



**Programa Asociado
para la:**

**“PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN
DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN CENTROAMÉRICA”**

(DOCUMENTO FINAL)

**Arcadio Choza L
GWP / CATAC
Abril / 2003**

CONTENIDO

1)	INTRODUCCIÓN	Pág. 3
1.1	Contexto	
1.2	Antecedentes	
2)	EI AGUA SUBTERRÁNEA EN CENTROAMÉRICA	Pág. 5
2.1	La importancia	
2.2	Los problemas	
3)	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Pág. 8
3.1	Propósitos del Programa Asociado	
3.2	Temas de trabajo	
3.2.1	Desarrollo de una Estrategia de Protección	
3.2.2	Capacitación y Sensibilización	
3.2.3	Creación de Capacidades	
3.3	Objetivos	
3.3.1	Objetivo de desarrollo	
3.3.2	Objetivos Específicos	
3.4	Resultados Esperados	
3.5	Beneficiarios	
4 –	ENFOQUE METODOLOGICO	Pág. 13
4.1	Secuencia	
4.2	Descripción Actividades	
4.3	Productos esperados	
4.4	Matriz Operativa y Cronograma Global	
5)	PRESUPUESTO	Pág. 29
6)	ADMINISTRACION DEL PROGRAMA	Pág. 30
7)	PAISES PARTICIPANTES	Pág. 30
8)	ANEXOS.	Pág. 31
	A) Honduras	
	B) El Salvador	
	C) Panamá	
	D) Costa Rica	
	E) Nicaragua	
	F) Guatemala	
	G) Belice.	

1) INTRODUCCIÓN

1.1 Contexto

La Conferencia de Dublín sobre Agua y Medio Ambiente celebrada a inicios del año 1992 y la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo celebrada en Río de Janeiro del mismo año, trataron el tema acerca de la necesidad de proteger y manejar el uso de los recursos hídricos. Entre las conclusiones, hacen énfasis en un enfoque de Manejo Integral de los Recursos Hídricos (MIRH). Dicho enfoque subraya el desarrollo de medios para lograr decisiones equitativas en base a un enfoque participativo sobre el uso sostenible de los recursos hídricos.

Bajo este enfoque, GWP es una red internacional de organizaciones e instituciones, creada en 1996, para ayudar a los países a convertir en acciones concretas, los nuevos principios de manejo integrado de recursos hídricos.

GWP – Centroamérica, se establece como Comité Técnico Asesor para Centroamérica (CATAC), en Marzo del año 2000, conformada por representantes de siete países del Istmo Centroamericano, con el objetivo de apoyarlos en la adopción e implementación de prácticas de manejo sostenible del agua de una manera integrada y participativa e identificando como uno de los mecanismos para el logro de este objetivo, los **Programas Asociados**.

Es importante señalar, que el marco conceptual del Manejo Integrado de los Recursos Hídricos no puede considerarse conceptualmente completo si no logra integrar en su aplicación, la interrelación aguas superficiales - aguas subterráneas, generalmente vinculada al espacio geográfico de las cuencas hidrológicas. Se prevé entonces la necesidad de un Programa Asociado de Aguas Subterráneas, que considerando esta vinculación, logre identificar un Proyecto Regional dirigido asegurar el uso sostenible de los Recursos de Agua Subterránea en los acuíferos más importantes de la región centroamericana.

Otro aspecto importante del contexto actual lo constituye el Documento Plan de Acción para el Manejo Integrado de los Recursos Hídricos en el Istmo Centroamericano conocido como el PACADIRH. Fue elaborado en el año 1999 a solicitud de los Presidentes de Centroamérica y plantea un análisis regional sobre la existencia de una serie de preocupaciones en torno al agua que comparten los países de la región y refleja la voluntad política de superarlas. En el tema sobre las *Debilidades para el Manejo Integrado del Agua en Centroamérica*, enfatiza sobre la:

- ✓ Baja prioridad política y sensibilización pública
- ✓ Contaminación de las fuentes de agua

El agua subterránea pasa a través de estas debilidades y por lo tanto, se hace necesario lograr resultados que se identifiquen al menos con cinco de las trece Acciones contempladas en el Plan Centroamericano. Estas acciones son:

Acción 1. - Mayor sensibilización de los tomadores de decisión y los medios de comunicación sobre el concepto de que el agua es un recurso limitado, que tiene valor económico

Acción 2. - Campaña regional de sensibilización sobre una valoración adecuada del agua.

Acción 3. - Intercambio de experiencias y asesoría entre los países, orientado al fortalecimiento de las capacidades de gestión.

Acción 4. – Avances importantes en la actualización, modernización y homogeneización de las redes de medición y monitoreo, armonización de métodos de medición, mejoramiento de las bases de datos y el establecimiento de mecanismos de intercambios de información.

Acción 8. – Presencia real del Istmo Centroamericano en las actividades mundiales relacionadas con el agua, haciéndolo participe de las posibilidades de asistencia técnica y financiera en esta materia.

I.2 Antecedentes.

Con el propósito de contribuir a los esfuerzos regionales relacionados con el uso sostenible de las aguas subterráneas y desarrollar una cooperación directa entre los organismos del istmo centroamericano que administran los recursos de aguas subterráneas, el 20 y 21 de Noviembre de 2001, se realizó el primer taller específico sobre aguas subterráneas en San José, Costa Rica, organizado por GWP – Centroamérica, con el propósito de lograr un consenso en la identificación de un programa Asociado para las Aguas Subterráneas en Centroamérica, que abordara un tema que fuera característico de la región. Contribuyeron activamente en el Taller personalidades como el Dr. Stephen Foster y Hector Garduño.

Los planteamientos más notorios de los cuatro grupos de trabajo que participaron en el taller, giraron alrededor de lo siguientes reflexiones:

¿ Que hacer para lograr la protección del agua subterránea?

Se coincidió sobre la necesidad de sistematizar la información regional relacionada con la identificación de las zonas de recarga y descarga, la composición del medio acuífero, la oferta y demanda del recurso, la influencia de las actividades municipales, industriales y agrícolas sobre la calidad del agua subterránea, los planes de desarrollo y las fuentes potenciales de contaminación y los inventarios de extracción, como conocimiento de base para la elaboración de una estrategia de protección que sirva como base para la toma de decisiones. En los acuíferos costeros presentes en la Región, juega un conocimiento importante el fenómeno de la intrusión salina.

¿ Como hacer para lograr implementar las acciones de protección?

Alrededor de cómo actuar sobre la Organización de la Información para la toma de decisiones, los grupos propusieron trabajar sobre tres ejes importantes. Estos ejes fueron, los inventarios, el monitoreo y los datos de vulnerabilidad y riesgo.

Sobre el tema de los inventarios, los aspectos a atender se refieren a reunir la información sobre los pozos de abastecimiento, sobre las fuentes de contaminación y sobre los estudios existentes a través de reconocimientos de campos y visitas institucionales, siendo los mecanismos de ejecución la cooperación entre usuarios y perforadores de pozos.

El tema del monitoreo deberá estar encauzado a conocer las variaciones de los niveles freáticos, la calidad del agua y pruebas de bombeo, a través de, trabajo de campo, uso de laboratorios, responsabilizando como mecanismo de ejecución a las instancias tomadoras de decisión.

Los datos de vulnerabilidad y riesgo pueden encauzarse hacia el conocimiento de las áreas vulnerables a la contaminación basándose en sus condiciones naturales (profundidad del agua,

recarga, medio del acuífero, suelos, topografía, zona vadosa, conductividad hidráulica) y relacionarlas con el conocimiento con las áreas de recarga, planes de explotación, población afectada, actividades antropogénicas, el uso de la tierra y las áreas con necesidades de investigaciones detalladas, estableciendo a través de su interrelación, las condiciones de riesgo.

Como en todos los casos, el trabajo se haría a través de reconocimientos de campo, oficinas, laboratorios y visitas a las instituciones. El mecanismo de ejecución los constituirán el intercambio de información vía Internet y de experiencias con los países de la región que tengan progresos en la aplicación de estos métodos.

Los niveles de capacitación deben estar dirigidos a técnicos, administrativos y operacionales. Los niveles de sensibilización deben estar dirigidos a, políticos, tomadores de decisión, y comunidades, colegios y universidades. En todos los casos puede hacerse uso de folletos, charlas, periódicos, afiches, televisión y reuniones de concientización.

Los ajustes graduales jurídicos e institucionales deberán girar alrededor de un análisis previo de las restricciones, de metas realistas y del desarrollo de las capacidades para hacerlos factibles. El análisis de restricciones implica un análisis de las barreras existentes y una identificación de los actores que pueden constituirse en barreras. Las metas realistas deben apoyarse sobre acciones que lleguen al usuario a los niveles municipales, industriales y agropecuarios. El desarrollo de las capacidades debe sustentarse en el desarrollo de acciones de capacitación a los planificadores y a los tomadores de decisiones. Para el desarrollo de esta estrategia es necesario la identificación previa de los actores o institución que proporcionará los insumos de información para el desarrollo de las actividades.

¿ Por donde empezar?

Los grupos reiteraron la necesidad de desarrollar proyectos pilotos con la tipología de los elementos señalados en los temas anteriores. Básicamente el desarrollo específico de proyectos pilotos deberá abarcar el entorno relacionado con la capacitación de técnicos, el intercambio e experiencias regionales, el intercambio de especialistas que realizan estudios específicos, la generación de bancos de datos, mecanismos de divulgación local y regional.

Los proyectos pilotos deberán impulsar los ajustes graduales jurídicos e institucionales relacionados con el fortalecimiento de los marcos legales, con la coordinación funcional interinstitucional e intergrupala, con los programas de concientización y con la valoración del uso del agua. Los resultados del Taller constituyen la base fundamental de la propuesta.

2) EL AGUA SUBTERRÁNEA EN CENTROAMÉRICA.

2.1 La importancia.

Los países de la región centroamericana reflejan para sus necesidades de desarrollo y humanas, una dependencia de los recursos de agua subterráneas que oscila entre el 60% y el 80%, siendo especialmente notoria la dependencia de Belice, que reportó hasta el 95%.

- ✓ En Honduras, de los acueductos que opera el SANAA, aproximadamente el 70% de la población se abastece de aguas subterráneas. El crecimiento demográfico de esas comunidades unido al deterioro de los cuerpos de aguas superficiales, evidencian la

necesidad de planificar la explotación de los recursos subterráneos y trabajar en su protección.

- ✓ En El Salvador, se extraen unos 227 MMC / año de aguas subterráneas. El 80% del abastecimiento de agua potable proviene de aguas subterráneas. Cuenta con suficiente agua disponible a través de la mayor parte del territorio, con vertientes y pozos profundos los cuales constituyen fuentes seguras e importantes de aguas subterráneas para el abastecimiento de agua para uso doméstico, agrícola, municipal e industrial.

Aunque la calidad del agua subterránea es generalmente buena, la contaminación biológica y química es común en acuíferos aluviales de poca profundidad que se encuentran cerca de los poblados.

- ✓ En Costa Rica, el 60% del abastecimiento de agua depende de los acuíferos subterráneos. El uso de las aguas superficiales es cada vez más difícil y costoso por el acelerado proceso de deterioro a que se encuentran sometidos. Casi el 95% de las aguas superficiales se encuentran contaminadas. Esto lleva a hacer uso de las aguas subterráneas y tener una fuerte dependencia de ellas. El Ministerio del Ambiente está gestionando el fortalecimiento de las relaciones de trabajo conjunto con el SANARA para inventariar los recursos de aguas subterráneas y establecer una estrategia de protección.
- ✓ En Belice, al igual que el resto de países de la región, el 95% del agua potable que se usa depende del agua subterránea. En las áreas urbanas el agua proviene mayormente de aguas superficiales.
- ✓ En Nicaragua, como en el resto de Centroamérica, el agua subterránea es un recurso utilizado en todos los sectores de la economía. Alrededor del 90% de la producción de agua es obtenida de pozos de producción. El agua procedente de manantiales y pozos es usada para la agricultura, industria, servicios públicos y servicios privados.

Contradictoriamente y en forma muy parecida al resto de países de Centroamérica, la Región Central y Pacífica son las regiones más densamente pobladas del país. Se estima que un 60% de la población total vive en una franja estrecha del Pacífico y un 32% en la Región Central Montañosa. En estas regiones, el agua potable para el abastecimiento de los Municipios y para fines industriales, es casi totalmente obtenida de la extracción de agua subterránea.

- ✓ En Guatemala, la gestión del agua subterránea la realiza la empresa privada. El agua subterránea obtenida de los pozos y manantiales es un recurso esencial y la mayor fuente de agua consumida de manantiales y pozos es usada para propósitos agrícolas, industriales, públicos y privados. Sin embargo la disponibilidad de agua subterránea es muy inconstante. El acceso permanente y el desarrollo de suministros confiables de aguas subterráneas, son problemas importantes que involucran a las instancias del Gobierno de Guatemala y muchas organizaciones internacionales y privadas.
- ✓ En Panamá, la situación difiere del resto de los países de Centroamérica, en donde el mayor consumo de agua potable proviene de aguas superficiales. Aparentemente esto tiene mucha relación con los indicadores del Ministerio de Salud de Panamá, que

evalúan que la mayor causa de mortalidad de diarreas se asocian con enfermedades hídricas, y es a su vez la mayor causa de mortalidad.

En conclusión, los altos porcentajes de dependencia que tienen del agua subterránea los países de la región para sostener su desarrollo y considerando la contaminación masiva a que las aguas superficiales están siendo sometidas, un Proyecto dirigido a la prevención y control de la contaminación del agua subterránea se convierte en una necesidad inestimable para prevenir los déficit de disponibilidad que pudieran derivarse como consecuencia del deterioro de su calidad.

2.2 Los Problemas.

En los países que conforman la región centroamericana existe poca experiencia sobre gestión integrada entre las aguas superficiales y subterráneas. Generalmente los usos que se hacen de las aguas subterráneas se realizan divorciados de los usos que hacen de las aguas superficiales, lo que genera situaciones de conflictos de uso de ambas disponibilidades, tanto a nivel de proyectos de desarrollo, como entre usuarios.

Dentro de este manejo divorciado, uno de los aspectos mas descuidados es la contaminación de las aguas. Es quizás uno de los mas grandes retos que tiene que enfrentar la región. La gran variedad de actividades económicas y culturales que se realizan sobre los principales acuíferos que abastecen áreas urbanas con alto nivel de desarrollo, tienen una fuerte influencia en el subsuelo que pueden manifestarse en cambios hidroquímicos o problemas de contaminación del agua subterránea por infiltración directa. En muchos otros casos, la contaminación de las aguas subterráneas esta estrechamente relacionada a la contaminación de las aguas superficiales, especialmente cuando estas actúan como corrientes influentes que alimentan a los acuíferos que atraviesan en su trayectoria

El escenario regional en cada país, puede caracterizarse, de acuerdo con los resultados del Taller, de la manera siguiente:

- ✓ En Honduras un ejemplo importante de contaminación lo constituye San Pedro Sula. La mayor parte del abastecimiento del agua para cubrir la demanda publica y privada se obtiene de pozos que captan del sistema de acuíferos que subyacen la ciudad. El sistema es recargado principalmente por los ríos y aguas pluviales dentro de áreas que permiten la infiltración a los acuíferos. Sin embargo, **el desarrollo urbano sin control en estas áreas de recarga**, disminuyen el área de recarga para la reducción de áreas con capacidad de infiltración para absorber las aguas pluviales.

