



ORGANIZACIÓN DE LOS
ESTADOS AMERICANOS



PROGRAMA HIDROLÓGICO
INTERNACIONAL



PROYECTO:

**“PROGRAMA MARCO PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS
RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA EN RELACIÓN
CON LOS EFECTOS HIDROGEOLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y
EL CAMBIO CLIMÁTICO”**

COMPONENTE:

“AGUAS SUBTERRÁNEAS”

SUB COMPONENTE

“INTERVENCIONES DEMOSTRATIVAS”

CASO DE ESTUDIO

**UNESCO/OEA/ISARM Américas
SISTEMA ACUÍFERO YRENDA-TOBA-TARIJEÑO
ARGENTINA-BOLIVIA-PARAGUAY**

AREA PILOTO

**PALMAR GRANDE – TARTAGAL
BOLIVIA-ARGENTINA**

Ing. Alfredo Fuertes

Ing. Hernán Villena Gutiérrez

Diciembre - 2004

ÍNDICE

1.	UBICACIÓN DEL AREA PILOTO.	2
2.	DESCRIPCIÓN DEL AREA DE INTERVENCIÓN.....	3
2.1	Aspectos socio-económicos	3
2.2	Problemáticas locales	4
3.	JUSTIFICACIONES	4
4.	IMPORTANCIA DE LAS INTERVENCIONES.....	5
5.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
6.	BENEFICIOS	6
7.	SUB COMPONENTES.....	7
7.1	GEOLOGÍA.....	7
7.1.1	Actividades	7
7.1.2	Productos	8
7.2	HIDROGEOLOGÍA	8
7.2.1	Actividades	9
7.2.2	Productos	10
7.3	HIDROMETEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA SUPERFICIAL.....	10
7.3.1	Actividades	10
7.3.2	Productos	11
7.4	VULNERABILIDAD Y RIESGO DE CONTAMINACIÓN	11
7.4.1	Actividades	12
7.4.2	Productos	12
7.5	MONITOREO Y CONTROL.....	13
7.5.1	Actividades.....	13
7.5.2	Productos.....	14
7.6	S.I.T. (SISTEMAS INFORMATIVOS TERRITORIALES.....	14
7.6.1	Actividades	14
7.6.2	Productos	14
7.7	COMUNICACION SOCIAL/EDUCACION AMBIENTAL/ANALISIS DE LAS NORMATIVAS	14
7.7.1	Actividades	15
7.7.2	Productos	15
8	BIBLIOGRAFÍA	16
9	CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO	17
	Cronograma de Actividades y Costos por Intervención.....	17
	Presupuesto Estimativo por Categoría de Gasto.....	21
	Glosario de Siglas.....	22



INTERVENCIÓN DEMOSTRATIVA N° 2

PROTECCIÓN DE LA RECARGA DEL SISTEMA ACUÍFERO, DE LA CALIDAD DEL AGUA Y DE LOS ECOSISTEMAS RELACIONADOS. IDENTIFICACION DE LAS OPCIONES PARA LA MITIGACION DE LOS RIESGOS ASOCIADOS CON LOS CAMBIOS CLIMATICOS GLOBALES

PALMAR GRANDE – TARTAGAL (BOLIVIA-ARGENTINA)

1. UBICACION DEL AREA PILOTO

El área piloto fue acordada entre los técnicos de Bolivia y Argentina. La zona en objeto se ubica al sur del río Pilcomayo y al norte del río Bermejo y comprende un ramal de poblaciones desde El Palmar -(Departamento Tarija - Bolivia) hasta Tartagal (Departamento San Martín - Argentina). Con una población estimada de 140.000 personas (60.000 en el sector boliviano y 80.000 en el área argentina.

El área que abarca es de 3.440 Km² correspondiendo 2.040 Km² (59,3%) al sector boliviano y 1.400 Km² (40,7%), al sector argentino. Las coordenadas son las siguientes:

Área Piloto Palmar Grande-Tartagal

BOLIVIA

ARGENTINA

Longitud

Latitud

Longitud

Latitud

63° 15' 00''	21° 31' 20''
63° 43' 00''	21° 31' 20''

63° 54' 00''	22° 36' 00''
63° 36' 00''	22° 36' 00''

