



Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní  
Projeto de Proteção Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Sistema Aqüífero Guaraní  
Environmental Protection and Sustainable Development of the Guaraní Aquifer System Project



## PROYECTO PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ



ANÁLISIS DE DIAGNÓSTICO TRANSFRONTERIZO (ADT)

Versión válida para el inicio del proceso de  
Elaboración del Programa Estratégico de Acción

**MONTEVIDEO, 29 DE MARZO DE 2007**





## ÍNDICE

<b>1. ANTECEDENTES.....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVO .....</b>	<b>1</b>
<b>3. ORIENTACIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL ADT.....</b>	<b>2</b>
INFORMACIONES.....	2
DEMANDAS.....	2
PROCESO DE ELABORACIÓN DEL ADT.....	3
CONTENIDO DEL ADT.....	3
OTRAS ORIENTACIONES PARA EL ADT .....	3
<b>4. MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO .....</b>	<b>4</b>
ANTECEDENTES DEL GEF REFERENTES AL PROGRAMA OPERACIONAL 8 – MASAS DE AGUA.....	4
METODOLOGÍAS DE ELABORACIÓN DEL ADT .....	4
CONCLUSIÓN .....	7
<b>5. METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN DEL ADT DEL PSAG .....</b>	<b>9</b>
ACTIVIDADES EJECUTADAS.....	10
REUNIONES DE TRABAJO.....	12
<i>Reunión de trabajo con participación de expertos de los países, de los proyectos piloto, de las universidades participantes en los estudios del Fondo de las Universidades .....</i>	<i>12</i>
<i>Talleres Regionales de Trabajo Técnico-Participativo - TRTP.....</i>	<i>12</i>
<i>Talleres Nacionales de Trabajo Técnico-Institucional - TNTTI .....</i>	<i>13</i>
<i>Reunión Conjunta.....</i>	<i>13</i>
ORIENTACIONES PARA DISEÑO DE LAS CADENAS CAUSALES.....	14
<i>Temas Críticos a ser considerados – listado preliminar.....</i>	<i>14</i>
<i>Clasificación de las causas.....</i>	<i>15</i>
<i>Vacíos de información.....</i>	<i>20</i>
<i>Acciones de Mitigación .....</i>	<i>20</i>
ORIENTACIONES FINALES .....	20
<i>Problemas a ser abordados .....</i>	<i>20</i>
<i>Dinámica entre los proyectos-piloto y el ADT/PAE.....</i>	<i>20</i>





<i>Acciones a ser propuestas</i> .....	21
CONCLUSIÓN CON RESPECTO A LA METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN DEL ADT .....	21
<b>6. RESUMEN DE LAS REUNIONES PARA ELABORACIÓN DEL ADT .....</b>	<b>22</b>
REUNIÓN DE EXPERTOS .....	23
RESUMEN DE LOS TALLERES REGIONALES .....	23
RESUMEN DE LOS TALLERES NACIONALES.....	24
RESUMEN DE LA REUNIÓN CONJUNTA.....	25
<b>7. PROPUESTA DE ADT POR TEMA CRÍTICO .....</b>	<b>36</b>
CONSOLIDACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....	36
CAUSAS DE LOS TEMAS CRÍTICOS .....	36
VACÍOS DE INFORMACIÓN CON RESPECTO A LOS TEMAS CRÍTICOS .....	39
ACCIONES DE MITIGACIÓN PARA LOS TEMAS CRÍTICOS .....	42
<b>8. PROPUESTA FINAL DE ADT .....</b>	<b>45</b>
CAUSAS, VACÍOS DE INFORMACIÓN Y PROPUESTAS DE ACCIONES DE MITIGACIÓN .....	45
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	49
<b>9. CONSIDERACIONES FINALES - EVALUACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL ADT DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ.....</b>	<b>53</b>
<b>ANEXO 1 – EL PROGRAMA OPERACIONAL 8 DEL GEF – MASAS DE AGUA....</b>	<b>56</b>
<b>ANEXO 2 - ADT ELABORADOS O EN EJECUCIÓN EN OTROS PROYECTOS</b>	
<b>GEF.....</b>	<b>58</b>
<i>GEF Bermejo</i> .....	59
<i>GEF Pantanal/Alto Paraguay</i> .....	59
<i>GEF FREPLATA</i> .....	60
<i>GEF Programa Marco</i> .....	65
<i>Proyectos GEF en otras regiones</i> .....	67
GEF-São Francisco .....	67
GEF-San Juan.....	67
<b>ANEXO 3 - INFORMACIÓN EXISTENTE SOBRE EL SAG.....</b>	<b>70</b>
¿AL FINAL QUÉ ES EL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ - SAG?.....	71
EL AVANCE HISTÓRICO EN LA PERCEPCIÓN DEL SAG .....	77





ASPECTOS RELACIONADOS A LA DINÁMICA DEL SAG.....	78
NIVEL DE EXPLORACIÓN ACTUAL.....	82
FRONTERAS POLÍTICO ADMINISTRATIVAS Y AGUA SUBTERRÁNEA.....	88
CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA DE ALGUNAS ÁREAS DEL SAG Y LOS CORRESPONDENTES PROYECTOS DEL PSAG .....	90
DESAFÍOS DE LA GESTIÓN EN LA PRÁCTICA – HACIA EL ADT.....	91
<b>10. ANEXO 4 - GESTIÓN EN LA PRÁCTICA: EL PAPEL DE LOS PROYECTOS PILOTO.....</b>	<b>96</b>
<i>Proyecto-piloto Concordia (AR) / Salto(UY).....</i>	<i>96</i>
<i>Proyecto-piloto Rivera (UY) – Santana do Livramento (BR).....</i>	<i>99</i>
<i>Proyecto-Piloto Itapúa (PY).....</i>	<i>102</i>
<i>Proyecto-piloto Ribeirão Preto (BR).....</i>	<i>102</i>
<b>11. REFERENCIAS.....</b>	<b>105</b>

#### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Distribución geográfica del SAG en los países.....	75
Tabla 2 – Base de informaciones sobre el SAG .....	84

#### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Metodología adoptada para elaboración del ADT y PAE del PSAG.....	9
Figura 2 – Etapas de elaboración del ADT del SAG.....	10
Figura 3 – Vertientes y concertaciones a ser consideradas en la elaboración del ADT .....	22
Figura 4 – Tema Crítico Contaminación: Cadena Causal.....	29
Figura 5 – Tema Crítico Sobreexplotación: Cadena Causal.....	30
Figura 6 – Tema Crítico Gestión: Cadena Causal .....	31
Figura 7 – Tema Crítico Contaminación: Vacíos de Información.....	32
Figura 8 – Tema Crítico Sobreexplotación: Vacíos de Información.....	32
Figura 9 – Tema Crítico Gestión: Vacíos de Información .....	32
Figura 10 – Tema Crítico Contaminación: Acciones de Mitigación.....	33





Figura 11 – Tema Crítico Sobreexplotación: Acciones de Mitigación.....	34
Figura 12 – Tema Crítico Gestión: Acciones de Mitigación .....	35
Figura 13 – Síntesis de las Cadenas Causales de los temas críticos del SAG .....	37
Figura 14 – Causas identificadas para los Temas Críticos, clasificadas .....	38
Figura 15 – Síntesis de los Vacíos de Información de los temas críticos del SAG...	40
Figura 16 – Vacíos de Información identificados para los Temas Críticos, clasificados .....	41
Figura 17 – Síntesis de las Clases de Acción para mitigación de las causas e para llenar los vacíos de información .....	43
Figura 18 – Acciones de Mitigación identificadas para los Temas Críticos, clasificadas.....	44
Figura 19 – Causas de los temas críticos del Sistema Acuífero Guaraní.....	46
Figura 20 – Vacíos de Información relacionados a los temas críticos del Sistema Acuífero Guaraní.....	47
Figura 21 – Propuestas de Acciones para Mitigación de los temas críticos del Sistema Acuífero Guaraní.....	48
Figura 22 – ADT del GEF-Bermejo: Cadena Causal de los Problemas Ambientales Prioritario.....	61
Figura 23 –ADT del GEF-Pantanal/Alto Paraguay: tema crítico Contaminación del Agua.....	62
Figura 24 – Metodología de elaboración del ADT del Proyecto GEF-FREPLATA basada en el modelo Presión-Estado-Respuesta .....	63
Figura 25 – Ejemplo de una de las Cadenas Causales presentadas en el FrePlata	64
Figura 26 – GEF Programa Marco: cadena causal del Tema Crítico Uso no Sostenible de Acuíferos Transfronterizos .....	66
Figura 27 – GEF São Francisco: Cadena Causal del Tema Crítico Exploración Desordenada del Agua Subterráneo, disociada del Agua Superficial .....	68
Figura 28 – GEF-San Juan: Cadena Causa-Efecto-Raíz de los principales problemas .....	69





Figura 29 – Localización del Acuífero Guaraní .....	74
Figura 30 – Distribución del SAG entre los países .....	76
Figura 31 – Sección transversal hipotética del SAG ilustrando la relevancia potencial de disturbios en la tectónica y características de la cobertura aluvial del río Paraná en el control del régimen de caudales.....	80
Figura 32 – Aspectos temporales del flujo de agua subterránea.....	81
Figura 33 - Ubicación de los pozos perforados en el SAG en Brasil .....	87
Figura 34 – Ejemplos de transferencias transfronterizas del agua subterránea.....	89
Figura 35 - Mapa hidrogeológico esquemático y sección transversal del área del Proyecto Piloto de Concordia-Salto .....	98
Figura 36 - Mapa esquemático de la infraestructura de agua y sección hidrogeológica esquemática del área del Proyecto Piloto de Rivera – Santana do Livramento mostrando probable régimen del caudal subterráneo antes del desarrollo de la infraestructura.....	101
Figura 37 - Esquema hidrogeológico y sección del área del Proyecto Piloto de Riberão Preto .....	104

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 – Diferencias entre los paradigmas racionalista y constructivista en la toma de decisión .....	8
Cuadro 2 – Marco de las necesidades de gestión del SAG.....	16
Cuadro 3 – Clasificación y ejemplo de las causas de los Temas Críticos, y de acciones de mitigación.....	17
Cuadro 4 – Resumen: Temas Críticos identificados en cada Proyecto-Piloto.....	24
Cuadro 5 – Temas críticos elegidos en cada país .....	27
Cuadro 6 – Indicaciones de prioridades de las Propuestas de Acciones de Mitigación por Tema Crítico .....	50
Cuadro 7 – Priorización tentativa de las Propuestas de Acciones de Mitigación .....	52
Cuadro 8 – Algunos mitos sobre acuíferos .....	72





Cuadro 9 - Cuestiones sobre informaciones acerca del SAG consideradas fundamentales para la elaboración del ADT .....	77
Cuadro 10 – Cuestiones sobre la continuidad del SAG consideradas fundamentales para la elaboración del ADT.....	78
Cuadro 11 - Cuestiones sobre la dinámica del SAG consideradas fundamentales para elaboración del ADT .....	81
Cuadro 12 - Cuestiones sobre el nivel de explotación del SAG consideradas fundamentales para elaboración del ADT.....	88
Cuadro 13 - Cuestiones fronterizas consideradas fundamentales para elaboración del ADT .....	90
Cuadro 14 – Tipología de las posibles situaciones de flujo en zonas transfronterizas .....	91
Cuadro 15 - Tabla general de caracterización hidrogeológica de las zonas de frontera y de los correspondientes proyectos del PSAG .....	92
Cuadro 16 – Aspectos del SAG que interesan al ADT .....	94
Cuadro 17 – Marco de las necesidades de gestión del SAG.....	95
Cuadro 18 – Proyecto-piloto Concordia (AR) / Salto(UY) .....	96
Cuadro 19 – Resultados esperados del Proyecto-piloto Concordia-Salto .....	97
Cuadro 20 – Proyecto-piloto Rivera (UY) / Santana do Livramento (BR) .....	99
Cuadro 21 – Resultados esperados del Proyecto Rivera – Santana do Livramento .....	100
Cuadro 22 – Proyecto-Piloto Itapúa.....	102
Cuadro 23 - Proyecto-Piloto Ribeirão Preto.....	103





## 1. ANTECEDENTES

De acuerdo con los Términos de Referencia - TdR, “los Gobiernos de Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay han convenido en llevar adelante un proyecto para la ‘Protección Ambiental y el Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní’ (el Proyecto), con el apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF- de la sigla inglesa Global Environmental Facility) y del Banco Mundial (BM) como Agencia de Implementación del GEF.

El proyecto se estructura con base en los siguientes 7 componentes:

- 1 - expansión y consolidación del conocimiento científico y técnico del Sistema Acuífero Guaraní, (en adelante, SAG);
- 2 - desarrollo e implementación conjunta de un marco de gestión;
- 3 - fortalecimiento de la participación pública, la comunicación social y la educación ambiental;
- 4 - evaluación, seguimiento y disseminación de los resultados del proyecto;
- 5 - desarrollo del adecuado manejo del acuífero y medidas de mitigación en áreas críticas identificadas;
- 6 - análisis del potencial geotérmico del acuífero y,
- 7 - coordinación y gestión para la ejecución del proyecto.

En el marco del desarrollo del Proyecto Sistema Acuífero Guaraní, la **Actividad 2e**, descrita en el Plan de Implementación del Proyecto (PIP), refiere a “la preparación del Análisis de Diagnóstico Transfronterizo (ADT) del SAG, primer paso hacia la identificación de los principales problemas actuales y emergentes que lo presionan, de sus efectos en él y de las causas raíces fundamentales a ser abordadas durante un programa de gestión efectiva del acuífero para su protección y utilización sostenible. Esto se busca mediante la futura preparación de un Programa de Acciones Estratégicas (PAE).”

## 2. OBJETIVO

En resumen, debe ser elaborado el documento de Análisis de Diagnóstico Transfronterizo - ADT, con:

- 1- identificación de los principales problemas actuales y emergentes que afectan o pueden afectar el sistema acuífero Guaraní,
- 2 - sus efectos sobre el recurso y las causas raíces de los mismos,
- 3 - incluyendo un análisis de la cadena causa-efecto y
- 4 - una priorización de las mismas para una eficaz protección y uso sostenible del sistema acuífero.



Este documento aportará, o identificará en caso de no existir, los fundamentos técnicos y científicos a los principales problemas percibidos por los actores institucionales y de la sociedad de la región del SAG.

### 3. ORIENTACIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL ADT

#### INFORMACIONES

En TdR determina que en el proceso de elaboración del ADT se tomará en cuenta y se incorporará:

- La información de la fase de preparación del Proyecto, incluyendo la información contenida en el PAD (The World Bank. PAD: Project Appraisal Document – Document of the World Bank, Report No. 23490-LAC de 17 de Mayo de 2002. Disponible en la dirección virtual : <http://www.sg-guarani.org>) y el PIP (Project Implementation Plan – Corresponde al Manual de Operaciones del Proyecto);
- Resultados preliminares de los proyectos del Fondo de Universidades (conocimiento sobre la estructura y geometría del sistema, flujo y calidad del agua) y del Fondo Guaraní de la Ciudadanía (alguna información sobre aspectos socio-económicos, de género, culturales y de uso);
- Los avances que se han realizado en los cuatro (4) proyectos piloto, incluyendo la experiencia de la BGR;
- Los avances y resultados a la fecha de los contratos de consultoría y licitaciones en ejecución;
- La experiencia acumulada por el personal de la SG-SAG, y expertos de la región; y
- La experiencia y trabajos específicos del equipo de especialistas jurídicos y otros de apoyo al Proyecto.

#### DEMANDAS

Los TdR también especifican que en esta primera versión del ADT deben ser considerados:

- “los aspectos técnico-científicos conocidos del SAG;
- la estructura jurídica e institucional relacionada al tema vigente en los países;
- la situación socio-económica de la región y los usos del agua del SAG, incluyendo una evaluación en términos de la educación, cultura y género sobre aguas subterráneas”.

Otras demandas son la “identificación de los proyectos y acciones que se están desarrollando en la región del acuífero y las vinculaciones e impactos de los mismos con el Proyecto y el acuífero”.

Siempre de acuerdo con los TdR, este Documento Preliminar de ADT deberá proveer la relación de los principales problemas actuales y emergentes a los que se ve sometido el SAG, derivados de las situaciones económicas, sociales y ambientales en el área, así como de las





condiciones jurídicas e institucionales imperantes, con particular atención a los temas de interés transfronterizo y las áreas más vulnerables. Detectados los principales problemas actuales y emergentes se identificarán sus efectos en el SAG y sus causas raíces, con vistas a ser atendidas en un Programa de Acciones Estratégicas – PAE en términos realistas y prioritarios.

### **PROCESO DE ELABORACIÓN DEL ADT**

Para la elaboración del ADT los TdR determinan que ésta será basada en un proceso de consulta y participación en el ámbito de cada país, sobre la base de las Unidades Nacionales de Ejecución del Proyecto (UNEP) ampliadas con actores clave que se requieran (como actores de los estados y provincias involucradas, organizaciones de la sociedad civil y de las Comisiones Locales de los Proyectos Piloto, etc.). Esta interacción permitirá el ajuste del Documento Preliminar de ADT y la búsqueda, con el apoyo de la Secretaría General del Proyecto, de los fundamentos técnicos a los problemas identificados y percibidos.

La consolidación del ADT tendrá por base un proceso de consulta y participación en el ámbito del conjunto del SAG en un taller de trabajo que integre las recomendaciones de 4 talleres regionales anteriores. Esto permitirá la estructuración de un ADT ajustado, el cual será tratado en el Colegiado de Coordinación (CC) para su revisión final y para posterior aprobación por el CSDP.

### **CONTENIDO DEL ADT**

El ADT incluirá la identificación y puesta en jerarquía de las áreas prioritarias con problemas identificados como críticos y la propuesta de un sistema de evaluación. El documento tomará en cuenta, entre otros rubros:

- población fragmentada por género;
- niveles de ingresos o renta de la población;
- si es o no un área de recarga;
- si se trata o no de un área de riesgo;
- índices de contaminación presentes y futuros;
- número y envergadura de temas críticos existentes en el área;
- potencialidades de utilización del Acuífero;
- otros tópicos a ser propuestos.

### **OTRAS ORIENTACIONES PARA EL ADT**

El proceso de elaboración del ADT tendrá en cuenta la naturaleza *preventiva*, identificando los escenarios de desarrollo potenciales, sus riesgos potenciales, efectos negativos en





cuanto al uso para agua potable, riego y otros usos, y la explotación eficiente y la gestión sostenible del recurso. Los aspectos propios de funcionamiento hídrico subterráneo, los usos actuales y alcance de los problemas potenciales locales y regionales verificados en el ámbito del acuífero serán también considerados.

En términos más generales, además de identificar las áreas y zonas críticas, el *ADT* deberá destinar parte de su contenido y énfasis, a la identificación de temas y asuntos de interés transfronterizo, cuya repercusión sobre la gestión y protección del SAG sean relevantes. Esto significa que de la actividad del ADT surgirá una serie de demandas técnico institucionales, las que una vez evaluadas por su prioridad, serán clasificadas según su carácter transfronterizo. De este análisis, se conformarán dos conjuntos de actividades esenciales, siendo el primero de carácter eminentemente transfronterizo, y el segundo de carácter nacional, o sea, actividades a ser desarrolladas prioritariamente por cada país. Todo este análisis deberá ser ampliamente discutido y bajo consenso.

La SG-SAG difundirá el ADT entre los actores o interesados de carácter institucional, científico, técnico, social, económico y cultural, y lo discutirá y ajustará en talleres de trabajo asegurando, con base en las UNEP de cada país, la presencia representativa de grupos de opinión diversa.

## 4. MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO

### ANTECEDENTES DEL GEF REFERENTES AL PROGRAMA OPERACIONAL 8 – MASAS DE AGUA

El Programa Operacional 8 – PO 8 financia el costo incremental convenido de medidas adicionales para resolver los problemas ambientales transfronterizos que afectan a determinadas masas de agua, tomando como base el compromiso de los países de reformar sus políticas y actividades sectoriales y financiar las inversiones básicas previstas. Los problemas ambientales incluyen la contaminación, la sobreexplotación de recursos biológicos y no biológicos, la degradación de los hábitats y las especies no autóctonas. En el Anexo 1 se presentan los objetivos de largo y de corto plazo de este programa operacional.

### METODOLOGÍAS DE ELABORACIÓN DEL ADT

El ADT es una metodología de identificación y de evaluación de los problemas ambientales más importantes (temas críticos) que están ocurriendo, o que eventualmente van a presentarse, en una cuenca o región, y para determinar sus causas directas, indirectas y raíces. Busca también identificar la cadena de causa-efecto y establecer las relaciones existentes





con el deterioro de sus recursos hídricos. Además, busca identificar los vacíos de información y las acciones necesarias para mitigar o evitar los problemas. El ADT hace énfasis en los aspectos transfronterizos de la cuenca o región y representa una contribución de su potencial al desarrollo de la estrategia operacional del GEF referente a aguas internacionales.

Metodológicamente el ADT es un documento de base técnico-científica que se estructura sobre dos pilares fundamentales:

- **la información y experiencia disponible** del área de estudio y del recurso SAG, sus características físicas, composición y comportamiento; sobre la utilización del recurso y el desarrollo socio-económico de la región; sobre la realidad jurídica, la legislación y las reglamentaciones existentes, así como sobre la información institucional, sus capacidades y competencias; y
- **la participación de los actores involucrados** y su percepción de los principales problemas y sus causas, incluyendo las instancias institucionales de cada uno de los países participantes y las UNEP de cada país.

Para el alcance de los objetivos algunas orientaciones deben ser observadas. Ellas fueron propuestas para el ADT y para el PAE en documento elaborado para el GEF (MEE, 2003), siendo presentadas según se detalla a continuación:

- **Amplia participación de los actores sociales** (stakeholders en inglés): todas las partes involucradas o afectadas por un problema ambiental o en su solución se deben involucrar en la elaboración del ADT y ser consultadas en la preparación del PAE.
- **Búsqueda conjunta de hechos**: el ADT debe ser conducido por especialista(s) independiente(s), seleccionados por los representantes de los actores sociales, por medio de amplio proceso de consulta, de forma de ser asegurada la apropiación regional del proceso y de sus productos.
- **Transparencia**: el ADT deberá ser un documento de dominio público; durante su elaboración y la búsqueda de informaciones los actores sociales deben concordar con la libre diseminación de informaciones y de los productos generados.
- **Abordaje eco-sistémico**: este abordaje se basa en la aplicación de metodologías científicas apropiadas, focalizadas en los niveles de organización biológica que involucran los procesos esenciales y las interacciones entre los organismos y el medio ambiente – debe ser, por tanto, reconocido que el ser humano es parte integrante del ecosistema; además, los sistemas deben ser definidos por sus límites naturales y no por los límites políticos, sin embargo estos deben ser reconocidos en el análisis.
- **Gestión adaptativa**: el ADT y el PAE deben ser elaborados por medio de una serie de etapas pragmáticamente definidas; en cada etapa, indicadores de desempeño previamente acordados deben ser monitoreados y, en función de los resultados, un planeamiento conjunto debe ser realizado para evaluación de los progresos y planeamiento de la próxima etapa.
- **Acciones deben tener en cuenta las causas económicas y sociales del problema**: un análisis de cadenas causales de los problemas transfronterizos y la identificación de las causas sociales y económicas es de importancia crítica en la elaboración del ADT; debe ser reconocido que las acciones tomadas próximas a las causas raíces tienen mayores probabilidades de presentar efectos de largo plazo sobre el problema.
- **“Accountability”**: Esta palabra en inglés no presenta traducción en español; “accountable” es algo que “rinde cuentas” por sus actos, que presenta de forma transparente los resultados de una acción que le cabe, asumiendo plenamente la responsabilidad, para ser



evaluado por aquellos que de alguna forma están involucrados en el proceso, o los actores sociales de este proceso. Las partes involucradas en la implementación del PAE deben ser totalmente “accountable” por sus acciones; los actores sociales responsables por la implementación del PAE deben ser claramente identificables, sin ambigüedades.

- **Construcción de políticas intersectoriales:** deben ser evitados abordajes sectoriales, que dificultan la inclusión de múltiples propósitos, el alcance de economías de escala y el propio abordaje eco-sistémico.

- **Construcción de consensos graduales:** deben ser buscados consensos en cada etapa de elaboración del ADT y del PAE de forma de asegurar la sostenibilidad de largo plazo del proceso y de sus resultados.

- **Subsidiariedad:** el PAE debe proponer soluciones prácticas para temas transfronterizos que demandarán acciones regionales, nacionales y locales; el concepto de subsidiariedad, de forma breve, implica que todo aquello que puede ser resuelto en el nivel local, no debe ser llevado a niveles más altos para solución; como corolario, cuando un problema no puede ser resuelto localmente, deben entonces ser buscadas soluciones por la acción de niveles más elevados, sea nacional, o regionalmente.

- **Costos incrementales:** en el PAE deben ser identificadas acciones que generan costos incrementales acordados por las partes, separados de aquellos que se refieren a intereses puramente nacionales (“baseline actions”).

- **Cooperaciones donadoras (donor partnerships):** el proceso de elaboración del PAE es proyectado para la construcción de cooperación entre las entidades desarrolladoras (“development partners”) de forma que los problemas identificados sean considerados y, cuando sea necesario, para asistir a los gobiernos en la cobertura de costos de interés nacional (“baseline actions”), buscando incentivar la co-responsabilidad en la implementación del PAE y evitar la duplicación de esfuerzos por la comunidad donadora.

- **Compromisos intergubernamentales:** la aprobación y la puesta en marcha del PAE como un acuerdo contractual entre gobiernos debe ser un objetivo gerencial relevante del proceso de su elaboración.

Con la excepción de la última orientación las demás pueden ser consideradas. Con respecto a la última, los países entendieron, por el contrario, que el resultado del proyecto no implica tal compromiso ni la operatividad del PAE, sino que postula que éste será la base del Marco de Gestión que se propondrá a las Partes para que eventualmente decidan qué tipo de acuerdo celebrar en forma soberana.

En resumen, el ADT proveerá la identificación de los principales problemas actuales y emergentes identificados y percibidos como prioritarios, las causales de los mismos derivados de las situaciones económicas, sociales y ambientales en el área, así como las condiciones jurídicas e institucionales imperantes, con particular atención a los temas de interés transfronterizo y áreas (más) vulnerables. Va a permitir el desarrollo lógico del PAE basado sobre consideraciones razonables, holísticas y multisectoriales de los problemas asociados a los sistemas hídricos transfronterizos.

En el Anexo 2 se presentan resúmenes de ADTs elaborados en estudios similares del GEF.





## CONCLUSIÓN

El ADT y el PAE resultan de un proceso analítico-participativo que en distintas situaciones cuentan con un amplio programa de participación de la sociedad y de relevamiento y análisis de informaciones, por medio de proyectos-piloto y sub-proyectos. Una lección que se aprende de la literatura consultada (ver Anexo 2) es que no hay una única metodología de elaboración del ADT. Al contrario, existen adaptaciones metodológicas a la base de datos, a la naturaleza de los problemas y de las causas, en cada proyecto. Estos aspectos serán profundizados en ocasión de la presentación de la propuesta de metodología de elaboración del ADT del PSAG.

Un aspecto relevante de la metodología del GEF de elaboración de ADTs es el cambio paradigmático que es demandado: de abordajes que fueron definidas como “*racionalista o realista*” hacia un abordaje “*constructivista*”. De acuerdo con Roy, Landry y Oral (1993), en contrapunto al abordaje realista o racionalista, el abordaje constructivista no tiene como objetivo encontrar una “*verdad externa*” a los actores sociales involucrados en el proceso, pero construir un “*conjunto de claves*” que abrirán puertas para estos actores continúen progresando de acuerdo con sus objetivos y sistemas de valores. En este abordaje, conforme menciona el autor, no se habla en “*prescripciones*”, pero si de “*recomendaciones*”. El problema es construido por cada actor-social usando su propio sistema de valores y, por esto, la solución debe ser negociada por el conjunto de actores apuntando al consenso. Por esto la metodología del GEF se apoya en talleres participativos, en los cuales el ADT es construido paso a paso.

En el abordaje realista el consultor contratado para la elaboración del ADT tendría como tarea “*extraer*” las preferencias de los actores sociales considerando su propio análisis de las informaciones presentadas. En el abordaje constructivista, la solución, o soluciones, son construidas por los actores sociales actuando el consultor como “*facilitador*” del proceso, evitando al máximo posible incluir sus propios valores en los resultados. Por esto, es fundamental la interacción entre los actores sociales en el proceso de elaboración de la solución. El Cuadro 1 presenta algunas otras diferencias principales entre los abordajes realista y constructivista, con comentarios sobre las demandas de elaboración de un ADT.

Estos aspectos deberán ser considerados en el proceso de elaboración del ADT del proyecto Sistema Guaraní.





**Cuadro 1 – Diferencias entre los paradigmas racionalista y constructivista en la toma de decisión**

Tema	Paradigma Racionalista	Paradigma Constructivista	Aspectos de la elaboración del ADT y del PAE relacionados al tema
Toma de decisión	Momento en que ocurre la selección de la solución óptima	Proceso a lo largo del tiempo involucrando interacción entre actores sociales decisores	Aprobación del ADT y del PAE, e su posterior implementación
Característica de los decisores	Totalmente racionales y objetivos	Dotados de sistemas de valores propios, que se reflejan en sus preferencias subjetivas	Países, con sus respectivos actores sociales involucrados en el proceso de elaboración del ADT y del PAE
Problema a ser resuelto	Problema real, que puede ser objetivamente definido	Problema a ser construido: cada decisor construye su visión del problema, subjetivamente	Definición del Análisis Diagnóstico Transfronterizo y del Programa de Acciones Estratégicas
Los modelos	Representan la realidad objetiva	Son herramientas aceptadas como útiles en el apoyo a la decisión por los actores sociales decisores	Las cadenas causales como modelo de la dinámica de generación de los temas críticos
Los resultados de los modelos	Situaciones óptimas	Recomendaciones que apuntan a atender a los valores de los actores sociales decisores, en decisiones negociadas	Propuesta y evaluación de acciones de mitigación de los temas críticos
Objetivo de la construcción de modelos	Encontrar la solución óptima	Generar conocimientos sobre el problema para que los actores sociales decisores puedan negociar y consensuar una decisión satisfactoria	Identificación de causas raíces y análisis de acciones de mitigación, una de las bases para la elaboración del PAE
Validación del modelo	El modelo es válido cuando representa la realidad objetivamente	El modelo es válido cuando sirve de herramienta de apoyo a la decisión	Las cadenas causales son válidas cuando sirven para establecer consensos en la identificación de vacíos de información y de propuestas de acciones de mitigación
Preferencia de los decisores	Son extraídas por el consultor/analista	Son construidas por los actores sociales decisores, con apoyo del consultor/facilitador	Los consultores facilitan el proceso de elaboración del ADT, con base en la consideración de las preferencias reveladas por los actores sociales decisores

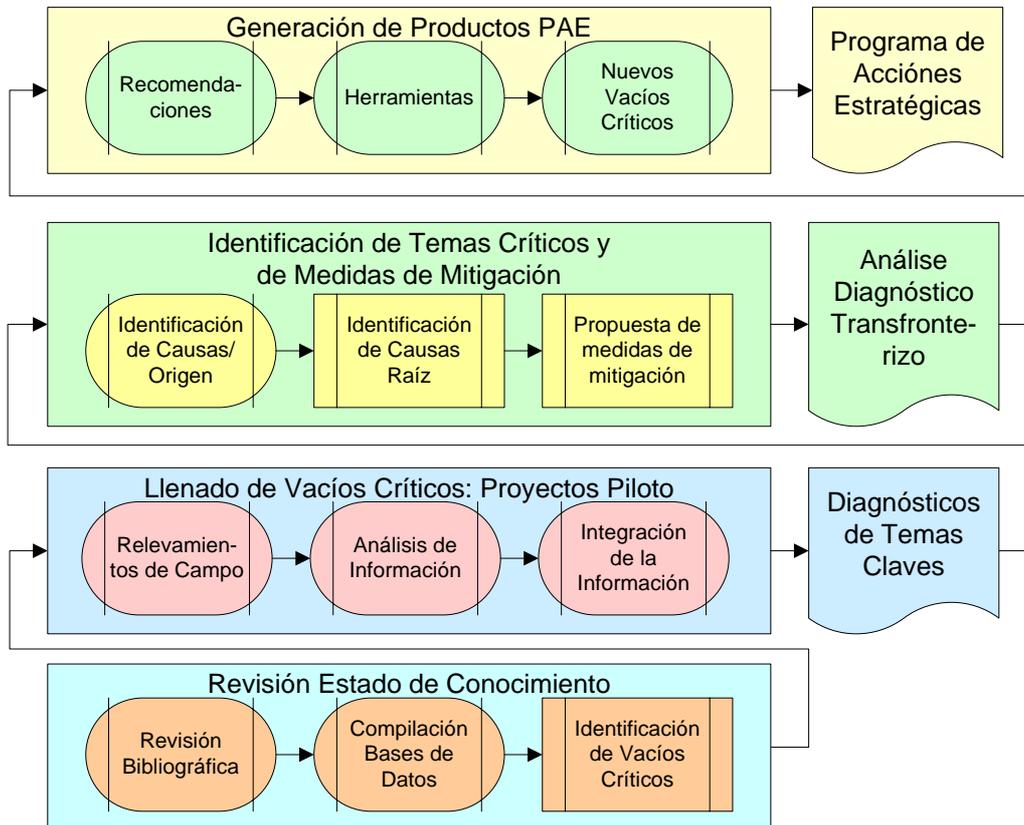
Fuente: Adaptado de Ensslin, Montibeller Neto y Noronha (2001)





## 5. METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN DEL ADT DEL PSAG

La metodología adoptada para la elaboración del ADT del SAG, en el marco de PSAG, es resumida esquemáticamente en la Figura 1.