La Planicie de Choluteca es otro ejemplo interesante en Honduras. Los acuíferos de Choluteca en la Costa Sur de Honduras, constituyen fuente indispensable para el abastecimiento de agua potable para consumo humano y para riego a la industria agrícola intensiva. Sin embargo, debido al **crecimiento de la industria agrícola**, la demanda para agua potable **y la falta de sistemas de alcantarillado** adecuados, los acuíferos quedan en peligro de contaminación.

Varios estudios han identificado que los riesgos de contaminación más inminentes son los de **intrusión salina, agroquímicos y aguas negras**.

- ✓ En Guatemala, la contaminación de acuíferos pocos profundos por organismos patógenos debido a la **disposición inapropiada de excretas humanas o de**

animales. La inadecuada **disposición de basuras**, es un problema en muchos poblados y áreas agrícolas del país. Se relaciona la contaminación química principalmente al **uso de fertilizantes y pesticidas**. Solo las aguas de acuíferos profundos o confinados, se consideran seguras de la contaminación química y biológica.

- ✓ En el Salvador, la precipitación es la principal fuente de recarga para el agua subterránea. El principal problema que afecta las aguas subterráneas es la contaminación. Las zonas de mayor concentración humana generalmente coinciden con los principales acuíferos del país.

Muchos acuíferos de poca profundidad están siendo biológicamente contaminados principalmente debido a la mala **disposición de los desechos sólidos**. La contaminación de agua causada por los **desechos sólidos, residuos agroindustriales y otras basuras** es un problema crítico en El Salvador. Debido a la alta contaminación de los ríos y lagos, que vuelve las aguas superficiales inapropiada para el consumo humano, recae sobre el agua subterránea, el uso doméstico, industrial, agrícola y abastecimiento municipal.

- ✓ En Nicaragua, el incremento de los problemas de contaminación de las aguas se ha dado debido al **uso continuo de los recursos hídricos como cuerpos receptores de efluentes residuales sin tratamiento**. Las principales fuentes de contaminación de las aguas son las **descargas de agua residuales industriales y municipales**, el uso **excesivo de agroquímicos en la producción agrícola**, **lixiviados de los desechos sólidos** y de **actividades mineras**.
- ✓ En Costa Rica, los mayores efectos negativos para el agua han estado orientados por la **producción agrícola**, sin embargo, otro aspecto del problema se presenta en la zona norte de Heredia por causa de las **urbanizaciones**. Como alternativa de solución es permitirlos bajo un Plan Regulador. Al igual que en Nicaragua y el resto de países de la región centroamericana que tienen acuíferos importantes en las zonas costeras, principalmente en las costas del pacífico, el descenso excesivo de los niveles freáticos está causando problemas de contaminación por intrusión de agua de mar.

Es obvio, que la región centroamericana tiene una problemática compartida relacionada con la contaminación de los recursos de aguas subterráneas, cuyos orígenes prácticamente se deben a las actividades industriales, agrícolas, municipales y otras. A los acuíferos costeros se suma el riesgo de contaminación por intrusión salina. Esto es coincidente con la condición de áreas urbanas desarrolladas por la dinámica poblacional y las fuertes demandas relacionadas con el desarrollo económico y social.

3) DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1 Propósitos del Programa Asociado

El Programa Asociado plantea su ejecución a nivel de los países que componen la región centroamericana con el propósito de contribuir con la región en:

- ✓ Desarrollar una cooperación directa entre los organismos de los países centroamericanos sobre el intercambio de experiencias en materia de protección de las aguas subterráneas.
- ✓ Facilitar la identificación, elaboración y utilización de herramientas útiles para el mejoramiento de la prevención y protección del aguas subterráneas en la región
- ✓ Incorporar la Gestión de Prevención y Control de la Contaminación del Agua Subterráneas dentro del marco de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH)
- ✓ Asegurar la participación de los usuarios del agua subterránea.

3.2 Temas de Trabajo

Para materializar los propósitos que el Programa Asociado persigue lograr en la región, el Proyecto plantea desarrollar una Estrategia de Protección para las aguas subterráneas que sea estándar, validable y reproducible en áreas pilotos que constituyan acuíferos principales utilizados para sustentar el desarrollo económico y social de zonas urbanizadas y cuyas aguas subterráneas están potencialmente expuesta a la contaminación. La Estrategia debe ser formulada fundamentalmente con información existente y la garantía de su aplicación la constituyen la capacitación y el entrenamiento de los profesionales participantes, la capacidad de intervención en la gestión del agua subterránea que tenga la institución participante, la incorporación y divulgación entre los actores de interés, la mejora de conciencia sobre el valor del agua. En este sentido el Proyecto trabajará en tres temas principales:

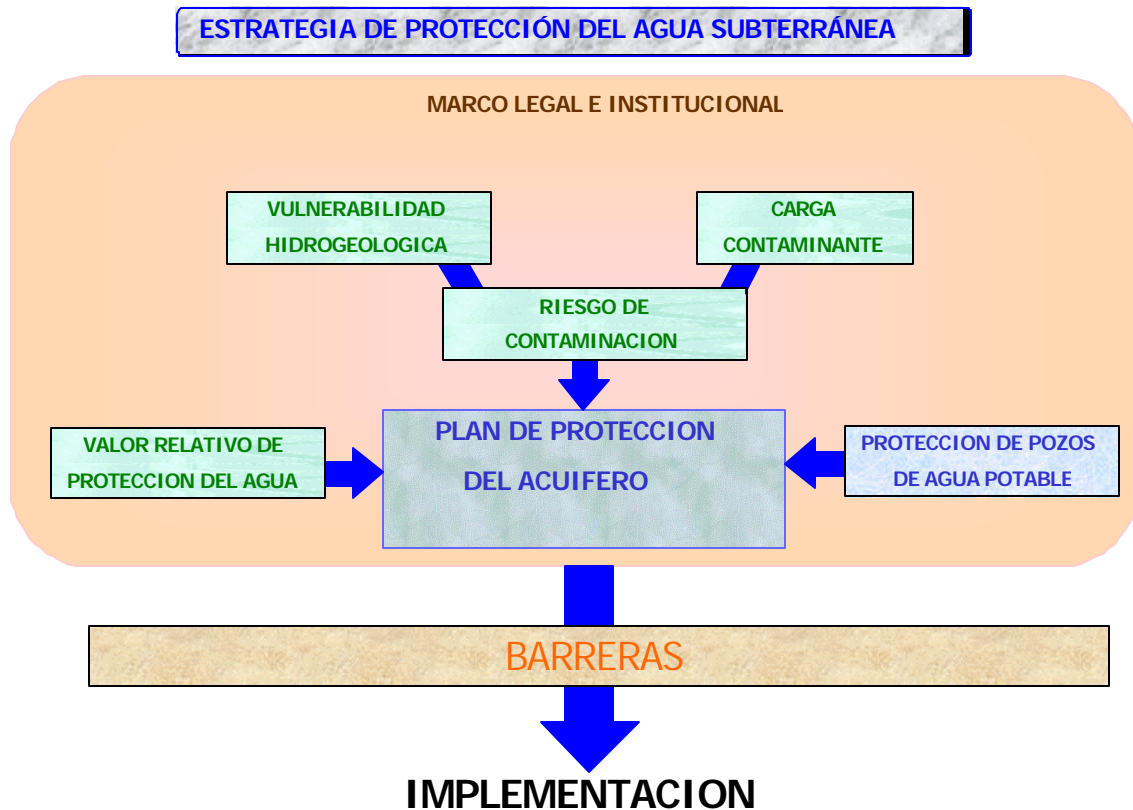
3.2.1) Tema 1 : Desarrollo de una Estrategia de Protección.

El Proyecto se caracteriza como un proyecto de desarrollo de métodos orientados a la protección y el manejo sostenible de los recursos de aguas subterráneas. Se espera que los métodos desarrollados y las experiencias adquiridas a través de su implementación en las áreas pilotos, serán divulgados y aplicados en otros acuíferos importantes de los países que participen en el Programa. Se enfatizará durante este proceso la importancia de una estrecha colaboración a lo interno de cada país entre las instituciones participantes, organizaciones interesadas y organismos colaboradores.

Durante esta fase se desarrollará una estrategia general de protección que culminará con una propuesta de plan operativo que contendrá una serie de medidas, regulaciones y normas que deberán implementarse para la protección del agua subterránea. El plan delimitará áreas que necesitarán de medidas de protección para resguardar la calidad del agua subterránea en el futuro.

Los métodos seleccionados para su desarrollo y aplicación, serán aquellos que permitan articular el siguiente marco conceptual de protección.

Marco Estratégico para la Protección



3.2.2) Tema 2 : Capacitación y Sensibilización

La capacitación directa, a través de talleres de entrenamiento sobre la aplicación de los métodos desarrollados, estará dirigida a los profesionales de las instituciones u organizaciones que trabajen con el área piloto con el propósito de asegurar la implementación de la Estrategia y su replica en otros acuíferos. Los participantes en los talleres estarán compuestos por profesionales de cada uno de los países de la región. La capacitación y entrenamiento debe cumplir el propósito de crear las capacidades necesarias para asegurar la aplicación de los resultados.

La Sensibilización, dirigida a lograr un cambio de actitud hacia la contaminación del agua subterránea, será un proceso a través del cual se hará una identificación de las partes interesadas en la protección del agua subterránea, con las cuales se pueda lograr una identificación de las principales barreras para la implementación de un plan de protección y una educación sobre el tema de la protección del agua subterránea que permita crear una comunicación y divulgación sobre el tema.

3.2.3) Tema 3 : Creación de Capacidades.

La creación de capacidades, dirigida a proveer una educación y una capacitación del empleo de los métodos desarrollados que permita crear en cada una de las organizaciones participantes una masa crítica de personal técnico que esté capacitado para implementar los

resultados obtenidos, extenderlos y reproducirlos en otros acuíferos en sus respectivos países. Las instituciones u organismos participantes, realizarán talleres nacionales con los principales actores y gestores involucrados con el uso de las aguas subterráneas para presentar y discutir los resultados obtenidos durante o al final de las actividades, incluyendo centros de enseñanza superior. El proceso de divulgación y difusión debe también perseguir la validación y adopción de los métodos desarrollados.

3.3 Objetivos.

3.3.1) Objetivo de Desarrollo

Contribuir al logro de un desarrollo ambientalmente sostenible a través de la protección del agua subterránea, en los países de la región centroamericana.

3.3.2) Objetivos Específicos

- a) Establecer el nivel de riesgo de contaminación para las agua subterránea a través de la interrelación entre la Vulnerabilidad Hidrogeológica del acuífero, el Peligro de Contaminación de las actividades antropogénicas, el Valor Relativo de la Protección. (TEMA: 1)
- b) Proponer un Plan de Protección diferenciado, que contenga normas, regulaciones y medidas para la protección del acuífero, basado en los niveles de riesgo de contaminación. (TEMA: 1)
- c) Desarrollar un marco de comunicación para la protección del agua subterránea compuesto de la identificación de las partes interesadas, la identificación de las barreras para la implementación del Plan de protección y de la ejecución de un plan educativo que amplíe conocimientos acerca del tema de la protección del agua subterránea. (TEMA: 2)
- d) Capacitar y entrenar en el ejercicio de sus funciones a técnicos y profesionales de las instituciones que cooperan con el AP en el desarrollo y aplicación de herramientas para la protección de las aguas subterráneas. (TEMA: 3)

3.4 Resultados Esperados.

Al final del Programa, se espera haber contribuido con los países de la región centroamericana en lo siguiente:

3.4.1) Un marco técnico para la protección del agua subterránea compuesto de

- a) Herramienta para determinar la vulnerabilidad hidrogeológica de los acuíferos a la contaminación.
- b) Herramienta para evaluar el peligro potencial que las fuentes de contaminación de las actividades económicas representan para el agua subterránea.
- c) Herramienta para evaluar el valor de protección relativo del agua subterránea.

d) Un método para combinar las herramientas desarrolladas en la preparación de una plan de protección.

3.4.2) Un marco de comunicación que aborde las áreas de:

- a) Capacitación y sensibilización.
- b) Identificación de parte interesadas.
- c) Identificación de barreras.
- d) Educación sobre los temas.
- e) Materiales de comunicación y métodos de divulgación.

3.4.3. Una creación de capacidades relacionada con

- a) Formación de personal y capacitación de personal técnico en las diferentes organizaciones de los países centroamericanos participantes.

3.5 Beneficiarios

El Programa Asociado tiene identificado tres grandes grupos de beneficiarios a distintos niveles.

El primer grupo lo constituyen los pobladores, instituciones y empresas, que se abastecen y satisfacen sus necesidades directamente del agua subterránea del acuífero piloto. Estos usuarios son a la vez consumidores y potenciales contaminadores del agua debido a sus actividades económicas (agrícolas, industriales, municipales etc) Este grupo sería el principal grupo de afectados en caso de presentarse un deterioro de la calidad el agua que reduzca su disponibilidad. Para las Municipalidades dentro del área piloto que no se abastezcan de agua del acuífero, el Plan de Protección será un instrumento importante en la planificación urbana del sector.

El segundo grupo de beneficiarios los constituyen las instituciones, organizaciones, universidades e individuos que participen directamente en el Proyecto. La creación de capacidades que implica recibir asesoría técnica sobre la marcha y capacitación a través de talleres, cursos y aplicaciones de campo que beneficiarán directamente en cada uno de los países, a todos los organismos y personal técnico que participen en el desarrollo y aplicación de los resultados obtenidos.

Un tercer grupo lo constituyen grupos marginados que por su condición de pobreza y de salud, son los principales afectados cuando se deteriora la calidad del agua que consumen. La meta principal para ese grupo es lograr un cambio de actitudes y de su comportamiento hacia la protección y conservación de la calidad del agua subterránea. El deterioro de los recursos de aguas subterránea esta vinculado al incremento de la pobreza y del deterioro de la salud.

El Beneficio se reflejará a través de la implementación del Plan de Protección como instrumento para evitar la contaminación y como un medio para contribuir al uso sostenible. La reducción de la pobreza entre la población es algo que ocurre a largo plazo, los beneficios del programa en este sentido no serán inmediatos.

4) ENFOQUE METODOLÓGICO.