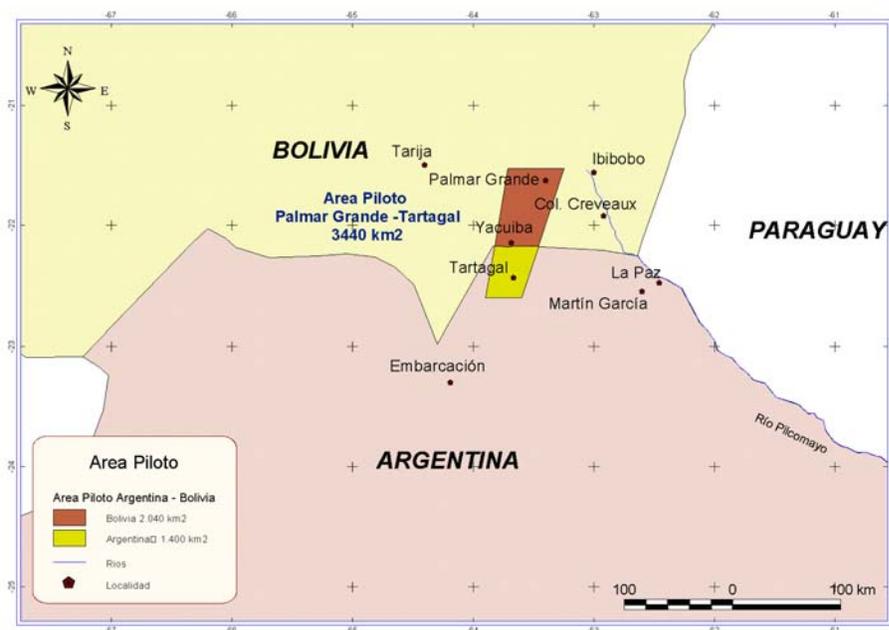


Fig. 1 Ubicación del área de estudio Palmar Grande - Tartagal

2. DESCRIPCION DEL AREA DE INTERVENCION

El área en su conjunto, interesa por ser el sector de recarga en el piedemonte subandino del Chaco Boliviano-Argentino, ubicado al sur del río Pilcomayo y al norte del río Bermejo.

El área chaqueña se caracteriza por la escasez de precipitaciones y por la fuerte demanda hídrica, sobre todo del sector argentino. En la actualidad los abastecimientos de agua se realizan principalmente por medios de pozos (generalmente mal construidos) o por pequeñas represas de aguas superficiales, muchas veces colmatadas por la gran cantidad de sedimentos acarreados.

Esta abundancia de sedimentos pone de manifiesto, no solo la alta erosionabilidad de las formaciones presentes, sino también la disminución gradual, pero continua, de la cobertura vegetal por la acción antropica. Principalmente son labores de deforestación, para disponer de mayores espacios para la producción agropecuaria, que es uno de los principales sostenes de la economía de la región.

2.1 Aspectos socio-económicos

En la zona de piedemonte boliviana, es importante conocer la oferta-demanda de agua superficial, para su utilización en el riego de grandes extensiones de terrenos, porque es el área que abastece de alimentos a los pobladores de la región, mediante el cultivo de diferentes productos.

En la Argentina el ramal de poblaciones desde Gral. Mosconi hasta Pocitos (frontera con Bolivia) es una de las zonas con mayor índice de desocupación del país. El cierre de la empresa estatal de hidrocarburos Y.P.F., sin el reemplazo lógico para los pobladores de otras fuentes de trabajo, ha generado en el área una gran demanda laboral.

Todo proyecto gubernamental, agropecuario, industrial, etc., que tienda revertir esta afligente desocupación, necesariamente implica una nueva demanda de agua.

2.2 Problemáticas locales

Por lo general casi toda el área, todos los años tiene largos períodos “**de emergencia hídrica**” en los cuales hay que realizar medidas urgentes. La mayoría de las veces sin el tiempo útil para desarrollar un estudio mínimo de los efectos y consecuencias de construcción de nuevos pozos, en la necesidad de aliviar la crisis.

Otro aspecto importante, es la preservación de los recursos hídricos superficiales, de la contaminación de hidrocarburos en la zona de recarga, como ha ocurrido en la quebrada de Los Monos, en el Subandino Sur, ubicada cerca de la ciudad de Villamontes (Bolivia), la cual se abastece de agua de la zona de recarga del SAYTT. En enero de 1999, instituciones locales alertaron que el pozo Nro. 8 del área, estaba fuera de control y que en forma continua surgía petróleo y gas causando la extinción de toda forma de vida en una superficie de 10.000 m² alrededor del pozo afectado y en una longitud de 18 Km. a lo largo de la quebrada Los Monos hasta desembocar en el río Pilcomayo. Según un informe de la Auditoría Ambiental de la empresa Chaco S.A. se impactó un volumen de suelo de aproximadamente 4.000 m³ alrededor y bajo el pozo debido al petróleo infiltrado. Además también se detectó la existencia de fugas en los pozos Nro. 6 y Nro. 7.

Si bien la actividad petrolera en Argentina ha disminuido en las Sierras Subandinas, los yacimientos tienen aún sitios para explorar y habría que delimitar y proteger las principales áreas de recarga del SAYTT.

3. JUSTIFICACIONES

No siempre las cuencas hidrogeológicas coinciden con las cuencas hidrográficas y es común que existan sistemas de flujo regionales que se extienden en dos o más cuencas hidrográficas.

Sin embargo, no siempre es práctico, ni necesario, considerar unidades tan extensas y complejas para la administración de las aguas subterráneas. Por una parte, en el subsuelo los fenómenos hidrológicos ocurren con gran lentitud, comparados con los fenómenos análogos en superficie y por otro lado, en los sistemas regionales, los efectos provocados por la recarga o la extracción de agua mediante pozos, pueden tardar muchos años en propagarse hasta sitios distantes del mismo sistema.

