



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

Fondo Guarani de la Ciudadania
2005 - 2007



Modulo IV

ACUIFERO GUARANI



INTRODUCCIÓN

El Acuífero Guaraní o Sistema Acuífero Guaraní, constituye una de las reservas de agua dulce más importantes del mundo. Debemos considerar que estamos ante un acuífero transfronterizo que involucra a cuatro países: Argentina, Brasil Paraguay y a Uruguay en lo que respecta a su aprovechamiento y aspectos legales de gestión.

Es importante tener en cuenta que con el desarrollo del Proyecto para la Protección Ambiental y el Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní, el acuífero está siendo conocido e investigado. Este aspecto es sumamente importante pues conocer el funcionamiento, sus elementos, así como las actividades económicas que se desarrollan son fundamentales para que las sociedades y los estados que los comparten puedan realizar una gestión y un uso sustentable del acuífero. El módulo 4 introduce este conjunto de conceptos.

OBJETIVO DEL MODULO

- Conocer el Acuífero Guaraní y sus principales características.
- Identificar y localizar las principales actividades económicas en la zona del acuífero Guaraní, y en especial los principales usos el territorio uruguayo.
- Tomar un primer contacto con la problemática ambiental en torno al acuífero Guaraní, sobre la base de la información existente, acorde a las actividades económicas que se desarrollan sobre el mismo
- Analizar las formas de gestionar el agua en el acuífero Guaraní, aspectos legales regionales y nacionales

BLOQUES TEMÁTICOS A DESARROLLAR

- 1- Sistema Acuífero Guaraní: Localización y características
- 2- Gestión integrada del agua subterránea
- 3- La problemática ambiental en el SAG
- 4- Acuífero Guaraní en Uruguay

SUGERENCIA DE APLICACIÓN POR NIVEL

Curso	Conceptos previos	Tema central	Concepto a profundizar
1º	Concepto de acuífero. Usos del agua. Ciclo hidrológico y aguas subterráneas.	Un ejemplo de acuífero: el Guaraní. Población y uso del recurso agua en el MERCOSUR.	Localización y la relación con la población y las actividades económicas. El acuífero Guaraní como recurso.
2º	Concepto de acuífero, funcionamiento del acuífero, contaminación.	América Latina: el acuífero Guaraní, características del recurso y uso - Localización.	El acuífero Guaraní: recurso en América Latina, su gestión.
3º	Aguas subterráneas, concepto de acuífero, circulación del agua.	El Acuífero Guaraní en América Latina en el MERCOSUR y en la Gestión del recurso agua subterránea.	Características generales del acuífero. Vulnerabilidad de los acuíferos, impactos. Gestión de los recursos.
4º	Acuífero. Circulación. Contaminación. Suelos y rocas.	Uso y gestión del recurso agua subterránea en Uruguay, en particular el acuífero Guaraní.	Conceptos de uso y gestión sustentable, aspectos legales.



1 - SISTEMA ACUIFERO GUARANI LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS



LECTURA

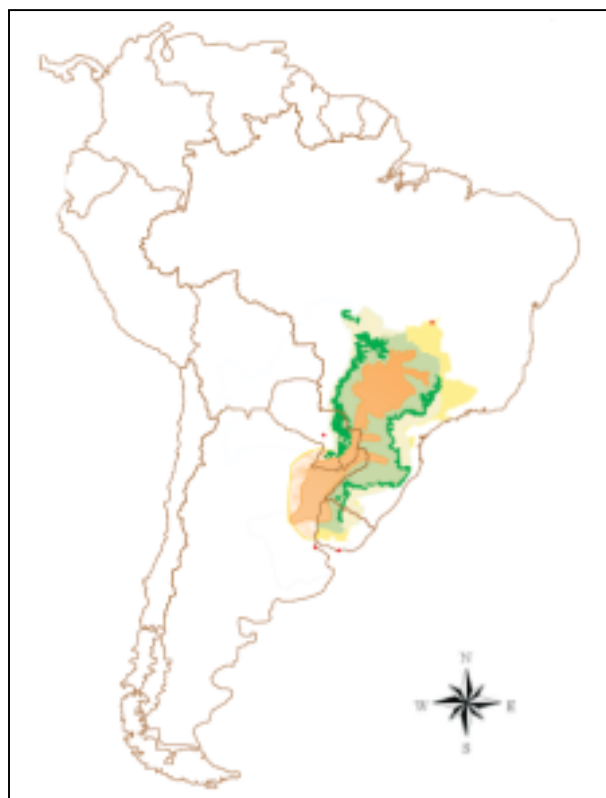
El Acuífero Guaraní es quizás, el reservorio subterráneo transfronterizo de agua dulce más grande del Planeta. Se extiende desde la Cuenca Sedimentaria del Paraná a la Cuenca Chaco-Paranaense. Está localizado en el centro-este de América del Sur, entre 12° y 35° de latitud Sur y 47° y 65° de longitud Oeste, ocupa los territorios de cuatro países: Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay.