**Figura 1 – Metodología adoptada para elaboración del ADT y PAE del PSAG**

La revisión del estado de conocimiento fue y está siendo realizada como actividad del PSAG. Los proyectos pilotos fueron contratados para tener experiencia de gestión en áreas específicas del SAG, con características que representan tipologías de problemas, de forma a llenar algunos vacíos críticos que fueron previamente identificados. Sus resultados permitirán diagnosticar temas claves que a su vez, permitirán la identificación de nuevos temas críticos. El Anexo 3 resume el estado de conocimiento hasta el momento sobre el PSAG.

El ADT fue elaborado buscando la identificación de las causas de cada tema crítico; como consecuencia, son propuestas medidas de mitigación. Este documento final del ADT es, por lo tanto, una orientación para la preparación del Programa de Acciones Estratégicas - PAE, documento final del PSAG.





## ACTIVIDADES EJECUTADAS

Las actividades ejecutadas, de acuerdo con los Términos de Referencia, son esquemáticamente presentadas en la Figura 2 con el orden adoptado y los documentos producidos.

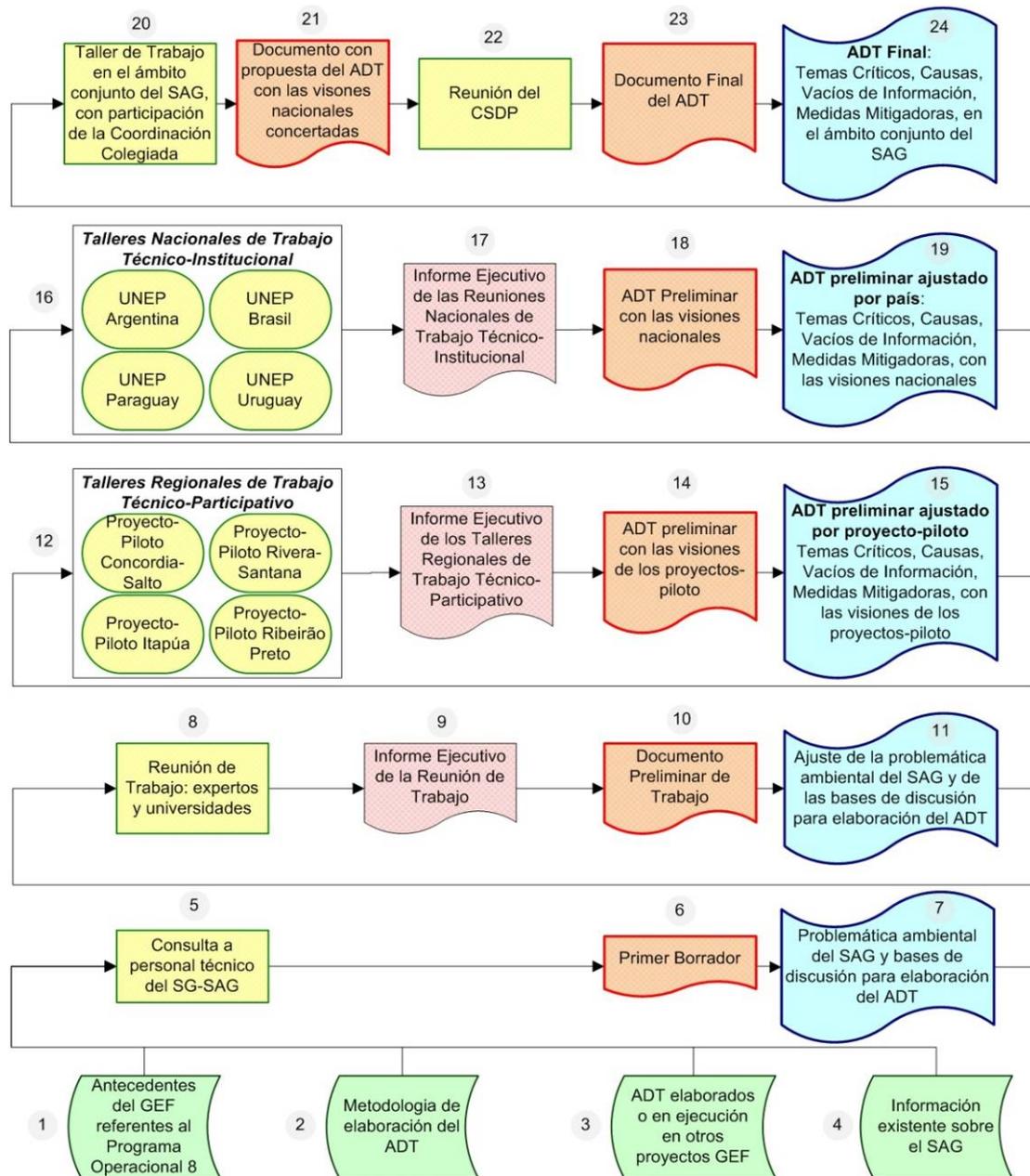


Figura 2 – Etapas de elaboración del ADT del SAG

Más detalladamente las actividades fueron:

1 – Revisión de los antecedentes del GEF relativos al Programa Operacional 8 (Masas de





Agua) que sustenta este proyecto;

- 2 – Revisión de la metodología de preparación de estos instrumentos;
- 3 – Revisión de los ADT elaborados, o en ejecución en otros proyectos del GEF, a los efectos de disponer de orientaciones y modelos a considerar;
- 4 - Revisión y análisis de toda la información existente sobre el SAG;
- 5 - En consulta con el personal técnico de la SG-SAG;
- 6 – Elaboración de un primer borrador ...
- 7 - ... conteniendo una primera visión de la problemática ambiental del SAG y las bases de discusión para la elaboración del ADT;
- 8 - En coordinación y con el apoyo de la SG-SAG y el DDS/OEA, organización y moderación de una reunión de trabajo con participación de expertos de los países, de los proyectos piloto, de las universidades participantes en los estudios del Fondo de las Universidades;
- 9 – Elaboración de un informe ejecutivo de la reunión de trabajo con expertos de los países, e introducción de la información y análisis derivado de la reunión en el documento de ADT;
- 10 – Integración de todo el trabajo desarrollado, en un único documento de ADT, denominado Documento Preliminar ...
- 11 – ... conteniendo el ajuste de la problemática ambiental del SAG y las bases de discusión para elaboración del ADT, y una identificación preliminar sobre Temas Críticos a ser considerados;
- 12 - Participación y moderación de cuatro (4) Talleres Regionales de Trabajo Técnico-Participativo – TRTTP con base en cada Proyecto-Piloto-PP, con la participación de actores clave regionales. En ellas fue establecida una dinámica que llevó a los participantes a identificar, discutir y consensuar sobre los Temas Críticos, Vacíos de Información, Causas Directas, Indirectas y Raíces de estos temas, y propuestas de Acciones de Mitigación;
- 13 - Elaboración de un informe ejecutivo de los TRTTP ...
- 14 – ... en la forma de una nueva versión preliminar del ADT ...
- 15 - ... presentando las visiones de los PP's a respecto de los problemas ambientales del SAG, en un ADT Preliminar incorporando las visiones de los Proyectos-Pilotos;
- 16 - Participación de cuatro (4) Talleres Nacionales de Trabajo Técnico-Institucional-TNTTI con base en las UNEP's de cada uno de los países involucrados en el PSAG ampliadas con actores claves en cada país, con participantes de estados o provincias y de las comisiones locales de los proyectos pilotos. En ellas fue analizado el ADT Preliminar con las visiones de los Proyectos-Piloto, con el fin de ajustar, preparar y presentar el ADT Preliminar ajustado con las visiones nacionales;
- 17 – Elaboración de un informe ejecutivo de los TNTTI;
- 18 – Introduciendo las informaciones y análisis derivados de las TNTTI en el documento de ADT en preparación ...
- 19 - ... presentando un ADT Preliminar incorporando las visiones nacionales;
- 20 – Participación de un Taller de Trabajo en el ámbito conjunto del SAG, con representantes claves de los 4 países y sus órganos e instituciones competentes;
- 21 – Introducción de los ajustes aprobados en esta reunión, produciendo el ADT con las visiones nacionales consensuadas, o la propuesta de ADT en el ámbito conjunto del SAG;
- 22 - Apoyo a la SG-SAG y a la DDS/OEA en la reunión de la Coordinación Colegiada y del CSDP que consideraron la propuesta de ADT en el ámbito conjunto del SAG;
- 23 – Producción del documento final correspondiente de ADT ...
- 24 – ... con los Temas Críticos, Vacíos de Información, Medidas Mitigadoras, en el ámbito conjunto del SAG.





## REUNIONES DE TRABAJO

Cuatro tipos de reuniones de trabajo fueron realizados:

- 1) una reunión técnica, con expertos, buscando agregar mejoras a un documento preliminar de ADT, elaborado por el consultor, que resumió los principales aspectos del SAG para informar a los participantes de los talleres regionales, realizados en secuencia;
- 2) los talleres regionales en los Proyectos-Pilotos, buscando el aporte de las visiones locales al ADT, considerando los temas críticos según los cuales estos proyectos fueron seleccionados;
- 3) los talleres nacionales, buscando la elaboración de una propuesta nacional de cada país al ADT, conocidas las visiones locales de los proyectos-pilotos;
- 4) la reunión conjunta, con representantes de todos los países, para concertación con respecto al Análisis Diagnóstico Transfronterizo del Sistema Acuífero Guaraní.

Mayores informaciones sobre estas reuniones son presentadas a continuación. En el Capítulo 6 de este informe se presentan los resultados de cada reunión, de forma más detallada.

### ***Reunión de trabajo con participación de expertos de los países, de los proyectos piloto, de las universidades participantes en los estudios del Fondo de las Universidades***

Los objetivos de esta reunión fueron:

- 1 – Analizar, discutir y perfeccionar el Documento Preliminar en especial con relación al resumen de las informaciones sobre el SAG;
- 2 – Proponer, sobre la base del SAG, los temas críticos a ser analizados en los TRTTP, con sus descripciones, considerando la propuesta del Cuadro 17 – Marco de las necesidades de gestión del SAG, presentado en el Anexo 3.

### ***Talleres Regionales de Trabajo Técnico-Participativo - TRTTP***

Fueron realizados cuatro (4) Talleres de Trabajo Técnico-Participativo – TRTTP con la participación de actores clave regionales. En ellos fue establecida una dinámica que llevó a los participantes a identificar, discutir y consensuar sobre los Temas Críticos, Vacíos de Información, Causas Directas, Indirectas y Raíces de estos temas, y propuestas de Acciones de Mitigación.

La dinámica de los TRTTI fue:

- 1 - Envío por medio electrónico de Documento de Soporte al taller, con las informaciones consideradas esenciales a respecto del SAG y de metodología a ser adoptada;
- 2 - Presentación del Documento de Soporte, resumiendo las informaciones y presentando las cuestiones consideradas claves para la elaboración del ADT;
- 3 – Selección de los Temas Críticos de interés del Proyecto-Piloto;
- 4 – Para cada Tema Crítico de interés, propuesta y discusión de las Causas, de acuerdo con clasificación que será presentada adelante, y identificación de Vacíos de Información que dificultan esta identificación;
- 5 – Considerando las Causas, propuesta de Acciones Mitigadoras y Vacíos de Información que dificultan la propuesta o implementación de estas acciones;





En la identificación de Causas, Vacíos de Información y de Acciones Mitigadoras fueron usadas técnicas de participación, con base en el uso de carteles donde los participantes presentaron sus propuestas, y las compartieron con los demás, en un Cuadro. En algunos casos, fue necesario crear Grupos de Trabajo para análisis de Temas Críticos específicos.

### **Talleres Nacionales de Trabajo Técnico-Institucional - TNTTI**

Fueron realizados cuatro (4) Talleres Nacionales de Trabajo Técnico–Institucional – TNTTI con base en las indicaciones de las Unidades Nacionales Ejecutivas del Proyecto - UNEPs de cada uno de los países involucrados en el PSAG, ampliadas con actores claves en cada país, con participantes de estados o provincias y de las comisiones locales de los proyectos pilotos.

La dinámica propuesta para los TNTTI's fue:

- 1 - Envío por medio electrónico del Documento Preliminar de ADT, con las visiones de los Proyectos-Piloto a los participantes del RTTI;
- 2 - Presentación del Documento Preliminar de ADT, resumiendo las informaciones y presentando las cuestiones consideradas claves para la elaboración del ADT con la visión nacional;
- 3 – Selección de los Temas Críticos de interés del país;
- 4 – Para cada Tema Crítico de interés, evaluación de las Causas, conforme propuestas en los TRTTP, y proponer perfeccionamientos;
- 5 - Evaluación de los Vacíos de Información, conforme propuestas en los TRTTP, y proponer perfeccionamientos;
- 6 – Considerando las Causas, evaluación de las Acciones Mitigadoras y Vacíos de Información que dificultan la propuesta o implementación de estas acciones, propuestas en los TRTTP, y proponer perfeccionamientos;
- 7 – Habiendo tiempo disponible, priorizar las Causas, Vacíos de Información y Acciones Mitigadoras, para cada Tema Crítico de interés.

Las UNEP's adaptaron esta dinámica a sus intereses y tiempo disponible para el taller.

### **Reunión Conjunta**

La Reunión Conjunta, última fase participativa de la elaboración del ADT, tuvo por objetivo principal la presentación al Consejo Superior de Proyecto – CSDP de una propuesta conjunta de los países sobre el ADT del SAG.

Para elaboración de esta propuesta conjunta hubo demandas de concertación sobre:

- las Cadenas Causales para cada tema crítico del SAG, con sus definiciones detalladas, que identifiquen las principales causas que actúan en cada país;





- los Vacíos de Información para cada tema crítico del SAG, con sus definiciones detalladas, que identifiquen los principales vacíos de información que ocurren en cada país y,
- en especial, la definición de la naturaleza de los Programas de Acción, reflejando las necesidades e interés de acciones conjuntas e individuales de cada país con referencia al uso sostenible del SAG.

El producto de la Reunión Conjunta fue una propuesta común de los cuatro países - con definiciones claras, pero sucintas y no redundantes - de las Causas y Vacíos de Información referentes a cada Tema Crítico, y de Propuestas de Acciones para mitigar los problemas identificados. Materialmente fueron elaborados:

- Cadenas Causales para los temas críticos del SAG y el grado de relevancia que presentan;
- Vacíos de Información relevantes a ser llenados por programas de acción que visen a la generación de información estratégica con respecto al SAG;
- Programas de Acción, a ser implementados en conjunto por los países con reflejos importantes sobre el patrimonio común del SAG;
- Priorización de Acciones, con respecto a los intereses de cada país.

Es importante resaltar que los Programas de Acción sirven de referencia a la elaboración del Programa de Acciones Estratégicas – PAE, que culminará el proceso de elaboración del Proyecto Sistema Acuífero Guaraní – PSAG.

### **ORIENTACIONES PARA DISEÑO DE LAS CADENAS CAUSALES**

Para diseño de las cadenas causales, en todas las reuniones de trabajo, las siguientes orientaciones sobre la identificación de Temas Críticos, Causas, Acciones de Mitigación y Vacíos de Información fueron adoptadas.

#### ***Temas Críticos a ser considerados – listado preliminar***

En la reunión de trabajo con los expertos, fueron aprobados los Temas Críticos propuestos en el Cuadro 2. Los 7 Temas Críticos fueron considerados preliminarmente en los Talleres Regionales de Trabajo Técnico Participativo, sufriendo alteraciones para representar mejor los problemas críticos locales.





### **Clasificación de las causas**

Para la clasificación de las causas en la cadena causal fueron adoptadas las definiciones presentadas en el Cuadro 3.

Un ejemplo para ilustrar una cadena causal es la carencia de una Política de Recursos Hídricos, instituida por una Ley de Aguas - causa que sería clasificada como político-institucional – que puede resultar en la inexistencia de un sistema de otorgamiento de derechos de uso del agua – causa económico-gerencial -, que genera su uso en exceso o en actividades no prioritarias – causa técnica -, resultando en el Tema Crítico de conflictos o uso no sostenible del agua, de naturaleza transfronteriza o no. En otro ejemplo, suponiendo la existencia de una Ley de Aguas, se verifica la inexistencia de un Sistema de Informaciones sobre Recursos Hídricos – causa económico-gerencial - que permita la toma de decisiones gerenciales adecuadas con relación con el otorgamiento de derechos de uso. Esta causa sería clasificada como secundaria o económico-gerencial y es en su mitigación que se encuentra la solución de los problemas de conflictos de uso de agua.





**Cuadro 2 – Marco de las necesidades de gestión del SAG**

Tipología	Situaciones con efectos transfronterizos locales en áreas piloto	Situaciones potenciales con efectos transfronterizos regionales
<p>I – Protección del SAG frente a la contaminación y aspectos relacionados a cantidades</p> <p>II – Uso del agua subterránea y recursos geotermiales</p> <p>III – Gestión sostenible del SAG</p>	<p>1 - Contaminación de los pozos de agua potable por el saneamiento inadecuado y el uso no planificado del suelo (<i>PP R-P y PP R-S</i>)</p> <p>2 - Impactos en los humedales (principalmente los Esteros de Ibera (AR) y Niembucú (PY), así como del Río Uruguay, respectivamente) y reducción del flujo base de los ríos como posible consecuencia de explotación potencial intensiva del agua subterránea para el riego agrícola (<i>PSAG Comp. 1</i>)</p> <p>3 - Impactos en la calidad y tasa de recarga del acuífero como resultado de cambios extensivos en el uso del suelo agrícola así como en los tipos y sistemas de cultivo (<i>PP IT</i>)</p> <p>4 - Impactos en el balance hídrico del consumo de agua ocasionado por la forestación y su efecto en la recarga (<i>PSAG Comp. 1</i>)</p> <p>5 - Salinización causada por pozos profundos no sellados, de los cuales no se sabe si están en el SAG (<i>PP C-S</i>)</p> <p>6 - Reducción del artesianismo y geotermalismo del acuífero a causa de la explotación no controlada de los pozos geotérmicos (<i>PP C-S</i>)</p>	<p>7 - Crecimiento de los impactos a una mayor escala si se favoreciera el uso intensivo del suelo y/o el recurso hídrico subterráneo, considerando a) el papel ecológico actual de la descarga del acuífero y b) la continuidad hidráulica del sistema acuífero en las zonas correspondientes (<i>PSAG Comp. 1</i>)</p>

Notas: PP RP: Proyecto-Piloto Ribeirão Preto; PP R-S:Proyecto-Piloto Rivera-Santana do Livramento; PP IT: Proyecto-Piloto Itapúa; PP C-S:Proyecto-Piloto Concordia-Salto.

Fuente: Basado en FOSTER; KEMPER; GARDUÑO (2004)





**Cuadro 3 – Clasificación y ejemplo de las causas de los Temas Críticos, y de acciones de mitigación**

Causas	Descripción	Ejemplos	Posibles acciones de mitigación
Causas naturales	Son causas que no dependen de la acción humana, y caracterizan el ambiente natural.	- Vulnerabilidad a la contaminación de las áreas de recarga del SAG; - Topografía y tipo de suelo; - Cambios climáticos y extremos meteorológicos; - etc.	En general, no hay medidas de mitigación posibles. Mesmo cuando es posible la mitigación, es más viable la convivencia, o la adopción de medidas de precaución o protección con relación a estas causas, que cualquier intento en cambiarlas.
Causas primarias o técnicas	Se refieren al mal manejo de los recursos naturales escasos, como agua y suelo, al empleo de tecnologías inadecuadas, a la carencia de sistemas de monitoreo, a sobreexplotación del recurso; a la operación inadecuada de sistemas, a la introducción de especies vegetales exóticas, etc. Una de forma para identificarlas como las causas primarias, es su relación directa con los impactos ambientales.	- Sobreexplotación o contaminación de pozos; - Pozos mal construidos; - Escasa o nula cobertura de saneamiento; - Inadecuación del uso del suelo a la vulnerabilidad del SAG; - Falta de diversificación de usos y desaprovechamiento de la energía; - Destrucción de la cobertura vegetal y sobrepastoreo; - etc.	Se pueden evitar por medio de la difusión del conocimiento, inversiones en medidas no-estructurales (regulaciones, por ej.) y estructurales (obras hidráulicas, por ejemplo), entre otras, en el corto tiempo.
Causas secundarias o económico-gerenciales	Derivan de señales económicas inadecuadas o abordajes gerenciales inadecuados. Ejemplos en el primer caso son la falta de recursos para un buen monitoreo y gerenciamiento ambiental, que los precios de los recursos no reflejan sus costos reales para el ecosistema, en el medio e largo plazo, etc. En este caso, por lo tanto, existe una relación económica directa (falta de recursos) o indirecta (precios inadecuados) entre la	- Falta de usos con mayor valor agregado; - Costos ambientales o que son computados en el largo plazo no son considerados en las decisiones; - Usos del agua por las futuras generaciones no son considerados en las decisiones; - Usos no controlados del agua, sin otorgamiento; - Prioridades de uso no definidas o erróneas; - Deficiente asignación de recursos humanos e infraestructura, y de presupuestos en tiempo y	Estas causas se tratan por medio de medidas de regulación económica y de mejoramiento del sistema de gerenciamiento y de informaciones gerenciales; sus resultados se obtienen en el corto y mediano plazo.





Causas	Descripción	Ejemplos	Posibles acciones de mitigación
Causas terciarias o político-institucionales	<p>causa secundaria y las consecuentes causas primarias. En el segundo caso, ejemplos son la inexistencia de un adecuado sistema de permisos ambientales o de un otorgamiento de derechos de uso del agua, la falta de conocimiento o la consideración de la vulnerabilidad de un ecosistema, etc. En esta situación existe una relación física o tecnológica entre las causas secundarias y la consecuente causa primaria.</p> <p>Derivadas del entorno institucional, es decir, del marco legal y de organización de una región o país. Ejemplos son las carencias en la legislación, la inexistencia de una organización efectiva de las entidades promotoras del desarrollo sustentable, dificultades en la gobernabilidad o - en un amplio sentido - de la capacidad financiera y administrativa de los gobiernos para implementar políticas.</p>	<p>forma para el gerenciamiento; - Falta de un sistema de informaciones gerenciales o para su divulgación; - Inexistentes o inadecuados planes de explotación; - Falta de capacitación de recursos humanos; - etc.</p> <p>- Bajo nivel de organización gubernamental y social; - Falta de normas legales; - Falta de entidades para el gerenciamiento del recurso; - Falta de políticas de inserción social y de apoyo a las cuestiones de género humano; - etc.</p>	<p>Las mejoras institucionales que pueden llevar a la mitigación de carencias de esta naturaleza requieren negociaciones políticas y acuerdos que, a través de normas, pueden ser obtenidos en el mediano y largo plazos.</p>
Causas fundamentales o socio-culturales	<p>Se refieren a los fundamentos sobre los cuales está formada la sociedad: sus normas de comportamiento, ética, costumbres, tradiciones, religión, etc. Existen varios ejemplos de estas causas entre los cuales pueden ser presentados la negativa a la participación en las políticas públicas, la limitada conciencia</p>	<p>- Escasa o nula participación pública; - Falta de capacidades adecuadas en la población; - Hábitos inadecuados de determinados grupos étnicos (quemadas, por ej.); - Falta de inserción social; - No consideración de las cuestiones de género humano, como parte de la cultura vigente; - etc.</p>	<p>Debido al grado de inercia que presentan, las mitigaciones de estas causas solo pueden obtenerse en el largo plazo.</p>





Causas	Descripción	Ejemplos	Posibles acciones de mitigación
	política y ciudadana, la dificultad de acciones comunitarias, la falta de respeto o la no consideración de los derechos de minorías o de las cuestiones de género, la dificultad de convivencia democrática, la falta de una ética ambiental, etc. Su existencia dificulta la gobernabilidad o la capacidad política derivada de la relación de legitimidad del Estado y de su gobierno con la sociedad.		



### ***Vacíos de información***

Dos tipos de vacíos de información fueron considerados: 1) los vacíos que impiden el conocimiento de las causas de un Tema Crítico y 2) los vacíos que impiden la propuesta de una acción de mitigación. En el primer tipo pueden ser identificadas situaciones donde la falta de informaciones impide que se conozca algunas causas de determinado Tema Crítico. En el segundo, cuando la(s) causa(s) de determinado Tema Crítico es/son conocida(s), pero no se conoce las condiciones que permitan determinar la(s) acción(es) de mitigación para solucionar la(s) dicha(s) causa(s).

### ***Acciones de Mitigación***

Tres tipos de acciones de mitigación fueron considerados: 1) mitigación de las causas principales que actúan en el sentido de establecer un uso no sostenible del SAG, 2) acciones para alcanzar la sustentabilidad financiera del proyecto en el futuro y, también, 3) acciones para superar los vacíos de información.

### **ORIENTACIONES FINALES**

Algunas orientaciones finales, que fueron consideradas en la elaboración del ADT, son presentadas a continuación:

#### ***Problemas a ser abordados***

La gestión del SAG debería llevarse a cabo solamente para abordar los problemas de agua subterránea existentes o potenciales – exclusivamente dentro de su respectivo ámbito geográfico independientemente de la extensión del acuífero; por esto, es necesario:

- mantener el marco de gestión coordinada dentro de límites realistas con objeto de reducir al mínimo posible los costos de transacción; y
- mantener también en el nivel mínimo indispensable las necesidades de coordinación internacional.

#### ***Dinámica entre los proyectos-piloto y el ADT/PAE***

Fue importante mantener la relación dinámica entre los proyectos piloto y el ADT/PAE, la cual enfatiza:

- la naturaleza dual de los Programas de Acción Local - PAL, es decir 1) como unidades de gestión de agua subterránea y 2) como centros de información para proporcionar “experiencia” a los diagnósticos del ADT y a las acciones del PAE; y
- la conveniencia de avanzar en la implementación de acciones, tanto a nivel piloto como nacional y regional antes de hacer propuestas para modificar el marco jurídico e institucional.



### **Acciones a ser propuestas**

Dada la naturaleza del SAG, las acciones de mitigación a ser aprobadas en el ADT, que podrán ser consideradas propuestas para el PAE, deben tener las siguientes características:

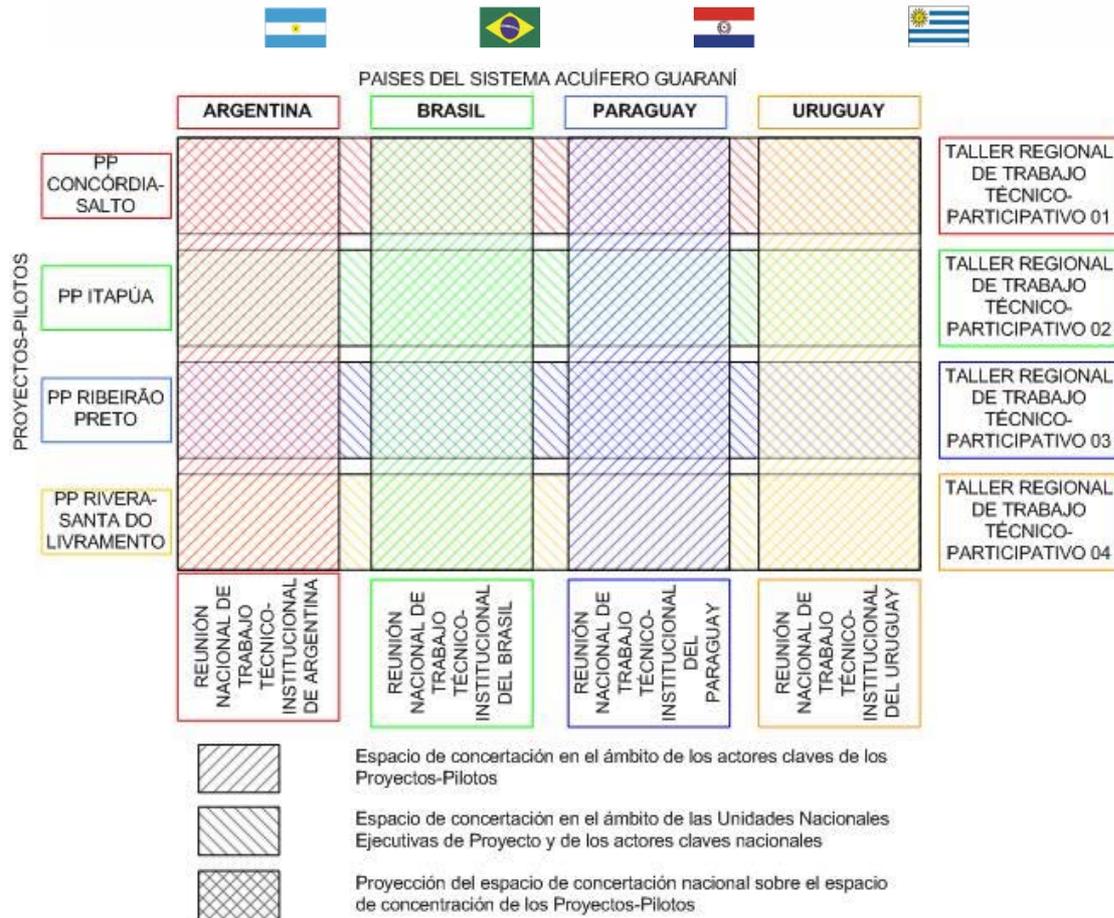
- deben fortalecer las bases para el entendimiento común del SAG y promover su explotación y gestión sustentable;
- deben permitir lograr del SAG los “servicios” que acuerden los cuatro países, asegurando que los efectos negativos sean mínimos;
- deben reforzar el enfoque de aprovechar las oportunidades que ofrece la explotación sustentable de SAG, basada en un entendimiento común y mecanismos de cooperación pragmáticos;
- deben anticipar los asuntos que pudieran convertirse en conflictos que afecten a más de un país y planteen la manera de abordarlos;
- deben contar con el apoyo social y otros grupos interesados.

### **CONCLUSIÓN CON RESPECTO A LA METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN DEL ADT**

El proceso propuesto de elaboración del ADT llevó en consideración tres ámbitos de concertación – 1) regional, en los proyectos-pilotos, 2) nacional, en cada país y 3) conjunto, en los cuatro países del SAG -, y que ocurren en dos vertientes:

- **una vertiente participativa**, realizada en los espacios regionales de los Proyectos-Pilotos, por medio de la realización de cuatro Talleres Regionales de Trabajo Técnico-Participativo;
- **una vertiente institucional**, realizada en los ámbitos nacionales, por medio de la realización de cuatro Reuniones Nacionales de Trabajo Técnico-Institucional e de la Reunión Conjunta.

En estos espacios ocurrieron las concertaciones regionales, nacionales e internacionales, respectivamente. Como las concertaciones nacionales e internacionales ocurrieron posteriormente a las concertaciones regionales, ellas resultaron de la proyección de las concertaciones regionales sobre los intereses nacionales, como es presentado en la Figura 3.



**Figura 3 – Vertientes y concertaciones a ser consideradas en la elaboración del ADT**

La última concertación, en el ámbito conjunto del SAG, ocurrió en la Reunión Conjunta de representantes de los países, en Montevideo, del 18 a 20 de octubre, y en la reunión de la Coordinación Colegiada del PSAG, en Curitiba en el 23 de noviembre de 2006, con la participación de los representantes de Unidades Nacionales Ejecutivas del Proyecto.

Con esto se aseguró que las cuestiones regionales (Proyectos-Piloto), nacionales (UNEP's) y del conjunto del Sistema Acuífero Guaraní (Reunión Conjunta y de la Coordinación Colegiada) fueron consideradas en la elaboración del ADT y, por esto, también en las propuestas de acciones de mitigación de los temas críticos, subsidios para la elaboración del PAE.

## 6. RESUMEN DE LAS REUNIONES PARA ELABORACIÓN DEL ADT

En secuencia serán comentados los resultados de cada reunión realizada en el proceso de elaboración del SAG. Detalles de cada una fueron presentados en informe específico.





## REUNIÓN DE EXPERTOS

La Reunión de los Expertos ocurrió en Montevideo en los días 16 y 17 de febrero de 2006. Estuvieron presentes 12 expertos, de los cuales 2 son técnicos del PSAG, 2 pasantes en el PSAG, 2 facilitadores de Proyectos-Pilotos. Tres expertos tienen nacionalidad argentina, cuatro brasilera y, los demás, uruguaya. No comparecieron expertos de nacionalidad paraguaya, por motivos de fuerza mayor. La reunión cumplió con sus objetivos de subsidiar al consultor del ADT en la elaboración del Documento Preliminar, perfeccionando su contenido y estructura.

## RESUMEN DE LOS TALLERES REGIONALES

El objetivo principal de los talleres regionales fue evaluar la percepción de los actores clave de los proyectos-pilotos con respecto a los temas críticos transfronterizos que ocurren o que potencialmente pueden ocurrir en estas regiones del SAG, sus causas, vacíos de información existentes y acciones de mitigación necesarias. Estos talleres fueron parte de un proceso de relevamiento de información para subsidiar las propuestas nacionales y, por lo tanto, sus resultados fueron sistematizados y enviados a las UNEPs, para información, antes de los talleres nacionales.

Los TRTTP fueron realizados en los Proyectos-Pilotos de acuerdo con las siguientes fechas:

- TTRTTP de Rivera – Santana do Livramento: 3 y 4 de abril de 2006;
- TTRTTP de Concordia-Salto: 6 y 7 de abril de 2006;
- TTRTTP de Itapúa: 10 y 11 de abril de 2006;
- TTRTPP de Ribeirão Preto: 12 y 13 de abril de 2006.

Los temas críticos que fueron identificados en cada Proyecto-Piloto para posterior elaboración de sus cadenas causales son resumidos en el Cuadro 4. Ellos pueden ser organizados en 5 grupos: el primero grupo trata del tema de la contaminación del agua; el segundo de la reducción del nivel freático; el tercer considera los impactos causados por usos no adecuados del agua y suelo; el cuarto trata de los problemas generados por crecimiento de los impactos descritos; al final, hay el tema de la dificultad de implementación del Organismo Local de Gestión del SAG.