La complejidad del área de recarga puede observarse en el corte hidrogeológico a la latitud de la localidad de Pocitos (límite fronterizo Argentina-Bolivia). *Figura 2.*

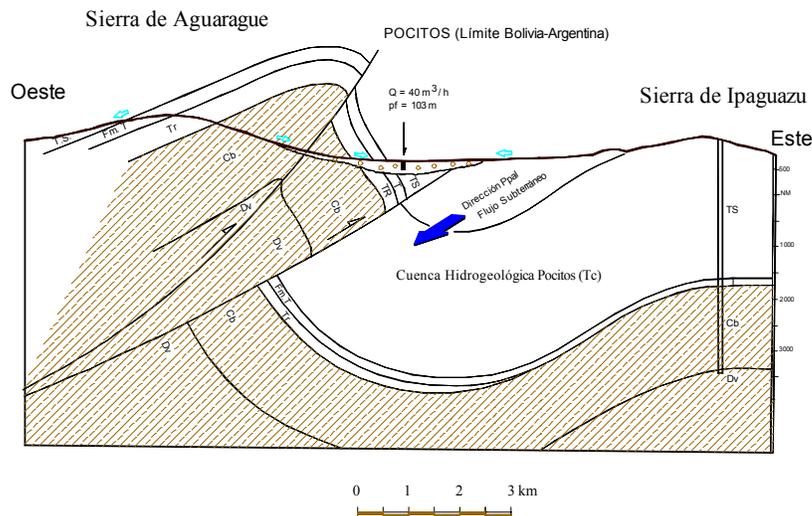


Figura 2: Corte hidrogeológico del área de recarga del SAYTT en la localidad de Pocitos

La región del Chaco Boliviano-Argentino es una de las zonas con menor precipitación pluvial, lo cual incide en la escasez de cursos de agua superficial, siendo necesaria la explotación de los recursos hídricos subterráneos.

La preservación del medio ambiente y las acciones para buscar un equilibrio a las variaciones provocadas por los cambios climáticos, son ya de por sí argumentos que se sustentan solos.

En estas áreas el agua no es solo el líquido elemento indispensable para sobrevivir, sino también el “combustible” necesario para producir trabajo y sustento a la población residente, a través de las actividades agropecuarias.

4. IMPORTANCIA DE LAS INTERVENCIONES

La temporabilidad señalada, de la oferta y la demanda, obligan a estudiar estos factores bajo condiciones extremas y consiguientemente proyectar y dimensionar intervenciones idóneas, en línea con las exigencias y características del área y de la población.

No se puede pretender un desarrollo sostenible de la zona, sin antes pensar que un uso planificado de los recursos hídricos subterráneos y superficiales, debe ser estructurado en forma sustentable, teniendo en cuenta la vulnerabilidad y la fragilidad del suelo chaqueño.

La zona en objeto, por sus características hidrogeológicas, climáticas, geomorfológicas y socio-económicas, reúne todas aquellas características, necesarias y suficientes, para llevar a

cabo intervenciones reguladoras y optimizadoras de los recursos hídricos que servirán como modelo y ejemplo exportable hacia otras localidades.

5. OBJETIVOS ESPECIFICOS

El objetivo específico del Subproyecto es asistir a la acción conjunta y coordinada de los dos países que permita asegurar la continuidad de la recarga, el mantenimiento de la calidad del agua, la protección de los ecosistemas que dependen de las aguas subterráneas y la identificación de las opciones para la mitigación de los riesgos asociados con los cambios climáticos globales.

Los propósitos a alcanzar en este Subproyecto SAYTT son:

- A. Conocer los volúmenes de la recarga en el área.
- B. Determinar la potencialidad de agua dulce del sistema
- C. Lograr un manejo integrado de los recursos hídricos
- D. Proteger la zona de recarga
- E. Evitar la contaminación de los acuíferos de efluentes salinos y vertidos de hidrocarburos
- F. Establecer acciones para mitigar los eventos extremos debido a la alternancia de sequía e inundaciones.
- G. Determinar las regiones más aptas para una explotación racional, para el abastecimiento de las comunidades.

Los logros alcanzados servirán como ejemplo para ser replicados en el más amplio contexto de los acuíferos pede-andinos que se encuentran en el interior de la Cuenca del Plata.

6. BENEFICIOS

El estudio y la realización de intervenciones operativas y prácticas, en el área elegida, deberá expandir la base de datos, consolidar el conocimiento actual del acuífero y aportar mayores y mejores volúmenes para el suministro total o complementario de agua potable para los pobladores que habitan la región.

Además se deben lograr los siguientes beneficios:

- A. Planificar del uso del agua para una utilización sustentable y duradera
- B. Disminuir la mortalidad de los pobladores de la zona, por el consumo de agua contaminada, de “atajados” o “madrejones” a la cual tienen acceso indistintamente los humanos como los animales.
- C. Disminuir los costos de aprovisionamiento del agua, en las épocas de sequía.
- D. Preservar el Ecosistema del Chaco en la zona de recarga.
- E. Disminuir la erosión de los suelos tanto en la zona de recarga como también en la llanura chaqueña.
- F. Preservación de las zonas más frágiles del sistema

- G. Protección del medio ambiente en el área de recarga, con el propósito de promover el desarrollo sostenible, regular el desarrollo económico y social.
- H. Crear una “**conciencia del agua**” por ambos lados de la frontera
- I. Crear un **Comité Técnico Integrado (COTI)**, constituido por especialistas y administradores de ambos países.
- J. Tener más garantías de paz social.

7. SUB COMPONENTES

7.1 GEOLOGÍA

Se desarrollará una estrecha coordinación entre las partes involucradas, que implicará la evaluación y articulación de la información existente, orientada a la caracterización integral del Sistema Acuífero Local (SAL). En particular modo tendrán que llevarse a cabo reconstrucciones detalladas de las secuencias estratigráficas, de las potencias de las formaciones y de los sistemas de fallas y fracturas.

La caracterización del área demostrativa, bajo el aspecto de este subcomponente, pasa esencialmente por el estudio de: límites, litología, estructura, geomorfología, geofísica y suelos. Hay que tomar en cuenta, como condicionantes, el posible vacío de informaciones, a veces la baja confiabilidad de datos existentes y en general, poca cantidad y distribución de los mismos en el espacio y en el tiempo.

