentos a los ríos de tierras agrícolas y ganaderas	Instalación de una franja de protección (franja verde) con un mapeo de las franjas de protección forestal existentes
	Erosión de las orillas de los cursos hídricos	Implantación de vegetación ribereña con un mapeo de las franjas de protección forestal existentes
(2) Sedimentación del lago		
a) Curso principal del Río Yguazú	<p>Sedimentos del lago compuestos mayormente de materiales clásticos (sedimentos del tamaño de arcillas, limo, y arena), materia orgánica, precipitados químicos, o una combinación de los mismos</p>	<p>Continuación del monitoreo de la elevación del lecho del lago por medio del estudio batimétrico para verificar el volumen anual de la sedimentación del lago</p> <p>Instalación de una estación de control del nivel de agua y carga suspendida en el Río Yguazú donde no existan efectos de remanso para medir</p>

		la descarga y la carga suspendida en el lago
b) Ensenada del Río Yhú	Sedimentos del lago compuestos mayormente de materiales clásticos (sedimentos del tamaño de arcillas, limo, y arena), materia orgánica, precipitados químicos, o una combinación de los mismos	Continuación del monitoreo de la elevación del lecho del lago por medio del estudio batimétrico para verificar el volumen anual de la sedimentación del lago Instalación de una estación de control del nivel de agua y carga suspendida en el Río Yhú donde no existan efectos de remanso para medir la descarga y la carga suspendida en el lago
c) Ensenada del Río Yukyry	Sedimentos del lago compuestos mayormente de materiales clásticos (sedimentos del tamaño de arcillas, limo, y arena), materia orgánica, precipitados químicos, o una combinación de los mismos	Continuación del monitoreo de la elevación del lecho del lago por medio del estudio batimétrico para verificar el volumen anual de la sedimentación del lago Instalación de una estación de control del nivel de agua y carga suspendida en el Río Yukyry donde no existan efectos de remanso para medir la descarga y la carga suspendida en el lago

Project Cost

1. El período del proyecto : 4 meses
2. Personal :
 - (1) Funcionario de ANDE (3personas) : 12 personas X mes
Se excluyen del precio unitario para el personal de ANDE
 - (2) El experto de GIS (Consultor Local) : 4 personas X mes
3. Gastos : Cantidad total estimado= 214.124.000Gs (=39.000US\$)
Gs Doscientos catorce millones ciento veinte y cuatro mil
Los gastos de personal= 80.000.000Gs (=14.600US\$)
Otros gastos 106.624.000Gs (=19.400US\$)
Costo para compra y análisis de Imagen del satélite
27.500.000Gs (=5.000US\$)

	Artículo	Aplicación	Precio unitario (Gs.)	Cantidad (base acumulativa)	Cantidad total (Gs.)	
1	Gastos de personal	Funcionario de ANDE (pago de otro rubro) 3 personas	0	12	Personas X mes	0
		Experto de GIS	20.000.000	4	Personas X mes	80.000.000
2	Viático	Viaje interno gasto de comida y alojamiento (funcionario)	1.456.000	48	16 veces x 3 personas (4 noches 5 días)	69.888.000
		Viaje interno gasto de comida y alojamiento (Experto)	1.456.000	16	16 veces x 1 persona (4 noches 5 días)	23.296.000
3	Costos de combustible (bote)	Aproximación desde el bote hasta la orilla del río	140.000	16	20 litro X 7.000 Gs/día	2.240.000
4	Costos de combustible (auto)	Asunción—Lago Yguazú	700.000	16	100 litro X 7.000 Gs	11.200.000
Total					186.624.000	
Fotos del sitio (condiciones existentes)						

