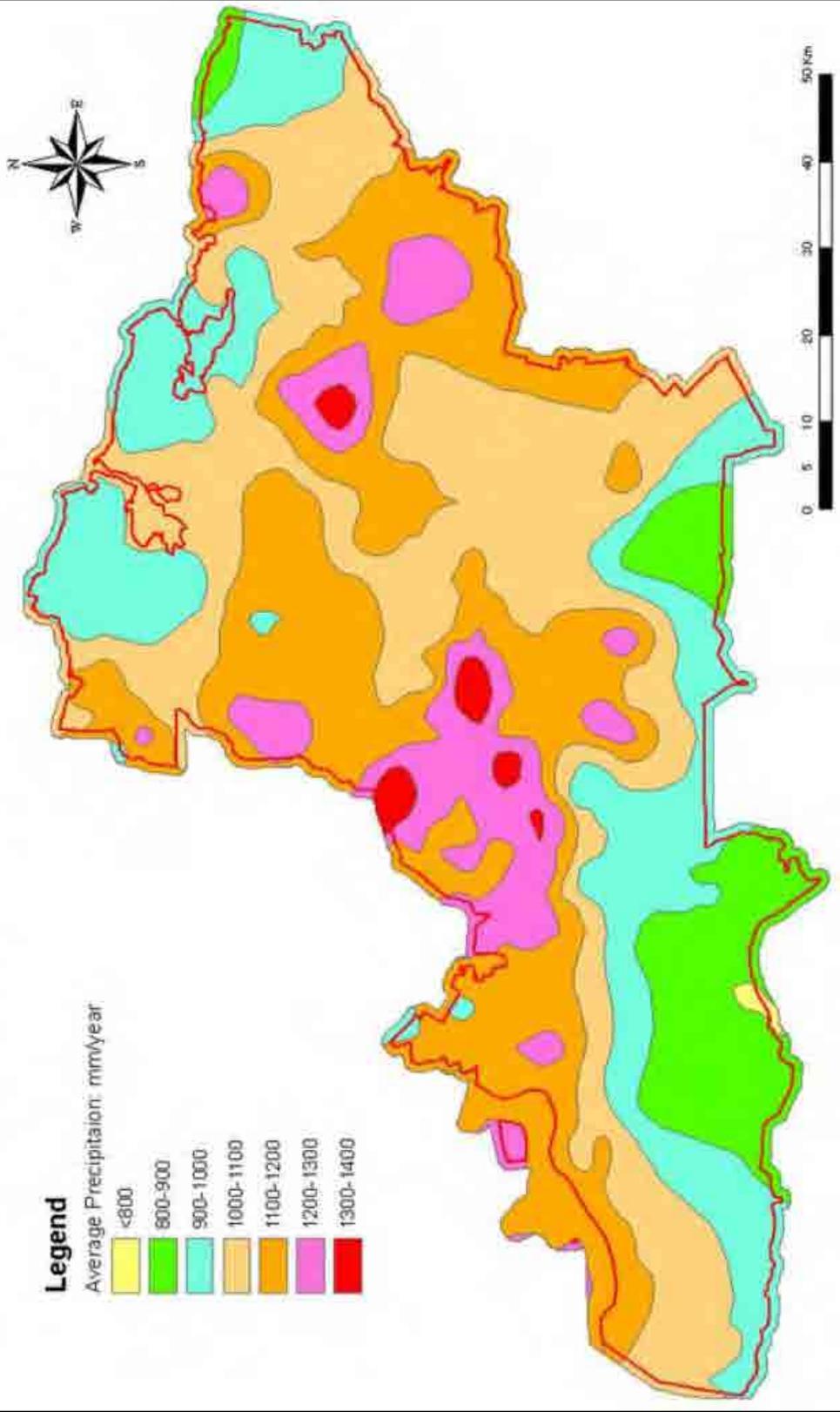


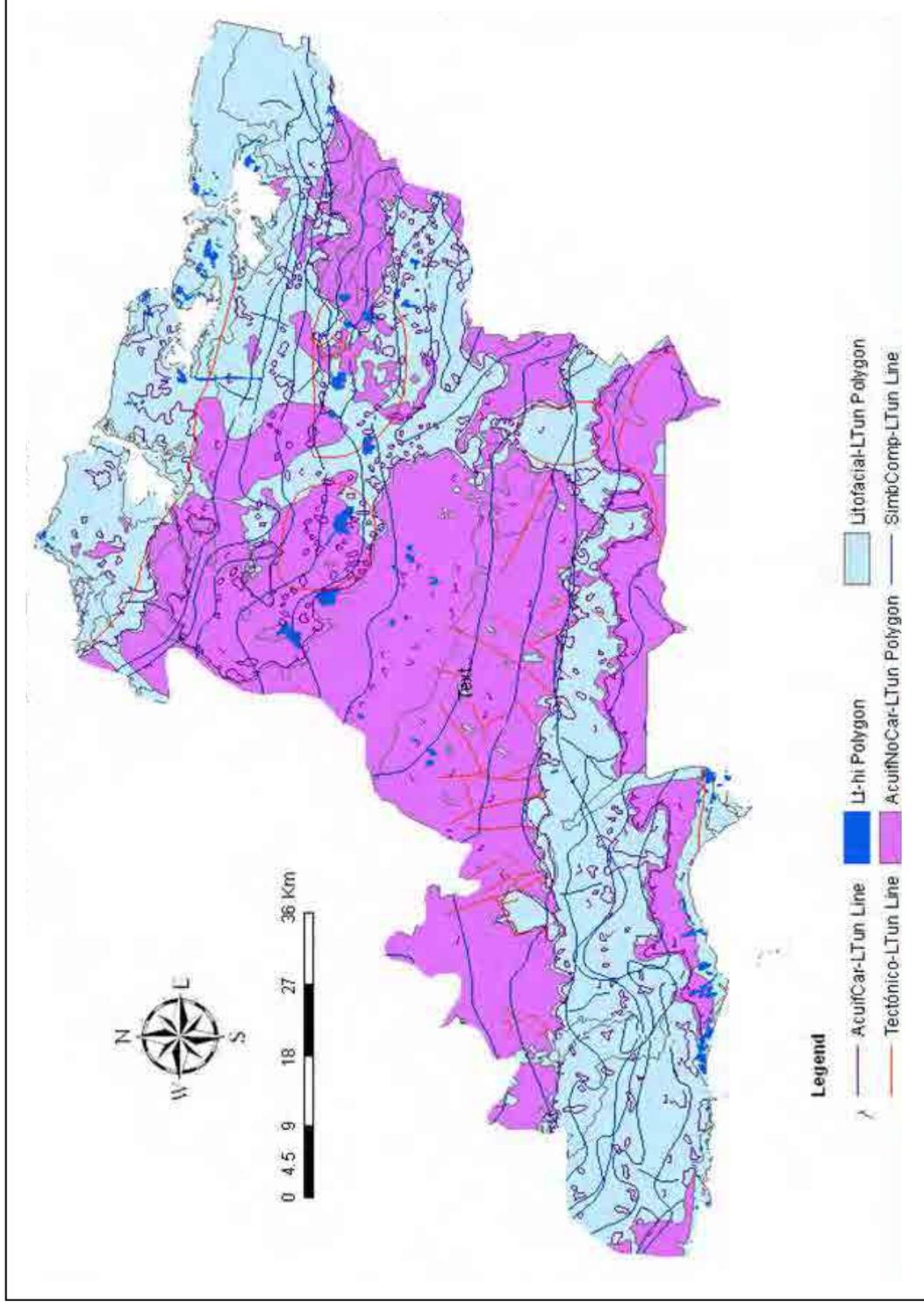
## ラス・トゥナス県

# Contour of Precipitation in Las Tunas Province, Cuba

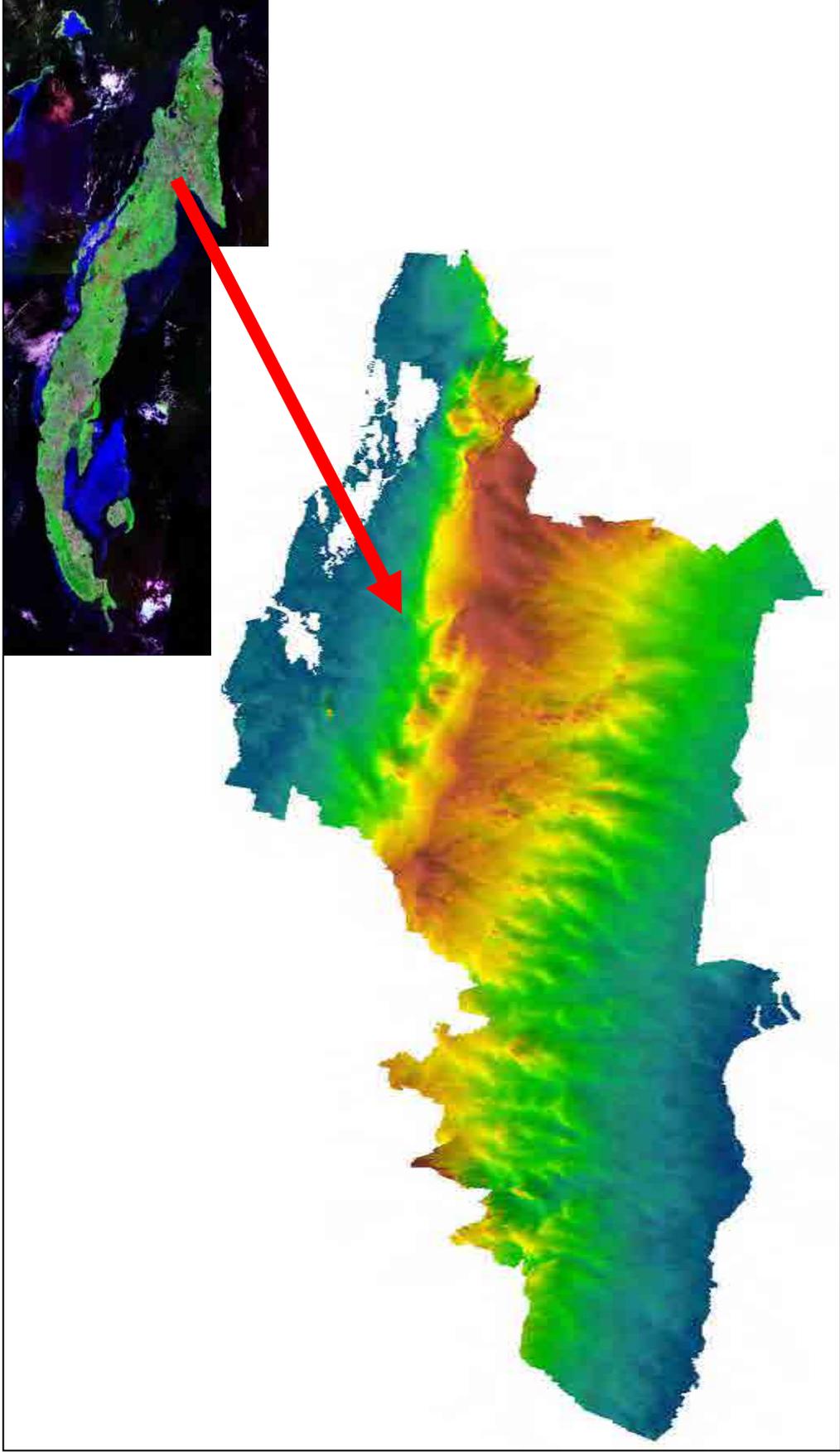




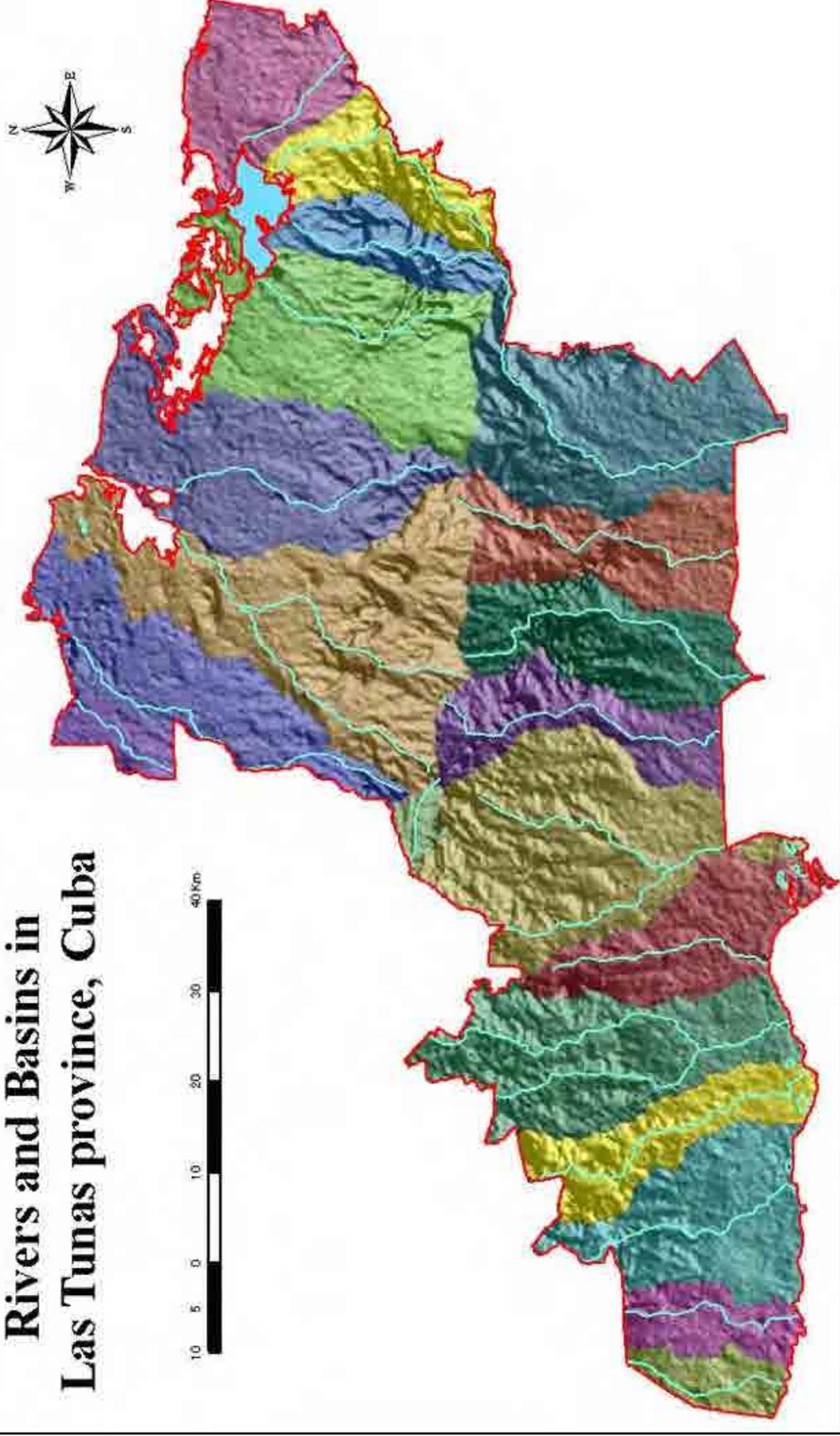
# Hydrogeological Map of Las Tunas Province



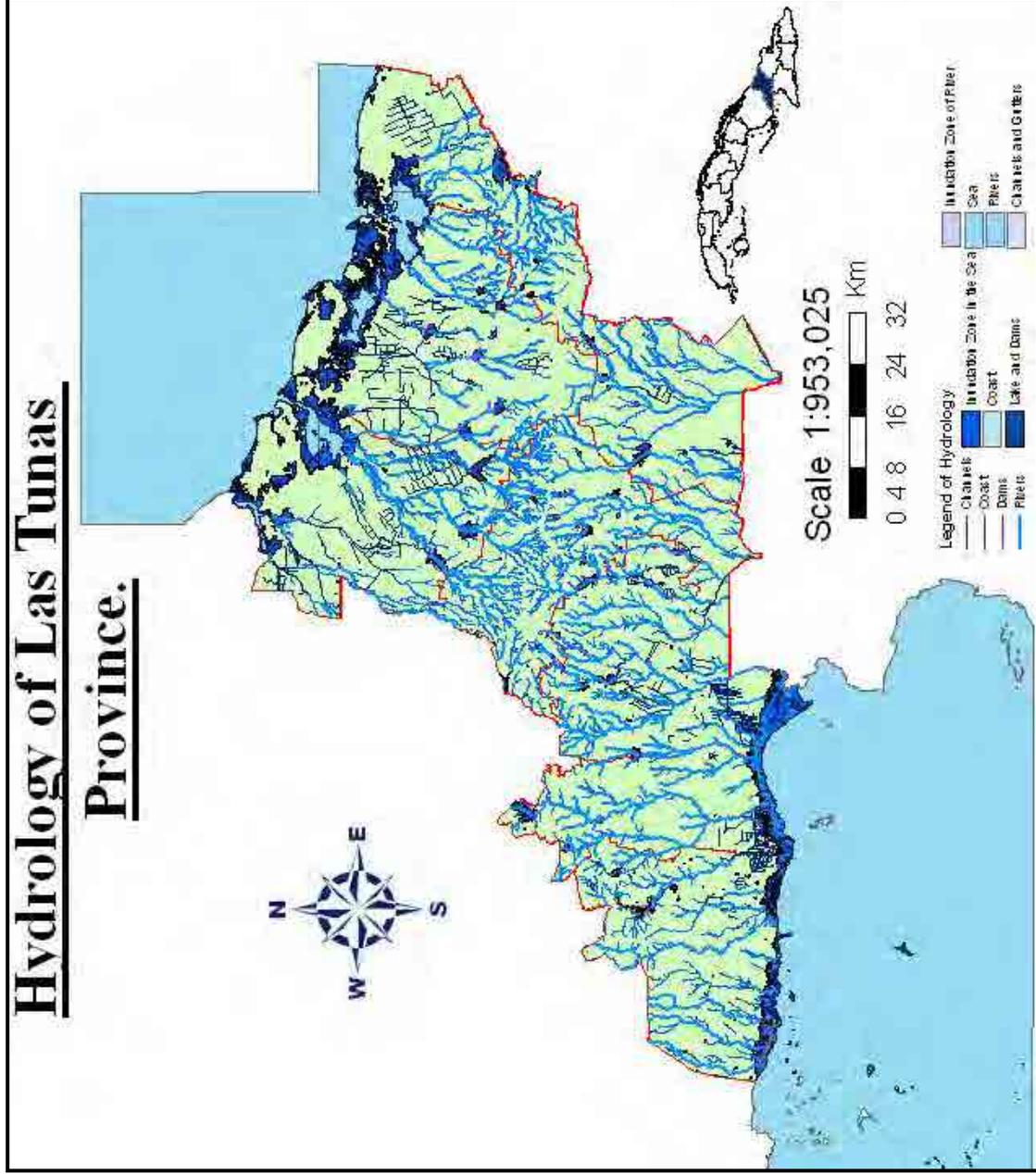
3D Topography Map of Las Tunas Province



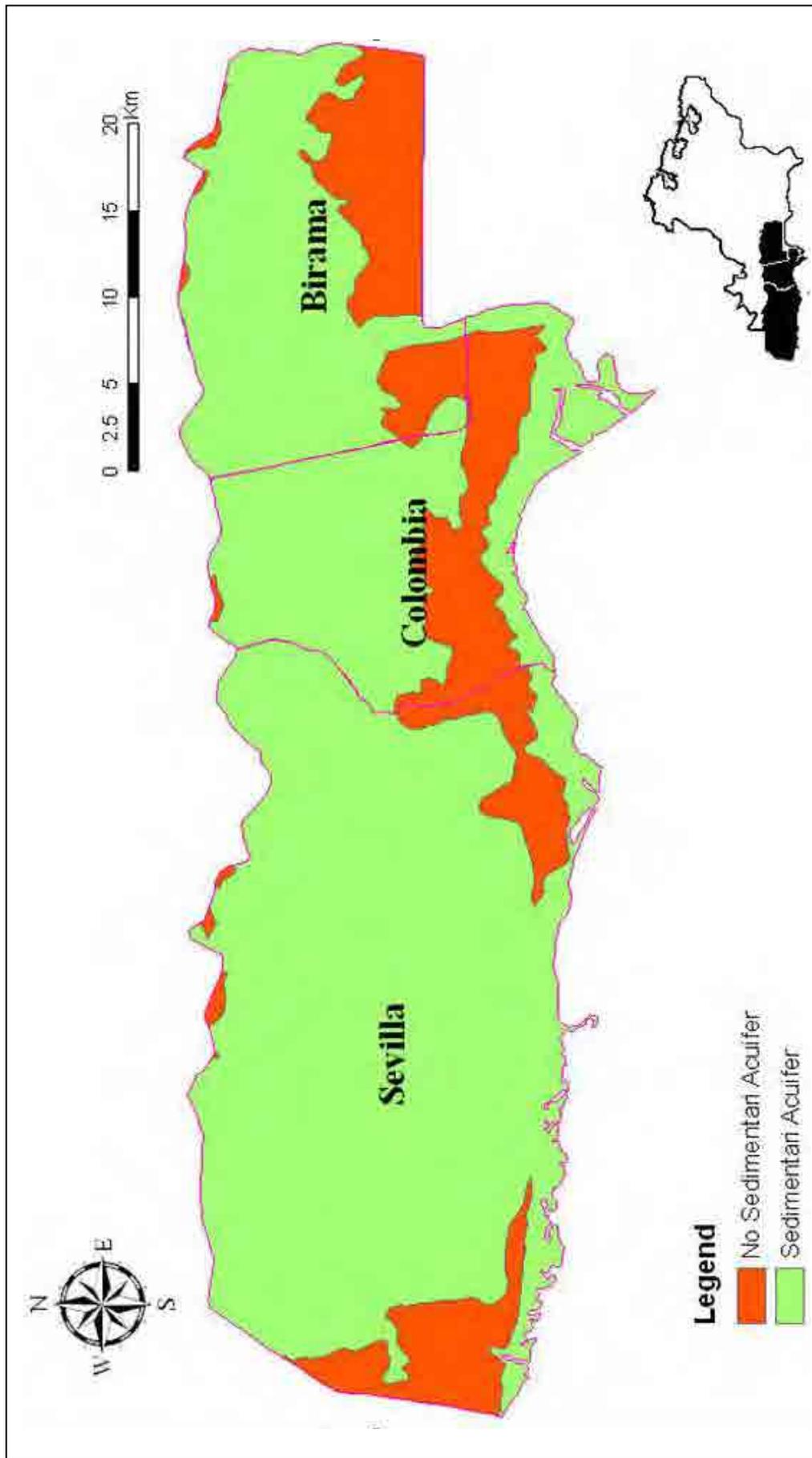
# Rivers and Basins in Las Tunas province, Cuba



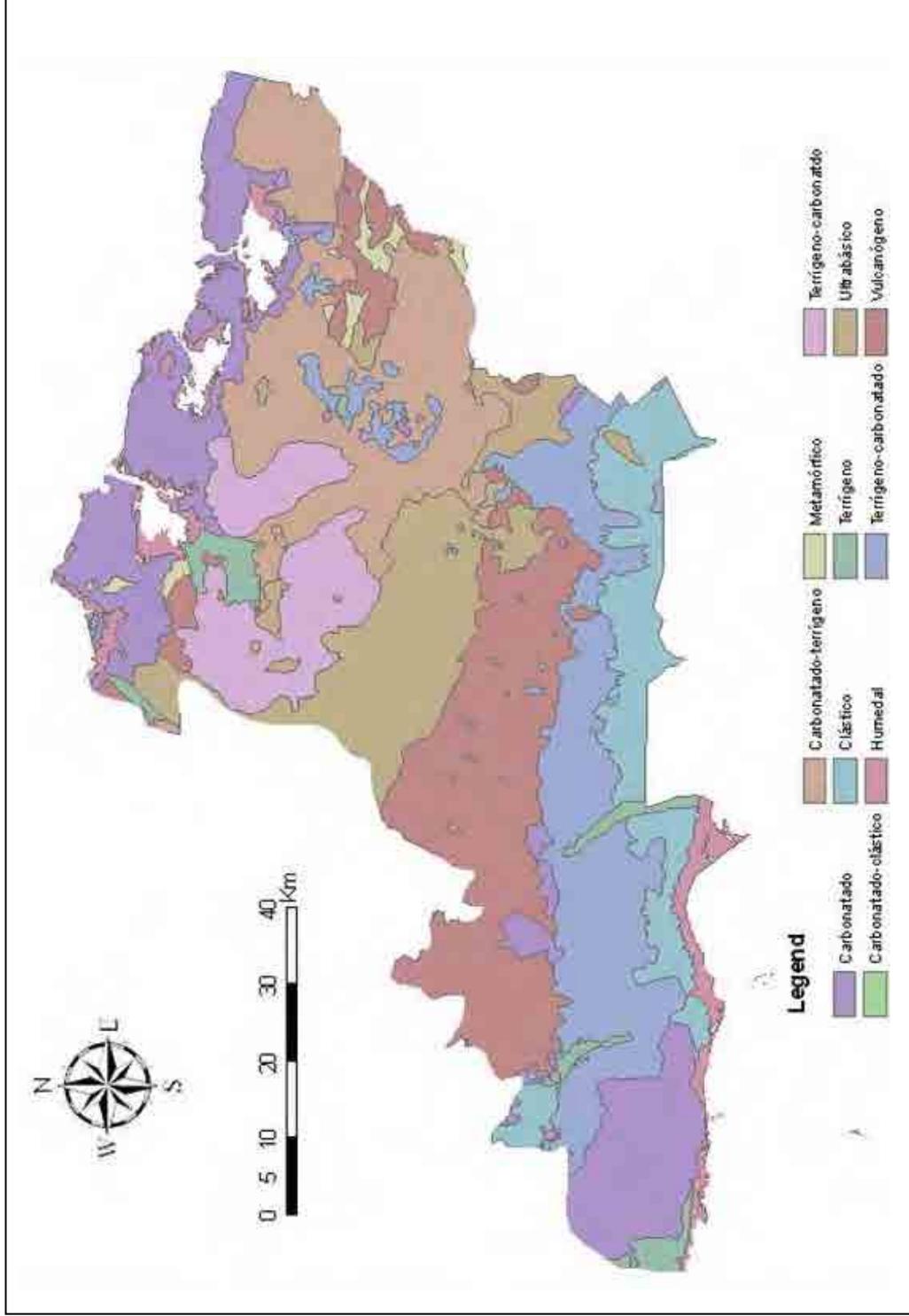
# Hydrology of Las Tunas Province.