#### Cuadro 4 – Resumen: Temas Críticos identificados en cada Proyecto-Piloto

Temas críticos identificados	RS	CS	It	RP
Contaminación de los pozos de agua potable por el saneamiento inadecuado y el uso no planificado del suelo		X	X	X
Contaminación de los pozos de agua potable por el saneamiento y disposición de residuos sólidos inadecuados, aumento poblacional, y el uso no planificado	X			
Reducción del nivel freático como posible consecuencia de la explotación potencial intensiva del agua subterránea	X			
Reducción del artesianismo o del nivel de SAG				X
Uso no sustentable del acuífero (reducción del artesianismo y geotermalismo y salinización) causada por la explotación no controlada de los pozos geotérmicos y por pozos profundos no sellados		X		
Impactos en el balance hídrico del consumo de agua ocasionado por la forestación y su efecto en la recarga			X	X
Impactos en el balance hídrico del consumo de agua, en calidad y cantidad, ocasionado por cambios extensivos en el uso del suelo así como en los tipos y sistemas de cultivo del suelo, y por la forestación y su efecto en la recarga	X			
Impactos en la calidad y tasa de recarga del acuífero como resultado de cambios extensivos en el uso del suelo agrícola así como en los tipos y sistemas de cultivo			X	
Impactos en la calidad y tasa de recarga del acuífero como resultado de cambios extensivos en el uso del suelo agrícola así como en los tipos y sistemas de cultivo y urbanización				X
Crecimiento de los impactos descritos si las políticas agrícolas regionales y el mercado favorecieran el uso intensivo y extensivo del suelo local y/o de los recursos de agua subterránea			X	
Dificultades a la implementación de un Organismo de Gestión Local	X	X	X	

Nota: RS: Rivera-Santana do Livramento; CS: Concordia-Salto; It: Itapúa; RP: Ribeirão Preto.

#### RESUMEN DE LOS TALLERES NACIONALES

Los talleres nacionales tuvieron como objetivo principal la presentación de una propuesta nacional de ADT para el SAG. Como subsidio a los países fue producida una síntesis de los resultados de los Talleres Regionales de Trabajo Técnico-Participativos – TRTTP realizados en los cuatro Proyectos-Pilotos. En estos talleres fueron identificados temas críticos en cada región, relacionados al SAG, y propuestas sus cadenas causales, identificados los vacíos de información y propuestas acciones de mitigación. Por lo tanto, vale decir que los proyectos-pilotos presentaron sus propuestas de ADT a los talleres nacionales.

Se evitó analizar estas propuestas para no influenciar los países – ellos recibieron únicamente los temas críticos identificados en los proyectos-piloto, las correspondientes cadenas causales, vacíos de información y acciones de mitigación. Se alertó que a un país interesa-





ría no exclusivamente los resultados de los proyectos-piloto en su territorio. Siendo estos ubicados en regiones adonde ocurren problemas típicos del SAG – real o potencialmente – todos los países podrían beneficiarse de informaciones obtenidas en cualquier uno de ellos.

Los TNTTI fueron realizados en cada país del SAG de acuerdo con las siguientes fechas:

- TTNTTI de Brasil: 29 y 30 de mayo de 2006;
- TTNTTI de Paraguay: 1º y 2 de junio de 2006;
- TTNTTI de Argentina: 12 y 13 de junio de 2006;
- TTNTTI de Uruguay: 15 y 16 de junio de 2006.

En el primer taller realizado, en el Brasil, los participantes decidieron resumir estos cinco temas críticos presentados en el Cuadro 4 en tres:

- 1) Problemas de contaminación del SAG: pozos y el acuífero;
- 2) Problemas cuantitativos de la sobreexplotación intensiva: reducción de la disponibilidad del agua en el SAG; y
- 3) Macro estrategias: Desafíos para alcanzar la gestión sostenible del SAG.

Buscando mantener alguna convergencia – que facilitaría la concertación final en la reunión conjunta - esta propuesta fue también presentada en cada taller, estando los participantes libres para adoptarla o proponer otra alternativa. Los resultados convergieron para algo en la línea propuesta por Brasil, con alguna adaptación a la situación nacional por parte de Argentina, principalmente, como es presentado en el Cuadro 5. En el caso de este país, se considera la propuesta final que presentó después del análisis de su UNEP, y que es encontrada en el Anexo C del Informe de los Talleres Nacionales.

La selección de los participantes de los Talleres Nacionales de Trabajo Técnico-Institucional fue realizada por los coordinadores de las Unidades Nacionales de Proyecto – UNEPs, normalmente estando presentes los miembros de la UNEP y otros actores-clave invitados.

## RESUMEN DE LA REUNIÓN CONJUNTA

La Reunión Conjunta fue realizada en Montevideo, en el Edificio MERCOSUR, sede del Proyecto Sistema Acuífero Guaraní en los días 18, 19 y 20 de Octubre de 2006. Las referencias principales para esta reunión fueron los Talleres Nacionales de Trabajo Técnico-Institucional y la sistematización presentada como subsidio a la Reunión Conjunta por el consultor del ADT. Además, fue enviado a las UNEPs oficio con las orientaciones previas con respecto a la dinámica a ser adoptada en la reunión.





El objetivo principal fue la presentación al Consejo Superior de Proyecto – CSDP de una propuesta conjunta de los países sobre el Análisis Diagnóstico Transfronterizo del Sistema Acuífero Guaraní. Para elaboración de esta propuesta conjunta hubo demandas de concertación sobre:

- las Cadenas Causales para cada tema crítico del SAG, presentados en el Cuadro 5, con sus definiciones detalladas, que identifiquen las principales causas que actúan en cada país;
- los Vacíos de Información para cada tema crítico del SAG, con sus definiciones detalladas, que identifiquen los principales vacíos de información que ocurren en cada país y,
- en especial, la definición de la naturaleza de las acciones de mitigación, reflejando las necesidades e interés de acciones conjuntas e individuales de cada país con referencia al uso sostenible del SAG.



**Cuadro 5 – Temas críticos elegidos en cada país**

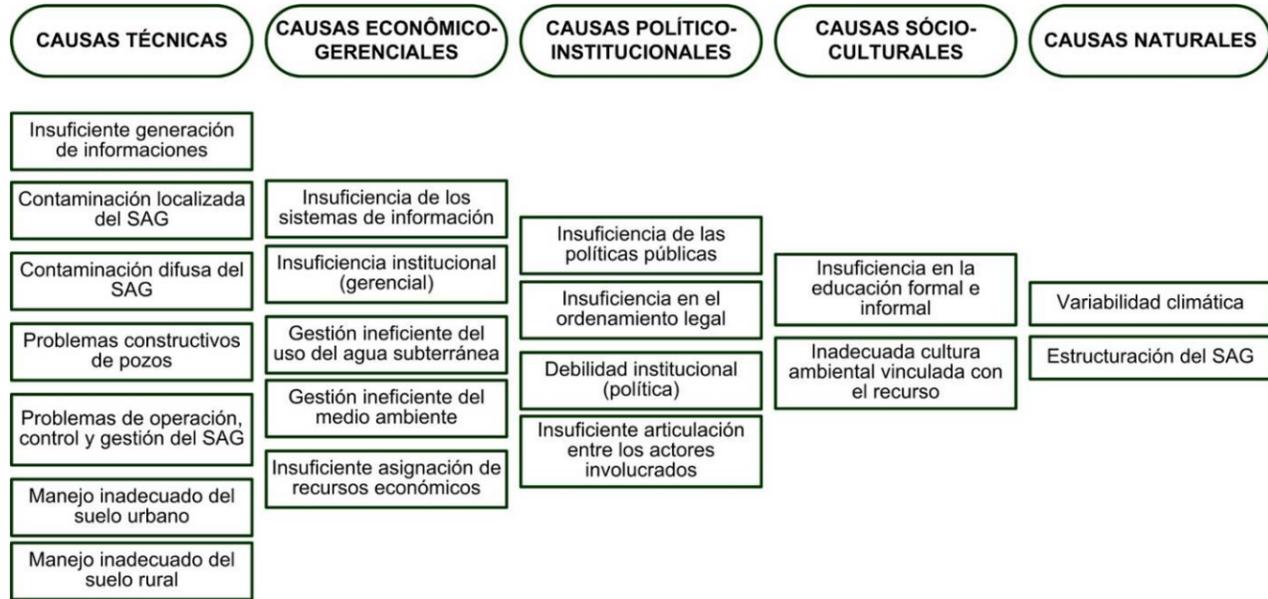
Clases de los Temas Críticos	Argentina	Brasil	Paraguay	Uruguay
1 – Contaminación	Alteración (degradación de la calidad de las aguas del SAG en general y, en particular, por la salinización causada por la sobreexplotación de pozos geotérmicos y pozos profundos no sellados y de cuerpos de agua superficiales como consecuencia de la inadecuada disposición de los efluentes del uso termal	Contaminación del agua en el SAG	Contaminación y uso del suelo	Problemas de contaminación del SAG: pozos y el acuífero
2 – Sobreexplotación	Reducción de la disponibilidad de agua en el SAG, en general, y, en particular, problemas cuantitativos y cualitativos (reducción del artesianismo y geotermalismo) e interferencias entre perforaciones	Reducción de la disponibilidad del agua en el SAG	Sobre explotación (a futuro)	Problemas cuantitativos de la sobreexplotación intensiva: reducción de la disponibilidad del agua en el SAG
3 - Gestión	Desafíos para alcanzar la gestión sustentable del SAG	Macro estrategias: desafíos para alcanzar la gestión sostenible del SAG	Macro estrategias para el desarrollo sostenible del SAG	Macro estrategias: Desafíos para alcanzar la gestión sostenible del SAG

El producto de la Reunión Conjunta es una propuesta común de los cuatro países - con definiciones claras, pero sucintas y no redundantes - de las Causas y Vacíos de Información referentes a cada Tema Crítico, y de propuestas de acciones para mitigar los problemas identificados. Materialmente fueron elaborados:

- Cadenas Causales para los temas críticos del SAG y el grado de relevancia que presentan: estas cadenas son presentadas en la Figura 4, para el tema Contaminación, Figura 5 para el tema Sobreexplotación y Figura 6 para el tema Gestión;
- Vacíos de Información relevantes a ser llenados por acciones que visen a la generación de información estratégica con respecto al SAG: estos, conforme identificados para cada tema crítico, son presentados en las Figuras 7 a 9.
- Propuesta de acciones, a ser implementados en conjunto por los países con reflejos importantes sobre el patrimonio común del SAG y propuesta de priorización de estas acciones, con respecto a los intereses comunes de los países: presentados para cada tema crítico en las Figuras 10 a 12.

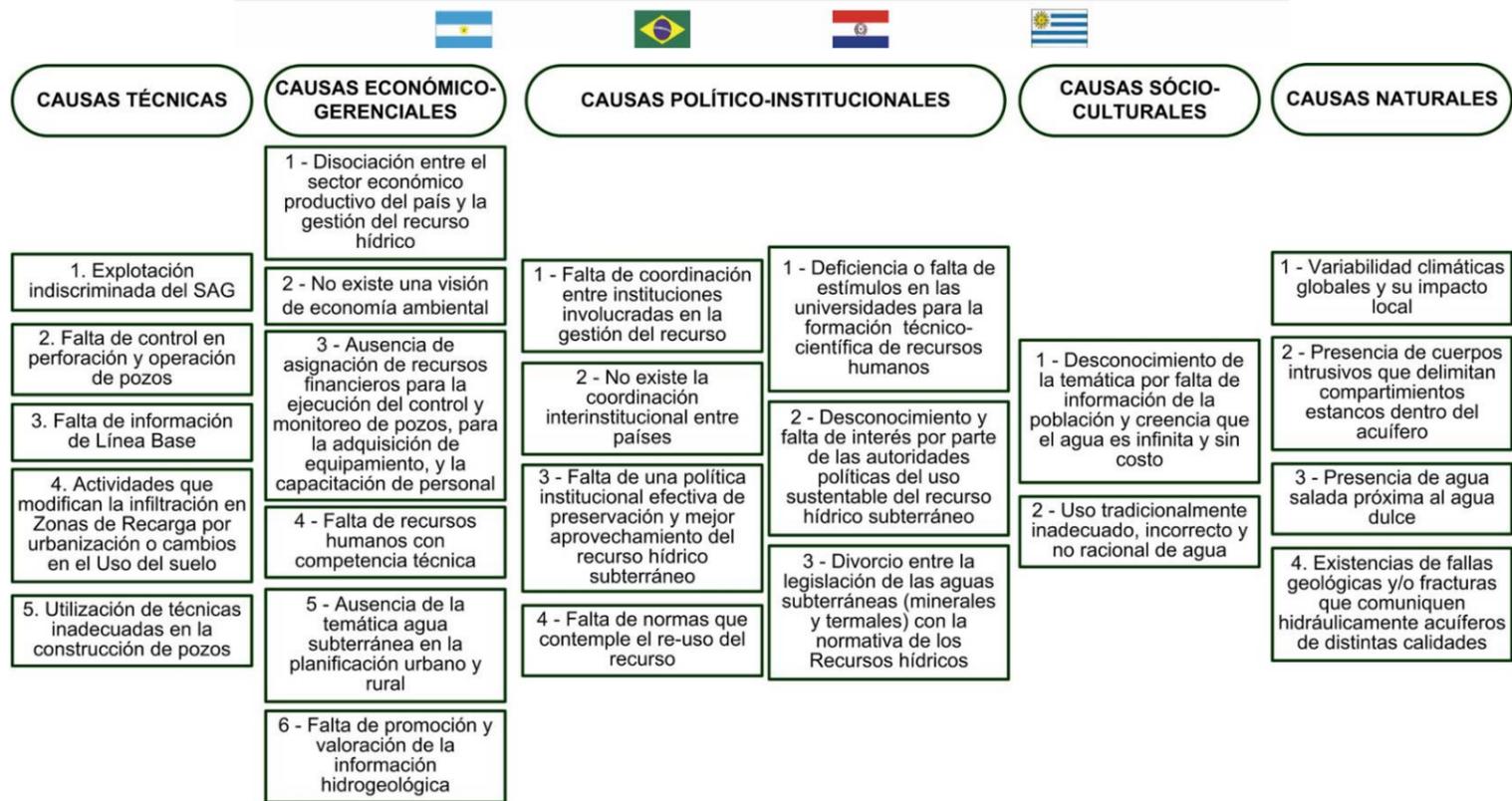
Es importante resaltar que la propuesta de acciones sirve de referencia a la elaboración del Programa de Acciones Estratégicas – PAE, que culminará el proceso de elaboración del Proyecto Sistema Acuífero Guaraní – PSAG.

Los resultados detallados de la Reunión Conjunta son presentados en informe específico. En este Informe Final de ADT serán resumidos y analizados estos resultados, que conforman la propuesta de ADT del SAG.



**Figura 4 – Tema Crítico Contaminación: Cadena Causal**





**Figura 5 – Tema Crítico Sobreexplotación: Cadena Causal**

(las causas están ordenadas en cada clase de acuerdo con sus relevancias relativas al tema crítico sobreexplotación)



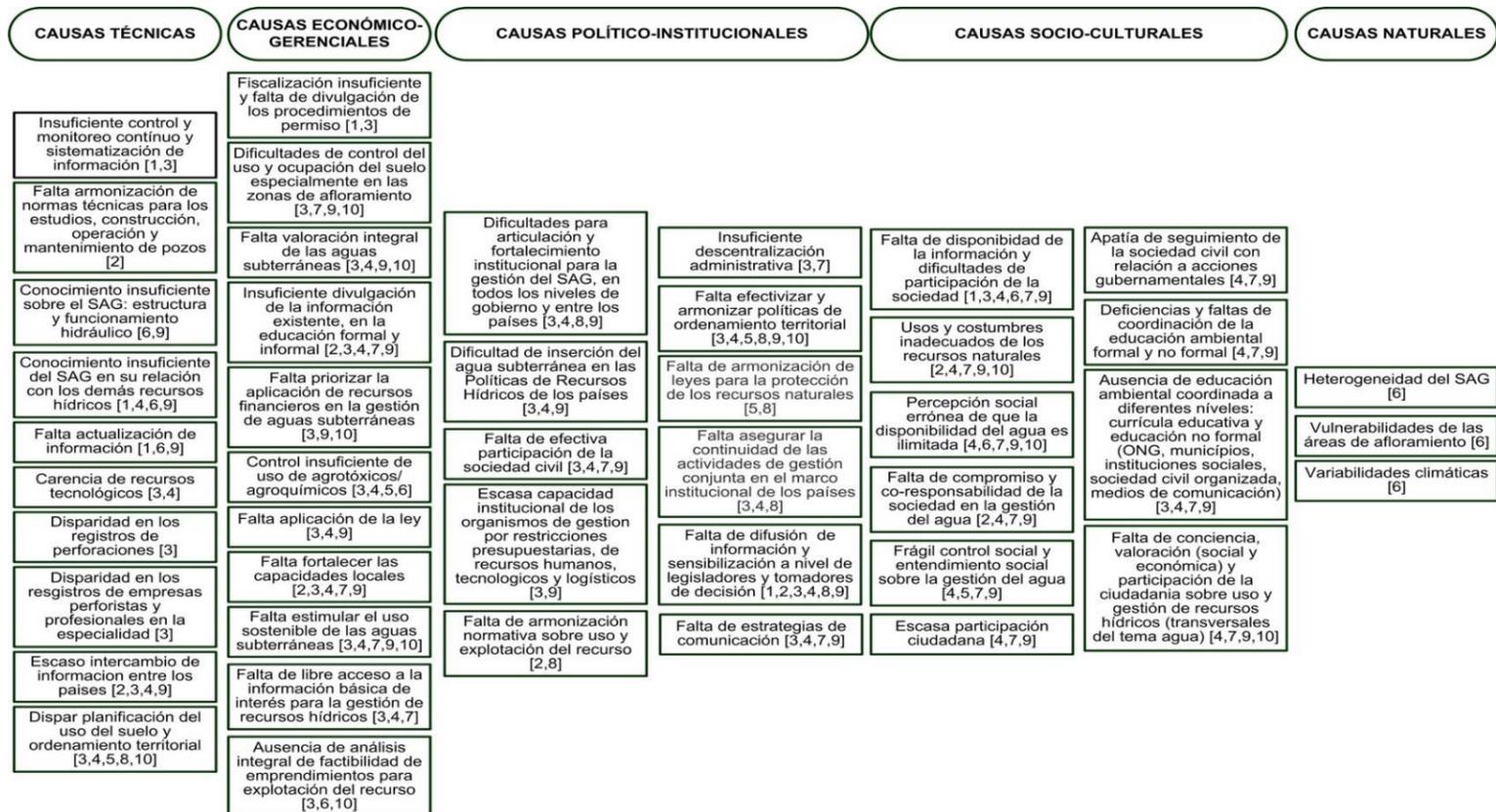
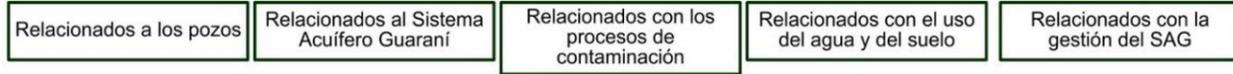


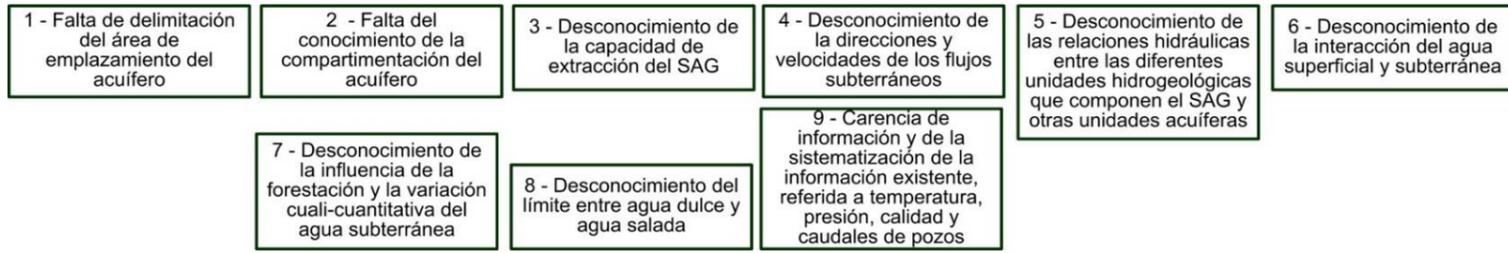
Figura 6 – Tema Crítico Gestión: Cadena Causal

(Los números entre corchetes refieren-se a las acciones presentadas en la Figura 13 que mitigan las causas indicadas)



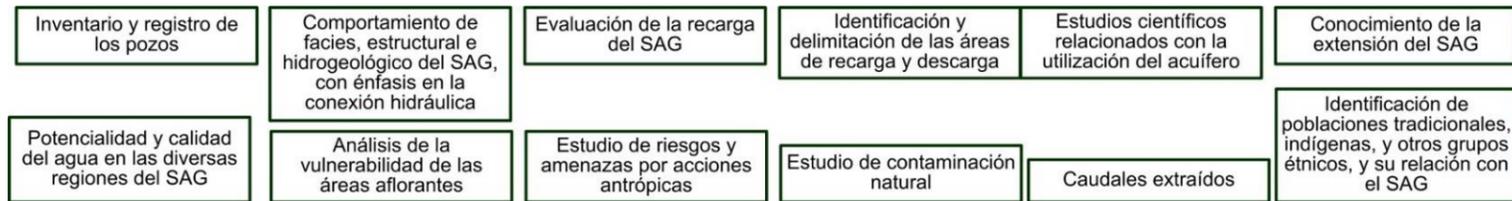


**Figura 7 – Tema Crítico Contaminación: Vacíos de Información**



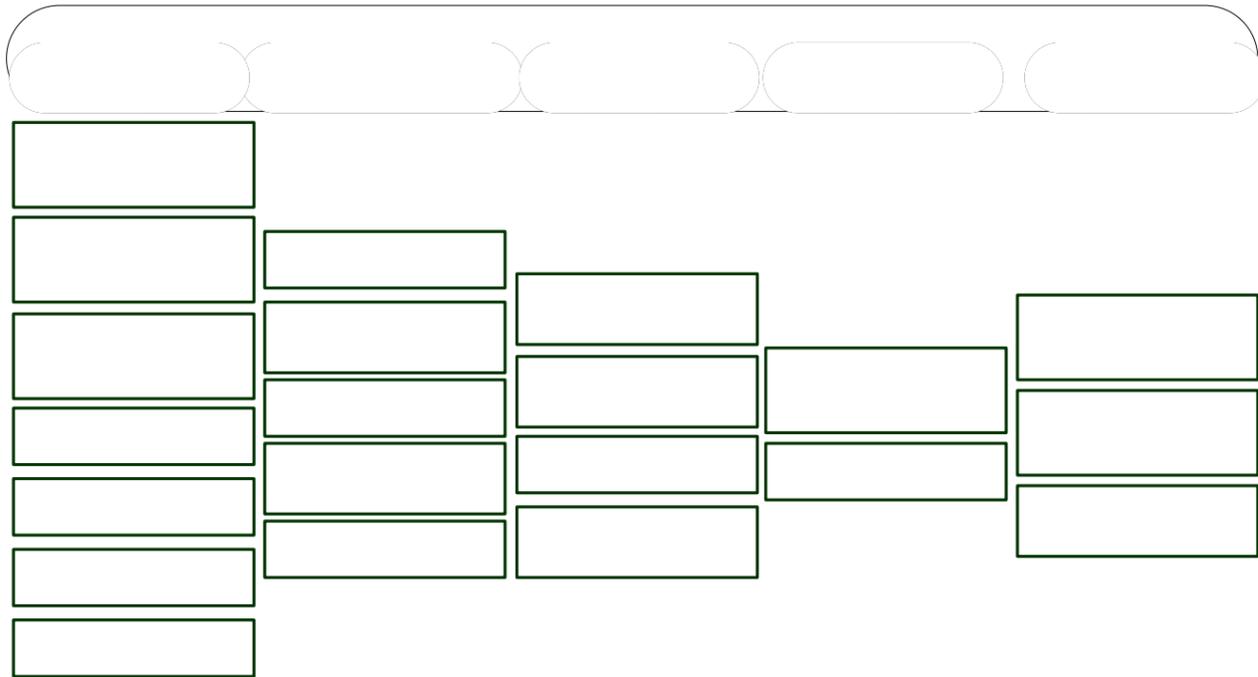
**Figura 8 – Tema Crítico Sobreexplotación: Vacíos de Información**

(los vacíos de información están ordenados de acuerdo con sus relevancias relativas al tema crítico sobreexplotación)



**Figura 9 – Tema Crítico Gestión: Vacíos de Información**





**Figura 10 – Tema Crítico Contaminación: Acciones de Mitigación**

(Los números se refieren a la prioridad relativa de las acciones)

## CAUSAS TÉCNICAS



5 - Generación y<sup>33</sup> diseminación de información sobre pozos y el SAG

6 - Implementación de normas y orientaciones para la adecuada construcción de pozos

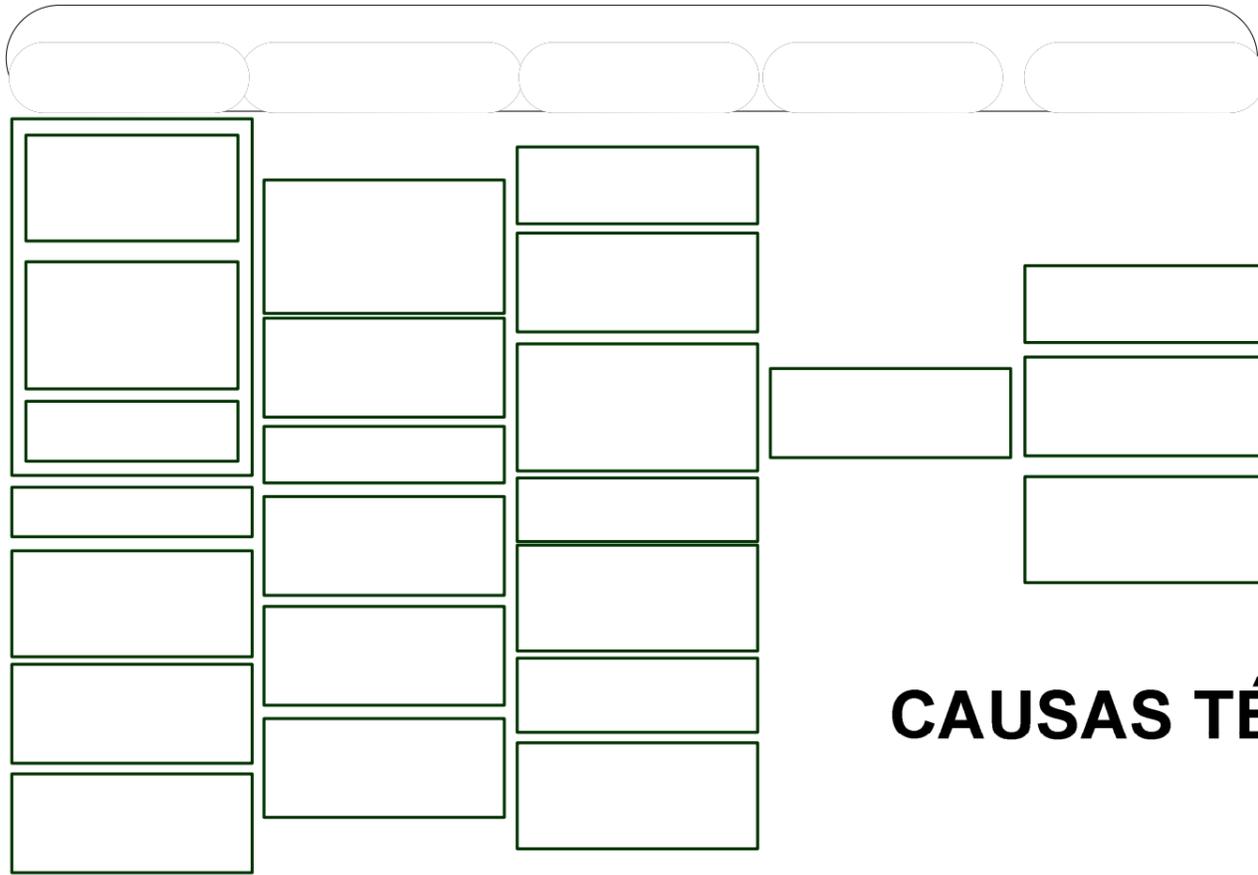
6a - Implementación de normas y orientaciones para la adecuada gestión del SAG

6b - Control de la contaminación localizada

6c - Control de la contaminación difusa

6f - Manejo adecuado del suelo urbano

6g - Manejo adecuado del suelo rural



## CAUSAS TÉCNICAS

**Figura 11 – Tema Crítico Sobreexplotación: Acciones de Mitigación**

(las acciones de mitigación están ordenadas en cada clase de acuerdo con sus relevancias relativas al tema crítico sobreexplotación)



1a - Creación de red de monitoreo y banco de datos de usuarios del SAG, con catastro de pozos

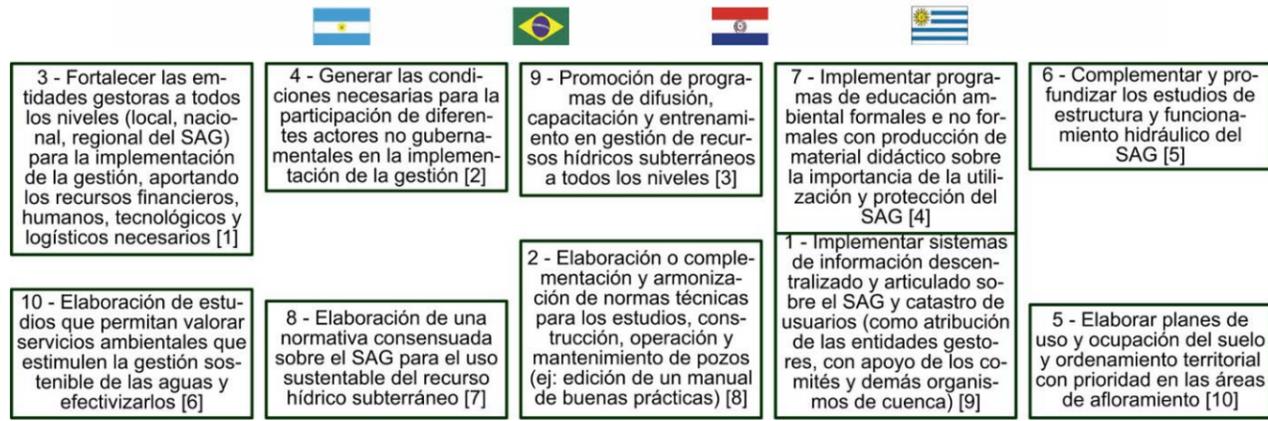
1b - Creación de criterios técnicos de localización, perforación y construcción de nuevos pozos

1c - Disponibilidad de la información

2 - Fomentar la investigación

3 - Sistematizar la información existente con referencia al Balance hídrico y definición de la unidad hidrogeológica

4- Incentivar el ordenamiento territorial de protección con énfasis en las áreas de recarga



**Figura 12 – Tema Crítico Gestión: Acciones de Mitigación**

(Los números entre corchetes refieren-se a las prioridades relativas de las acciones en función del número de causas que son mitigadas por su implementación)



## **7. PROPUESTA DE ADT POR TEMA CRÍTICO**

Esta propuesta es formada por la identificación de causas, vacíos de información y acciones de mitigación para cada tema crítico que es presentado en el Cuadro 5, con la percepción que cada país tiene con relación a ellos. En la presentación que es realizada en secuencia se analizará, de forma agregada, las causas, los vacíos de información y las acciones de mitigación propuestas para cada tema crítico, como forma de ser establecidas convergencias entre la génesis de los problemas, entre las necesidades de información y, en especial, entre la propuesta de acciones.

### **CONSOLIDACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

Una de las posibles consolidaciones de los resultados de la Reunión Conjunta es por medio de la clasificación de las causas de los temas críticos, de los vacíos y de las acciones de mitigación en las principales categorías con que fueron identificados. Esto facilitará la elaboración de la propuesta de acciones, que es el interés del PSAG en la próxima fase, que prevé el diseño de un Programa de Acciones Estratégicas – PAE, que el ADT tiene función de subsidiar. Esta clasificación es presentada a continuación.

### **CAUSAS DE LOS TEMAS CRÍTICOS**

En la elaboración de las cadenas causales ya había sido propuesta una clasificación más general, en causas técnicas, económico-gerenciales, político-institucionales y socio-culturales. Considerando las causas identificadas en la Reunión Conjunta fueron creadas subclases que son presentadas en la Figura 13. Hay 5 subclases para las causas técnicas, 4 para económico-gerenciales y 3 para las causas político-institucionales, 2 para causas socio-culturales y 3 para causas naturales. La Figura 14 presenta las causas identificadas en la Reunión Conjunta para los tres temas críticos organizadas de acuerdo con esta clasificación, permitiendo un panorama a cerca de los resultados. Como fue constatado en la Reunión Conjunta no es posible o útil el trazado de flujos interconectando las causas pues se consideró que casi todas las causas influyen las demás y el resultado sería poco informativo e la figura se presentaría demasiadamente confusa.