Ficha Descriptiva del Proyecto (6.3.2 (2))	
Nombre del proyecto	Estudio del diseño para el mejoramiento y recuperación de la franja de protección ribereña
Ubicación (con mapa topográfico)	Orillas del lago en terrenos propiedad de la ANDE
Propietario de la tierra	ANDE
Tipo de control	Mitigación de la erosión de la orilla (lado de tierra) del lago
Área de drenaje	N.A.
Aguas receptoras	N.A.
Descripción del proyecto propuesto (Con fotos del área y / o esquema del proyecto propuesto)	Determinación del método de diseño óptimo para el mejoramiento y recuperación de la franja de protección ribereña
Beneficios	Implementación eficiente y efectiva del Proyecto de mejoramiento y recuperación de la franja de protección ribereña
<p>Consideraciones de diseño del proyecto</p> <p>La ANDE comprendió que necesidad de importancia de instalación de zona de amortiguación (Cinturón Verde) a través de una ley de forestal No.422/73 y Resolución del Presidente No. 18831/86. ANDE se está planificado de zona de amortiguación en parte como siguiente. *</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Prolongación de la zona de amortiguación : agregar más 130Km de prolongación de 110Km que terminado 2) Área meta : 1,300ha (ancho de amortiguación=100m) 3) periodo de obra : desde comienzo de 2006 duración: 6años 4) Gastos de instalación : 910.000 USD <p>* : Informe Final, Proyecto de la Central Hidroeléctrica del Río Yguazú SAPROF,JBIC,2005.</p> <p>A través de este plan, establecido una zona de amortiguamiento para proteger en casi 50 % del lado este del Lago (Se adición: 460km). Se espera para detener el sedimento que fluye en la erosión del suelo y lagos. Que se añadirá al bosque nativo 1,500 hectáreas propiedad de la ANDE justo debajo de la presa de Yguazú. A través de Los árboles frutales se plantan para adaptarse a la zona de amortiguamiento También se espera que la fruta como un subproducto para el agricultor que se produce Con respecto a la aplicación de instalación de la zona de amortiguamiento, El apoyo de la solución de Yguazú que ocupa 30% (240 km) de la circunferencia lago se va a obtener.</p>	
<p>Costo del proyecto</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El período del proyecto : 2 meses 2. Personal : Funcionario de ANDE (2personas) 4 personas X mes Se excluyen del precio unitario para el personal deANDE 3. Gastos : Cantidad total estimado= 30.016.000Gs (=5.500US\$) Gs Treinta millones diecis mil Los gastos de personal= 0 	

Otros gastos 30.016.000Gs (=5.500US\$)

	Artículo	Aplicación	Precio unitario (Gs.)	Cantidad (base acumulativa)	Cantidad total (Gs.)
1	Gastos de personal	Funcionario de ANDE (pago de otro rubro) 2personas	0	4 Personas X mes	0
2	Viático	Viaje interna gasto de comida y alojamiento (funcionario)	1.456.000	16 8vez×2persona (4noches5dias)	23.296.000
3	Costos de combustible (bote)	Aproximación desde el bote hasta la orilla del río	140.000	8 20 litro X 7.000Gs/día	1.120.000
4	Costos de combustible (auto)	Asunción—Lago Yguazú	700.000	8 100 litroX7.000Gs	5.600.000
Total					30.016.000 0
Fotos del sitio (condiciones existentes)					