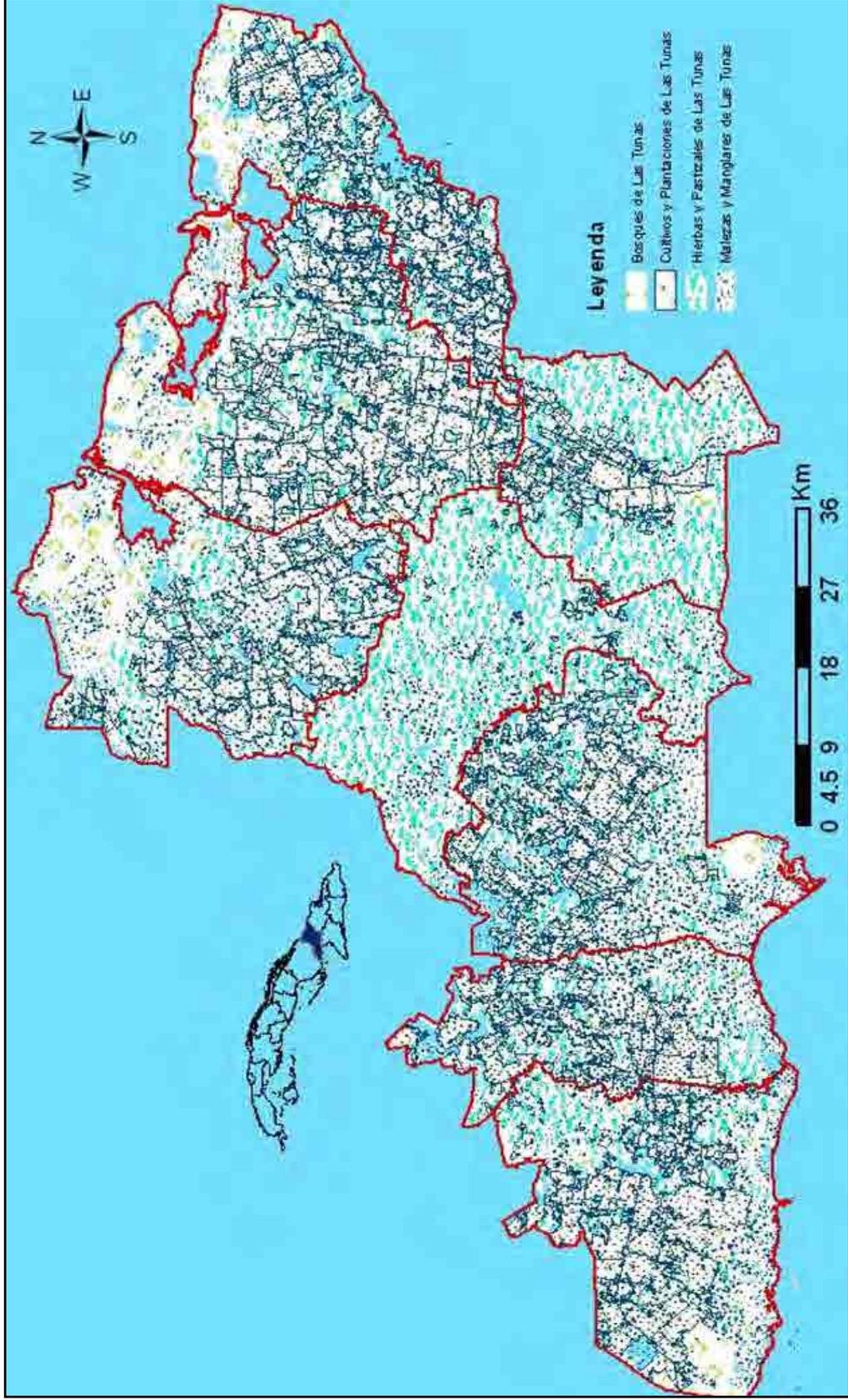
### Three Groundwater Basins in Southern Part of Las Tunas Province



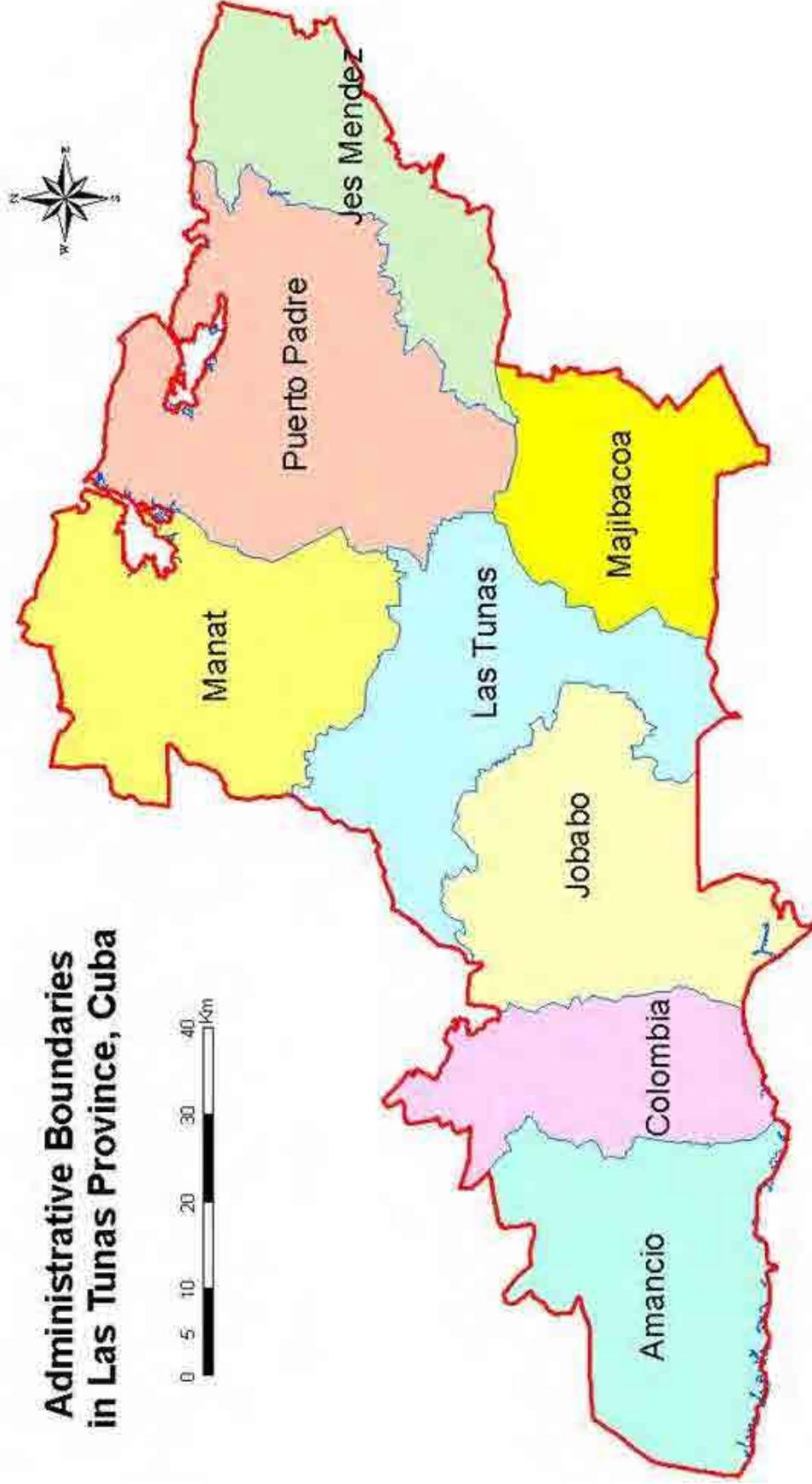
## Land Use Map of Las Tunas Province



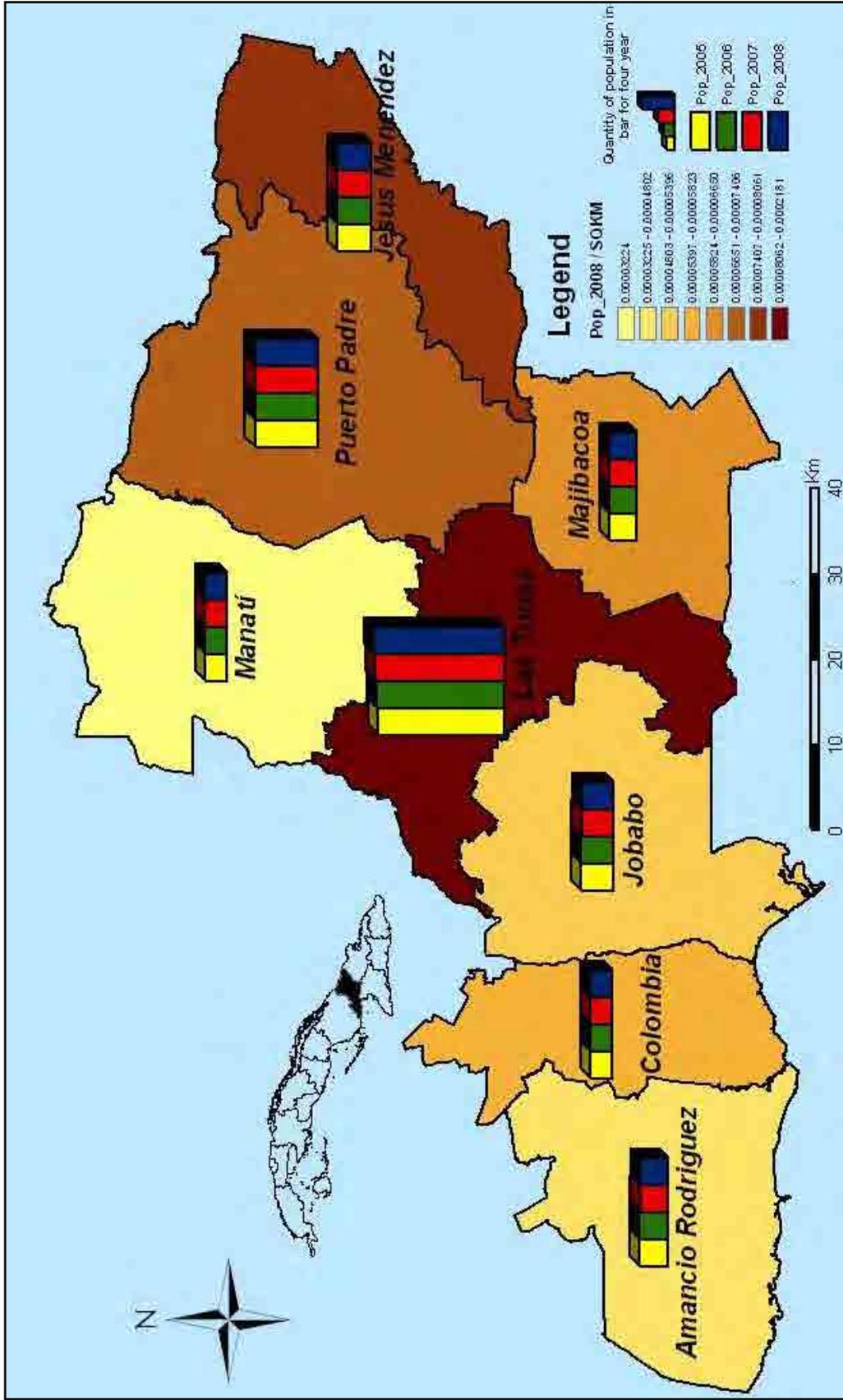
### Vegetation Distribution in Las Tunas Province



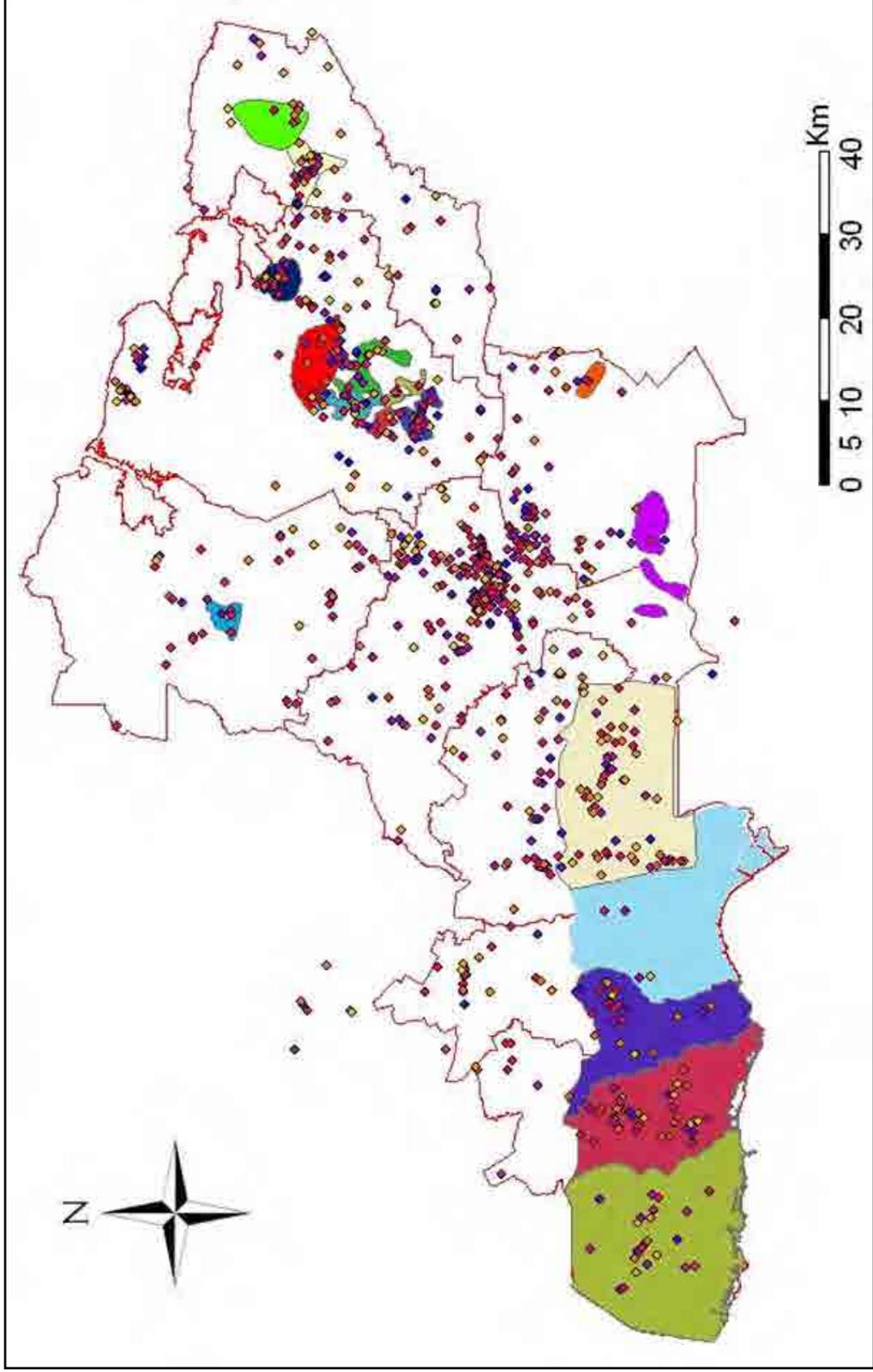
**Administrative Boundaries  
in Las Tunas Province, Cuba**



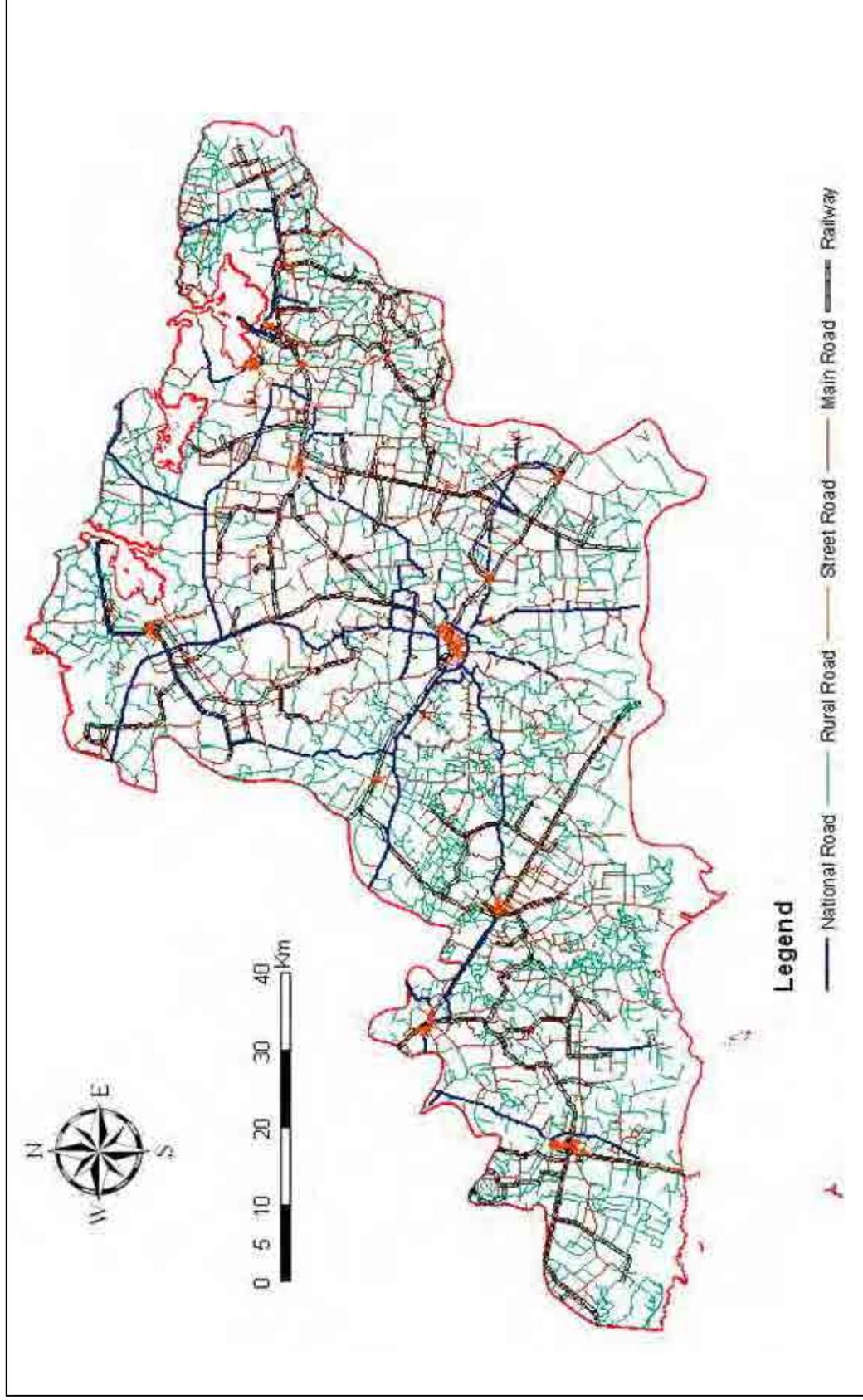
Population Distribution, Density and Change in Each Municipal in Las Tunas province



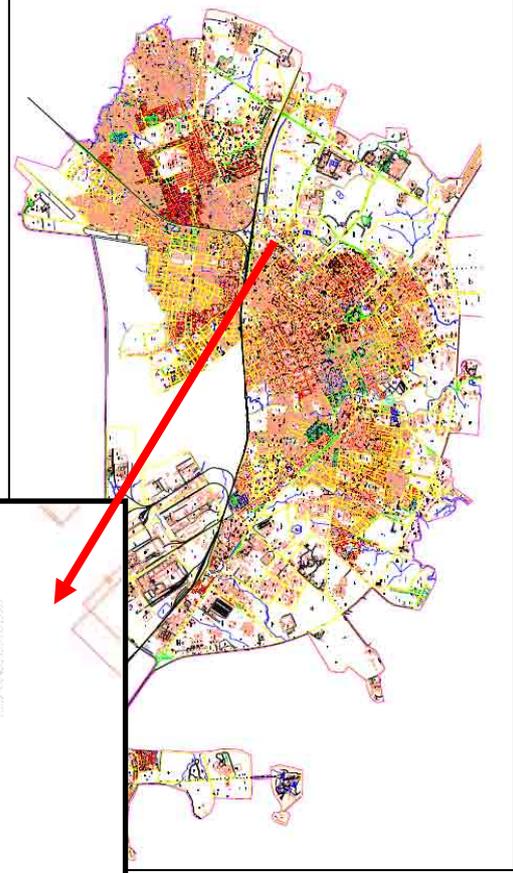
**Distribution of Wells with Pumping Test Result in Las Tunas Province**



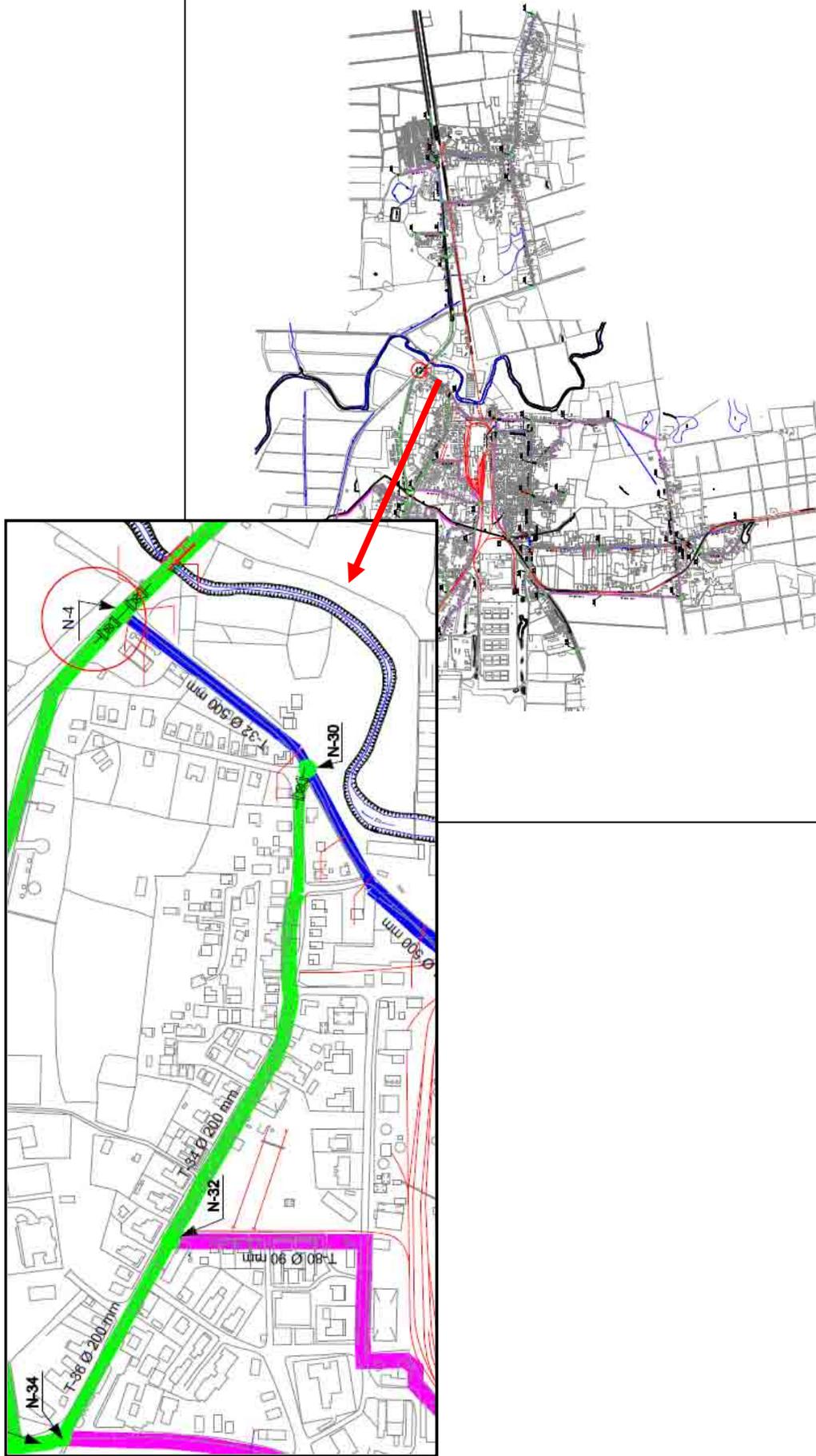
### Roads and railway Map of Las Tunas province



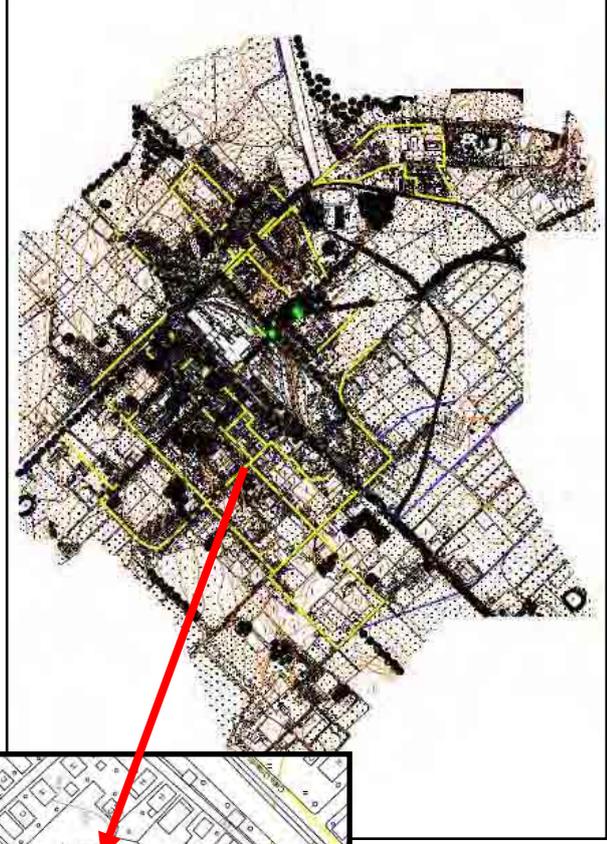
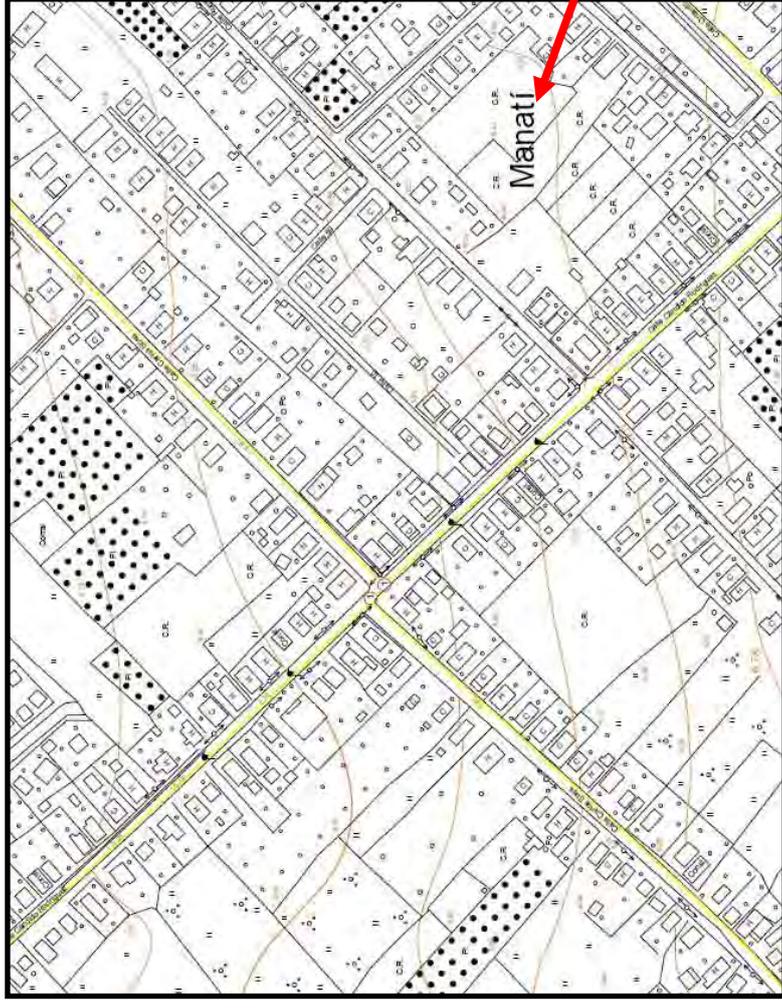
# Water Supply System in Las Tunas City, Las Tunas Province



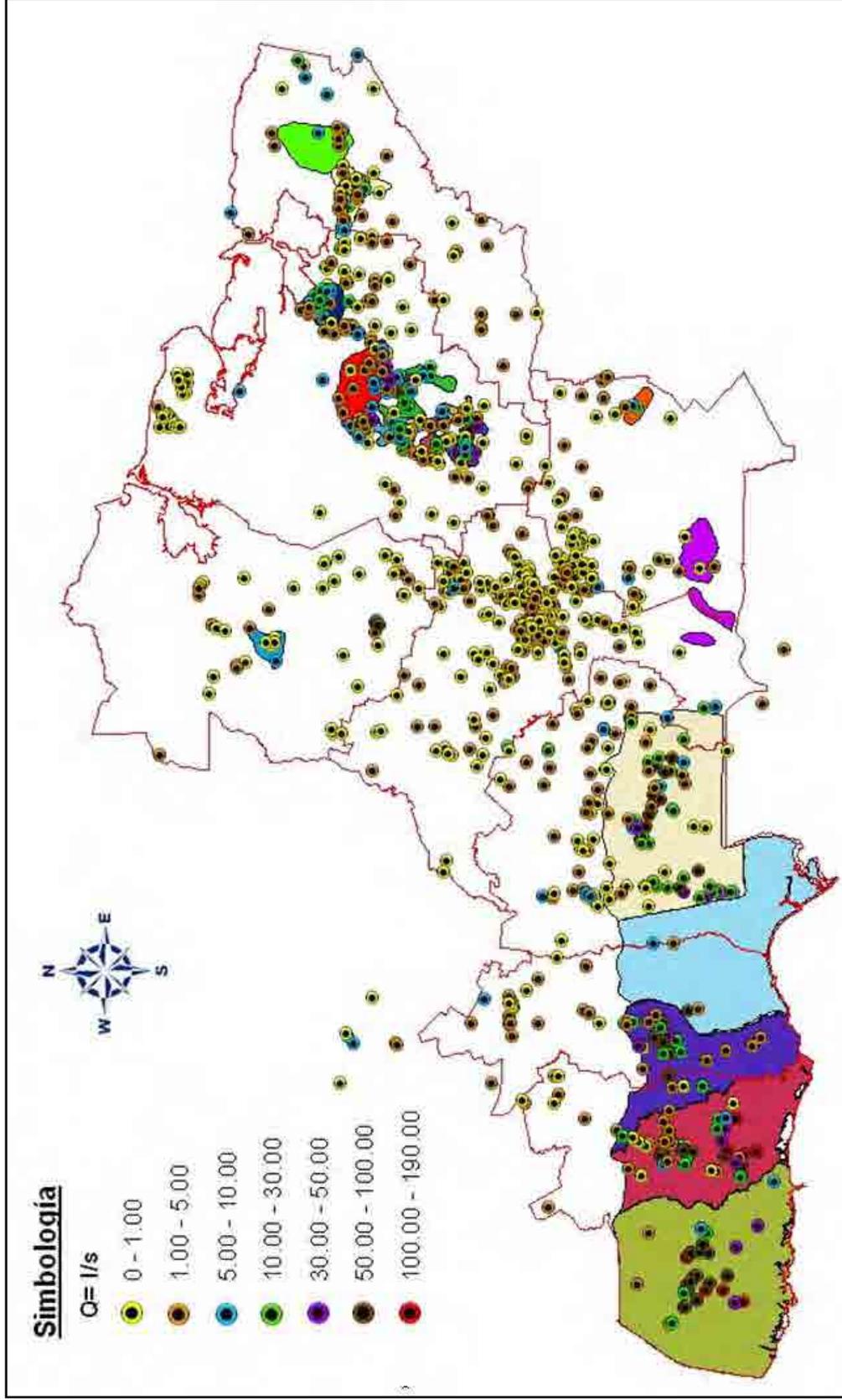
# Water Supply System in Jesus Menendez City, Las Tunas Province



