





PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL

INFORME DE ACTIVIDADES

Informe de Control de Calidad de Mapas Temáticos



INFORME DE ACTIVIDADES

ÁREA TEMÁTICA: PLAN DE CONTROL DE PROCEDIMIENTOS Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

LUGAR: Mapas Temáticos Área Piloto Itapúa

PERÍODO: 17 al 24 Junio de 2008

Preparado por:

Ana María Castillo Clerici
Geóloga
16 de julio de 2008



Equipo del Proyecto

Responsables Nacionales

Por Argentina	Fabián López
Por Brasil	Eustáquio Luciano Zica
Por Paraguay	Carlos López Dose
Por Uruguay	Víctor Rossi

Coordinadores Nacionales:

Argentina	Miguel Angel Giraut María Josefa Fioriti (Co-coordinadora) María Santi (Co-coordinadora)
Brasil	João Bosco Senra Adriana Ferreira (Co-coordinadora)
Paraguay	Elena Benítez
Uruguay	Lourdes Batista

Representantes de OEA:

Jorge Rucks
Carlos Sténeri

Representantes Banco Mundial:

Abel Mejía
Douglas Olson
Samuel Taffesse

Integrantes de la Secretaría General:

Secretario General	Luiz Amore
Coordinador Técnico I y II	Jorge Santa Cruz
Coordinador Técnico II y V	Daniel García Segredo (Fortalecimiento Institucional)
Coord. Comunicación	Roberto Montes
Asistente técnico	Alberto Manganelli
Auxiliar técnico	Santiago Ferrero
Administración	Luis Reolón
Auxiliar Administrativa	Virginia Vila
	Mathías González
Informática	Diego Lupinacci
Secretaría Bilingüe	Mariángel Valdés
Fortalecimiento Institucional	Rossana Obispo

Facilitadores proyectos piloto:

Concordia – Salto	Enrique Massa Segui
Rivera – Santana	Achylles Bassedas
Itapúa	Alicia Eisenkölbl
Ribeirão Preto	Mauricio Santos



La ejecución del Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní es posible gracias al acuerdo de cooperación alcanzado entre los gobiernos de Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay, el aporte financiero del Global Environment Facility (GEF) y otros donantes, la cooperación técnica y financiera del Banco Mundial que es la agencia implementadora de los Fondos GEF y la Secretaría General de la Organización de Estados Americanos (SG/OEA) en su condición de agencia ejecutora regional.

Dentro de la Componente II destinada al desarrollo e instrumentación conjunta de un Marco de Gestión para el Sistema Acuífero Guaraní, se lleva adelante el Programa de Fortalecimiento Institucional con el objetivo de intercambiar conocimientos y brindar entrenamiento a profesionales especializados con actuación en las temáticas técnicas, económicas, legales, institucionales y sociales de los recursos hídricos con el propósito de desarrollar algún aspecto relevante aplicado al Sistema Acuífero Guaraní.

Los resultados, interpretaciones, conclusiones, denominaciones y opiniones vertidas en este informe y la forma en que aparecen son responsabilidad exclusiva del autor y no implican juicio alguno sobre las condiciones jurídicas de los países, territorios, ciudades o zonas, o de actividades diversas, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites, por parte de los países beneficiarios, ni de la Secretaría General de la OEA (SG/OEA), ni de la Secretaría General del Proyecto (SG-SAG).



Introducción:

En el marco del Plan de Procedimientos y Aseguramiento de la Calidad de los Informes para el SAG, me ha sido encomendado revisar los Mapas Temáticos elaborados por la Consultora SNC-LAVALIN International (Mayo 2008), conforme al Contrato N LPI/03/05 Servicios de Inventarios, Muestra, Geología, Geofísica, Hidrogeoquímica, Isótopos e Hidrogeología Localizada de las Áreas Operativas Norte y Sur del Sistema Acuífero Guaraní.

La revisión de dicho informe se basa específicamente en la elaboración de los Mapas Temáticos elaborados por la consultora SNC-LAVALIN International (la Consultora) en el local del área piloto Itapúa, Paraguay del Sistema Acuífero Guaraní.

Objetivo:

Revisar y analizar los mapas temáticos elaborados por la Consultora en el local del área piloto Itapúa, Paraguay del Sistema Acuífero Guaraní.