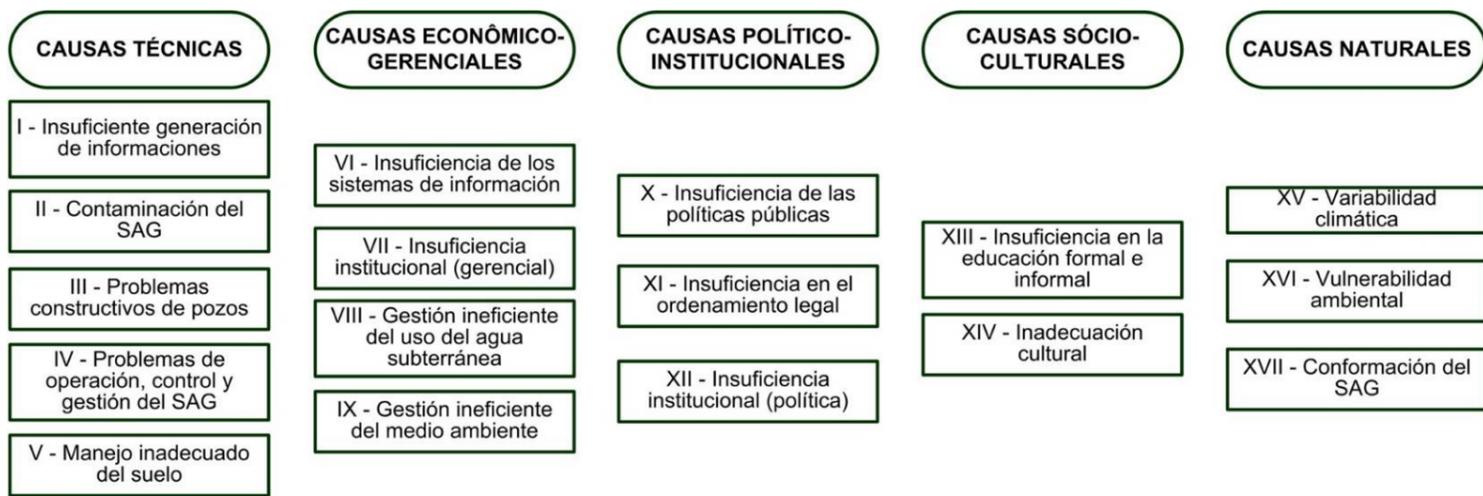


Figura 13 – Síntesis de las Cadenas Causales de los temas críticos del SAG

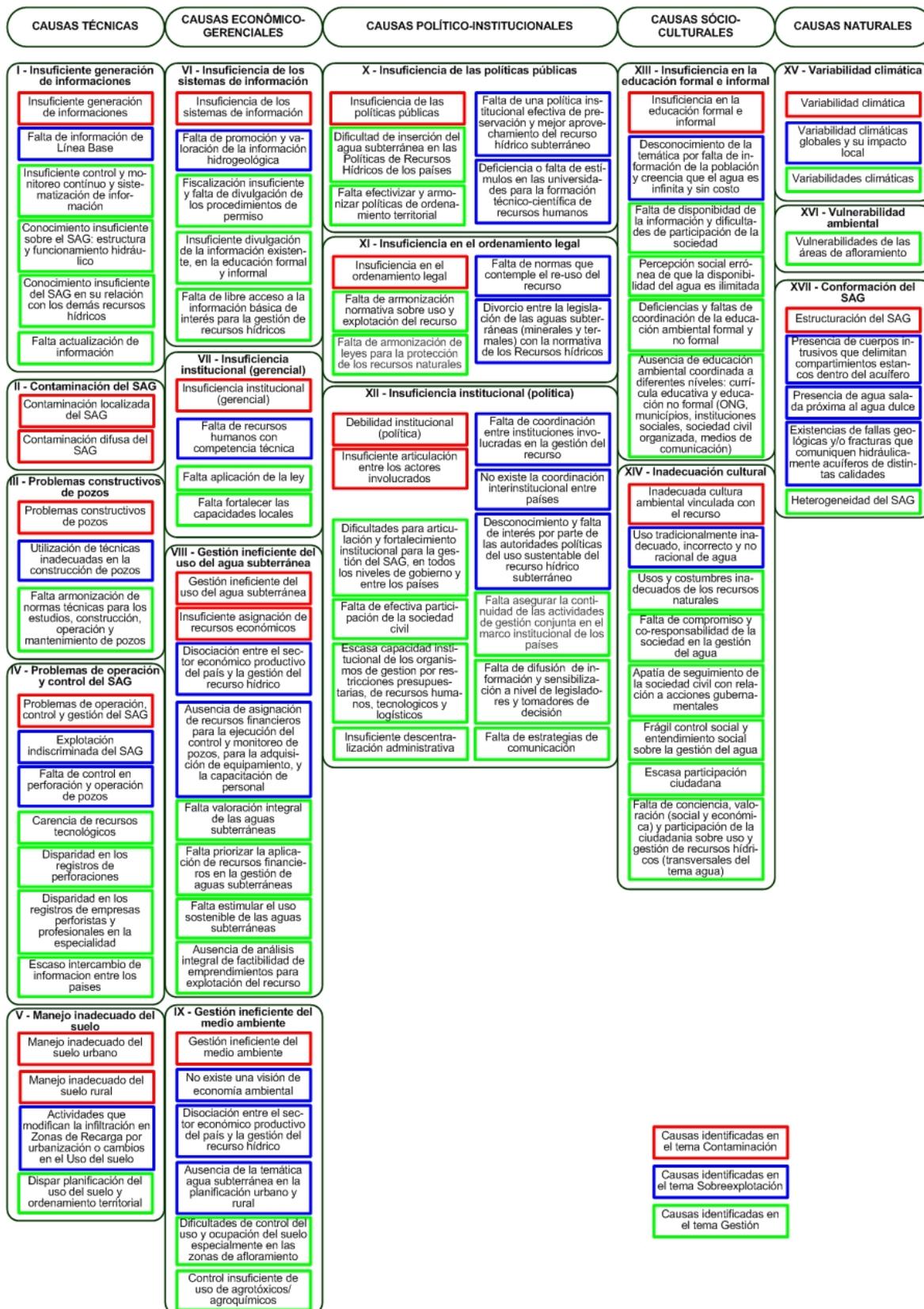


Figura 14 – Causas identificadas para los Temas Críticos, clasificadas



La Figura 14 muestra muchos contrastes entre los resultados para cada tema crítico que pueden ser consecuencias de la esencia del tema tratado o, más bien, de la formación y experiencia profesional de los integrantes del grupo que identificó las causas. Por ejemplo, notase que el tema crítico Contaminación tiene sus resultados presentados de una forma sucinta, casi siempre usando la propia denominación usada para la subclase considerada. Una de las razones para esto hecho puede ser la formación de los integrantes del grupo, esencialmente hidrogeólogos, que no son, necesariamente, especialistas en contaminación de agua. Esto puede tener resultado en la falta de una más grande precisión o definición de los problemas de contaminación. Por otro lado, puede ser un reflejo de la propia naturaleza del problema de contaminación, que tiene una dinámica espacial tan heterogénea que limita la posibilidad de precisión en su definición, necesitando, así, una más grande generalización.

En el otro extremo están las causas del tema Gestión, mucho más abundantes que en los demás temas. La razón puede ser tanto por la formación más amplia de los participantes del grupo, que involucró técnicos, diplomáticos, ambientalistas, entre otros, cuanto la más grande complejidad del tema. Se puede notar que la Gestión, a rigor, debe considerar no solo los aspectos políticos, legales, institucionales y gerenciales, más, también, los aspectos de contaminación y sobreexplotación considerados en los demás temas críticos.

Una constatación importante es que la casi totalidad de las causas identificadas no se refieren a un único tema crítico específico – más bien, en la gran mayoría, ellas pueden ser adecuadas para explicar la génesis de todos los temas críticos. Esta conclusión permite la simplificación de la cadena causal, por la agregación de causas similares, algo que será presentado más adelante en este informe.

### **VACÍOS DE INFORMACIÓN CON RESPECTO A LOS TEMAS CRÍTICOS**

El mismo intento de consolidación de las causas fue adoptado con respecto a los vacíos de información. La idea inicial de clasificarlos como vacíos que dificultan la identificación de las causas y vacíos que dificultan la propuesta de acciones de mitigación no se mostró operativa. Esto fue debido a que muchos de ellos tendrían las dos consecuencias. Así, se optó por clasificarlos en 6 categorías, presentadas en la Figura 15.





**Figura 15 – Síntesis de los Vacíos de Información de los temas críticos del SAG**

La Figura 16 presenta los vacíos de información identificados para los tres temas críticos, organizados de acuerdo con esta clasificación. Se nota que la mayoría de ellos se refieren a la conformación, estructura y procesos que actúan en el Sistema Acuífero Guaraní.

Los mismos comentarios presentados para las causas se aplican a este caso en lo que se refiere a posibilidad de consideración de una única figura para los tres temas críticos, eliminando se las redundancias existentes. En este caso, al contrario de antes, las identificaciones realizadas para el tema crítico Sobreexplotación tienen casi el mismo detalle presentado para el tema crítico Gestión.

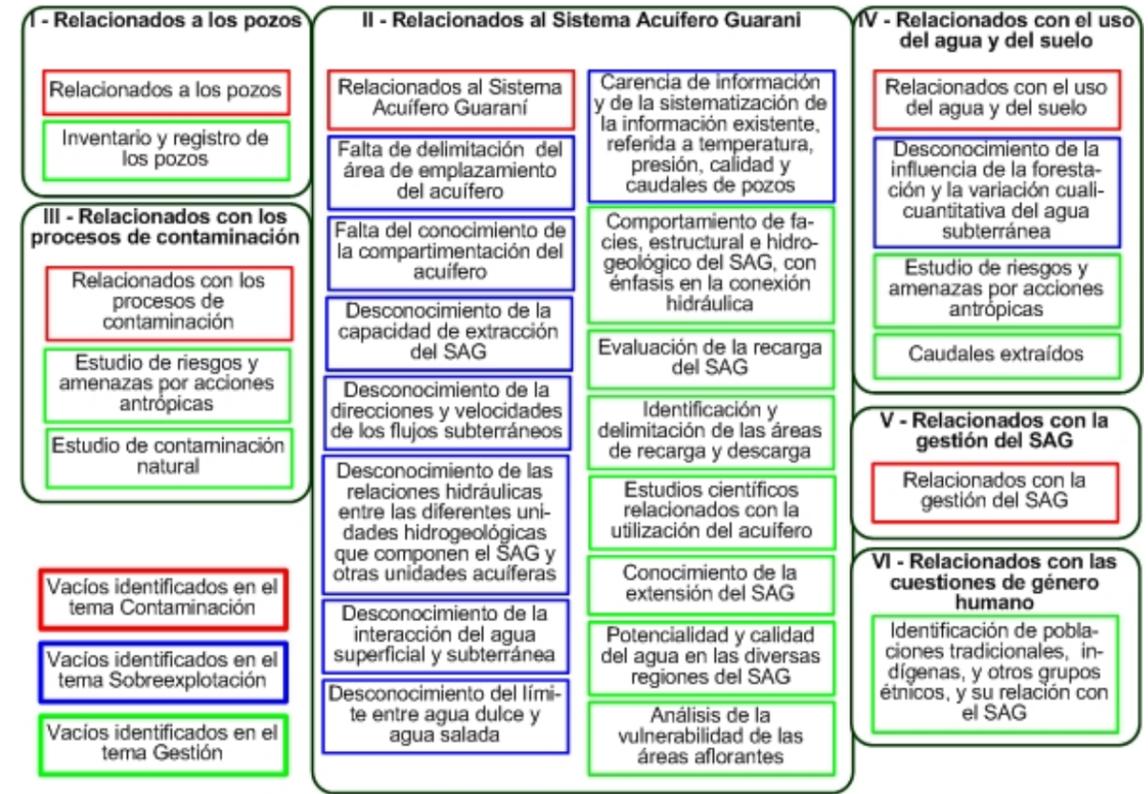


Figura 16 – Vacíos de Información identificados para los Temas Críticos, clasificados



## ACCIONES DE MITIGACIÓN PARA LOS TEMAS CRÍTICOS

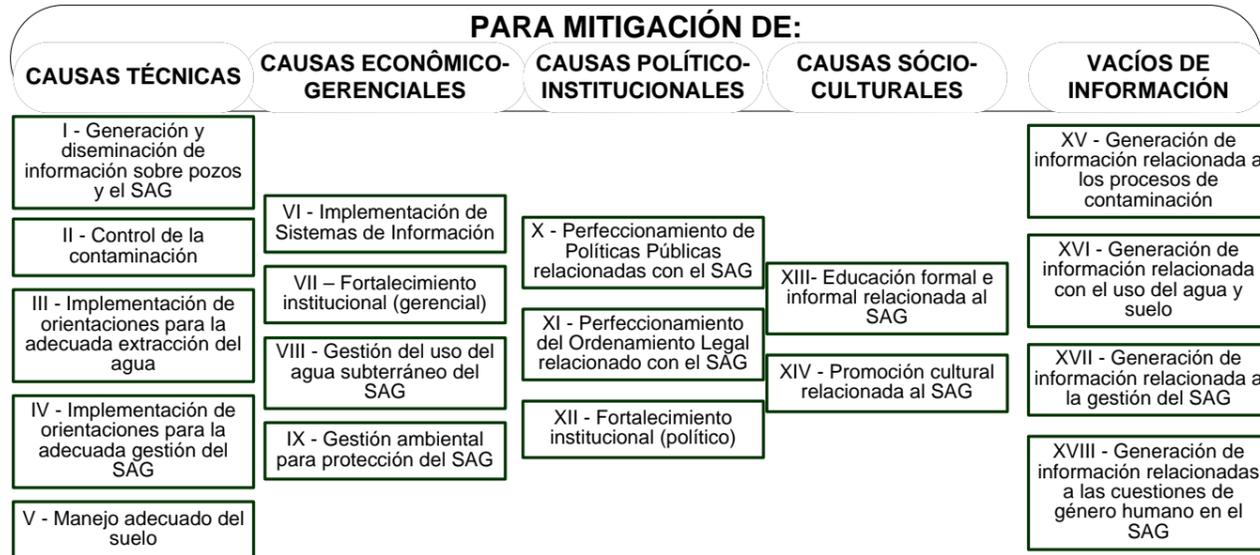
La propuesta de acciones es de más grande interés a los resultados del ADT pues con base en la cual podrá ser elaborado el Programa de Acciones Estratégicas – PAE. Hay dos tipos de acciones: para mitigación de las causas y para llenar los vacíos de información. Para mantener la coherencia con la clasificación adoptada para las causas y para mejor instrumentar la propuesta de acciones, se decidió adoptar las mismas subclases usadas para las causas. Así, sería más fácil vincular una determinada propuesta de acción con las causas que debe mitigar o con los vacíos de información que debe llenar.

La excepción fue las subclases de las causas naturales, que no fueron consideradas explícitamente, y cuyas acciones son presentadas en las subclases adoptadas para las demás causas. Hay también acciones de mitigación para llenar los vacíos de información, pero las que se insieren en las dos primeras subclases, relacionadas a los pozos y al Sistema Acuífero Guaraní, fueron agregadas a la subclase “Generación y diseminación de informaciones sobre pozos y el SAG” relacionada a Causas Técnicas.

Las resultantes 18 Clases de Acción son sintetizadas en la Figura 17. En la Figura 18 se presentan los resultados agregados de la Reunión Conjunta.

Los comentarios anteriores a cerca de los pocos detalles presentados para el tema crítico contaminación se aplican a las acciones igualmente. En este caso, sin embargo, las propuestas de acciones para mitigación de los temas críticos Sobreexplotación y Gestión son en cantidades casi iguales, como ocurrió para los vacíos de información.





**Figura 17 – Síntesis de las Clases de Acción para mitigación de las causas e para llenar los vacíos de información**





PARA MITIGACIÓN DE:

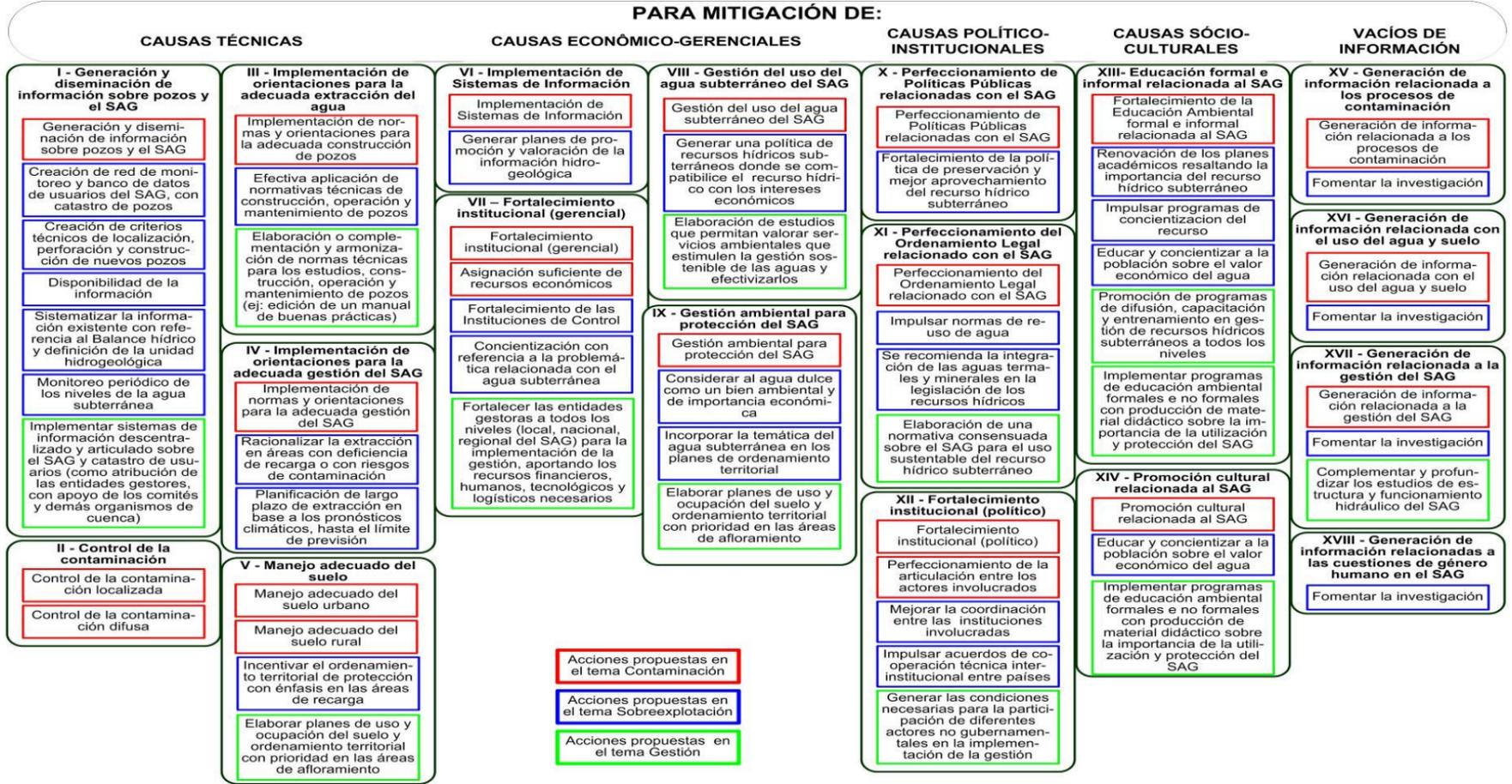


Figura 18 – Acciones de Mitigación identificadas para los Temas Críticos, clasificadas





## 8. PROPUESTA FINAL DE ADT

Una propuesta final con respecto a causas, vacíos de información y acciones para mitigación de los temas críticos del SAG fue elaborada considerando las propuestas de ADT para cada tema crítico presentadas en la Reunión Conjunta en las Figuras 14, 16 y 18. Esta propuesta final, en forma consolidada y clasificada, fue obtenida después de la eliminación de las redundancias y reordenación de las figuras. Los resultados se refieren a todos los temas críticos pues, como fue comentado, no hay una línea divisoria clara entre causas, vacíos y acciones con la única excepción del programa de control de la contaminación que se refiere al tema de mismo nombre.

### CAUSAS, VACÍOS DE INFORMACIÓN Y PROPUESTAS DE ACCIONES DE MITIGACIÓN

Como resultado, son presentadas en la Figura 19 las causas de los temas críticos del SAG, siendo 10 las causas técnicas organizadas en 5 subclases, 12 las causas económico-gerenciales organizadas en 4 subclases, 12 las causas político-institucionales organizadas en 3 subclases, 7 las causas socio-culturales organizadas en 2 subclases y 6 las causas naturales organizadas en 3 subclases. La Figura 20 presenta los vacíos de información en 6 clases de las cuales la que se refiere a los que se relacionan con el SAG son preponderantes. Y, en la Figura 21, se presentan las acciones de mitigación para las causas técnicas, 10 acciones organizadas en 5 sub-clases; para las causas económico-gerenciales con 5 acciones organizadas en 4 sub-clases; para las causas político-institucionales con 7 acciones organizadas en 3 sub-clases; para las causas socio-culturales con 5 acciones; y vacíos de información, con 2 acciones, estas dos últimas en una única sub-clase específica.

Para alcanzar estos resultados hubo una reorganización de las acciones para mitigación de las causas socio-culturales y naturales. Para las primeras, se agregaran las acciones relacionados a la educación formal e informal. En lo que se refiere a los aspectos culturales se agrego las acciones en una única sub-clase denominada “Educación formal y informal, y promoción cultural relacionada al SAG”. La razón es que mucho de las acciones relacionadas a mitigación de los temas críticos en una subclase también mitigaría los problemas de la otra.

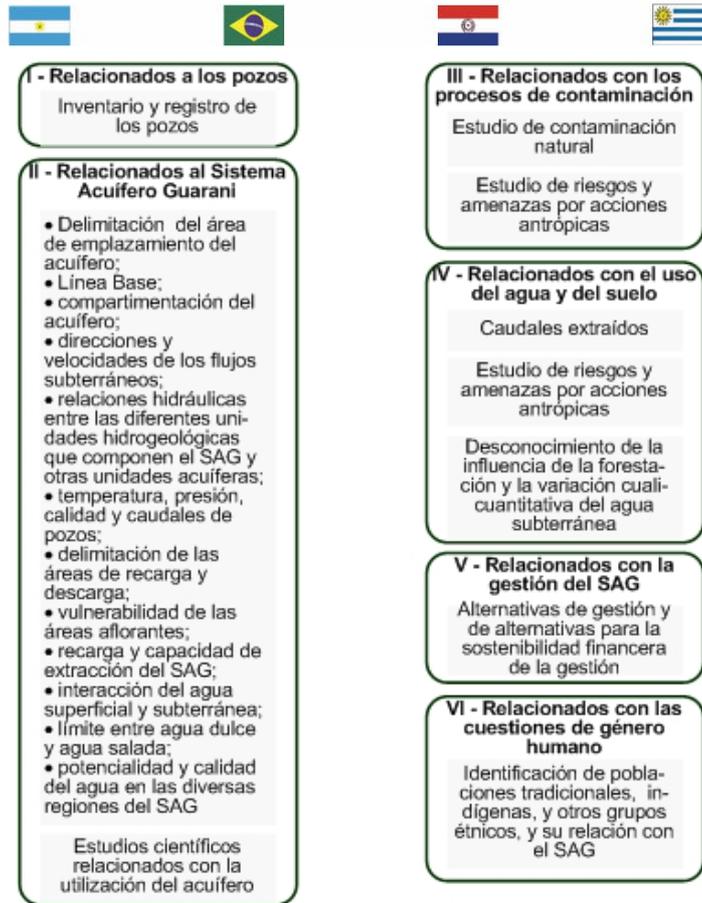




CAUSAS TÉCNICAS	CAUSAS ECONÓMICO-GERENCIALES	CAUSAS POLÍTICO-INSTITUCIONALES	CAUSAS SÓCIO-CULTURALES	CAUSAS NATURALES
<p><b>I - Insuficiente generación de informaciones</b> Insuficiente control y monitoreo continuo, sistematización y actualización de la información</p>	<p><b>VI - Insuficiencia de los sistemas de información</b> Falta de promoción y valoración de la información hidrogeológica, con insuficiente divulgación de la información existente, en la educación formal e informal, agregada a la falta de libre acceso a la información básica de interés para la gestión de recursos hídricos</p>	<p><b>X - Insuficiencia de las políticas públicas</b> Falta de una política institucional efectiva de preservación y mejor aprovechamiento del recurso hídrico subterráneo y dificultad de su inserción en las Políticas de Recursos Hídricos de los países</p>	<p><b>XIII - Insuficiencia en la educación formal e informal</b> Desconocimiento de la temática por falta de información y dificultades de participación de la población y creencia que el agua es ilimitada y sin costo</p>	<p><b>XV - Variabilidad climática</b> Variabilidad climáticas globales y su impacto local</p>
<p><b>II - Contaminación del SAG</b> Contaminación localizada y difusa del SAG</p>	<p><b>VII - Insuficiencia institucional (gerencial)</b> Falta de recursos humanos con competencia técnica</p>	<p>Falta efectivizar y armonizar políticas de ordenamiento territorial</p>	<p>Deficiencias y faltas de coordinación de la educación ambiental formal y no formal</p>	<p><b>XVI - Vulnerabilidad ambiental</b> Vulnerabilidades de las áreas de afloramiento</p>
<p><b>III - Problemas constructivos de pozos</b> Utilización de técnicas inadecuadas en la construcción de pozos</p> <p>Falta armonización de normas técnicas para los estudios, construcción, operación y mantenimiento de pozos</p>	<p>Falta fortalecer las capacidades locales</p>	<p>Deficiencia o falta de estímulos en las universidades para la formación técnico-científica de recursos humanos</p>	<p>Ausencia de educación ambiental coordinada a diferentes niveles: currículo educativa y educación no formal (ONG, municipios, instituciones sociales, sociedad civil organizada, medios de comunicación)</p>	<p><b>XVII - Conformación del SAG</b> Heterogeneidad del SAG</p>
<p><b>IV - Problemas de operación y control del SAG</b> Carencia de recursos tecnológicos</p> <p>Explotación indiscriminada del SAG y falta de control en perforación y operación de los pozos</p> <p>Disparidad en los registros de perforaciones y entre empresas perforistas y profesionales en la especialidad</p> <p>Escaso intercambio de información entre los países</p>	<p>Fiscalización insuficiente y falta de divulgación de los procedimientos de permisos</p> <p>Falta aplicación de la ley</p>	<p><b>XI - Insuficiencia en el ordenamiento legal</b> Falta de armonización normativa sobre uso y explotación del recurso, con divorcio entre la legislación de las aguas subterráneas (minerales y termales) con la normativa de los recursos hídricos</p>	<p><b>XIV - Inadecuación cultural</b> Usos y costumbres inadecuados de los recursos naturales vinculados al agua subterráneo resultan en su uso incorrecto y no racional</p> <p>Escasa participación ciudadana, con falta de compromiso y corresponsabilidad de la sociedad en la gestión del agua</p> <p>Frágil control social y entendimiento social sobre la gestión del agua</p> <p>Falta de conciencia, valoración (social y económica) y participación de la ciudadanía sobre uso y gestión de recursos hídricos (transversales del tema agua) resultan en apatía de seguimiento de la sociedad civil con relación a acciones gubernamentales</p>	<p>Presencia de cuerpos intrusivos que delimitan compartimientos estancos dentro del acuífero</p> <p>Existencias de fallas geológicas y/o fracturas que comuniquen hidráulicamente acuíferos de distintas calidades</p> <p>Presencia de agua salada próxima al agua dulce</p>
<p><b>V - Manejo inadecuado del suelo</b> Actividades que modifican la infiltración en Zonas de Recarga por urbanización o cambios en el uso del suelo</p> <p>Usos del suelo urbano y rural que promoven la contaminación del SAG</p>	<p><b>VIII - Gestión ineficiente del uso del agua subterránea</b> Disociación entre el sector económico productivo del país y la gestión del recurso hídrico</p> <p>Falta valoración integral y estímulo al uso sostenible de las aguas subterráneas, resultando en la ausencia de asignación de recursos financieros para la ejecución del control y monitoreo de pozos, para la adquisición de equipamiento, para la capacitación de personal y gestión de aguas subterráneas</p> <p>Ausencia de análisis integral de factibilidad de emprendimientos para explotación del recurso</p>	<p>Falta de armonización de leyes para la protección de los recursos naturales</p> <p>Falta de normas que contemple el re-uso del recurso</p> <p><b>XII - Insuficiencia institucional (política)</b> Desconocimiento y falta de interés por parte de las autoridades políticas del uso sustentable del recurso hídrico subterráneo</p> <p>Escasa capacidad institucional de los organismos de gestión por restricciones presupuestarias, de recursos humanos, tecnológicos y logísticos</p> <p>Dificultades para articulación, coordinación y fortalecimiento institucional para la gestión del SAG, en todos los niveles de gobierno y entre los países</p> <p>Insuficiente descentralización administrativa</p> <p>Falta asegurar la continuidad de las actividades de gestión conjunta en el marco institucional de los países</p> <p>Falta de estrategias de comunicación y de difusión de información y sensibilización a nivel de legisladores y tomadores de decisión</p> <p>Falta de efectiva participación de la sociedad civil y insuficiente articulación entre los actores involucrados</p>		
	<p><b>IX - Gestión ineficiente del medio ambiente</b> Inexistencia de una visión de economía ambiental resultan en la disociación entre el sector económico productivo del país y la gestión del recurso hídrico</p> <p>Dispar planificación del uso del suelo y ordenamiento territorial en el medio urbano y rural</p> <p>Dificultades de control del uso y ocupación del suelo especialmente en las zonas de afloramiento</p> <p>Control insuficiente de uso de agrotóxicos/ agroquímicos</p>			

Figura 19 – Causas de los temas críticos del Sistema Acuífero Guaraní





**Figura 20 – Vacíos de Información relacionados a los temas críticos del Sistema Acuífero Guaraní**

Para las causas naturales se entendió que las acciones que se refieren a las demás causas actúan preventivamente de manera a que se pueda enfrentar las causas naturales que, por definición, no se puede mitigar. Finalmente, se entendió que una propuesta de acción denominada “Generación de Informaciones para la gestión del SAG” llenaría los Vacíos de Información.



Figura 21 – Propuestas de Acciones para Mitigación de los temas críticos del Sistema Acuífero Guaraní





## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para analizar las acciones y proponer preliminarmente sus priorizaciones, se tiene las indicaciones elaboradas en la Reunión Conjunta presentadas en las Figuras 10, 11 y 12. Sin embargo, los grupos de trabajo que trataran de los temas críticos Contaminación, Sobreexplotación y Gestión adoptaran criterios distintos de priorización. El grupo de Sobreexplotación priorizó las acciones en cada clase de causa: técnicas, económico-gerenciales, político-institucionales y socio-culturales. Los grupos que trataron de los temas Contaminación y Gestión priorizaron las acciones como un todo pero el primero consideró algunas acciones con igual prioridad.

Para tratar de esta diferencia de criterios el siguiente abordaje fue adoptado. Considerando las 14 Propuestas de Acciones de Mitigación presentados en la Figura 21 se evaluó cuales acciones propuestas para mitigación de cada Tema Crítico estaban involucradas en un programa y con que prioridad. Por ejemplo, en el sub-grupos de acciones I – “Generación y diseminación de información sobre pozos y el SAG” hay una acción propuesta para el Tema Crítico Contaminación con prioridad 5; 3 acciones propuestas para el Tema Crítico Contaminación con prioridades 1, 1 y 3, respectivamente a la causa mitigada; finalmente, para el Tema Crítico Gestión fue propuesta una acción de mitigación con prioridad 9. El Cuadro 6 presenta los resultados.

Para el Tema Crítico Contaminación la columna R presenta la priorización de las acciones. El sub-grupo que tiene más grande prioridad es el X – “Perfeccionamiento de Políticas Públicas relacionadas con el SAG” porque la acción con más grande prioridad pertenece a este programa. Cuando hay más de una acción en un sub-grupo, como ocurre en VII – “Fortalecimiento institucional (gerencial)” y XII – “Fortalecimiento institucional (político)” se establece que el último tiene más grande prioridad pues las acciones tienen prioridad 3 y 3, mientras en el otro las acciones tienen prioridades 3 y 4. El mismo criterio fue aplicado a los demás Temas Críticos y la prioridad relativa, en cada uno, es presentada en las columnas R del Cuadro 6.

Es importante observar que esta priorización no es y no debe ser considerada como una conclusión de los países, pero apenas un de los resultados de las análisis del consultor que es presentada para efectos de subsidios a los países, a ser considerados en la elaboración del PAE.





**Cuadro 6 – Indicaciones de prioridades de las Propuestas de Acciones de Mitigación por Tema Crítico**

Propuestas de Acciones	Temas Críticos											
	Contaminación			R	Sobreexplotación			R	Gestión			R
I - Generación y diseminación de información sobre pozos y el SAG	5			6	1	1	3		2	9		8
II - Control de la contaminación	6	6		7					10			10
III - Implementación de normas y orientaciones para la adecuada construcción de pozos	6			8	1	5			4	8		7
IV - Implementación de normas y orientaciones para la adecuada gestión del SAG	6			8					10			10
IX - Gestión ambiental para protección del SAG	6			8					10			10
V - Manejo adecuado del suelo	6	6		7	4	5			7	10		9
VI - Implementación de Sistemas de Información	6			8	6				9			10
VII – Fortalecimiento institucional (gerencial)	3	4		4					10	1		1
VIII - Gestión del uso del agua subterráneo del SAG	6			8	3	4			6			10
X - Perfeccionamiento de Políticas Públicas relacionadas con el SAG	1			1	1	2	1	2	3	1	6	5
XI - Perfeccionamiento del Ordenamiento Legal relacionado con el SAG	2			2	4	7			8	7		6
XII - Fortalecimiento institucional (político)	3	3		3					10	2		2
XIII- Educación formal e informal, y promoción cultural relacionada al SAG	7	7		9	5	6	1		3	3	4	3
XIV - Generación de informaciones para la gestión del SAG	5	5	5	5	2				5	5		4

Nota: en las columnas son presentadas las prioridades atribuidas en cada grupo de trabajo que trabajo el tema crítico; la última columna, R, presenta la prioridad relativa de la propuesta de acción, para cada grupo.





A los subgrupos de acciones así ordenadas fueron atribuidos el número 1 cuando tiene más grande prioridad para determinado Tema Crítico, 2 para la segunda prioridad, como se presenta en el Cuadro 7. Para clasificación final fueron ordenados en primero lugar los subgrupos que más tuviesen la prioridad máxima para un Tema Crítico; después los que tenían la segunda prioridad, etc.

Este criterio es el mismo que se usa para ordenar los países en una Olimpiada: primero los que ganaron más medallas de oro; después los que ganaron las de plata, etc. El atractivo de este criterio es que evita la “dictadura de la mayoría”, por la cual solo son priorizadas acciones que significativo número de votantes consideran importantes, y una acción con prioridad máxima para uno votante solo, si no tiene prioridad para los demás, podría acabar siendo considerada sin relevancia. En el criterio adoptado, si hay N votantes, una acción considerada con prioridad máxima por solo uno de ellos, tendrá, asegurado, la prioridad N en el cómputo general, por lo menos.