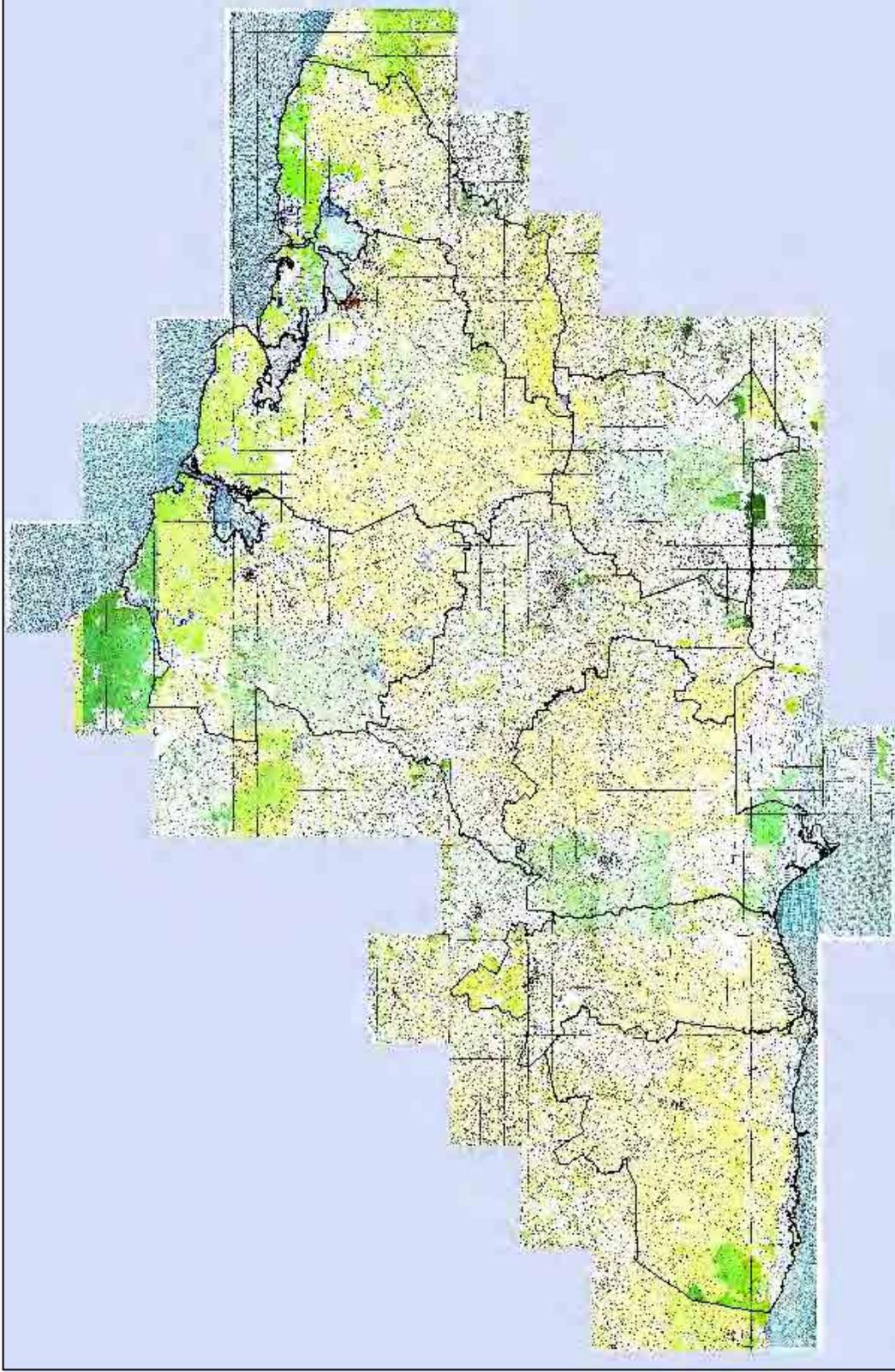
**Water Supply System in Manati City, Las Tunas Province**



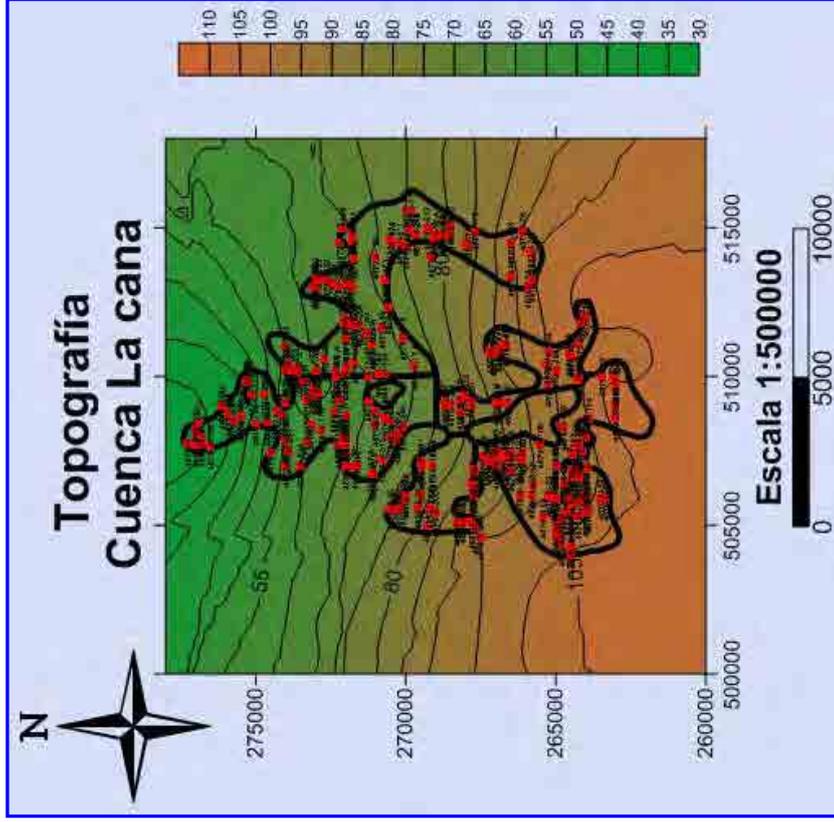
# Withdrawal Capacity of Wells in Las Tunas Province



**Georeference Result of Existing Topography Maps in Lau Tunas Province**

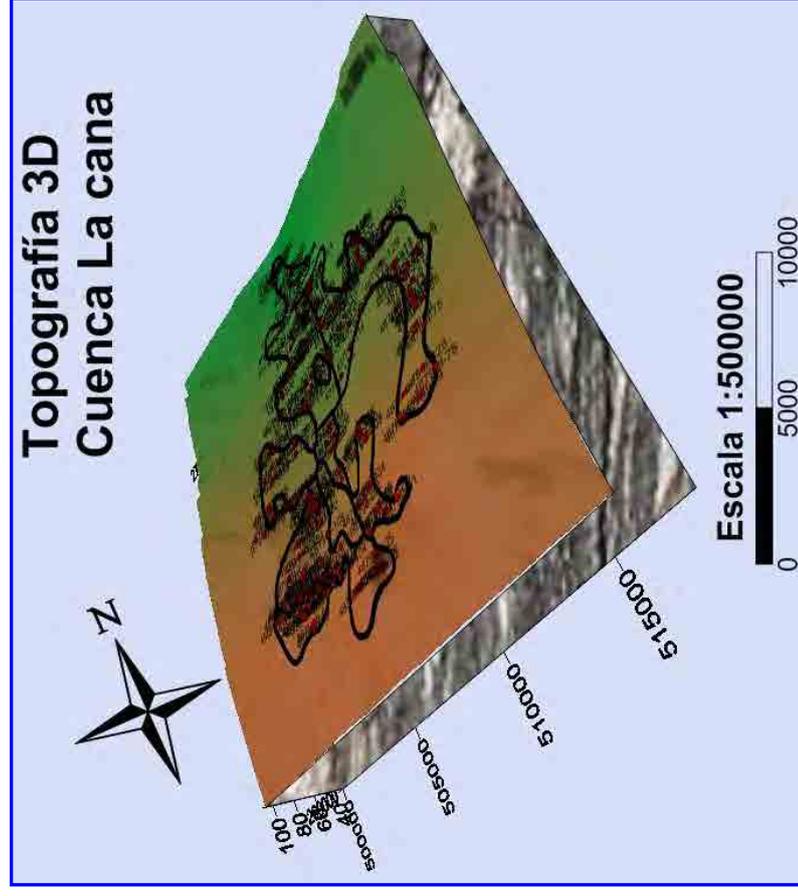


Topography Maps of Area Cuenca La Cana, Lau Tunas Province



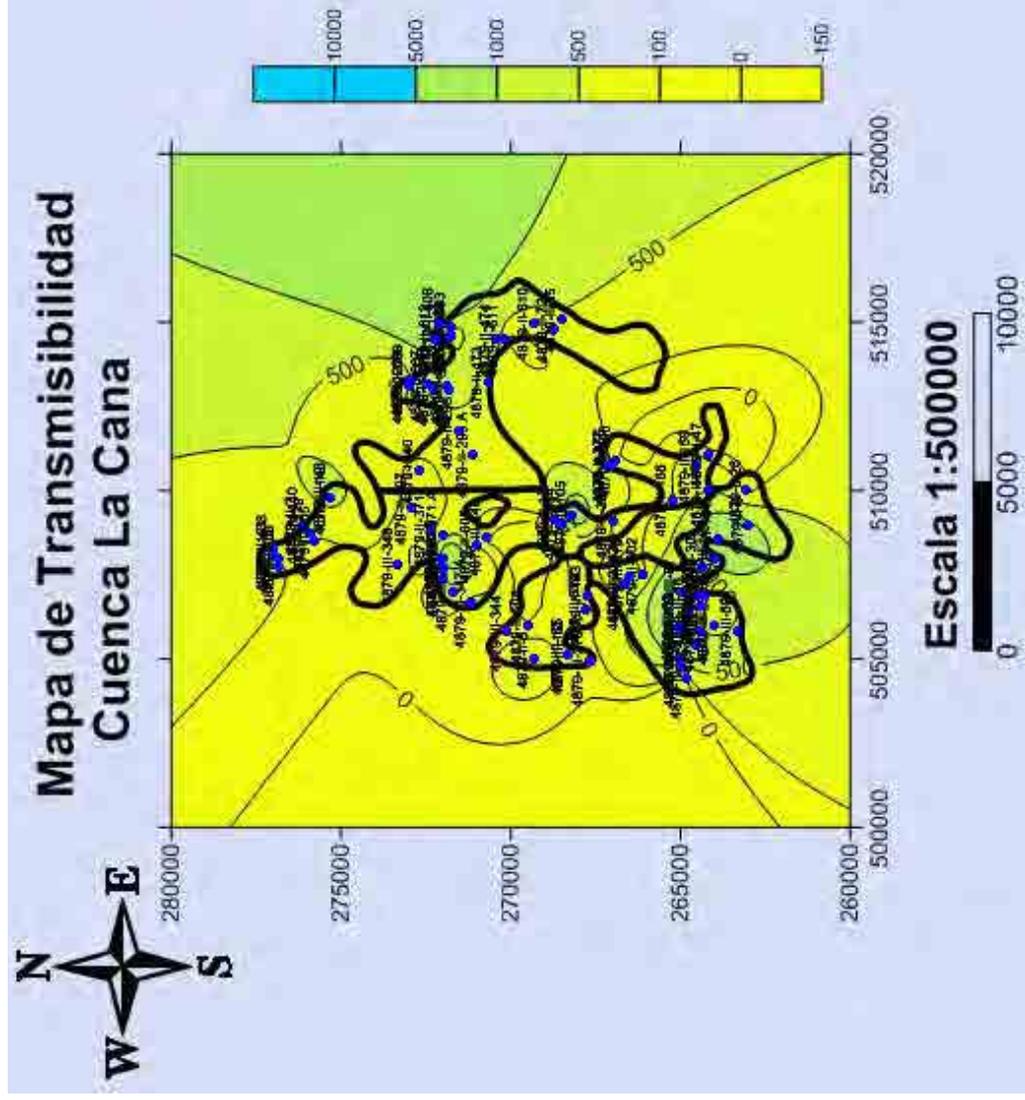
2 D Topography Map

3D Topography Map

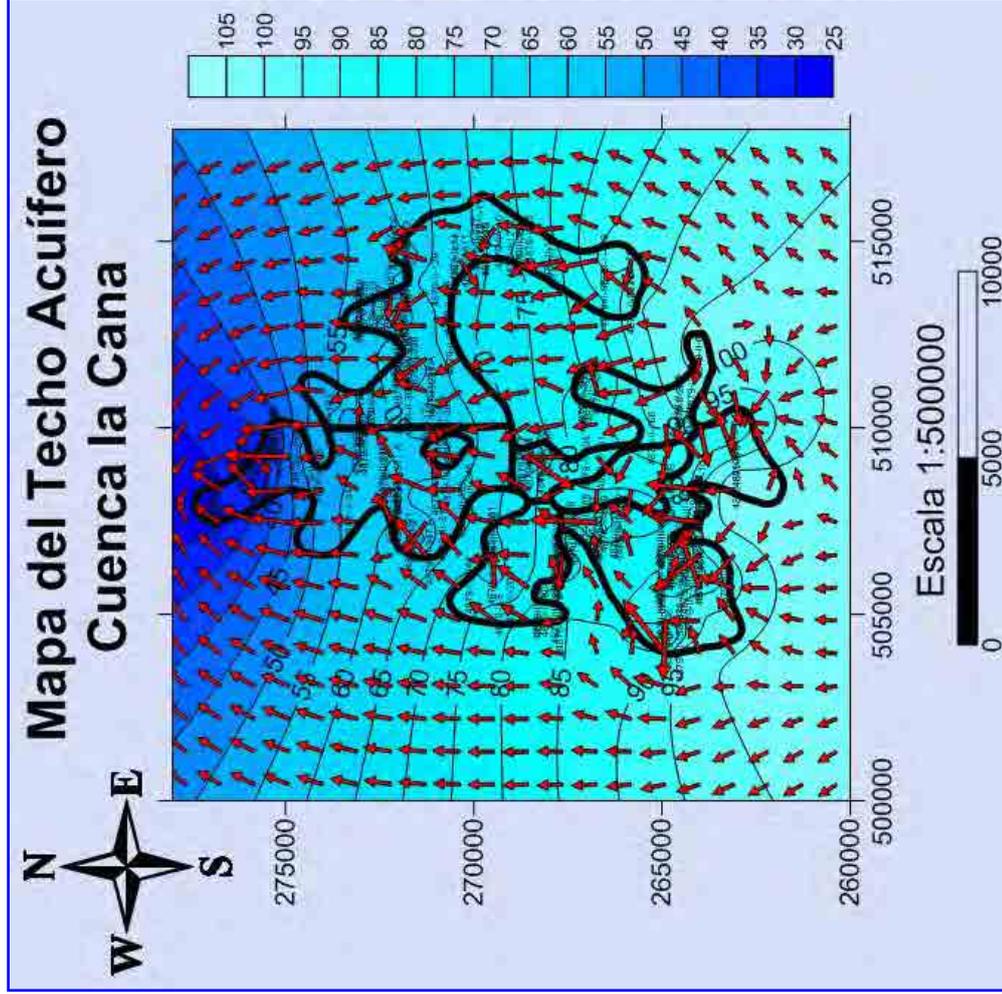


Topografía 3D Cuenca La cana

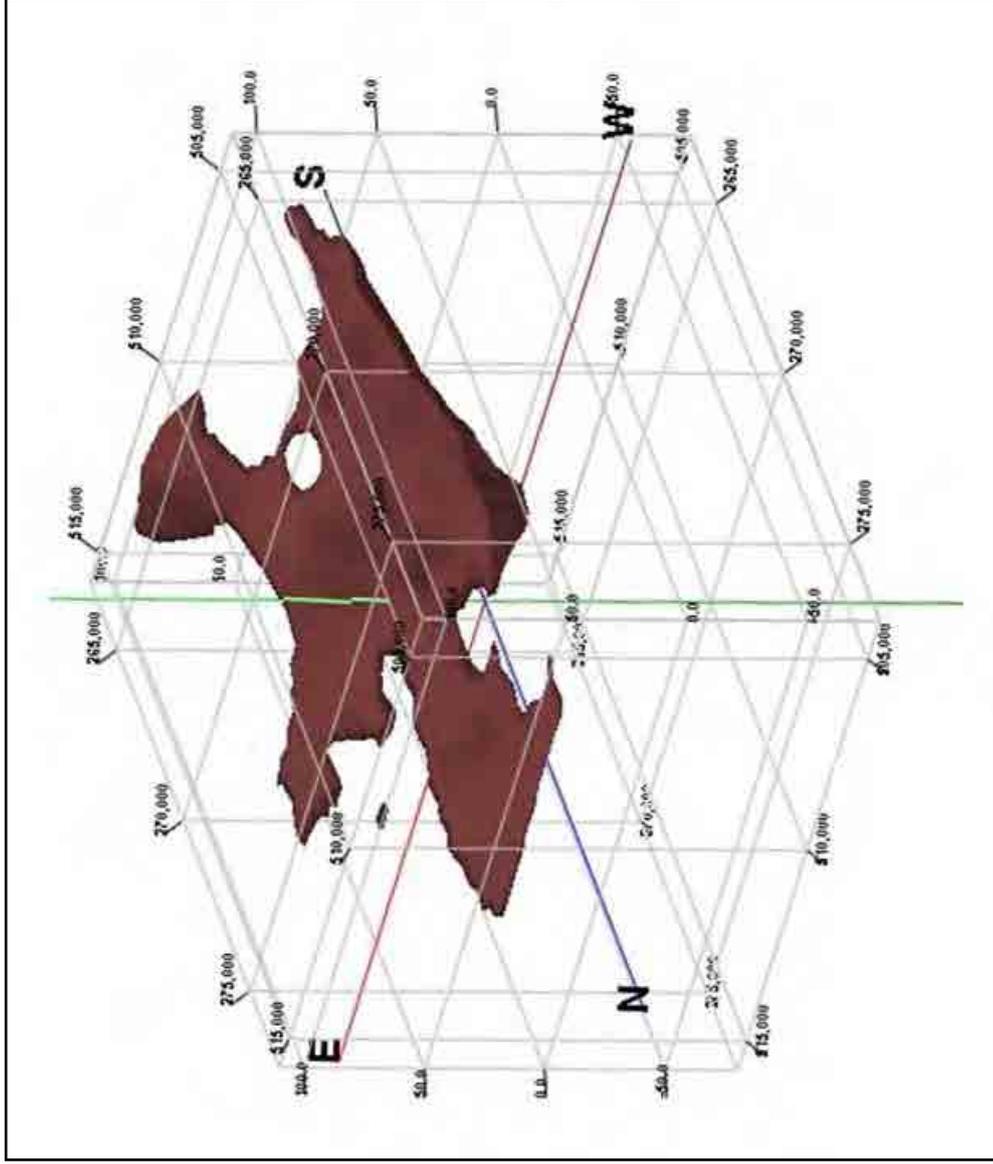
Transmissibility Distribution Map of Cuenca Cana Area, Las Tunas Province



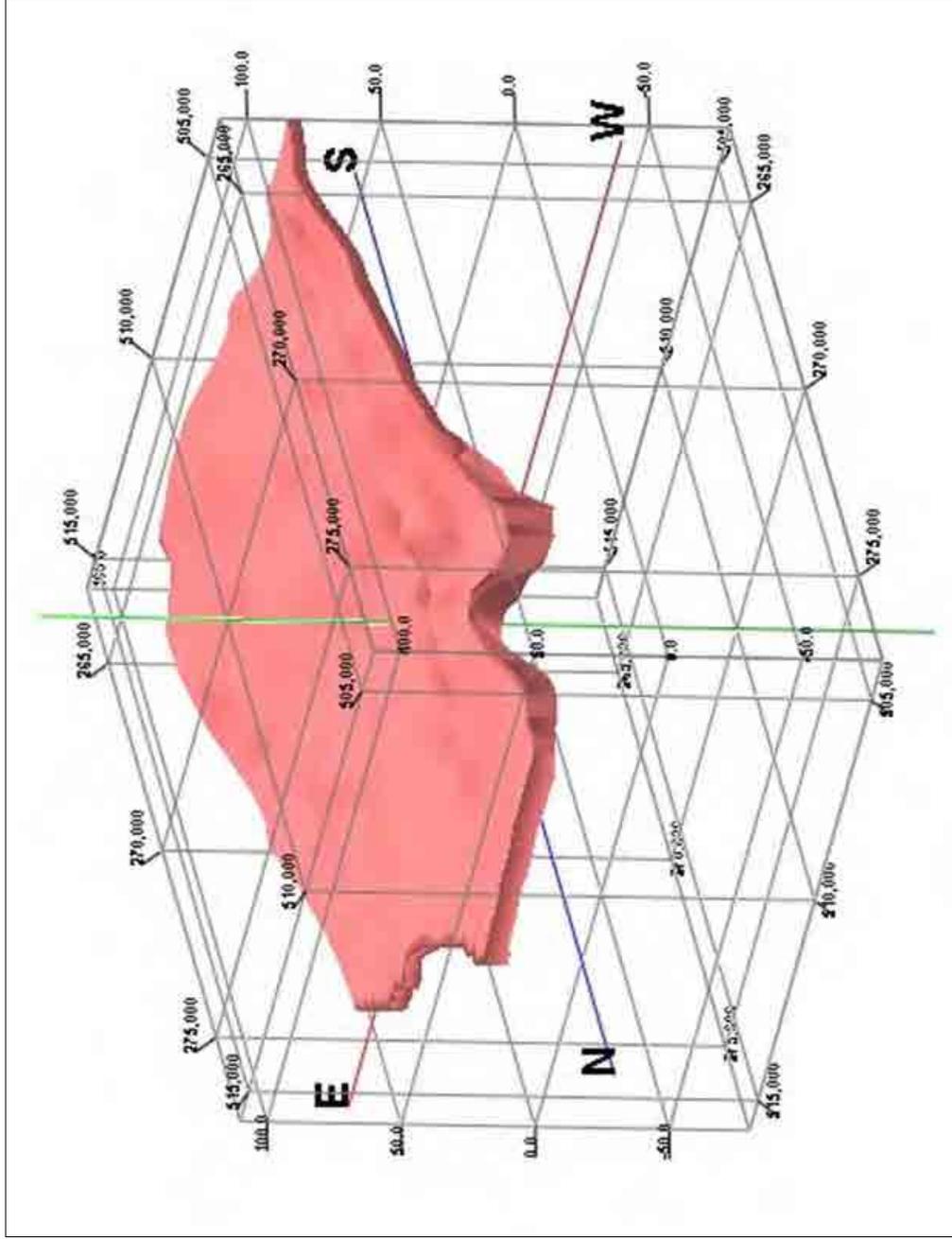
Groundwater Level and Flow Direction in Cuenca Cana Area, Las Tunas Province



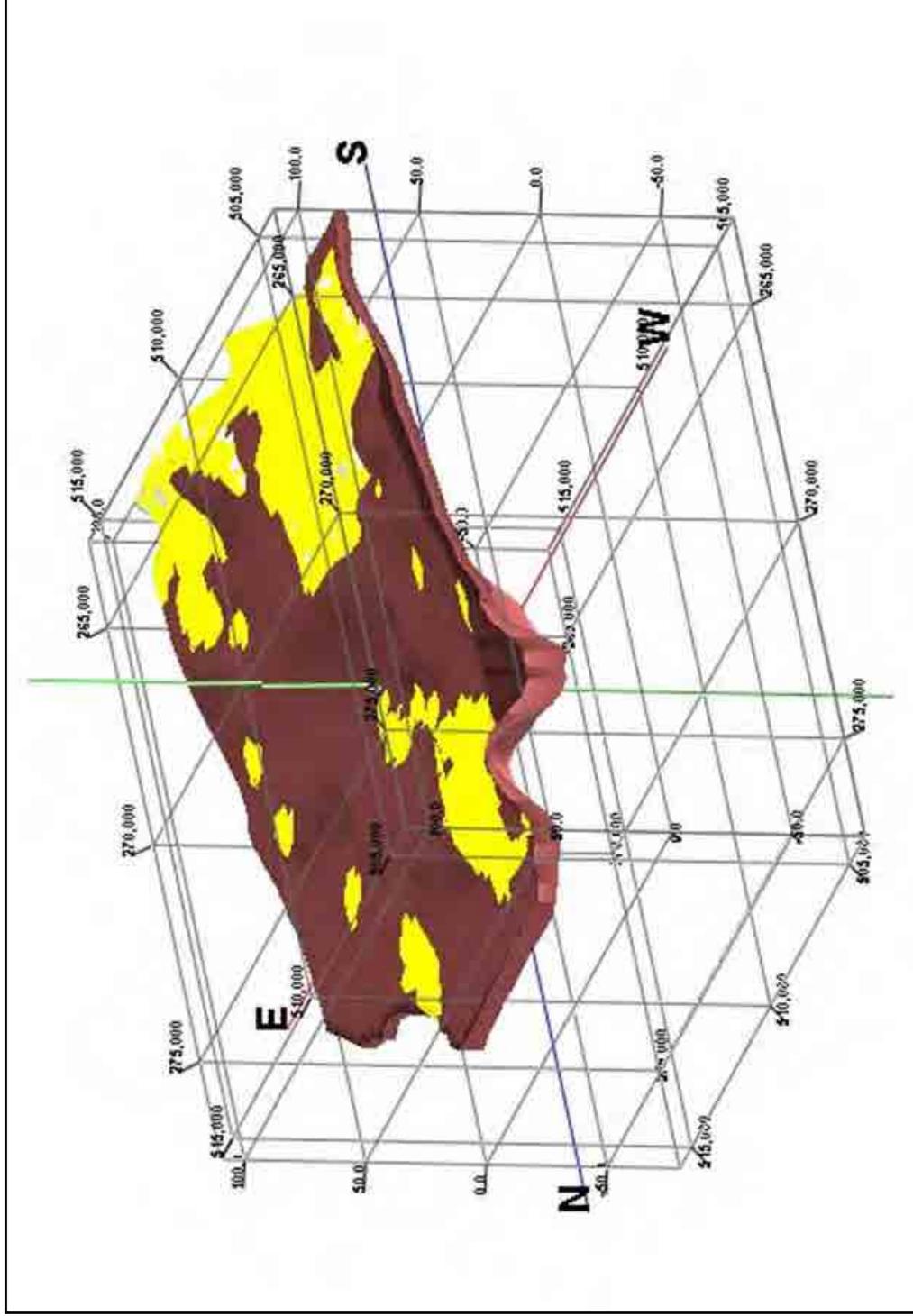
### 3D Acuífero\_1 Distribution Map in Cuenca Cana Area, Las Tunas Province



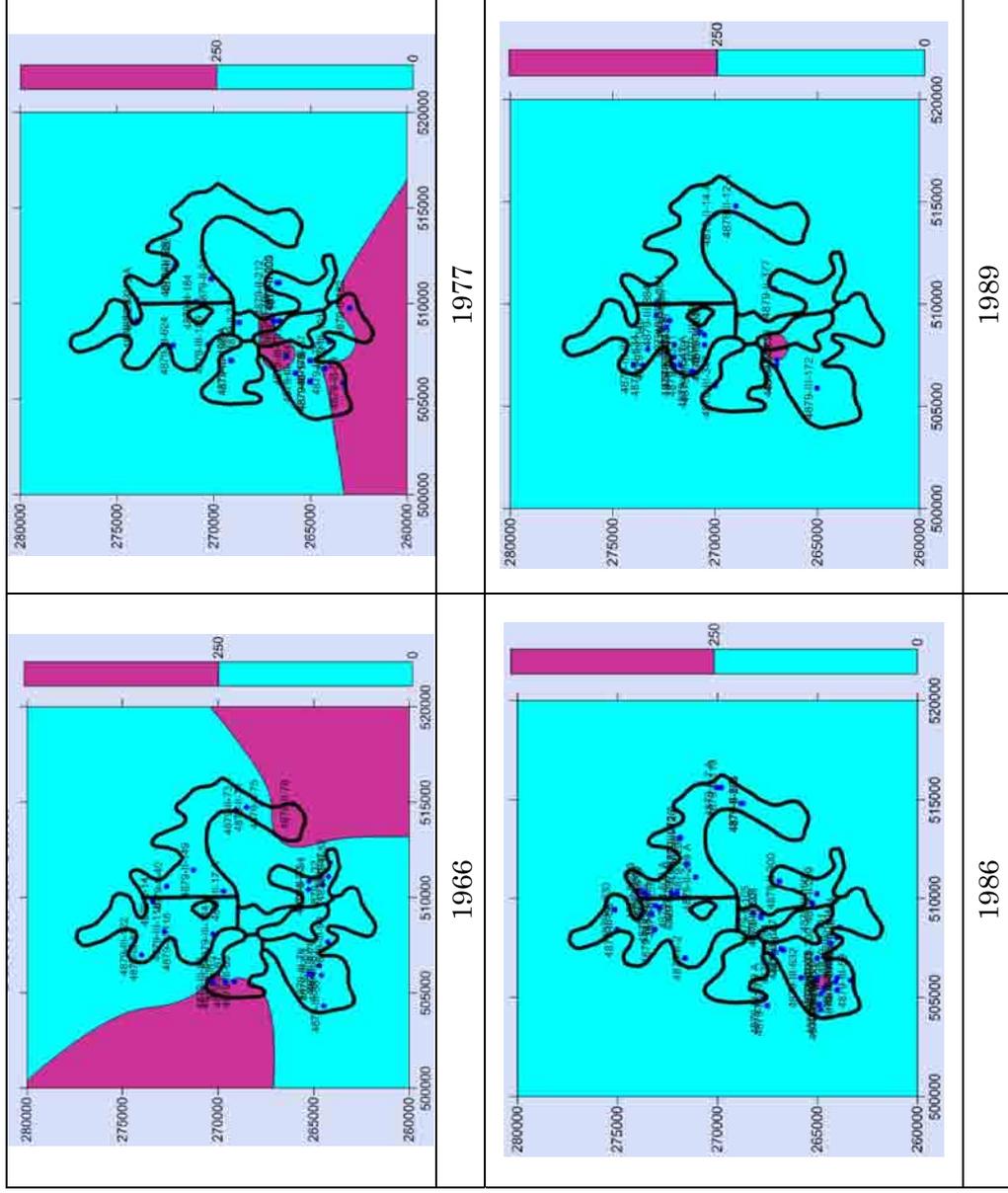
### 3D Aquifer\_2 Distribution Map in Cuenca Cana Area, Las Tunas Province