Metodología:

Se han revisado y analizado todos los mapas temáticos e informes entregados por la Consultora del área piloto Itapúa. De igual forma, se han revisado algunos mapas e informes que sirvieron como antecedentes para la elaboración de los mapas temáticos, tomamos como referencia los señalados por la Consultora.

La metodología empleada por la Consultora se basó en;

- Manejo de la Base de Datos;
- Base da Datos y Maestra;
- Recuperación y Revisión de la Información;
- Programas de Computador;
- Producción de Mapas.



Para este estudio se llevaron a cabo actividades que incluyeron:

- Recopilación de información existente y manejo de trabajo de campo ejecutado con las compañías locales asociadas;
- Incorporación de la información de campo en una base de datos que contiene registros de pozos, información geológica y geofísica, información climática y resultados de análisis químicos;
- Uso de sistemas de manejo de bases de datos y paquetes informáticos relacionados, tales como Sistemas de Información Geográfica (ArcView) y el programa Surfer de trazado de curvas;
- Ensayos de desempeño del acuífero en pozos existentes; y
- Análisis de escenarios y resultados suministrados por el modelo matemático de agua subterránea.

El enfoque utilizado para el estudio por la Consultora consistió en un número de tareas, incluyendo la:

Recopilación y revisión de información y archivos, tareas de manejo de información significativa usando programas comunes y especializados de computador, análisis de datos usando Sistemas de Información Geográfica (SIG), y la producción de mapas usando métodos analíticos SIG. Adicionalmente, como se informó en otros documentos, hay otros estudios consistentes en modelación del agua subterránea, Mapeos geológicos, geofísica, ensayos hidráulicos, y muestreo de aguas subterráneas que suministraron información importante para el entendimiento del SAG.

RESULTADOS

La consultora ha presentado una lista de Mapas Temáticos elaborados en base a la metodología empleada y de acuerdo a los datos e informaciones que sirvieron de antecedentes para la confección de los mismos.



MAPAS TEMÁTICOS

La Consultora ha elaborado varios tipos de mapas temáticos que se listan a continuación:

- ✓ Mapa 1 Mapa Base y Ubicación de los Pozos dentro del Área Piloto de Itapúa
- ✓ Mapa 2 Superficie del Terreno
- ✓ Mapa 3 Superficie del Techo del Basalto
- ✓ Mapa 4 Superficie del Techo del Sistema Acuífero Guaraní (SAG)
- ✓ Mapa 5 Superficie del Piso del Sistema Acuífero Guaraní (SAG)
- ✓ Mapa 6 Espesor del Sistema Acuífero Guaraní (SAG)
- ✓ Mapa 7 Superficie Piezometrica
- ✓ Mapa 8 Áreas potenciales de Recarga y Descarga
- ✓ Mapa 9 Alcalinidad – *in situ*
- ✓ Mapa 10 Conductividad Eléctrica (CE) – *in situ*
- ✓ Mapa 11 pH – *in situ*
- ✓ Mapa 12 Temperatura – *in situ*
- ✓ Mapa 13 Arsénico – Laboratorio
- ✓ Mapa 14 Cloruro – Laboratorio
- ✓ Mapa 15 Fluoruro – Laboratorio
- ✓ Mapa 16 Nitrato – Laboratorio
- ✓ Mapa 17 Sulfato – Laboratorio
- ✓ Mapa 18 Sólidos Disueltos Totales (SDT) – Laboratorio
- ✓ Mapa 19 Dureza – Laboratorio
- ✓ Mapa 20 Susceptibilidad Intrínseca de Agua Subterránea SIAs (GWIS)

La Consultora ha llevado a cabo varias tareas específicas para lograr esta meta: primero se hizo una revisión amplia de estudios anteriores, se recolectaron informaciones relacionadas con el SAG a partir de la Base de Datos Maestra, la Ficha Pozo y otros mapas publicados y no publicados. La información fue compilada y manejada en una base de datos que contiene los registros de pozos, la información de los ensayos de pozos, la información de los ensayos hidráulicos, geología, geofísica y resultados analíticos de la calidad del agua.



Estos mapas proporcionan una representación visual de las condiciones hidroestratigráficas del área piloto, y también sirven como punto de partida para el modelo numérico del área.