Ficha Descriptiva del Proyecto (6.3.2 (3))						
Nombre del proyecto	Proyecto piloto de mejora y recuperación de la franja de protección ribereña					
Ubicación (con mapa topográfico)	Orillas de los predios de ANDE					
Propietario de la tierra	ANDE					
Tipo de control	Mitigación de la erosión lado de tierra a orillas del lago, La prevención de la erosión del suelo y la regeneración					
Área de drenaje	N.A.					
Aguas receptoras	N.A.					
Descripción del proyecto propuesto (Con fotos del área y / o esquema del proyecto propuesto)	Plantación preliminar en la franja de protección ribereña aplicando el método óptimo diseñado para el mejoramiento y recuperación de la franja de protección					
Beneficios	Mejora el fortalecimiento y recuperación de la franja de protección ribereña.					
Consideraciones de diseño del proyecto						
Costo del proyecto						
<p>1. El período del proyecto : 3 meses x 8 años</p> <p>2. Personal : Funcionario de ANDE (2persona) 6 personas X mes / año Se excluyen del precio unitario para el personal de ANDE</p> <p>3. Escala del proyecto piloto : 100m x 100m</p> <p>4. Gastos : Cantidad total estimado= 13.700US\$/ año x 8 año=109.600US\$ Gastos de año Total : 75.160.000Gs (=13.700US\$) Gs Setenta y cinco millones sientos sesenta mil</p> <p>Los gastos de personal= 0Gs Otros gastos 75.160.000Gs (=13.700US\$)</p>						
	Artículo	Aplicación	Precio unitario (Gs.)	Cantidad (base acumulativa)		Cantidad total (Gs.)
1	Gastos de personal	Funcionario de ANDE (pago de otro rubro) 2personas	0	6	Personas X mes	0
2	Viático	Viaje interna gasto de comida y alojamiento (funcionario)	1.456.000	24	12vezes×2personas (4noches5dias)	34.944.000
3	Costos de combustible (auto)	Asunción—Lago Yguazú	700.000	12	100 litroX7.000Gs	8.400.000

4	Obreros	Costo de arreglo de la tierra (0.1ha)	3.840.00 0	1	100mX100m=1ha	3.840.000
5	Obreros	Plantación (0.1ha)	3.840.00 0	1	100mX100m=1ha	3.840.000
6	Obreros	limpieza (1ha)	3.840.00 0	6	veces	23.040.00 0
7	Obreros	Siembra, fumigación (1ha)	112.000	8	veces	896.000
8	Articulo de Consumo	Pesticida (1ha)	250.000	8	veces	200.000
Total						75.160.00 0
Fotos del sitio (las condiciones existentes)						

Ficha Descriptiva del Proyecto (6.3.3 (1))	
Nombre del proyecto	Vivero forestal
Ubicación (con mapa topográfico)	Predio de la presa Yguazú
Propietario de la tierra	ANDE
Tipo de control	Producir plantines de buena calidad, Realizar capacitaciones en técnicas para la conservación del suelo
Área de drenaje	N.A.
Aguas receptoras	N.A.
Descripción del proyecto propuesto (Con fotos del área y / o esquema del proyecto propuesto)	Producción de plantines de buena calidad, elaborar abono orgánico Bocashi y vinagre de carbón
Beneficios	Recuperación de bosque utilizando plantines producidos en el vivero, transferencia de conocimiento a los habitantes en técnicas para la conservación del suelo
Consideraciones del diseño del proyecto	Producir plantines de buena calidad
Costo del proyecto	<p>1) Recurso Humano</p> <p>① Funcionario de ANDE 4MM</p> <p>② Funcionario de ANDE(Ayudante) 4MM</p> <p>③ Obreros 24MM</p> <p>2) Gastos :</p> <p>① Funcionario de ANDE (1 persona) En total 3 meses x 1 persona</p> <p>② Funcionario de ANDE Ayudante (1 personas) En total 3 meses x 1 persona</p> <p>③ Obreros(2 persona) 2 personas x jornal de obrero x 20 días x 12 meses</p> <p>④ Otros</p> <p>(A) Viatico: Viatico para 2 personas de funcionario de ANDE en 3 meses en total</p> <p>(B) Combustible : Vehículo, desmalezadora y motosierra</p> <p>(C) Mantenimiento de equipos: 4 desmalezadoras x 8 veces/año 1 motosierra x 4 veces/año</p> <p>(D) Compra de insumo Herbicida, hormiguicida, maceta plástica, etc.</p>
Site Photos (existing conditions)	