3D Acuífero Total Distribution Map in Cuenca Cana Area, Las Tunas Province



**Change of Groundwater Quality (Chloride) in Cuenca Cana Area, Las Tunas Province**



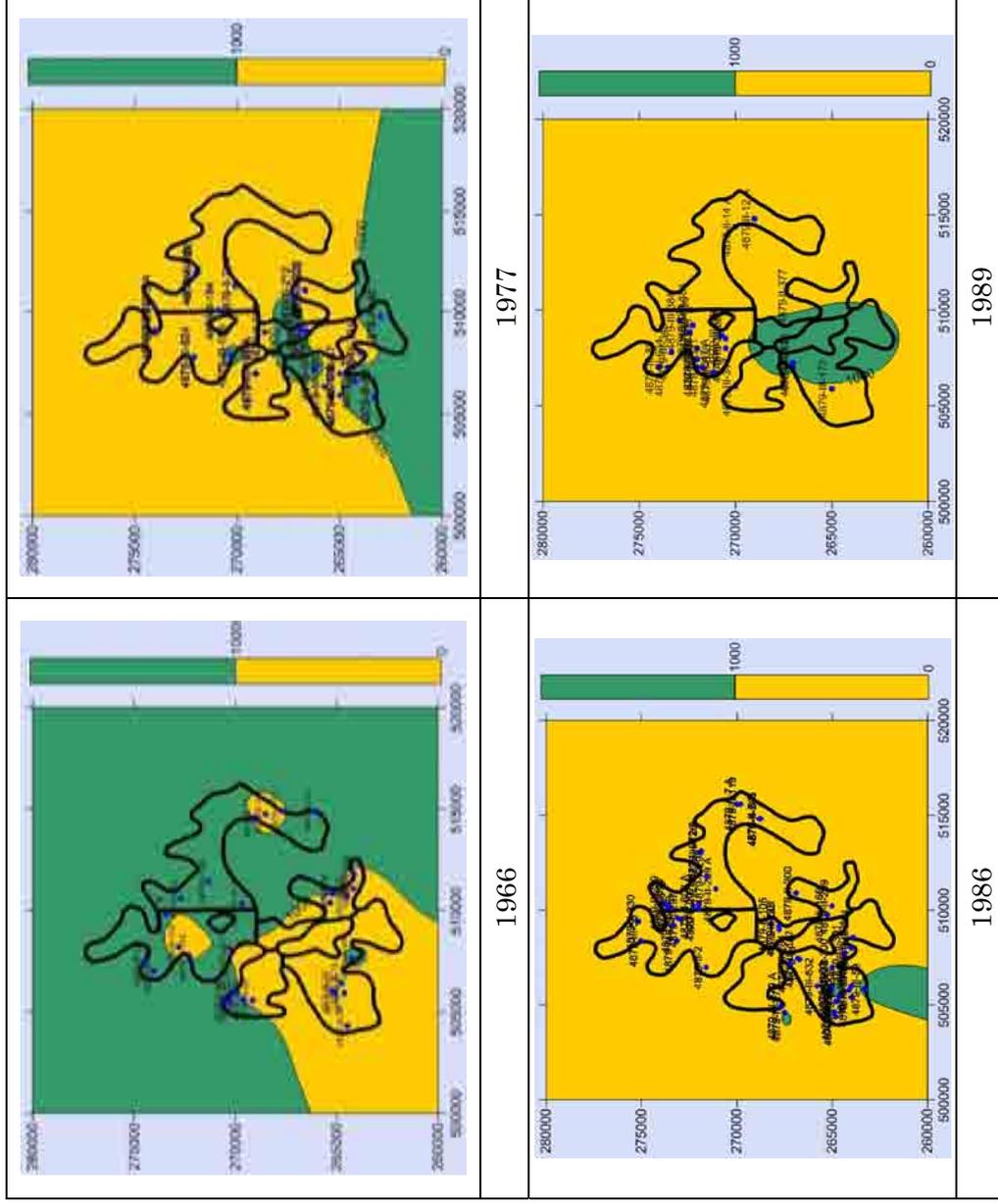
1977

1966

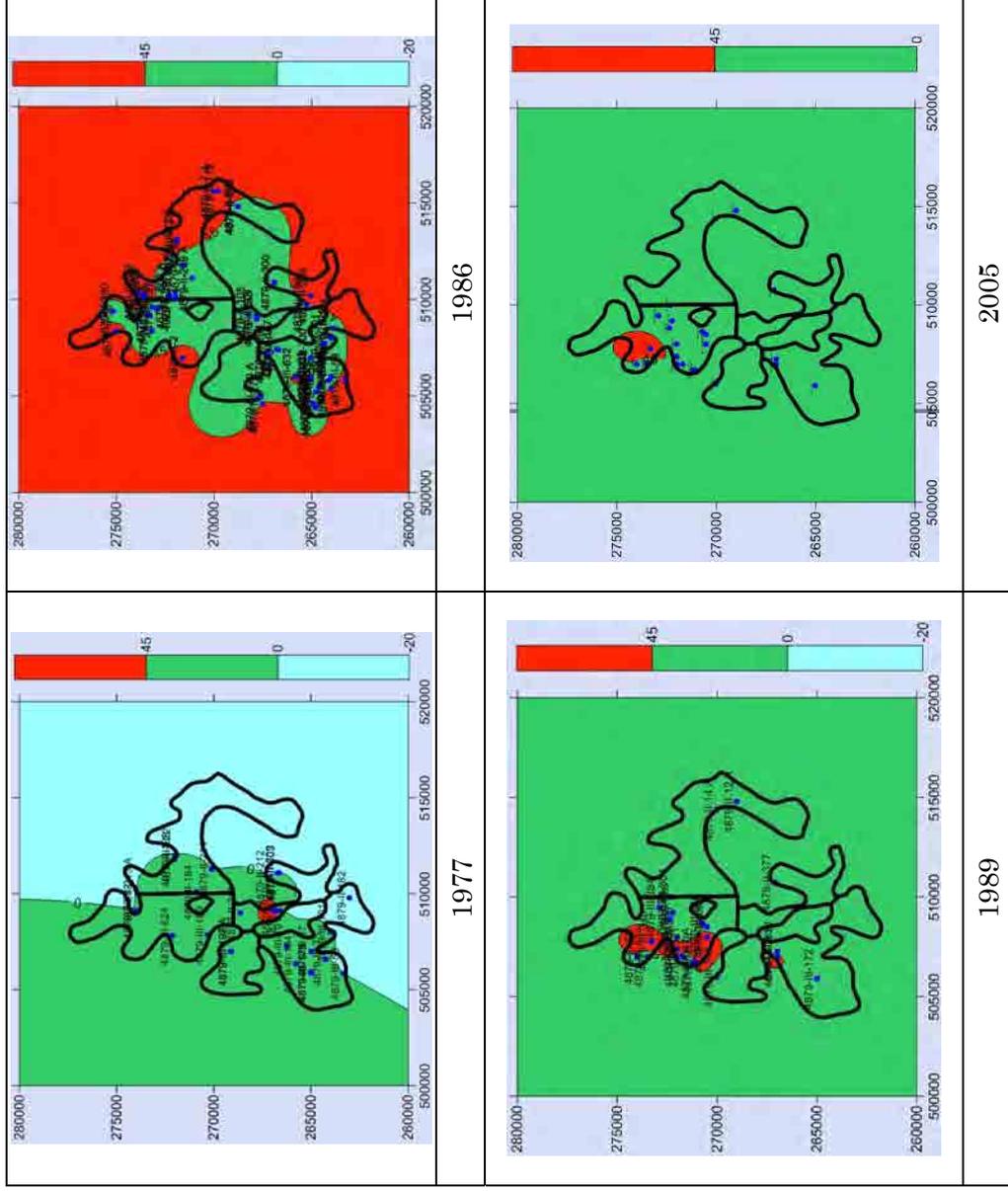
1989

1986

**Change of Groundwater Quality (TDS) in Cuenca Cana Area, Las Tunas Province**



**Change of Groundwater Quality (NO3) in Cuenca Cana Area, Las Tunas Province**



## 2. ニュースレター（第1号～第6号）

# Boletín informativo del Proyecto de mejoramiento de la capacidad de desarrollo y manejo del agua subterránea para la adaptación al cambio climático en la República de Cuba.



El proyecto comenzó desde noviembre del año 2008 y consumió 6 meses para su preparación. Además, casi todos los equipos necesarios se transportaron al CITA de Camagüey donde permanecieron hasta junio de 2009 destinados a la capacitación. También desde junio comenzó la capacitación sobre 3 aspectos: Sistema de Información Geográfica (SIG), prospección geofísica (de

resistividad bidimensional) y modelo de agua subterránea. Además, antes de esto, en Sola, Camagüey, realizaron la prospección geológica del flujo de agua, y definieron la distribución de los pozos actuales y el nivel y la calidad del agua subterránea, con la colaboración de los ingenieros del GEIPI y expertos del Japón,

## Antecedentes del proyecto.

Desde 1931, en que se empezó a registrar el régimen de lluvias, el año 2004 ha marcado el mínimo de precipitaciones. A lo largo años sucesivos, la falta de precipitaciones fue especialmente severa en el centro y el oriente de Cuba. La afectación por la sequía era visiblemente mayor en la zona oriental, por su dependencia en gran parte del agua superficial.

Para enfrentar la sequedad extraordinaria, en el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) analizaron la forma de incrementar el aprovechamiento del agua subterránea y demandaron la cooperación técnica de Japón para lograr la administración integral de los recursos hídricos, y para fortalecer la capacidad de desarrollo y manejo del agua subterránea de los ingenieros del GEIPI (Grupo Empresarial Investigaciones Proyectos e Ingeniería) y el GEARH. En junio del año 2008 ambos países firmaron el acta (R / D).



## <META DEL PROYECTO Y SUMARIO DE ACTIVIDADES>

El objetivo del proyecto es incrementar la capacidad del INRH en el desarrollo y manejo del agua subterránea.

Actividad del proyecto: curso de capacitación sobre técnicas de prospección geofísica, construcción del modelo del agua subterránea y la técnica de SIG, para formar profesores en el GEIPI y para aumentar la capacidad de los empleados de INRH, GEARH y los ingenieros del GEIPI por todo el país, a través del régimen de adiestramiento establecido.

Entonces la parte de Japón envió expertos a Cuba, y también suministró los equipos necesarios para cursos de capacitación, como la computadora y los equipos de prospección geofísica. La oficina del proyecto se ubica en la CITA de Camagüey y el GEIPI, en La Habana.



## Curso Práctico sobre técnica de prospección geofísica.



### La técnica de la prospección de resistividad bidimensional.

Es una técnica para percibir la estructura subterránea, con el método de electrizar la tierra por la resistividad, una cualidad física. Por el resultado de exploración que muestra la imagen, se debe inferir visualmente la calidad del agua, la existencia de agua subterránea y el estrato. Los equipos han sido suministrados por el experto a corto plazo, que ha dado un curso. Este proyecto constituye un seguimiento. Entre enero y febrero del año 2009 se planeó un nuevo entrenamiento y se revisó el texto; las prácticas comenzaron en junio.

### Curso de capacitación sobre la técnica del modelo de agua subterránea.

#### ¿Qué es modelo de agua subterránea?

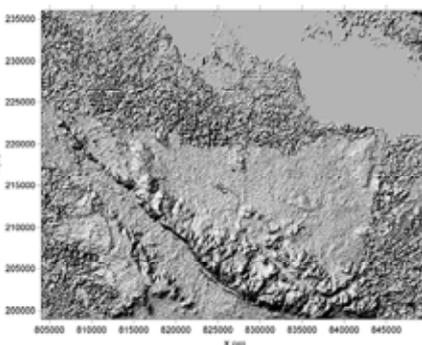
Es una técnica para reproducir la corriente de agua subterránea mediante un modelo computacional

que detecta los cambios de nivel del agua subterránea y su calidad, según la cantidad extraída.



Utiliza software de PMWIN y FEFLOW.

### Curso de técnica SIG.



Modelo de configuración de Sola, Camagüey.

#### ¿Qué es SIG?

Es una técnica para señalar sobre un mapa, información de diversos géneros. En este proyecto se realiza un entrenamiento en la técnica SIG y en la preparación de una base de datos en tres provincias Camagüey, Las Tunas y Holguín. Utiliza software de SIS.

## Calendario

### 03 de diciembre 2008

1ra Reunión del Comité Ejecutivo del Proyecto

### 26 a 28 de febrero 2009

1er Curso de Capacitación del Modelo de Agua Subterránea.

### 12 de marzo 2009

2da Reunión del Comité Ejecutivo del Proyecto.

1ra Reunión del Comité de Coordinación Conjunta.

### 8 a 18 de junio 2009

2do Curso de Capacitación del Modelo de Agua Subterránea.

Estudios de Resistividad Bidimensional.

### 24 de junio 2009

3ra Reunión del Comité Ejecutivo del Proyecto.

### 13 a 21 de julio 2009

1er Curso de Capacitación de SIG.

### 27 de octubre 2009

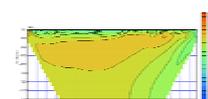
4ta Reunión del Comité Ejecutivo del Proyecto.

### 2 a 4 de noviembre 2009

3er Curso de Capacitación del Modelo de Agua Subterránea.

## Estado de la capacitación.

### Prospección geofísica (resistividad bidimensional).



Ejemplo del resultado de la prospección de resistividad bidimensional en Sola, Camagüey. (Eje vertical: profundidad aproximada de 160 m. Eje horizontal: distancia aproximada de 350 m.)

### Prueba de registro de hoyos.



Insertan cuerda en el orificio del pozo para medir la resistividad y la temperatura, y aplican la técnica de juzgar la posición y la calidad del acuífero.

#### Publicación:

Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)  
 Experto del Proyecto JICA (Agua subterránea)  
 Centro de Negocios Miramer  
 Edif. Jerusalén, Oficina 408 A  
 Ave. 3ra esq. a 80, Miramar, Playa  
 Ciudad de La Habana, Cuba  
 Tel: (53 7) 2045040

# Boletín Informativo No.2 del Proyecto de mejoramiento de la capacidad de desarrollo y manejo del agua subterránea para la adaptación al cambio climático en la República de Cuba



En este Boletín Informativo se presenta la situación de los estudios hidrogeológicos en el Distrito de Sola en la Provincia de Camaguey, que es el Sitio Modelo de este Proyecto.

El Proyecto está tratando de esclarecer los detalles de la estructura hidrogeológica por medio de estudios hidrogeológicos que incluyen la prospección física. Además, utilizando estos resultados, se trata de establecer un modelo de agua subterránea que ayude al desarrollo y manejo del agua subterránea en el futuro, bajo la capacitación continua brindada

por los expertos japoneses a los profesionales de GEIPI. La foto superior muestra una visión sobre la estructura geológica e hidrogeológica del sitio modelo teniendo a la vista a las rocas calcáreas (Formación Purio) del Cretáceo expuestas en el Paso de Paredones.

Y a partir del mes de junio se realizarán la prospección electromagnética y la perforación de los pozos de prueba, las cuales se espera que proveerán nuevas informaciones sobre las profundidades subterráneas cuyos datos han sido escasos hasta ahora.

## Topografía y Geología en el Distrito de Sola

Como se indica en la figura siguiente, Cuba se ubica en el extremo Sur de la placa tectónica norteamericana. En enero de 2010 hubo un terremoto grande en el vecino país de Haití, pero Haití se ubica en la placa tectónica del Caribe.



Fuente: A. Garcia-Casco et al. / Geologica Acta, Vol. 4, Nº1-2, (2006), 63-88

En el extremo Sur del Sitio Modelo existe lo que se conoce como la Falla Cubitas, una falla sobrecorrimiento. Se piensa que esta falla constituye el límite de una de las placas tectónicas antiguas, distribuyéndose al Sur de la falla las rocas antiguas Ofiolitas, mientras que al Norte, en el Distrito de Sola, se distribuyen las rocas calcáreas del Cretáceo y del Eoceno.

Además, al Norte de esta falla se extienden la Sierra de Cubitas, constituyendo un obstáculo al flujo de las corrientes de agua que se dirigen de Sur a Norte hacia el Distrito de Sola, formándose dos corrientes de agua que fluyen rodeando a las lomas.

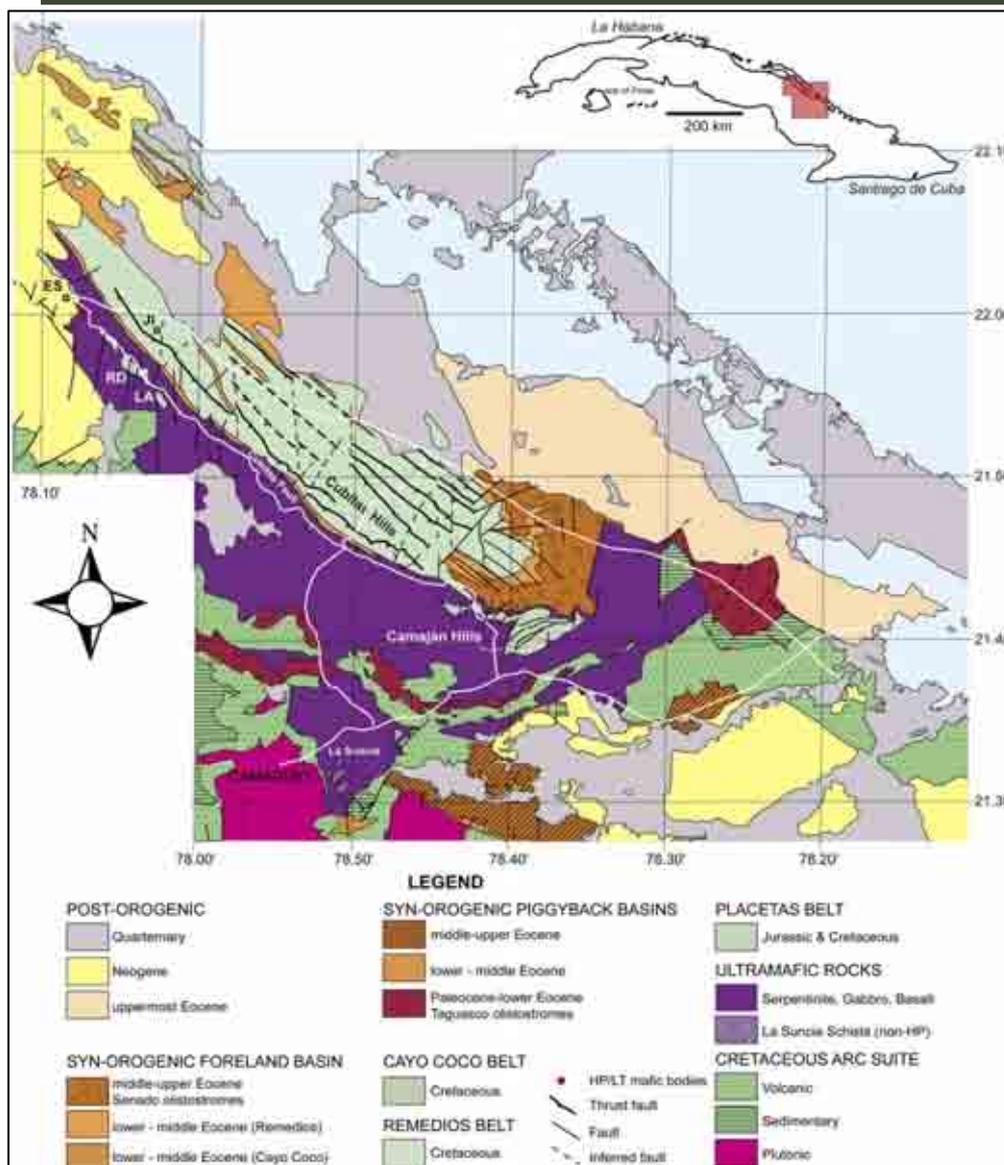
## Resumen 2 del Proyecto <Resultados del Proyecto>

El Proyecto busca obtener los siguientes 5 resultados, para lo cual realiza una serie de actividades, teniendo a CITA como el centro de sus actividades.

1. Mejora el nivel técnico de la prospección física de los principales técnicos de GEIPI que servirán como instructores.
2. Mejora la capacidad de construir modelos numéricos de agua subterránea de los principales técnicos que servirán como instructores en las capacitaciones de GEIPI.
3. Mejora la capacidad de establecer SIG de los principales

técnicos que servirán como instructores en las capacitaciones de GEIPI.

4. Mejora la capacidad de GEARH y la dirección de manejo de cuencas hidráulicas de INRH para la evaluación y manejo del agua subterránea aprovechando los resultados de las prospecciones físicas, los modelos numéricos y SIG, ejecutados y elaborados por GEIPI.
5. Se transfiere a los técnicos involucrados de GEIPI técnicas relacionadas con la prospección física, modelos numéricos de agua subterránea y SIG.



Fuente: D.J.J. van Hinsbergen et al. / Journal of Structural Geology xxx (2009) 1–15

## Reflejando en el Modelo de Agua Subterránea

Se refiere como el Distrito de Sola, el Sitio Modelo, a la zona ubicada al Noreste de la “Sierra de Cubitas que se indica en la figura anterior. Los principales acuíferos están formados por las calizas y dolomitas del Cretáceo, estratificadas (rocas calizas masivas y brechas carbonatadas e intercalaciones de calizas y dolomitas, así como también lechos de caliza) clasificadas en un número de grupos y miembros. En las proximidades del

Distrito de Sola se encuentran distribuidas las calizas del Eoceno que están formadas de rocas margosas, y se considera baja la permeabilidad de estos estratos geológicos. Estas variedades de rocas calcáreas se distribuyen en forma compleja en grupos de fallas que corren en forma paralela, o en forma perpendicular o en forma oblicua con relación a la falla Cubitas. Por consiguiente, se requiere establecer un modelo de agua subterránea que refleje la estructura real incorporando las condiciones hidrogeológicas así como también las condiciones de límites.

### Publicación:

Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)  
Experto del Proyecto JICA (Agua subterránea)  
Centro de Negocios Miramer Edif. Jerusalén, Oficina 408 A  
Ave. 3ra esq. a 80, Miramar, Playa Ciudad de La Habana, Cuba  
Tel: (53 7) 2045040

## Calendario

**30 noviembre 2009 – 11 diciembre 2010**

Segunda capacitación en SIG

**15 – 19 febrero 2010**

Cuarta capacitación en modelo de agua subterránea

**1 – 17 marzo 2010 (Plan)**

Evaluación Intermedia del Proyecto

**17 marzo 2010 (Plan)**

Segunda Reunión del Comité de Coordinación Conjunta

## Estado de la capacitación

### Capacitación sobre Modelo de Agua Subterránea utilizando FEFLOW



La Cuarta Capacitación en Modelo de Agua Subterránea consistió en el empleo de FEFLOW para realizar prácticas de formulación del movimiento del agua subterránea y del transporte de sustancias.

### Cálculo del Volumen de Recarga del Agua Subterránea



El volumen de recarga del agua subterránea constituye uno de los parámetros a ser ingresados en el modelo del agua subterránea. Por lo tanto, durante la Cuarta Capacitación sobre Modelo de Agua Subterránea se realizaron prácticas de cálculo del volumen de recarga del agua subterránea utilizando el modelo tanque.

# Boletín Informativo N° 3 del Proyecto de mejoramiento de la capacidad de desarrollo y manejo del agua subterránea para la adaptación al cambio climático en la República de Cuba



## Gira de Estudio en el Japón

*Cinco ingenieros cubanos participaron de una gira de estudio en el Japón, como parte del Proyecto JICA, en el mes de mayo de 2010.*



Los participantes visitaron el acueducto de la Ciudad de Kumamoto y recibieron una explicación sobre el abastecimiento de agua a 650,000 residentes de la ciudad. La fuente de agua consiste totalmente de agua subterránea, que fluye desde la base Oeste del Monte Aso, el cual se trata de

un volcán activo con la caldera más grande del mundo. Los participantes estudiaron la hidrogeología del área desde el borde de la meseta occidental en la cima del Monte Aso, bajo las orientaciones del Sr. Mitsuhsa Koga, geólogo de Kokusai Kogyo Co., Ltd.

### Hidrogeología Kárstica



Los participantes visitaron Akiyoshidai, tierra kárstica de grandes dimensiones localizada en la Prefectura de Yamaguchi en el Japón.



Frente a Akiyoshido, la cueva más grande en el área

### VISITA A FUKUSHIMA

Después de la visita de cortesía al Rector de la Universidad de Fukushima, los participantes recibieron una conferencia de parte del Prof. Dr. Naoaki Shibasaki, miembro del grupo de expertos JICA, sobre la hidrogeología general de la Prefectura de Fukushima, ubicada en la zona Nor-Este del Japón. La Universidad de Fukushima se ubica a unos 250 km de Tokio, la capital del Japón. Los estudiantes del Prof. Shibasaki participaron de la reunión y del viaje al terreno desde Fukushima hasta las aguas termales de Tsuchiyu, Ura-bandai y Kitakata. En Kitakata, los participantes recibieron la bienvenida de un grupo de voluntarios civiles conocido como “Kitakata Freshwater Spring Protection” (“Protección de los

Manantiales de Agua Dulce de Kitakata”). Los participantes estuvieron impresionados por el trabajo cooperativo entre la Universidad y el grupo de voluntarios civiles. En Kitakata se realiza la recarga artificial del agua subterránea utilizando los arrozales bajo riego durante todo el año, además se ejecuta el monitoreo del agua subterránea.



## SEMINARIO SOBRE MODELO DE AGUA SUBTERRÁNEA

### 5to. Seminario sobre Modelo de Agua Subterránea por el Prof. Dr. Shibasaki

El modelo de agua subterránea es una herramienta importante y útil para lograr un mejor manejo de una cuenca de agua subterránea. Aunque Cuba se encuentra mayoritariamente cubierta por sedimentos kársticos y se considera inapropiada para adoptar el modelo numérico basado en la Ley de Darcy, un modelo de agua subterránea puede indicar una buena proyección para el futuro desarrollo y manejo del recurso agua subterránea aun en acuíferos kársticos, si es que el modelo es utilizado en forma apropiada. En el Proyecto JICA, las técnicas sobre modelación del agua subterránea han sido transferidas a los ingenieros cubanos a través de seminarios prácticos que se han realizado 4 veces desde febrero de 2009. El 5to. Seminario fue realizado desde el 14 de junio hasta el 19 de junio en la sala de seminarios de CITA en Camaguey, zona oriental de Cuba.



## SOFTWARE USADO EN EL SEMINARIO

Los participantes del Seminario fueron los ingenieros principales de GEIPI, quienes utilizaron PMWIN-PRO para la modelación del agua subterránea.

Además, se utilizaron los programas Surfer, Global Mapper y FORTRAN CODE para estimar los parámetros de la simulación, tales como la permeabilidad y la transmisibilidad. Se cambian estos valores debido a la facies de la geología subterránea. Durante el 5to. Seminario se puso énfasis particular en la estimación de los parámetros, con la utilización de los perfiles litológicos reales de la Planicie de Sendai en el Japón.

### Modelo Detallado en Sola

El Proyecto busca crear al final un modelo detallado del agua subterránea en el área de Sola, Provincia de Camaguey. Con el fin de crear el modelo, se requiere estimar varios parámetros a ser utilizados en el modelo para su verificación. Actualmente, un esfuerzo conjunto entre los ingenieros de GEIPI y los expertos japoneses se encuentra procesando los registros litológicos y otros parámetros del área de Sola. Tan pronto se complete este trabajo, los datos serán utilizados en el 6to. Seminario sobre Modelo de Agua Subterránea, cuya realización está prevista para el mes de junio de 2011.

## ESTUDIO ELECTRO-MAGNETICO

### TEM-57 ha llegado a CITA

Uno de los estudios geofísicos poderosos para la investigación del agua subterránea es el estudio Electro-Magnético (EM). La transferencia tecnológica de este método geofísico será realizada en el mes de agosto de 2010 utilizando el equipo TEM-57, que es fabricado en Canadá. El experto JICA llegará a Camaguey en el mes de agosto de 2010 y llevará a cabo la capacitación OJT (on the job training).

## Programa de la Gira de Estudio

### 11 de mayo de 2010

Los participantes cubanos llegaron a Tokio, Japón.

### 12 y 13 de mayo de 2010

Conferencias sobre SIG y Hundimiento de la Tierra

### 14 y 15 de mayo de 2010

Universidad de Fukushima y Kitakata

### 16 al 18 de mayo de 2010

Akiyoshidai

### 19 y 20 de mayo de 2010

Acueducto de Kumamoto y Monte Aso

### 21 al 23 de mayo de 2010

Osaka y Kioto, Río Seta

### 25 y 26 de mayo de 2010

Informe a JICA

Los participantes cubanos partieron del Japón.

## Agua Subterránea en la Base Oeste del Monte Aso POZO GRANDE



El Acueducto de la Ciudad de Kumamoto tiene varios campos de pozos, uno de los cuales es el Campo de Pozos Kengun.

## VOLCAN ASO



El volcán activo Aso tiene la caldera más grande en el mundo, pero los residentes del área viven en forma segura, con medidas de prevención contra desastres.

## ACUIFERO



Los depósitos piroclásticos del Monte Aso crean buenos acuíferos en la zona Oeste de la meseta. Se encuentran muchos manantiales en el borde de la meseta.

### Publicación:

Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)

Experto del Proyecto JICA (Agua subterránea)

Centro de Negocios Miramer Edif. Jerusalén, Oficina 408 A

Ave. 3ra esq. a 80, Miramar, Playa Ciudad de La Habana, Cuba

Tel: (53 7) 2045040

## Boletín Informativo N° 4

Proyecto de Mejoramiento de la Capacidad de Desarrollo y Manejo del Agua Subterránea para la Adaptación al Cambio Climático en la República de Cuba



### Estudio Electro-Magnético

Los ingenieros cubanos aprendieron la tecnología de exploración geofísica que utiliza el equipo de Estudio Electro-Magnético PROTEM57-MK2.



Este equipo de estudio EM (Método de Dominio de Tiempo) tiene un perfecto transmisor de energía de mediano rango para profundidades de sondeo, espesor y conductividad de las capas geológicas hasta los 500 metros, para una amplia variedad de aplicaciones como el mapeo de acuíferos y acuitardos, calidad de agua y

estratigrafía. En las áreas costeras, el sistema de Estudio EM puede definir la profundidad hasta la intrusión salina, con tanta exactitud como los muestreos químicos de pozos. Este Equipo fue donado por JICA en 2010 y fue utilizado en el Area de Sola, Camaguey, para la exploración y capacitación de los ingenieros de GEIPI.

### SOLA ES EL SITIO MODELO DEL PROYECTO

Se realiza un estudio hidrogeológico en el Area de Sola, Provincia de Camaguey. El área se encuentra cubierta de calizas del Cretáceo y Eoceno, en donde los acuíferos poco profundos que existen hasta la profundidad de 100 metros son utilizados para riego y el abastecimiento de agua para beber en el área. Sin embargo, el bombeo en el área costera con frecuencia causa la intrusión del agua salina. En la actualidad, la salinización ha sido observada en algunos pozos en

las áreas occidentales y centrales de la proximidad de la costa. Con el fin de definir los acuíferos y la intrusión del agua salina se han realizado estudios EM y la perforación de un pozo exploratorio en el sitio JICA01.