4.1 Secuencia.

La preparación de una Estrategia de Protección para las aguas subterráneas debe partir de la respuesta a las tres preguntas siguientes ¿cuáles son las áreas que necesitan protección? ¿para que propósito? ¿cómo se debe ejecutar? Esto significa que es necesario identificar las áreas de protección; definir metas para el plan de protección; definir responsabilidades institucionales e identificar las normas, regulaciones, y los métodos de protección para la ejecución del plan. Por lo tanto, la secuencia que seguirá el proyecto se fundamentará en tres pasos principales:

1. El primer paso, consistirá en definir una política de protección diferenciada. Fijar para cada zona de protección, un valor al recurso de aguas subterráneas, en términos de niveles de contaminación aceptables y de uso presente y futuro.
2. El segundo paso, comprende el desarrollo de la Estrategia. Esta comprende las evaluaciones de la vulnerabilidad a la contaminación del agua subterránea, su peligro potencial de contaminación, el riesgo de contaminación, el valor de la protección en términos del uso presente y futuro del acuífero, así como un Plan de Protección que proporcione las recomendaciones y medidas de regulación para proteger el uso presente y futuro del agua subterránea.
3. El tercer paso, dirigido asegurar la ejecución exitosa del Plan, será concentrarse en el logro de acuerdos institucionales y en el desarrollo de las herramientas de planificación para la elaboración del plan.

4.2 Descripción de las Actividades

Actividad A: Evaluación de la Vulnerabilidad Natural del Acuífero.

La vulnerabilidad natural de un acuífero ó Vulnerabilidad Hidrogeológica, se define como la sensibilidad natural que tiene un acuífero a la contaminación. La Vulnerabilidad es una herramienta esencial como conocimiento de base para la preparación de un plan general de protección para las aguas subterráneas.

Aunque existen muchos métodos para estimar la Vulnerabilidad, considerando la experiencia regional y la disponibilidad de información existente, el Proyecto se propone aplicar el Método DRASTIC (*DRASTIC: A Standardized System for Evaluación of Grundwater Pollution Potential Using Hydrogeological Setting, National Water Well Association, Dublín, Ohio*). Este método ha sido utilizado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) y ha sido aplicado en diez condados de ese país para elaborar mapas de vulnerabilidad hidrogeológica.

La metodología DRASTIC, es un sistema estandarizado para evaluar la sensibilidad natural de un acuífero ante la presencia de una carga contaminante depositada, utilizando escenarios hidrogeológicos con características comunes y por consiguiente con una vulnerabilidad común a la contaminación.

Se apoya en el análisis de siete parámetros a los cuales les aplica un sistema numérico que permite ponderar la intervención que tiene el parámetro en el proceso de contaminación. Estos

parámetros son, la profundidad del agua; la recarga neta; el medio del acuífero; el medio del suelo; la topografía; el impacto de la zona vadosa; y la conductividad hidráulica.

Actividad B: Estimación del Peligro Potencial de Contaminación.

La estimación del Peligro Potencial de Contaminación es un método utilizado para obtener una caracterización del potencial de contaminación que existe sobre un acuífero determinado y que constituye un peligro para la calidad natural del agua subterránea

Se estimará el Peligro Potencial de Contaminación, utilizando una versión modificada del método desarrollado por el Dr. Stephen Foster y el Dr. Ricardo Hirata (Groundwater Pollution Risk Assessment – a Methodology Using Available, 1988) *Determinación del Riesgo de Contaminación para las Aguas Subterráneas*

El método permite estimar el Peligro Potencial que representa cada foco contaminante para las aguas subterráneas del lugar. El método en su versión original utiliza el análisis de cuatro características de los contaminantes, pero la versión modificada obtenida de la experiencia de aplicación en Nicaragua, contempla una quinta característica. Estas características son:

1. **La Clase de Contaminante** involucrado en los procesos de degradación. Es determinada por la degradación y retardación del contaminante con respecto al flujo de agua subterránea. Estas propiedades dependen de las características físico-químicas del contaminante ante los procesos químicos, físicos o bacteriológicos que puedan ocurrir en su interacción con el medio acuífero.
2. **La intensidad del contaminante**, definida por la relación de la concentración relativa y la proporción de la recarga afectada. La concentración relativa depende de la concentración del contaminante con respecto a las normas ABC Canadienses para la calidad del agua subterránea.
3. **El modo de disposición del contaminante** en el sistema (suelo, subsuelo, agua) esta relacionado con la carga hidráulica asociada al contaminante bajo la superficie a la que el efluente es descargado o donde la lixiviación de residuos sólidos ocurre. La carga hidráulica es la altura en mm/año de agua asociada con el contaminante que se infiltra hacia el subsuelo en un área disposición.
4. **La duración de la carga**, la cual se evalúa por la probabilidad de que el contaminante sea descargado al sistema, es decir, que se incorpore al suelo ó subsuelo para luego ser transportada e integrada al agua subterránea y por el tiempo durante el cual se aplica la carga, que varía desde pocas horas hasta décadas. La probabilidad es un criterio que se estima en base a la persistencia del contaminante y a la continuidad o constancia de aplicación del mismo.
5. **La remediación del contaminante**, la cual depende del volumen del Contaminante y la posibilidad de remediación del mismo, de acuerdo a sus propiedades físico-químicas, como son, densidad, solubilidad en el agua, degradación (con respecto a la bioremediación) volatilidad, cantidad, concentración y propiedades electroquímicas.

El valor relativo de la carga se estima de la ponderación de las características descritas aplicadas a cada fuente, estableciéndose una escala relativa de peligro potencial de

contaminación para cada tipo de actividad. El análisis para la determinación de la carga se basa en:

- Identificación de fuentes contaminantes
- Priorización de fuentes contaminantes para su caracterización
- Caracterización de Contaminantes
- Determinación del Peligro Potencial.

Actividad C: Estimación del Valor Relativo de la Protección.

La estimación del Valor Relativo de la Protección del agua subterránea, es un método que nos permite definir aquellos lugares de un acuífero en donde la protección del agua subterránea adquiere su mayor o menor importancia en función de su calidad, cantidades existentes, uso actual o futuro y la sensibilidad al abatimiento de sus niveles freáticos, como recurso valiosamente explotable para satisfacer las necesidades de la sociedad. Por lo tanto, el valor relativo de la protección (V relativo) del agua subterránea nos indica la necesidad de considerar medidas de protección para asegurar la disponibilidad a largo plazo de un recurso limpio y seguro para el suministro de agua.

Metodológicamente, el resultado final de su interacción se obtiene haciendo una interacción de los parámetros señalados y que fueron analizados independientemente. Esta interacción se cuantifica a través de un indicador que se obtiene de la suma algebraica

$$(V \text{ relativo} = V \text{ cantidad} + V \text{ calidad} - V \text{ niveles}).$$

La adición de los valores de calidad (V calidad) y cantidad (V cantidad) ejercen una influencia positiva en la estimación del valor de la protección y la variación de los niveles freáticos (V niveles) ejerce una influencia negativa desde el punto de vista de la alta extracción.

El conocimiento del estado de la cantidad, la calidad, la sensibilidad al abatimiento de los niveles freáticos y el uso del agua, correlacionados a través del concepto del valor relativo de la protección, constituye un conocimiento importante para orientar y maximizar adecuadamente los recursos técnicos y económicos para una buena planificación y administración del Plan de Protección, en otras palabras, constituye un instrumento auxiliar para la toma de decisiones.

Actividad D: Elaboración del Plan de Protección.

Con las herramientas obtenidas de las actividades **A y B**, el Proyecto establecerá las condiciones de riesgo de contaminación potencial existente y formulara para cada acuífero piloto en base a las condiciones imperantes en cada país, un Plan de Protección que proponga un marco operativo para la protección del agua subterránea. Este marco establecerá las directrices de protección diferenciada que ameritan un manejo específico para su protección. El marco operativo será aproximadamente el siguiente:

Marco Operativo para el Plan de Protección

Define la prioridad de atención

Directrices Generales

AREA DE VULNERABILIDAD	PELIGRO POTENCIAL DE CONTAMINACION	SITUACION DE RIESGO	PROBLEMÁTICA	MARCO DE REGULACIONES	MEDIDAS
Alta	Alto	Extremo		Prohibiciones Certificaciones Avaes Notificaciones Inspecciones Monitoreos	
	Moderado	Alto			
	Bajo	Moderado			
Moderada	Alto	Alto			
	Moderado	Moderado			
	Bajo	Bajo			
Baja	Alto	Moderado			
	Moderado	Bajo			
	Bajo	Bajo			

Actividad E: Barreras a la Protección.

Si cualquiera de los países participantes, lo considera necesario y conveniente para la aplicación del Plan de Protección, se podrá aplicar el marco teórico desarrollado por Stephen Trudjill para ayudar al análisis de problemas y encontrar soluciones en problemas relacionados con el medio ambiente, basado en la existencia de diferentes tipos de barreras u obstáculos. Estas generalmente son, barreras de consenso, barreras de conocimiento, barreras tecnológicas, barreras económicas, barreras socioculturales y barreras político administrativas.

La metodología normalmente consiste en la realización de entrevistas pertenecientes a diferentes sectores relacionados con el uso del agua: agricultores, industriales, urbanizadores, consumidores domésticos, funcionarios de municipalidades, ministerios y organismos que realizan sus actividades dentro y fuera de la zona de estudio.

Actividad F: Sensibilización, Capacitación y Formación.

El desarrollo de esta Actividad está dirigido a convertirse en un elemento complementario de los otros temas desarrollados con el propósito de asegurar la sostenibilidad a largo plazo de las actividades desarrolladas, implementando la existencia de un dialogo continuo sobre la necesidad de promover acciones de protección del agua subterránea. Además debe asegurar, la formación de profesionales en cada país de la región con capacidad de proteger el recurso y de comunicar los resultados derivados del desarrollo de las actividades.

La Sensibilización, será un proceso dirigido a los ciudadanos que constituyen el núcleo de principales perdedores cuando no se protege adecuadamente el agua subterránea. Se buscará influir en algunos tipos de comportamientos promoviendo la motivación y la voluntad de las personas de proteger el agua subterránea. La actividad consiste en emplear esfuerzos para identificar áreas en las cuales las actividades informativas y los esfuerzos educacionales logren tener un impacto en elevar la toma de conciencia entre los usuarios del agua que pueda contribuir.

Considerando que el Proyecto tiene como fundamento principal el desarrollo de métodos para la protección del agua subterránea, así como facilitar el uso de estos métodos, es importante que los resultados que se van obteniendo, sean conocidos por grupos relevantes, principalmente aquellos encargados de diseñar las políticas, toma decisiones y que son administradores en funciones relacionadas con la protección del agua. Para este grupo se proporcionarán talleres, seminarios y cursos sobre las otras actividades realizadas. Los profesores e investigadores universitarios deberán ser considerados como participantes antes las expectativas de ser los futuros tomadores de decisiones.

Actividad G: Divulgación de Resultados.

La divulgación de resultados será simplemente una forma mas ampliada de dar a conocer el Proyecto, sus actividades sus resultados, involucrando grupos mas amplios de la sociedad en el tema. La amplitud de la divulgación podrá ser nacional y regional. Esta amplitud deberá cubrir también la divulgación en los países que contribuyan con donaciones y financiamiento para la ejecución del Programa Asociado. Cada producto obtenido de la conclusión de una actividad, deberá ser acompañado de su informe técnico o manual de aplicación.

4.3 Productos Esperados

4.3.1 Mapa de Vulnerabilidad

Como primer paso en la protección del acuífero, el Proyecto desarrollará la aplicación del Método DRASTIC, para obtener el mapa de zonas vulnerables a la contaminación del agua subterránea. El método es un sistema estandarizado de aplicación general para evaluar la capacidad de mitigación de un acuífero ante la presencia de un contaminante.

El Método DRASTIC, fue elaborado por la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (EPA) y ha sido probado en otros países, como Suecia. En Centroamérica, ha sido aplicado en Nicaragua en el acuífero que abastece la Ciudad de Managua, capital del país. La implementación del DRASTIC en la Región, pasa por el proceso de adaptar, validar e implementar el método a las condiciones hidrogeológicas de cada país.

Los resultados se presentarán en un mapa a colores a escala 1:50 000, el cual será acompañado de un informe técnico que básicamente contenga una descripción de la geología e hidrogeología, la descripción del método, el análisis de adaptación a las condiciones locales, los resultados obtenidos y una guía de aplicación del mapa para la toma de decisiones.

4.3.2. Mapa de Peligro Potencial.

Paralelamente se iniciará la identificación de las fuentes potenciales de contaminación, tanto puntuales como difusas, para luego proceder a una caracterización del peligro potencial que representan para la calidad del agua subterráneas. Se propone utilizar un versión modificada del Documento publicado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (CEPIS, 1991) y desarrollado por Dr. Ing. Stephen Foster y Ing. Geol. Ricardo Hirata bajo el Programa Regional de Prevención y Control de la Contaminación de Aguas Subterráneas.

El resultado se presentará en un Mapa 1:50 000, en donde se ubicaran todas las fuentes contaminantes caracterizadas por su peligro potencial de contaminación acompañado de un

informe técnico que describirá esencialmente, el tipo de actividad, su ubicación, sus características, la descripción de su problema y el nivel de peligrosidad que representa para la calidad del agua subterránea.

4.3.3) Estimación del Riesgo y las Directrices para la Prevención y Control de la Contaminación.

Haciendo uso de los resultados anteriores, se realizará una sobreposición de las actividades contaminantes caracterizadas, con las condiciones de vulnerabilidad para estimar las condiciones de Riesgo Potencial de Contaminación. Utilizando las áreas vulnerables como áreas principales de atención, el riesgo como elemento de priorización para decidir el orden en que se aplicaran las medidas de protección tanto a las actividades existentes como a las futuras relacionándolas con su problemática para identificar el tipo de regulación, se elaborará un Plan de Protección que contenga las Directrices para regular las actividades y el uso del suelo.

4.3.4) Mapa del Valor Relativo de la Protección

Para estimar el Valor Relativo de la Protección, se realizará el análisis de tres parámetros de forma cuantitativa y semi-independientes. Estos parámetros son la calidad del agua, la cantidad, la sensibilidad al abatimiento de los niveles freáticos y un cuarto parámetro que se analiza de forma cualitativa, que es el uso del agua. La metodología fue desarrollada por la Dra. Cecilia Scharp con el respaldo de la Real Universidad Politécnica de Estocolmo, Suecia.

El producto esperado de la aplicación de esta metodología, será un Mapa de la Estimación del Valor Relativo de la Protección del Agua Subterránea, en el cual se representan las diferentes zonas en donde la protección del agua subterránea adquiere un valor relativo entre sí en el área total del acuífero. El resultado cartográfico se presentará en un mapa a escala 1 : 50 000.

4.3.5) Manuales Metodológicos

El Proyecto presentará la Documentación Técnica, que a su vez cumplirán con el papel de manuales de aplicación de los resultados, los Documentos que sustentan la Estrategia Desarrollada y el Plan Operativo de Protección. Este juego de Documentos estará compuesto por:

- Estimación de la Vulnerabilidad Hidrogeológica.
- Estimación del Peligro Potencial de Contaminación al Agua Subterránea.
- Estimación del Valor Relativo de la Protección del Agua Subterránea.
- Identificación de Barreras a la Protección Sostenible del Agua Subterránea.
- Identificación de los Portadores de Interés en la Protección del Agua Subterránea.
- Educación y Sensibilización.
- Plan Operativo de Medidas de Protección para el Agua Subterránea.