El componente de elaboración de mapas del estudio incluyó el desarrollo de numerosos modelos de superficies interpoladas para suministrar una visión lo más exacta posible de las condiciones sub-superficiales dentro del área de estudio, partiendo de la información disponible. Durante este ejercicio se hizo uso de un número de fuentes de información geológica y topográfica, entre las cuales las más significativas fueron la base de datos maestra de registro de pozos, y la base de datos Ficha Pozo, generada por SNC-Lavalin como parte del proyecto. Dentro de las siguientes descripciones de la metodología usada para la derivación de cada modelo producido como parte de este estudio se examinará el uso de otros tipos de información, según se necesite.

El proceso general usado para producir mapas de condiciones sub-superficiales dentro del área de estudio incluyó búsquedas en la base de datos maestra original de registros de pozos para producir series de datos que fueron procesados luego a través del algoritmo de interpolación para producir un modelo representativo de la superficie primaria con una cuadrícula de resolución entre 100 m y 500 m, dependiendo del modelo que se derive.

Los modelos resultantes se sometieron a un análisis para comparar los resultados con condiciones conocidas y otros modelos existentes. Si en este punto se identificaban resultados anómalos se hacían ajustes a la serie de datos y a los parámetros del modelo. Este proceso interactivo continuó hasta que se consideró que el modelo reflejaba las condiciones observadas en campo, dentro de las limitaciones de disponibilidad de información.

Se produjeron mapas con el fin de visualizar y presentar los resultados del proceso de modelación de las superficies topográficas, geológicas e hidrogeológicas. El número de mapas producidos dependió del tamaño del área piloto y la escala de mapeo. Para el área piloto Itapúa se produjo dos mapas base a escala 1:50.000 y un mapa a escala 1:75.000 para cada aspecto del componente de recursos de agua subterránea del estudio. La geología del área piloto, generados por un levantamiento geológico del área piloto registrado en *Caracterización geológica del sistema acuífero Guaraní*,



Área Piloto Itapúa, (P & T Consultora SRL & SNC Lavalin, 2007), los mapas originales se pueden consultar en el informe.

A continuación la Consultora hace una lista de los mapas relacionados con los elementos físicos superficiales y subsuperficiales del área piloto Itapúa que se produjeron dentro del estudio:

- ✓ Mapa 1 (a y b) – Mapas Base y ubicación de pozos: derivados el ejercicio de elaboración de mapas base y se muestra la ubicación dentro del área piloto de los pozos que fueron usados en el análisis y para la derivación de las diferentes superficies:
- ✓ Mapa 2 - Superficie del terreno;
- ✓ Mapa 3 – La Superficie del Techo del Basalto;
- ✓ Mapa 4 – La Superficie del Techo del SAG;
- ✓ Mapa 5 – La Superficie del Piso del SAG; y
- ✓ Mapa 6 – Espesor del acuífero SAG.

Los mapas que muestran los componentes hidrogeológicos del área de estudio incluyen:

- ✓ Mapa 7 - Superficie piezométrica: nivel estático del agua en todos los pozos que penetran el SAG incluyendo cuerpos de agua en las áreas de afloramiento y
- ✓ Mapa 8 – Áreas Potenciales de Recarga y Descarga: Este mapa fue desarrollado mediante la sustracción de la superficie piezométrica de la superficie del terreno en todas las áreas donde aflora el acuífero o está cubierto por menos de 30 metros de basalto. Un valor positivo indica una recarga, mientras que un valor negativo indica una descarga.

Asimismo, se produjeron mapas para ilustrar la distribución de parámetros hidrogeológicos del SAG dentro del área piloto, como se observa en los mapas 9 al 19 del informe.

También se evaluó la vulnerabilidad del SAG con respecto a la contaminación, y se presenta en una mapa que se describe a continuación.



- ✓ Mapa 20 – Susceptibilidad Intrínseca del Agua Subterránea (SIAs en castellano) (GwIS): superficie kriged de los valores índice de susceptibilidad intrínseca que se estiman para cada pozo.