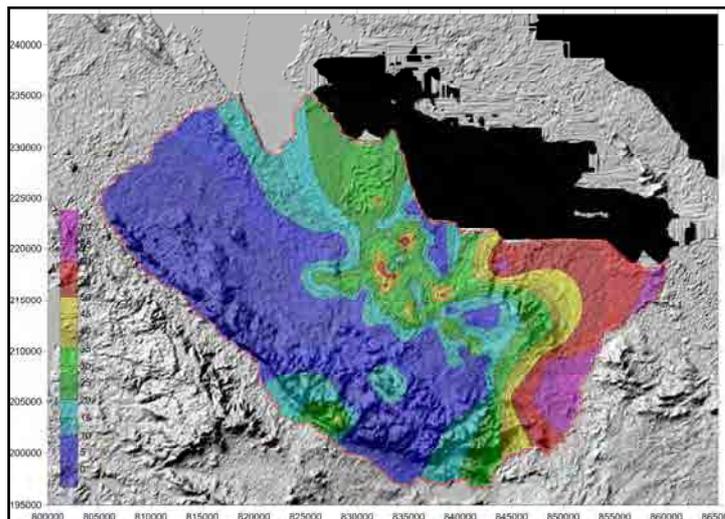
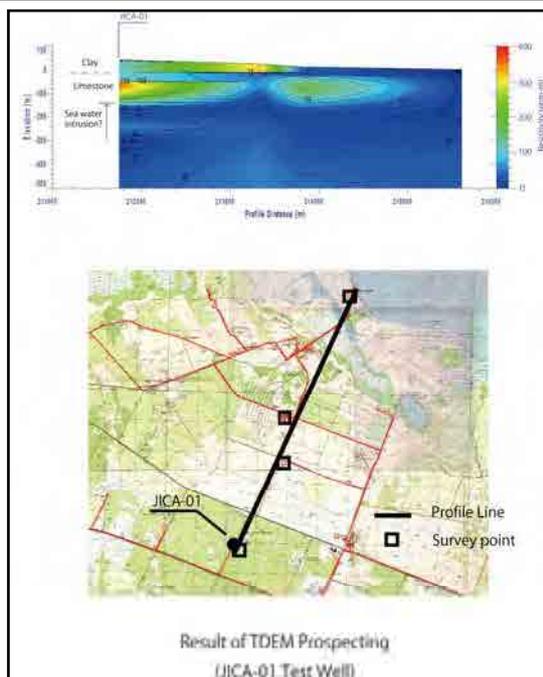
### Explore la Geología Subterránea

Se realizó una capacitación en servicio (On the Job Training) en Estudios Geofísicos en el Area de Sola, Provincia de Camaguey, entre Agosto de 2010 y Marzo de 2011 con el fin de lograr un mapeo de la estructura geológica y la intrusión del agua salina en el área.



El equipo PROTEM 57 – MK2 consta de un corto cable de referencia y consiste de un transmisor y receptor portátiles, bobina y aro receptor tri-dimensional.





### Resultado del Estudio EM y Distribución de Acuíferos

El estudio EM fue realizado en más de 50 puntos en el Area de Sola por los ingenieros cubanos guiados por el Ing. Yabuta, un Experto JICA. En la figura precedente se presenta la sección desde la costa hasta el sitio JICA01, en donde se encuentra la distribución de bajas resistividades en las capas poco profundas que se localizan cerca de la costa. Además, la distribución de baja resistividad se encuentra también en capas a 150 metros de profundidad, o aun mayores. La distribución de capas de baja resistividad indican la intrusión del agua marina en la parte profunda de Sola (figura superior).

La figura a la derecha muestra la distribución de acuíferos poco profundos (mapa isopach). Los acuíferos profundos pueden estar sufriendo la intrusión del agua marina.

### 6º Seminario de Modelo de Agua Subterránea por el Ing. Kihara, Experto JICA

La modelación del agua subterránea es

una herramienta importante y útil para el mejor manejo de la cuenca del agua subterránea. En el Proyecto JICA, las técnicas de modelación del agua subterránea ya han sido transferidas a los ingenieros cubanos a través de seminarios prácticos que se realizaron en 5 oportunidades anteriores que comenzaron en Febrero de 2009. El 6º Seminario fue realizado desde el 28 de Febrero hasta el 4 de Marzo de 2011 en el salón de seminarios de CITA. El Proyecto busca crear un modelo detallado del agua subterránea en el Area de Sola. El modelo será utilizado para el desarrollo del agua subterránea y para el establecimiento de una política de manejo de los recursos de aguas subterráneas.

### Seminario de Mejoramiento y Difusión de Base de Datos del SIG por el Dr. Lei, Experto JICA

Se realizó un seminario de diseminación del SIG en Villa Clara entre el 8 de Marzo y el 10 de Marzo de 2011.

### Pozo JICA01 en Sola

Pozo con una profundidad de 200 metros



El pozo fue perforado inicialmente con una máquina a percusión.



Se realizó el registro geofísico en el pozo JICA01 con el fin de identificar el acuífero.



Se comprometió la utilización de una máquina perforadora a roto-percusión con el fin de expandir el diámetro de perforación y para llegar a los 200 metros de profundidad a alta velocidad en el sitio JICA01.

#### Publicación:

Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)  
Experto del Proyecto JICA (Agua subterránea)  
Centro de Negocios Miramer Edif. Jerusalén, Oficina 408 A  
Ave. 3ra esq. a 80, Miramar, Playa Ciudad de La Habana, Cuba  
Tel: (53 7) 2045040

## Boletín Informativo N° 5

### Proyecto de Mejoramiento de la Capacidad de Desarrollo y Manejo del Agua Subterránea para la Adaptación al Cambio Climático en la República de Cuba



#### **Seminario sobre Desarrollo y Manejo del Agua Subterránea**

Fecha: 21 Junio 2011

Lugar: Salón Avellaneda, Hotel Camagüey



Uno de los resultados de este proyecto establece lo siguiente: "Mejora la capacidad de GEARH y las Direcciones de Cuencas Hidrográficas y Obras Hidráulicas de INRH para la evaluación y manejo del agua subterránea aprovechando los resultados de la prospección geofísica, los modelos del agua subterránea y SIG, ejecutados y elaborados por GEIPI." Los ingenieros principales de GEIPI que recibieron la

capacitación de los Expertos JICA deben diseminar los conceptos básicos y las experiencias en el manejo del agua subterránea a los ingenieros de INRH y GEARH. Para este propósito se llevó a cabo un Seminario en Camagüey el 21 de Junio de 2011. Participaron de este Seminario 40 profesionales cubanos y japoneses, además de la misión de evaluación final.



#### **REGISTRO GEOFISICO**

El registro suministra un excelente indicador de la profundidad exacta de la transición del agua dulce al agua salada en los pozos de las áreas costeras.

Se realizó el OJT del registro geofísico en pozos existentes sin encamisado, utilizando el equipo ABEM Transmeter SAS LOG 300 suministrado por JICA.



Esta capacitación se repetirá en el Distrito Sola, Camagüey, en Setiembre próximo.

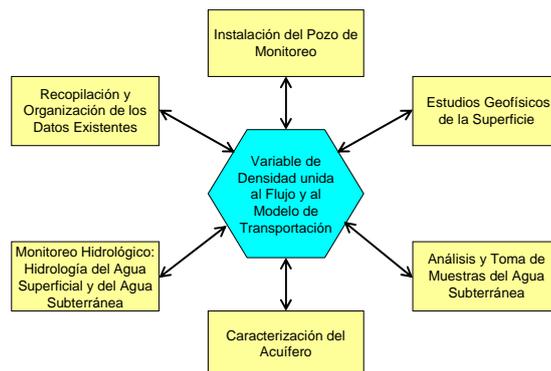
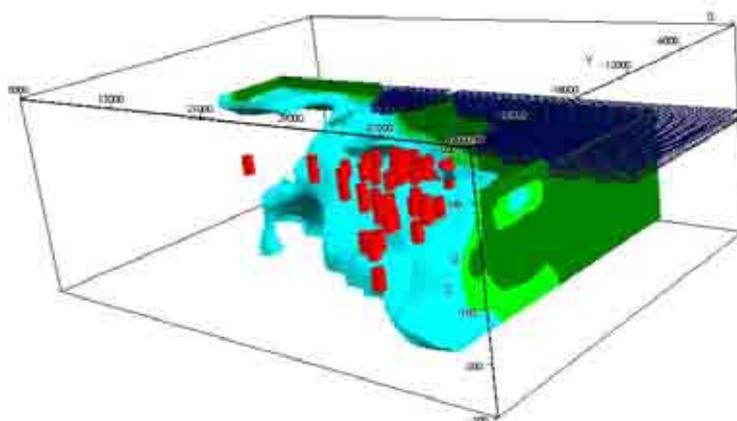


#### **MEDICION DE CAUDAL DE RIO**

El análisis del agua subterránea requiere de la investigación del agua superficial. Los ingenieros de EIPH Camagüey efectuaron la medición del caudal de los ríos Jigüey y Máximo el año pasado. Para esta investigación JICA suministró un medidor portátil electromagnético de

la corriente (Modelo: Indicador VE20, Detector VET-200-10PII). El rango de medición de Este equipo es 0 a 200cm/s. Un Experto JICA brindó la capacitación de los ingenieros de EIPH Camagüey en el método de medición de caudal de río.





### 7º Seminario - Modelo de Agua Subterránea, por Dr. Shibasaki, Experto JICA

La modelación del agua subterránea es una herramienta importante y útil para el mejor manejo de la cuenca de agua subterránea. Las técnicas de modelación del agua subterránea habían sido transferidas a los ingenieros cubanos a través de 6 Seminarios prácticos desde Febrero de 2009.

El 7º Seminario tuvo lugar en CITA entre el 13 y el 18 de Junio. El Seminario consistió de lo siguiente:

- 1) Establecimiento del marco del modelo
- 2) Identificación/asignación de unidades hidrológicas a las celdas del modelo
- 3) Estimación 3D de la distribución de la salinidad del agua subterránea a partir de datos de resistividad

- 4) Simulación del estado de equilibrio para verificar las condiciones del modelo
- 5) Preparación de datos de descarga/recarga para la simulación "transient" (no equilibrio)
- 6) Simulación "transient" (no equilibrio) de transporte de masa
- 7) Simulación "transient" (no equilibrio) de flujo de densidad controlada
- 8) Predicción del futuro

Se utilizará este modelo para el desarrollo del agua subterránea y para el establecimiento de políticas de manejo del agua subterránea.



### Pozo JICA01 en Sola

El pozo exploratorio fue construido en el Distrito Sola, Provincia de Camagüey. Las especificaciones del pozo son: 200m de profundidad y un diámetro de 4 pulgadas. Las rejillas se colocaron entre los 48.00m y los 200.00m y el nivel del agua es de 32.45m.



El nivel del agua subterránea es monitoreado de manera continua por medio de la instalación de medidores automáticos del nivel de agua que se indican en la foto.



#### Publicación:

Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)  
Expertos del Proyecto JICA (Agua subterránea)  
Centro de Negocios Miramar Edif. Jerusalén, Oficina 408 A  
Ave. 3ra esq. 80, Miramar, Playa, Ciudad de La Habana, Cuba  
Tel: (53 7) 2045040

## Boletín Informativo N° 6

### Proyecto de Mejoramiento de la Capacidad de Desarrollo y Manejo del Agua Subterránea para la Adaptación al Cambio Climático en la República de Cuba



#### <Resultado 4>

**Mejora la capacidad de GEARH y las Direcciones de Cuencas Hidrográficas y Obras Hidráulicas de INRH para la evaluación y manejo del agua subterránea aprovechando los resultados de la prospección geofísica, los modelos del agua subterránea y SIG, ejecutados y elaborados por GEIPI.**



en Granma

Se realizaron dos seminarios como actividades para el resultado citado.

#### **(1) Seminario de manejo de agua subterránea en Granma**

- Fecha: 16 Septiembre 2011
- Lugar: UEB Granma
- Instructores: Ing. Jorge Luis Blanco Blázquez (EIPi Holguín), Ing. Rodolfo Bordón (EIPH Holguín)
- Participantes: 11 ingenieros de UEBPI Granma, EAH Granma, EAH Holguín, EAH Las Tunas y DPRH.

#### **(2) Seminario de manejo de agua subterránea en Santiago de Cuba**

- Fecha: 19 Septiembre 2011
- Lugar: EIPH Santiago de Cuba
- Instructores: Ing. Jorge Luis Blanco Blázquez (EIPi Holguín), Ing. Rodolfo Bordón (EIPH Holguín)
- Participantes: 17 ingenieros de EIPH Santiago, UEB Frente Y., UEB Proy. Guantánamo, EAH Santiago, GEARH Guantánamo, EAA Guantánamo y DPRH.

#### **CAPACITACION PRACTICA EN AFORO DE POZO**

El aforo de un pozo o prueba de bombeo es una de las necesidades en la investigación del agua subterránea.

Se realizó la capacitación en prueba de bombeo del 12 al 19 de septiembre con 12 participantes (ingenieros de EIPH Camagüey y GEARH).

El Ing. Tanaka, Experto de JICA, estuvo a cargo de la capacitación en las mediciones en el terreno y el análisis en el aula (cálculo de parámetros hidráulicos).

JICA suministró los equipos necesarios en el aforo, como la bomba motorizada, el generador eléctrico, etc.



en Santiago de Cuba

#### **Evaluación Final**

El Grupo de Evaluación Final organizado por la oficina matriz de JICA en Tokio visitó La Habana y el área del Proyecto del 4 al 28 de junio con el fin de evaluar el avance y los logros del Proyecto.

El Grupo de Evaluación Final realizó las recomendaciones siguientes al Grupo de Expertos y a la Parte Cubana.

##### <Hasta la finalización del Proyecto>

- Se recomienda participar en la capacitación al personal de INRH y GEARH de nivel provincial y central
- Estudiar el método de utilización continua de los resultados
- Esclarecer el método de capacitación para la generalización

- Asignación de un encargado técnico en GEIPI
- Esclarecer el sistema de mantenimiento de equipos
- Observaciones sobre el mantenimiento de equipos

##### <Después del Proyecto>

- Ejecución continua de estudios de agua subterránea por parte de INRH
- Capacitación de los técnicos principales jóvenes
- Ordenamiento y control de datos recopilados
- Mecanismo para compartir la información



*Capacitación general en Prospección Geofísica en Pinar del Río*

**<Resultado 5>**

**Se transfiere a los técnicos involucrados de GEIPI las técnicas relacionadas con la prospección geofísica, modelos del agua subterránea y SIG.**

Se realizaron los siguientes tres Seminarios con el fin de mejorar la capacidad técnica de los ingenieros de GEIPI.

**(1) Capacitación general en Prospección Geofísica**

- Fecha: 12-14 Septiembre 2011
- Lugar: EIPH Pinar del Río
- Instructores: Ing. Arturo Lorenzo (EIP Matanzas), Ing. Ernesto Morales Flores (EIPH Pinar del Río)
- Participantes: 14 ingenieros de EIPH Pinar del Río, EAH Pinar del Río y DRPH, además de 13 estudiantes de la Universidad de Pinar del Río

**(2) Capacitación general SIG**

- Fecha: 14-15 Septiembre 2011
- Lugar: UEB Granma
- Instructor: Ing. José Almirall (UEB Granma)
- Participantes: 14 ingenieros de EAH Granma, EAH Holguín, EAH

Las Tunas, EAH Santiago de Cuba y DPRH.

**(3) Capacitación general en Modelo de Agua Subterránea**

- Fecha: 26 Septiembre 2011
- Lugar: EIPH Habana
- Instructor: Ing. Manuel Burgos (EIP Villa Clara)
- Participantes: 11 ingenieros de EIPH La Habana y ENPC



*Capacitación general en Modelo de Agua Subterránea en La Habana*

**Calendario**

**2011/9/7-9**

Capacitación en registro de pozo

**2011/9/9-13**

Mejoramiento de la base de datos SIG (Camagüey, Holguín y Las Tunas)

**2011/9/12-14**

Capacitación general en Prospección Geofísica (Pinar del Río)

**2011/9/12-19**

Capacitación práctica en aforo

**2011/9/14-15**

Capacitación general en SIG (Granma)

**2011/9/16**

Seminario de manejo de agua subterránea (Granma)

**2011/9/19**

Seminario de manejo de agua subterránea (Santiago de Cuba)

**2011/9/22**

Seminario de difusión (con la Universidad de Camagüey)

**2011/9/26**

Capacitación general en Modelo de Agua Subterránea (La Habana)

**2011/9/27**

Reunión del Comité Ejecutivo del Proyecto



*Capacitación general SIG en Granma*

**Seminario de Difusión (con la Universidad de Camagüey)**



**Publicación:**

Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)  
Experto del Proyecto JICA (Agua subterránea)  
Centro de Negocios Miramer Edif. Jerusalén, Oficina 408 A  
Ave. 3ra esq. a 80, Miramar, Playa Ciudad de La Habana, Cuba  
Tel: (53 7) 2045040

### 3. 議事録

### 3.1 IC/R協議会議事録

**MINUTES OF MEETINGS**  
**BETWEEN**  
**THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY**  
**AND**  
**THE NATIONAL INSTITUTE OF HYDRAULIC RESOURCES AND**  
**THE MINISTRY OF FOREIGN INVESTMENT AND ECONOMIC**  
**COLLABORATION OF THE REPUBLIC OF CUBA**  
**ON**  
**THE INCEPTION REPORT OF THE JAPANESE TECHNICAL COOPERATION**  
**PROJECT**  
**“CAPACITY DEVELOPMENT ON GROUNDWATER DEVELOPMENT AND**  
**MANAGEMENT FOR CLIMATE CHANGE ADAPTATION”**  
**IN THE REPUBLIC OF CUBA**

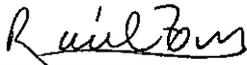
The Expert of the Japan International Cooperation Agency (henceforth “JICA”) on the technical cooperation for “Capacity Development on Groundwater Development and Management for Climate Change Adaptation in the Republic of Cuba” (henceforth “the Project”), entrusted by JICA to conduct the Project, was sent to the Republic of Cuba with the purpose of explaining and discussing the Inception Report (henceforth “IC/R”).

The Expert explained IC/R and held a series of discussions with pertinent Cuban authorities for the successful implementation of the Project.

As a result of the discussions, JICA and Cuban authorities agreed to the matters mentioned in the attached document.

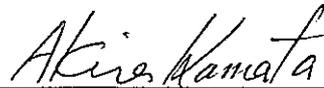
Havana, November 19, 2008

The image shows several handwritten signatures and initials in black ink. On the left, there is a vertical signature that looks like 'P'. In the center, there is a large, stylized signature that appears to be 'W. L. B.'. To the right of this, there is another signature that looks like 'R. M. J.'. There are also some smaller initials scattered around, including 'A.' on the far right.



Lic. Raúl Torres Pérez

Director of Asia, Middle East & Oceania  
Ministry of Foreign Investment and  
Economic Cooperation (MINVEC)  
Republic of Cuba



Dr. Akira Kamata

Leader of Expert/Groundwater Modeling I  
Kokusai Kogyo Co., LTD.  
(entrusted by)  
Japan International Cooperation Agency



Engineer Wilfredo Leyva Armesto

Vice-President

National Water Resources Institute (INRH)  
Republic of Cuba



Engineer José Antonio Hernández Álvarez

Director General

Hydraulics Projects and Researches  
Enterprises Group (GEIPI)  
Republic of Cuba



Engineer Evaristo Baños Guerra

Technical Director

Hydraulics Projects and Researches  
Enterprises Group (GEIPI)  
Republic of Cuba

## ATTACHED DOCUMENT TO MINUTES OF MEETINGS

### 1. Inception Report (IC/R)

INRH and GEIPI (henceforth Cuban side) basically accepted the IC/R with further clarification.

### 2. OJT of GEIPI Core Engineers

Cuban side mentioned that the OJT should be given to GEIPI core engineers group (i.e., Geophysical prospecting group, groundwater modeling group and GIS group) at separate time because they have routine work. JICA Expert (henceforth JICA side) mentioned that the OJT is scheduled considering the routine work in GEIPI.

### 3. Preparation of Training Program

JICA side mentioned that the training program should be prepared in collaboration with the core engineers. Cuban side mentioned that full members of the group would not be available for preparation; however, the necessary engineers could collaborate with the Expert.

### 4. Notification of Monthly Schedule

Cuban side mentioned that monthly schedule of the Project activity should be notified at the beginning of the month. JICA side agreed to it.

### 5. GIS Software

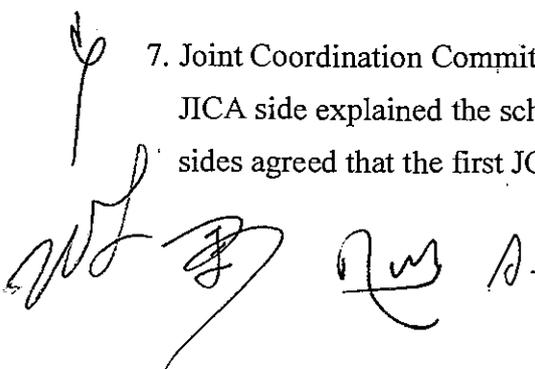
Cuban side mentioned that there are several kinds of GIS software usable in Cuba. They are made in France, Spain, Brazil and so on. JICA side explained GIS software that will be procured by JICA side.

### 6. Groundwater Modeling

Cuban side mentioned that evaluation of groundwater resource by groundwater modeling is becoming an urgent issue in Santiago de Cuba. JICA side mentioned that the trained engineer throughout the Project could apply groundwater modeling to solve this issue.

### 7. Joint Coordination Committee (JCC)

JICA side explained the schedule of JCC, Seminar and Workshop from year 2008 to 2011. Both sides agreed that the first JCC would be held between February and March 2009.

Handwritten signatures and initials in black ink, including a large signature on the left and several smaller initials to the right.

## 8. Equipment and Materials

### (1) Geophysical Logging Equipment

Cuban side mentioned that the geophysical logging equipment should have such probes as natural gamma, caliper, fluid temperature, fluid conductivity and so on. JICA side mentioned that only resistivity logging is planned to procure due to budgetary limitation of JICA.

### (2) GPS

Cuban side mentioned that procurement of GPS is very difficult in Cuba. Procurement will take long process and time. Therefore, GPS should be supplied by the Japanese side.

### (3) Computer (PC)

Cuban side requested to increase number of laptop PC and mentioned possibility of procurement of PC in Cuba. JICA side requested Cuban side to clarify this matter.

### (4) Scanner

Cuban side requested to procure A0 size scanner.

### (5) Geosoft

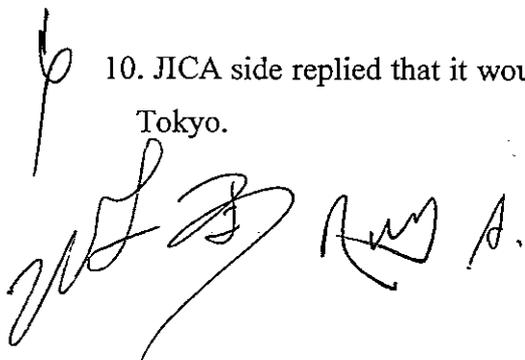
Cuban side requested to provide "Geosoft" for processing and visualization of the results of geophysical prospecting.

## 9. Others

(1) Cuban side mentioned that necessity of training of remote sensing techniques. JICA side replied that some of the remote sensing method is generally included in GIS construction techniques.

(2) Cuban side requested to purchase 2 (two) cable units of resistivity survey equipment (SYSCAL) that was provided by JICA in 2006, as the survey is currently conducted by reducing number of electrode. This equipment will be used in the Project.

10. JICA side replied that it would convey the requests of the Cuban side to JICA headquarters in Tokyo.

Handwritten signature and initials in black ink, appearing to be 'M. S. A.' or similar, located below the text of item 10.

Annex Function and Members of Organizations for Project Implementation

Organizations	Members	Function	Holding Frequency
Core Engineer Group of GEIPI Total 15	<ul style="list-style-type: none"> <li>Engineers of GEIPI</li> <li>Officials and engineers in INRH and GEARH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Target engineers of OJT</li> <li>Lecurer for internal training of geophysical prospecting</li> <li>Lecurer for internal training of groundwater modeling</li> <li>Lecurer for internal training GIS</li> <li>Lecurer for internal training of groundwater resource evaluation and management</li> <li>Coordination with TWG and JCC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Duration of Expert's stay</li> </ul>
Project Execution Committee(PEC) <Organizations of Permanent Members> GEIPI INRH (Dept. of Watershed Management ) GEARH <Organizations of Nonpermanent Members > GEIPI in Province GEAAL GELH	<p><u>Chairperson (Project Director General)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Director General of GEIPI</li> </ul> <p><u>Co-chairperson</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Technical Director of GEIPI</li> </ul> <p><u>Permanent Member</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Core Engineers of GEIPI</li> <li>Officials of Dept. of Watershed in INRH</li> <li>Officials of GEARH</li> </ul> <p><u>Nonpermanent Member</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Officials of GEAAL</li> <li>Officials of GELH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Direct activities based on the annual plan</li> <li>Preparation of the annual activity plan</li> <li>Exchange of technical opinions on the project execution and related matters.</li> <li>Decision making on the project implementation and agreement among the members</li> <li>Discussion of the progress report</li> <li>Basically held at the time of Expert's stay in Cuba</li> <li>Nonpermanent members attend the committee according to the subject arbitrarily.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>At time of submission of IC/R, PR1~PR5 1 time each</li> <li>At time of Expert's absence</li> <li>Once a month</li> </ul>
Joint Coordination Committee(JCC) Member INRH GEIPI GEARH GEAAL	<p><u>Chairperson (Project Director General)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Director General of GEIPI</li> </ul> <p><u>Co-chairperson (Project Administrator)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Technical Director of GEIPI</li> </ul> <p><u>Member</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Representative of Dept. of Watershed in INRH</li> <li>Representative of MINVEC</li> <li>Representative of GEAAL</li> <li>Representatives of GEIPI Provincial Companies (Camaguey, Las Tunas, Holguin)</li> <li>Representative of CITA</li> <li>JICA(Consultant) Expert</li> <li>Representative of JICA Mexico Office</li> <li>JICA Expert of Coordination</li> <li>Clerical</li> <li>Representative of Core Engineers of GEIPI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Discussion of important issues and policies on the project management and coordination</li> <li>Appraisal and approval of the annual activity plan prepared by the CEP</li> <li>Monitoring and evaluation of progress of the project</li> <li>Decision making on general management on the project</li> <li>Basically held once a year at the beginning of annual project</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Annually</li> </ul>

Handwritten signatures and initials, including a large signature on the left and initials 'A.' on the right.

## 3.2 第1回JCC議事録

**ACTA DE DISCUSIONES  
SOBRE  
LA PRIMERA REUNION DEL COMITE DE COORDINACION CONJUNTA DEL  
PROYECTO DE COOPERACION TECNICA DEL JAPON PARA EL  
"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE DESARROLLO Y MANEJO DEL  
AGUA SUBTERRANEA PARA LA ADAPTACION AL CAMBIO CLIMATICO"  
EN LA REPUBLICA DE CUBA**

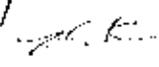
El Grupo de Expertos de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (en adelante "JICA") sobre la cooperación técnica para el "Mejoramiento de la Capacidad de Desarrollo y Manejo del Agua Subterránea para la Adaptación al Cambio Climático en la República de Cuba" (en adelante "el Proyecto"), encomendado por JICA para realizar el Proyecto, fue enviado a la República de Cuba con el propósito de lograr el desarrollo de la capacidad. El Grupo de Expertos realizó actividades en el 1er. Año (año fiscal japonés 2008) de acuerdo al Plan de Operaciones del Proyecto para el año citado.

La primera reunión del Comité de Coordinación Conjunta (en adelante CCC) se realizó para efectuar una revisión y evaluación del avance del Proyecto, y para aprobar el Plan de Operaciones para el 2do. Año (año fiscal japonés 2009).

En base al Informe de Avance 1 (en adelante I/A 1) entregado y explicado por el Grupo de Expertos, los miembros del CCC mantuvieron una serie de discusiones, buscando la implementación exitosa del Proyecto.

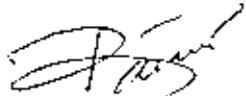
Como resultado de las discusiones, JICA y las autoridades cubanas llegaron a acuerdos sobre los temas mencionados en el documento adjunto.

La Habana, 12 de marzo de 2009

A.   

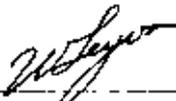


Ing. José Antonio Hernández Álvarez  
Director General I  
Grupo Empresarial de Investigaciones y  
Proyectos e Ingeniería (GEIPI)  
República de Cuba

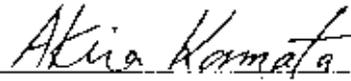


Ing. Evaristo Baños Guerra  
Director Técnico  
Grupo Empresarial de Investigaciones,  
Proyectos e Ingeniería (GEIPI)  
República de Cuba

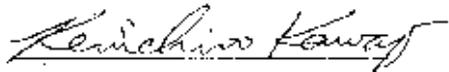
Festigo



Ing. Wilfredo Leyva Arnesto  
Vice-Presidente  
Instituto Nacional de Recursos  
Hidráulicos (INRH)  
República de Cuba



Dr. Akira Kamata  
Lider de Expertos/Modelo de Agua  
Subterránea I  
Kokusai Kogyo Co., LTD.  
(encomendado por)  
Agencia de Cooperación Internacional del  
Japón



Sr. Kenichiro Kawaji  
Experto en Coordinación  
Agencia de Cooperación Internacional del  
Japón  
Oficina en Cuba

## DOCUMENTO ADJUNTO AL ACTA DE DISCUSIONES

### 1. Informe de Avance I (IA 1)

El Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) y el Grupo Empresarial de Investigaciones, Proyectos e Ingeniería (GEIPI), en adelante la "Parte Cubana", aceptaron básicamente el IA 1, con las debidas aclaraciones.