Las prioridades relativas de los subgrupos de acciones, propuestas por el consultor por medio de la adopción de este criterio, son presentadas en el Cuadro 7. Los tres subgrupos con más grande prioridad son, por la orden: X – “Perfeccionamiento de Políticas Públicas relacionadas con el SAG”, VII – “Fortalecimiento institucional (gerencial)” y XII – “Fortalecimiento institucional (político)”. Curiosamente, el programa VI – “Implementación de Sistemas de Información” tuvo una baja prioridad, justificada pues obtuvo baja prioridad en todos los Temas Críticos.

Por estos resultados se puede presentar la interpretación de que los actores sociales del SAG entienden que el perfeccionamiento de las políticas públicas y el fortalecimiento institucional (gerencial y político) son las más grandes prioridades para el Proyecto Sistema Acuífero Guaraní: dos subgrupos de acciones de mitigación de causas político-institucionales y uno de causas económico-gerenciales. La generación y diseminación de información sobre pozos y el SAG es considerada la cuarta prioridad siguiendo el perfeccionamiento del ordenamiento legal relacionado con el SAG: un subgrupo de acciones de mitigación de causas técnicas y otro de causas político-institucionales. Finalmente, con prioridad también significativa está la educación formal e informal, y promoción cultural relacionada al SAG, un subgrupo de acciones de mitigación de causas socio-culturales. Esta ordenación permite la conclusión que las prioridades están centradas en causas raíces pues son aquellas que se localizan más a la derecha de la cadena causal, y que por esto más generan cambios per-





manentes en la organización de la sociedad y en su relación con el medio ambiente y el SAG.

**Cuadro 7 – Priorización tentativa de las Propuestas de Acciones de Mitigación**

Propuestas de Acciones de Mitigación	Contaminación	Sobre-explotación	Gestión	Prioridad Final
X - Perfeccionamiento de Políticas Públicas relacionadas con el SAG	1	1	5	1
VII – Fortalecimiento institucional (gerencial)	4	11	1	2
XII - Fortalecimiento institucional (político)	3	10	2	3
I - Generación y disseminación de información sobre pozos y el SAG	6	2	4	4
XI - Perfeccionamiento del Ordenamiento Legal relacionado con el SAG	2	8	6	5
XIII- Educación formal e informal, y promoción cultural relacionada al SAG	14	3	3	6
III - Implementación de normas y orientaciones para la adecuada construcción de pozos	9	4	7	7
XIV - Generación de informaciones para la gestión del SAG	5	5	4	8
VIII - Gestión del uso del agua subterráneo del SAG	12	6	9	9
V - Manejo adecuado del suelo	8	7	8	10
II - Control de la contaminación	7	12	11	11
VI - Implementación de Sistemas de Información	11	9	10	12
IV - Implementación de normas y orientaciones para la adecuada gestión del SAG	10	13	12	13
IX - Gestión ambiental para protección del SAG	13	14	13	14

Una vez más es importante aclarar que esta priorización es únicamente indicativa de las percepciones de los actores sociales de los cuatro países, tal como fue interpretada por el consultor. En otra línea, los países entienden que dicha programación es indivisible y, por tanto, debe ser atacada en bloque a la hora de formular el PAE. No obstante ello, creen los países que se debe tener muy en cuenta a la hora de encarar el PAE la enorme preocupación que motivó en los participantes de la Reunión Conjunta los temas del perfeccionamiento de políticas públicas y de efectivo fortalecimiento de las instituciones de gestión del agua en los cuatro países como motores de cambios en la organización de la sociedad y, consecuentemente, en su relación con el medio ambiente en general y el SAG en particular.





## 9. CONSIDERACIONES FINALES - EVALUACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL ADT DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

Es importante evaluar, para finalizar, ante las directrices creadas por Mee (1983), el proceso de elaboración adoptado para el ADT. De acuerdo con la referencia mencionada, los siguientes atributos deben presentarse:

- **Amplia participación de los actores sociales** - todas las partes involucradas o afectadas por un problema ambiental o en su solución deben involucrarse en la elaboración de la ADT: en la elaboración del ADT 142 actores sociales participaron de los talleres regionales, 148 en los talleres nacionales y 33 de la Reunión Conjunta; los primeros fueron seleccionados por los facilitadores de los Proyectos-Pilotos, con aprobación de la Secretaria General del PSAG; los demás fueron seleccionados por las Unidades Nacionales de Ejecución del Proyecto – UNEPs. Con esto se permitió una amplia participación, atendiendo esta directriz, como puede ser evaluado en los informes de los talleres regionales y nacionales.

- **Busca conjunta de hechos** - el ADT debe ser conducida por especialista(s) independiente(s), seleccionados por los representantes de los actores sociales, por medio de amplio proceso de consulta, de forma de ser asegurada la apropiación regional del proceso y de sus productos: el proceso de consulta fue realizado por medio de 4 talleres regionales en los proyectos-pilotos, 4 talleres nacionales en los países del SAG y una Reunión Conjunta. El consultor facilitó las reuniones, con mínimas interferencias, y apenas las necesarias para que una dinámica apropiada fuera alcanzada. Tuvo la cautela de no inducir o influenciar los resultados, presentando a ellos tal como fueron producidos en el taller, como pequeñas correcciones de forma y clasificación, nunca de contenido. Con esto, el proceso de apropiación regional del ADT fue concretado: no se trata del ADT del consultor, o de los técnicos del PSAG, o mismo de los técnicos o representantes de las instituciones públicas regionales. El ADT es, hasta el momento, el resultado de sucesivas discusiones, que se inició en la base del proceso - los proyectos-pilotos - alcanzando los ámbitos nacionales, y que ahora alcanzará el ámbito conjunto de los países, en una secuencia de sucesivas apropiaciones que involucró a cada instancia de discusión espacios geográficos e interés más amplios.

- **Transparencia:** el ADT deberá ser un documento de dominio público; durante su elaboración y la búsqueda de informaciones de los actores sociales deben concordar con la libre diseminación de informaciones y de los productos generados. Los documentos del ADT fueron disponibilizados por la Secretaria General del PSAG, sin restricciones, a cuantos quisieran consultar la página-web del PSAG. Los participantes de los distintos talleres fueron informados y pudieron obtener estos documentos por esta vía.

- **Abordaje eco-sistémico:** este abordaje se basa en la aplicación de metodologías científicas apropiadas, focalizadas en los niveles de organización biológica que involucran los procesos esenciales y las interacciones entre los organismos y el medio ambiente – debe ser, por tanto, reconocido que el ser humano es parte integrante del ecosistema; además, los sistemas deben ser definidos por sus límites naturales y no por los límites políticos, sin embargo estos deban ser reconocidos en el análisis. La forma con que fueron clasificadas las causas (técnicas, económico-gerenciales, político-institucionales, socio-culturales y naturales) permitió este análisis eco-sistémico. Las cuestiones de límites fueron consideradas por medio de los aportes de los 11 expertos que participaron en el análisis del Documento Preliminar y en la elaboración de este documento, que orientó los participantes de los di-





versos talleres.

- **Gestión adaptativa:** el ADT y el PAE deben ser elaborados por medio de una serie de etapas pragmáticamente definidas; en cada etapa, indicadores de desempeño previamente acordados deben ser monitoreados y, en función de los resultados, un planeamiento conjunto debe ser realizado para evaluación de los progresos y planeamiento de la próxima etapa. El abordaje adaptativo fue adoptado por medio de discusiones permanentes del consultor con los técnicos de la Secretaría General del PSAG, con los coordinadores de las UNEPs y expertos de OEA, Banco Mundial y GW-Mate, que agregaron importantes orientaciones que fueron seguidas. Los talleres regionales fueron organizados y evaluados en conjunto con la Secretaría General del PSAG para que directrices para los talleres nacionales fueran aprobadas. En los talleres, el consultor tuvo la cautela de permitir que los presentes determinasen la mejor dinámica a ser adoptada. Sin embargo, no fueron adoptados indicadores objetivos de desempeño, por entender que no existen. Fueron adoptados indicadores subjetivos de desempeño, basados en la asistencia a los talleres, en la participación de los actores sociales y en los resultados alcanzados, analizados en conjunto con la Secretaría General del PSAG.

- **Acciones deben llevar en cuenta las causas económicas y sociales del problema:** un análisis de cadenas causales de los problemas transfronterizos y la identificación de las causas sociales y económicas es de importancia crítica en la elaboración del ADT; debe ser reconocido que acciones tomadas próximas a las causas raíces tienen mayores probabilidades de presentar efectos de largo plazo sobre el problema. La clasificación adoptada para las causas destacó las causas sociales (socio-culturales) y económicas (económico-gerenciales). En las Acciones de Mitigación que fueron propuestos en la Reunión Conjunta fueron destacadas aquellas que pueden ser considerados como actuando sobre causas raíces.

- **Construcción de políticas intersectoriales:** deben ser evitados abordajes sectoriales, que dificultan la inclusión de múltiples propósitos, el alcance de economías de escala y el propio abordaje eco-sistémico. La composición de los participantes de todos los talleres y de la Reunión Conjunta aseguró este abordaje debido al origen intersectorial de los mismos.

- **Construcción de consensos graduales:** deben ser buscados consensos en cada etapa de elaboración del ADT y del PAE de forma a asegurar la sostenibilidad de largo plazo del proceso y de sus resultados. En los 8 talleres y una Reunión Conjunta realizados los resultados siempre fueron alcanzados por consensos y ampliamente divulgados.

De esta forma, las directrices han sido adecuadamente consideradas en la elaboración del ADT.

Cuanto a la abordaje constructivista adoptada – por indicación de la propia metodología del GEF – notase que, como en todo cambio de paradigma, puede haber alguna dificultad de se aplicarla y entenderla. No obstante esto, el proceso de elaboración del ADT observó estrictamente las orientaciones de este nuevo paradigma del GEF, o sea:

- Hubo una permanente interacción con los actores sociales, a lo largo de 10 reuniones, siendo una con expertos, 4 regionales en los proyectos-pilotos, 4 nacionales y una conjunta;





- Se respetó y consideró sus valores, por medio de amplia participación y construcción conjunta y retroalimentada de resultados;
- Se construyó el ADT con base en las visiones y percepciones de estos actores sociales,
- Se consideró las Cadenas Causales no una representación de la realidad objetiva, pero una herramienta para alcanzar consensos con respecto a las Propuestas de Acciones de mitigación a ser implementados en el ámbito del PSAG;
- Se consideró los vacíos de información y las acciones de mitigación no como necesariamente carencias críticas de información y soluciones óptimas para la solución de los problemas del SAG, pero recomendaciones socialmente construidas que, por esto, tienen más posibilidad de ser políticamente consideradas e implementadas, y socialmente aceptadas y respaldadas.





## ANEXO 1 – EL PROGRAMA OPERACIONAL 8 DEL GEF – MASAS DE AGUA

El Programa Operacional 8 – PO 8 financia el costo incremental convenido de medidas adicionales para resolver los problemas ambientales transfronterizos que afectan a determinadas masas de agua, tomando como base el compromiso de los países de reformar sus políticas y actividades sectoriales y financiar las inversiones básicas previstas. Los problemas ambientales incluyen la contaminación, la sobreexplotación de recursos biológicos y no biológicos, la degradación de los hábitats y las especies no autóctonas.

Este programa “podría financiar los costos de transacción de países vecinos que colaboran en la identificación de los problemas ambientales transfronterizos de más prioridad en determinadas masas de agua y que procuran determinar las medidas básicas y adicionales para resolver cada uno de esos problemas” (GEF – 2006).

El objetivo de largo plazo del PO 8 “es emprender una serie de proyectos que incluyan el suministro de ayuda a grupos de países para que, con el respaldo de los organismos de ejecución, colaboren en la reforma de sus políticas y actividades sectoriales a fin de resolver los problemas ambientales transfronterizos que afectan a determinadas masas de agua”.

Los objetivos a corto plazo del PO 8, para los cuales el SAG puede contribuir, son:

- “poner en marcha una serie de proyectos que incluyan una amplia gama de intervenciones destinadas a abordar diversos problemas ambientales transfronterizos en distintos tipos de masas de agua representativos de diferentes contextos geográficos en todo el mundo;
- aprovechar la experiencia adquirida con distintos tipos de mecanismos institucionales en el ámbito nacional y regional para colaborar en la solución de problemas ambientales transfronterizos de alta prioridad; se incluirán disposiciones para realizar evaluaciones periódicas y examinar las conclusiones que se extraigan a medida que se ejecutan los proyectos;
- evaluar la utilidad del Programa de Acción Estratégico en lo que respecta a movilizar la acción nacional y de los donantes en materia de políticas e inversión, coordinar el apoyo a los programas ordinarios de los organismos de ejecución y servir de marco lógico para las actividades de seguimiento y evaluación;
- adoptar medidas para resolver los problemas ambientales transfronterizos que afectan a distintas masas de agua, incluyendo al menos un proyecto relativo a las cuencas hidrográficas de agua dulce y un proyecto de gran alcance relativo a los ecosistemas marinos en cada una de las cinco regiones en desarrollo del mundo: 1) África al sur del Sahara, 2) Asia, 3) América Latina y el Caribe, 3) Oriente Medio y Norte de África y 4) Europa oriental y la antigua Unión Soviética”.





De acuerdo con el GEF los proyectos relativos a las masas de agua abarcan una gran variedad de problemas ambientales transfronterizos, contextos geográficos y regiones. Los siguientes criterios del GEF se aplican al SAG:

- “los problemas transfronterizos serán identificados por los países vecinos mediante un análisis de diagnóstico transfronterizo;
- los problemas transfronterizos identificados deben constituir una amenaza importante para el funcionamiento de los ecosistemas, y se prestará especial atención a las amenazas más graves;
- la mayoría de los países que causan estos problemas están dispuestos a colaborar;
- los recursos se programarán para apoyar proyectos en diferentes regiones en desarrollo en lugar de concentrarse en un solo continente”.

La asistencia del GEF es:

- “realizar un análisis de diagnóstico transfronterizo para identificar problemas ambientales transfronterizos de alta prioridad;
- formular un programa de acción estratégico en el que se indiquen las medidas que cada país debe adoptar para hacer frente a esos problemas (incluida una diferenciación entre las medidas básicas convenidas previstas y las de carácter complementario) y movilizar recursos no provenientes del GEF para aplicar ambos tipos de medidas;
- ayudar a financiar el costo incremental de la asistencia técnica, el fortalecimiento de la capacidad, cierto número de demostraciones y algunas inversiones necesarias para abordar los problemas transfronterizos de alta prioridad, tal como se señala más adelante en la sección ‘Tipos de actividades’, y
- promover el uso de nuevos métodos científicos e innovaciones tecnológicas apropiadas en el área de la gestión”.

Es orientación del GEF que:

- “en lugar de abordar todos los problemas ecológicos existentes se debe procurar concentrar los esfuerzos en los problemas transfronterizos prioritarios a fin de lograr que se modifiquen las políticas y actividades sectoriales que los ocasionan;
- elementos clave de los proyectos son la acción conjunta de los países y los acuerdos institucionales de cooperación regional;
- las acciones deben abarcar desde la creación de capacidad y el suministro de asistencia técnica hasta inversiones específicas con costos incrementales;
- debe ser realizada una labor de armonización de los aspectos institucionales de los distintos países, tales como normas sobre la calidad del agua, procedimientos para el otorgamiento de licencias o requisitos sobre reducción de la contaminación del agua;
- cuando aplicable, mecanismos institucionales (por ej. comisiones, consejos, etc.) deben ser propuestos o perfeccionados a fin de brindar a los países los instrumentos necesarios para continuar las operaciones una vez terminados los proyectos del GEF”.



## ANEXO 2 - ADT ELABORADOS O EN EJECUCIÓN EN OTROS PROYECTOS GEF

Diversas experiencias de estudios similares fueron analizadas para obtención de orientaciones para la aplicación de la metodología en el SAG. En especial, deben ser destacados los siguientes estudios realizados en la cuenca del Plata:

- Programa Estratégico de Acción para la Cuenca del río Bermejo (Argentina y Bolivia) – (PAE Bermejo). Fuente: Comisión Binacional para el Desarrollo de la Alta Cuenca Del Río Bermejo y Grande de Tarija, OEA, PNUMA, GEF (2000) Programa Estratégico de Acción para la Cuenca Binacional del Río Bermejo. 94p. Dirección virtual: <http://www.cbbermejo.org.ar/docs.htm>
- Proyecto Implementación de Prácticas de Gestión Integrada en la Cuenca Hidrográfica para el Pantanal y Cuenca del Alto Paraguay (Brasil) - (Pantanal/Alto Paraguay): Fuente: ANA/GEF/PNUMA/OEA (2003) Diagnóstico Analítico del Pantanal y Cuenca del Alto Paraguay. Resumen Ejecutivo. 103 p.
- Proyecto Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo: Prevención y Control de la Contaminación y Restauración de Hábitats. Fuente: Análisis Diagnóstico Transfronterizo del Río de la Plata y su Frente Marítimo – Documento Técnico. Proyecto PNUD/GEF RLA/99/G31. Montevideo, junio 2005. Dirección virtual <http://www.freplata.org/documentos/ADT/default.asp>, obtenido en 30/01/2006.
- Programa Marco para la Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata en relación con los Efectos Hidrológicos de la Variabilidad y el Cambio Climático. Análisis Diagnóstico Transfronterizo. Informe Final de consultoría, 17 de enero de 2005

Otras fuentes sobre proyectos del GEF en otras regiones son:

- Brasil, Organização dos Estados Americanos (2004). Proposta de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do rio São Francisco: Programa de Ações Estratégicas para o Gerenciamento Integrado da Bacia do rio São Francisco e de sua Zona Costeira – PAE: GEF São Francisco; Relatório Final, 336 p.
- Formulación del Plan Estratégico de Acción para la gestión Integrada de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río San Juan y su Zona Costera (PROCUENCA SAN JUAN). Informe disponible en la dirección virtual <http://www.oas.org/sanjuan/spanish/documentos/adt/introduccion.html>

Fueron también consultados documentos específicos del GEF, como:

- DUDA, A (2002). Monitoring and evaluation Indicators for GEF International Water Projects, Monitoring and Evaluation Working paper 10, GEF. 11p.
- MEE, L. (2203) The GEF IW TODA/SAP Process – Notes on a proposed best practice approach. Revision 5/6/2003. Mimeo.
- GONZALEZ, P (2004) La formulación del Programa Estratégico de Acción (PEA) y el Análisis Diagnóstico Transfronterizo (ADT). La metodología del Fondo para el Medio Ambiente Mundial en sus programas operacionales de Aguas Internacionales. 12p.
- BEWERS, J. M, UITTO, J. I. (s/d) International Waters Program Study – Final Report.





Global Environment Facility 52p. (mimeo).

Un resumen de los resultados del ADT de los proyectos analizados es presentado a continuación.

### ***GEF Bermejo***

El ADT de este proyecto llevó en consideración los estudios de base, cartografía temática, zonificación y regionalización, y los estudios-piloto. Fueron identificados los problemas con sus causas, manifestaciones transfronterizas y las causas raíces.

Las cadenas causales fueron presentados en términos de los (1) problemas ambientales identificados, (2) efectos y síntomas (o formas como este efecto puede ser identificado), (3) causas directas y (4) causas básicas, que serían las causas raíces. En función de estas, fueron propuestas (5) Acciones Estratégicas. La Figura 22 presenta la Cadena Causal elaborada para los problemas ambientales prioritarios.

### ***GEF Pantanal/Alto Paraguay***

La metodología adoptada en este proyecto destacó la participación de la sociedad en la elaboración del ADT y del PAE y contó con la ejecución previa de 44 sub-proyectos. Las cadenas causales fueran presentadas considerando los (1) Temas Críticos, sus (2) Causas primarias (técnicas), sus (3) Causas secundarias (económicas), sus Causas terciarias (institucionales) y, finalmente, las (4) Causas raíces. De estas fueron propuestas las Prioridades de Acción. En la Figura 23 se presenta un ejemplo de una de las Cadenas Causales: Contaminación del Agua.

Se destaca que, con relación al ADT Bermejo, la definición y clasificación de las causas que llevan a las raíces de los problemas fueron realizadas con más grandes detalles. Por otro lado, al considerarse en el GEF-Bermejo las Causas Directas de origen natural aspectos de fragilidad y sensibilidad ambiental fueron mejor considerados en la formulación de la cadena causal.





## GEF FREPLATA

La metodología adoptada en el proyecto GEF-FREPLATA presentó una innovación al utilizar el análisis causalidad Presión-Estado-Respuesta - PER de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico – OCDE (OECD, 2004), para identificación de las causas raíces de los temas críticos. Este abordaje clasifica los indicadores ambientales en 3 clases:

**Presión - P:** información sobre actividades humanas que afectan el ambiente; ellas no necesariamente causan impactos negativos pues pueden ser apropiadamente manejadas;  
**Estado - E:** informaciones sobre el estado o condición del ambiente, o sea, la calidad del ambiente y el funcionamiento de los procesos ambientales más relevantes;  
**Respuestas - R:** informaciones sobre medidas preventivas o correctivas empleadas para mitigación de los impactos ambientales.

Por la aplicación de la metodología PER las (1) Causas Raíces fueron identificadas. Enseguida, fueron identificados las (2) consecuencias negativas inmediatas de las variables raíces y los (3) impactos negativos sobre el ecosistema y (4) sobre la sociedad. Estas informaciones formaron la Cadena Causal que fue usada para presentar las propuestas de (5) Acciones Prioritarias. Más allá, fue realizado un Análisis de Vulnerabilidad de los usos y servicios prestados por el ambiente acuático y, con base en un análisis de futuras tendencias de las variables raíces, fueron construídos escenarios futuros del ambiente. La Figura 24 ilustra este procedimiento y la Figura 25 presenta una de las cadenas, resultante de la variable raíz Actividad Agroindustrial.

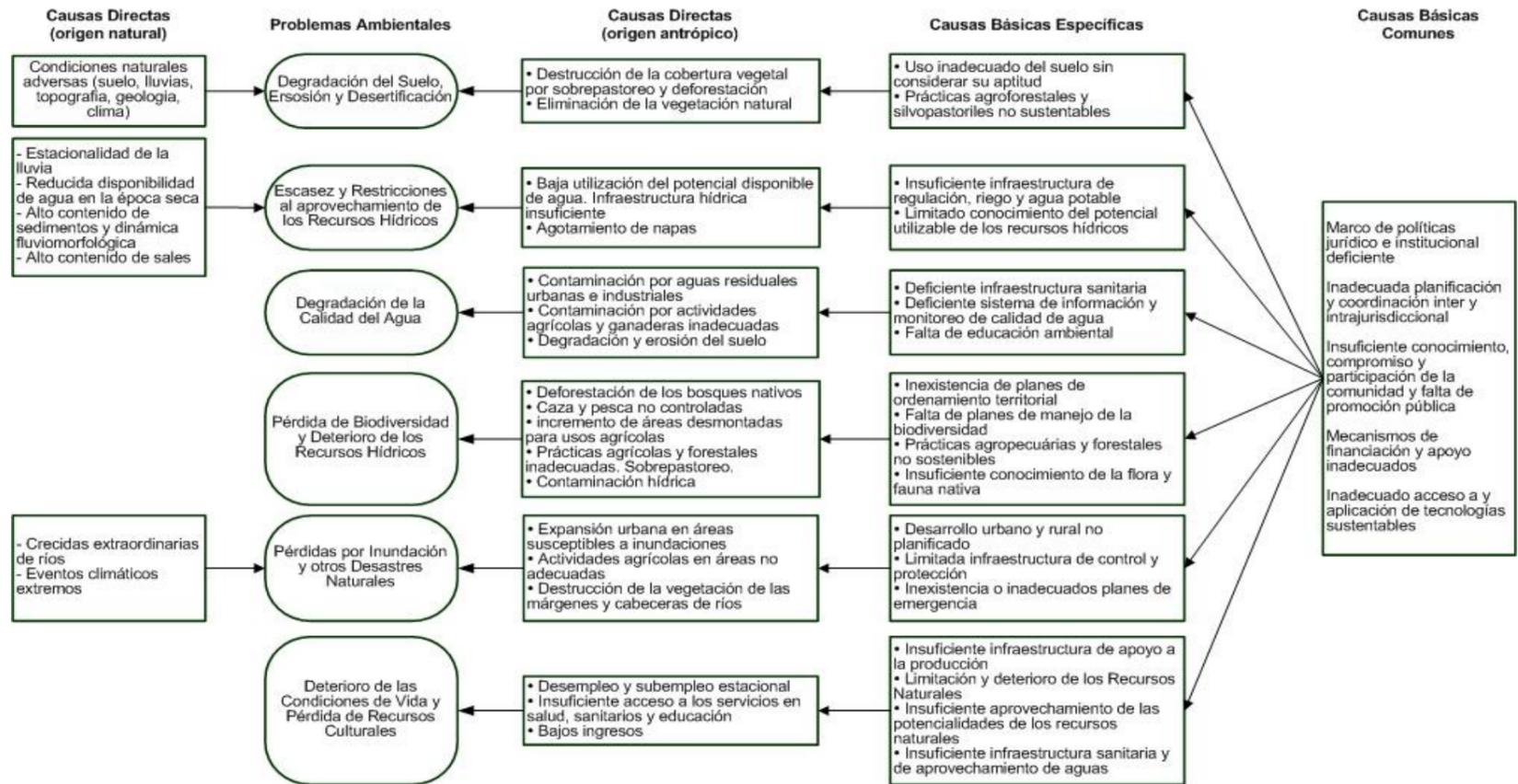


Figura 22 – ADT del GEF-Bermejo: Cadena Causal de los Problemas Ambientales Prioritario



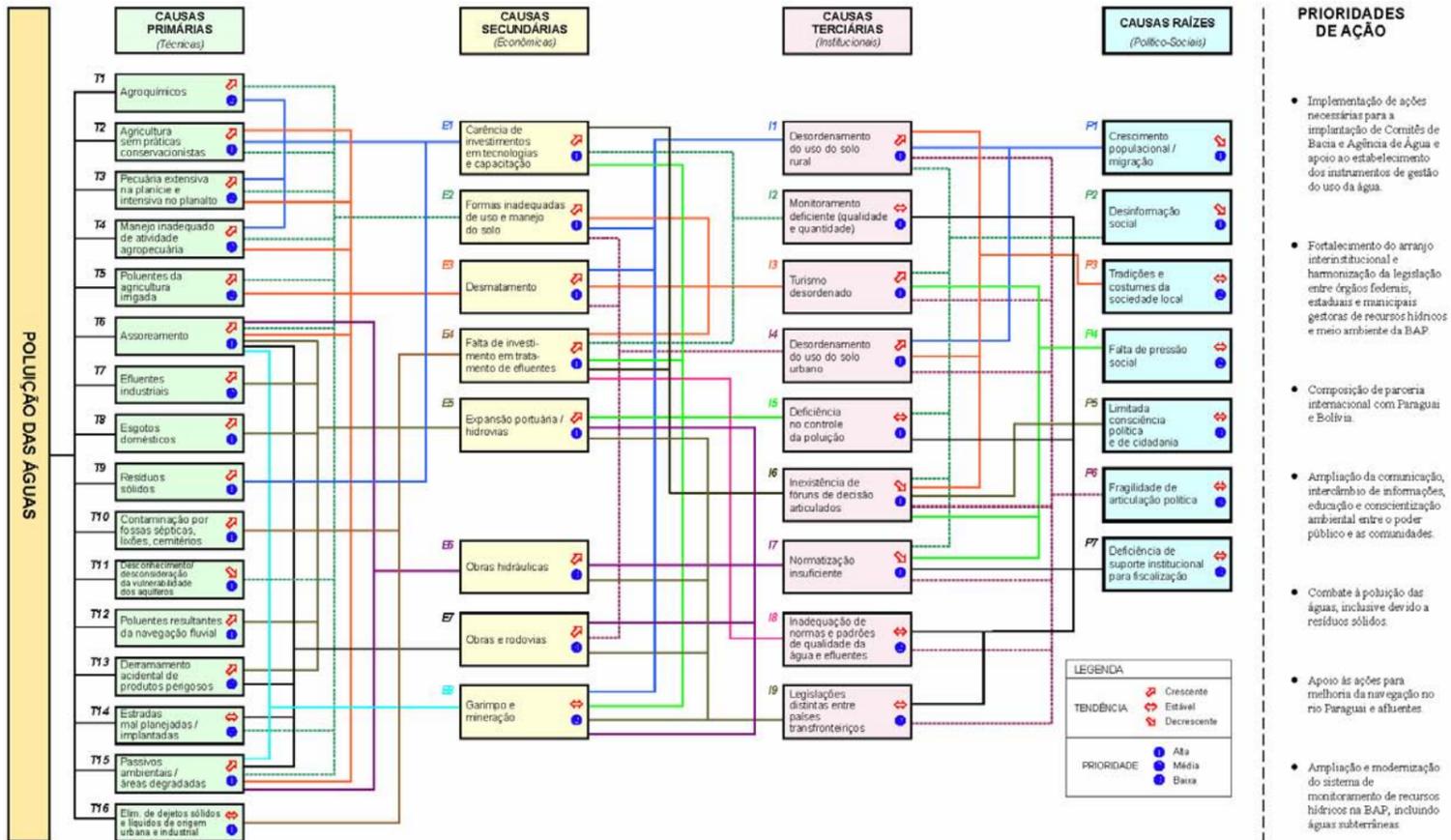


Figura 23 –ADT del GEF-Pantanal/Alto Paraguay: tema crítico Contaminación del Agua



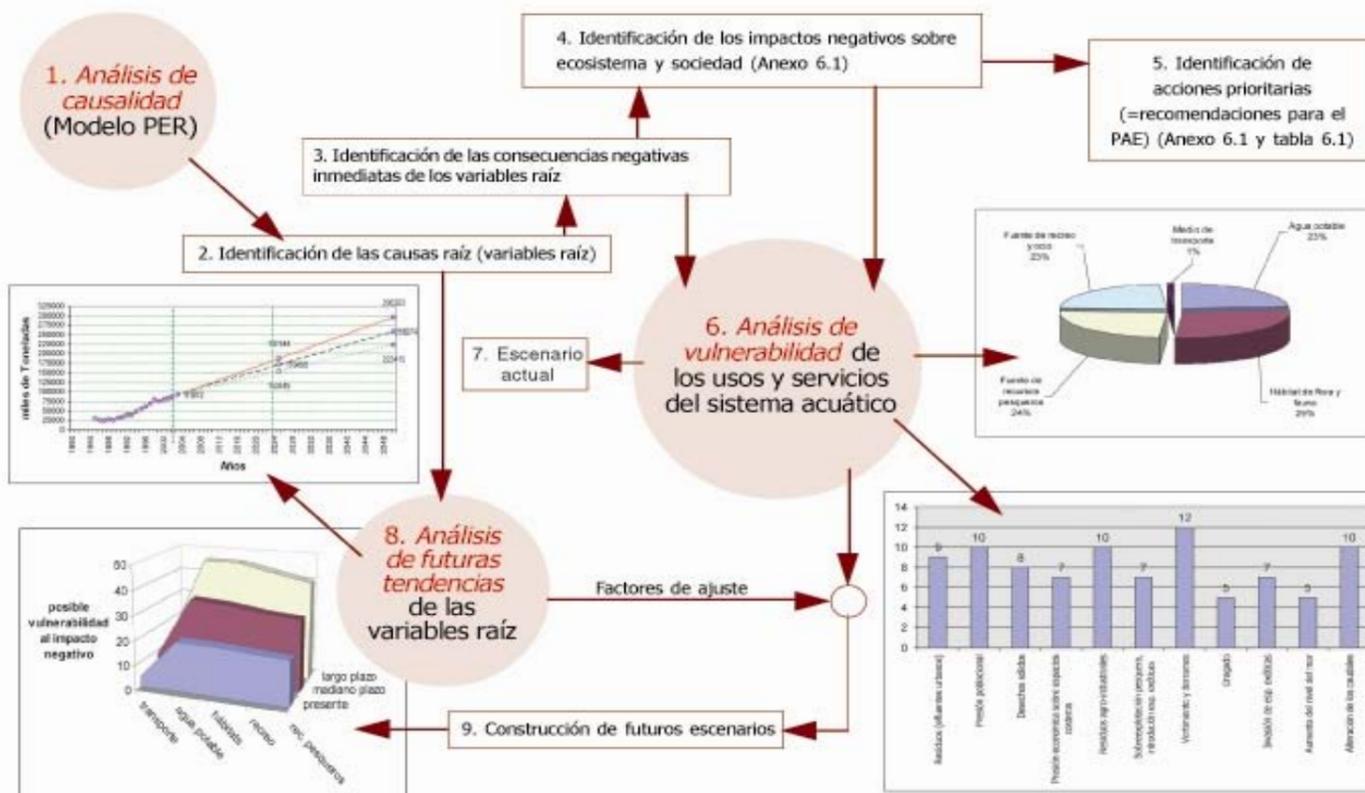


Figura 24 – Metodología de elaboración del ADT del Proyecto GEF-FREPLATA basada en el modelo Presión-Estado-Respuesta



Variables raíz	Consecuencias inmediatas	Impactos negativos sobre el ecosistema (*)	Impactos negativos sobre la sociedad	Acciones prioritarias
ACTIVIDAD AGROINDUSTRIAL	Aumento del volumen (y cambios en la composición) de residuos agroindustriales	<p>Aumento del ingreso puntual o difuso de contaminantes orgánicos e inorgánicos en el medio acuático <b>(T, ZC)</b></p> <p>Aumento de mortalidad y/o enfermedades en especies sensibles <b>(RP, ZC)</b></p> <p>Biomagnificación de las sustancias tóxicas en las cadenas tróficas <b>(RP, FM)</b></p> <p>Alteración del comportamiento reproductivo y/o migratorio <b>(T, RP, FM)</b></p> <p>Disminución de la producción primaria y/o secundaria del ecosistema <b>(RP)</b></p> <p>Aumento de la frecuencia de episodios de floraciones algales nocivas <b>(T, RP, FM)</b></p>	<p>Riesgos para la salud humana</p> <p>Límites al desarrollo sustentable</p> <p>Deterioro de la calidad de vida</p> <p>Conflictos en el uso del espacio</p> <p>Reordenamiento territorial, incluyendo procesos de urbanización de la franja costera y en sectores clave de la cuenca</p> <p>Cambios en las mentalidades y conflictos de intereses entre diferentes sectores de la sociedad en cuanto a la explotación de los recursos y los usos del medio acuático</p> <p>Pérdida de valores ecológicos</p>	<p>Marcos jurídicos coordinados entre las diferentes jurisdicciones y organismos involucrados.</p> <p>Estrategia de educación ambiental e información a la sociedad.</p> <p>Participación organizada de la sociedad civil.</p> <p>Planes de gestión integrada de la zona costera.</p> <p>Sistemas de información integrados o coordinados.</p> <p>Planes de capacitación de decisores públicos y privados.</p> <p>Programas de fortalecimiento institucional.</p> <p>Programas de monitoreo y alerta ambiental, y calidad de agua.</p> <p>Criterios binacionales de calidad de agua-ambiente y sedimentos.</p> <p>Sistemas de alerta temprana de floraciones algales nocivas.</p> <p>Estrategias de gestión ambiental y monitoreo de residuos urbanos e industriales.</p> <p>Programas de información y difusión de resultados de monitoreo ambiental.</p> <p>Estándares actualizados y con viabilidad técnica, y económica, para vertidos, efluentes urbanos e industriales.</p> <p>Instrumentos para aumentar la colaboración público-privada.</p> <p>Mecanismos de gestión participativa local y territorial de zonas costeras y microcuencas.</p> <p>Programas de monitoreo y calidad de aire.</p> <p>Planes de promoción de tecnologías limpias y sistemas de gestión de calidad sustentables.</p>

(\*) Alcance del impacto sobre el ecosistema. T: Transfronterizo, ZC: Zona costera, RP: Río de la Plata, FM: Frente Marítimo, ZF: Zonas frontales.