4.4 MATRIZ OPERATIVA Y CRONOGRAMA GLOBAL

Tema 1: Estrategia de Protección.

Objetivo Especifico	Resultado Esperado	Actividades	Medios de Verificación	Supuestos	I año	II año	III año
Tema 1: Estrategia de Protección							
A) Establecer el nivel de Riesgo de contaminación para el agua subterránea a través de la interrelación entre la Vulnerabilidad Hidrogeológica del acuífero, el Peligro Potencial de las Actividades Contaminantes y el Valor Relativo de la Protección al agua subterránea.	A.1) Estimada la Vulnerabilidad Hidrogeológica en los acuíferos pilotos	A.1.1) Elaboración de los mapas temáticos de:-Profundidad del Agua-Recarga efectiva-Medio del acuífero-Topográfico-Zona Vadosa-Conductividad Hidráulica-Escenarios Hidrogeológicos-Mapa de Vulnerabilidad. A.1.2) Entrega de informes de avances y finales a los asesores del proyecto	A.1.1.1) Elaborado el informe técnico y los mapas temáticos de vulnerabilidad hidrogeológica A.1.2.1) Revisión de los informes de avance y finales	-Existe en cada país participante un personal comprometido y trabajando en las actividades asignadas- -Se cuenta con asesoría técnica	1-2-3 --2-3		
		A.1.3) Divulgación de los resultados obtenidos a los planificadores y potenciales usuarios de los resultados A.1.4) Taller regional para presentar los resultados de vulnerabilidad obtenidos en cada país.	A.1.3.1) El mapa y los documentos de vulnerabilidad son utilizados como herramientas para el control de la contaminación A.1.4.1) Taller realizado.		-3-4 -3		

	A.2) Estimado el Peligro Potencial de Contaminación que representan para las aguas subterráneas las Actividades Económicas que se desarrollan en los acuíferos pilotos.	A.2.1) Realizar foto interpretación para la identificación preliminar de las actividades existentes y realizar una priorización de las actividades identificadas.	A.2.1.1) Estimado el peligro potencial de contaminación que representan para las aguas subterráneas las actividades económicas del lugar	-Existe en cada país participante un personal comprometido y trabajando en las actividades asignadas y se cuenta con asesoría técnica	3		
		A.2.2) Realizar el inventario de las actividades priorizadas.	A.2.2.1) Se cuenta con un inventario de actividades potencialmente contaminantes		41		
		A.2.3) Realizar el proceso de caracterización del peligro potencial de contaminación que representa cada una de las actividades priorizadas	A.2.3.1) Se presenta cuadro de caracterización por rama de actividades.			2-3	
		A.2.4) Elaborar los mapas temáticos de carga contaminante de las actividades industriales, agrícolas, municipales y otras.	A.2.4.1.) Se cuenta con mapas de carga contaminantes 1:50,000.			4	

		A.2.5) Entrega de informes de avances y finales a los asesores del proyecto	A.2.5.1) Revisión de los informes de avance y finales			4	
		A.2.6) Divulgación de los resultados obtenidos a los planificadores y potenciales usuarios de los resultados.	A.2.6.1) El mapa y los documentos de peligro potencial son utilizados como herramientas para el control de la contaminación			4	
		A.2.7) Taller regional sobre la presentación de los resultados de la caracterización de fuentes contaminantes.	A.2.7.1) Se realiza el segundo taller.			4	
		A.2.8) Entrega de informes de avances y finales a los asesores del proyecto	A.2.8.1) Informes disponibles			4	

	<p>A.3) Estimada la condición de Riesgo Potencial para cada una de las actividades económicas caracterizadas.</p>	<p>A.3.1) Discutir entre las unidades ejecutoras y documentar la conceptualización de riesgo potencial de contaminación.</p> <p>A.3.2) Definir la Matriz de Riesgo Potencial por la correlación entre el Peligro Potencial de las actividades económicas caracterizadas, con las condiciones de Vulnerabilidad Hidrogeológica</p> <p>A.3.3) Definir las Áreas de Protección.</p> <p>A.3.4) Asignar el nivel de Riesgo que corresponde a cada Actividad en las Áreas de Protección por sobre posición entre las áreas vulnerables y el peligro potencial de las actividades.</p>	<p>A.3.1.1.) Informes de reuniones técnicas</p> <p>A.3.2.1) Elaborada matriz de los niveles de riesgo potenciales de contaminación</p> <p>A.3.3.1) Mapa de áreas definidas.</p> <p>A.3.4.1) Actividades caracterizadas por su nivel de riesgo de contaminación</p>	<p>-Existe en cada país participante un personal comprometido y trabajando en las actividades asignadas.</p>			<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
--	---	---	--	--	--	--	-------------------------------------

		A.3.5) Elaborar un informe que contenga la conceptualización utilizada para definir la matriz de riesgo de contaminación para el agua subterránea.	A.3.5.1) Elaborado el informe técnico conceptual del riesgo potencial de contaminación			1
		A.3.6) Circular el informe de Riesgo a los asesores del Proyecto	A.3.6.1) Revisión del informe técnico de riesgo potencial por los asesores del proyecto			1
	A.4) Estimado el Valor Relativo de la Protección al Agua Subterránea.	A.4.1) Elaboración de los mapas temáticos de: -Cantidad de agua subterránea -Calidad del agua subterránea - Sensibilidad al abatimiento de los niveles freáticos. -Uso del agua subterránea - Mapa de Valor Relativo de la Protección.	A.4.1.1) Elaborado el informe técnico y los mapas temáticos del valor relativo de la protección	-Existe en cada país participante un personal comprometido y trabajando en las actividades asignadas		1
		A.4.2) Entrega de informes de avances y finales a los asesores del proyecto	A.4.2.1) Revisión de los informes de avance y finales por los asesores del proyecto			-2
		A.4.3) Divulgación de los resultados obtenidos a los planificadores y potenciales usuarios de los resultados.	A.4.3.1)El mapa y los documentos son utilizados como herramientas para el control de la contaminación			-2

<p>B) Proponer un Plan de Protección diferenciado que contenga normas, regulaciones y medidas de protección para el acuífero, basado en los niveles de riesgo de contaminación.</p>	<p>B.1) Los países de la región disponen de una Propuesta de Plan de Protección con un marco regulatorio para la protección de sus acuíferos considerando las condiciones de vulnerabilidad, carga contaminante y riesgo</p>	<p>B.1.1) Adecuación de la información generada al documento borrador del Plan de protección.</p>	<p>B.1.1.1) Información adecuada a las condiciones locales.</p>	<p>-Existe en cada país participante un personal comprometido y trabajando en las actividades asignadas.</p>			1
		<p>B.1.2) Adecuación de las directrices de protección a la información generada en el acuífero.</p>	<p>B.1.2.1) Identificadas normas y regulaciones y medidas de protección que deben implementarse en cada uno de los acuíferos pilotos.</p>				1
		<p>B.1.3) Elaboración del Documento del Plan conteniendo una matriz operativa de regulaciones</p>	<p>B.1.3.1) Documento del plan</p>				2
		<p>B.1.4) Organizar un Seminario / Taller regional para la revisión y validación del Plan</p>	<p>B.1.4.1) Taller realizado</p>				2
		<p>B.1.5) Realizar Seminario / Taller internos en cada país para la difusión y aceptación de la Estrategia y del Plan de Protección.</p>	<p>B.1.5.1) El Plan es aceptado e implementado como medio para la protección del agua subterránea de las instituciones de los países participantes y están anuentes a reproducirlas en otros acuíferos del país.</p>				2

<p>Tema 2 : Capacitación y Sensibilización.</p> <p>C) Desarrollar un Marco de Comunicación para la Protección del agua subterránea compuesto de, la identificación de las partes interesadas, la identificación de las barreras para la implementación del Plan de Protección y la ejecución de un Plan Educativo que mejore conocimientos acerca del tema de la protección de aguas subterráneas.</p>	<p>C.1- Aumento del involucramiento de grupos de interesados en la protección del agua subterránea a través de la creación de Comités de Protección de Aguas Subterráneas.</p>	<p>C.1.1) Identificar grupos interesados a través de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entrevistas con principales grupos interesados. - Recolección de información sobre grupos interesados - Crear una base de datos sobre los grupos interesados 	<p>C.1.1.1) Grupos interesados identificados.</p>	<p>-Existe en cada país participante un personal comprometido y trabajando en las actividades asignadas.</p>	2		
		<p>C.1.2) Realizar reuniones y talleres con grupos de interesados y funcionarios del gobierno.</p>	<p>C.1.1.2) Existencia de foro para la toma de decisiones colectivas entre grupos interesados</p>		--3-4	1	
		<p>C.1.3) Elaborar una propuesta para continuar el proceso de creación de Comités de Protección del Agua y continuar el proceso de participación.</p>	<p>C.1.3.1) Existen condiciones favorables para la promoción del manejo sostenible de las aguas subterráneas a través de mayor participación de los grupos</p>			2-3-4	1-2-3-4

	C.2- Tener identificados los principales obstáculos para la implementación del Plan de Protección.	C.2.1) Elaborar un informe con los resultados de una investigación sobre las barreras existentes	C.2.1.1) Existencia de un informe	-Relevantes organizaciones gubernamentales dispuestas a cooperar.			1
	C.3- Vencer los obstáculos que impiden realizar actividades de protección del agua subterránea	C.3.2) Elaborar una propuesta para superar las barreras identificadas.	C.3.2.1) Existencia de una propuesta.	-Existe apoyo político para la superación de los obstáculos identificados.			2
	C.4) Mayor nivel de concientización entre los funcionarios del sector gubernamental y sociedad civil acerca de manejo colectivo de recursos comunes.	C.4.1) Realizar un taller para discutir los resultados.	C.4.1.1) Taller realizado y resultados consensuados.				--2
		C.4.2) Identificar e implementar las acciones más urgentes del Plan de Protección.	C.4.2.1) El plan de protección es implementado hasta un punto aceptable.				--2-3-4
		C.4.3) Desarrollar reuniones informativas a nivel de localidades (o Municipios).	C.4.3.1) Las partes interesadas asisten a las reuniones				
		C.4.4) Autoridades dispuestas a involucrar grupos interesados en protección del agua subterránea	C.4.4.1) Personas y organizaciones locales participando en la elaboración del plan				

<p>Tema 3 : Creación de Capacidades</p> <p>D) Capacitar y entrenar en el ejercicio de sus funciones a técnicos y profesionales de las instituciones que cooperan con el AP en el desarrollo y aplicación de herramientas para la protección de las aguas subterráneas.</p>	<p>D.1) Los profesionales nacionales de cada país, tendrán la capacidad de realizar en forma independiente el desarrollo de los métodos y la implementación de planes de protección de aguas subterráneas.</p>	<p>D.1.1) Realizar cuatro talleres para discutir el desarrollo y selección de los métodos que se aplicaran para el logro de cada uno de los resultados esperados.</p> <p>D.1.2) Ejecutar la aplicación de los de los métodos desarrollados en los talleres de capacitación.</p>	<p>D.1.1.1) Los profesionales designados para cubrir las actividades del proyecto se mantienen en el mismo hasta llegar a los resultados esperados</p> <p>D.1.2.1) Los métodos son desarrollados por personal nacional</p>	<p>-El personal que inicia la ejecución de las actividades Proyecto se mantiene durante todo la duración del mismo.</p>	<p>1 4</p>	<p>3</p>	<p>3</p> <p>4</p>
---	--	---	--	---	------------	----------	-------------------

5) PRESUPUESTO. (Dólares)

	I Año	II Año	III Año	Sub Total
Honduras	50 000.	80 000.	50 000.	180 000.
El Salvador	60 000.	75 000.	60 000.	195 000.
Panamá	65 000.	80 000.	65 000.	210 000.
Costa Rica	60 000	70 000.	50 000.	180 000.
Nicaragua	50 000.	70 000.	60 000.	180 000.
Guatemala	50 000.	62 000.	50 000.	162 000.
Belice	45 000.	50 000.	40 000.	135 000.
sub. Total	380 000.	487 000.	375 000.	1 242 000.
Administración y Asesoría (15%)	62 100	62 100.	62 100	186 300.
TOTAL IMPREVISTOS(3%)		1 428 300. (Dólares) 42 849.		TOTAL DEL PROGRAMA 1, 471, 149 .00

6) ADMINISTRACIÓN DEL PROGRAMA

La administración del Programa Asociado estará a cargo de GWP – CATAC quien tendrá la responsabilidad de coordinar y facilitar los procesos tendientes a lograr los objetivos, resultados, y productos establecidos en la presente propuesta en cada uno de los países de la región.

7) PAISES PARTICIPANTES Y ACUÍFEROS PROPUESTOS

PAIS	ACUIFERO	PROPONENTE	ENLACE
Honduras	Signaltepeque	Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillado (SANAA)	Rodolfo Ochoa Ramón Arturo Trochez
Costa Rica	Liberia y Bagaces	Servicio Nacional de Aguas Subterráneas y Avenamiento (SENARA)	Carlos Romero
Guatemala	Valle de la Ciudad de Guatemala	Empresa Municipal de Aguas de Guatemala (EMPAGUA)	Víctor Aragón
El Salvador	San Miguel	Programa Salvadoreño de investigación sobre Desarrollo y Medio Ambiente (PRISMA)	José Roberto Duarte
Nicaragua	Valle de Estelí	Universidad Católica del Trópico Seco (UCATSE)	Elba Ma. Castillo Moreno Flavia Andino Rugama

Belice	Stann Creek District	Servicio Nacional de Hidrometeorología	Ramón Frutos
Panamá	Provincia de los Santos (Región del Arco Seco)	Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM)	Maruquel Castillero Abril Méndez

REFERENCIAS.

- 1 – Taller Regional de Aguas subterráneas (San José / Costa Rica, Nov 2001)
- 2 – Proyecto Uso Sostenible de los Recursos Hídricos (SUWaR / Nicaragua, 2000)
- 3 – PACADIRH
- 4 – Taller sobre Aguas Subterráneas y la Gestión Integrada de los Recursos hídricos (Mendoza / Argentina, Julio 2001)
- 5 – Taller de Vulnerabilidad de Acuíferos (San José / Costa Rica , Abril 2003)

ANEXOS

A) HONDURAS

INSTITUCIÓN INTERESADA

Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA)

Institución estatal creada por decreto de gobierno No. 91 en 1961. El decreto 91-1961 busca integrar la competencia en el campo del agua y alcantarillado en una organización centralizada, en él se atribuyen al SANAA las facultades necesarias para abastecimiento de agua y alcantarillado, lo que incluye estudio y planeamiento de recursos hidráulicos, construcción, operación y mantenimiento de obras relacionadas con el abastecimiento de agua y servicios de alcantarillado, formulación y revisión de regulaciones, establecimiento y revisión de tarifas.

ACUÍFERO PROPUESTO

Acuífero de la Ciudad de Siguatepeque.

Con una extensión aproximada de 50 Km², y una población beneficiada del orden de 50 000 habitantes, se ha identificado el acuífero de la ciudad de Siguatepeque para la implementación del proyecto AP Aguas Subterráneas-Honduras. La protección de dicho acuífero adquiere una importancia relevante ya que constituye la principal fuente de abastecimiento de agua a la ciudad de Siguatepeque y es un factor de vital importancia desde el punto de vista social, económico y ambiental.