### 2. Equipos y Materiales

#### (1) Estado de Adquisición

El Experto JICA (Parte JICA) explicó el estado de adquisición de los equipos en el Japón y México. Excepto algunos equipos que ya fueron traídos a Cuba por JICA, los equipos adquiridos en el Japón llegarán a Cuba en Marzo 2009. Los equipos adquiridos en México también estarán llegando en breve. La Parte JICA informará de la fecha de llegada y enviará el documento correspondiente al embarque de la carga aérea (Air Way Bill). Los detalles del estado de adquisición de los equipos se presentan en el Apéndice 1.

### 3. Actividades del 1er. Año

La Parte JICA explicó las actividades del 1er. Año. Se informaron sobre los siguientes tópicos.

- (1) Recopilación y ordenamiento de los datos hidrogeológicos en Sola, Cumaguey
- (2) Confirmación del equipo de prospección geofísica existente y pruebas en Sola
- (3) Preparación del programa de capacitación en prospección geofísica
- (4) Seminario introductorio en modelo de agua subterránea
- (5) Preparación del programa de capacitación en modelo de agua subterránea
- (6) Preparación para el establecimiento de un SIG en el Proyecto

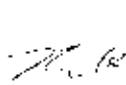
La Parte Cubana comprendió las explicaciones presentadas.

### 4. Plan de Actividades para el 2do. Año

La Parte JICA explicó el plan de actividades para el 2do. Año del Proyecto, de la forma como se presenta en el Apéndice 2.

#### (1) Prospección geofísica

Debido a que se anticipa una demora en la llegada del equipo de prospección electromagnética (EM) para Setiembre u Octubre de 2009, el estudio geofísico y capacitación serán divididos en

A.   

dos partes. Desde Junio de 2009, se realizarán estudios de resistividad bidimensional utilizando el equipo de resistividad existente, y los ingenieros principales de GEIPI serán capacitados durante la realización del estudio, de tal manera a fortalecer su capacidad en los trabajos de campo y en el análisis de los datos. A partir de Octubre de 2009 se realizará el estudio electromagnético que significará la capacitación de los ingenieros principales en la materia.

(2) Modelo de Agua Subterránea

La capacitación y la práctica en modelación del agua subterránea serán realizadas en concordancia con el avance en las investigaciones hidrogeológicas, y en la capacitación sobre SIG y el resultante mapeo del área de Sola. La práctica en modelos de agua subterránea será finalizada en Junio de 2010.

(3) SIG

La capacitación en SIG comenzará en Julio de 2009. Los datos existentes en Sola serán ingresados en la base de datos, y los mapas existentes serán reordenados, refinados e integrados en el SIG. La base de datos del SIG estará relacionado con el modelo de agua subterránea durante la capacitación y la práctica.

La Parte JICA sugirió aumentar el número de participantes en la capacitación, aunque las licencias del programa de SIG están limitadas a seis (6).

La Parte JICA mencionó que el cronograma de capacitación será informado a GEIPI con 2 meses de anticipación. La duración de la capacitación será de 2 semanas máximo por vez en cada área de capacitación.

La Parte Cubana comprendió las explicaciones presentadas.

5. Encamisado de los pozos de prueba

Ambas partes estuvieron de acuerdo en que el programa de encamisado (diseño) de los pozos de prueba, que serán perforados por la Parte Cubana, será decidido en base a los resultados de la investigación hidrogeológica y manteniendo discusiones frecuentes.

6. Medidor de la corriente superficial

La Parte Cubana pidió que se suministre el medidor de la corriente superficial antes de la temporada lluviosa, es decir, antes de Junio 2009.

La Parte JICA informará de este pedido a la oficina central de JICA.

A. 

#### 7. Generador

La Parte Cubana mencionó que el generador diesel debe ser adquirido en Cuba de acuerdo a las regulaciones cubanas.

La Parte JICA respondió que este punto no había sido mencionado en la reunión preparatoria del Proyecto en fecha 25 de Junio de 2008, por lo cual debería observar la especificación propuesta y las regulaciones cubanas relevantes. La Parte JICA informará sobre este punto a la oficina central de JICA.

#### 8. Difusión de la Información

La Parte JICA pidió que la información sobre el Proyecto sea compartida con las partes interesadas, en particular las de Holguín y Las Tunas.

La Parte Cubana mencionó de que la comunicación será buena debido a la presencia en la reunión de la Directora de LIPJ en Holguín que tiene jurisdicción sobre Las Tunas.

#### 9. Ambiente de Trabajo

La Parte JICA pidió a la Parte Cubana que el internet sea conectado a la oficina en CITA Camaguey, además del resguardo seguro de los equipos.

La Parte Cubana mencionó que el ambiente de trabajo estaba siendo mejorado, y que GEIPI controla el avance de estos trabajos. Se espera que el internet sea conectado en breve.

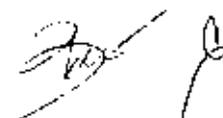
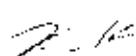
#### 10. Importancia del Desarrollo del Agua Subterránea

La Parte Cubana mencionó que el Proyecto está adquiriendo mayor importancia debido a la insuficiente lluvia durante esta temporada seca, ya que la precipitación registrada se limita al 42% de la normal.

Apéndice 1 Listado de Equipos

Apéndice 2 Flujograma del Proyecto en el 2do. Año

Apéndice 3 Lista de Participantes en la Reunión del CCC

A.  

Apéndice 1 Listado de Equipos

No.	Nombre de equipo y materiales	Especificaciones	Cantidad	Resultados del estudio de campo	País de adquisición (después de la modificación)	Emission de Certificado de No Prohibición
1	Equipo de registro de logs	Sonda de resistencia, cable y accesorios	1 juego	No adquirible localmente	Japón	<input type="radio"/>
2	Transmisor-receptor	Alcance de comunicación terrestre 2km, modelo pequeño	5 unidades	No adquirible en Cuba. Para su uso se requiere de un permiso del Ministerio de la Comunicación de Cuba.	Japón	<input type="radio"/>
3	GPS	Pequeño modelo de mano	1 unidades	No adquirible en Cuba. Para su uso se requiere de un permiso del Ministerio de la Comunicación de Cuba.	Japón	<input type="radio"/> (Prohibido)
4	Equipo de chequeo de calidad de agua	WQC-22 portátil, EC, ORP, temperatura, turbiedad	1 unidad	No adquirible en Cuba	Japón	<input type="radio"/>
5	Instrumento de toma de agua subterránea	Capacidad 600ml, diámetro exterior 40mm, producto acrílico transparente	1 unidad	No adquirible en Cuba	Japón	<input type="radio"/>
6	Cuerda para el instrumento de toma de agua	100m, con memoria, producto de fibra de vidrio	1 unidad	No adquirible en Cuba	Japón	<input type="radio"/>
7	Medidor de nivel de agua de registro automático	Tipo independiente, instrumento de registro secuencial de datos, un juego de accesorios	1 unidad	No adquirible en Cuba	Japón	<input type="radio"/>
8	Medidor de nivel de agua	100m, ALFA, medidor de nivel de agua Tipo2	5 unidades	No adquirible en Cuba	Japón	<input type="radio"/>
9	Computadora de mesa	Core2Duo, 117500GB, RAM de memoria, monitor de cristal líquido de 19 pulgadas	10 unidades	Adquirible en México	México	(Permisos de importación)
10	Computadora portátil	Core2Duo, 117500GB, memoria de 2GB	6 unidades	Adquirible en México	México	(Permisos de importación)

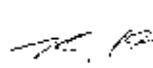
A. [Signature] Y [Signature]

		monitor de cristal líquido de 15 pulgadas				
11	Proyector	N/A aplicable, 4000 lúmenes, 240V aplicable	1 unidad	No adquirible en Cuba	Japón	○
12	Impresora láser	A4 tamaño aplicable, monocolor, impresión en ambas caras	1 unidad	No adquirible en Cuba	Japón	○
13	Impresora de inyección de tinta	A3 tamaño aplicable, impresión a colores	1 unidad	No adquirible en Cuba	Japón	○
14	Escáner	A3 tamaño aplicable	1 unidad	No adquirible en Cuba	Japón	× (Preferido)
19	Programa de SIG	SIS	6 licencias	Adquirible en México	México	(Re-exportación posible)
20	Equipo de prospección electromagnética	(Incluye emisor, receptor, generador, instrumentos de prospección, programa de análisis)	1 juego	No adquirible en Cuba	Japón (especificación de fuente)	
21	Programa de elaboración de planos de prospección geofísica y mapa geológico	Oasis Montaj	1 licencia	No adquirible localmente	Japón (especificación de fuente)	
22	Programa de manejo de agua subterránea	MIKE SHE Studio	6 licencias	No adquirible en Cuba	Japón (especificación de fuente)	
23	Vehículo	Trazación 4x4, cabina doble y con pick up	1 unidad	No adquirible en Cuba	Japón	

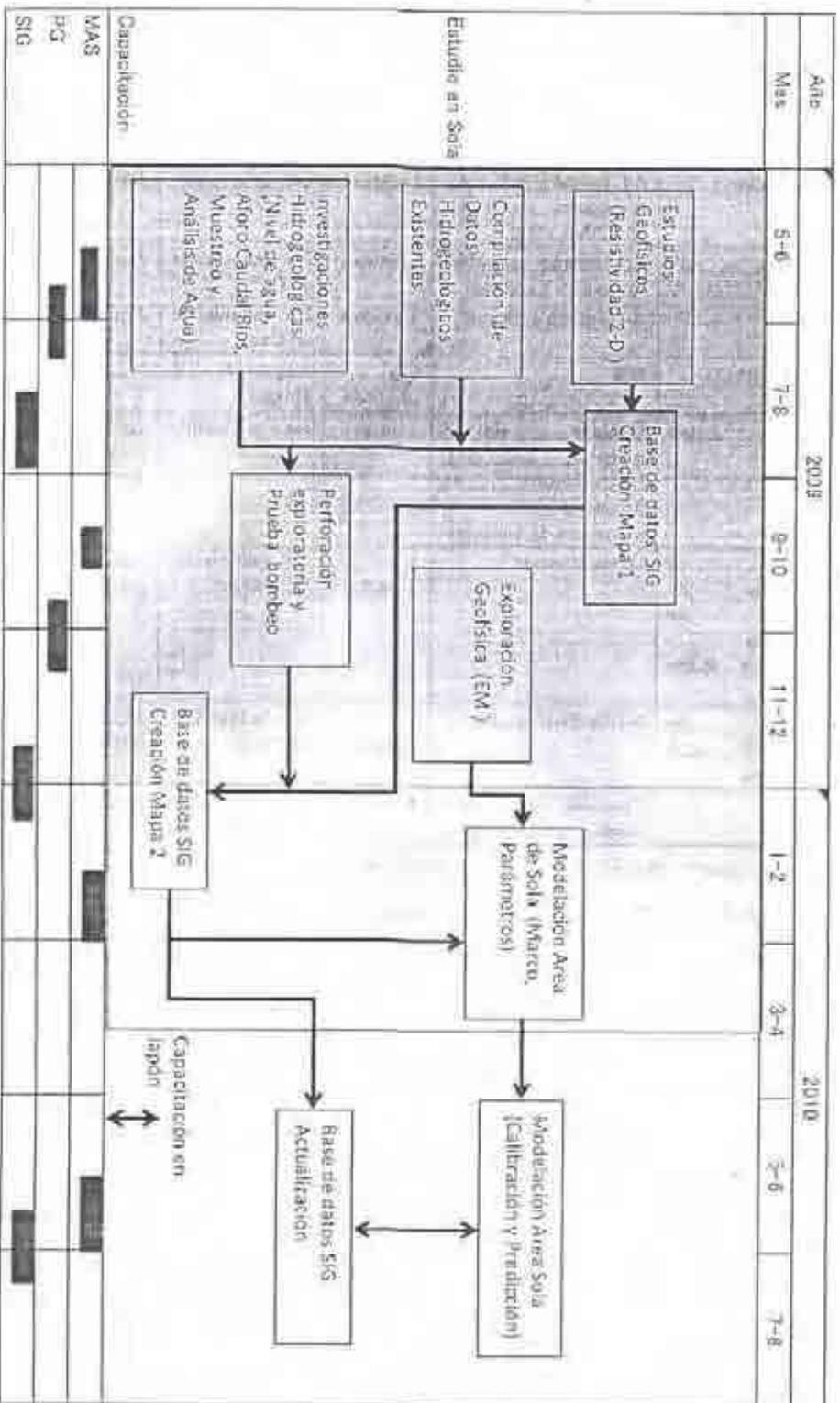
Nota: Los equipos 1 a 19 corresponden a los equipos a ser adquiridos por el Consultor.

Los equipos 20 a 23 son los equipos a ser adquiridos por JECA

Los equipos 15 a 18 no constan en el listado puesto que su adquisición esta prevista para el 2º año

1.  

Flujograma del Proyecto en el 2do. Año



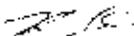
MAS: Modelo de Agua Subterránea; PG: Prospección Geofísica; SIG: Sistema de Información Geográfica

A. [Handwritten signature]

## Apéndice 3

Participantes en Reuniones del Proyecto Agua Subterránea  
 Lugar: La Habana, C.C.C.  
 Fecha: 12 de marzo de 2009

<u>Nombre</u>	<u>Cargo/Institución</u>	<u>Teléfono</u>	<u>email</u>
William Leyva Armentis	Vicepresidente INRH	334-6572 836-2115	william@inrh.cu
José Antonio Hernández Álvarez	Director General GEIPI		
Everstin Bufalo Guerra	Director Técnico GEIPI		
Arturo González Báez	Especialista GEIPI		
Celia Catriska Lorenzo Rojas	Directora General E3PH Hojuelo	(53-24146-5914	celia@e3ph.cu
Hidelisa Rodríguez Fumero	Especialista Relaciones Internacionales INRH		
Iveth Plaza Parolera	Especialista en Hidrogeología GeARH		
Kochiro Morita	Encargado de Cooperación Económica Embé Japón		
Kenshiro Zikawji	Experto JICA		
Akira Kamata	Experto JICA, Jefe de Grupo Kokusai Kogyo		
Takuya Yabuta	Experto JICA, Prospección Geofísica, ESS		
Pateng Lei	Experto JICA, SIG Kokusai Kogyo		
Masaru Obara	Coordinador JICA, Kokusai Kogyo		

A.  B.  C. 

### 3.3 第2回JCC議事録

MINUTES OF MEETING  
SECOND MEETING OF THE JOINT COORDINATION COMMITTEE  
AND  
THE JOINT INTERMEDIATE EVALUATION  
OF THE JAPANESE TECHNICAL COOPERATION PROJECT  
CAPACITY DEVELOPMENT ON GROUNDWATER DEVELOPMENT AND  
MANAGEMENT FOR CLIMATE CHANGE ADAPTATION  
IN THE REPUBLIC OF CUBA  
BETWEEN  
THE NATIONAL INSTITUTE OF HYDRAULIC RESOURCES OF THE REPUBLIC  
OF CUBA AND THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

The Expert Team and the Intermediate Evaluation Mission (henceforth “the Mission”) were sent to the Republic of Cuba by the Japan International Cooperation Agency (henceforth “JICA”) for the technical cooperation on “Capacity Development on Groundwater Development and Management for Climate Change Adaptation in the Republic of Cuba” (henceforth “the Project”).

The Expert Team was sent in order to carry out the Project, with the purpose of promoting the capacity development, and conducted activities in the second year (Japanese fiscal year 2009), in accordance with the annual operating plan of the Project. The Mission, in turn, was sent to Cuba from 1 March 2010 to 17 March 2010, with the purpose of holding a series of discussions and exchange of viewpoints with the concerned authorities in the Government of Cuba (henceforth “the Cuban side”), in addition to carrying out the Joint Intermediate Evaluation of the Project with the Cuban evaluators (henceforth “the Joint Evaluation Team”), as agreed upon in the Record of Discussions signed on 25 June 2008 (henceforth “the R/D”).

During the stay of both groups in Cuba, the second meeting of the Joint Coordination Committee (henceforth “JCC”) was held with the purpose of evaluating the progress of the Project and approving the 3rd annual operating plan (Japanese fiscal year 2010), as well as confirming the Joint Intermediate Evaluation of the Project. The Expert Team presented and explained the Progress Report 3 (henceforth “P/R3”), while the Joint Evaluation Team did the same with the Joint Intermediate Evaluation Report (henceforth “the JIE/R”). After the presentation of the said reports, the members of JCC held a series of discussions designed to promote the successful implementation of the Project.

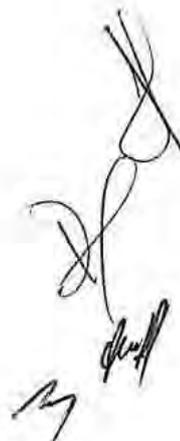
A.K



As the result of the discussions, the Japanese side and the Cuban side reached mutual agreements on the issues indicated in the attached documents: Document Attached to the Minutes of Meeting and the Intermediate Evaluation Report.

Havana, 17 March 2010

A.K

Handwritten signature and initials in the bottom right corner. The signature is a cursive scribble, and below it are the initials 'M' and 'J'.



Engineer Wilfredo Leyva Armesto  
Director General  
Cuban Representative of JCC  
Research, Projects and Engineering  
Enterprise Group (GEIPI)  
Republic of Cuba



Dr. Katsuhito Yoshida  
Leader of Intermediate Evaluation Mission  
Japanese Representative of JCC  
Japan International Cooperation Agency  
(JICA)

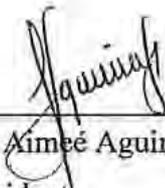


Engineer Julio César Martínez Horta  
Technical Director  
Research, Projects and Engineering  
Enterprise Group (GEIPI)  
Republic of Cuba



Dr. Akira Kamata  
Leader of Experts/Groundwater Modeling I  
Kokusai Kogyo Co.,Ltd.  
Japan International Cooperation Agency  
(JICA)

Witnessed by



Engineer Aimeé Aguirre Hernández  
Vice-President  
National Water Resources Institute (INRH)  
Republic of Cuba

## ATTACHED DOCUMENT TO THE MINUTES OF MEETINGS

### 1. Progress Report 3 (PR/R3)

The National Institute of Hydraulic Resources (INRH) and the Hydraulics Projects and Researches Enterprises Group (GEIPI), henceforth "Cuban side", basically accepted the PR/R3 submitted by the JICA Expert Team (henceforth JICA side) with further clarification.

### 2. Joint Intermediate Evaluation Report (JIE/R)

The Cuban side and the JICA side accepted and agreed to the JMR/R (Appendices 3) compiled by the Joint Intermediate Evaluation Team, which is composed of an INRH reviewer and JICA Intermediate Evaluation Mission members. Other concerned members of JCC also agreed and acknowledged the JMR/R.

### 3. Activities of the 2<sup>nd</sup> Year

The JICA side explained activities of the 2<sup>nd</sup> Year. The following subjects were reported.

- (1) Hydrogeological data collection and arrangement in Sola Area, Camaguey
- (2) Field training on 2-D resistivity imaging survey in Sola Area, Camaguey
- (3) 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> seminars on groundwater modeling
- (4) 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> seminars on GIS and On-the-Job-Training (OJT) in Camaguey, Las Tunas and Holguin
- (5) Preparation of GIS construction in the Project

The Cuban side explained and reported their activities in Sola Area.

- (6) 2-D resistivity imaging survey on the proposed N-S measure line in Sola Area based on the discussion between the Cuban side and the JICA side
- (7) A hydro-geological map based on the existing data was prepared and reported.

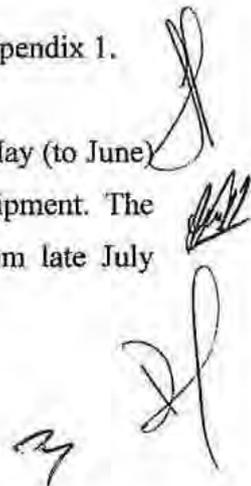
### 4. Plan of Activities of the 3<sup>rd</sup> Year

The JICA side explained an activity plan for the 3<sup>rd</sup> Year of the Project as presented in Appendix 1.

#### (1) Geophysical prospecting

An Electronic Magnetic (EM) prospecting equipment is anticipated to arrive at Cuba in May (to June) 2010; the JICA side requested the Cuban side smooth customs clearance of the equipment. The training program of geophysical survey for the core engineers will be conducted from late July

A.K



through September 2010 considering the availability of the JICA expert in charge of geophysical prospecting.

#### (2) Groundwater Modeling

The training and practice of groundwater modeling will be conducted in accordance with the progress of the hydro-geological investigations and hydro-geological mapping in Sola Area. The 5th modeling workshop will be held in June 2010. A groundwater model based on the actual hydro-geological data in Sola Area will be created and operated throughout the training course by using PMWIN-Pro.

The JICA side also mentioned that the model structure and parameters would be modified based on the results of well drilling and updated hydro-geological data. The Cuban side core engineers will modify the model by using PMWIN-Pro and/or FEFLOW under the guidance of JICA experts in charge of groundwater model 1 and hydrogeology 2.

#### (3) GIS

The basic transfer of technology on GIS has been completed throughout the seminars in the 2<sup>nd</sup> Year. Therefore, the core engineers are working out the following items.

- ① Additional data collection which is not sufficient at present
- ② Data processing
- ③ Designing of GIS Data Base
- ④ Updating of existing data
- ⑤ Creation, modification and updating of thematic maps

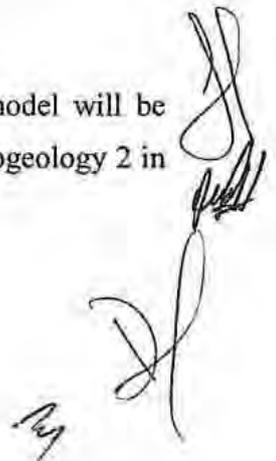
The JICA expert in charge of GIS will see the progress of the works above mentioned in three provinces and guide the core engineers in June 2010.

The JICA side mentioned that the training seminar for GEIPI engineers would be held in July 2010 at CITA Camaguey in order to disseminate GIS techniques to other engineers in GEIPI. The lecturer will be the core engineer of GEIPI and the expert will give suggestions for preparation of the textbook and putting a seminar in operation by the Cuban side.

#### (4) Hydro-geological Map

A digitized hydro-geological map with parameters to be input to the groundwater model will be prepared and transferred to GEIPI core engineers by the JICA expert in charge of hydrogeology 2 in consultation with the core engineers.

AIC

Handwritten signature and initials in the bottom right corner of the page.

## 5. Drilling of Test Wells

### (1) Current status

At the 4<sup>th</sup> Project Execution Committee (henceforth "PEC") held on October 27, 2009, the Cuban side requested JICA financial assistance for the proposed test well drillings in Sola area, Camaguey Province due to serious shortage of fund of foreign portion in GEIPI, although the Cuban side is responsible for the drillings.

In response to this request, the JICA experts had meetings with GEIPI and Empresa Nacioanal de Perforación Y Construcciones (henceforth "ENPC") . The JICA experts received the locations of proposed drilling sites and well design from EIPI Camaguey and a quotation of drilling of two wells from ENPC. The Cuban side confirmed to secure the way to import materials necessary for well drilling.

### (2) Drilling Program

- ① Both sides agreed with the proposed test well drilling of two wells in Sola Area. The wells will be constructed as the observation wells. The JICA side mentioned that exact well locations would be decided based on the analysis of geophysical prospecting. The JICA side also mentioned that the drilling proposal and the cost estimate would be conveyed to JICA headquarters.
- ② The JICA side and the Cuban side agreed that the Cuban side secures necessary materials for drilling and conducts drilling operation.

## 6. Training in Japan

The JICA side informed the Cuban side on the preparatory state and temporary detailed schedule of training in Japan planned in May 2010.

The Cuban side informed that there is no obstacle to the dispatch of 5 core engineers.

Appendix 1 Project Flowchart in 3<sup>rd</sup> Year

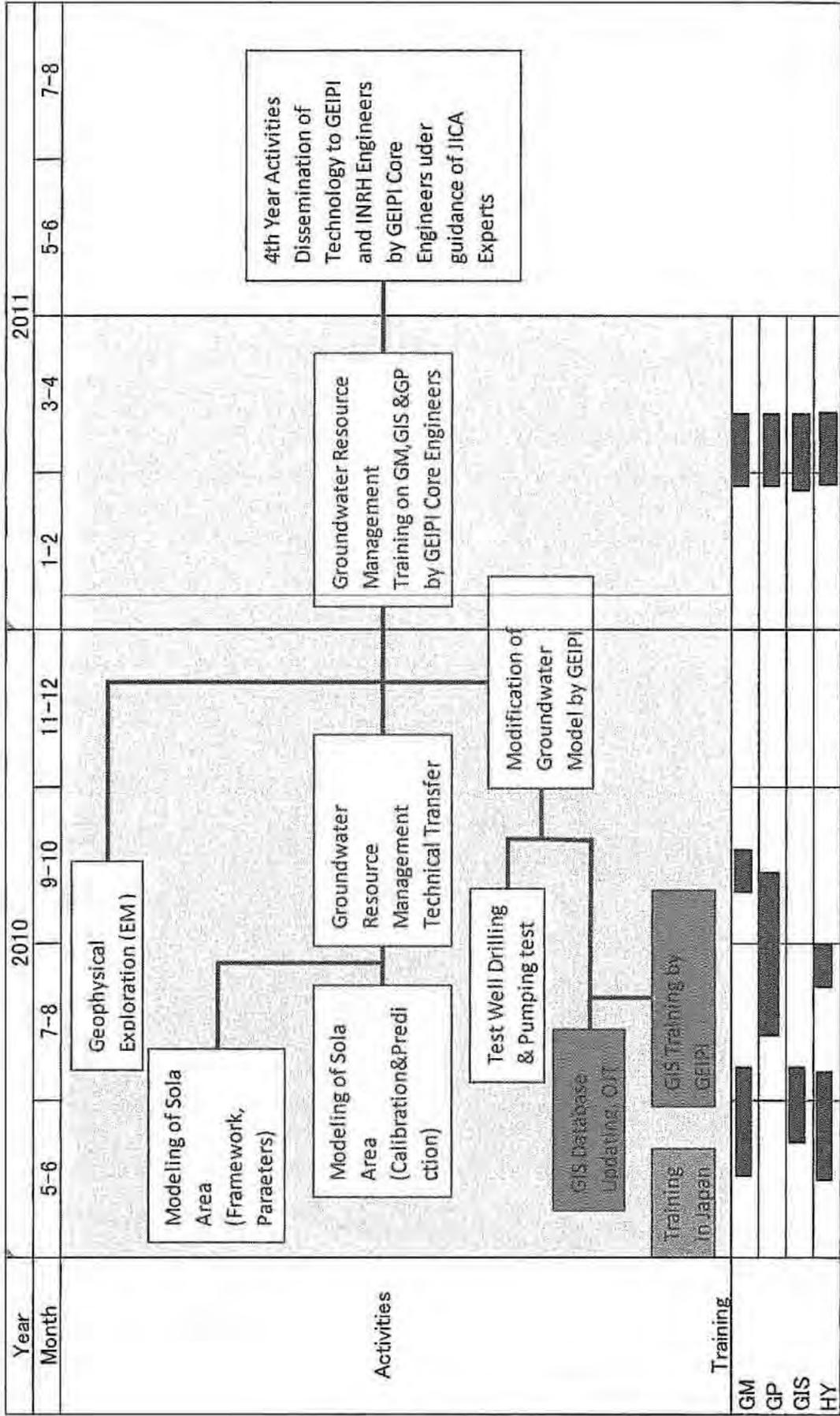
Appendix 2 List of Attendee in JCC

Appendix 3 Joint Intermediate Evaluation Report

A.I.C

AK

Appendix 1 Project Flowchart in 3<sup>rd</sup> Year



GM:Groundwater Modeling GP:Geophysical Prospecting GIS:Geographical Information System HY:Hydrogeology

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten mark]*

appendix3:

### Information of Mid-term Review Mission

1 . The Cuban side and JICA side agreed to make efforts to enhance communications further more when the future work plan of project will be formulated by using the result of the project.

2. On the account of only partial handing over of the available and necessary hydrogeological datas of the model site, there is difficulty to carry out hydrogeological analysis and make elaboration of groundwater modeling.

The JICA Study Team requested again the provision of completed datas to EIPH Camagüey. In response to this request, INRH promised to deal with rapidly.

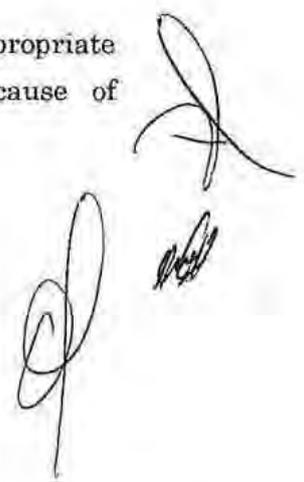
3. An Electro Magnetic prospecting equipment, which will be donated to Cuba, arrives behind schedule. This equipment, however, is anticipated to arrive around the middle of April, 2010. The INRH can stop the necessary procedure without waste of time and organize to facilitate the prospecting works to get the Project Objective stated from the beginning.

4. Drilling of observation wells was agreed to carry out by Cuban side under his responsibility, However Cuban site requested to JICA financial assistance for the well construction materials due to serious shortage of fund of foreign portion.

In response to this request, JICA will try to respond positively. Short materials include imported articles such like steel plank and casing pipes. Only Metal Cuba can purchase those materials. Taking into account of the necessary time for drilling and finishing of the wells in the implementation schedule of the Project, it's important to go through the purchasing procedure rapidly. Moreover, ENPC plays the important role of elaboration of materials, drilling and finishing works of wells.

The INRH (GEIPI) should take strong initiative to coordinate at appropriate time and promote the well construction rapid and fluidly because of participation of various enterprises in those works

AK

Handwritten signatures and initials in black ink, including a large stylized signature and several smaller initials.A small handwritten signature or mark at the bottom right of the page.