Ficha Descriptiva del Proyecto (6.3.3 (2))													
Nombre del proyecto	Recuperación de bosque												
Ubicación (con mapa topográfico)	Alrededor del lago												
Propietario de la tierra	Predios de ANDE que lindan con el lago												
Tipo de control	Protección del suelo, prevención de la erosión												
Área de drenaje	N.A.												
Aguas receptoras	N.A.												
Descripción del proyecto propuesto (Con fotos del área y / o esquema del proyecto propuesto)	Recuperación de bosque a través de reforestación convencional o reforestación mixta												
Beneficios	Contribuir con la reducción de la erosión a través de la recuperación del bosque												
Consideraciones del diseño del proyecto	Un sistema de reforestación según estudio del campo												
Costo del proyecto	<p>A los efectos de estimar en forma práctica y acertada, el cálculo de costos para la implementación de la reforestación, se analizó en base a <u>una superficie de 3 ha.</u></p> <p>1) Persona (<u>para 3 ha.</u>);</p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>① Funcionario de ANDE</td> <td style="text-align: right;">4 MM</td> </tr> <tr> <td>② Funcionario de ANDE(Ayudante)</td> <td style="text-align: right;">4 MM</td> </tr> <tr> <td>③ Obreros(4 personas)</td> <td style="text-align: right;">9MM</td> </tr> </table> <p>2) Gastos (<u>para 1 ha.</u>);</p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>① Funcionario de ANDE (1 persona)</td> <td style="text-align: right;">En total 1.3 mes x 1 persona</td> </tr> <tr> <td>② Funcionario de ANDE Ayudante (1 personas)</td> <td style="text-align: right;">En total 1.3 mes x 1 persona</td> </tr> <tr> <td>③ Obreros (<u>para 1 ha.</u>);</td> <td style="text-align: right;">62 personas(3MM)</td> </tr> </table> <p>Trabajo detallado de obrero</p> <p>1) Habilidadación y Plantación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidadación del terreno; se requieren 4 personales para realizar limpieza del área con desmalezadora (corpida). y se necesitan de 2 personales para la aplicación de herbicida y 1 más para la aplicación de hormiguicidas, totalizando <u>7 personas</u> para culminar los trabajos previos a la plantación. • Plantación; Se necesitará contratar a <u>11 jornaleros</u> para reforestar 1 hectárea. (una densidad de aprox. 1.100 plantas por ha) <p>2) Mantenimiento de la parcela plantada</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza; Se realizaría por 3 años; 4 veces en el primer año, 	① Funcionario de ANDE	4 MM	② Funcionario de ANDE(Ayudante)	4 MM	③ Obreros(4 personas)	9MM	① Funcionario de ANDE (1 persona)	En total 1.3 mes x 1 persona	② Funcionario de ANDE Ayudante (1 personas)	En total 1.3 mes x 1 persona	③ Obreros (<u>para 1 ha.</u>);	62 personas(3MM)
① Funcionario de ANDE	4 MM												
② Funcionario de ANDE(Ayudante)	4 MM												
③ Obreros(4 personas)	9MM												
① Funcionario de ANDE (1 persona)	En total 1.3 mes x 1 persona												
② Funcionario de ANDE Ayudante (1 personas)	En total 1.3 mes x 1 persona												
③ Obreros (<u>para 1 ha.</u>);	62 personas(3MM)												

	<p>4 veces en el segundo año y 3 veces en el último año, en total 11 veces por año. Se necesitará contratar a 4 jornaleros para limpiar 1 hectárea. Entonces <u>44 personas</u> en total de limpieza acumulada por año</p> <p>④ Otros</p> <p>(A) Viatico: Viatico para 2 personas de funcionario de ANDE en 1 meses en total</p> <p>(B) Combustible : Vehículo</p> <p>(C) Compra de insumo Herbicida, hormiguicida, etc</p>
<p>Site Photos (existing conditions)</p>	