La realización de mapas geológicos, geofísicos, geomorfológicos, paleohidrográficos de detalle (escala de 1:100.000 a 1:50.000) y de block diagrams tienen que ser precisos, para cumplir de la mejor manera con los objetivos prefijados.

Se aconseja el uso y el análisis de imágenes satelitales de precisión y multiespectrales, apoyándose para estos fines en el CONAE, de donde se pueden obtener óptimos resultados.

Para el aspecto puramente cartográfico, es necesario establecer una estrecha relación con el **CIC**, coordinando con los expertos que llevan a cabo la informatización cartográfica de la Cuenca del Plata.

7.1.1 Actividades

- ❖ Coordinar con el CIC la informatización de los materiales cartográficos
- ❖ Reconstruir las principales estructuras geológicas sobre la base de la estratigrafía, alineamientos estructurales e informaciones geofísicas.
- ❖ Clasificar los suelos del área, determinando el grado de deterioro, si lo tuviera, ya sea por acciones naturales o antropogénicas.
- ❖ Efectuar perfilajes eléctricos en los pozos para verificar y complementar datos estratigráficos puntuales.
- ❖ Elaborar, evaluar e interpretar las informaciones geofísicas existentes, integrándolas en las áreas piloto, con otros datos de prospección geoelectrica profundos.

- ❖ Delimitar, mediante prospecciones geoelectricas, electromagnetismo y sondeos, las áreas compartidas por agua dulce - salobre - salada y determinar la profundidad de contacto del Terciario – Cuaternario.

7.1.2 Productos

- ❖ Cortes y block diagrams regionales integrados
- ❖ Mapas temáticos a escala regional (1:100.000 – 1:50.000)
- ❖ Mapas de suelos
- ❖ Mapas geológicos y estructurales
- ❖ Mapas de isopacas del techo y espesor del o de los acuíferos.
- ❖ Mapas de contacto Terciario-Cuaternario
- ❖ Mapas Paleohidrográficos
- ❖ Base de Datos de carácter regional asociado a los mapas temáticos

7.2 HIDROGEOLOGÍA

La reconstrucción hidrogeológica tendrá que permitir la formulación de un modelo conceptual y proporcionar los datos necesarios para la realización, en las microcuencas elegidas, de las intervenciones de captación, protección y mejora de la recarga.

Además tendrán que ubicarse las perforaciones necesarias para averiguar las informaciones pertinentes en las áreas con ausencia de pozos y/o sin datos históricos. También se tendrán que realizar las obras hidráulicas propuestas para obtención de mayores volúmenes de agua, bajo una explotación segura y controlada.

En esta área, sobre todo en los largos periodos de escasez hídrica superficial, se aconseja el uso de drenes horizontales o galerías de drenaje paralelas al curso del río. Este sistema es muy bueno, pero necesita una pendiente del cauce de no menos del 1,7%-2,0%. De este modo se conseguiría extraer aguas sin la necesidad del uso de bombas eléctricas, con un importante ahorro energético. Además se podrían realizar en varios puntos de la franja de piedemonte donde mayor es la demanda de abastecimiento poblacional y para riego. Las aguas en exceso volverían al cauce y de allí se infiltrarían de manera autónoma en el subsuelo.

Para las zonas de paleocauces o de cauces estacionales, con menor gradiente y con niveles freáticos relativamente profundos, se podrían realizar barreras semipermeables – para garantizar un flujo mínimo vital del subálveo – cuya coronación debe quedar un metro o dos por debajo del lecho del río. Este sistema permitirá una acumulación subterránea por el aumento de nivel debido a la realimentación del flujo y podrá tener posteriormente, una extracción mayor de volumen de agua.

También se pueden construir pozos radiales en áreas de llanura donde los acuíferos no sean muy profundos y exista una permeabilidad de buena a discreta.

7.2.1 Actividades

- ❖ Determinar los perfiles estratigráficos e hidrogeológicos y su correlación, así como la zonación geoquímica horizontal y vertical en función de la documentación disponible.
- ❖ Determinar las características morfológicas y dinámicas de la capa freática y su interrelación con las profundas.
- ❖ Confirmar el potencial del acuífero y la posibilidad de acceso a la utilización sustentable de este recurso.
- ❖ Realizar un censo de los puntos de agua actualmente explotados y crear una base de datos asociada
- ❖ Establecer las relaciones aguas superficiales – aguas subterráneas.
- ❖ Efectuar ensayos de bombeo para la determinación de parámetros hidrogeológicos e hidráulicos en los pozos existentes y a construir.
- ❖ Ubicar pozos y piezómetros que servirán para la determinación de las mediciones y los ensayos en áreas sin informaciones para la toma de muestras, para determinar las características químico-isotópicas de las aguas; para realizar pruebas de averiguación de los parámetros hidráulicos y sucesivamente, como puntos de observación de la red de monitoreo.
- ❖ Efectuar una detallada campaña de mediciones piezométricas, por lo menos una en el periodo de sequía y otra en el de recarga máxima.
- ❖ Tomar muestras de pozos y piezómetros (dos campañas) para análisis químicos, químico-físicos e isotópicos (O^{18}/O^{16} , D, T), para la determinación de la calidad química de las aguas, su clasificación y como auxilio para la identificación de las áreas de recarga y para realización del modelo hidrogeológico
- ❖ Implementar un Banco de Datos común para los tres países que comparten el acuífero, convirtiéndolo en base de recolección, actualización y mantenimiento de todas las informaciones relativas al agua subterránea de la región
- ❖ Distinguir entre reserva renovable y reserva geológica
- ❖ Estimar la recarga del SAYTT
- ❖ Formular un modelo conceptual y proporcionar los datos necesarios para la realización de un modelo numérico de flujo subterráneo para las áreas sujetas a la recarga inducida
- ❖ Definir, en función de lo anterior, los lugares más aptos y programar caudales y regímenes de explotación acordes, evitando la sobreexplotación, procesos de salinización y contaminación
- ❖ Diseñar un sistema de monitoreo transfronterizo del acuífero, herramienta esencial para la gestión integrada de los recursos hídricos y del uso del suelo.
- ❖ Investigar y aplicar soluciones técnicas apropiadas para mejorar los volúmenes de agua extraída
- ❖ Establecimiento de microcuencas experimentales para evaluación hidrológica.
- ❖ Revisión y perfeccionamiento de las evaluaciones del potencial de captación de las cuencas abastecedoras.
- ❖ Evaluación de las relaciones hídricas de distintas coberturas para la gama de condiciones climáticas y edáficas de las cuencas abastecedoras.