### 3.4 第3回JCC議事録

**MINUTES OF MEETING**  
**BETWEEN**  
**THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY**  
**AND**  
**THE NATIONAL INSTITUTE OF HYDRAULIC RESOURCES**  
**OF**  
**THE REPUBLIC OF CUBA**  
**ON**  
**THE JAPANESE TECHNICAL COOPERATION PROJECT**  
**“CAPACITY DEVELOPMENT ON GROUNDWATER DEVELOPMENT AND**  
**MANAGEMENT FOR CLIMATE CHANGE ADAPTATION”**  
**IN THE REPUBLIC OF CUBA**

The Expert Team of the Japan International Cooperation Agency (henceforth “JICA”) on the technical cooperation for “Capacity Development on Groundwater Development and Management for Climate Change Adaptation in the Republic of Cuba” (henceforth “the Project”), entrusted by JICA to conduct the Project, was sent to the Republic of Cuba with the purpose of capacity development. The Expert Team carried out activities in June 2011, the 4<sup>th</sup> Year of the Project and Japanese fiscal year 2011, according to the annual Operation Plan for the 4<sup>th</sup> year of the Project. The 3<sup>rd</sup> Joint Coordination Committee (henceforth “JCC”) was held to review and evaluate the progress of the Project in the conference room of the Managerial Group of Hydraulic Use (henceforth “GEARH”) on June 24, 2011.

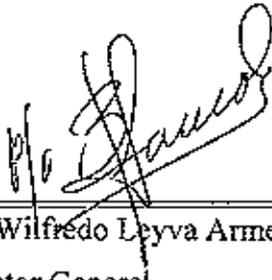
Based on the report of activities explained by the JICA Expert Team and the evaluation report explained by the Joint Terminal Evaluation Team, the members of JCC had a series of discussions aimed at the successful implementation of the Project.

As a result of the discussions, JICA and Cuban authorities (henceforth “Cuban Side”) agreed to the matters mentioned in the attached documents.

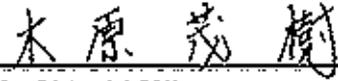
Havana, June 27, 2011

SK





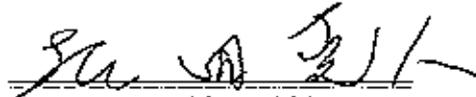
Ing. Wilfredo Leyva Armesto  
Director General  
Cuban Representative of JCC  
Hydraulics Projects and Researches  
Enterprises Group (GEIPI)  
Republic of Cuba



Mr. Shigeki Kihara  
Leader of Experts/Groundwater Modeling 1  
Kokusai Kogyo Co., LTD.  
(entrusted by)  
Japan International Cooperation Agency  
(JICA)



Ing. Jose Luis Blanco Garcia  
Technical Director  
Hydraulics Projects and Researches  
Enterprises Group (GEIPI)  
Republic of Cuba



Dr. Katsutoshi Yoshida  
Leader of Terminal Evaluation Mission  
Japan International Cooperation Agency  
(JICA)

Witnessed by



Ing. Aimee Aguirre Hernandez  
Vice-President  
National Water Resources Institute (INRI)  
Republic of Cuba

## ATTACHED DOCUMENTS TO THE MINUTES OF MEETING

### 1. Joint Terminal Evaluation Report (JTE/R)

The Cuban side and the JICA side accepted and agreed to the JTE/R compiled by the Joint Terminal Evaluation Team, which is composed of reviewers of the National Institute of Hydraulic Research (henceforth "INRH") and JICA Terminal Evaluation Mission members. Other concerned members of JCC also agreed and acknowledged the JTE/R. The 4<sup>th</sup> Year Plan of Operation is to be implemented according to recommendations of the JTE/R.

### 2. Revision of the Project Design Matrix (PDM)

JCC agreed to the revision of PDM proposed by the Joint Terminal Evaluation Mission and accepted the PDM ver.4, which established February 2012 as the end date of the Project (Appendix 1).

### 3. Summary of Plan of Operation for the 4<sup>th</sup> Year

JICA Experts explained the summary contents of the Plan of Operation for the 4<sup>th</sup> Year of the Project (Appendix 2). Cuban Side basically accepted the Plan.

### 4. Activities of June 2011

JICA Experts reported on the activities carried out during June 2011.

#### (1) Groundwater Modeling Seminar (7<sup>th</sup>)

The relevant JICA Expert reported on the 7<sup>th</sup> Groundwater Modeling Seminar, which was held at the Integrated Water Technology Center (henceforth "CITA") from June 13 to June 18, 2011. Throughout the seminar, 5 core engineers completed the Sola area's groundwater model, including test run on groundwater predictive calculation.

#### (2) Seminar on Groundwater Development and Management

A Seminar on Groundwater Development and Management was held in Camagüey on June 21, 2011. GEIPI core engineers, who received direct training from JICA Experts, made presentations that transmitted the basic concept and hands-on experience on groundwater resource management, to the audience composed of INRH, GEIPI and GEARH engineers.



SK.

(3) Training on the Operation of Geophysical Logging Equipment and Automatic Water Level Recorder

A training on the operation of geophysical logging equipment and automatic water level recorder was carried out targeting GEIPI core engineers. An automatic water level recorder was installed in the test well, JICA-01. Water level measurement will be continued even after completion of this Project.

5. Activities Requested to the Cuban Side during July – August 2011

JICA Experts requested the Cuban Side to continue during July-August 2011 the review of training texts (Geophysical Prospecting, Groundwater Modeling, GIS, Groundwater Management). GEIPI will play the leading role in this work, with the due cooperation from INRH and GEARH.

6. Plan of activities for September 2011

JICA Experts presented the Plan of Activities for the next visit in September 2011.

(1) GIS: Upgrading of GIS Database

The GIS JICA Expert will visit Hydraulics Projects and Research Enterprises (henceforth "EIPH") of Camagüey, Holguín and Las Tunas, and will give EIPH engineers OJT training for updating of GIS database on water resources in each Province.

(2) Dissemination Seminar in Granma

A 2-day seminar will be conducted at EIPH Granma under the guidance of JICA Experts, targeting EIPH engineers. The lecturer will be the core engineer who received direct training from the pertinent JICA Expert. The participants will learn general concept and techniques on GIS database.

(3) Seminar on Groundwater Development & Management

A one-day seminar on Groundwater Development and Management will be held in Granma and Santiago de Cuba, targeting GEARH and INRH engineers. The lecturers will be GEIPI core engineers, who received direct training from JICA Experts. The participants will learn basic concepts and the hands-on experience on groundwater management that the lecturers themselves learned from the JICA Experts.



S.K.

(4) Training of Pumping Test and Geophysical Logging

As additional training, hands-on practice on pumping test and geophysical logging will be implemented using an existing well and targeting engineers from EIPH Camagüey and Holguín.

(5) Public Seminar

A Public Seminar is jointly planned with the Camagüey University for next September 22. The outputs of this Project will be presented by EIPH Camagüey engineers.

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and lines, located on the right side of the page.

## Appendix I

### PROJECT DESIGN MATRIX (PDM<sub>4</sub>)

- Title of the Project: Capacity Development on Groundwater Development and Management for Climate Change Adaptation in the Republic of Cuba
- Period of the Project: November 2008 – February 2012
- Target Area of the Project: Training Site - "Sola" District in the Province of Camagüey (No. of inhabitants: 35,700)
- Target areas for the elaboration of GIS databases: Province of Camagüey (790,000), Holguín (1,030,000) and Las Tunas (530,000)
- Target area for training course within INRH and GEIPI: Countrywide
- Target Group Instructors able to teach training courses: GEIPI Technical Personnel (No. of Instructors: 15)
- Target Group Technical Personnel able to receive training courses: GEIPI (No. of Personnel: 30) and GEARH (No. of Personnel: 40) Personnel
- Indirect Beneficiaries: Inhabitants of the 3 Eastern Provinces of the country (Holguín, Camagüey, Las Tunas, No. of inhabitants: 2,350,000)

S.K.



Summary of the Project	Indicators	Source of Information	External Conditions
<p>&lt;Overall Goal&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Groundwater in water resources of Eastern Region adequately utilized.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>To execute periodic and ongoing studies on the availability of groundwater in the eastern provinces of the country. (Applied within the 3 provinces as a minimum)</li> <li>An alternative source of water is assured when faced with drought in the eastern provinces of the country. (Applied within the 3 provinces as a minimum, and the ratio is reduced between the number of inhabitants and the coverage of piped potable water, for which 2007 will be taken as the base number)</li> <li>Groundwater potential and issues (hydrogeology, groundwater yield, future prediction by mathematical model etc) in the target area are compiled and published.</li> <li>The results of groundwater analysis and management are published in the GEARH annual report.</li> <li>The results of analysis and management of groundwater realized through mathematical models and GIS database are reflected in the INRH annual report</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>GEIPI Records</li> <li>GEAAL Records</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipment is correctly maintained for groundwater studies, groundwater mathematical model construction, as well as GIS database within the Project.</li> <li>Elaborate and execute a water supply plan.</li> <li>Close collaboration is maintained between INRH and companies.</li> </ul>
<p>&lt;Project Purpose&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Improves the ability of INRH (including GEIPI and GEARH) to exploit and manage groundwater.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1-1 Elaborate and modify training text.</li> <li>1-2 Train technical personnel to conduct electrical (tomography) and electromagnetic prospecting (5 people) (Paper and prospecting tests are conducted at the training).</li> <li>1-3 Present the results of geophysical prospecting</li> <li>2-1 Elaborate a plan of training text.</li> <li>2-2 Train technical personnel to conduct mathematical modeling (5 people) (A test is conducted at the time of final training)</li> <li>2-3 Groundwater models are constructed based on 2-2.</li> <li>2-4 Existing hydro-geological map is revised and refined.</li> <li>3-1 Elaborate a plan of training text.</li> <li>3-2 Train technical personnel to construct GIS system for water resources (5 people) (Confirmed by the maps)</li> <li>3-3 GIS maps are prepared.</li> <li>4-1 Two or more training courses are held intended for technical personnel of GEARH and Dept. of Watershed of INRH in the training program of INRH</li> <li>4-2 Of the total participants (approx. 45), 90% pass the knowledge exam at the end of the course.</li> <li>5-1 Two or more training courses are held intended for technical personnel of GEIPI in the training program of INRH.</li> <li>5-2 Of the total participants (approx. 30), 90% pass the knowledge exam at the end of the course.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Progress Report of the Project</li> <li>GEARH Annual Report</li> <li>INRH Annual Report</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipment is correctly maintained for groundwater studies, groundwater mathematical model construction, as well as GIS database within the Project.</li> <li>Elaborate and execute a water supply plan.</li> <li>Close collaboration is maintained between INRH and companies.</li> </ul>
<p>&lt;Outputs&gt;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Improve the skills of GEIPI instructors with respect to geophysical prospecting</li> <li>2 Improve the technical ability of GEIPI instructors to construct groundwater modeling.</li> <li>3 Improve the technical ability of GEIPI instructors with respect to GIS.</li> <li>4 Improve the ability of GEARH and the Dept. of Watershed, INRH to manage and evaluate groundwater resources utilizing the mathematical model and GIS provided by GEIPI.</li> <li>5 Technology is transferred to GEIPI technical personnel at the national level (Geophysical prospecting, groundwater modeling and GIS)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Progress Report of the Project</li> <li>2 Progress Report of the Project</li> <li>3-1 Progress Report of the Project</li> <li>3-2 Outputs of the maps etc</li> <li>4-1 INRH training records</li> <li>4-2 Progress Report of the Project</li> <li>5-1 INRH training records</li> <li>5-2 Progress Report of the Project</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Progress Report of the Project</li> <li>2 Progress Report of the Project</li> <li>3-1 Progress Report of the Project</li> <li>3-2 Outputs of the maps etc</li> <li>4-1 INRH training records</li> <li>4-2 Progress Report of the Project</li> <li>5-1 INRH training records</li> <li>5-2 Progress Report of the Project</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Progress Report of the Project</li> <li>2 Progress Report of the Project</li> <li>3-1 Progress Report of the Project</li> <li>3-2 Outputs of the maps etc</li> <li>4-1 INRH training records</li> <li>4-2 Progress Report of the Project</li> <li>5-1 INRH training records</li> <li>5-2 Progress Report of the Project</li> </ol>

<p>&lt;Activities&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1-1 Elaborate a training plan for instructors.</li> <li>1-2 Create and revise the text on electrical and electric magnetic prospecting.</li> <li>1-3 Conduct training for instructors on geophysical prospecting.</li> <li>1-4 Conduct field training for instructors on geophysical prospecting in the model site.</li> <li>2-1 Elaborate a training plan for instructors.</li> <li>2-2 Create the text on the groundwater modeling.</li> <li>2-3 Conduct training for instructors the groundwater modeling.</li> <li>2-4 Conduct meteorological and hydrological surveys and field reconnaissance on surface geology and hydrogeology.</li> <li>2-5 Drill observation wells in the model site and conduct pumping test, groundwater leveling, geophysical logging and so on.</li> <li>2-6 Guide the instructors to construct precise groundwater modeling.</li> <li>3-1 Elaborate a training plan for instructors.</li> <li>3-2 Create the text on GIS</li> <li>3-3 Conduct OJT on GIS designing of water resources.</li> <li>4-1 Give advice on the training program for technical personnel in GEIPI and Dept. of Watershed and Waterworks in JNKT prepared by the instructors based on groundwater resource evaluation and management methodologies throughout the Project.</li> <li>4-2 Give advice on the text created and revised by the GEIPI instructors.</li> <li>4-3 Attend and give supplementary explanation arbitrarily at the training courses conducted by GEIPI instructors.</li> <li>4-4 Feed back the results of the training to the next training through discussion with GEIPI instructors.</li> <li>5-1 Support training program for GEIPI technical personnel internally conducted by GEIPI instructors.</li> <li>5-2 Attend and give supplementary explanation arbitrarily at the training courses conducted by GEIPI instructors.</li> <li>5-3 Feed back the results of the training to the next training through discussion with GEIPI instructors.</li> </ul>	<p>&lt;Inputs&gt;</p> <p><u>Inputs by Japanese Party:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Experts : Chief Advisor/Groundwater Modeling 1, Groundwater Modeling 2, Hydrogeology 1, Hydrogeology 2, Geophysical prospecting and GIS</li> <li>2. Equipment and materials</li> <li>3. Training in Japan</li> <li>4. Partial contribution to expenses</li> </ul> <p><u>Inputs by Cuban Party</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Counterpart Personnel</li> <li>2. Administrative Staff</li> <li>3. Installations necessary for the implementation of the Project (Offices for Experts, office furniture and others)</li> <li>4. Local operation expenses <ul style="list-style-type: none"> <li>• Test well drilling expenses</li> <li>• Training expenses</li> <li>• Salaries and other expenses for Cuban counterpart personnel</li> <li>• Electrical and gas expenses</li> <li>• Customs, domestic transport and other expenses</li> <li>• Equipment maintenance expenses</li> </ul> </li> </ul> <p>Other expenses necessary for the implementation of the Project</p>	<p>&lt;Preconditions&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• It is possible to import the adequate and necessary equipment and computer software into Cuba.</li> <li>• Cuban counterparts are appropriately assigned.</li> </ul>
<p>&lt;Activities&gt;</p>	<p>&lt;Inputs&gt;</p>	<p>&lt;Preconditions&gt;</p>



3 S.K.

## Appendix 2

### PROJECT ON CAPACITY DEVELOPMENT ON GROUNDWATER DEVELOPMENT AND MANAGEMENT FOR CLIMATE CHANGE ADAPTATION IN THE REPUBLIC OF CUBA

Prepared in June 2011

Year	June	September	December
Training of Groundwater Modeling (Other)	7th Groundwater Modeling Seminar (Detailed Model)	Training of Geophysical Logging and Pumping Test	
Training on Groundwater Evaluation/Management by GEPT Core Engineers Seminar	Training by GEPT Engineers (Eastern Provinces: 40 participants) Camaguey	Training by GEPT Engineers, Granma and Santiago de Cuba	Training by GEPT Engineers (Whole country: 75 participants) Havana
Technical Transfer on Geophysical Survey, Groundwater Modeling and GIS by GEPT Core Engineers Workshop		Seminar in Camaguey Univ Training of GIS, Granma	Presentation of Training Outcome by INRH, GEPT & GEARH Engineers
Workshop on Groundwater Modeling (The GEPT)	Basics of Groundwater Modeling (Camaguey, May) Introduction to GIS (Granma, November, 5pm) Applied Geophysics for Hydrogeology (Sancti Spiritus, 5pm)	Introduction to Groundwater Modeling (Granma, November) Applied Geophysics for Hydrogeology (Granma, 5pm) Applied Groundwater Modeling (Geograbia, July) Applied Groundwater Modeling (Camaguey, July)	Applied Geophysics for Hydrogeology (Sancti Spiritus, October)
#EEL, JCC and Report	JCC(3) (Terminal Evaluation)		JCC(4), DF/R

M.S.K.

## Appendix 3

## List of Attendees in JCC

2011.6.24

Name	Institution	Position	Tel/Email
José Luis Blanco García	GEIPI	Technical Director	537-214-1587, 535-285-2600 jose@gcipi.co.cu
Bladimir Matos Moya	GEARH	Director General	bladimir@gearh.hidro.cu
Fernán Sarduy Quintanilla	GEARH	Director for Development	fernán@gearh.hidro.cu
Ibrahim Plaza Peñalver	GEARH	Specialist, Hydrology	537-678-0987 ibrahim@gearh.hidro.cu
Katsuhito Yoshida	JICA, Headquarters	Terminal Evaluation Mission, Leader	Yoshida.Katsuhito@jica.go.jp
Yuki INOUE	JICA, Headquarters	Terminal Evaluation Mission, Cooperation Planning	Inoue Yuki@jica.go.jp
Eiji Araki	JICA, Mexico	Officer in charge of the Project	ArakiEiji.MX@jica.go.jp
Fimio Kawano	JICA, Cuba	Cooperation Expert	jica@enet.cu
Shigeki Kihara	Kokusai Kogyo Co., Ltd.	Expert, Team Leader	shigeki_kihara@kkc.co.jp
Naoaki Shibasaki	Fukushima University	Expert, Groundwater Modeling 2	nshiba@sss.fukushima-u.ac.jp
Masatoshi Tanaka	Kokusai Kogyo Co., Ltd.	Expert, Hydrogeology 2	masatoshi_tanaka@kkc.co.jp
Takuya Yabuta	Earth Science System Co., Ltd.	Expert, Geophysical Prospecting	yabuta@ess-jpn.co.jp
Masaru Obara	Kokusai Kogyo Co., Ltd.	Coordinator	alfonsoobara@yahoo.co.jp



### 3.5 第4回JCC議事録

**ACTA DE LA REUNIÓN  
ENTRE  
LA AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN  
Y  
EL INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRÁULICOS  
DE LA REPÚBLICA DE CUBA  
SOBRE  
EL PROYECTO DE COOPERACIÓN TÉCNICA DEL JAPÓN PARA EL  
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE DESARROLLO Y MANEJO DEL  
AGUA SUBTERRÁNEA PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO”  
EN LA REPÚBLICA DE CUBA**

El Grupo de Expertos de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (en adelante “JICA”) sobre la cooperación técnica para el “Mejoramiento de la Capacidad de Desarrollo y Manejo del Agua Subterránea para la Adaptación al Cambio Climático en la República de Cuba” (en adelante “el Proyecto”), encomendado por JICA para realizar el Proyecto, fue enviado a la República de Cuba con el propósito de completar la etapa final del desarrollo de la capacidad. El Grupo de Expertos realizó actividades en el mes de Diciembre de 2011, 4º Año del Proyecto y Año Fiscal Japonés 2011, de acuerdo al Plan de Operación del 4º Año del Proyecto.

La 4ª Reunión del Comité de Coordinación Conjunta (en adelante “CCC”) se realizó para efectuar una revisión y evaluación del Proyecto, en el salón Coral del Hotel Chateau Miramar, La Habana, el 16 de Diciembre de 2011.

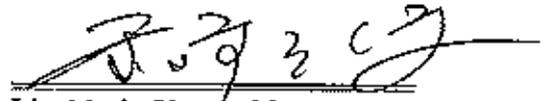
En base al Borrador del Informe Final explicado por el Grupo de Expertos JICA, los miembros del CCC sostuvieron una serie de discusiones, con el propósito de evaluar los resultados del proyecto. En el curso de las discusiones, los miembros del CCC confirmaron la entrega oficial de los equipos de JICA a las Autoridades Cubanas (en adelante “Parte Cubana”), y los futuros planes de capacitación del personal y del mantenimiento de los equipos por la Parte Cubana, después de la terminación del proyecto.

Como resultado de las discusiones, JICA y la Parte Cubana llegaron a acuerdos sobre los temas mencionados en los documentos adjuntos.

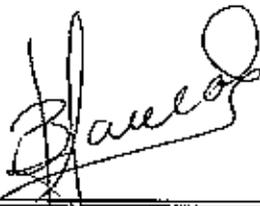
La Habana, 16 de Diciembre de 2011



Ing. Wilfredo Leyva Armesto  
Director General  
Grupo Empresarial de Investigaciones,  
Proyectos e Ingeniería (GEIPI)  
República de Cuba



Lic. Norio Yonezaki  
Director,  
Oficina de JICA en México  
Agencia de Cooperación Internacional del  
Japón (JICA)



Ing. José Luis Blanco García  
Director Técnico  
Grupo Empresarial de Investigaciones,  
Proyectos e Ingeniería (GEIPI)  
República de Cuba



Ing. Shigeki Kihara  
Líder de Expertos/Modelo de Agua Subt. 1  
Kokusai Kogyo Co., Ltd.  
(ecomendado por)  
Agencia de Cooperación Internacional del  
Japón (JICA)

Testigo:



Ing. Aimeé Aguirre Hernández  
Vicepresidenta  
Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH)  
República de Cuba

## DOCUMENTOS ADJUNTOS AL ACTA DE LA REUNIÓN

### 1. Informe de Logros del Proyecto

El Grupo de Expertos JICA explicó en forma resumida el Borrador del Informe Final (B/IF). El CCC confirmó el logro de las actividades del proyecto (la situación del logro de cada resultado), y las expectativas de logro del Objetivo Superior y del Propósito del Proyecto (Detalles en Apéndice 2).

**Objetivo superior:** Se utilizan el agua subterránea de manera adecuada en el aprovechamiento de los recursos hídricos en la Región Oriental.

**Objetivo del Proyecto:** Mejora la capacidad de desarrollo y manejo del agua subterránea de INRH (incluyendo GEIPI y GEARH).

**Resultado 1:** Mejora el nivel técnico de la prospección geofísica de los principales técnicos de GEIPI que servirán como instructores.

**Resultado 2:** Mejora la capacidad de construir modelos del agua subterránea de los principales técnicos que servirán como instructores en las capacitaciones de GEIPI.

**Resultado 3:** Mejora la capacidad de elaborar SIG de los principales técnicos que servirán como instructores en las capacitaciones de GEIPI.

**Resultado 4:** Mejora la capacidad de GEARH y las Direcciones de Cuencas Hidrográficas y Obras Hidráulicas de INRH para la evaluación y manejo del agua subterránea aprovechando los resultados de la prospección geofísica, los modelos del agua subterránea y SIG, ejecutados y elaborados por GEIPI.

**Resultado 5:** Se transfiere a los técnicos involucrados de GEIPI técnicas relacionadas con la prospección geofísica, modelos del agua subterránea y SIG.

Las preguntas sobre el B/IF hechas por los asistentes a la reunión del CCC, las respuestas brindadas por los Expertos JICA, y los comentarios recibidos sobre el B/IF fueron debidamente anotados para su incorporación subsecuente al Informe Final. El Grupo de Expertos JICA hizo entrega de 14 copias del B/IF a la Parte Cubana.

## 2. Cumplimientos con y/o expectativas de cumplir con las recomendaciones hechas en la evaluación final del proyecto

Fueron confirmados entre la Parte Japonesa y la Parte Cubana los cumplimientos y/o las expectativas de cumplir con las recomendaciones (a la conclusión del proyecto y después del proyecto) hechas en la evaluación final en Junio de 2011 (Detalles en Apéndice 3).

### Hasta la finalización del proyecto

- (1) Se recomienda participar en la capacitación al personal de INRH y GEARH de nivel provincial y central
- (2) Estudiar el método de utilización continua de los resultados
- (3) Esclarecer el método de capacitación para la generalización
- (4) Asignación de un encargado técnico en GEIPI
- (5) Esclarecer el sistema de mantenimiento de equipos
- (6) Observaciones sobre el mantenimiento de equipos

### Después del proyecto

- (1) Ejecución continua de estudios de agua subterránea por parte de INRH
- (2) Capacitación de los técnicos principales jóvenes
- (3) Ordenamiento y control de datos recopilados
- (4) Mecanismo para compartir la información

## 3. Publicación en los Anuarios

La Parte Japonesa, en cumplimiento de los indicadores del objetivo del proyecto, enfatiza la necesidad de confirmar la publicación de los resultados del proyecto en los Anuarios de INRH y GEARH. El borrador será terminado de redactar el 23 de diciembre de 2011, y su publicación se realizará en el mes de febrero de 2012, coincidiendo con la terminación del proyecto. Los Anuarios serán entregados a la oficina JICA de México a través del Experto JICA en Cuba.

## 4. Confirmación de los Resultados (Distribución de los Textos de Capacitación, Donación de los Equipos)

### 4-1. Distribución de los Textos de Capacitación

El Grupo de Expertos JICA presentó explicaciones sobre los Textos de Capacitación utilizados en la transferencia tecnológica realizada en el proyecto, de acuerdo a los campos de especialización indicados a continuación, e hizo entrega de 80 copias de cada texto a la Parte Cubana. JICA y la

Parte Cubana confirmaron el número de textos a ser distribuidos por organización, así como también a los profesionales individuales que prestan sus servicios en las diversas organizaciones (Apéndice 5).

- Prospección geofísica
- Modelación del agua subterránea
- Prueba de bombeo
- SIG
- Manejo del agua subterránea

#### 4-2. Donación de Equipos

El Grupo de Expertos JICA se refirió a los equipos que fueron traídos a Cuba por el proyecto, junto con una breve explicación sobre cada uno de los equipos. A la conclusión del proyecto, los equipos citados fueron donados a Cuba, de acuerdo al documento pertinente (Acta de Donación de Equipos) que fue firmado por INRH, GEIPI, y JICA. La lista de los equipos esclareció la oficina responsable y la persona a cargo de cada uno de los equipos. Con el fin de lograr el mantenimiento apropiado para el uso continuo de los equipos bajo condiciones óptimas, se adjuntó al documento mencionado una lista de nombres y direcciones del servicio al usuario y los proveedores de consumibles de los equipos citados (Apéndices 6, 7).

La Parte Cubana puntualiza que la utilización de los equipos y la implementación de las capacidades creadas por el proyecto se realizarán en correspondencia con las necesidades y prioridades de carácter nacional que se establezcan por la dirección del INRH.

#### 5. Plan de Actividades después de la Conclusión del Proyecto por la Parte Cubana

GEIPI realizó una presentación del plan de capacitación a ejecutarse después de la conclusión del proyecto, en base a las expectativas de logro del Objetivo Superior, y tomando en consideración las recomendaciones hechas en la evaluación final del proyecto. La información sobre el futuro plan de capacitación de INRH y GEIPI fue compartida entre la Parte Japonesa y la Parte Cubana (Apéndice 8).

La Parte Cubana elaborará un plan de trabajo que incluye el empleo de los equipos y la tecnología transferida y los logros del presente proyecto en las prioridades del desarrollo hidráulico del país. El plan de trabajo será compartido con la Parte Japonesa.

## 6. Otros

La Parte Japonesa informó que realizará la post evaluación 3 años después de la conclusión del proyecto según los indicadores establecidos. La Parte Cubana comprendió la necesidad de acumular las cifras necesarias para la medición de los indicadores del objetivo superior.

Apéndice 1: Lista de Asistentes a la 4ta. Reunión del CCC

Apéndice 2: Logro de los Resultados y Objetivo del Proyecto

Apéndice 3: Cumplimiento con y/o Expectativas de Cumplir con las Recomendaciones hechas en la Evaluación Final del Proyecto

Apéndice 4: Publicación (borrador) en los Anuarios de INRH y GEARH

Apéndice 5: Lista de Organizaciones y Profesionales Individuales para la Distribución de los Textos de Capacitación

Apéndice 6: Acta de Donación de Equipos (incluyendo lista de ubicación de los equipos y personas responsables)

Apéndice 7: Lista de Nombres y Direcciones de Servicios al Usuario y Proveedores de Consumibles para los Equipos

Apéndice 8: Programa de Capacitación de INRH y GELPI para los Próximos Años



Handwritten signatures and initials on the left side of the page, including a large signature at the top, the initials 'SK' in the middle, and another signature at the bottom.

Apéndice 1

Lista de Asistentes a la Reunión del CCC

2011.12.16

Name	Institution	Position	Tel/Email
Wilfredo Leyva Armesto	GEIPI	Director General	537-214-1598 william@geipi.co.cu
José Luis Blanco García	GEIPI	Director Técnico	537-214-1587, 535-285-2600 jose@geipi.co.cu
Jorge Mario García Fernández	INRH	Director Cuencas	jorgem@hidro.cu
Fermin Sarduy Quintanilla	GEARH	Director Adjunto	fermin@gearh.hidro.cu
Ibrahim Plaza Peñalver	GEARH	Especialista, Hidrogeología	ibrahim@gearh.hidro.cu
Shigeki Kihara	Kokusai Kogyo Co., Ltd	Experto, Líder del Grupo	shigeki_kihara@kk-grp.jp
Norio Yonezaki	JICA México	Director	Yonezaki.Norio@jica.go.jp
Fumio Kawano	MINCEX	Experto JICA	jica@enet.cu
Arturo González Báez	GEIPI	Asesor	agb_1940@geipi.co.cu
Hildelisa Jimenez Ponce de Leon	GEIPI	Especialista Superior	hildelisa@geipi.co.cu
Aimeé Aguirre Hernández	INRH	Vicepresidenta	
Juan José Almirall B.	UEBPIG	Especialista Proyectos e Investigaciones	almirall@raidal.gm.hidro.cu
Rolando Macías Alonso	INRH	Director de Relaciones Internacionales	07-8366787 macias@hidro.cu
Yosmari Leal	INRH	Director de Obras Hidráulicas	
Gisel Pérez Wong	INRH	Directora de Ciencia y Tecnología	
Hildelisa Rodríguez Fumero	INRH	Especialista en Cooperación	8366787

Handwritten signatures and initials, including a large signature on the right and initials 'SK' at the top right.