Ficha Descriptiva del Proyecto (6.3.3 (3))	
Nombre del proyecto	Levantamiento y análisis de los datos de crecimiento de árboles
Ubicación (con mapa topográfico)	Distritos de Yguazú y J. E. Estigarribia
Propietario de la tierra	Predio del Sr. Sato(Yguazú), predio del Sr. Krajn (Bergthal), predio de la ANDE en la represa Yguazú
Tipo de control	
Área de drenaje	N.A.
Aguas receptoras	N.A.
Descripción del proyecto propuesto (Con fotos del área y / o esquema del proyecto propuesto)	Medición de altura, diámetro de altura de pecho y porcentaje de pérdida
Beneficios	Obtener un sistema de reforestación mixta
Consideraciones del diseño del proyecto	Buscar un diseño adecuado de reforestación mixta
Costo del proyecto	Levantamiento de datos Funcionario de ANDE : 1MM Funcionario de ANDE(ayudante) : 1MM Obrero : 1MM
Site Photos (existing conditions)	

Ficha Descriptiva del Proyecto (6.3.3 (4))	
Nombre del proyecto	Transferencia de conocimiento y técnica para recuperación de bosque
Ubicación (con mapa topográfico)	Predio de la presa Yguazú
Propietario de la tierra	ANDE
Tipo de control	Realizar capacitación para recuperación del bosque y conservación del suelo
Área de drenaje	N.A.
Aguas receptoras	N.A.
Descripción del proyecto propuesto (Con fotos del área y / o esquema del proyecto propuesto)	Temas de la capacitación; vivero forestal, reforestación, Bocashi, vinagre de carbón, agroforestería, agricultura de conservación Arborización con los estudiantes
Beneficios	Los mismos habitantes que viven próximo al lago ejecutan las actividades de conservación de la cuenca
Consideraciones del diseño del proyecto	Transferencia de conocimiento y técnica a los habitantes
Costo del proyecto	2 veces de capacitación; 1MM x 2 veces x 3 personas = 6MM 2 veces de arborización; 0.5MM x 2 veces x 3 personas = 3MM Funcionario de ANDE : 3MM Funcionario de ANDE(ayudante) : 3MM Obreros : 3MM
Site Photos (existing conditions)	

Ficha Descriptiva del Proyecto (6.3.4 (1))					
Nombre del proyecto	Monitoreo y evaluación del riesgo de erosión del suelo				
Ubicación (con mapa topográfico)	Toda la cuenca				
Propietario de la tierra	ANDE				
Tipo de control					
Área de drenaje	N.A.				
Aguas receptoras	N.A.				
Descripción del proyecto propuesto (Con fotos del área y / o esquema del proyecto propuesto)	Establecimiento del modelo RUSLE para la cuenca del lago Yguazú				
Beneficios	Evaluación de la erosión del suelo mejoramiento de la medida óptima contra la erosión				
Consideraciones de diseño del proyecto	Usando el modelo RUSLE				
Costo del proyecto					
<p>1. El período del proyecto : 6 meses</p> <p>2. Personal : Experto de RUSLE(1persona) 6 personas X mes / año, Experto de GIS(1persona) 6 personas X mes / año, Asistente (1persona) 6 personas X mes / año</p> <p>3. Gastos : Cantidad total estimado= 68.700US\$/año x 10 años= 687.000US\$ Gastos de año Total estimado= 377.328.000Gs (=68.700US\$) Gs Trescientos setenta y siete millones trescientos veinte ocho mil Los gastos de personal 294.000.000Gs (=53.500US\$) Otros gastos 83.328.000Gs (=19.400US\$)</p>					
	Artículo	Aplicación	Precio unitario (Gs.)	Cantidad (base acumulativa)	Cantidad total (Gs.)
1	Gastos de personal	Experto de RUSLE para Gestión de la Cuenca 1persona	20.000.000	6 personas X mes	120.000.000
		Experto de GISimagen de satélite 1persona	20.000.000	6 personas X mes	120.000.000
		Asistente 1persona	9.000.000	6 personas X mes	54.000.000
2	Viático	Viaje interna gasto de comida y alojamiento (Experto)	1.456.000	48 16veces×3personas (4noches5días)	69.888.000