La extensión del Sistema Acuífero Guaraní se aproxima de 1,2 millones de km², de los cuales 840.000 km² se encuentran en Brasil, 225.500 km² en territorio de Argentina, 71.700 km² en Paraguay y 58.500 km² en Uruguay. Se estima que el volumen anual de la recarga para el Sistema Acuífero Guaraní (SAG) es de 166 Km³/año.

Las reservas permanentes de agua del Acuífero se estiman en el orden de los 45.000 km³ (45 trillones de metros cúbicos), considerando una espesura media del acuífero de 250 m y porosidad efectiva de 15%. Las reservas explotables, que corresponden a la recarga natural (media pluviométrica), fueron calculadas en 166 km³/año, cifra equivalente a 5.000 m³/s, y representa el potencial renovable del agua que circula en el acuífero. La población actual en el área que ocupa el acuífero Guaraní se estima en 15 millones de habitantes. En general las aguas del acuífero pueden adquirir varios usos en forma directa, destacando su uso como agua para abastecimientos de agua potable.

Dato: Geología
Fuente: SAG

Está formado por rocas que contienen agua en sus poros y fisuras que se depositaron entre 245 y 144 millones de años atrás en la cuenca sedimentaria del Paraná a lo largo del Mesozoico (período Triásico, Jurásico y Cretácico inferior). Corresponde a sedimentos fluvio-lacustres del período triásico y sedimentos eólicos desérticos del período Jurásico. El espesor de las capas varía de 50 a 800 metros, estando situadas en profundidades que pueden alcanzar hasta 1.800 metros. Debido al gradiente geotérmico, las aguas del Acuífero pueden alcanzar temperaturas relativamente altas, en general entre 80 a 90 °C.



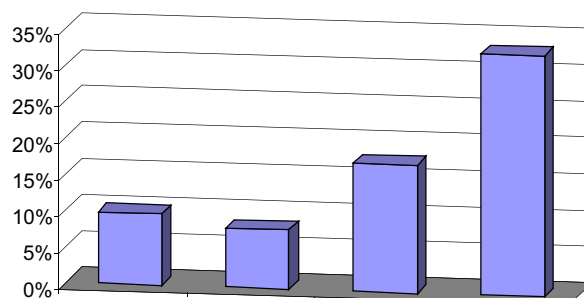


ACTIVIDAD

Con el texto anterior, analiza la incidencia territorial del acuífero Guaraní en cada país y coloque en la gráfica siguiente a que país corresponde cada barra.

¿En que país ocupa mayor superficie?

Porcentaje del territorio del país ocupado por el acuífero



En la página siguiente se presenta un mapa esquemático del Sistema Acuífero Guaraní, en el cual se puede observar las zonas de recarga directa.