Figura 25 – Ejemplo de una de las Cadenas Causales presentadas en el FrePlata





### **GEF Programa Marco**

El ADT Del Programa Marco fue elaborado con una dinámica participativa en dos fases. En la primera fase fue elaborada una Visión de la Cuenca del Plata y en la segunda fase el Análisis Diagnóstico Transfronterizo propiamente dicho. En cada fase fueron realizados talleres nacionales en cada uno de los cinco países de la cuenca, seguido por un taller internacional. En los talleres nacionales fue consensuada la visión nacional acerca de los problemas de la cuenca; en los talleres internacionales fue consensuada la visión compartida por la cuenca.

Para la clasificación de las causas en la cadena causal fueron adoptadas las siguientes definiciones:

- **Causas primarias o técnicas:** son causas que se refieren al mal manejo de los recursos naturales escasos. Una forma para identificarlas es su relación directa con los impactos ambientales;
- **Causas secundarias o económico-gerenciales:** son causas que derivan de señales económicas inadecuadas o abordajes gerenciales inadecuados. En esta situación existe una relación física o tecnológica entre las causas secundarias y la consecuente causa primaria;
- **Causas terciarias o político-institucionales:** son derivadas del entorno institucional, es decir, del marco legal y organizacional de una región o país;
- **Causas fundamentales o socio-culturales:** se refieren a los fundamentos sobre los cuales está formada la sociedad: sus normas de comportamiento, ética, costumbres, tradiciones, religión, etc.;
- **Causas raíces:** las causas raíces, como su nombre lo indica, son aquéllas que se encuentran en la raíz de la cadena del problema crítico transfronterizo, a través de las causas fundamentales, terciarias, secundarias y primarias.

Además de las causas de cada Temas Crítico Transfronterizo fueron identificados los Vacíos de Información y propuestas Medidas de Mitigación, en la forma de acciones, como sugerencias para la elaboración del PAE.

Un ejemplo de cadena causal es presentado en la Figura 26, para el Tema Crítico Uso no Sostenible de Acuíferos Transfronterizos. Estos acuíferos de la cuenca son: Sistema Guaraní (AR, BR, PY y UY); Areniscas cretácicas superior, en el litoral del bajo río Uruguay (AR y UY); acuífero Yrenda (PY) – Toba (AR) – Tarijeño (BO); acuífero río Apa (BR y PY) y acuíferos del Pantanal, Furnas, Caiuá, Parecis y Serra Geral (BR).

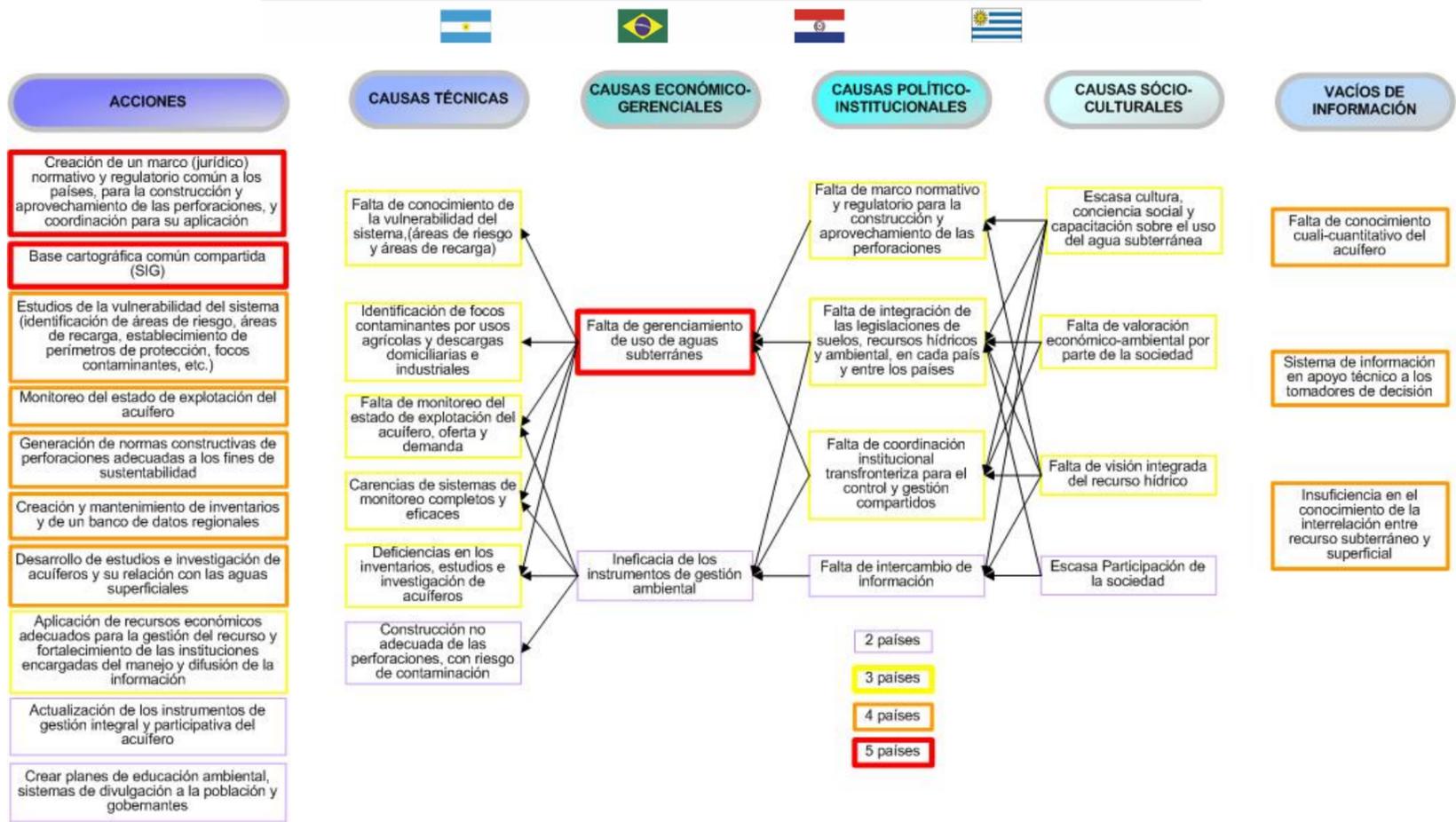


Figura 26 – GEF Programa Marco: cadena causal del Tema Crítico Uso no Sostenible de Acuíferos Transfronterizos





## **Proyectos GEF en otras regiones**

### **GEF-São Francisco**

Este proyecto fue elaborado en la cuenca del río São Francisco y su Zona Costera en Brasil. Hubo una cierta similitud con la metodología adoptada en el GEF-Pantanal, con la ejecución de 29 proyectos previamente a la elaboración del ADT y, también, un énfasis a la participación de la sociedad.

Las cadenas causales, a pesar de ser análogas a las del GEF-Pantanal/Alto Paraguay, adoptaron una definición distinta para las causas primarias, secundarias y terciarias. Ellas fueron concebidas a partir de (1) Problemas/Temas críticos, (2) Causas primarias (técnicas), (3) Causas secundarias (gerenciales), (4) Causas terciarias (político-sociales) y (5) Causas fundamentales (socio-económico-culturales) que serían las causas raíces. En función de ellas son propuestas las Acciones. La Figura 27 presenta la Cadena Causal del Tema Crítico “Exploración Desordenada del Agua Subterráneo, disociada del Agua Superficial”.

La clasificación de las causas, muy similar a las del GEF-Programa Marco, es explicada pues esto se inspiró en aquello para definición de las causas.

### **GEF-San Juan**

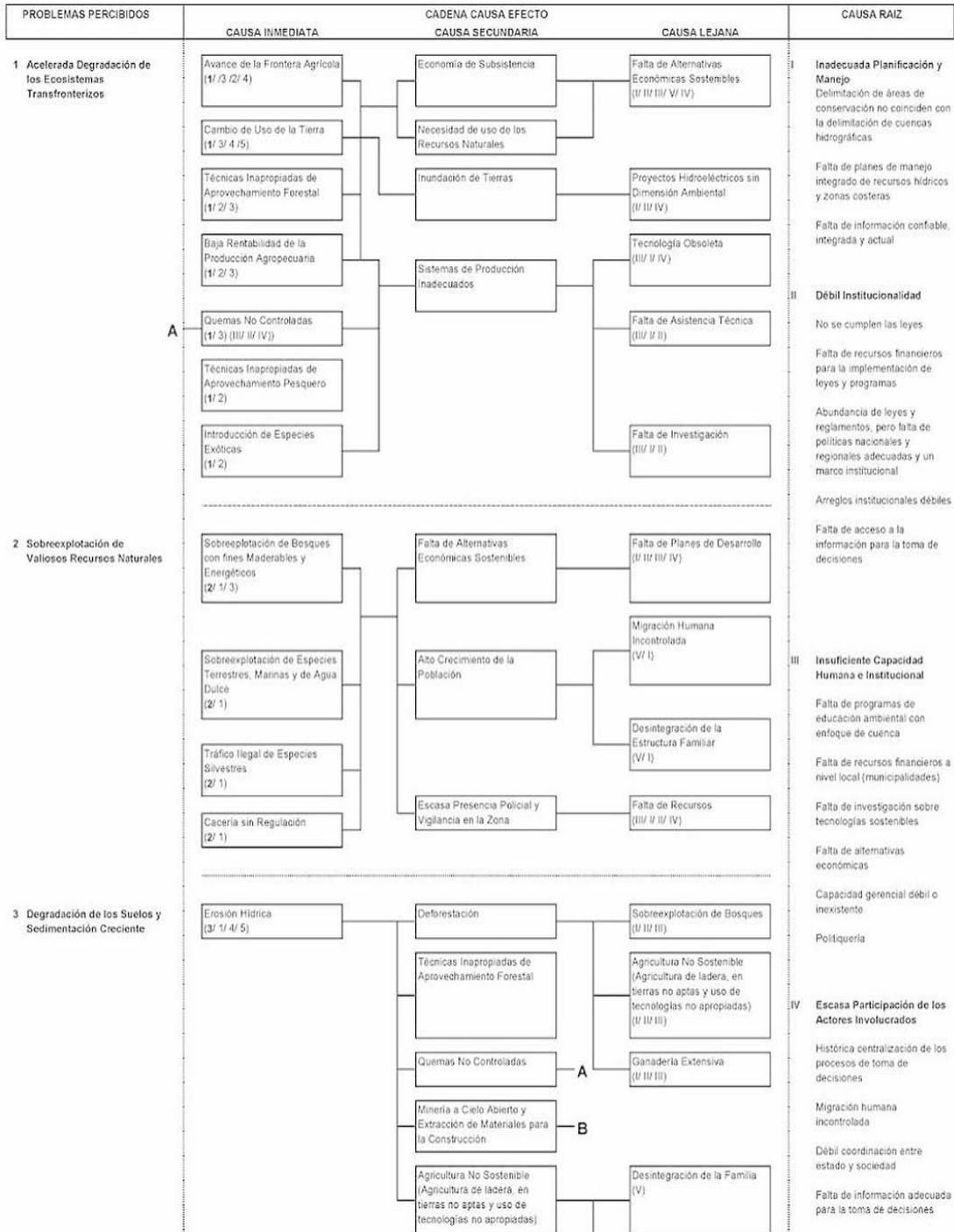
Este proyecto fue desarrollado en la cuenca de río San Juan y su Zona Costera, frontera entre Costa Rica y Nicaragua. En la Figura 28 se presenta la cadena causa-efecto-raíz, señalando las causas que son de orden inmediata, secundaria y terciaria, y las causas raíces de estos problemas. Los números arábigos que aparecen entre paréntesis en cada una de las causas inmediatas indican la relación que existe entre ésta y los principales problemas. Los números romanos que aparecen entre paréntesis en las causas terciarias indican, en orden de prioridad, la relación existente entre éstas y las causas raíces de los problemas.



Problemas/Temas			Causas Primarias (técnicas)			Causas Secundarias (gerencial)			Causas Terciarias (políticas - sociais)			Causas Fundamentais (sócio - econômico - cultura)			Ações					
Descrição	Tendência	Prioridades	Descrição	Tendência	Prioridades	Descrição	Tendência	Prioridades	Descrição	Tendência	Prioridades	Descrição	Tendência	Prioridades						
<b>EXPLORACION DESORDENADA DEL AGUA SUBTERRANEA, DISSOCIADA DEL SUPERFICIAL</b>	Problema Constante	1	Falta de conocimiento da hidrogeologia e hidrometeorologia	Problema Constante	1	Falta de estudos hidrogeológicos e hidrometeorológico	Problema Constante	1	Falta de recursos humanos e financeiros	Problema Constante	1	Estructura institucional, política e legal inadequada	Problema Constante	2	Estudios, pesquisas integradas e eventos técnicos multi-institucionais de hidrogeologia e hidrometeorologia					
			Falta de reconhecimento do valor estratégico dos recursos hídricos subterráneos	Problema Constante	1	Falta de um sistema de informações de águas subterráneas e superficiais articulados	Problema Constante	1								Falta de planejamento e coordenação integrada entre diferentes instituições e jurisdições	Problema Constante	1	Elaboração de um sistema de informações de águas subterráneas	
			Falta de conscientização da necessidade de preservação	Problema Constante	1	Falta de políticas de usos integrados de águas superficiais e subterráneas	Problema Constante	1								Falta de planejamento de longo prazo	Problema Constante	1		Implementação de sistemas de cadastro de usuários, outorga e fiscalização
			Falta de controle da perfuração e exploração de poços	Problema Constante	1	Falta de consciência, compromisso e participação da comunidade e fracasso em promover essa participação	Problema Constante	2								Falta de uma análise sistêmica	Problema Constante	1		
			Falta de un inventário, estudo e monitoramento hidrometeorológico e hidrogeológico	Problema Constante	1	Falta de cadastro de poços	Problema Constante	1								Falta de um sistema de outorga de águas subterráneas	Problema Constante	1		Mecanismos de financiamento e suporte inadequados
<b>LEGENDA</b> <b>Tendência</b> Problema Decrescendo (Verde) Problema Constante (Amarelo) Problema Aumentando (Vermelho)																				
<b>Prioridade</b> 1 - Mais importante 2 - Secundaria 3 - Menos importante																				

Figura 27 – GEF São Francisco: Cadena Causal del Tema Crítico Exploración Desordenada del Agua Subterráneo, dissociada del Superficial Agua





**Figura 28 – GEF-San Juan: Cadena Causa-Efecto-Raíz de los principales problemas**





## ANEXO 3 - INFORMACIÓN EXISTENTE SOBRE EL SAG

Este anexo resume las informaciones sobre el SAG hasta el momento considerando los trabajos e investigaciones disponibles, muchas de las cuales fueron producidas con apoyo del PSAG. Es importante aclarar que se trata de una contribución personal del consultor, con base en informe especialmente elaborado por el Geól. Roberto Kirchheim, no debiendo ser considerada como una posición oficial de los países del SAG.

Como fue presentado en el capítulo anterior, cuando el **Análisis Diagnóstico Transfronterizo** es aplicado a un cuerpo hídrico se constituye en un ejercicio a partir del cual se busca identificar temas críticos y vacíos para su gestión transfronteriza conjunta. Además de su reconocimiento y descripción trata de analizar las relaciones de causa-efecto de dichos vacíos proponiendo al final acciones que tengan como objetivo facilitar y dirigir el proceso de gestión pretendido. Cuando el cuerpo hídrico se caracteriza por ser un recurso subterráneo, de difícil percepción, más específicamente agua que satura los poros y fracturas de rocas con amplia distribución geográfica y transfronteriza con relación a límites políticos y de cuencas hidrográficas superficiales, dicho análisis representa un complejo desafío.

El cuerpo hídrico, objeto del presente análisis, es el Sistema Acuífero Guaraní (ya reconocido por el pseudónimo SAG en toda la región). Su preservación ambiental y desarrollo sostenible viene siendo atendido a través de la compleja ejecución de un Proyecto Transfronterizo del GEF, involucrando los gobiernos de Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay (en adelante el PSAG). El Sistema Acuífero Guaraní fue considerado como si fuera un cuerpo de aguas transfronterizas que se ve amenazado por la degradación ambiental debido a su uso excesivo y a la contaminación, tal y como se define y establece en el Programa Operativo Número 8 del GEF (ver Anexo 1). El objetivo a largo plazo del proceso iniciado a través del Proyecto para la Protección Ambiental y el Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní es lograr la gestión y uso sostenible de dicho cuerpo hídrico. Su propósito es apoyar a los cuatro países a elaborar e implementar conjuntamente un marco común institucional, legal y técnico para manejar y preservar el SAG. El Departamento de Desarrollo Sostenible de la Organización de los Estados Americanos, (en adelante la DDS-OEA) ha sido elegida por los países como la agencia gerenciadora de los fondos responsable por conducir el proceso teniendo el soporte del BIRD como agencia implementadora.

Se trata por lo tanto de un desafío que amerita, antes que nada, consideraciones del orden conceptual técnico-científico además de legal-institucionales. La caracterización específica





de las zonas de fronteras y el relevamiento de la gama de factores que afectan el recurso o tienen potencial de generar pérdidas de calidad y cantidad deben ser discutidos. A su vez el propio Proyecto cuando fue diseñado e implementado incluyó estrategias y resultados, los cuales deberán ser incorporados en dichos análisis.

Antes de ser presentada información sobre el SAG es importante comentar sobre algunos mitos sobre acuíferos en general que impiden una correcta percepción sobre los problemas involucrados. El Cuadro 8 hace una breve presentación de algunos mitos.

### **¿AL FINAL QUÉ ES EL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ - SAG?**

El SAG es considerado como una reserva subterránea de agua de importante rol estratégico dentro de la región del MERCOSUR debido a su potencial cuali-cuantitativo y, también, una posibilidad para la explotación de aguas termales, en algunos lugares.

Desde el punto de vista geológico el SAG se constituye por una secuencia de rocas, predominantemente arenosas, cuya sedimentación se produjo en ambiente fluvio-lacustre (analogía a los ambientes actuales de transición entre ríos y lagunas) y eólicos (campos de dunas) - en los períodos Triásico y Jurásico - en una región deprimida topográficamente en el sur del antiguo continente sudamericano, la denominada Cuenca Sedimentaria del Paraná y Chaco-Paraná, conforme citado en Araújo, et al (1995).

Estas rocas saturadas con agua fueron luego cubiertas extensamente por flujos laminares basálticos del Cretácico Superior, cobertura ésta que puede sobrepasar a los 1.000m. Dicha Cuenca, conformada a lo largo del tiempo geológico, también recibe la denominación cratónica por haber sido desarrollada en el medio del continente y lejos de las áreas de límites de placas tectónicas (donde se generan cadenas de montañas, terremotos y volcanes). Algunas de estas rocas han mostrado gran capacidad de almacenar y transmitir agua subterránea y que estas aguas pueden ser extraídas en cantidades económicamente apreciables; por esto fueron denominadas “acuíferos”, introduciendo su importancia hidrogeológica (Noyes et. al, 1972, Lohman et al, 1972 y Machado, 2005).





### Cuadro 8 – Algunos mitos sobre acuíferos

Mito	Realidad
La tasa promedio de recarga de un acuífero puede ser considerada como un valor para a extracción sostenible	Este falso paradigma no considera la necesidad de mantener las descargas naturales del acuífero o mismo su transformación en términos de niveles freáticos/potenciométricos para el mantenimiento de otros usos de agua subterránea, como por ejemplo: mantenimiento de ecosistemas acuáticos, contención al avance de la cuña salina.
Los niveles descendentes de agua subterránea siempre implican indicios de sobreexplotación de un acuífero – evidenciadas por el desarrollo de conos de depresión de gran magnitud, aumento substancial de interferencia entre pozos, pérdida de caudales entre otros efectos. Agua subterránea fluye normalmente en la forma de ríos subterráneos Al perforar pozos más profundos, nuevos recursos subterráneos pueden ser explotados Tasas de recarga de un acuífero son constantes	Toda explotación de agua subterránea implica abatimiento de niveles y puede tener una demora de muchos años antes de que se establezca un equilibrio en acuíferos grandes – lo cual en algunos casos podría malinterpretarse como niveles en continuo descenso.  Se trata de un caso excepcional de flujo en áreas de roca calcáreas fracturadas  Formaciones acuíferas más profundas pueden ser encontradas, pero la retirada de sus aguas subterráneas resulta más frecuentemente en drenaje inducido de los acuíferos superiores.  Este paradigma originado en el sentido común puede llevar a serios conflictos – tasas de recarga varían conforme el grado de antropización de los drenajes naturales (ríos), cambios en los esquemas de riego, en el padrón de vegetación natural o cobertura agrícola, reducción de las tasas de infiltración en áreas urbanas, etc.

Fuente: Foster; Tuinhof; Kemper; Garduño; Nanni (2003)

En la porción más superior de esta secuencia, bajo un régimen de clima desértico, se han depositado arenas eólico-fluviales, originando estratos de areniscas espesas con larga distribución geográfica, de gran porosidad y permeabilidad, hoy conocidos como el principal acuífero del SAG, aunque no el único, pues corresponden a los estratos del periodo Jurásico denominados de Tacuarembó (Argentina, Uruguay), Botucatu (Brasil) y Misiones (Paraguay). Por tratarse de un conjunto de rocas multicapas, luego, de acuíferos con distintas propiedades hidrodinámicas (porosidad y permeabilidad) y características generales (geometría y química) con porciones no-confinadas a confinadas, la secuencia toda ha sido identificada como un sistema acuífero. Se observa que la connotación de sistema acuífero en el caso del SAG ha sido utilizada de una manera integradora, incluso para superar la falta de una mejor definición y datos específicos acerca de los distintos acuíferos que lo conforman y sus respectivas relaciones (opinión personal basada en Machado, 2005).





El SAG, o mejor, los acuíferos que le conforman, ocurren necesariamente en el interior de la cuenca sedimentaria del Paraná, la cual se ubica en el subsuelo del este y centro-sur de Sudamérica subyaciendo zonas de Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay, conforme puede ser observado en la Figura 29. En otras palabras, sus límites, a priori, obviamente no obedecen a los límites territoriales políticos administrativos generando una situación de un cuerpo transfronterizo.

La Tabla 1 y la Figura 30 presentan una síntesis de la distribución geográfica del SAG en los países. En términos generales, independiente del grado de fragmentación, el SAG tiene un espesor promedio de 250 m. En cerca de 90% de su área total de ocurrencia, se encuentra confinado por las rocas basálticas sobreyacientes, donde su profundidad puede llegar a alcanzar valores mayores a los 1.000 m en las porciones más centrales de la cuenca sedimentaria (información generada por una serie de investigadores, entre varios ROCHA, 1997). El volumen total de agua dulce almacenada se estima en aproximadamente 46.000 km<sup>3</sup>, siendo que 166km<sup>3</sup> representa la suma de las recargas anuales naturales e indirectas (BORGHETTI; BORGHETTI; ROSA FILHO, 2004). Se cree que la mayor parte del agua almacenada es de calidad potable, aunque en algunas zonas profundas puede haber un exceso de fluoruros o de salinidad.

Algunas cuestiones que pueden ser destacadas sobre el SAG son presentadas en el Cuadro 9.





**Figura 29 – Localización del Acuífero Guaraní**

Fuente: Brasil. Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente (2001) y AMORE, VARGAS, OLIVEIRA (2001).



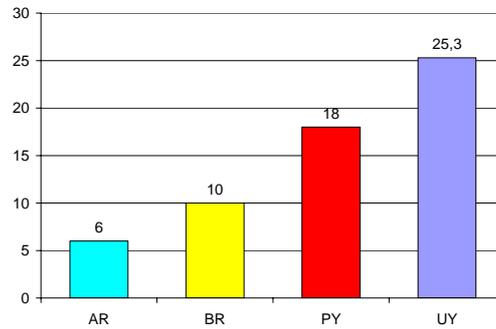
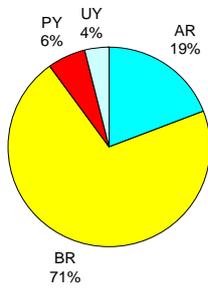


**Tabla 1 - Distribución geográfica del SAG en los países**

Característica		AR	BR	PY	UY	Total
Área del acuífero	Mil km <sup>2</sup>	225,5	839,8	71,7	45	1.182
	%	19,1	71,0	6,1	3,8	100
Territorio ocupado en cada país		6	10	18	25,3	10,3
	%					
Área de afloramiento en cada país		0	67,8	30,1	2,1	100
Población estimada en la área del SAG		2,6	24,9	1,9	0,6	30
Población en la área del afloramiento	Millones de habitantes					
		0	2,6	1,0	0,1	3,7
Volumen estimado de agua	Mil Km <sup>3</sup>	8,7	32,5	2,8	2,3	46,3

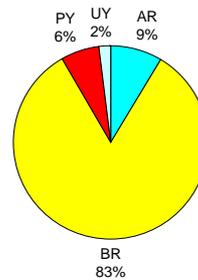
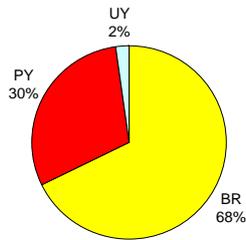
Fuente: BORGHETTI; BORGHETTI; ROSA FILHO, 2004





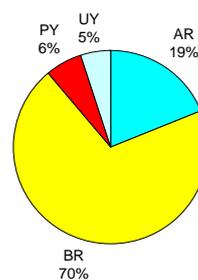
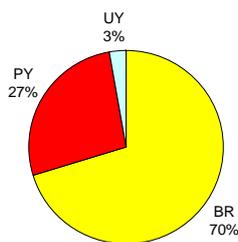
a) Distribución del área total de SAG por país

b) Área ocupada por el SAG como porcentaje del área total del país



c) Distribución del área de afloramiento del SAG por país

d) Distribución de la población sobre el SAG por país



e) Distribución de la población en la área de afloramiento por país

f) Distribución del volumen de agua estimado del SAG por país

**Figura 30 – Distribución del SAG entre los países**





## **Cuadro 9 - Cuestiones sobre informaciones acerca del SAG consideradas fundamentales para la elaboración del ADT**

- Existe la necesidad de definir mejor la geometría del SAG y las relaciones entre los acuíferos que lo conforman; se impone la necesidad de su individualización para una correcta interpretación de sus condiciones de ocurrencia. La gran mayoría de los estudios han sido desarrollados a escalas regionales cuando una completa comprensión de los efectos transfronterizos relacionados al SAG depende de estudios más locales.
- Existe una carencia enorme de datos de largo plazo; series históricas casi inexistentes;
- Los límites del SAG no coinciden con las cuencas hidrográficas superficiales, unidades básicas que son adoptadas en la gestión integrada de los recursos hídricos, brindando complejidad adicional.
- Las relaciones entre los sistemas de flujo subterráneo y superficial son complejas. El bombeo del agua de un acuífero que se encuentra hidráulicamente conectado con un cuerpo de agua superficial puede llevar a efectos significativos de reducción de descarga del flujo subterráneo hacia dicho cuerpo, o la situación revés, recarga inducida partir del cuerpo superficial.
- Existen locales del SAG que no son consideradas productivas del punto de vista de cantidad y/o tienen calidad insatisfactoria; significa que del punto de vista de calidad el SAG no es homogéneo, siendo su calidad natural importante factor para la definición de estrategias de gestión. Se requiere información respecto a la calidad y los contaminantes potenciales. Las informaciones respecto a la calidad del agua fueron obtenidas en la consultorías de preparación del Proyecto Acuífero Guaraní: CHANG (2001) y SANTOS (2001). Como ejemplo se mencionan los excesos salinos en Villa Elisa y La Paz (Entre Ríos, Argentina) y Londrina (F), Cianorte (STD), Presidente Prudente (F, STD), Andradina (F), Auriflama (STD), Santa Rosa (STD), Piratuba (STD), Erechim (F), Venancio Aires (F).
- Hay carencias de información y estudios que permitan evaluar la sustentabilidad de las extracciones actuales en zonas de alto uso y dependencia del agua subterránea.
- Carencia de informaciones y estudios que permitan evaluar sustentabilidad de extracciones actuales en áreas de grandes extracciones y dependencia del agua subterránea;
- Se desconocen condiciones de descarga.

### **EL AVANCE HISTÓRICO EN LA PERCEPCIÓN DEL SAG**

La continuidad geológica del SAG ha sido reconocida en los años 90, a partir de la re-lectura de datos de pozos exploratorios de petróleo, donde el SAG se presentaba como un gran sistema homogéneo, transfronterizo, de alta potencialidad y excelente calidad química de sus aguas. Sin embargo, en virtud de la iniciativa de varios grupos de investigadores y técnicos, asimismo ya existían argumentos y modelos conceptuales colocando la homogeneidad y conexión irrestricta en duda. En virtud del enorme esfuerzo por parte de grupos de expertos de la región y en la inercia de las acciones de preparación del Proyecto GEF y su amplia difusión en los medios científicos y de comunicación, hubo un despertar de la ciencia hidrogeológica y la necesidad de gestión de aguas subterráneas. Ya al final de la preparación del Proyecto e inicio de su etapa de ejecución, con las nuevas informaciones generadas en escalas mayores, el SAG viene siendo encarado como un cuerpo cada vez más complejo y menos homogéneo. Importantes estructuras tectónicas, ya conocidas de la bibliografía téc-





nica, fueron mejor estudiadas del punto de vista hidrogeológico llevando a nuevas discusiones respecto a los flujos regionales/ transfronterizos. Se trata de un asunto aun en pleno debate, donde los resultados de las consultorías técnicas del SAG serán extremadamente oportunos e importantes. Por ejemplo, los efectos hidráulicos de las estructuras intrusivas básicas como los diques de diabasio que cortan el paquete acuífero en algunas regiones, o mismo los desplazamientos de bloques generados por fallamiento, no son de todo conocidos y ameritan estudios específicos. Si en algunas situaciones, dichas estructuras representan barreras de flujo, conforme los resultados presentados por Machado (2005 para el Estado del Rio Grande do Sul, Brasil, nombrando a uno de entre muchos estudios), otras iniciativas, como la investigación geofísica de la estructura geológica de la cuenca Chaco-Paranense, en un área centrada en las ciudades Salto (Uruguay) y Concordia (Argentina) en el marco del Fondo de las Universidades, apuntan para las incertidumbres que todavía existen en cuanto a la compartimentación hidrogeológica del SAG por efecto de dichas estructuras (en el caso de las fallas principales). La verificación técnica de las informaciones generadas y/o adopción de modelos conceptuales no es objetivo de este anexo, mucho menos del proceso de formulación y validación del documento ADT.

A parte de esta discusión, el uso del SAG venía creciendo, y así se mantiene, donde se multiplican las perforaciones y aprovechamiento económico del mismo.

Algunas cuestiones consideradas fundamentales para la elaboración del ADT son presentadas en el Cuadro 10.

#### **Cuadro 10 – Cuestiones sobre la continuidad del SAG consideradas fundamentales para la elaboración del ADT**

- Nuevas y múltiples informaciones respecto al SAG son generadas a partir de la década del 90 llevando a una mejora considerable de la comprensión del SAG como cuerpo hídrico subterráneo.
- Hay indicios de fuerte control tectónico y con posibles implicancias en el funcionamiento y discontinuidad hidráulica. Dicha fragmentación impone cambios importantes en la comprensión de las reservas y los volúmenes extraíbles, por ende en la sustentabilidad local del SAG.

#### **ASPECTOS RELACIONADOS A LA DINÁMICA DEL SAG**

El SAG sin embargo presenta dinámicas de flujo, cuyo análisis es imprescindible para un ADT. Existe un flujo del agua subterránea desde las zonas donde ocurren las recargas directas/indirectas, las cuales aportan a la manutención de las reservas permanentes y/o activas (reguladoras) asimismo a zonas donde el SAG manifiesta descarga natural. Dichas zonas presentan las siguientes características a la escala regional (MENTE, 2001; ARAÚJO ET AL., 1995, FUNPAR, 2001 y BORGHETTI, BORGHETTI, y ROSA FILHO, 2004):





**Zonas de recarga directa:** Ocurren en las áreas donde la erosión ha expuesto parte de las rocas acuíferas del SAG. La recarga del SAG se produce por infiltración del agua excedente de lluvia, así como también por el flujo que baña la “área de recarga”, la cual se considera que abarca tanto el afloramiento de areniscas (que se limita a aproximadamente 150.000 km<sup>2</sup>) como otra zona mucho más extensa y adyacente a la anterior, en donde la arenisca se encuentra cubierta por una capa relativamente delgada de basaltos fracturados.