Las descripciones que dan la información sobre la fuente de datos para cada uno de los mapas mencionados arriba junto con la metodología ya citadas y utilizada. Cuando se desarrollaron las superficies proyectadas, la base de datos de registros de pozos de agua fue complementada con otra información para asegurar que las condiciones subsuperficiales fueran representadas adecuada y apropiadamente.

Se realizaron secciones transversales esquemáticas para entender el modelo conceptual hidrogeológico del área. Esto se desarrolló interpolando la información que se obtuvo de los pozos seleccionados.

Cantidad de datos por cobertura de área

La principal fuente de información compilado por la Consultora se basó en la base de datos maestra suministrada por el Consorcio Guaraní (Contrato HGTMR), con el fin de entender y desarrollar las características y tamaño del SAG. Además informaciones adicionales de pozos recopilado del ficha pozo realizados por SNC-Lavalin (DH Perforacao de Pocos). Estas dos fuentes de información consultadas son compatibles.

El componente de elaboración de los mapas incluyó el desarrollo de numerosos modelos de superficies interpoladas para elaborar lo más exactos posibles las condiciones de sub-superficie del área estudiada, teniendo como base la información disponible.

Los mapas bases se hicieron a escala 1: 50.000, son 4 hojas (Figuras 2A, 2B, 2C y 2D del informe) y el mapa de agua subterránea a escala 1: 100.000, para toda el área piloto de forma a cubrir todo el piloto.

En el área piloto Itapúa se han generado nuevas informaciones valiosas realizadas por la Consultora que se visualizan en los mapas temáticos del área pero se observó en la bibliografía consultada que se obviaron algunas básicas como los Mapas Geológicos (1986) e Hidrogeológicos del Paraguay (1986), que si bien están en escala 1:1.000.000 poseen sus textos explicativos, además del Mapa de la Anschulz Co. (1981) de escala 1: 500.000, así como la falta de mención de otras



informaciones como por ejemplo, del Proyecto BGR-SEAM y sus modelos conceptual y numérico.

Porcentaje de área cubierta versus No cubiertas

La información usada para este estudio consistió principalmente de:

- Información derivada de la base de datos maestra;
- Información derivada de la Ficha Pozo;
- Información derivada de otros aspectos del proyecto (geofísica, geología, hidrogeoquímica, isotopía, etc.);
- Información derivada de estudios publicados y no publicados sobre el SAG.

Sin embargo, hubo muchas otras fuentes significativas de información y datos recopilados para este estudio, incluyendo los siguientes archivos y mapas digitales:

Información Revisada y Proveedor de la Información

- BDH-Base de datos maestra Consorcio Guaraní
- FichaPozo Recibido de Proinsa
- Archivo Excel con datos de nivel del agua en pozos de monitoreo recibido de Proinsa
- Información sobre calidad analítica del agua Recibido de Proinsa
- Modelo de elevación digital del área de estudio Recibido de Tecslut
- Información de Mapa geológico Recibido de P&T
- Modelo digital del terreno del área de estudio Recibido de Tecslut
- Caracterización petrográfica y sedimentológica de las formaciones geológicas recibido de LCV
- Bases de datos con información sobre uso del suelo Recibido de consultores locales
- Información geofísica actualizada Recibido de Geodatos

La información suministrada por diferentes organizaciones participantes ha sido analizada y cuestionada cuidadosamente según las normas exigidas para el área de



estudio, dependiendo de los parámetros hidrogeológicos locales. Se crearon diferentes tablas explicando en detalle dichos parámetros y, con base en el resultado de tales tablas, se crearon diferentes mapas temáticos y técnicos para representar los varios componentes del área de estudio, como se explica en este informe.

En relación a los ensayos hidráulicos, la Consultora ha concluido lo siguiente; Por una parte dice; **“Se llevaron a cabo exitosamente en mayo de 2007 cuatro (4) ensayos hidráulicos en el área piloto de Itapúa ubicada en Paraguay”**. (Pág. 64) y por otra dice; **“Conclusiones de los Ensayos Hidráulicos**

En general, la mayor parte de la información de los ensayos hidráulicos de Itapúa no fue muy consistente. Sin embargo, los ensayos hidráulicos históricos proveen información adicional que ayudó a inferir las características del acuífero. Se estima que los valores de transmisividad representativos para el acuífero de areniscas oscilan entre los 72 y los 670 m²/día. Los valores de almacenamiento no se pudieron estimar debido a que no se recopiló información sobre los pozos de observación durante los ensayos. (Pág. 74).