- Explique cómo se produce la recarga de un acuífero.
 - Determina la superficie total de la misma y el % en cada uno de los países.
 - Busca un mapa de precipitaciones en la región, y cruza la información con la ubicación de las zonas de recarga. ¿Hay zonas de recarga directa donde se generen abundantes precipitaciones?.
- Completa el mapa agregando la siguiente información:
- Centros urbanos más importantes
 - Áreas industriales
 - Zonas agrícolas y ganaderas
 - Sintetiza el trabajo en el siguiente cuadro:

PAIS	Superficie ocupada por SAG (%)	Ciudades principales	Población (miles hab.)	Principales actividades económicas
Argentina				
Brasil				
Paraguay				
Uruguay				



MAPA ESQUEMATICO DEL SISTEMA ACUIFERO GUARANI



LEYENDA

- Drenajes no relacionados al sistema
- Áreas potenciales de recarga indirecta
 - a partir del drenaje superficial
 - a partir del flujo subterráneo
- Áreas potenciales de recarga directa
 - régimen poroso: afloramiento del Guaraní
 - régimen fracturado poroso: fracturas y arrietas
- Áreas potenciales de descarga
 - fracturado poroso: régimen en basaltos y arrietas
 - régimen poroso: afloramiento del Guaraní
 - fracturado poroso: relación con el Guaraní a definir

- Límite de la Cuenca hidrográfica del Plata
- Límite de la Cuenca sedimentar del Paraná
- Límite de la Cuenca del Paraná a definir
- Ríos
- Humedales
- Límite político de País
- Límite político de Estados/Provincias
- Ciudades (Áreas oficina en estudio)
- Capitales Estados/Provincias
- Capital de los Países

0 100 200 300 km

Mapa elaborado por la CAS/SH/MSA (UNPP/Brasil) en junio de 2001, aprobado por el Consejo Superior de Preparación del Proyecto en julio de 2001 y aceptado por la Agencia Nacional de Agua (ANA) de Brasil en marzo de 2003.

Fuentes:

- Mapa Hidrogeológico de América del Sur, 1998, DNPM/OPRM/ANAS.
- Mapa Hidrogeológico del Acuífero Guaraní, 1999, Campos H.C.
- Mapa de Integración Geológica de la Cuenca del Plata, 1998, MERCOSUR/SOT2.
- Mapa de Integración Hidrogeológica de la Cuenca del Plata, en elaboración, MERCOSUR/SOT2.
- Mapa Geológico del Brasil, 2ª Ed., 1995, MME/DNPM.
- Mapa Geológico de la Cuenca del Río de la Plata, 1970, CIA.



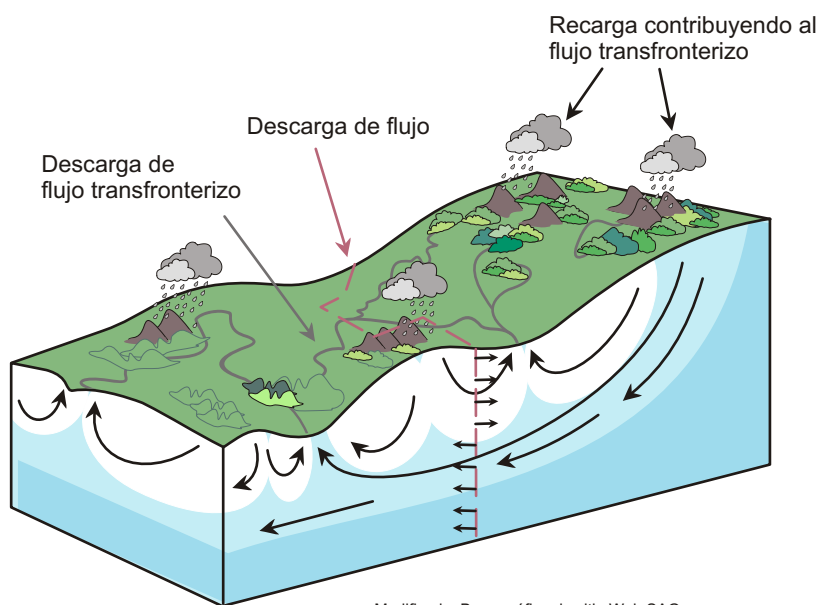
2 - GESTION INTEGRADA DEL AGUA SUBTERRANEA



LECTURA

El agua subterránea está integrada y relacionada al ciclo hidrológico a través de recarga por infiltración de las precipitaciones desde áreas lejanas o muy cercanas. Conformen flujos subterráneos poco profundos hasta muy profundos, que constituyen verdaderos sistemas cuya complejidad y extensión dificultan hasta el presente el abordaje de su conocimiento.