7.2.2 Productos

- ❖ Base de datos, con catastro codificado, centralizada a nivel nacional o regional.
- ❖ Mapas piezométricos, con mayor detalle en las áreas transfronterizas, en ambiente GIS
- ❖ Block Diagrams digitalizados.
- ❖ Realización de mapas de contacto entre los estratos superficiales saturados y los profundos a una escala adecuada.
- ❖ Realización de un mapa de calidad química de las aguas y un mapa hidroquímico en ambiente GIS.
- ❖ Mapas de los parámetros físicos: T, Q/s, S, K, conductividad.
- ❖ Diseño de sistemas de captación /distribución para las aguas potables y de riego.
- ❖ Realización en las áreas piloto de un modelo predictivo de comportamiento hidrodinámico del acuífero, mediante la aplicación de un código digital convencional (modflow y flowpath).
- ❖ Realización de las obras para las captaciones y almacenamiento de las aguas

7.3 HIDROMETEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

La posibilidad de obtener estimaciones numéricas de los campos de precipitación y de aforo de los ríos es indispensable para los cálculos de los volúmenes disponibles, dimensionando los bombeos para el abatimiento de los niveles piezométricos por debajo de los cauces de los ríos, favoreciendo en este modo la infiltración de las aguas de escorrentía superficial en el interior del sistema acuífero.

Las variaciones de lluviosidad y temperatura son factores que influyen, en manera significativa, sobre las “precipitaciones eficaces” que van a alimentar directamente los acuíferos, la extensión de la cobertura vegetal, la resalida de la franja capilar y, consiguientemente, sobre la salinización del estrato húmico del suelo y de los mismos acuíferos.

En modo particular una reducción de las lluvias y un aumento de la temperatura media, agravan las condiciones de vulnerabilidad de los recursos hídricos, menos protegidos por una vegetación rala y sufrida y alcanzada por aguas más salobres no aptas al uso potable.

7.3.1 Actividades

- ❖ Establecer la interpretación y análisis de los registros climatológicos e hidrológicos.
- ❖ Analizar y validar de los datos meteorológicos existentes.
- ❖ Extrapolar los datos para cubrir áreas sin información.
- ❖ Analizar las curvas de regresión entre grupos de estaciones representativas.
- ❖ Estudiar la red hidrográfica permanente y temporal.
- ❖ Determinar los caudales utilizables y las áreas aptas para formular obras de recarga de acuíferos.
- ❖ Estimación de las máximas avenidas con asignación de un tiempo medio de retorno.
- ❖ Censo y estimación del uso actual de las aguas, superficiales y subterráneas.
- ❖ Evaluar la infiltración en función de los parámetros hidrometeorológicos.

- ❖ Relacionar entre si precipitación, evaporación e infiltración.
- ❖ Estimar las aportaciones al Sistema Acuífero procedentes de las aguas superficiales.
- ❖ Evaluación hidrológica e hidrogeológica de los procesos de infiltración y cuantificación de volúmenes en la zona de recarga.
- ❖ Identificación de lugares aptos para la instalación de captaciones de subálveos (drenos horizontales, trincheras, diafragmas, pozos...) y verificar la compatibilidad con las obras ya existentes.
- ❖ Formulación de los criterios para el diseño de las obras de captación.

7.3.2 Productos

- ❖ Modelos de generación de los datos hidrometeorológicos e hidrológicos para las áreas sin observaciones directas.
- ❖ Mapas de isoyetas a nivel regional.
- ❖ Balance hídrico del área demostrativa.
- ❖ Balance hídrico de los terrenos no saturados.
- ❖ Mapas de los parámetros del balance hídrico.
- ❖ Mapas de las redes de observación hidrometeorológica e hidrogeológica actual y optimizada.
- ❖ Mapa de las relaciones aguas superficiales/aguas subterráneas.
- ❖ Perfiles transversales y longitudinales de los principales ríos, en los tramos elegidos para las obras de recarga/captación.
- ❖ Mapas de las posibles soluciones alternativas, regionales y transnacionales, para la optimización del uso del agua, en diferentes hipótesis de desarrollo sostenible de los países involucrados.