Siguatepeque se encuentra ubicada en la región centro-occidental de Honduras, aproximadamente a 110 Km. al noroeste de Tegucigalpa, la capital (Figura 1). La ciudad se asienta en la cuenca alta del río Selguapa la cual tiene una extensión de 143.8 km². La principal actividad económica de sus habitantes es la agricultura, principalmente de hortalizas, en segundo lugar su población se dedica al *comercio*, del cual sirve como centro regional.

El clima de Siguatepeque pertenece al grupo climático lluvioso de altura, sus meses más lluviosos son junio y septiembre, su temperatura media es de 23° C y su elevación es de 1080 msnm.

El acuífero de Siguatepeque lo conforman capas de tobas e ignimbritas con transmisividades que oscilan entre 10 y 100 m²/día (Fig. 2).



Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio
Tomado de Tróchez (2000)

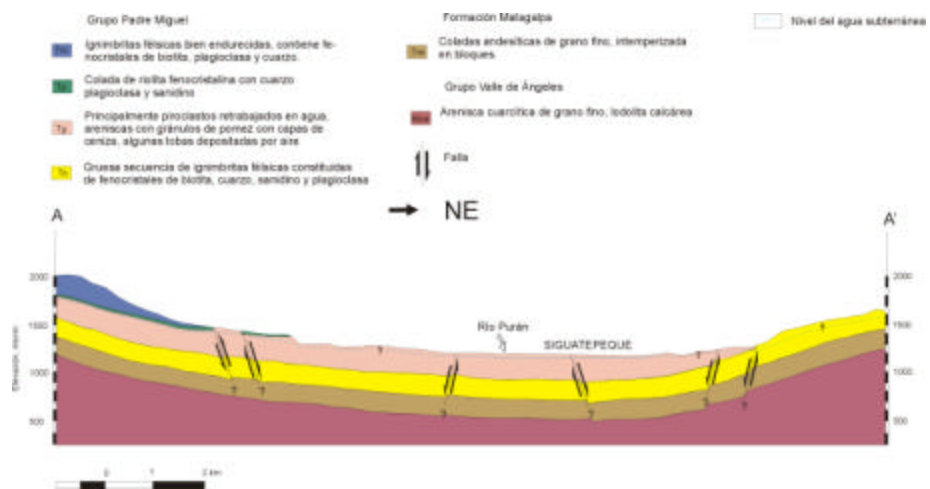


Figura 2. Perfil hidrogeológico noreste-suroeste

La ciudad de Siguatepeque se abastece de un sistema combinado por bombeo y gravedad. Las fuentes superficiales de agua proporcionan el 22% del total suministrado, el resto proviene de aguas subterráneas.

En este acuífero existe información hidrometeorológica e hidrológica importante, sin embargo se requiere la medición de otros parámetros tendientes a la gestión sostenible del recurso hídrico subterráneo. Las actividades complementarias que se requieren llevar a cabo en el área del proyecto para cubrir las metas de los objetivos específicos son:

1. Análisis de la información hidrometeorológica
2. Inventario de pozos
3. Inventario de las extracciones de agua
4. Inventario de fuentes potenciales de contaminación
5. Muestreo de calidad del agua en fuentes superficiales y pozos
6. Diagnóstico de áreas de recarga.

La explotación actual del agua subterránea en Siguatepeque presenta problemas tales como pozos de abastecimiento público en el área urbana y sin ninguna consideración de áreas de protección, desconocimiento de las tasas de extracción de agua y recarga del acuífero, desconocimiento de las fluctuaciones del nivel del agua subterránea, falta de políticas e infraestructura en lo que concierne a la disposición de aguas de desecho, etc.

La proliferación de pozos sin ningún control constructivo y las descargas de aguas de desecho a los cuerpos de agua superficiales favorece la contaminación del agua subterránea. Además, los grandes conos de abatimiento que provocan las extracciones de agua subterránea actualmente aceleran este proceso de contaminación.

La situación requiere se proponga las estrategias adecuadas de control de la explotación y prevención de la contaminación del agua subterránea. Con toda la información anterior se elaborará un **plan para la prevención y control de la contaminación y explotación de las aguas subterráneas en el área del Proyecto** para cuya implementación se buscará el consenso y compromiso de otras instituciones y de la sociedad civil.

INSTITUCIONES PARTICIPANTES.

Se ha identificado al Servicio Nacional Autónomo de Acueductos y Alcantarillados (**SANAA**) como el Coordinador técnico del Proyecto, pero considerando que el Proyecto involucra diferentes áreas del conocimiento, se integrará un Comité en el cual tendrá participación activa durante la ejecución del Proyecto, las siguientes instituciones:

Escuela Nacional de Ciencias Forestales
Unidad de Saneamiento del Ministerio de Salud Pública.
División Municipal de Aguas de San Pedro Sula.
Secretaría de Agricultura y Ganadería.

B) EL SALVADOR

INSTITUCIÓN INTERESADA.

Programa Salvadoreño de Investigación sobre Desarrollo y Medio Ambiente (PRISMA), fundación de utilidad pública que opera como centro de referencia, investigación e incidencia sobre temas de desarrollo y medio ambiente en El Salvador. El objetivo de largo plazo de la Fundación PRISMA es contribuir a reducir la pobreza y la degradación ambiental a nivel local, nacional y regional, a través de la promoción y desarrollo de abordajes de gestión territorial y de recursos naturales que tengan el potencial de fortalecer los medios de vida de los pobres rurales, mientras se restaura y conserva el ambiente.

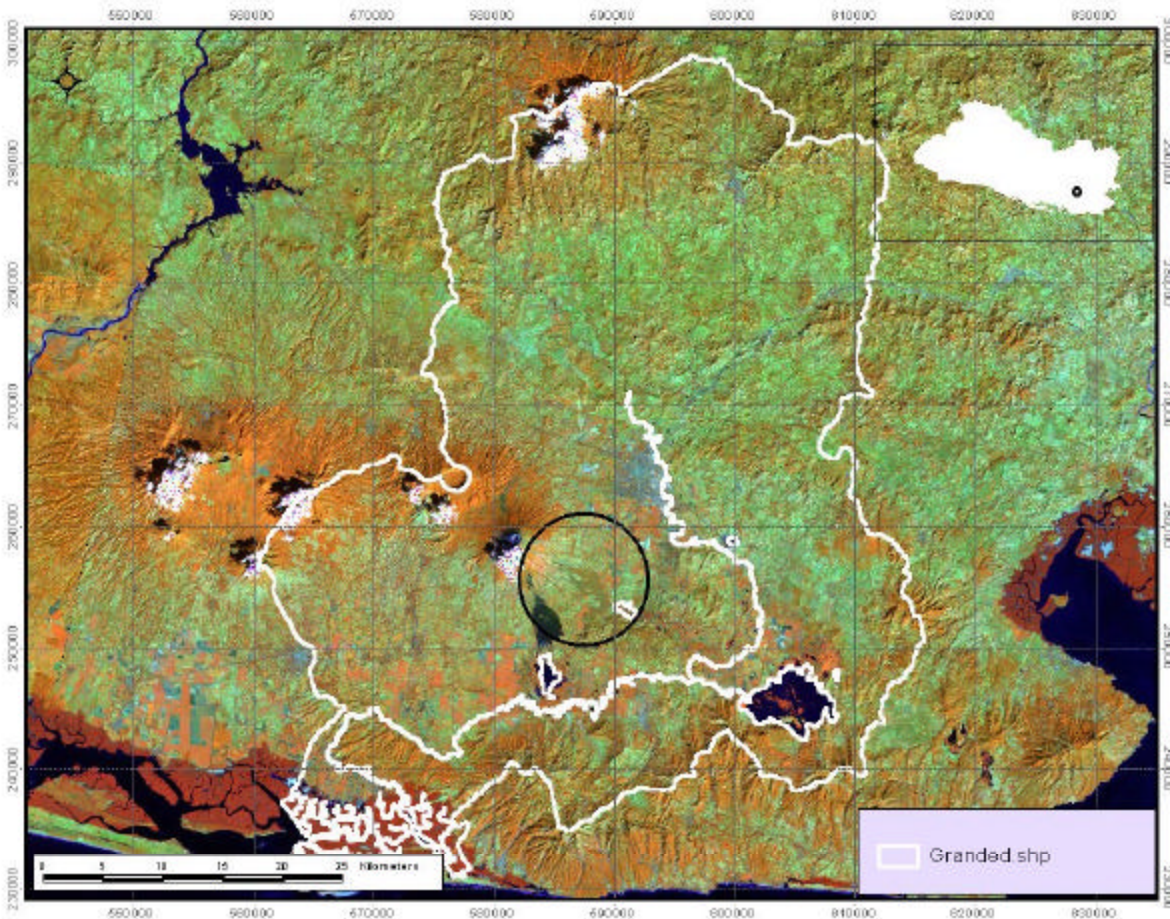
ACUÍFERO PROPUESTO.

Acuífero de San Miguel.

Con una extensión aproximada de 90 Km², el agua subterránea juega un rol determinante, no solo porque constituye parte de los flujos naturales de los ecosistemas, sino también porque constituye la fuente principal de abastecimiento de agua la población (cerca del 80% del abastecimiento para uso humano proviene de fuentes subterráneas). Las debilidades en términos de conocimiento del recurso hídrico subterráneo y superficial- constituyen parte de la problemática del agua en El Salvador, por ello, para avanzar hacia un uso y aprovechamiento sostenible es fundamental investigar y analizar las principales presiones a que están sometidos los recursos hídricos para identificar opciones y medidas que contribuyan a revertir su degradación, contaminación y reducción de su disponibilidad, ya sea por efectos naturales o antropicos.

El acuífero de San Miguel adquiere una importancia relevante debido a que está ubicado dentro de la Región Hidrográfica de la cuenca del Río Grande de San Miguel, la cual representa un 11% del territorio nacional (2,247 km²). En dicha región se encuentra la ciudad de San Miguel, la tercera ciudad en importancia del país.

Ubicación del Acuífero de San Miguel



El Acuífero de San Miguel lo constituyen flujos de lavas cuaternarias y materiales piroclásticos, principalmente en el flanco oriental del Volcán de San Miguel, además de los depósitos aluviales adyacentes que cubren el valle del Río Grande de San Miguel. El cauce de este río constituye el límite oriental del acuífero. El drenaje es de tipo radial en la parte del volcán de San Miguel y un tanto caprichoso en algunas zonas lo que da indicio de lo reciente del material sobre el cual corren. La unidad formada por lavas cuaternarias y piroclásticos, presenta permeabilidad alta, debido a que estas lavas son escoriáceas y fracturadas y los piroclásticos son de granulometría gruesa, lo que hace esta unidad tenga alta capacidad para admitir y transmitir volúmenes considerables de agua que van a recargar los acuíferos.

Una estimación de la recarga anual de este acuífero es de aproximadamente $44.6 \times 10^6 \text{ m}^3$, sobre un área de 90 km^2 , incluyendo las zonas de flujos de lava y materiales piroclásticos. Una recarga anual adicional de los terrenos constituidos por los materiales aluviales del valle del río se estima que puede ser de $13 \times 10^6 \text{ m}^3$. En términos muy generales, se estima que el volumen de agua aprovechable hasta 90 m de profundidad es de 657 millones de m^3 en base a un espesor saturado de 80m y un rendimiento específico de 0.13

De este acuífero se abastece la población por medio de pozos, los cuales se encuentran ubicados principalmente en el flanco inferior del volcán. El aumento de la extracción para abastecimiento humano, junto con la disminución de la recarga en la zona ocasionada por la reducción de la precipitación pluvial ha hecho que la zona se considere entre las áreas con mayor estrés.

Si bien en El Salvador aún son escasos los esfuerzos por determinar la delimitación geográfica (extensión) y caracterización de los acuíferos, se cuenta con un conjunto no despreciable de estudios hidrogeológicos puntuales de diversas zonas del país y que apoyarían el Proyecto, sin embargo, todavía se carece de estudios suficientemente detallados que permitan obtener información más precisa sobre la disponibilidad de agua subterránea, lo que explica, en parte, las enormes debilidades de los marcos de políticas y del establecimiento de instrumentos de gestión de recursos hídricos, tanto superficiales, como subterráneos.

En San Miguel a la reducción recurrente de las precipitaciones ha venido a sumarse los problemas de contaminación que son sumamente generalizados en el país, particularmente en los territorios más densamente poblados. Estos procesos combinados están provocando una reducción en la disponibilidad y calidad del agua proveniente de los flujos subterráneos. La inadecuada disposición de los residuos líquidos y sólidos, el uso de agroquímicos y la inadecuada disposición de excretas, están impactando directamente las condiciones de los recursos subterráneos, los cuales aumentan cada vez más el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas.

En este contexto, el análisis y mapeo de la vulnerabilidad del acuífero de San Miguel puede contribuir a la identificación de áreas críticas de contaminación y a determinar los impactos directos ocasionados por la sequía, procesos que están reduciendo la disponibilidad y sostenibilidad de dicho acuífero.

El análisis y la preparación de mapas de vulnerabilidad del agua subterránea suponen identificar las distintas capacidades de mitigación a la contaminación del agua subterránea en el contexto geológico e hidrogeológico, así como el estudio de las condiciones locales (tendencias de uso del suelo, prácticas agrícolas e industriales, asentamientos humanos, etc.), al igual que la interacción con los actores para mejorar el entendimiento de la dinámica socioeconómica de la zona y enriquecer el análisis y entendimiento de los procesos que amenazan la sostenibilidad del acuífero.

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

El presente proyecto se basará en el establecimiento de relaciones colaborativas con el Programa de Fortalecimiento Institucional para la Investigación de las Aguas Subterráneas (FIAS) auspiciado por la Cooperación Suiza para el Desarrollo (COSUDE) y coordinado por el Departamento de Hidrogeología y Pozos de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), cuyo objetivo principal es la elaboración del Mapa Hidrogeológico de El Salvador. Esto permitirá contar con apoyo en cuanto a información hidrogeológica del acuífero de San Miguel, utilización de equipo especializado para pruebas y sondeos, así como la realización de ciertos análisis químicos.

Dentro de ese mismo programa se puede contar con la colaboración de instituciones como la Universidad de El Salvador, la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, Geotérmica

Salvadoreña, el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET) del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), con quienes ya se tiene un programa sistemático de colaboración para recopilación, análisis e interpretación de datos relacionados con el aspecto geológico, geofísico, hidrológico e hidrogeológico en el marco de la elaboración del Mapa Hidrogeológico de El Salvador.

Las relaciones colaborativas también están referidas a las etapas de procesamiento, análisis e interpretación de la información recopilada, con lo cual se buscará capacitar a personal técnico de las distintas instituciones vinculadas con el proyecto. En ese sentido, los resultados que se buscan con el proyecto estarían disponibles para las instituciones colaboradoras en las distintas etapas de la investigación.