3	Costos de combustible (bote)	Aproximación desde el bote hasta la orilla del río	140.000	16	20 litros X 7.000 Gs / día	2.240.000
4	Costos de combustible (auto)	Asunción—Lago Yguazú	700.000	16	100 litros X 7.000Gs	11.200.000
Total						377.328.000
Fotos del sitio (condiciones existentes)						

Ficha Descriptiva del Proyecto (6.3.4 (2))						
Nombre del proyecto	Monitoreo del ingreso de sedimentos					
Ubicación (con mapa topográfico)	4 cauces, río Yguazú, río Yhú, arroyo Yukyry y arroyo Mondaymi					
Propietario de la tierra	ANDE					
Tipo de control						
Área de drenaje	N.A.					
Aguas receptoras	N.A.					
Descripción del proyecto propuesto (Con fotos del área y / o esquema del proyecto propuesto)	1. Instalación de medidores del nivel de agua 2. Estimación del volumen anual de ingreso de sedimentos					
Beneficios	Mejoramiento de la determinación del volumen de sedimentos que ingresan de cada uno de los afluentes					
Consideraciones de diseño del proyecto						
Costo del proyecto						
1. El período del proyecto : 2 meses						
2. Personal : Funcionario de ANDE (2 personas) 4 personas X mes/ año (2 meses) Se excluyen del precio unitario para el personal de ANDE						
3. Gastos : Cantidad total estimado= US\$ 6.700/ año×10 años= US\$ 67.000 Gastos de año Total estimado= 36.736.000Gs (US\$ 6,700) Gs Treinta y seis millones setecientos y treinta y seis mil Los gastos de personal 0 Otros gastos 36.736.000Gs (US\$ 6.700)						
	Artículo	Aplicación	Precio unitario (Gs.)		Cantidad (base acumulativa)	Cantidad total (Gs.)
1	Gastos de personal	Funcionario de ANDE (pago de otro rubro) 2 personas	0	4	Personas X mes	0
2	Viático	Viaje interna gasto de comida y alojamiento (funcionario)	1.456.000	16	8veces×2personas (4noches5dias)	23.296.000
3	Costos de combustible (bote)	Aproximación desde el bote hasta la orilla del río	140.000	16	20 litros X 7.000Gs / día	2.240.000
4	Costos de combustible (auto)	Asunción—El lago Yguazú	700.000	16	100litros X 7.000Gs	11.200.000

Total		3.736.000
<p>(1) Equipo total = 154.000.000Gs (US\$ 46.000)</p> <p>1) Instalación de Transductor de Presión medida nivel de agua (3 lugares)</p> <p style="padding-left: 40px;">Nota : Los costos de instalación incluidos</p> <p style="padding-left: 40px;">8.000US\$ x 3 sets = 24.000US\$ = 132.000.000Gs</p> <p>2) Adquisición del medidor de flujo</p> <p style="padding-left: 40px;">4.000US\$ = 22.000.000Gs</p>		
Fotos del sitio (condiciones existentes)		

2	Viático	Viaje interna gasto de comida y alojamiento (funcionario)	1.456.000	1 2	2veces ×6personas (4noches5dias)	17.472.000
3	Costos de combustible (bote)	Aproximación desde el bote hasta la orilla del río	140.000	2	20 litros X 7.000Gs/día	280.000
4	Costos de combustible (auto)	Asunción—LagoYguazú	700.000	2	100 litros X 7.,000Gs	1.400.000
Total						19.152.000 0
Fotos del sitio (condiciones existentes)						

					(4noches5dias)	
3	Costos de combustible (bote)	Aproximación desde el bote hasta la orilla del río	140.000	2	20 litros X 7.000G.s/día	280.000
4	Costos de combustible (auto)	Asunción—Lago Yguazú	700.000	2	100 litros X 7.000Gs	1.400.000
Total						19.152.00 0
Fotos del sitio (condiciones existentes)						