7.4 VULNERABILIDAD Y RIESGO DE CONTAMINACIÓN

En ninguno de los dos países existen mapas de Vulnerabilidad y de Riesgo a la Contaminación. No se conoce que exista algún tipo de recomendación, a nivel local o regional, para la identificación y el control de potenciales focos de contaminación. En la mayoría de los casos no existen normativas específicas para la construcción y la protección de pozos u otros tipos de abastecimiento de agua para fines potables. En los lugares que existen reglamentaciones, no hay controles para verificar su cumplimiento.

Por lo tanto, es muy importante introducir el criterio de precaución en la ordenación de la calidad del agua, prestando especial atención a la máxima reducción posible y prevención de la contaminación mediante el empleo de nuevas tecnologías, el cambio de productos y procesos, la reducción de la contaminación en su origen, el reaprovechamiento, reciclaje, recuperación, tratamiento y eliminación sin riesgo ecológico de los efluentes.

Para esta tarea se aconseja la realización de dos modelos paramétricos de vulnerabilidad intrínseca de las aguas subterráneas a la contaminación. Uno del acuífero freático y otro, con metodologías similares, para los acuíferos confinados y/o semiconfinados. Ambos tienen que

ser confrontables e interceptables mediante matrices cuadradas para dar, como resultado, la vulnerabilidad intrínseca del sistema (VIS) y ser utilizados también en forma separada.

7.4.1 Actividades

- ❖ Recopilación de las informaciones básicas y reconocimiento de los efectos ocasionados por los diferentes impactos ambientales que están íntimamente relacionados con el recurso hídrico.
- ❖ Análisis de detalle del área mediante imágenes telerelevadas y observaciones de campo.
- ❖ Identificación y zonificación de áreas deforestadas, identificar los efectos actuales y potenciales causados por la depredación de la flora.
- ❖ Elegir la cobertura multispectral y multitemporal óptima y elaborar de forma específica las imágenes para la realización de mapas temáticos (georeferenciación, ensamblamiento de las imágenes, elaboraciones espectrales en general).
- ❖ Elaborar las imágenes actuales existentes con el fin de determinar la situación actual individualizando los puntos frágiles y las zonas más débiles del área de estudio.
- ❖ Realizar un modelo de vulnerabilidad y riesgo en las áreas piloto, utilizando metodologías apropiadas, capaz de individualizar el comportamiento de cada uno de los horizontes acuíferos presentes en un sistema multicapas.
- ❖ Establecer los criterios para fijar los límites de protección en la zona de explotación (pozos) y en las áreas de recarga.
- ❖ Proponer acciones para la reducción de la contaminación difusa en áreas urbanas y rurales, en colaboración con instituciones locales para crear normativas de protección ambiental.
- ❖ Determinar las características de las fuentes puntuales y difusas de contaminación. También se identificarán las estrategias de remediación de situaciones de alto riesgo actual y de prevención de riesgo potencial.
- ❖ Promover medidas encaminadas a mejorar la seguridad e integridad de las zonas de pozos y manantiales para reducir la intrusión de agentes patógenos biológicos y productos químicos peligrosos en los acuíferos.
- ❖ Proponer acciones apropiadas de mitigación o reparación ambiental relativa a la acción de la deforestación.
- ❖ Identificación y zonificación de diferentes áreas desertificadas por efecto naturales o antropogénicos y los efectos actuales y potenciales ejercidos sobre el área de influencia del proyecto piloto

7.4.2 Productos

- ❖ Mapa de uso del suelo
- ❖ Mapa de alteración de la vegetación
- ❖ Mapa morfológico
- ❖ Mapa de zonas húmedas
- ❖ Mapa de erosión activa y potencial a escala 1:100.000 – 1:50.000

- ❖ Mapa de las áreas desertificadas, por efectos naturales o antropicos, a escala. 1:100.000 – 1:50.000
- ❖ Mapa de vulnerabilidad intrínseca por unidades hidrogeológicas
- ❖ Mapas de vulnerabilidad y riesgo intrínseco en las áreas piloto y en las de recarga y explotación, para el sistema freático y el confinado.
- ❖ Delimitación de las áreas de protección de los recursos hídricos (recarga y captación)
- ❖ Redactar un manual técnico y uno de “comportamiento”, para la preservación de la calidad de los recursos hídricos subterráneos en las áreas de alto riesgo.
- ❖ Capacitación de técnicos para la realización de modelos de vulnerabilidad y definición de las áreas de protección de las agua subterráneas
- ❖ Capacitación a los funcionarios públicos sobre la “lectura” e “interpretación” de los mapas de vulnerabilidad
- ❖ Divulgación de las advertencias y comportamiento a nivel poblacional

7.5 MONITOREO Y CONTRÓL HIDROLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO

La función principal que tendrán que desarrollar los piezómetros/pozos de monitoreo es la de controlar, posiblemente de manera continua, las variaciones del nivel freático o piezométrico, dando así una visión exacta de las “pulsaciones” del sistema y permitiendo -después de un cierto tiempo- una determinación suficientemente precisa, del intervalo en el cuál se deben empezar a regular la extracción de agua.

Terminada la operación los mismos puntos de monitoreo servirán para el control de la recuperación del acuífero y para seguir la evolución del mismo, en el tiempo y en el espacio.

El numero de puntos de observación será definido, en función de las áreas de interés tanto de la recarga como de la extracción, por la distancia que las separa, la tipología de los acuíferos considerados y por las características hidrodinámicas del sistema.