C) PANAMÁ

INSTITUCIÓN INTERESADA

Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM)

ACUÍFERO PROPUESTO

Acuífero de la Ciudad de las Tablas, Provincia de Los Santos, en la Región del Arco Seco.

Con una extensión aproximada de 698.5 Km² y una población estimada en 69 000 habitantes, la Provincia de los Santos se encuentra ubicada dentro la Región del "ARCO SECO", la cual sobrepasa las 240,000 hectáreas e incluye una población aproximada de más de 200,000 personas distribuidas en las Provincias de Coclé, Herrera, Los Santos, Veraguas y Panamá en el sector Oeste y Este (Distritos de Chame, Capiro y Tortí en el Distrito de Chepo); incluyendo ciudades importantes. Vale la pena destacar que el abastecimiento de agua potable en esta región se lleva a cabo básicamente a partir de fuentes subterráneas. Referente a la Provincia de los Santos., de acuerdo al Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN), las fuentes subterráneas aseguran casi el 90% de la producción total en la provincia. El problema de desabastecimiento de agua apta para el consumo humano en cantidad y calidad es otro problema preocupante, ya que el aumento de la población y la explotación intensiva e incontrolada ha provocado situaciones de estrés alarmante.

El acuífero a estudiar se encuentra en la Península de Azuero, Provincia de Los Santos, Ciudad de Las Tablas, aproximadamente a 300 Km. al suroeste de Ciudad de Panamá. La ciudad de Las Tablas posee una superficie de 698.5 Km² y representa el 18.5 % de la superficie total de la provincia de Los Santos (3805.5 Km²).

En la provincia de Los Santos la actividad agropecuaria es la más importante. Esta ha tenido un porcentaje de cambio negativo de -0.3 % de áreas explotadas entre 1991 y 2001, sin embargo, Las Tablas tuvo un aumento en 8.9 % (de 3,978 a 4,334 hectáreas explotadas). En superficie sembrada y cosecha de arroz, maíz y frijol de bejuco, para la provincia de Los Santos, se tiene que para los años 97/98 hubo una disminución en la cantidad de hectáreas trabajadas, por consiguiente, una drástica disminución en las cosechas. En la producción de café y caña de

azúcar ambas han estado disminuyendo llegando a su producción más baja para los años 1997/98 y partir de esos años se encuentran en un crecimiento lento. Para los años 1999/2000 se obtuvieron 300 quintales pilados de café y 30,960 toneladas cortas de caña de azúcar.

En la existencia de ganado la provincia de Los Santos es la segunda en ganado vacuno (264,000 cabezas); la tercera en producción porcina (46,500 cabezas) y la quinta en producción de gallinas (850,300 cabezas). Esto representa un 19.66% del total de la producción del ganado vacuno, 16.74% de la producción porcina y 5.88% de la producción avícola (gallinas).

En general y considerando los usos actuales, la mayor parte del agua es utilizada en actividades agropecuarias (58%)¹. Los Santos presenta un total de 684.62 Ha de superficie apta para riego y de esta solo un 23% presenta agua superficial disponible. De acuerdo al Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN), las fuentes subterráneas aseguran casi el 90% de la producción total en la provincia. Los Santos presenta un porcentaje de analfabetismo del 10.7 %, de una población total de 69,708 habitantes, donde la población de 10 y más años de edad presenta 7,491 analfabetas.

La ciudad de Las Tablas posee un clima tropical de sabana cuyas características son una precipitación anual menor que 2500 mm, una estación seca prolongada con meses de lluvia menor que 60 mm en el invierno del hemisferio norte, una temperatura media del mes más fresco mayor que 18 °C y el gradiente de temperatura del mes más cálido y el mes más fresco es menor que 5 °C.

La temperatura promedio es de 27 °C, precipitaciones anuales de 1500 mm y una precipitación promedio mensual de 183 mm en la estación lluviosa. Los periodos secos se extienden hasta por siete (7) meses según los registros de las estaciones pluviométricas de Pausilipo (126-018) y Cocobolas (126-020) de la Red Meteorológica de la ANAM.

Las Tablas se encuentra en la cuenca hidrográfica 126 entre el río Tonosí y el río La Villa con un área de drenaje de 2170 Km² y una elevación media de 75 msnm. Su río principal es el río Guararé con longitud de 45 Km. Los ríos de la región poseen un caudal promedio de 1.7 m³/s y una escorrentía media anual de menos de 1000 mm.. Esta cuenca está dentro de la zona de la Península de Azuero que presenta los más bajos registros de recursos hídricos del país.

No se conoce con exactitud la delimitación geográfico-geológica de los acuíferos del sector, sin embargo podemos indicar que el área propuesta de estudio está conformada por rocas volcánicas y diques del Terciario y por rocas sedimentarias del Terciario, en algunas partes sedimentos del Cretácico Superior.

Los acuíferos de Las Tablas están constituidos primordialmente por rocas sedimentarias de la Formación Macaracas del Grupo Macaracas del Oligoceno inferior (Terciario), el cual litológicamente está representado por tobas, lutitas y areniscas tobáceas.

Las zonas de interés se caracterizan por ser regiones bajas que limitan hacia el oriente con la línea costera del Pacífico (aprox. unos 8-10 Km.), donde encontramos planicies litorales que finalizan en una costa baja arenosa y en algunas áreas en una costa baja fangosa tipo fluvio-marina (principalmente al NE de Chitré). La permeabilidad de las rocas está dada por porosidad (en las sedimentarias) y por fisuración y fallamiento tectónico (en las volcánicas y plutónicas). Se estima que la recarga de los acuíferos proviene de la parte alta occidental y directamente de las planicies del área de estudio.

Las Tablas posee acuíferos moderadamente productivos (caudales de 3-10 m³/h). Los pozos más productivos se localizan en las zonas fracturadas. La calidad química de las aguas es generalmente buena, con un promedio del total de sólidos disueltos de 274 partes por millón (ppm) y una conductividad eléctrica de 450 micro ohm/25°C.

Muchas de las poblaciones que se encuentran ubicadas dentro de las formaciones del grupo Macaracas se abastecen de agua subterráneas debido a la escasez de aguas superficiales por lo prolongado de la estación seca.

En lo que se refiere a la producción de agua de las plantas potabilizadoras y pozos construidos por el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN), en la provincia de Los Santos se observa un aumento de la producción de agua de un 8.06% para el año 2000 (1,515,698 galones) con respecto al año 1999 (1,402,658 galones).

En general y considerando los usos actuales, la mayor parte del agua es utilizada en actividades agropecuarias (58%)². De acuerdo al Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN), las fuentes subterráneas aseguran casi el 90% de la producción total en la provincia.

Por el nivel de información suministrada y las fuentes de información utilizadas, así como, por el nivel participativo propuesto, se prevé que el acuífero de la Provincia de los Santos, dispone de la información básica requerida para identificar una estrategia de protección y prevención de la contaminación sustentada en la estimación de la vulnerabilidad hidrogeológica y el peligro potencial de contaminación proveniente de las actividades antropogénicas del lugar.

En el entorno geográfico de la ciudad de Las Tablas existen un serie de potenciales fuentes de contaminación de distinto rígen y características , que pueden ocasionar el deterioro de la calidad de agua subterránea. Las fuentes de contaminación son de origen variado : uso intensivo de agroquímicos, deficientes vertederos, sector industrial y sistema domiciliario con deficiente tratamiento de las aguas residuales fugas de aguas servidas, esporádicos derrames de sustancias químicas , entre otros.

La complejidad geológica y la cantidad de actividades económicas, en especial las agropecuarias las cuales utilizan agroquímicos que contaminan las fuentes de aguas superficiales y subterráneas; se unen a la gran cantidad de personas que habitan el área, y que exigen agua en calidad y cantidad.

Debido a su potencial efecto contaminante y la vulnerabilidad relativa de los acuíferos es indispensable identificar su ubicación y los mecanismos de protección de los cuerpos de agua. Se hace urgente la necesidad de analizar las reservas de agua subterránea disponibles, proponer estrategias de protección del recurso, planificar medidas de mitigación para asegurar el uso del agua subterránea frente a eventos extremos tales como El NIÑO y por supuesto crear las capacidades institucionales necesarias para armonizar el estudio, análisis y ejecución de tareas en el Arco Seco.

Dado que no existe un estudio detallado y suficientemente abarcador sobre los acuíferos de la Región de Azuero (y a nivel nacional) que permita la óptima utilización de los recursos hídricos subterráneos en esta región denominada Arco Seco, este proyecto servirá de plan piloto y su metodología y planes de acción se extrapolarán a otras regiones del país.

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

² Fuente TAU-CODESA, febrero 2002. Informe de Usuarios -Estudio del Manejo de los Recursos Hídricos.

El Proyecto se concibe desde la perspectiva de la participación amplia de todos los sectores; a nivel institucional, con especial participación de las instituciones miembros del Comité Nacional del Programa Hidrológico Internacional, así como organizaciones empresariales, ONG's, empresas privadas y comunidad en general. **La Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM)** será la responsable de coordinar el Proyecto, en colaboración con las siguientes organismos e instituciones:

- Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM)
- Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA)
- Ministerio de Salud (MINSA)
- Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN)
- Ministerio de Comercio e Industrias (MICI)
- Universidad de Panamá (UP).
- CATHALAC.

En colaboración con:

- Gobiernos Locales
- Asociación Nacional de Ganaderos
- Asociación de Productores Agropecuarios
- Empresas Agroindustriales.
- Asociaciones Conservacionistas
- Otras instituciones públicas

D) COSTA RICA

INSTITUCIÓN INTERESADA

Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento (SENARA).

ACUÍFERO PROPUESTO

Liberia y Bagaces, Región Chorotega.

A diferencia del pasado, la expansión de la actividad turística en estos años se caracteriza por la presencia de grandes corporaciones de inversionistas locales y extranjeros, grupos mayoristas y operadores hoteleros internacionales dedicados al turismo masivo y al negocio de los bienes raíces. Existen problemas de articulación con el resto de una economía regional que, hasta hace diez años, giraba alrededor del sector agropecuario y cuya reconversión productiva requiere tiempo para satisfacer las nuevas demandas de la actividad turística (Estado de la Nación, 1999).

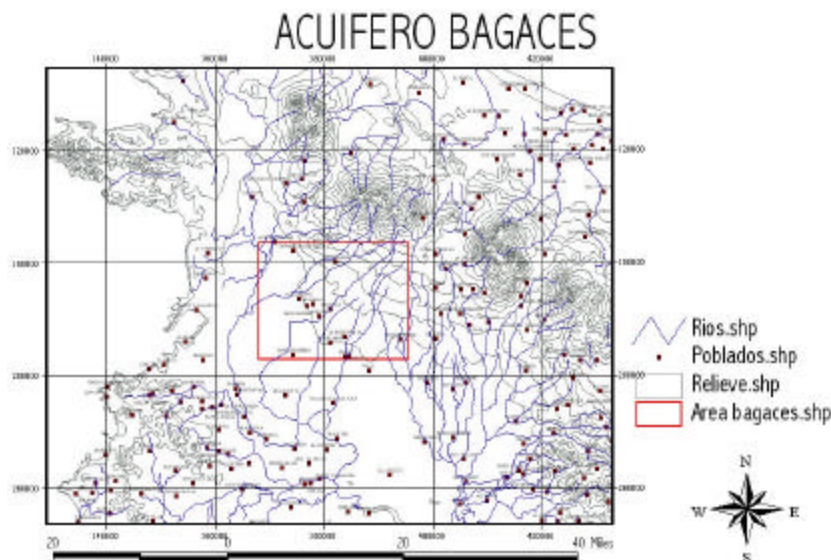
En las últimas tres décadas del siglo XX se creó un importante sistema de conservación ambiental en la Región Chorotega, la que, junto con algunas zonas aledañas, se encuentran divididas en tres áreas de conservación: Área de Conservación Guanacaste (ACG), hacia el norte; Área de Conservación Arenal (ACA), que incluye zonas de la provincia de Alajuela y Área de Conservación Tempisque (ACT), que se extiende al extremo sur de la Península de Nicoya,

en territorio de la Provincia de Puntarenas. El 30 de noviembre de 1999 el ACG fue reconocida como Sitio de Patrimonio de la Humanidad por el Comité de Patrimonio Mundial de la UNESCO.

En estas áreas de conservación tiene asiento el 16,9% de las áreas silvestres protegidas del país. De los veinticinco parques nacionales de Costa Rica, ocho se hallan en esta región (23,6%). Las únicas dos reservas naturales absolutas del país se encuentran en el ACT (Cabo Blanco y Nicolás Wessberg). Las reservas biológicas constituyen un 13 %; los refugios de vida silvestre, estatales, mixtos y privados un 10,6%; y los humedales un 4%.

Para la ejecución de este proyecto se seleccionaron los acuíferos denominados Liberia y Bagaces ya que sobre estos se localiza las ciudades de Liberia y Bagaces, siendo Liberia la de más crecimiento en la Región Chorotega y también por ser una zona de gran auge económico y social, lo que genera una gran presión sobre el recurso hídrico y las amenazas potenciales pueden poner en riesgo de contaminación a los acuíferos.

La zona de estudio se ubica en la siguiente figura:



La Región Chorotega se caracteriza por presentar una topografía con lomerías desde suaves hasta escarpadas, cuyas elevaciones van desde los 0 hasta los 1900 msnm y una extensa zona costera. Las áreas montañosas se encuentran hacia el límite norte y noreste (cordilleras volcánicas de Guanacaste y Tilarán) y en la península de Nicoya, en tanto que hacia el centro se encuentran las llanuras del Tempisque. Ambas zonas representan ecosistemas de gran importancia regional, nacional e internacional; la primera por sus ecosistemas forestales de altura y la segunda por sus humedales y bosques anegados (Estado de la Nación, 1999).

En la década de los noventa se inició un periodo de transición de la economía guanacasteca. El principal rasgo del cambio en marcha es que la economía de la provincia está dejando de estar centrada exclusivamente en la actividad agropecuaria y se está convirtiendo en una economía en la que los servicios, especialmente los relacionados con la actividad turística, ocupan un lugar cada vez más importante (Estado de la Nación, 1999).

El turismo en la región Chorotega espera un crecimiento de habitaciones de 4600 en 1999 a 10400 habitaciones en el año 2010. Este crecimiento en el número de visitantes se traduce también en un incremento en la demanda de agua para atender todas sus necesidades, agua que en más del 90% de los casos se debe tomar de los mantos acuíferos.

Las condiciones climáticas de la región están influenciadas por los vientos con dirección este (alisios) y noreste. El área de planicies corresponde al clima seco tropical, con precipitaciones medias anuales de entre 1100 y 2000 mm y una estación lluviosa que se extiende de mediados de mayo a finales de noviembre, con períodos secos de hasta 7 meses. Las cordilleras de Guanacaste y Tilarán se caracterizan por una precipitación media anual de 2000 a 5100 mm, en tanto que la región montañosa de la península de Nicoya presenta una precipitación de 2000 a 2750 mm. La temperatura media anual es de 24 a 26°C en la parte baja y de 9 a 11°C en la parte alta. Las condiciones climáticas descritas explican la rica biodiversidad de la Región Chorotega (Estado de la Nación, 1999).