El flujo profundo del agua subterránea, que corresponden al agua que ingresó en áreas más alejadas y elevadas topográficamente, pueden recorrer grandes distancias si las condiciones geológicas e hidráulicas se lo permiten, y dado que el agua no reconoce fronteras políticas se transforma en un flujo transfronterizo, según se puede apreciar en la siguiente figura.



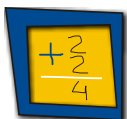
Modificado. Base gráfica de sitio Web SAG



CONCEPTO

Explotación sustentable

La extracción de agua de un acuífero debe hacerse de forma sostenible para asegurar su preservación: es decir que la cantidad y calidad del recurso debe mantenerse para las generaciones actuales y futuras. El volumen que se puede extraer debe estar en concordancia con las reservas y el volumen de recarga de agua que ingresa al sistema.



EJERCICIO

Busca en el diccionario la palabra transfronterizo, límite y frontera, y anota las definiciones:

.....

.....

.....

.....

¿Qué significa que el acuífero guaraní es un acuífero transfronterizo?

¿Cuál es la importancia de este acuífero y que desafíos presentan a la población y gobiernos?

¿Porqué se habla del Sistema Acuífero Guaraní?



REFLEXION

Reflexione y realice comentarios del texto. Piense la situación de Uruguay en el Sistema Acuífero Guaraní.

El acuífero Guaraní está interconectado en el espacio y en el tiempo formando lo que se denomina un Sistema Acuífero. Hoy en día se plantea la Gestión de los recursos hídricos como una gestión integrada, entonces debemos pensar en una futura gestión coordinada para el uso sustentable de dicho acuífero.

Esa gestión integrada deberá considerar los diferentes intereses que se vinculan a los usos diversificadas que se le da al agua en el territorio del SAG, los recursos naturales existentes y como se ordena el territorio. Para lograr una futura gestión integrada del SAG es necesario que todos los países integren la información que cada uno posee del mismo, y se aborden estudios complementarios en forma conjunta. Conocer el SAG, permitirá realizar un uso sustentable del recurso y su apostar a su conservación, como por ejemplo profundizar el conocimiento de las áreas de recarga permitirá trabajar en su protección ambiental.

Para esta gestión integrada es importante considerar el rol de los estados y las sociedades, buscando mecanismos de participación de los actores involucrados para el éxito de las medidas de gestión que se deban adoptar.

Dato: Competencias
Fuente: Leyes y Decretos

Roles del MVOTMA y la DINAMA

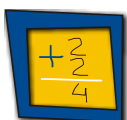
El Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA), controla la calidad del recurso agua, protegiendo las aguas contra los efectos nocivos y daños al medio ambiente. Se controla la contaminación según lo establecido en el Decreto 253/79, donde hay pautas para el vertido de efluentes líquidos, y la DINAMA (Dirección Nacional de Medio Ambiente) realiza el control de industrias a través del control de los parámetros de vertido

Roles del MTOP

Las competencias del Ministerio de Transporte y Obras Públicas se remontan al año 1978 con la aprobación del Código de Aguas (Ley 14.859/78). Supervisa, vigila y regula las actividades y obras relativas al estudio, captación, uso, conservación y evacuación de las aguas, independientemente de su uso y finalidad, realiza inventario de los recursos hídricos del país y el Registro Público de Aguas.

Roles de los Gobiernos Departamentales

Estos deben mantener la higiene sanitaria en cada Departamento, siendo una de las principales tareas es la gestión de la recolección y disposición final de los residuos sólidos, y algunos municipios atienden el servicio de saneamiento para aguas de tipo cloacal (por ejemplo Montevideo). Además promueven el desarrollo departamental y regulan el desarrollo urbano, industrial, turístico, etc, a través de pautas de ordenamiento de uso del territorio.



EJERCICIO

Busque información sobre lo que ocurre en los otros países que comparten el SAG en cuanto a que organismos tienen competencias y que legislación específica hay.

¿Cómo piensa que debe abordarse el tema legal pensando al SAG como un todo donde cuatro países tienen acceso y posibilidad de legislar sobre su uso y gestión?



3 - LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL EN EL SAG



ACTIVIDAD

Estudio de caso - Proyectos piloto del SAG

En los cuadros siguientes se presenta como datos para el abordaje del caso, una breve descripción de las áreas piloto y su contexto.