Ficha Descriptiva del Proyecto (6.3.4 (4))		
Nombre del proyecto	Monitoreo de calidad del agua	
Ubicación (con mapa topográfico)	Como mínimo se hará en 3 lugares; en el extremo de aguas arriba, curso medio y en el sitio de la represa	
Propietario de la tierra	ANDE	
Tipo de control		
Área de drenaje	N / A	
Aguas receptoras	N / A	
Descripción del proyecto propuesto (Con fotos del área y / o esquema del proyecto propuesto)	1. Muestreo de agua del lago 2. Análisis de calidad del agua	
Beneficios	Verificación de la calidad de agua del lago y de los cauces	
Consideraciones de diseño del proyecto		
<p>En las entrevistas realizadas en Bergthal, en las cercanías de la ensenada del Río Yhú, se obtuvieron informaciones sobre la contaminación del agua del lago, especialmente la aparición excesiva de nutrientes. Sin embargo, hasta la fecha no se han obtenido datos que indiquen la contaminación en el lago.</p> <p>Las áreas problemáticas fueron detectadas en forma preliminar a través de entrevistas en la evaluación de los sitios. La siguiente tabla describe las áreas problemáticas y soluciones potenciales para las orillas del lago.</p>		
Ubicación del Problema	Descripción del Problema	Soluciones Potenciales
(1) Contaminación		
a) J. E. Estigarribia (Bergthal en particular)	Información no confirmada de la existencia de contaminación reportada por algunos residentes en la zona de Bergthal. Se observó temporalmente un incidente de eutrofización con proliferación de algas y malezas acuáticas cerca de la ensenada del Río Yhú y el curso principal del Río Yguazú. No se identificó la fuente de contaminación.	Muestreo regular y análisis de la calidad del agua para: a) El agua del lago b) El agua de los ríos c) Agua subterránea de algún pozo profundo Mapeo de fuentes puntuales de contaminación tales como granjas de producción animal y agroindustrias con herramientas SIG.
b) Otras áreas a lo largo del lago y los ríos	No se ha reportado ninguna información ni datos de contaminación en el pasado	Muestreo regular y análisis de la calidad del agua para: a) El agua del lago b) El agua de los ríos c) Agua subterránea de algún

		pozo profundo Mapeo de fuentes puntuales de contaminación tales como granjas de producción animal y agroindustrias con herramientas SIG.
--	--	---

Costo del proyecto

- El período del proyecto : 0.5 o 1/2 mes
- Personal : Funcionario de ANDE (2persona) 1 personas X mes/ año
(1semana 2veces/ año)
nota : Se excluyen del precio unitario para el personal deANDE
- Gastos : Cantidad total estimado= 1.600 US\$/ año x 10año= 16.000 US\$
Gastos de año Total : 8.604.000Gs (1.600 US\$)
Gs Ocho millones seiscientos cuatro mil
Los gastos de personal= 0
Otros gastos 8.604.000Gs (1.600 US\$)

	Artículo	Aplicación	Precio unitario (Gs.)	Cantidad (base acumulativa)	Cantidad total (Gs.)
1	Los gastos de personal	Funcionario de ANDE (pago de otro rubro) 2 personas	0	1 0.5mes x 2personas	0
2	Viático	Viaje interno gasto de comida y alojamiento (funcionario)	1.456.000	4 2vecesx2personas (4noches5dias)	5.824.000
3	Costos de combustible (bote)	Aproximación desde el bote hasta la orilla del río	140.000	2 20 litros X 7.000Gs / día	280.000
4	Costos de combustible (auto)	Lago Yguazú	700.000	2 100 litros X 7.000Gs	1.400.000
5	Análisis		110.000	10 muestra	1.100.000
Total					8,604.000

Fotos del sitio (condiciones existentes)