7.5.1 Actividades

- ❖ Analizar la red actual (si existe) para la obtención de datos
- ❖ Determinar el uso del agua
- ❖ Valorar y validar los datos existentes
- ❖ Considerar la posibilidad/conveniencia de recuperar las estaciones de medición (si las hay) que actualmente están dañadas o en desuso.
- ❖ Identificar las áreas y los nudos críticos, para el monitoreo y el control de la calidad/cantidad de los recursos hídricos subterráneos.
- ❖ Establecer de acuerdo con los tres países interesados, los parámetros significativos que tendrían que ser objeto de controles.
- ❖ Elegir un sistema mejor de adquisición y de transmisión de datos.
- ❖ Diseñar una red de monitoreo y control multiparametrico, en áreas específicas, sobre la base de criterios comunes con los otros países

7.5.2 Productos

- ❖ Reactivación de las estaciones actualmente existentes
- ❖ Equipamiento de los piezómetros realizados para la Subcomponente 2
- ❖ Realización de una base de datos regional, con relativas interconexiones telemáticas, entre los distintos centros de cada país
- ❖ Conexiones satelitales para el envío de las informaciones (por dos años)

7.6 S.I.T.(SISTEMAS INFORMATIVOS TERRITORIALES)/BASE DE DATOS REGIONAL

En este caso el objeto tiene que ser compartido por más de una Institución y por dos países, por lo tanto resulta aún más evidente la importancia de contar con una herramienta común, bien articulada y construida con la participación de todas las Entidades y todos los expertos de las naciones involucradas.

7.6.1 Actividades

- ❖ Creación del S.I.T. con todas las informaciones relativas a los datos sobre los Recursos Naturales ya adquiridos, implementados por las informaciones sobre los aspectos antropogénicos, económicos y sociales del área

7.6.2 Productos

- ❖ Organización de las informaciones territoriales
- ❖ Síntesis de las informaciones, mediante procedimientos especiales de elaboración
- ❖ Derivación de nuevos datos comparados con los ya existentes;
- ❖ Selección, respetando los objetivos impuestos por el planificador, de las informaciones consideradas fundamentales.
- ❖ Sistema de puesta a disposición, en forma rápida y eficaz, de los resultados obtenidos, en forma gráfica y tabular y de múltiples escenarios
- ❖ Rápida verificación de la conformidad de planes y proyectos, con respecto a las características principales del territorio.

7.7 COMUNICACION SOCIAL/EDUCACION AMBIENTAL/ANALISIS DE LAS NORMATIVAS

En el caso del área demostrativa es auspiable que los dos países involucrados, consiguieran vincular los planes hidráulicos nacionales a la ordenación de las aguas transfronterizas, creando un **Comité Técnico de Aguas Subterráneas**, dentro del cual, los representantes de todos los sectores de los dos países participen activamente en la protección, conservación y manejo de las aguas compartidas. Por último -pero no menos importante considerando las características transnacionales y socio-demográficas del área- es auspiable que las decisiones se tomen al nivel más bajo posible.

7.7.1 Actividades

- ❖ Clasificar las diferentes actividades económicas en el área de las intervenciones y evaluar su potencial actual y futuro, teniendo en cuenta el aprovechamiento sustentable del acuífero.
- ❖ Estimar el grado de deterioro ambiental actual y futuro de la región, respecto a las actividades económicas presentes.
- ❖ Analizar las reglamentaciones y los instrumentos legales existentes en la actualidad en los dos países.
- ❖ Establecer comparaciones entre las normativas en vigor en los dos países
- ❖ Mejorar el funcionamiento de la administración pública en la ordenación de los recursos hídricos, y al mismo tiempo, reconocer plenamente el papel de las autoridades locales
- ❖ Sentar las bases, en los dos países, para la creación de normativas comunes en los temas del manejo de los acuíferos transfronterizos y facilitar la creación de un sistema de manejo que involucre a los usuarios y a los beneficiarios.
- ❖ Estimular a la población local, especialmente a las mujeres, a los jóvenes, a las poblaciones indígenas y a las comunidades locales, para que participen en la ordenación del agua.

7.7.2 Productos

- ❖ Proponer una diagnosis del escenario futuro de la región.
- ❖ Proponer un plan de acción teniendo como base el aprovechamiento sustentable del acuífero.
- ❖ Realizar un mapa de ordenamiento territorial del área demostrativa.
- ❖ Indicar las pautas necesarias para la creación de normativas transfronterizas sobre la utilización, protección y conservación de los recursos hídricos
- ❖ Creación de un Comités Técnico de Aguas Subterráneas (COTEAS)

8. BIBLIOGRAFIA

FUERTES, A. 2004 “Informe Nacional Sistema Acuífero Yrendá-Toba-Tarijeño-Argentina”,

GARABITO, G., QUIROGA, J. & SORUCO, W. (1994): Investigación geoeléctrica en la parte Norte del Chaco Tarijeño. - Informe Técnico CABAS N° 19; Cochabamba, Bolivia.

NACIONES UNIDAS (1977) Las Aguas Subterráneas en el Hemisferio Occidental., Recursos Naturales / serie del agua N° 4, Nueva York 1977., Bolivia Págs.252-261

NEWMANN-REDLIN, CH. & VILLENA, H. (1992): Primeros aspectos sobre la hidrogeología del Chaco Tarijeño, resultados preliminares de reconocimiento a esta región. - Informe Técnico CABAS N° 1; Cochabamba, Bolivia.

NEWMANN-REDLIN, CH. & VILLENA, H. (1993): Aspectos adicionales sobre la geología e hidrogeología del Chaco Tarijeño. - Informe Técnico CABAS N° 16; Cochabamba, Bolivia.