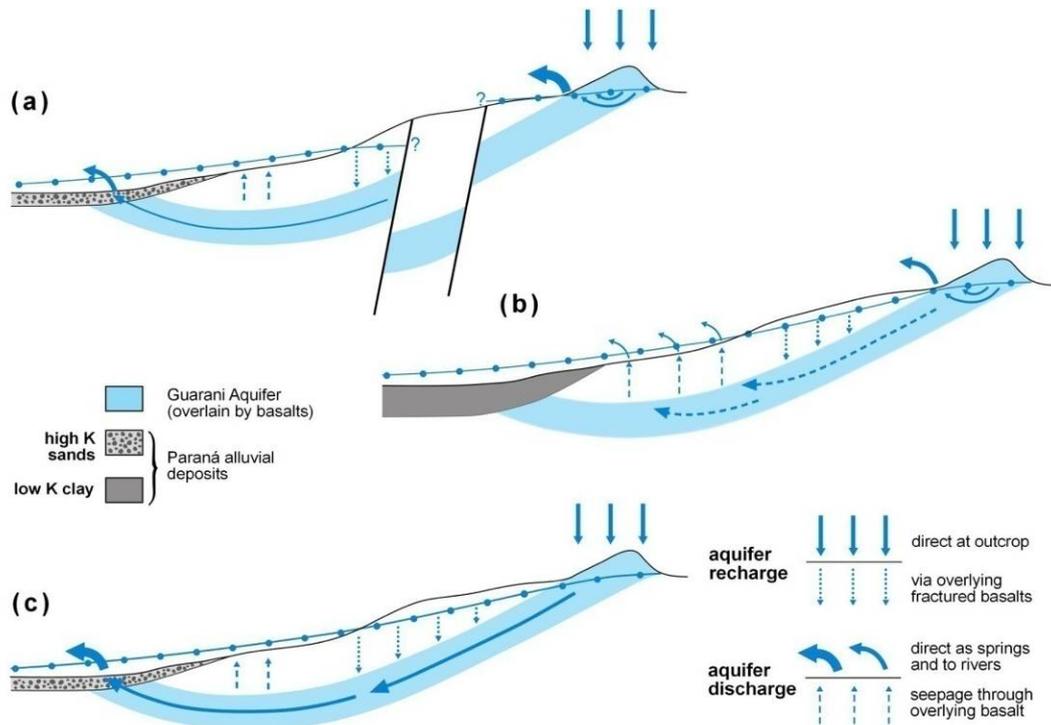
**Zonas de recarga indirecta:** Ocurren por drenaje (filtración vertical) superficial de aguas a través de las fracturas de los basaltos asimismo por el flujo indirecto a lo largo de las rocas de formaciones sedimentarias sobreyacentes, donde las cargas potenciométricas favorecen al flujo descendente.

**Zonas de descarga:** La descarga natural del SAG todavía se desconoce en gran medida. Se estima que ocurre de forma regional en zonas con cotas topográficas inferiores a 300m, próximas al nivel de base de ríos como el Paraná, Uruguay, Pelotas y Tietê o adentro de su área de influencia aguas abajo en sus cuencas (Mesopotamia Argentina), asimismo como flujo ascendente a los humedales (Esteros de Ibera en el extremo noreste de Argentina).

Asociada a dicha clasificación con relación al tránsito está la noción del régimen del SAG en cuanto a las cargas potenciométricas (presión del agua). Las zonas de afloramiento coinciden con las zonas conocidas como **libres o no-confinadas**, donde el agua está bajo el efecto de la presión atmosférica. En las zonas **confinadas**, la presión del agua es mayor que la presión atmosférica, haciendo con el agua tenga una ascensión en un pozo más allá del techo de la capa acuífera, resultando incluso eventualmente en una situación de surgencia (cuando se manifiesta el fenómeno de artesianismo). Es la diferencia de presión entre aguas de acuíferos contiguos y sus características hidráulicas que determinan el drenaje vertical ascendente o descendente.

La Figura 31 presenta un ejemplo de las distintas zonas del SAG (recarga y descarga) inducidas por efectos tectónicos y su probable relación con estratos aluviales de los ríos principales de la región (ejemplo específico aplicado al Río Paraná).





**Figura 31 – Sección transversal hipotética del SAG ilustrando la relevancia potencial de disturbios en la tectónica y características de la cobertura aluvial del río Paraná en el control del régimen de caudales**

FUENTE: FOSTER; KEMPER; GARDUÑO (2004).

En función de sus características (confinada, no confinada/ recarga, descarga) una zona puede ser más o menos vulnerable a la contaminación generada en superficie. Se trata de su vulnerabilidad intrínseca que cuando es confrontada con las fuentes contaminantes resulta en un índice de riesgo potencial de contaminación. Siendo los acuíferos constituidos básicamente por areniscas permeables, en las zonas de recarga directa, bajo régimen no-confinados, áreas de afloramiento presentan consecuentemente una mayor vulnerabilidad intrínseca a la contaminación. La vulnerabilidad disminuye a medida que aumenta el grado de confinamiento del acuífero.

Relacionado al tránsito del flujo, el aspecto temporal es fundamental. Por definición un sistema acuífero presenta distintas líneas de flujo, variando de flujos locales relativamente más cortos hasta flujos profundos de largo tramo y largo tiempo de tránsito. Estas distintas situaciones cuyos efectos y magnitud varían conforme a las propiedades del sistema, pueden ser observadas en la Figura 32.





**Figura 32 – Aspectos temporales del flujo de agua subterránea**

El aspecto temporal es fundamental cuando se analiza las relaciones de causa y efecto que, para sistemas acuíferos, muchas veces no son bien comprendidas. Explotaciones no sostenibles del acuífero desarrolladas hoy día solamente serán percibidas en un par de años, dependiendo de la distancia entre los puntos de observación y la región de extracción. Estudios de escenarios evaluándose los efectos potenciales que cualquier política de intervención pueda tener en el SAG, y por ende en ecosistemas acuáticos superficiales, es un de los posibles productos del proyecto. Asimismo la transferencia de impactos de un país o región a otra es parte de estas metas. El proyecto en su diseño contempla el desarrollo de una red de monitoreo y la difusión de sus resultados vía un sistema de informaciones abierto como herramienta de gestión.

El Cuadro 11 presenta algunas cuestiones pertinentes a la dinámica del SAG.

**Cuadro 11 - Cuestiones sobre la dinámica del SAG consideradas fundamentales para elaboración del ADT**

- La definición de las características y direcciones del sistema de flujo de un acuífero regional como el SAG es fundamental y punto de partida para la gestión compartida. Se requieren estudios mas detallados compatibles con la escala de las acciones de gestión, sean estas regionales o más locales.
- Toda y cualquier política de gestión de agua tiene que llevar en consideración las diferencias entre las distintas zonas, asimismo el aspecto temporal de las relaciones de causa y efecto. Distintas zonas del SAG responderán de distintas maneras a intervenciones de corto/mediano y largo plazo. El efecto del desarrollo de extracciones puede requerir años hasta que se tornen evidentes. Por lo tanto hay una tendencia en subestimar la recolección de datos de campo y análisis necesarios para respaldar la toma de decisiones hasta que dichos efectos ya se hayan materializados.
- El conocimiento del área aflorante y su área de recarga, así como la área confinada son fundamentales. Hay que establecer estrategias para las áreas aflorantes y para las áreas confinadas.





## NIVEL DE EXPLORACIÓN ACTUAL

La explotación actual puede ser considerada modesta cuando es evaluada en términos del SAG como un sistema acuífero regional, pero presenta heterogeneidades importantes en la intensidad y finalidad del uso. Se observa que la compartimentación hidráulica del SAG puede cambiar el escenario de evaluación de uso y modificar el status de una determinada región en cuanto a las extracciones instaladas. Como toda y cualquier hipótesis, necesita evaluación.

No existe un inventario actualizado y completo de pozos en los países. En la época de la preparación del proyecto (CHANG, 2001) se ha recogido datos de aproximadamente 1000 pozos en Brasil, 347 (7 infrabasálticas y 340 en áreas de afloramiento) en Uruguay, 7 perforaciones profundas en Argentina y 200 perforaciones en Paraguay. En Brasil, principalmente en la región sur, se ha desarrollado un proyecto de inventario de pozos en las zonas de ocurrencia del SAG, elevando el número de pozos debidamente inventariados para 1.700 (ver SIAGAS, CPRM). Asimismo los proyectos desarrollados por las universidades a través del Fondo de las Universidades han mejorado sensiblemente el nivel de informaciones en las regiones donde fueron llevados a cabo, destacando las regiones de recarga transfronterizas. Nueve subproyectos académicos han sido financiados a través del Fondo para las Universidades. Cuatro de los subproyectos financiados condujeron sus estudios en las áreas piloto. Sin embargo queda pendiente, principalmente para el caso de Brasil y Paraguay, que el número de las perforaciones conocidas representa un porcentaje bastante pequeño de la cantidad de pozos existentes. En el caso de evaluación de las perforaciones en las formaciones que confinan el SAG (que dependiendo de las relaciones de presión pueden presentar conexión hidráulica con el SAG) el número absoluto y su incertidumbre aumenta considerablemente. La Tabla 2 resume la información existente.

Los caudales de los pozos varían conforme sus características constructivas (diámetro y profundidad) y la capacidad específica de la zona acuífera. La mayoría de los pozos considerados profundos en operación pueden producir en promedio 300 m<sup>3</sup>/h.

Se estima que la producción total de agua subterránea es del orden de 1.000 a 3.000 Mm<sup>3</sup>/año, concentrada principalmente en Brasil. El 80% de ésta se usa para suministro público urbano (500 poblaciones brasileñas son total o parcialmente alimentadas por el SAG), 15% para fines industriales y 5% para usos turísticos en balnearios ('SPAs').

En estudio realizado en Brasil (CHANG, 2001) fue observado el bajo nivel de consumo de agua cuando es comparado a sus recargas a la escala regional. El Estado de São Paulo en





Brasil ha presentado los mayores consumos en relación con la reposición activa. Sin embargo cuando el mismo análisis es llevado a cabo en nivel de sub-regiones / ciudades se observa un escenario mucho más crítico, o sea, hay indicios de sobre-explotación. Para los próximos 25 años, en caso que el consumo se restrinja a las ciudades actuales ya usuarias del SAG, la cantidad explotada podrá ser todavía repuesta por la recarga directa. Lo mismo no ocurrirá en caso que todas las ciudades se vuelvan consumidoras del SAG. En este caso, los estados de PR, MG y SP estarán extrayendo mas agua que la recarga.



**Tabla 2 – Base de informaciones sobre el SAG**

País	Informaciones sobre pozos	Principales usos	Demandas actuales	Estimativas para 2025	Conflictos potenciales
AR	Pozos conocidos - 7 profundos	Uso preponderante para recreación	Extracciones del orden de 3.600m <sup>3</sup> /h sumándose las perforaciones infrabasálticas y someras. De acuerdo a la potencialidad el uso es mínimo.	Mejor conocimiento de las reservas con expansión del uso	Riesgos de salinización de aguas profundas; conflictos potenciales de uso en las zonas termales
BR	Pozos inventariados llegan a 3000 pozos; número absoluto de pozos aun es desconocido. Mayoría de los pozos ubicados en las franjas aflorantes o someras; región oeste del estado de São Paulo con innumerables intendencias abastecidas por el SAG	Predomina uso para la provisión de agua potable a poblaciones (70%), sigue el uso industrial (25%), y el riego y el recreativo (5%),	Extracciones estimadas en 111.000 m <sup>3</sup> /h (30 m <sup>3</sup> /s);	Presión de uso creciente en los próximos años.	Riesgos de contaminación en las zonas aflorantes y franjas someras por inadecuado saneamiento, contaminación difusa de origen agrícola, contaminación puntual industrial. Descensos de niveles e interferencias entre pozos. Errores en la construcción de nuevos pozos.
PY	Aproximadamente 200 pozos conocidos y un gran número de pozos sin registro; 25% de pozos particulares.	Uso concentrado en 9 departamentos orientales; abastecimiento a poblaciones (75%).	La capacidad de extracción instalada de 8.000 m <sup>3</sup> /h (2.2 m <sup>3</sup> /s) entre perforaciones infrabasálticas y aflorantes	Presión de uso se mantendrá creciente en los próximos años.	Problemas relacionados a las características constructivas de las perforaciones; expansión de actividades agrícolas y consecuente contaminación difusa
UY	12 perforaciones infrabasálticas y 340 en áreas de afloramiento	Usos recreativos en los departamentos de Salto y Paysandú; otros 340	Se estima en 2.415 m <sup>3</sup> /h (0,67 m <sup>3</sup> /s) el uso total.	Presión de uso crecerá en forma estable en los próximos 25 años; La	Los conflictos se refieren al uso de agua termal, en particular en torno de la ciudad de Salto.





País	Informaciones sobre pozos	Principales usos	Demandas actuales	Estimativas para 2025	Conflictos potenciales
	con registro	pozos se utilizan para agua potable y riego.		actividad turística utilizará más agua relativamente que las otras actividades	Respecto a la calidad, el problema mayor puede ocurrir en las zonas aflorantes (agrotóxicos-actividades arroceras y forestales). La falta de saneamiento se constituye en riesgo. Forestación puede representar un riesgo, a ser confirmado por investigaciones.

Fuente: CHANG (2001), SANTOS (2001).





En las intendencias más grandes, cuya demanda estimulará la perforación de nuevos pozos, los efectos de sobre-explotación se harán sentir. Los descensos de niveles estáticos y dinámicos serán inevitables a no ser que se introduzcan sistemas de permisos y control de volumen extraídos. La pérdida de caudales en función de interferencias con pozos próximos es una situación bien probable. Factores económicos, como la pérdida de subsidios para energía eléctrica o mismo la posible implementación de la cobranza por el uso de agua subterránea, sin embargo, pueden imponer limitaciones al uso del SAG frenando en parte el furor de las nuevas perforaciones

Se observa de manera general que en el contexto regional la búsqueda por el aprovechamiento y uso de los recursos subterráneos, como alternativa viene creciendo sustantivamente. Entre las razones figuran:

- La percepción de tratarse de un uso sin impactos ambientales;
- El deterioro progresivo de la calidad de los recursos hídricos superficiales y crecientes costos de captación y tratamiento;
- La vulnerabilidad de las reservas superficiales en los períodos de sequía;
- Los avances tecnológicos en los equipos de bombeo que posibilitan la extracción segura de grandes caudales a grandes profundidades;
- Los avances tecnológicos de los métodos de perforación rotativa y rotopneumática con consecuente disminución del costo de perforación y minimización del tiempo de obra;
- La expansión de la oferta de energía eléctrica en el medio rural y muchas veces el subsidio de energía para determinadas actividades productivas;
- La progresiva disminución de costos, reducción de los plazos y riesgos económicos en la construcción y culminación de pozos profundos;
- El mejor conocimiento de la hidrogeología y las reservas.
- Promoción de riego;
- Promoción de turismo termal

Dicha tendencia podría ser fácilmente extraída de algunos bancos de datos nacionales/institucionales (como por ejemplo los censos nacionales, registros de licencias a nuevas perforaciones y de permisos a nuevos pozos, entre otras), donde se constata el aumento en la utilización de las aguas subterráneas tanto en el medio urbano como en el rural. Se trata además de un consenso entre los tomadores de decisión pública y actores técnico científicos; el reflejo se materializa en el número de nuevos pozos que entran en el sistema de licenciamiento y de permisos, y en la gran cobertura de los medios de información que el agua subterránea ha tenido en los últimos meses.

La Figura 33 presenta la ubicación de los pozos perforados en el SAG en territorio brasilero. Note la gran densidad de perforaciones en las regiones de afloramiento del SAG o mismo en zonas donde el SAG se encuentra a pequeñas profundidades, en virtud del costo de una



perforación profunda y del riesgo en no captar agua de calidad. La misma tendencia es observada en la distribución de pozos en los demás países.

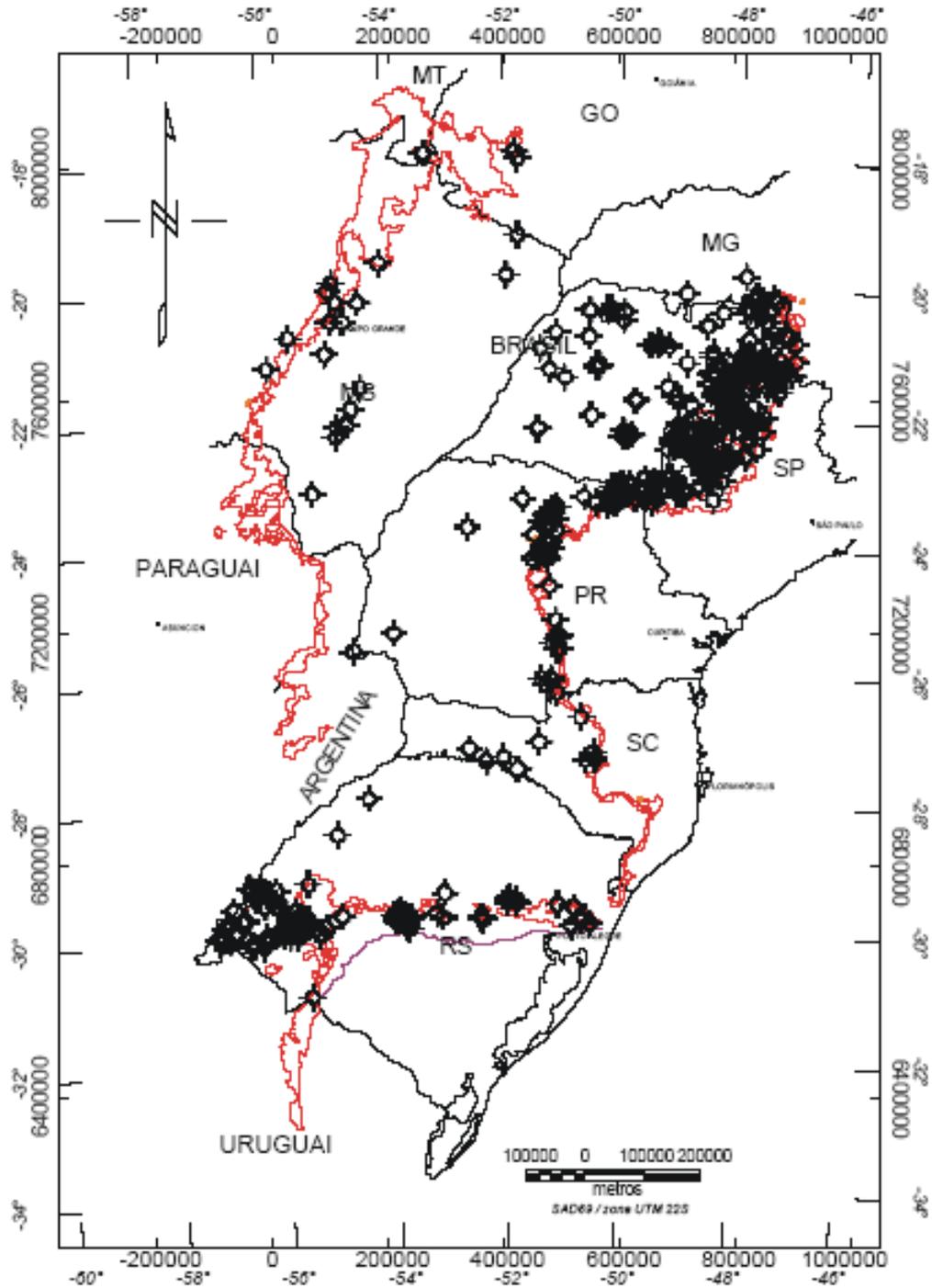


Figura 33 - Ubicación de los pozos perforados en el SAG en Brasil

Fuente: CHANG (2001)





El Cuadro 12 presenta algunas cuestiones fundamentales relacionadas a lo que fue presentado arriba.

### **Cuadro 12 - Cuestiones sobre el nivel de explotación del SAG consideradas fundamentales para elaboración del ADT**

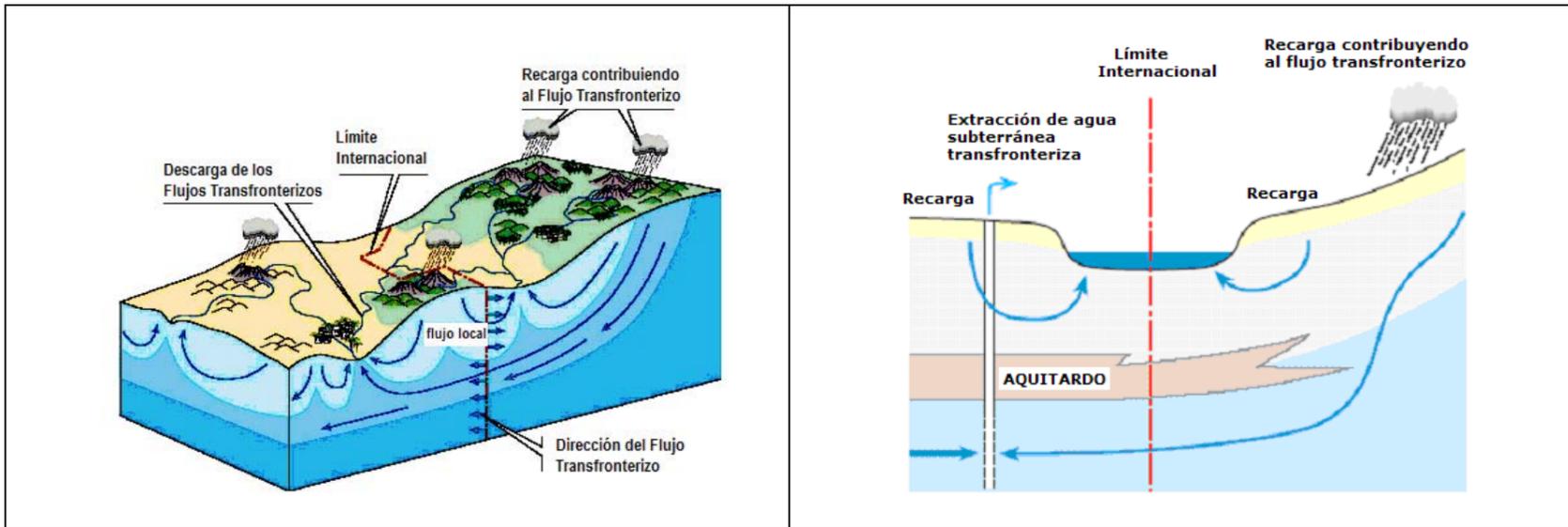
- Siempre hay que reconsiderar el consenso de que todos los volúmenes que sean extraídos del sistema tienen que necesariamente salir de algún sitio y inevitablemente causará algún tipo de cambio en el propio sistema. El agua extraída puede tener su origen en: (i) más agua dentro del sistema (incremento en la recarga); (ii) menos agua dejando el sistema (disminución de la descarga); (iii) remoción de agua del almacenamiento del sistema;

- Existen graves carencias de inventario completo de pozos en los países/ estados/ ciudades. La velocidad de la finalización de nuevos pozos supera la tasa de registro en los catastros vigentes. Como consecuencia existen grandes interrogantes en evaluar los volúmenes reales extraídos y su dispersión espacial.

- Las consecuencias resultantes de la continuada extracción de agua subterránea de un sistema acuífero tienen que ser llevadas en consideración por los actores involucrados y la sociedad y los límites de tolerancia de dichas consecuencias evaluados y determinados. Hay variables que tienen que ser consideradas del punto de vista económico.

### **FRONTERAS POLÍTICO ADMINISTRATIVAS Y AGUA SUBTERRÁNEA**

El aspecto principal de una condición transfronteriza es la intersección de flujos naturales de agua subterránea en el ámbito de un sistema acuífero con un límite internacional, de manera que el agua se transfiera de un lado de la frontera al otro, conforme presentado en la Figura 34. En un caso bastante simplificado este sistema puede tener toda su recarga en un lado mientras la descarga sea toda del otro lado. Otra situación presentada por la misma Figura dice respecto a los distintos tipos de flujo, locales y regionales, siendo el local controlado por aspectos físicos y geográficos como la topografía, mientras el regional mucho más por la geometría del acuífero.



**Figura 34 – Ejemplos de transferencias transfronterizas del agua subterránea**

Fuente: Extraído y modificado de IHP-VI (2001)





En realidad las situaciones son mucho más complejas y del punto de vista hidrogeológico los flujos que atraviesan los límites internacionales solamente pueden ser determinados a través de la observación y análisis de registros consistentes (en este caso parámetros hidráulicos). Mismo en el caso de que los límites internacionales coincidan con cuerpos de agua superficial (ríos por ejemplo), los acuíferos subyacentes no necesariamente reflejan una equilibrada transferencia de agua subterránea de un lado al otro. Obviamente la cuestión transfronteriza no solamente aporta respecto a la geometría del acuífero y su dinámica, pero también a cuestiones institucionales, legales, económicas y sociales. Se necesita reconocer la existencia de presiones socio-económicas potencialmente inductoras de extracciones de agua subterránea y si dichas extracciones en escenarios actual y futuro representan algún tipo de impacto o situación de desarrollo no sostenible en su comprensión más amplia. El Cuadro 13 presenta algunas cuestiones pertinentes.

### **Cuadro 13 - Cuestiones fronterizas consideradas fundamentales para elaboración del ADT**

<p>¿Cuales son los posibles problemas transfronterizos que pueden ser creados o amplificados por el uso del agua del SAG?</p> <p>¿Al contrario, qué oportunidad ofrece el uso sostenible del SAG para la solución de los problemas transfronterizos actuales o potenciales?</p> <p>¿Cuales son los posibles problemas para la explotación sostenible del agua del SAG que pueden ser creados o amplificados por los problemas o por el tipo de ocupación transfronteriza?</p> <p>¿Al contrario, de qué manera las instituciones creadas para tratar las cuestiones transfronterizas podrán ofrecer una oportunidad para el uso sostenible del SAG?</p>
--

### **CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA DE ALGUNAS ÁREAS DEL SAG Y LOS CORRESPONDENTES PROYECTOS DEL PSAG**

El Cuadro 14 presenta una conceptualización teórica acerca de posibles situaciones hidrogeológica críticas del SAG. El Anexo 4 detalla los Proyectos Piloto. Finalmente, el Cuadro 15 caracteriza la hidrogeología de las zonas de frontera del SAG e identifican los correspondientes proyectos del PSAG allí localizados.





**Cuadro 14 – Tipología de las posibles situaciones de flujo en zonas transfronterizas**

Fronteras y Flujos Subterráneos	Zonas Hidrogeológicas	Aspectos principales	Información requerida
Fronteras con conexión hidráulica del SAG	Zona de recarga	> vulnerabilidad, tendencia de mayor número de pozos, descensos freáticos	Evaluación del balance hídrico, modelación de las extracciones y descensos freáticos en el tiempo y espacio Situación intermedia
	Zona de tránsito Zona de descarga	< vulnerabilidad; posibilidad de inversión de flujo Vulnerabilidad relacionada a la manutención de cuerpos hídricos superficiales o cargas de acuíferos más superficiales	Evaluación de la magnitud de las descargas, grado de conexión con cuerpos superficiales,
Fronteras sin conexión hidráulica del SAG	Zonas de borde de cuenca hidrogeológica, sin flujo transfronterizo	Situación que depende del grado de compartimentación del SAG. Puede ser una zona de recarga o descarga de vulnerabilidad variada. Tiene relevancia a nivel nacional. No tiene importancia en nivel de flujo transfronterizo.	

Fuente: elaborado por Kirchheim especialmente para este informe.

#### DESAFÍOS DE LA GESTIÓN EN LA PRÁCTICA – HACIA EL ADT

La preparación del PSAG constituyó una versión preliminar del Análisis Diagnostico Transfronterizo (ADT) y sus principales conclusiones, que se han venido corroborando en la medida que se avanza, son presentados en el Cuadro 16. Como consecuencias de los análisis fue preparado el Cuadro 17 que resume las necesidades de gestión del SAG y los niveles apropiados para su resolución.





**Cuadro 15 - Tabla general de caracterización hidrogeológica de las zonas de frontera y de los correspondientes proyectos del PSAG**

Hidrogeología	Países y provincias/ departamentos	Actividades del Proyecto
Área de tránsito y descarga, relación con Río Uruguay todavía no definida, potencial hidrotermal en pleno desarrollo principalmente en los departamentos de Salto y Paysandú (UY), y la provincia de Entre Ríos (AR)	AR: Provincia de Entre Ríos; UY: Departamento de Paysandú y Salto	Proyecto: Investigación geofísica de la estructura geológica de la cuenca Chaco-Paranaense, en un área centrada en las ciudades Salto (UY) y Concordia (AR) (17) UR (UY); UTN (AR); UNAM (MX); Proyecto: Desarrollo metodológico para la evaluación de la recarga y la vulnerabilidad del Sistema Acuífero Guaraní en Argentina y Uruguay (12) - UNL (AR); DINAMA. (UY); INA. (AR); IHLLA (AR) Proyecto: Por qué proteger al SAG; Proyecto: Talleres para actores sociales. Área termal litoral; Proyecto: Movete por el ambiente; Proyecto: Comunicación, difusión y sensibilización de la sociedad civil en el área del SAG; Proyecto: Capacitación docente y educación: Acuífero Guaraní.
Zona de acuífero confinado; relación con acuíferos fracturados basálticos; relación con Río Uruguay todavía no definida; potencial hidrotermal; compartimentación del SAG	AR: Provincia de Corrientes y Provincia de Misiones; BR: Estado do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná	Proyecto: Estudio do movimento das águas subterrâneas do sistema Aquífero Guaraní (SAG) através de isótopos, no Paraná, São Paulo e no Uruguai (16) – UFPR (BR). UR (UY); USP (BR) Proyecto: El poder de la comunicación por el agua; Proyecto: El Acuífero Guaraní va a la escuela: estrategia de participación ciudadana y educación ambiental; Proyecto: Potenciales usos industriales sostenibles del Acuífero Guaraní en la provincia de Misiones. Su análisis y difusión
Amplia región de afloramientos y recarga del SAG; importante polo agrícola con intenso uso de agroquímicos	AR: Provincia de Misiones, Corrientes, Chaco y Formosa; PY: Departamentos de Neembucú, Misiones, Itapúa y Alto Paraná	Proyecto Piloto de Itapúa Campaña de Educación Ambiental – SAG; Proyecto: Difusión y concientización de las implicancias ambientales del manejo irracional del SAG en la región oriental del Paraguay; Proyecto: Educación ambiental de líderes para el uso racional de las aguas del SAG en los Dept. de Itapúa y Caazapá del Paraguay; Proyecto Piloto de Promoción y Educación Ambiental del SAG en los distritos de Itakyry y Minga Porá; Proyecto: El poder de la comunicación por el agua; El acuífero guara-





Hidrogeología	Países y provincias/ departamentos	Actividades del Proyecto
<p>Franja de afloramiento en la región de Rivera-Santana do Livramento con recarga del SAG.</p> <p>Zona de tránsito y acuífero confinado para oeste cerca de Artigas-Quaraí; falta de saneamiento y uso de agroquímicos</p> <p>Zona de afloramiento y recarga del SAG, polo agrícola con gran utilización de agroquímicos</p>	<p>BR: Estado do Rio Grande do Sul;          UY: Departamento de Rivera y Artigas.</p> <p>BR: Estado do Paraná y Mato Grosso do Sul          PY: Departamento de Itapúa, Alto Paraná y Canindeyu</p>	<p>ni va a la escuela: estrategia de participación ciudadana y educación ambiental;</p> <p>Proyecto: Potenciales usos industriales sostenibles del Acuífero Guaraní en la provincia de Misiones. Su análisis y difusión</p> <p>Proyecto Piloto Rivera-Santana</p> <p>Proyecto: Vulnerabilidad y riesgo hidrogeológico del Sistema Acuífero Guaraní en el área aflorante de Rivera, Uruguay (28) UR (UY); UBA (AR);</p> <p>Proyecto: Caracterización de áreas de recarga y descarga del SAG en Rivera - Livramento y Quaraí - Artigas. Estudio de vulnerabilidad en el área de influencia de Artigas – Quaraí(10 - UFSM (BR) UR (UY)</p> <p>Proyecto: Comunicación, difusión y sensibilización a la sociedad civil en el área del SAG; Proyecto: Minuto agua; Capacitación docente y educación: Acuífero Guaraní</p> <p>Proyecto: Difusión y concientización de las implicancias ambientales del manejo irracional del SAG en la región oriental del Paraguay;</p> <p>Proyecto: Mbaracayú: una gota de vida, una gota de esperanza para el Acuífero Guaraní</p>





### **Cuadro 16 – Aspectos del SAG que interesan al ADT**

- El PSAG es de naturaleza 'preventiva' ya que no existen conflictos que resolver, pero sí se prevén grandes beneficios potenciales de la cooperación entre los países, principalmente en lo que se refiere a un futuro uso sustentable;
- En general, los problemas son principalmente locales que atañen a dos países, por lo que pueden resolverse mediante acuerdos y acciones a un nivel consistente con su extensión;
- Los efectos transfronterizos potenciales podrían crecer de una escala local hasta el ámbito de cuenca sólo en la medida en que se dieran cambios extensivos en el uso agrícola del suelo y bajo una cierta combinación de condiciones hidrogeológicas;
- La importancia de las aguas subterráneas del SAG hacia el desarrollo social-económico determina la necesidad de fortalecer a los organismos públicos responsables por la gestión y capacitarlos técnica y administrativamente;
- En este sentido se necesita abordar: (a) la eficacia de los arreglos institucionales actuales en el ámbito de campo, (b) la capacidad de las agencias reguladoras de ambiente y recursos hídricos para tomar medidas preventivas en lugar de solamente reaccionar ante conflictos y demandas, y (c) el nivel de participación entre las diversas organizaciones sectoriales de usuarios sobre el uso y los riesgos del agua subterránea.
- Hay igualmente necesidad de considerar las disposiciones jurídicas para la gestión y protección del agua subterránea – en las diversas naciones/provincias/estados del Guaraní, así como sus fortalezas y debilidades de implementación, en relación con la protección actual y futura del Guaraní



**Cuadro 17 – Marco de las necesidades de gestión del SAG**

Tipología	Situaciones con efectos transfronterizos locales en áreas piloto	Situaciones potenciales con efectos transfronterizos regionales
<p>I – Protección del SAG frente a la contaminación y aspectos relacionados a cantidades</p> <p>II – Uso del agua subterránea y recursos geotermiales</p> <p>III – Gestión sostenible del SAG</p>	<p>1 - Contaminación de los pozos de agua potable por el saneamiento inadecuado y el uso no planificado del suelo (<i>PP R-P y PP R-S</i>)</p> <p>2 - Impactos en los humedales (principalmente los Esteros de Ibera (AR) y Niembucú (PY), así como del Río Uruguay, respectivamente) y reducción del flujo base de los ríos como posible consecuencia de explotación potencial intensiva del agua subterránea para el riego agrícola (<i>PSAG Componente 1</i>)</p> <p>3 - Impactos en la calidad y tasa de recarga del acuífero como resultado de cambios extensivos en el uso del suelo agrícola así como en los tipos y sistemas de cultivo (<i>PP IT</i>)</p> <p>4 - Impactos en el balance hídrico del consumo de agua ocasionado por la forestación y su efecto en la recarga (<i>PSAG Comp. 1</i>)</p> <p>5 - Salinización causada por pozos profundos no sellados, de los cuales no se sabe si están en el SAG (<i>PP C-S</i>)</p> <p>6 - Reducción del artesianismo y geotermalismo del acuífero a causa de la explotación no controlada de los pozos geotérmicos (<i>PP C-S</i>)</p>	<p>7 - Crecimiento de los impactos a una mayor escala si se favoreciera el uso intensivo del suelo y/o el recurso hídrico subterráneo, considerando a) el papel ecológico actual de la descarga del acuífero y b) la continuidad hidráulica del sistema acuífero en las zonas correspondientes (<i>PSAG Comp. 1</i>)</p>

Fuente: Basado en FOSTER; KEMPER; GARDUÑO (2004)





## 10. ANEXO 4 - GESTIÓN EN LA PRÁCTICA: EL PAPEL DE LOS PROYECTOS PILOTO

En el PSAG se identificaron y diseñaron 4 proyectos piloto para la gestión del agua subterránea, con el objetivo de identificar y promover acuerdos locales y acciones sobre 'problemas tipo' específicos de la gestión y protección del agua subterránea en el SAG. Dos proyectos son de carácter transfronterizo mientras que otros dos se restringen a un solo país y estado. Las informaciones sobre los proyectos son presentadas a continuación, resumidas de FOSTER; KEMPER; GARDUÑO (2004).