- Localice las áreas proyecto Piloto en el mapa del Sistema Acuífero Guaraní.
- Señale las características de cada una de las zonas.
- Identifique las diferentes actividades económicas que se desarrollan en esas zonas y sus impactos ambientales actuales y futuros.
- ¿Esas actividades utilizan el agua del acuífero? Si es así y en un futuro se aumentase la extracción de agua del acuífero, que consecuencias tendría esto, puede plantearse diferentes escenarios posibles y realizar un debate.
- Localice los principales centros urbanos, averigüe donde obtienen el agua potable, y en que zona se encuentran los vertederos (basureros) y como están contruidos, y como se gestionan las aguas negras.
- Una vez que consiga la información analice la relación que existe entre estos lugares y el acuífero, recuerde que contaminantes pueden estar afectando el acuífero y las consecuencias posibles.

Proyecto Piloto Itapúa
Fuente: SAG

Esta área piloto **se encuentra al sur del departamento de Itapúa en Paraguay y abarca un área aproximada de 800 km²**. Se trata de una zona de amplia explotación agrícola-ganadera, siendo la soja el principal cultivo y el ganado vacuno el más representativo. Existen Las presiones de cambio del uso del suelo y el posible impacto ambiental de estas actividades, produce la necesidad de estudiar la factibilidad técnico-económica de realizar un uso sostenible del territorio, protegiendo el Acuífero Guaraní que subyace.

Proyecto Piloto Rivera -
Santana do Livramento
Fuente: SAG

El área del piloto Rivera / Santana do Livramento **se ubica en la frontera seca que divide a la República de Brasil, Estado de Río Grande do Sul y la República Oriental del Uruguay, Departamento de Rivera**. Este proyecto piloto abarca una superficie aproximada de unos 750 Km², y concentra una población urbana de aproximadamente 168.500 habitantes, repartiéndose por partes iguales entre las dos ciudades (Rivera- Santana). Por encontrarse el acuífero expuesto en zonas de afloramientos y presentar niveles de agua muy superficiales, en algunos casos surgentes, se vuelve muy vulnerable a la contaminación como se ha dado el caso en Rivera, donde se han debido cerrar varios pozos por haberse constatado elevados índices de nitratos (Pérez – Rocha, 2002).



Proyecto Piloto
Salto - Concordia
Fuente: SAG

Esta área piloto **se ubica a ambos lados del río Uruguay, límite internacional entre Argentina y Uruguay, con centro en las ciudades de Salto y Concordia**. Abarca una superficie aproximada de 500 km² y concentra la mayor densidad de población de la zona del litoral argentino-uruguayo con aproximadamente 200.000 habitantes. Constituye uno de los polos de desarrollo turístico termal del SAG previéndose que se transformará a mediano plazo en el corredor turístico termal del cono sur.

En esta zona el Sistema Acuífero Guaraní no presentaría riesgos de contaminación antrópica por la espesa cobertura de basaltos, que en esa zona alcanza los 1000 metros. No obstante, existen otros problemas ambientales generados por interferencia de uso entre pozos cercanos utilizados para complejos turísticos termales, que puede traer como consecuencia la pérdida de caudales de surgencia y una posible disminución de la temperatura del agua, lo que provocaría conflictos entre perforaciones vecinas a nivel nacional y transfronterizo.



Proyecto Piloto
Ribeirão Preto
Fuente: SAG

El área seleccionada para el piloto tiene centro en el municipio de Ribeirão Preto. Dicho municipio tiene una superficie de 651 km² con una población aproximada a los 500.000 habitantes y se sitúa en la parte noreste del estado de San Pablo. Cuenta con un importante desarrollo agrícola, contando con la mayor producción mundial de azúcar y alcohol, con extensas áreas cultivadas de caña de azúcar y cítricos (naranja). En la región están instaladas industrias de procesamiento de soja, café, industrias alimenticias, de raciones y fertilizantes, entre otras.