Este resultado de los Ensayos Hidráulicos no dice mucho de la confiabilidad de los datos obtenidos por la razón de que se infieren los resultados debido a la falta de consistencia de los mismos.

Ubicación de pozos

Los pozos en el área piloto Itapúa que toman agua del SAG caben dentro de dos grupos:

- Aquellos perforados directamente en la Formación Misiones con condiciones de nivel freático; y
- Los pozos perforados en la Formación Misiones a través de los basaltos de Alto Paraná, con condiciones de confinamiento y semi confinamiento.

Toda el área del piloto Itapúa está cubierta con datos e informaciones, en aquellos donde no se encontraban, la Consultora ha generado nuevas como en el caso de geología que fue generado con trabajos de campo, datos e informes de P y T Consultora.



Porcentaje de datos con alta, media y baja garantía de los antecedentes

Casi todos los datos e informaciones que sirvieron de antecedentes para el área piloto Itapúa son en escala regional, el porcentaje de datos e informaciones local que sirvieron de antecedentes para el área piloto Itapúa son relativamente escasos en escala local, no existía antes un estudio geológico en detalle y los datos de pozos existentes, la mayoría de ellos no poseen la descripción estratigráfica requerida.

Las informaciones de los pozos muestreados para el ensayo hidráulico en el Área Piloto Itapúa son menores a los demás Área Piloto (21 de 312 pozos totales), por lo que se considera bajo el porcentaje de datos y baja garantía de los antecedentes.

<i>Área Piloto</i>	<i>Porcentaje de Pozos muestreados</i>
<i>Itapúa</i>	<i>6,7 %</i>
<i>Rivera – Santana do Livramento</i>	<i>57,3 %</i>
<i>Ribeirao Preto</i>	<i>9,9 %</i>
<i>Concordia - Salto</i>	<i>25,9 %</i>
<i>Total</i>	<i>≈ 100%</i>

Grado de significación general del mapa (alto, medio y bajo)

Los mapas temáticos entregados fueron de alta calidad técnica y constituyen un avance importante no solo para el área piloto Itapúa como para el país. Los mapas temáticos constituyen un aliado importante para la prevención y protección del SAG en Paraguay, considerando el alto grado de producción agrícola de la región.

En relación al mapeo geológico realizado por P y T consultora, fue realizado por geólogos especialistas de campo que demostraron mucho conocimiento técnico y responsabilidad, transcripto en el informe geológico de la citada empresa y en éste entregado por la Consultora.

En relación al criterio empleado del mapeo geológico del área piloto Itapúa fue diferente al mapeo geológico de las demás áreas pilotos, en éste se mapearon las coberturas sedimentarias Cuaternarias y no las formaciones Alto Paraná y Misiones



como se visualiza en todos los mapas geológicos de Paraguay, incluso del Proyecto BGR-SEAM. Es cierto que existe cobertura cuaternaria pero en todos los casos casi siempre es así, de esa forma el mapa geológico del área piloto parece un mapeo cuaternario y no del SAG.

Difusión de Respuesta obtenidas

No fueron difundidos aún

Observaciones:

Se ha constatado en los resultados obtenidos que lo más importante de la elaboración de los mapas temáticos en el área piloto Itapúa fue sin lugar a dudas la recuperación, análisis y procesamiento de datos e informaciones pre-existentes en el área de estudio pero no se usaron como antecedentes toda la información existente, lo que seguramente podría ayudar para la confección de los mapas temáticos.

Se ha generado nuevos y valiosos datos e informaciones que están ahora concentradas y centralizadas en un mismo formato digital visualizados en los mapas temáticos, especialmente importante en el área piloto.

El criterio del mapeo geológico es diferente a las demás áreas pilotos, difícil de interpretar para quien no es especialista.



GEF



Banco Mundial



OEA

Secretaría General del Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní

Edificio Mercosur - Dr. Luis Piera 1992, 2º piso - (CP:11200) - TelFax: (598 2) 410 03 37

e-mail: sag@sg-guarani.org - web: www.sg-guarani.org

Montevideo - Uruguay