### **Proyecto-piloto Concordia (AR) / Salto(UY)**

Este proyecto-piloto es transfronterizo y tiene como énfasis el análisis de la gestión del AG en una zona que es explotado el geotermalismo. Sus características son identificadas en el Cuadro 18.

**Cuadro 18 – Proyecto-piloto Concordia (AR) / Salto(UY)**

Tema	Información
Diagnóstico General de la Zona	Ocupa área de 500km <sup>2</sup> en ambas vertientes del Río Uruguay que forma la frontera internacional entre Argentina y Uruguay; abarca la zona más poblada de la región fronteriza con alrededor de 200.000 habitantes, repartidos en forma aproximadamente igual en cada lado de la frontera; El SAG se encuentra debajo de 800 a 1.000m de coladas basálticas y su agua subterránea presenta surgencia y marcado potencial geotérmico (temperaturas de 36 a 48°C). El rendimiento de los pozos geotérmicos es de 100 a 300m <sup>3</sup> /h, con profundidades de perforación de hasta 1.500m. La principal fuente de ingresos en el área es el turismo y la producción citrícola y hortícola.
Condiciones de Uso	Salto (Uruguay) es el área termal de balneario turístico más desarrollado en el MERCOSUR; Concordia recientemente inició su primer complejo de desarrollo turístico termal; el SAG no constituye una fuente significativa de agua potable, pues el suministro se hace a partir de potabilizadoras que se abastecen del Río Uruguay y se complementa con algunos pozos someros de otros acuíferos. Los arreglos institucionales actuales para la gestión del agua son armónicos en cada lado de la frontera
Impactos reales y potenciales	Interferencia hidráulica entre pozos vecinos (a la fecha ya existen ocho pozos geotérmicos en una zona relativamente restringida), lo que podría reducir las surgencias y también la temperatura del agua subterránea. Necesidad de evaluar si hay riesgo de salinización en las obras ejecutadas o a ejecutar. Necesidad de evaluar si hay riesgo de salinización proveniente del sur-sureste del SAG donde existen acuíferos (no comprobadamente el SAG) que contienen agua termal con elevada salinidad de origen natural. Muchos de los balnearios termales no cuentan aún con gestión adecuada de la demanda y del uso del agua.
Acciones	Desarrollar y diseminar en la comunidad prácticas de gestión más eficientes del





Tema	Información
de Gestión	uso del agua geotérmica, que incluyan su uso eficiente, el reuso y depósito final seguro de efluentes. Desarrollar la capacidad para la gestión de los recursos hídrico y geotérmico - aplicar buenos criterios estandarizados de diseño, construcción y operación de pozos termales. Reforzar el Comité Transfronterizo del Piloto Concordia-Salto.

Los resultados esperados y las herramientas de gestión correspondientes para el área de este proyecto piloto son presentados en el Cuadro 19. La Figura 35 presenta esquemáticamente una interpretación de la hidrogeología regional.

#### Cuadro 19 – Resultados esperados del Proyecto-piloto Concordia-Salto

Resultados esperados	Herramientas de gestión por desarrollar
Gestión Coordinada del Recurso de Agua Subterránea: - resolver conflictos - preservar el flujo artesiano - conservar la temperatura del agua - evitar la salinización, mediante el taponamiento de los pozos con alta salinización; Optimación de los Beneficios Socioeconómicos y Ambientales para el Uso de los Recursos Hidrogeotérmicos; Evaluar la implementación de un polo turístico binacional basado en el uso de aguas termales.	- Bases detalladas de datos hidrogeológicos locales, así como mapas accesibles a través del nodo local del sistema de información geográfica del acuífero (SISAG); - Modelos conceptual y numérico del acuífero adecuados para evaluar escenarios de gestión del recurso; - Diagnóstico del potencial geotérmico transfronterizo; sistema para la gestión coordinada del acuífero con reglas acordadas para el espaciamiento, diseño, construcción y operación de pozos y para el uso del agua; - Mecanismo institucional de consulta y acuerdo sobre las propuestas de desarrollo futuro del recurso y de las medidas de protección; - Red coordinada para monitorear e intercambiar información sobre el nivel, temperatura, calidad y uso del agua subterránea.



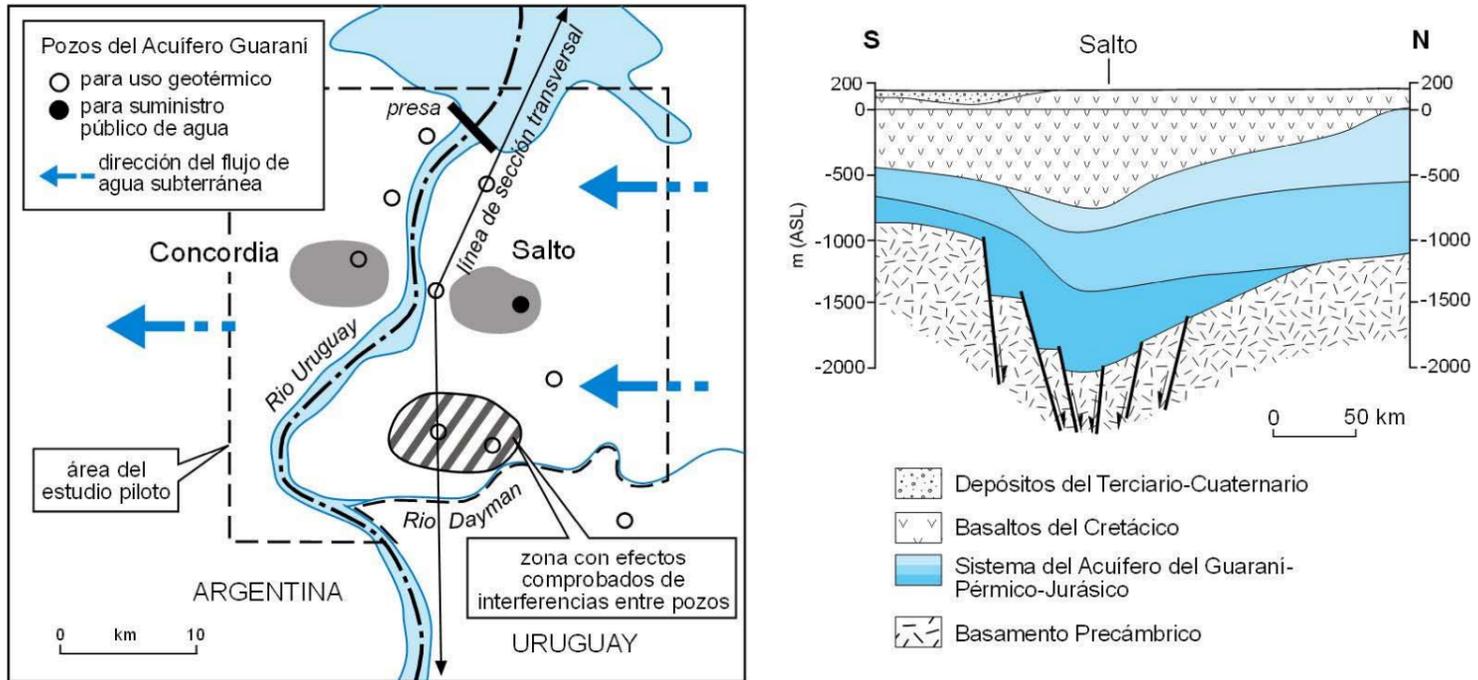


Figura 35 - Mapa hidrogeológico esquemático y sección transversal del área del Proyecto Piloto de Concordia-Salto





### **Proyecto-piloto Rivera (UY) – Santana do Livramento (BR)**

Este es otro proyecto-piloto transfronterizo y tiene sus características identificadas en el Cuadro 20.

**Cuadro 20 – Proyecto-piloto Rivera (UY) / Santana do Livramento (BR)**

Tema	Información
Diagnóstico General de la Zona	Comprende un área de 750 km <sup>2</sup> montado sobre la frontera entre Uruguay (Departamento de Rivera) y Brasil (Estado de RS), Las ciudades de Rivera y Santana do Livramento tienen una población conjunta de 200.000 habitantes; crecimiento rápido, y que viven e interactúan casi como una sola ciudad; principal actividad económica se basa en la agricultura (ganado y ovejas, producción de carne y pieles, uvas, arroz, maíz y cada vez más soja), y además en el lado uruguayo hay producción forestal y de madera.
Condiciones de Uso	El SAG principal fuente de suministro de agua con cerca de 170 pozos (OSE) en Rivera y (DAE) en Santana do Livramento. Estos pozos abastecen hasta 5,1 y 8,7 Mm <sup>3</sup> /año aproximadamente, lo que representa alrededor del 70% y 100% del total del suministro público, respectivamente.
Impactos reales y potenciales	La cobertura de la red de suministro de agua superior a 95%; red de alcantarillado limitada - 30% en Rivera y 40% en Santana do Livramento; carga sustancial de aguas negras a un acuífero de relativa alta vulnerabilidad a la contaminación, ya sea en forma directa de los pozos negros o indirecta a partir de corrientes contaminadas; tiraderos sin control de desechos sólidos municipales; la infiltración al suelo de una variedad de efluentes industriales y la existencia de varias gasolineras con mantenimiento deficiente, representan amenazas adicionales a la calidad del agua subterránea.
Acciones de Gestión	Reforzar la Comisión Transfronteriza del Acuífero Guaraní (COTRAGUA), con representantes usuarios locales de cada país (oficinas gubernamentales locales, empresas de agua, perforistas de pozos, varias ONG, y organismos relacionados con la agricultura, la hidrología y la salud pública). Establecer zonas o perímetros de protección para las fuentes más importantes de suministro público de agua por medio del ordenamiento adecuado del uso del suelo (tanto urbano como rural), con el fin de asegurar su sostenibilidad y de proteger las inversiones realizadas en las fuentes mismas y en la infraestructura asociada.

Para los propósitos de este proyecto se requiere desarrollar varias herramientas específicas de gestión conforme Cuadro 21. La Figura 36 presenta esquemáticamente una interpretación de la hidrogeología regional.





### Cuadro 21 – Resultados esperados del Proyecto Rivera – Santana do Livramento

Resultados esperados	Herramientas de gestión por desarrollar
<p>Gestión coordinada del recurso agua subterránea para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-- resolver conflictos</li> <li>-- evitar la contaminación del agua subterránea</li> <li>-- proteger las fuentes de suministro público de agua</li> <li>-- controlar la interferencia hidráulica</li> </ul> <p>Movilizar inversiones para un plan de acción conjunto para mejorar el saneamiento urbano y el ordenamiento territorial</p> <p>Producción de agua subterránea para suministro público concentrado en campos de pozos protegidos de la expansión urbana indiscriminada y de las prácticas intensivas de agricultura</p> <p>Optimización de los beneficios socioeconómicos y ambientales derivados del uso sostenible de los recursos de agua subterránea</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bases detalladas de datos hidrogeológicos locales y mapas accesibles a través del nodo local del sistema de información geográfica del acuífero (SISAG)</li> <li>- Modelos conceptual y numérico del acuífero adecuados para evaluar escenarios de gestión del recurso y definir zonas de protección</li> <li>- Estudio para el diagnóstico de los asuntos transfronterizos del agua subterránea, como son los efectos de interferencia hidráulica y el origen y transporte de la contaminación</li> <li>- Sistema para la gestión coordinada del acuífero con reglas acordadas para el ordenamiento territorial, las áreas de protección de cabezales de pozos, y el espaciamiento, diseño, construcción y operación de pozos</li> <li>- Mecanismo institucional de consulta y acuerdo sobre las propuestas de desarrollo futuro del recurso y las medidas de protección</li> <li>- Plan conjunto de acción con mejoras prioritarias de la cobertura de alcantarillado y el depósito final del agua residual</li> <li>- Red coordinada para monitorear el nivel, temperatura, calidad y uso del agua subterránea, así como el establecimiento de un sistema conjunto de información</li> </ul>



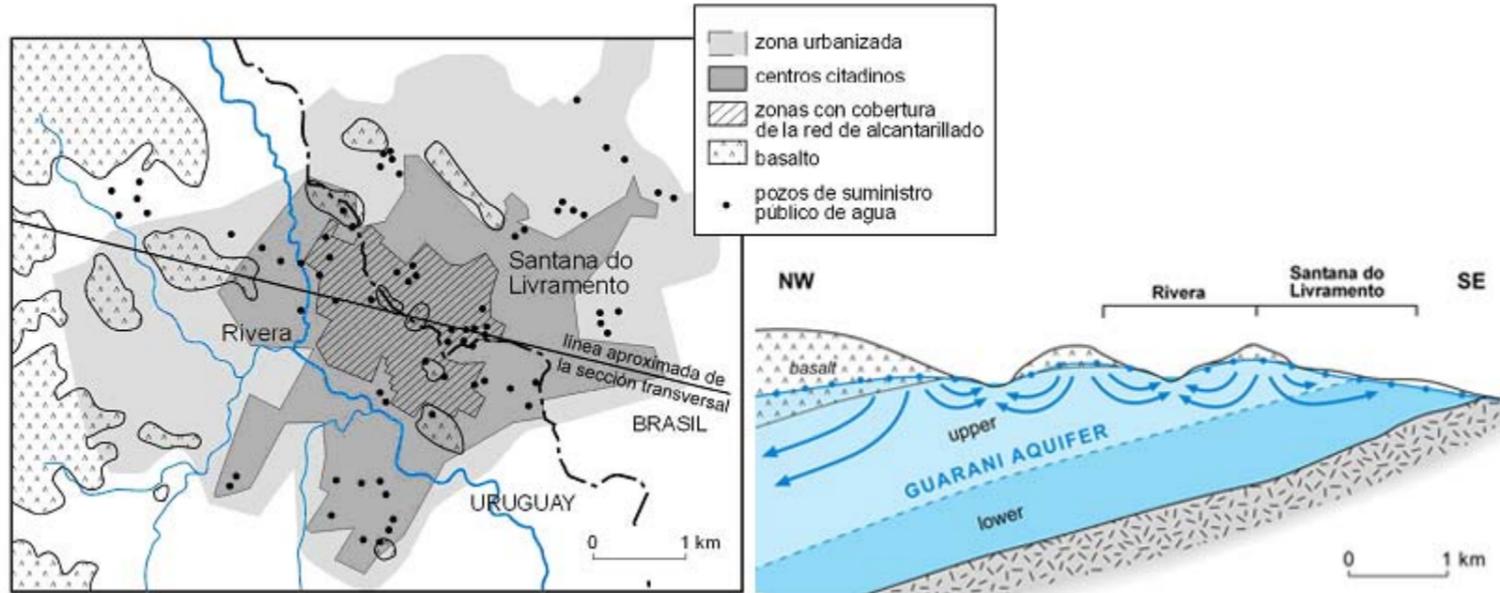


Figura 36 - Mapa esquemático de la infraestructura de agua y sección hidrogeológica esquemática del área del Proyecto Piloto de Rivera – Santana do Livramento mostrando probable régimen del caudal subterráneo antes del desarrollo de la infraestructura





### **Proyecto-Piloto Itapúa (PY)**

Este es un proyecto-piloto desarrollado solo en Paraguay y estudia los impactos de la intensificación del riego en el SAG. El Cuadro 22 presenta sus características.

**Cuadro 22 – Proyecto-Piloto Itapúa**

Tema	Información
Diagnóstico General de la Zona	El proyecto piloto del Departamento de Itapúa (DI) involucra predominantemente zonas agrícolas y ganaderas en 800 km <sup>2</sup> del extremo sureste de Paraguay, y abarca los distritos de Bella Vista, Jesús, Trinidad, Hohenau y Obligado.
Condiciones de Uso	Cerca de 50 pozos registrados por SENASA, e inspeccionados por el proyecto en curso de asistencia técnica alemana junto con la Secretaria del Ambiente (SEAM). La profundidad de estos pozos varía entre 70 y 120 m aunque llega a los 300 m. Unos cuantos de los pozos más someros muestran signos de contaminación incipiente por nitratos.
Impactos reales y potenciales	Impacto potencial depende de la evolución socioeconómica y agrícola/ riego de la zona; Inadecuado uso del suelo y falta de ordenamiento; Uso inadecuado de insumos agrícolas;
Acciones de Gestión	Predecir las tendencias futuras e identificar las necesidades de acciones de gestión para asegurar el desarrollo sostenible del recurso de agua subterránea y proteger al medio ambiente; establecer el potencial del SAG para sostener la agricultura de riego; evaluar el efecto de la deforestación sobre la recarga del SAG y su transformación en zona de pastoreo donde se aplican grandes cantidades de fertilizantes y de pesticidas; La importancia relativa de estos ‘procesos de desarrollo’ en áreas con suelos de diferentes características, con efectos más contrastantes entre las zonas de afloramientos de areniscas y las de basaltos La vulnerabilidad relativa a la contaminación del SAG en las zonas debajo del afloramiento, con capas de areniscas de espesor variable. Modelo integral de desarrollo sostenible del recurso agua subterránea y uso del suelo para los gobiernos provinciales y los diversos municipios que conforman el área.

### **Proyecto-piloto Ribeirão Preto (BR)**

Este proyecto, como el anterior, es ejecutado solo en un país: en este caso, el Brasil. Estudia los impactos del uso del agua del SAG en una región urbana con alta tasa de explotación. El Cuadro 23 presenta sus características y la Figura 37 presenta esquemáticamente la hidrogeología regional.





### Cuadro 23 - Proyecto-Piloto Ribeirão Preto

Tema	Información
Diagnóstico General de la Zona	Población de 505.000 habitantes; Comprende un área de 651 km <sup>2</sup> , que incluye 137 km <sup>2</sup> del afloramiento del acuífero Guaraní; productividad agrícola importante; importante centro industrial y amplia variedad de emprendimientos manufactureros muy activos.
Condiciones de Uso	SAG es explotado con más de 1.000 pozos. El DAERP (Departamento de Aguas e Esgotos) tiene 97 en operación muy activa con una producción de cerca de 3.700 l/s y una producción actual estimada en 65 Mm <sup>3</sup> /año. incertidumbre sobre la cantidad real de agua subterránea extraída- se estima que ha crecido de 45 Mm <sup>3</sup> /año en 1976 a 96 Mm <sup>3</sup> /año en 1996.
Impactos reales y potenciales	Disminución del nivel freático (de 15 a 25m) ha reducido y, de hecho, prácticamente ha eliminado la descarga natural a las corrientes superficiales de agua (reemplazándolas casi totalmente con descargas de aguas residuales) - algunos cursos de agua que antes eran efluentes son ahora afluentes, lo cual incrementa el riesgo de contaminar el agua subterránea; extracción excede la recarga actual del acuífero; incremento de los costos de operación del suministro del agua potable; disminución de la productividad de los pozos; pérdida del confinamiento del agua subterránea en algunos pozos.
Acciones de Gestión	- promover la planificación del uso del suelo en la zona de recarga del Acuífero Guaraní, de forma congruente con su función principal como fuente de suministro de agua potable municipal de bajo costo y alta calidad (mapas de vulnerabilidad del acuífero, delimitación de áreas de protección de la fuente de abastecimiento de agua subterránea); - evaluar los riesgos que representan para el agua subterránea las actividades de saneamiento, industriales y agrícolas, así como promover acciones para manejar aquellos que resulten significativos y probados; - es preciso identificar medidas para disminuir la demanda por agua en 20-30% y poder reducir la presión sobre el recurso de agua subterránea, así como también definir un valor mínimo sensato para la extensión de suelo que se debe proteger en beneficio del suministro de agua municipal potable; - considerar el desarrollo de la capacidad municipal para producir agua subterránea en las zonas confinadas que son las más protegidas, por una parte para reemplazar las fuentes con riesgo elevado de contaminación y, por otra, para atender la creciente demanda de agua; - desarrollo de modelo numérico como una herramienta rigurosa para integrar todos los datos existentes, identificar necesidades clave de investigación y monitoreo, evaluar posibles escenarios de explotación y gestión, y facilitar el diálogo entre grupos interesados y autoridades.



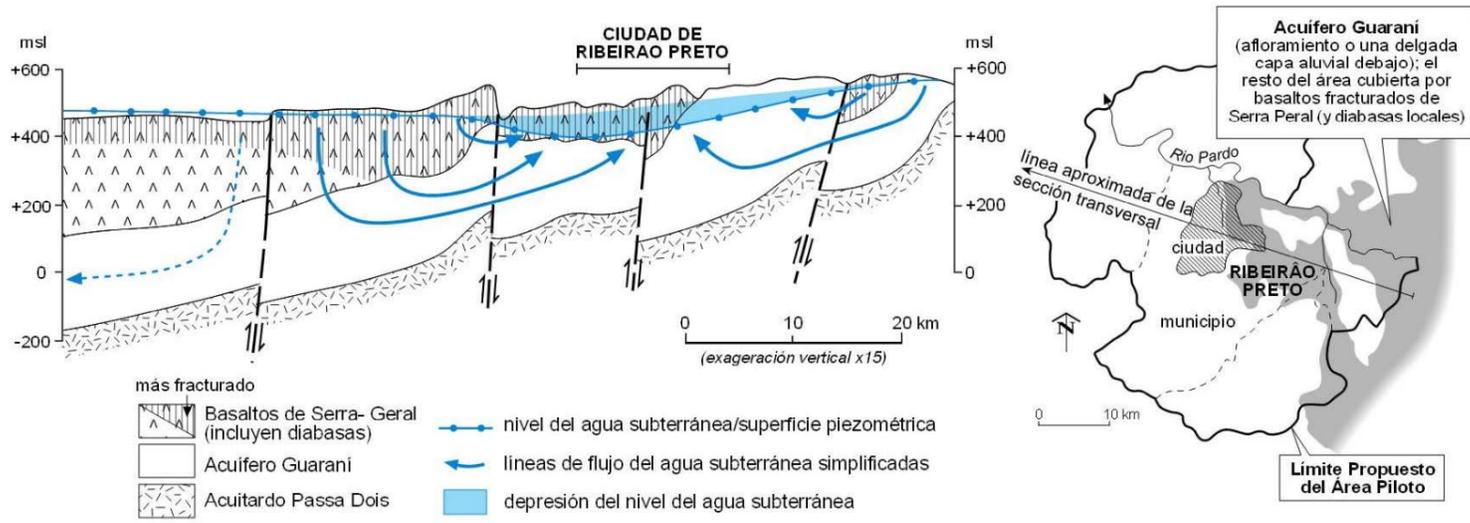


Figura 37 - Esquema hidrogeológico y sección del área del Proyecto Piloto de Ribeirão Preto





## 11. REFERENCIAS

AMORE, L.; VARGAS, F. P. H.; OLIVEIRA, W. A. O Mapa Esquemático do Sistema Aqüífero Guaraní: como contribuição à gestão. IN: Anales del II Simposio Paraguayo de Geología y III Simposio Paraguayo de Aguas Subterráneas y Perforación de Pozos. Asunción, Paraguay. [CD-Room], 2001.

ANA/GEF/PNUMA/OEA. Diagnóstico Analítico del Pantanal y Cuenca del Alto Paraguay. Resumen Ejecutivo. 103 p. 2003.

ARAÚJO, L.M. FRANCIA, A.B. Y POTTER, P.E. Acuífero Gigante del Mercosur en Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay: Mapas hidrogeológicos de las formaciones Botucatu, Pirambóia, Rosário do Sul, Buena Vista, Misiones y Tacuarembó. UFPR y Petrobrás, Curitiba, Paraná - Brasil. 1995.

BEWERS, J. M, UITTO, J. I. International Waters Program Study – Final Report. Global Environment Facility 52p. (mimeo). (s/f)

BORGHETTI, N. R. B., BORGHETTI, J. R. y ROSA FILHO, E. F. Aquifero Guaraní: A verdadeira Integração dos Países do Mercosul. 2004

BRASIL, ORGANIZAÇÃO DOS ESTADOS AMERICANOS. Proposta de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do rio São Francisco: Programa de Ações Estratégicas para o Gerenciamento Integrado da Bacia do rio São Francisco e de sua Zona Costeira – PAE: GEF São Francisco; Relatório Final, 336 p. 2004.

BRASIL. SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS DO MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. Mapa Esquemático do Sistema Aqüífero Guaraní. In: Secretaria-Geral do Projeto de Proteção e Desenvolvimento Sustentável do Sistema Aqüífero Guaraní. [\[http://www.sg-guarani.org/index/site/sistema\\_acuifero/sa001.php\]](http://www.sg-guarani.org/index/site/sistema_acuifero/sa001.php), 2001.

CHANG, H. K., Atividade 3b- Uso atual e potencial do aquífero Guaraní – Brasil , Consultoria para la Preparación del PAD, 2001.

COMISIÓN BINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA ALTA CUENCA DEL RÍO BERMEJO Y GRANDE DE TARIJA, OEA, PNUMA, GEF. Programa Estratégico de Acción para la Cuenca Binacional del Río Bermejo. 94p. Dirección virtual: <http://www.cbbermejo.org.ar/docs.htm>. 2000





COMITÉ INTERGUBERNAMENTAL DE LA CUENCA DEL PLATA – CIC-PLATA.  
Programa Marco para la Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata en relación con los Efectos Hidrológicos de la Variabilidad y el Cambio Climático. Análisis Diagnóstico Transfronterizo. Informe Final de consultoría. 2005.

COMPANHIA DE PESQUISAS DE RECURSOS MINERAIS, Sistema de Informação de Águas Subterrâneas.  
<http://siagas.cprm.gov.br/wellshow/indice.asp?w=1280&h=768&info=1>

DUDA, A. Monitorig and evaluation Indicators for GEF International Water Projects, Monitoring and Evaluation Working paper 10, GEF. 11p. 2002.

ENSSLIN, L.; MONTIBELLER NETO, G.; NORONHA, S. M. Apoio à decisão: metodologias para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas. Editora Insular, Florianópolis, 2001.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AND SUSTAINABLE INTEGRATED WATER MANAGEMENT OF THE GUARANÍ ACUÍFERO. Global Environmental Facility. Proposal for Project Development Funds (PDF) Block B Grant OAS-WB-GEF – UNPP's of Argentina, Brazil, Paraguay and Uruguay. 2000.

FONDO DE UNIVERSIDADES - Proyecto de Investigación geofísica de la estructura geológica de la cuenca Chaco-Paranense, en un área centrada en las ciudades Salto (Uruguay) y Concordia (Argentina), Universidad de la República Oriental del Uruguay, Universidad Tecnológica Nacional y Universidad Nacional Autónoma de México, 2005.

FOSTER, S.; KEMPER, K.; GARDUÑO, H. GW-Mate. Colección de casos esquemáticos. 9. Iniciativa para la Gestión Transfronteriza del Agua Subterráneo del Acuífero Guaraní. GW-Mate, Banco Mundial: 2004.

FOSTER, S.; TUINHOF, A.; KEMPER, K.; GARDUÑO, H.; NANNI, M. Characterization of Groundwater Systems: key concepts and frequent misconceptions. GWMATE Briefing Note 2. World Bank, 2003

GLOBAL ENVIRONMENTAL FACILITY - GEF - Programa Operacional no. 8 – Masas de Agua. Informe disponible en la dirección virtual [http://www.thegef.org/Spanish/OP\\_Spanish/op\\_spanish.html](http://www.thegef.org/Spanish/OP_Spanish/op_spanish.html), obtenido en 15/01/2006.





GONZALEZ, P. La formulación del Programa Estratégico de Acción (PEA) y el Análisis Diagnóstico Transfronterizo (ADT). La metodología del Fondo para el Medio Ambiente Mundial en sus programas operacionales de Aguas Internacionales. 12p. 2004.

IG/CETESB/DAEE - SMA y SRHSO. Mapeamiento de Vulnerabilidad y Riesgo de Polución de las Aguas Subterráneas en el Estado de San Pablo Volumen I y II, 1997.

IHP-VI, Internationally shared (transboundary) aquifer management – Their significance and sustainable management, 2001.

LOHMAN S. W. ET AL. 1972. Definitions of selected groundwaters terms-Revisions and conceptual refinements. U.S. Geological Survey, Water-Supply Paper, 1988, 9 p.

MACHADO, JOSÉ LUIZ FLORES, Compartimentação Espacial e Arcabouço Hidroestratigráfico do Sistema Aqüífero Guaraní no Rio Grande do Sul / José Luiz Flores Machado. – Porto Alegre: UNISINOS, Tese – Doutorado. 2005.

MEE, L. The GEF IW TODA/SAP Process – Notes on a proposed best practice approach. Revision 5/6/2003. Mimeo.

NOYES C. M., MALEY M. P., BLAKE R.G. Defining hydrostratigraphic units within the heterogeneous alluvial sediments at Lawrence Livermore National Laboratory. En: <[http://www-erd.llnl.gov/library/JC - 139779.pdf](http://www-erd.llnl.gov/library/JC-139779.pdf)>

OEA/UDSMA. Plan de Implementación del Proyecto – Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní. 2002

ORGANIZATION FOR ECONOMIC DEVELOPMENT AND COOPERATION - OECD Key Environmental Indicators. OECD Environment Directorate, Paris: 38 p. 2004.

PROCUENCA SAN JUAN. Formulación del Plan Estratégico de Acción para la gestión Integrada de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río San Juan y su Zona Costera. Informe disponible en la dirección virtual <http://www.oas.org/sanjuan/spanish/documentos/adt/introduccion.html>

PROYECTO PNUD/GEF RLA/99/G31. Análisis Diagnóstico Transfronterizo del Río de la Plata y su Frente Marítimo – Documento Técnico. Montevideo, junio 2005. Dirección virtual <http://www.freplata.org/documentos/ADT/default.asp>, obtenido en 30/01/2006.





REBOUÇAS, A. C. Los recursos Hídricos Subterráneo de la Cuenca del Paraná: Análisis de la Previabilidad. Tesis libre de Docencia. La Universidad de San Paulo. 1976.

ROCHA, G. A. El Gran manantial del Cono Sur. USP, Estudios Avanzados, Vol 30. 1997.

ROY, B.; LANDRY, M.; ORAL, M. Decison science or decision-aid science? In: European Journal of Operational Research, 66 (2): 184-203, 1993.

SANTOS, J. DE LOS. G. Atividade 3b- Uso actual y potencial del acuífero Guaraní – Argentina, Paraguay, Uruguay, Consultoria para la Preparación del PAD, 2001.

THE WORLD BANK. PAD: Project Appraisal Document – Document of the World Bank, Report No. 23490-LAC de 17 de Mayo de 2002. Disponible en la dirección virtual : <http://www.sg-Guaraní.org>

THE WORLD BANK. Project Appraisal Document on Proposed Global Environmental Facility Trust Fund Grant for The Environmental Protection and Sustainable Development of the Guaraní Aquifer System Project. 2002.

VIVES, L., CAMPOS, H., CANDELA, L.; GUARRACINO, L.. Premodelo del Acuífero Guaraní. 1<sup>st</sup> Joint World Congress on Groudwater. Fortaleza, Brazil, 2000.





Contraseña: PSAG