El acuífero de Bagaces, está constituido por depósitos piroclásticos, lavas y aluviones cuaternarios, la permeabilidad de las tobas de esta formación en general es muy reducido, pero la circulación de agua subterránea en grietas, fracturas y zonas de contacto de los horizontes de tobas ignimbritas y lavas es abundante. Se han reportado caudales que oscilan de 15 a 20 litros por segundo. También el acuífero (superior) llamado Liberia tiene caudales de explotación máximos de extracción de 4 l/s . Este acuífero es muy susceptibles a la contaminación humana.

En caso de sufrir eventos extremos (sequías) en la provincia de Guanacaste, estos acuíferos serán explotados intensamente, de aquí la importancia de estudiarlos con mucho detalle, conocer su capacidad de rendir caudales, su calidad y vulnerabilidad a contaminaciones, será una herramienta fundamental en la protección de la calidad de sus aguas para la atención de sequías.

El acuífero de Bagaces permite el suministro del agua para la población y las actividades productivas de las Ciudades de Liberia y Bagaces y otros pequeños poblados. Los acuíferos de Bagaces y Liberia son las principales zonas de recarga del acuífero Tempisque que en la actualidad se utiliza intensamente para actividades agrícolas y el abastecimiento de la población y recientemente se esta utilizando para abastecer los complejos turísticos como el de Papagayo. La producción de los pozos en el acuífero Tempisque oscila desde 5 hasta 100 lps. En la actualidad se tiene indicios de que dicho acuífero puede estar siendo sobre explotado, lo que provocará impactos importantes en la población de la región y además sobre los proyectos turísticos.

El SENARA y otras instituciones han realizado estudios hidrogeológicos de los acuíferos Liberia y Bagaces, además ha elaborado los mapas digitales a escala 1:50 000, lo que permite tener una buena base inicial de información.

Las proyecciones de crecimiento habitacionales con fines turísticos, indican que el incremento en el consumo de agua, podría llegar mas allá del 200%. El crecimiento de la población, turismo y la actividades productivas, incrementaran las fuentes de contaminación a los acuíferos por nitratos, plaguicidas y otros elementos.

En caso de sufrir eventos extremos (sequías) en la provincia de Guanacaste, estos acuíferos serán explotados intensamente, de aquí la importancia de estudiarlos con mucho detalle, conocer su capacidad de rendir caudales. Determinar su calidad y vulnerabilidad a contaminaciones, será una herramienta fundamental en la atención de sequías.

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

La institución Ejecutora es el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (**SENARA**). El personal a cargo del proyecto es el del Área de Aguas Subterráneas de la institución, con la participación de las siguientes instituciones: Universidad de Costa Rica, A y A, MINAE, ONG's, con las cuales se conformará una comisión para ejecutar el proyecto.

E) NICARAGUA

INSTITUCIÓN INTERESADA.

Universidad Católica del Trópico Seco (UCATSE)

La UCATSE es una institución de educación superior católica, de carácter privado, sin fines de lucro. Perteneció al Consejo Nacional de Universidades (CNU) de Nicaragua, que aglutina a las universidades estatales (4) y a universidades privadas del país (6). Las Universidades miembros del CNU son las que cuentan con una subvención del estado para su funcionamiento.

ACUÍFERO PROPUESTO

Acuífero del Valle de Estelí.

La cuenca subterránea del valle de Estelí tiene una superficie aproximada de 79 km², el acuífero tiene una extensión de 45 Km².

Tanto la pobreza como el aumento de la población son factores que ejercen presión sobre los recursos, sobre todo el forestal para madera de construcción y para leña, con su consecuencia directa sobre el recurso hídrico.

La falta de atención y de políticas que favorezcan una práctica agrícola más atractiva, conlleva a la frecuente migración de la población rural hacia la ciudad de Estelí, principalmente los jóvenes que al perder el interés de producir las tierras, y debido a la falta de oportunidades, optan por salir fuera de sus comunidades, abandonándolas.

Estelí es en gran medida el centro de la vida administrativa, social y productiva de la región de Las Segovias, siendo el principal centro de comercialización, abastecimiento y suministro para la producción de la Región y es sede de importantes organizaciones de productores e instituciones productivas, así como de Instituciones estatales regionales, Centros de Educación técnica y Centros Universitarios.

La sub Cuenca del Río Estelí se encuentra al norte del país y pertenece a la Cuenca del Río Coco. La ciudad de Estelí se encuentra a unos 120 kilómetros de la Capital, Managua.

En la actualidad se dedican a la siembra de granos básicos. Tomando en cuenta que las comunidades que poseen suelos de vocación forestal a los cuales no aplican técnicas de conservación de suelos y agua en las áreas, provocan el lavado de los mismos con la

consecuente acumulación de sedimentos en las partes bajas , lo que aumenta el riesgo de inundación por la pérdida de capacidad de conducción del drenaje natural.

La ciudad de Estelí cuenta con un clima tipo monzónico de tierras altas, el que se caracteriza por ser subtropical seco pero bastante fresco. Asimismo cuenta en algunas zonas con clima de tipo tropical de sabana, modificado por las cordilleras y montañas que rodean la ciudad, de tal forma que el municipio sufre constantes alteraciones, debido al avance de la frontera agrícola y al despale de sus bosques. La precipitación pluvial promedio anual es de 825 milímetros y la temperatura media anual es de 21.5°C, la humedad relativa promedio anual es de 70%.

El sistema hidrográfico del municipio está conformado por el Río Estelí que recorre el territorio de sur a noreste, formando ramificaciones en forma de quebradas y riachuelos que cubren parte del municipio. El río Estelí nace al sur a la altura de los 840 m. con una longitud de 93 Km., cruza la ciudad en un tramo de 6 Km., hasta desembocar en el río coco, es de curso intermitente con un volumen de 0.60 MMC en un área de 20 Mz

En el Departamento de Estelí se ha encontrado una geología caracterizada por la presencia de materiales originarios tales como rocas metamórficas, intrusivas, sedimentarias y volcánicas, que fueron cubiertas por capas durante la época del Terciario, Preterciario y Cuaternario. Se localizan rocas intrusivas ácidas provenientes del terciario. Las rocas volcánicas terciarias se caracterizan por flujos de cenizas (Grupo Coyol Inferior), flujo de basalto y depósitos de aglomerádicos, tobas sedimentarias del grupo Coyol Inferior, grupos andesíticos, depósitos piroclásticos y rocas volcánicas sedimentarias.

Se calcula que existen 212,754 Ha correspondientes al terciario y 20,538 Ha al cuaternario. Son precisamente éstas últimas las que describen condiciones adecuadas para el almacenamiento de aguas subterráneas, principalmente conformadas por depósitos aluviales y coluviales. De acuerdo a las características geológicas hay una capacidad para almacenar un promedio de 49.3 MMC anuales (según INETER, 1999).

En Estelí el acuífero juega un importante papel tanto para consumo como para riego. El área urbana cuenta con conexiones domiciliarias para el servicio del agua potable, que es abastecida por 10 pozos, aunque hay barrios que no cuentan con un servicio de todo el día o no están cubiertos totalmente con este servicio.

La mayoría de las comunidades rurales cuentan con puestos públicos y pozos excavados a mano (alguno de los cuales se secan durante el verano) y pocas comunidades se abastecen de ríos o vertientes naturales.

Tanto el río de Estelí como el suelo y el subsuelo reciben emisiones de aguas residuales y crudas provenientes de viviendas sobre todo del costado este de la ciudad donde no se ha resuelto el servicio de alcantarillado sanitario. Otras fuentes potencial de contaminación lo constituye la laguna de oxidación en el costado oeste de la ciudad, los productos organoclorados producto del uso de fertilizantes para los cultivos de granos básicos y tabaco el que constituye un rubro "importante" de exportación para la ciudad y el país, desechos de tenerías que emiten sus desechos directamente al río , desechos de gasolineras y vehículos, desechos de las fábricas de tabaco.

Año con año los habitantes deben enfrentar situaciones paradójicas de escasez y abundancia, sequías e inundaciones. En Estelí en tiempo de escasez, la única fuente disponible tanto para consumo como para riego agrícola es la subterránea.

Con el accionar antropogénico hacia el recurso suelo, agua y bosque, año con año son mayores los efectos negativos sobre estos recursos, como consecuencia de los escasos conocimientos e información en temática ambiental que tienen sus pobladores en todos los estratos, Se hace necesario, por tanto fortalecer la participación de la población, la formación y capacitación de profesionales en el campo de la protección de los recursos hídricos y generar información a través de la investigación que permita encontrar alternativas de solución a la problemática del agua en este municipio.

Se requiere, un estudio de la vulnerabilidad hidrogeológica a fin de delimitar áreas de protección de fuentes de agua tanto para efectos de contaminación como de sequía. Una vez conociendo la vulnerabilidad hidrogeológica se hará necesario generar un plan de protección de las aguas subterráneas. Un plan que tome en cuenta el trabajo conjunto, o sea que facilite la implementación de alianzas estratégicas de instituciones, organismos y entes estatales de Estelí, así como la representación de todos los estratos de la población. Desarrollo de un Plan de Manejo de fuentes de agua para consumo humano y agrícola, tomando en cuenta la participación de los usuarios en la gestión del agua.

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Se considera como población participantes a los grupo meta que incluye:

- Personal docente y técnico de la UCATSE, funciones y técnicos de la institución administradora del agua, técnicos y profesionales de instituciones ligadas a programas de desarrollo del municipio.
- Al Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado (INAA).
- La población de los barrios y comunidades del municipio de Estelí.

F) GUATEMALA

INSTITUCION INTERESADA.

Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala (EMPAGUA).

ACUÍFERO PROPUESTO.

Acuífero del Valle de la Ciudad de Guatemala

El desarrollo urbano de la Ciudad de Guatemala ha planteado serios problemas para satisfacer la creciente demanda de agua. Algunas instituciones, en respuesta a esta problemática, han realizado estudios de las características hídricas e hidrogeológicas de la región, de modo que se cuenta con una base técnica para poner en práctica una política racional de aprovechamiento. Estos estudios reflejan una explotación descontrolada de las aguas

subterráneas del Valle de Guatemala, que constituyen el recurso hídrico más importante de la región por su disponibilidad y calidad, que ha empezado a afectar el equilibrio hidrológico y que amenaza con degradar los acuíferos.

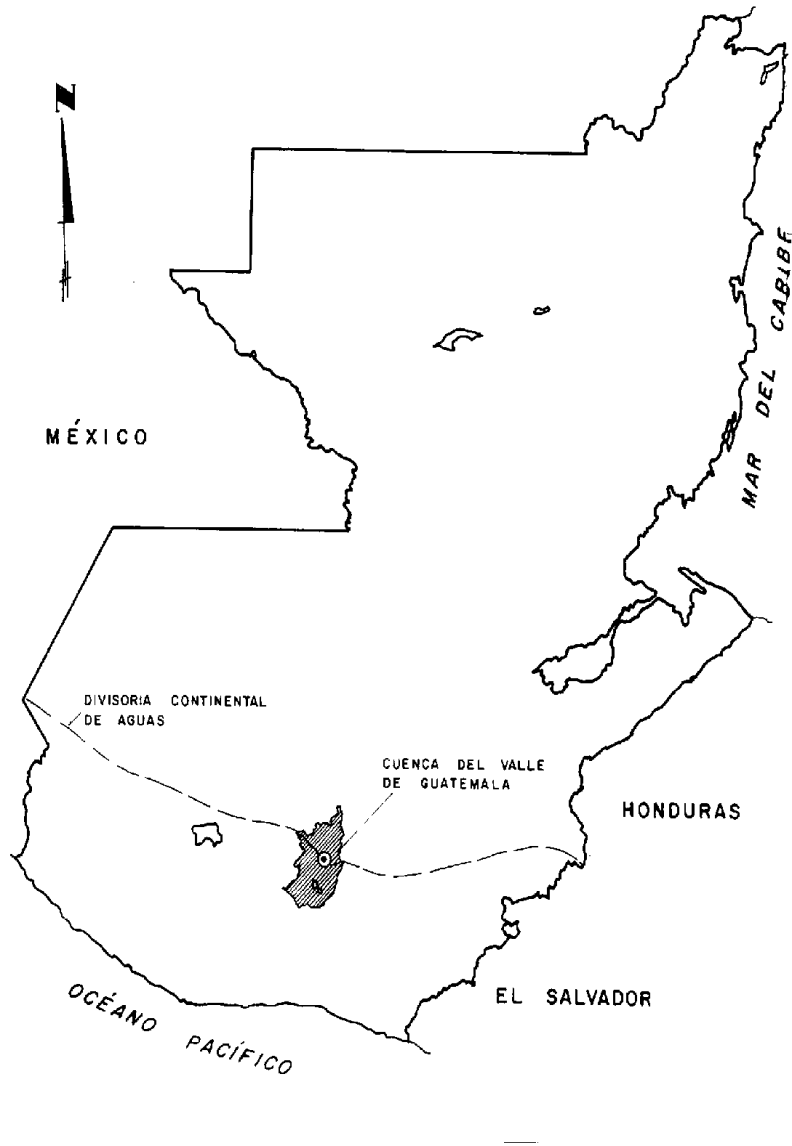
El Valle de Guatemala cubre una superficie de 805.81 km², se encuentra dividida hidrográficamente (Fig. 1) por la divisoria continental de aguas superficiales en dos cuencas (Fig. 2) : la cuenca Norte o del río Las Vacas con 235.04 km² de extensión; y la cuenca Sur o del río Michatoya con 570.57 km² de extensión. El río Las Vacas es afluente del río Motagua, y el río Michatoya es afluente del río María Linda. Dichas cuencas comprenden el área de drenaje de las aguas superficiales y recolectan la lluvia caída dentro de sus límites naturales, formados por los puntos culminantes de las divisorias de aguas en el relieve orográfico (IGN,1973). La cuenca Sur pertenece a la vertiente del Pacífico y la cuenca Norte a la del Atlántico.

El régimen hidrológico del Valle de Guatemala es moderadamente húmedo comparado con otras regiones del país (tabla 1). El régimen de precipitación se divide en dos períodos: un período seco, que comprende los meses de noviembre a abril del año siguiente; y un período de lluvias, que comprende los meses de mayo a octubre de cada año. La precipitación media oscila entre los 1000 a 1200 mm / año.

La Hidrología del Valle, debido al desarrollo urbano, industrial y agrícola, y a la distribución natural de la lluvia, la regulación natural del recurso de agua tiende a deteriorarse, mostrando caudales superficiales relativamente altos y de poca duración en invierno, y muy bajos o inexistentes en verano. El volumen de agua que anualmente llega al Lago de Amatitlán es cada vez menor. Las condiciones de alimentación natural de las aguas subterráneas son cada día más desfavorables, debido a la deforestación y a la creciente urbanización de las mejores zonas de recarga.