La región presenta un importante proceso de crecimiento urbano y existe una intensa actividad productiva, agrícola e industrial, como consecuencia de la cual se desarrolla un uso intenso del agua del Acuífero Guaraní para abastecimiento público e industrial. Con la información disponible se ha identificado como principal problema la demanda excesiva de agua subterránea, por encima de la media regional, lo que ocasiona una disminución de los niveles piezométricos, y un mayor riesgo de contaminación, al estar gran parte de la presión antrópica sobre la zona aflorante de recarga.

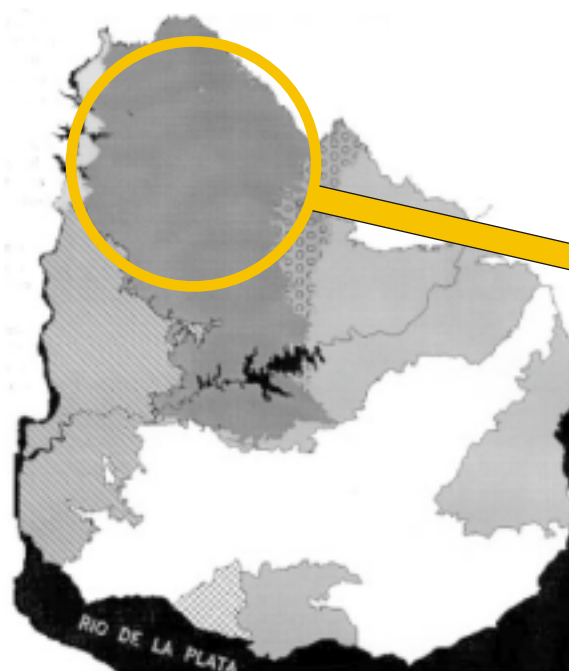


4 - ACUIFERO GUARANI EN URUGUAY

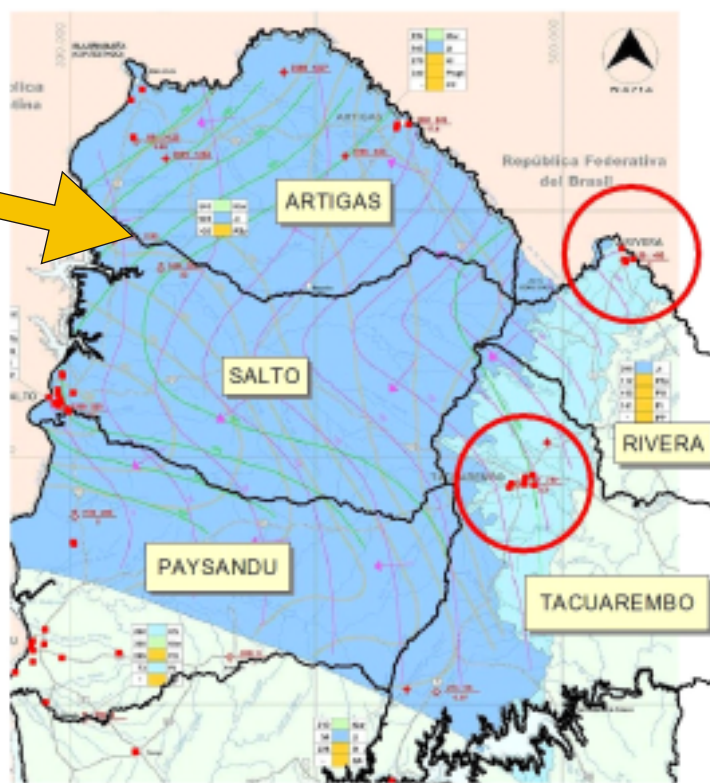


ACTIVIDAD

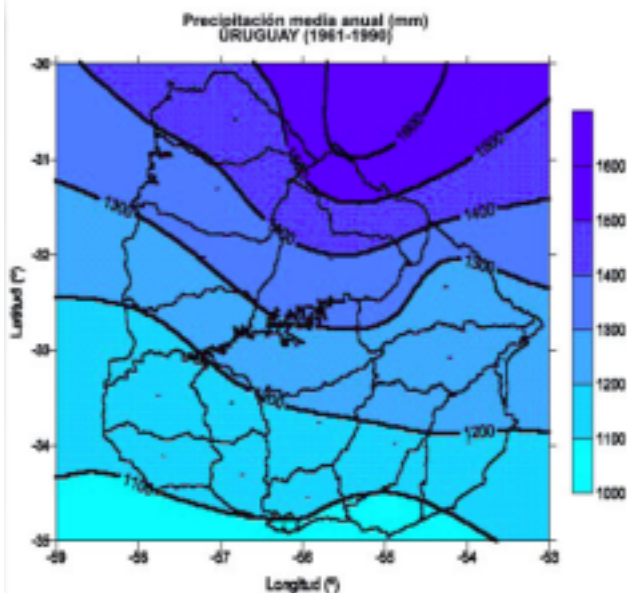
Observe el mapa con la distribución de acuíferos en Uruguay y analice la zona del país en que se desarrolla.



UBICACION DE INDUSTRIAS ZONA SOBRE ACUIFERO GUARANI



Modificado: Base gráfica – Carta hidrogeológica
DINAMIGE - 2003



Fuente de datos: Dir. Nal. Meteorología



ACTIVIDAD