PASIG, R. (1998): Estudio Hidrogeológico del Chaco Tarijeño, Bolivia Boletín del Servicio Nacional de Geología y Minería N° 15 1998.

VILLENA, H. (2005) “Informe Nacional Sistema Acuífero Yrendá-Toba-Tarijeño- Bolivia”

9. CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO

SUB-PROYECTO SISTEMA ACUIFERO TRANSFRONTERIZO																
YRENDÁ-TOBA-TARIJEÑO																
BOLIVIA - ARGENTINA																
Sub-Componente "Intervenciones Demostrativas"																
Área Piloto Palmar Grande - Tartagal																
Cronograma de Actividades y Costos por Intervención (18 meses/\$us)																
Actividad	Año 1						Año 2						Total			
	1		2		3		1		2		3			4		
1) Recopilación de las Informaciones Básicas, Banco de Datos Regional y Fortalecimiento Técnico Institucional (Incorporación al SIG).	52000		6500				6500		6500		6500		6500		84500	
2) Análisis y Reconocimiento de los efectos ocasionados por Focos de Polución, Deforestación, Desertificación, etc. y Definiciones de acciones apropiadas							20000								20000	
3) Apoyo a Programas de Reforestación y Ejecución de Proyectos de Reforestación							10000		5000		5000				20000	
4) Regulación de Caudales, a través de Embalses que							80000								80000	

SUB-PROYECTO SISTEMA ACUIFERO TRANSFRONTERIZO

YRENDÁ-TOBA-TARIJEÑO

BOLIVIA - ARGENTINA

Sub-Componente “Intervenciones Demostrativas”

Área Piloto Palmar Grande - Tartagal

Cronograma de Actividades y Costos por Intervención (18 meses/\$us)

Actividad	Año 1						Año 2												Total																																				
	1		2		3		1		2		3		4																																										
favorecen la Infiltración y consecuente Recarga del Acuífero - Implementación de Proyectos de Regulación de Caudales																																																							
5) Estudio de Vulnerabilidad y Riesgos a la Contaminación. Aplicación de los Resultados a través de Instituciones. Análisis de Vulnerabilidad y de riesgos de la contaminación, Elaboración y desarrollo de propuestas de medidas y acciones de gestión																	45000											50000							50000							145000													
6) Perforación Profunda de Explotación (2) y Pozos de Observación (2) (400 m de profundidad, Incluye perfilaje)																																	256000													256000									
7) Participación Pública y Educación, Diseño e implementación de acciones de comunicación social y educación ambiental.																																	13000							13000							13000							13000	52000

SUB-PROYECTO SISTEMA ACUIFERO TRANSFRONTERIZO
YRENDÁ-TOBA-TARIJEÑO
BOLIVIA - ARGENTINA
Sub-Componente “Intervenciones Demostrativas”
Área Piloto Palmar Grande - Tartagal
Cronograma de Actividades y Costos por Intervención (18 meses/\$us)

Actividad	Año 1						Año 2						Total							
	1			2			1			2				3			4			
8) Análisis del Marco de Gestión, Legal e Institucional	20000																		20000	
9) Investigaciones Hidrogeológicas (hidroquímica, modelos, hidrología, geofísica, recarga inducida y captaciones)	25000						25000						25000						100000	
Informe Final													20000						20000	
Coordinación							45000						45000						180000	
WorkShop y Reuniones Intersectoriales	25000												15000						65000	

SUB-PROYECTO SISTEMA ACUIFERO TRANSFRONTERIZO

YRENDÁ-TOBA-TARIJEÑO

BOLIVIA - ARGENTINA

Sub-Componente "Intervenciones Demostrativas"

Área Piloto Palmar Grande - Tartagal

Cronograma de Actividades y Costos por Intervención (18 meses/\$us)

Actividad	Año 1		Año 2				Total
	1	2	1	2	3	4	

Referencia de Actividades	Intensiva	Intermedia	Normal

TOTAL	\$us 1042500
--------------	-------------------------

PRESUPUESTO ESTIMATIVO POR CATEGORÍA DE GASTO

CATEGORIA		ID Costo (US\$)
Honorarios	Senior	248.250
	Junior	50.250
	Técnico	30.750
	Auxiliar	26.250
Viajes		45.925
Bienes	Fungibles	60.750
	No Fungibles	75.000
Servicios	Laboratorio	64.500
	Terceros	184.825
	Pozos y Piezómetros	256.000
Total		1.042.500
CONTRAPARTE (25%)		260.625

GLOSARIO DE SIGLAS

ADT	Análisis Diagnóstico Transfronterizo
COTEAS	Comité Técnico de Aguas Subterráneas
DGPCRH	Dirección General de Protección y Conservación de los Recursos Hídricos
ID	Intervenciones Demostrativas
ISARM/AMERICAS	Transboundary Aquifers of The Americas (Acuíferos Transfronterizos de las Américas)
OEA	Organización de Estados Americanos
SAL	Sistema Acuífero Local
SATYTT	Sistema Acuífero Transfronterizo Yrendá Toba Tarijeño
SAYTT	Sistema Acuífero Yrendá-Toba-Tarijeño
SIT	Sistemas Informativos Territoriales
SG/OEA	Secretaría General de la Organización de Estados Americanos
GIS	Sistema de Información Georeferenciado
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y Cultura
VIS	Vulnerabilidad Intrínseca del Sistema