FIGURA 1

Localización de la cuenca del Valle de Guatemala



Fuente: (INSIVUMEH; IGN; ONU, 1978)

Los estudios de aguas subterráneas realizados en el Valle de Guatemala dividen la región en tres cuencas hidrográficas drenadas hacia norte y sur. La red de drenajes corresponde a la orientación de las cadenas montañosas que circundan las cuencas, las líneas de deformación tectónica y los contrastes litológicos del subsuelo. En términos de la disponibilidad y potencial de las aguas, puede distinguirse dos acuíferos:

- ❑ acuífero superior, constituido por depósitos de piroclastos, sedimentos pluviolacustres y paleosuelos;
- ❑ acuífero inferior, constituido por lavas andesíticas y tobas vítricas fracturadas.

El agua subterránea del área se encuentra almacenada o en escurrimiento, bajo condiciones libres (o freáticas) y semiconfinadas en los materiales preponderantemente volcánicos y pocos aluviones y calizas que constituyen el relleno de la depresión tectónica.

En un 81% del área, la profundidad promedio al agua subterránea es de 35 m; del resto del área no se tiene información, pero se encuentra a más de 300 m en ciertos sectores y tiene profundidades menores a 35 m en los depósitos fluviales y en el delta del río Villalobos.

El acuífero superior constituido por depósitos cuaternarios de piroclastos pomáceos de compactos a sueltos, mal clasificados, con intercalaciones locales de sedimentos fluvio-lacustre y paleosuelos. Los piroclastos tienen una extensión aproximada de 664 km², un espesor máximo de 250 m en el centro del área, y un espesor promedio de 80 m para toda el área; de los cuales, alrededor de unos 38 m. están saturados. Los depósitos piroclásticos del acuífero tienen una transmisividad que varía entre 50 y 750 m²/día, siendo el valor medio aproximadamente 180 m²/día. El volumen de agua almacenado en los depósitos piroclásticos del acuífero superior es de unos 4 x 10⁹ m³

El caudal subterráneo que escurre de la cuenca Sur hacia el lago de Amatitlán es de 57 millones de m³ de agua por año. El agua subterránea que se descarga al mismo lago como flujo base es de 10 millones de m³ por año. El lago de Amatitlán descarga alrededor de 1.9 millones de m³/año como flujo subterráneo hacia el valle del río Michatoya (INSIVUMEH; IGN; ONU, 1978).

En la cuenca Norte, el agua subterránea escurre, desde la divisoria continental de aguas y de los extremos este y oeste de la cuenca, en dirección del río Las Vacas y sus afluentes, formando el caudal base de estos ríos, cuyo monto es de alrededor de 40 millones de m³/año, este caudal sale del área. En el mismo sector salen del área como flujo subterráneo unos 2.6 millones de m³/año de agua (INSIVUMEH; IGN; ONU, 1978).

Respecto al acuífero inferior, este está constituido principalmente por lavas andesíticas fracturadas y, en menor grado, por tobas vítricas terciarias fracturadas que se encuentran por debajo del acuífero superior, con un espesor de aproximadamente 250 m, de los cuales, en promedio, 200 m están saturados. Es el principal acuífero del área debido a sus características de permeabilidad secundaria, con una extensión aproximada de 550 km². La presencia de lavas andesíticas es mayor en la parte sur del área, disminuyendo hacia el norte, donde hay más abundancia de tobas vítricas. La transmisividad del acuífero varía entre 500 y 5000 m²/día, y disminuye hacia el norte, debido al menor fracturamiento de las lavas y a la predominancia de tobas vítricas. Se ha estimado que el valor medio del coeficiente de almacenamiento del acuífero está alrededor de 0.22.

El potencial de agua subterránea en la cuenca Sur es aproximadamente de 37 millones de m³/año y el de la cuenca Norte es de unos 43 millones de m³/año.

En el año hidrológico 1975 –1976, la extracción total de agua subterránea ascendió a 72.67 millones de m³; de este volumen, 56.60 millones de m³ se extrajeron de la cuenca Sur y 16.07 millones de m³ de agua se extrajeron de la cuenca Norte. En el año hidrológico 1976-1977, se extrajeron 62.07 millones de m³ de agua de la cuenca Sur y 17.93 millones de m³ de la cuenca Norte, siendo de 80 millones de m³ de agua la extracción total de este año. El 90.85% del agua extraída fue empleada en uso potable; el 7.40% en uso industrial y el 1.40%, en riego.

En las cuencas Norte y Sur existen aproximadamente 2220 pozos excavados a mano que se utilizan esencialmente para uso doméstico; 395 pozos perforados que extraen agua para uso potable, industrial y de riego.

Existe información disponible. En respuesta a esta problemática, el Gobierno de Guatemala, realizaron en la década de los '70 un proyecto de estudio de aguas subterráneas en el Valle de Guatemala. Este estudio hidrogeológico abarcó la región correspondiente a las cuencas de los ríos Michatoya, denominada cuenca Norte, y Las Vacas, denominada cuenca Sur.

En 1986, el JICA, realizó un estudio de factibilidad para el desarrollo de agua subterránea en el valle de la Ciudad de Guatemala (EMERGENCIA I). Dicho estudio se desarrolló sobre tres cuencas, siendo éstas Norte, Noreste y Sur,

La Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala (EMPAGUA), junto con la Chuo Kaihatsu Corporación (CKC), realizó un estudio hidrogeológico en dichas áreas que conforman tres subcuencas, a saber: la del río Las Vacas, la del río Los Ocotes y la del río Los Vados.

Además, en 1990, la Société Grenobleise d'Etudes et Applications Hydrauliques (SOGREAH) y el Grupo TAHAL, realizaron estudios relacionados con el recurso hídrico del subsuelo en el Valle de Guatemala.

Todos estos estudios en conjunto, han generado datos suficientes para tener una primera caracterización de los acuíferos subterráneos del Valle de Guatemala y han permitido sacar conclusiones acerca de hidrogeología de la región

Los factores limitantes para el uso racional de los recursos hídricos del subsuelo son de diversa índole. Por un lado, está la dificultad en la explotación del agua subterránea debido a condiciones físicas de localización, profundidad, restricciones técnicas, etc. La falta de planificación coordinada para el uso y aprovechamiento del recurso hace que las inversiones sean ineficientes. Por último, dado que el subsuelo se usa para descargar desechos y aguas servidas, se está contaminando los acuíferos superficiales; del mismo modo se contamina las aguas subterráneas que se recargan durante la época seca con el agua de los ríos donde se descargan aguas servidas.

El crecimiento urbano alcanzado durante las últimas décadas por la Ciudad de Guatemala y sus áreas de influencia ha planteado serios problemas en el abastecimiento de agua a la población, a la industria, a la agricultura, etc. Las aguas de los ríos de la cuenca Norte están contaminadas química y bacteriamente, por lo que no son aptas para el consumo humano. Las aguas de los ríos de la cuenca Sur también están contaminadas bacteriamente, por lo tanto, no son aptas para consumo humano. El agua del lago de Amatitlán puede utilizarse para fines de riego, pero no es apta para consumo humano debido a la presencia de coliformes.

La calidad química de las aguas de los acuíferos superior e inferior es la misma. Con excepción de las aguas termales del valle del río Michatoya, las aguas subterráneas del área son aptas para el consumo humano, riego e industria.

El crecimiento urbano del Valle de Guatemala representa dos exigencias fundamentales: atender la demanda de agua potable y cubrir las necesidades de una industria creciente y en expansión. El uso desordenado de las aguas subterráneas del Valle de Guatemala para solventar dicha demanda representa un riesgo en cuanto a la conservación del recurso hídrico

El rápido crecimiento de la zona urbana, la industria y, por ende, de la demanda de agua ha tenido como consecuencia la explotación desordenada de los acuíferos del Valle de Guatemala, con una alta densidad de perforaciones, impermeabilización de las zonas de recarga y contaminación de las aguas. Las aguas subterráneas constituyen, por sus condiciones de calidad, volumen y estabilidad de régimen, el recurso de agua más importante de la región.

Por tanto, es necesario regular la explotación de los recursos del subsuelo de modo que se optimicen los beneficios mientras se protegen las fuentes de agua, planificando en base a la información existente y a nuevos estudios sistemáticos de control y vulnerabilidad que permitan tener datos actualizados para un uso adecuado de las aguas subterráneas.

Es necesaria la planificación conjunta del aprovechamiento de los recursos de agua disponibles para hacer un uso integral de las aguas superficiales y subterráneas considerando, para la obtención de un máximo beneficio, el conocimiento que se tenga de las características hidrológicas e hidrogeológicas que condicionan el régimen natural de las aguas. Debe aplicarse medidas correctivas de reducción de la descarga de desechos y aguas servidas en los cauces de los ríos para evitar la degradación de la calidad natural de las aguas superficiales.

Es de vital importancia la implementación metodologías para la protección de las aguas subterráneas. Es imperativa la definición de una política hídrica en concordancia con las condiciones hídricas e hidrogeológicas de la región. Para esto es necesaria la creación de un instrumento legal que regule la administración y aprovechamiento del recurso hídrico.

INSTITUCIONES PARTICIPANTES.

Se identificado al **EMPAGUA** como la organización ejecutora del Proyecto de Prevención y control de la Contaminación del agua subterránea, en cooperación con el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (**INSIVUMEH**) Instituto Geográfico Nacional (**IGN**) y Organizaciones de la Sociedad Civil

F) BELIZE

INSTITUCIÓN INTRESADA

Servicio Hidrometeoro lógico Nacional del Ministerio de Servicios Públicos e Inversiones.

3. ACUIFERO PROPUESTO

Valle de Stann Creek

En Belice, cerca del 95% del agua potable que suple las necesidades de las comunidades rurales, proviene del agua subterránea. El agua subterránea es extraída con bombas manuales en pozos excavados existentes en las casas. Recientemente, sin embargo, algunas comunidades rurales están haciendo uso de pequeñas bombas eléctricas para extraer agua de acuíferos con moderadas profundidades, almacenándola en tanques elevados y distribuyéndoselas por gravedad dentro de las cañerías domiciliarias. Alrededor de unas 700 bombas manuales son utilizadas en Belice, mayormente localizadas en la zona norte de los Distritos de Corozal y Orange Walk.

Aproximadamente, algunas comunidades rurales tienen una población menor de los 2 500 habitantes ahora poseen bombas eléctricas pequeñas y se estima que 20 o mas comunidades tienen proyectado adquirirlas.

A finales del año 2000, el último censo indicaba para Belice una población de los 250 000 habitantes y la relación urbana / rural es aproximadamente del orden de 47% / 53% . La alta población rural se explica por la tendencia de emigrar a las áreas rurales como recurso para resolver con menores dificultades sus problemas.

A pesar de que el agua subterránea es extensamente explotada en Belice, no se dispone de un conocimiento de las características y extensión de acuíferos mayores y menores. Las perforaciones de pozos son conducidas sobre la base de prueba y error, lo cual resulta costoso, además de una baja coordinación entre las agencias y el personal involucrado con las aguas subterráneas.

Como resultado se presentan situaciones de contaminación de origen humano proveniente de la inadecuada disposición de aguas residuales y uso incontrolado de agroquímicos. Otros factores que contribuyen a la contaminación, son:

- Un incremento del problema relacionado con la disposición incorrecta de los residuos sólidos y líquidos
- Un incremento en la tasa de practicas agrícolas no sustentables.
- Una falta de delimitación de las áreas de recarga de las aguas subterráneas y un incremento de la amenaza sobre estas áreas por las inadecuadas e insostenibles practicas de uso de la tierra.
- Frecuentes brotes de enfermedades de origen hídrico que tienen un alto costo en términos de salud y perdidas de horas de trabajo.

- ❑ Pozos abandonados en forma abierta y sin ninguna protección
- ❑ Focos de polución provenientes de actividades contaminantes que degradan los cuerpos de agua superficiales y los acuíferos poco profundos.

En tal sentido, Belice, requiere hacer una delimitación de los acuíferos menores y mayores y sus áreas de recarga para determinar el nivel de vulnerabilidad y el grado de impacto en el acuífero que resulte priorizado en el Valle Distrito de Stann Creek, por lo que se necesita antes de entrar en la preparación de una Estrategia de Protección, realizar algunas actividades primarias, entre las cuales se señalan:

- ❑ Información sobre los perfiles obtenidos de las perforaciones existentes.
- ❑ Elaborar mapas de inventario de pozos.
- ❑ Obtener datos de calidad de aguas subterráneas.
- ❑ Información de suelos.
- ❑ Obtener información sobre las aguas subterráneas a partir de United Kingdom Overseas Office.
- ❑ Obtener información Hidrogeológica a partir de reconocimientos de campo.
- ❑ Realización de entrevistas.

Este conjunto de actividades básicas permitirá obtener como resultados para viabilizar la estrategia, lo siguiente:

- ❑ Un desarrollo amplio de la base de datos sobre los recursos de aguas subterráneas de Belice.
- ❑ Determinar las áreas vulnerables a la contaminación de algunos acuíferos.
- ❑ Fortalecer las capacidades institucionales en el manejo sostenible de las aguas subterráneas.
- ❑ Desarrollar las acciones apropiadas (estrategia y plan de protección) para mitigar los impactos de la contaminación de las aguas subterráneas.
- ❑ Desarrollar una campaña pública efectiva de concientización para el uso y manejo sostenible del agua subterránea.
- ❑ Desarrollar un fuerte enlace con las instituciones regionales comprometidas en el manejo sostenible de los recursos de aguas subterráneas.
- ❑ Incrementar la viabilidad y acceso a la información sobre aguas subterráneas.

En lo relacionado con el entrenamiento y el fortalecimiento de las capacidades institucionales, se requiere:

- ❑ Entrenamiento en la interpretación de perfiles de pozos.
- ❑ Entrenamiento en técnica para la selección de sitios para la perforación de pozos, utilizando métodos convencionales y avanzados.
- ❑ Entrenamiento en el uso de metodologías para hacer interpretaciones sobre calidades de aguas subterráneas.
- ❑ Cursos cortos de hidrogeología.
- ❑ Manejo de entradas y salidas de datos.
- ❑ Desarrollo de pozos y técnicas de mantenimiento
- ❑ Monitoreo sistemático al menos en tres acuíferos mayores (calidad de aguas, niveles, producción, recarga etc.)
- ❑ Programa Público de concientización.
- ❑ Desarrollo de un Plan de Acción Estratégico para el manejo sostenible del agua subterránea
- ❑ Desarrollo básico y guías prácticas para la perforación de pozos en Belice.

INSTITUCIONES PARTICIPANTES.

El Proyecto será ejecutado por el Servicio Nacional de Hidrometeorología en coordinación con el Comité Técnico Consultivo de Aguas Subterráneas (Groundwater Technical Advisory Comitée - GTAC) compuesto por.

- Servicio Nacional de Hidrometeorología / Ministerio de Servicios Públicos e Inversiones
- Geología y Petróleo / Ministerio de Recursos Naturales y Ambiente.
- Oficina de Salud Pública / Ministerio de Salud-
- Sistemas de Aguas Rudimentarios / Ministerio de Desarrollo Rural
- Universidad de Belice.
- Servicios de Aguas de Belice.
- Centro de Información de Tierras / Ministerio de Recursos Naturales y del Ambiente.
- Autoridad para el Manejo de Zonas Costeras

ULTIMA PAGINA