- 1 - Vincula el mapa anterior con el mapa esquemático del SAG. Identifica con que zona del acuífero coincide la zona definida con celeste claro. ¿Cuál es su importancia?. Relaciona el mapa de Isoyetas con la zona mencionada anteriormente y escribe una conclusión. Completa el mapa agregando la siguiente información y completa la tabla de síntesis :
 - Centros urbanos más importantes
 - Áreas industriales
 - Zonas agrícolas y ganaderas
 - Zonas Forestales
 - Zonas turísticas y recreativas

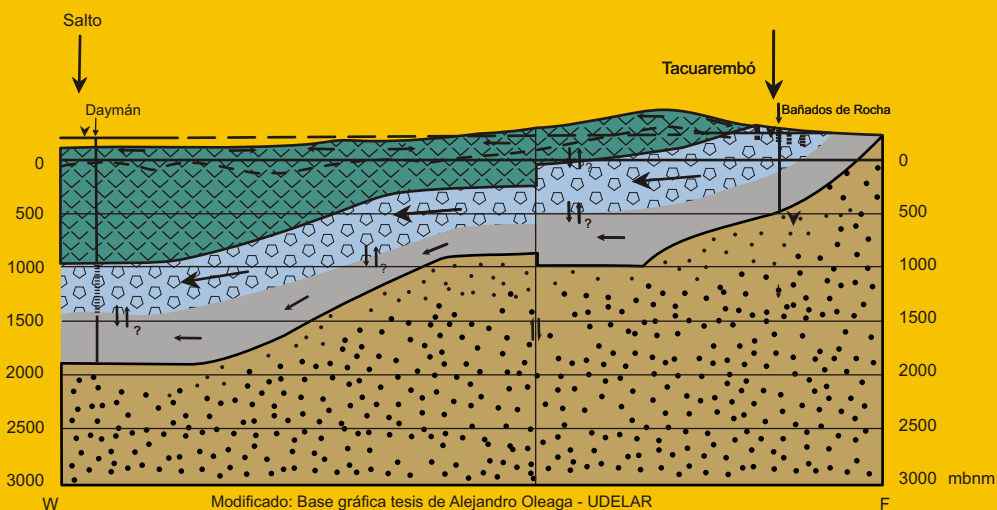
Departamento	Actividades principales	Ciudades mas importantes	Población (miles hab.)	Impactos potenciales sobre el acuífero
Artigas				
Paysandú				
Salto				
Tacuarembó				
Rivera				



¿Cual es la zona geográfica del Uruguay a la que se le debería prestar principal atención, enfocado desde los aspectos de uso del recurso y de su contaminación?

REFLEXION

- 2 - Analiza el siguiente corte esquemático del acuífero Guaraní entre las ciudades de Tacuarembó y Salto y realiza las siguientes tareas:



Localiza las zonas de recarga e indica la dirección en que circula el agua. Identificas zonas de descarga de agua. ¿Qué salidas inducidas por el hombre hay en la ciudad del Salto?. ¿Que características posee el agua que se extrae del Guaraní en Salto y su entorno? Utiliza el corte esquemático para fundamentar tu respuesta.