		Internacional	hidelisa@hidro.cu
Atsushi Tsukiyama	Embajada de Japón en Cuba	Secretario	
Eiji Araki	JICA México	Oficial en Programas de Cooperación Técnica	ArakiEiji.MX@jica.go.jp
Masatoshi Tanaka	Kokusai Kogyo Co., Ltd.	Experto, Hidrogeología 2	masatoshi_tanaka@kk-grp.jp
Takuya Yabuta	Earth Science System Co., Ltd.	Experto, Prospección Geofísica	yabuta@ess-jpn.co.jp
Lei Peifeng	Kokusai Kogyo Co., Ltd.	Experto, SIG	peifeng_lei@kk-grp.jp
Masaru Obara	Kokusai Kogyo Co., Ltd.	Coordinador	alfonsoobara@yahoo.co.jp

## Logro de los Resultados y Objetivo del Proyecto

### (1) Resultado 1: Mejora el nivel técnico de la prospección geofísica de los principales técnicos de GEIPI que servirán como instructores

Se han ejecutado las siguientes actividades para el logro del Resultado 1.

- Elaborar un plan de capacitación para los principales técnicos.
- Elaborar y revisar el material de capacitación sobre la prospección geofísica (prospección eléctrica y electromagnética).
- Dar capacitación técnica a los principales técnicos sobre la prospección geofísica, quienes serán instructores de futuras capacitaciones.
- Dar práctica técnica a los principales técnicos sobre la prospección geofísica en el sitio modelo, a quienes serán instructores de futuras capacitaciones.

Por medio de las actividades precedentes, los ingenieros de GEIPI han podido adquirir la técnica de prospección eléctrica (en particular la resistividad bidimensional), y la técnica de prospección electromagnética (en particular el método TDEM).

Aunque algunos ingenieros de GEIPI recibieron la capacitación en prospección eléctrica impartida por un experto japonés en 2006, los conocimientos y las técnicas adquiridas fueron profundizados en esta capacitación.

El estudio del agua subterránea por medio de la prospección electromagnética fue realizado por primera vez por los ingenieros de GEIPI. Con esta tecnología se facilita la comprensión de las estructuras hidrogeológicas profundas.

En este Seminario se presentan algunos resultados del estudio realizado en el Sitio Modelo de Sola.

### (2) Resultado 2: Mejora la capacidad de construir modelos del agua subterránea de los principales técnicos que servirán como instructores en las capacitaciones de GEIPI

Se han ejecutado las siguientes actividades para el logro del Resultado 2.

- Elaborar un plan de capacitación para los principales técnicos.
- Elaborar el material de capacitación sobre el modelos del agua subterránea.
- Dar capacitación técnica a los principales técnicos sobre el modelo de agua subterránea, quienes serán instructores de futuras capacitaciones.
- Llevar a cabo estudios meteorológicos, hidrológicos, de suelo superficial e hidrogeológicos en el sitio modelo.
- Perforar pozos observatorios de agua subterránea en el sitio modelo y realizar pruebas de bombeo, monitoreo freático, y, registro de pozos.
- Dar asesoramiento sobre la elaboración de modelos del agua subterránea de alta precisión.

Por medio de las actividades citadas, los ingenieros de GEIPI han podido adquirir experiencias en una serie de trabajos analíticos que se extienden desde la investigación hidrogeológica hasta la construcción de Modelos de Agua Subterránea y las simulaciones predictivas.

Los datos hidrogeológicos (clasificación, distribución, espesor, parámetros de acuíferos, etc.) del distrito de Sola fueron sistematizados para el ingreso al Modelo de Agua Subterránea. Además, se estimaron la recarga y la descarga del agua subterránea utilizando el modelo de tanque, y los datos de GEARH fueron sistemáticamente ordenados para su uso en el Modelo de Agua Subterránea.

En el distrito de Sola, la perforación de un pozo exploratorio alcanzó la profundidad de 200 metros, y el pozo fue desarrollado como un pozo de observación. El resultado de la perforación fue comparado con los resultados analíticos de la prospección geofísica. Hasta la perforación del citado pozo exploratorio, no existía en el distrito de Sola ningún pozo de esa profundidad. En este pozo exploratorio se instaló un medidor automático del nivel de aguas, con el fin de continuar con la medición del nivel del agua subterránea.

En este Seminario se presentan unos resultados analíticos obtenidos del Modelo de Agua Subterránea en el distrito de Sola. Además, los ingenieros de GEIPI están tratando de replicar el análisis aplicando el Modelo de Agua Subterránea en otras áreas (Manzanillo).

**(3) Resultado 3: Mejora la capacidad de elaborar SIG de los principales técnicos que servirán como instructores en las capacitaciones de GEIPI**

Se han ejecutado las siguientes actividades para el logro del Resultado 3.

- Elaborar un plan de capacitación para los principales técnicos.
- Elaborar el material de capacitación sobre SIG.
- Realizar una capacitación *in situ* sobre el diseño de SIG para los recursos agua.

Los ingenieros de GEIPI que participaron en esta actividad ya tenían conocimientos básicos sobre el SIG. Por lo tanto, en comparación con las dos tecnologías precedentes se redujeron las horas dedicadas a las enseñanzas en base a conferencias, y se dió prioridad a la construcción de la Base de Datos (BD/SIG) de la Región Oriental (Provincias de Camaguey, Holguín, y Las Tunas).

El Experto Japonés ha visitado varias veces la Región Oriental con el fin de realizar las actividades de capacitación, y se completaron las BDs/SIG de las tres Provincias. Sin embargo, será necesario continuar con la actualización de los datos de SIG en el futuro. Además, se necesita mejorar el ambiente en que los profesionales de GEIPI puedan usar las BDs/SIG ya completados.

En este Seminario se presentan algunos mapas confeccionados utilizando la BD/SIG.

**(4) Resultado 4: Mejora la capacidad de GEARH y las Direcciones de Cuencas Hidrográficas y Obras Hidráulicas de INRH para la evaluación y manejo del agua subterránea aprovechando los resultados de la prospección geofísica, los modelos del agua subterránea y SIG, ejecutados y elaborados por GEIPI**

Se han ejecutado las siguientes actividades para el logro del Resultado 4.

- Dar asesoramiento la capacitación dirigida a los funcionarios de GEARH y las Direcciones de Cuencas Hidrográficas y Obras Hidráulica de INRH, sobre la evaluación y manejo del agua subterránea basados en el conocimiento y datos adquiridos sobre la prospección geofísica, modelos del agua subterránea y SIG.
- Dar asesoramiento al texto preparado y revisado por los instructores de GEIPI
- Estar presente y brindar explicaciones complementarias, en caso de necesidad, en los cursos de capacitación impartidos por los instructores GEIPI
- Analizar a través de intercambios de opiniones con los instructores GEIPI una capacitación dada, y utilizar esos resultados para mejorar los cursos subsiguientes

Antes del inicio de la capacitación por los ingenieros GEIPI, un Experto Japonés visitó seis Provincias (las Provincias de los ingenieros que participaron en las capacitaciones para lograr los Resultados 1-3) durante Octubre-Noviembre de 2010, con el fin de realizar Seminarios en forma de conferencias sobre el manejo del agua subterránea.

Durante 2011, los ingenieros de GEIPI han asumido la responsabilidad de conferencistas o expositores en los siguientes Seminarios.

- Seminario en Camagüey (21 de julio de 2011)
- Seminario en Granma (16 de septiembre de 2011)
- Seminario en Santiago de Cuba (19 de septiembre de 2011)
- Seminario en La Habana (14-15 de diciembre de 2011)

En estos Seminarios han participado no solamente los ingenieros de los organismos relacionados de INRH, sino también ingenieros del Ministerio del Ambiente, y aquellos de los Gobiernos Provinciales. Los beneficios adicionales de estos Seminarios fueron la mejora de los textos utilizados, y el logro de los Resultados 1-3.

**(5) Resultado 5: Se transfiere a los técnicos involucrados de GEIPI técnicas relacionadas con la prospección geofísica, modelos del agua subterránea y SIG**

Se han ejecutado las siguientes actividades para el logro del Resultado 5.

- Dar apoyo a los programas de capacitación de otros profesionales de GEIPI, impartidos internamente por los instructores de GEIPI sobre la prospección geofísica, modelos de agua subterránea y SIG
- Estar presente y brindar explicaciones complementarias, en caso de necesidad, en los

cursos de capacitación impartidos por los instructores GEIPI

- Analizar a través de intercambios de opiniones con los instructores GEIPI una capacitación dada, y utilizar esos resultados para mejorar los cursos subsiguientes

De acuerdo al plan de capacitación de GEIPI, se han realizado durante 2011 algunas capacitaciones en Prospección Geofísica, Modelación del Agua Subterránea y SIG. Los Expertos Japoneses han participado en los siguientes Seminarios.

- Seminario sobre Geofísica en Pinar del Río (12-14 de septiembre de 2011)
- Seminario sobre Modelación del Agua subterránea en La Habana (26 de septiembre de 2011)
- Seminario sobre SIG en Granma (14-15 de septiembre de 2011)

El plan de capacitación de GEIPI está dirigido a ingenieros en general. No solamente ingenieros de GEIPI sino también muchos ingenieros de organismos relacionados, como GEARH, han participado en estos "Seminarios de Difusión" que tienen el propósito de extender gradualmente los resultados de la transferencia tecnológica a tantos profesionales como sea posible.

**(6) Objetivo del Proyecto: Mejora la capacidad de desarrollo y manejo del agua subterránea de INRH (incluyendo GEIPI y GEARH)**

El citado objetivo del proyecto se alcanza con el logro de los Resultados 1-5. Los Indicadores para medir tales logros son los siguientes.

- Se resumen y publican las posibilidades y temas del desarrollo del agua subterránea del sitio modelo (hidrogeología, distribución del agua subterránea, calidad de agua, pronóstico según modelos del agua subterránea).
- Se publican en el Anuario o Informe Anual de GEARH los resultados del análisis y manejo del agua subterránea basados en Modelos del Agua Subterránea y Base de Datos de SIG.
- Se publican en el Anuario o Informe Anual de INRH los resultados del análisis y manejo del agua subterránea basados en Modelos del Agua Subterránea y Base de Datos de SIG.

Los borradores de estas publicaciones fueron preparados antes del fin del proyecto.

**(7) Objetivo Superior: Se utiliza el agua subterránea de manera adecuada en el aprovechamiento de los recursos hídricos en la Región Oriental.**

Este proyecto busca lograr el Objetivo Superior de la utilización adecuada del agua subterránea en la Región Oriental de Cuba después de la conclusión del proyecto (perspectivas después de varios años).



## Cumplimiento con y/o Expectativas de Cumplir con las Recomendaciones hechas en la Evaluación Final del Proyecto

### 1. Hasta la Finalización del Proyecto

- (1) **Se recomienda participar en la capacitación al personal de INRH y GEARH de nivel provincial y central**

Los cursos de capacitación que fueron realizados en 2011 incluyeron invitaciones al personal técnico de otras instituciones, como resultado de las cuales participaron en estos cursos de capacitación muchos profesionales que no pertenecían a GEIPI. En forma similar, estas capacitaciones tuvieron lugar en diferentes ciudades del país, sentando las bases para la distribución de futuras capacitaciones en todo el país.

- (2) **Estudiar el método de utilización continua de los resultados**

El Plan de Capacitación 2012 fue preparado en base a los resultados obtenidos en 2011, y tomando en consideración los consejos de los Expertos JICA. Los cursos de capacitación en 2012 tendrán lugar en los centros de capacitación de Santa Clara (para profesionales de las Provincias Centrales y Occidentales) y Bayamo (para profesionales de las Provincias Orientales). Los dos centros de capacitación pertenecen a INRH, por lo cual los gastos de utilización de estos centros correrán a cargo de INRH, mientras que cada institución financiará el costo de participación de los profesionales que pertenecen a la institución.

Los presupuestos se preparan cada año, debido a lo cual, los presupuestos de 2013 y años posteriores se basarán en los resultados obtenidos en el año precedente, y serán preparados por todas las instituciones relacionadas. De cualquier manera, se espera que todas las instituciones relacionadas especifiquen el presupuesto destinado a la capacitación de sus profesionales.

Como será explicado más tarde en (4), el equipo para la capacitación OJT de los profesionales locales será administrado por el Director Técnico de GEIPI, mientras que una licencia del software especializado será también administrado por la oficina central de GEIPI, que permitirá el uso de esta llave por los ingenieros Provinciales, cuando surja tal necesidad.

- (3) **Esclarecer el método de capacitación para la generalización**

El plan de capacitación para 2011 fue preparado al tiempo de la Evaluación Final del Proyecto. El plan de capacitación para 2012 pone en claro la importancia para GEIPI de la transferencia tecnológica realizada por este proyecto, dentro del plan de capacitación general de GEIPI, además de asegurarse del presupuesto necesario, como ya fue

mencionado en (2). El plan de capacitación para 2013 fue también preparado por GEIPI en relación a la transferencia tecnológica de este proyecto, pero la importancia relativa de estas capacitaciones dentro del plan general de capacitación de GEIPI será detallado recién a fines de 2012, teniendo en cuenta los resultados de la capacitación de 2012, en un esfuerzo coordinado con las otras instituciones dentro de INRH.

**(4) Asignación de un encargado técnico en GEIPI**

En respuesta a una recomendación específica hecha por la Evaluación Final del Proyecto, el Director Técnico de GEIPI ha considerado y ha puesto en ejecución la asignación de una persona a cargo de los temas administrativos del proyecto. Esta medida ha resultado en la disminución de la carga de trabajo para el Director Técnico y su Asesor, contribuyendo de esta manera al buen avance del proyecto.

**(5) Esclarecer el sistema de mantenimiento de equipos**

Se han decidido las oficinas a las cuales se asignarán equipos de este proyecto, así como también la persona a cargo del equipo asignado. Esta información será un adjunto al documento de la transferencia oficial de los equipos.

Se espera que el equipo de geofísica sea utilizado en todo el país. Aunque este equipo de geofísica será resguardado en la oficina de GEIPI en Camaguey, la responsabilidad final por el equipo corresponderá al Director Técnico de GEIPI, de tal manera a evitar cualquier dificultad en el uso del equipo citado en otras partes del país. En forma similar, la oficina central de GEIPI será responsable por el cuidado de una licencia del software para el análisis de los datos. La oficina central de GEIPI permitirá el uso de esta licencia por los ingenieros provinciales, en caso de que surja tal necesidad.

**(6) Observaciones sobre el mantenimiento de equipos**

El uso del equipo de geofísica requiere de cuidados especiales debido a que existe escaso conocimiento o experiencia en el uso de este tipo de equipo en el país. Afortunadamente, el Manual del equipo contiene explicaciones sobre los puntos importantes para su cuidado, así como también las necesidades de mantenimiento del equipo.

Al documento de la transferencia oficial de los equipos, así como al Acta de la Reunión del CCC, se adjuntará la lista de los nombres y direcciones de los servicios al usuario de cada equipo, así como también las direcciones de las firmas de donde podrán obtenerse los consumibles o periferales de cada equipo.

## 2. Después del Proyecto

### (1) Ejecución continua de estudios de agua subterránea por parte de INRH

En Manzanillo, de la Provincia de Gramma, un grupo de profesionales de GEIPI capacitados por los Expertos JICA están aplicando la tecnología aprendida, y harán una presentación de sus experiencias en el Seminario el 15 de Diciembre. INRH/GEIPI planean realizar un uso intenso de las técnicas de prospección geofísica y modelación del agua subterránea en sus actividades futuras.

### (2) Capacitación de los técnicos principales jóvenes

Las técnicas presentadas en los Seminarios de capacitación pueden ser comprendidas, pero su aplicación práctica requiere de experiencia. Por lo tanto, se planea incentivar la capacitación de los profesionales jóvenes buscando la transferencia tecnológica a través de OJT en la participación en proyectos como el de Manzanillo, o en las actividades de análisis más detallados que se esperan realizar con el modelo de Sola.

### (3) Ordenamiento y control de datos recopilados

INRH comenzó con su concepto de base de datos hace aproximadamente 4 años con la participación de GEIPI, y ahora tiene la oportunidad de lograr avances significativos. GEIPI planea utilizar la transferencia tecnológica de este proyecto con el fin de avanzar en el establecimiento de una base de datos, nombrando a una persona especializada para el efecto, a cargo de una de las computadoras donadas por este proyecto.

### (4) Mecanismo para compartir la información

Si se establece la base de datos mencionada en (3), se facilitaría grandemente compartir la información con otras instituciones relacionadas.

# 1 Estudio hidrogeológico - Metodología del análisis de modelo de agua subterránea

Este estudio hidrogeológico - análisis de modelo de agua subterránea fue realizado siguiendo el flujo indicado en Figura 1.

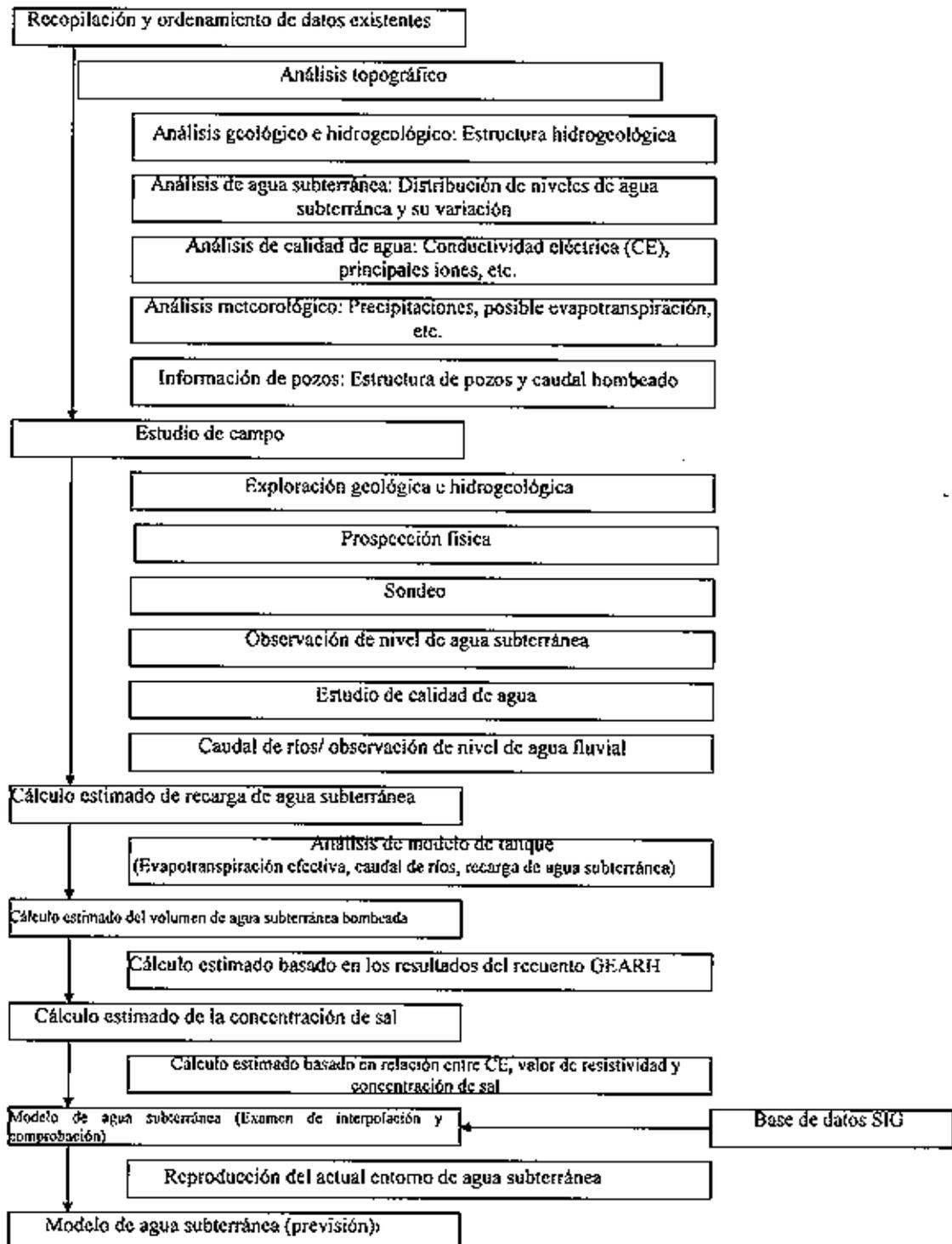


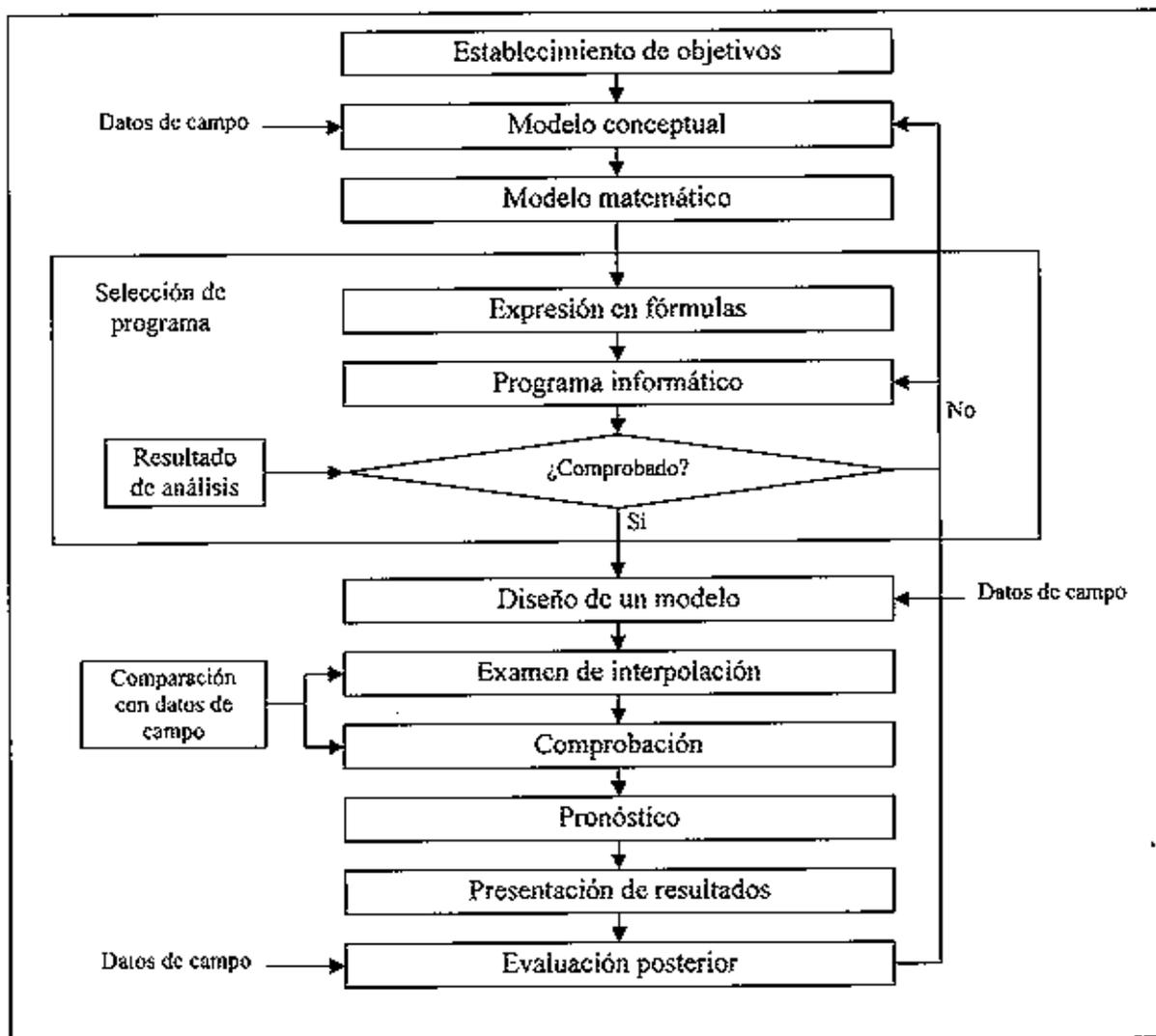
Figura 1: Flujo del estudio

## 2 Resumen del modelo de agua subterránea

### 2.1 Proceso de elaboración de modelo y códigos utilizados

El modelo de agua subterránea se elaboró según el proceso indicado en Figura 2.

En el presente estudio y análisis se seleccionaron códigos de MODFLOW y de SEAWAT para el análisis de movimiento de agua subterránea y traslado de sustancias y se llevó a cabo una capacitación sobre análisis de EFM con códigos FEFLOW.



(Fuente: Modelo de agua subterránea, p.6, traducción supervisada por Katsuyuki Fujinawa)

Figura 2: Proceso de elaboración de modelo de agua subterránea

### 2.2 Datos utilizados

La siguiente tabla presenta los ítems necesarios para establecer un modelo de agua subterránea y los datos utilizados en el presente proyecto.

Tabla 1: Datos utilizados en el modelo de agua subterránea

Item	Datos utilizados
Estructura hidrogeológica	Al tiempo que se ordenaban los datos de gráficas prismáticas de columnas proporcionados por GEIPI, se analizó la estructura hidrogeológica utilizando datos geológicos e hidrogeológicos y de prospección física existentes. Posteriormente se corrigió este modelo ajustándolo a los resultados de prospección física y sondeo.
Constantes hidrogeológicas	Para los valores iniciales de las constantes hidrogeológicas (coeficiente de permeabilidad y coeficiente de almacenamiento) se adoptaron valores generales estimados de las características de estratos de cada capa acuífera.
Volumen de recarga de agua subterránea	Según el análisis del modelo de tanque, se estimaron estimados volúmenes de recarga de agua subterránea en los 36 años desde 1973 hasta 2008. Los datos utilizados en el modelo de tanque son los siguientes:
Meteorología (precipitaciones y temperatura)	Precipitaciones: Se adoptaron como datos a ingresar las precipitaciones medias mensuales de 1973 a 2008 en 23 puntos de observación pluvial ubicados en el distrito Sofa. Temperatura: Se adoptaron como datos a ingresar las temperaturas medias mensuales de 1973 a 2008 en "CAMAGÜEY AEROPUERTO".
Datos de comprobación	Se adoptaron como datos de comprobación los datos de la observación de nivel de agua subterránea de pozos no confinados.
Volumen de agua subterránea bombeado	Una vez ordenados los datos de GEARH, se prepararon los datos a ingresar para el modelo.
Carga hidráulica inicial	Se hizo un cálculo cuasi-estacionario basado en los niveles de agua subterránea medidos, se comprobó el valor de una distribución estable de niveles de agua y se adoptó como carga hidráulica inicial en el comienzo de cálculo no estacionario.
Concentración de sal	Se estimó una distribución de concentraciones de sal a partir de relaciones entre CE y valores de resistividad.
Datos de comprobación del modelo	Se adoptaron como datos de comprobación los datos de observación de agua subterránea proporcionados por GEIPI.

### 3 Estructura de modelo

#### 3.1 Alcance del análisis y tamaño de la retícula (conjunto de cuadrículas)

Las cuadrículas planas del modelo tridimensional, tal como se indica en Figura 3, se definieron de manera que cubrieran el río Máximo que baja por el lado oriental del área objeto, el río Jigüey que desciende por el lado occidental, y la zona de colinas al norte (Dirección X: 804.500 – 860.000, Dirección Y: 195.500 – 235.500). Cada cuadrícula tiene tamaño plano de 500m x 500m (Dirección X: 111 cuadrículas, y Dirección Y: 80 cuadrículas).

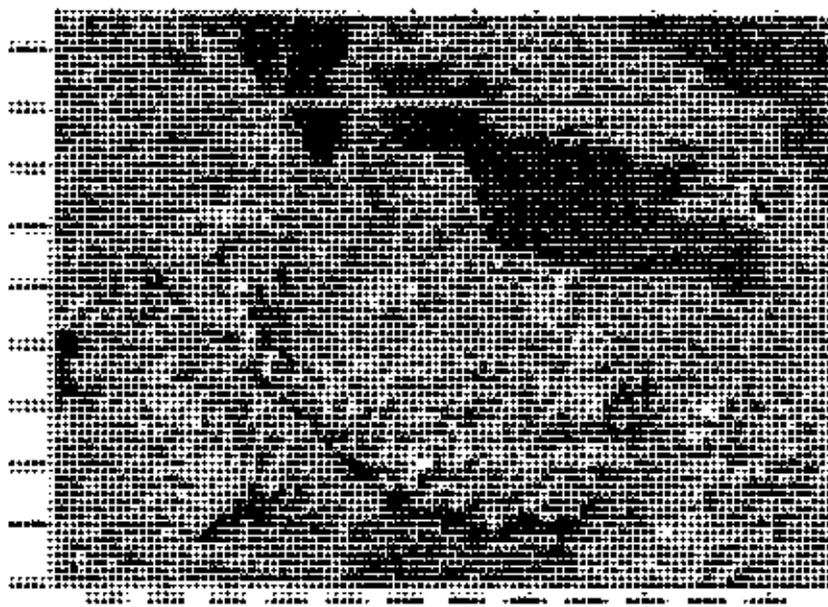


Figura 3: Alcance del análisis de modelo de agua subterránea

### 3.2 Estructura seccional

La estructura seccional del modelo tridimensional se desglosa en 25 estratos para que pueda plasmarse en relieve la penetración del agua salina en dirección hacia las zonas más profundas, para lo cual se ha dado a cada estrato un espesor de 200m. La altitud de la parte más alta del modelo es de 200m y la más baja, -300m (Figura 4).

LAYER	Elev.(m)
1	200
2	180
3	160
4	140
5	120
6	100
7	80
8	60
9	40
10	20
11	0
12	-20
13	-40
14	-60
15	-80
16	-100
17	-120
18	-140
19	-160
20	-180
21	-200
22	-220
23	-240
24	-260
25	-280
	-300

Figura 4: Estructura seccional del modelo tridimensional

### 3.3 Estructura de relieve del modelo tridimensional

De acuerdo con la constitución del modelo tridimensional arriba mencionado, se estableció una estructura de relieve tridimensional del modelo teniendo en cuenta las altitudes topográficas y la distribución de elementos hidrogeológicos (elementos de capa acuífera) en el área de modelo (Figura 5).

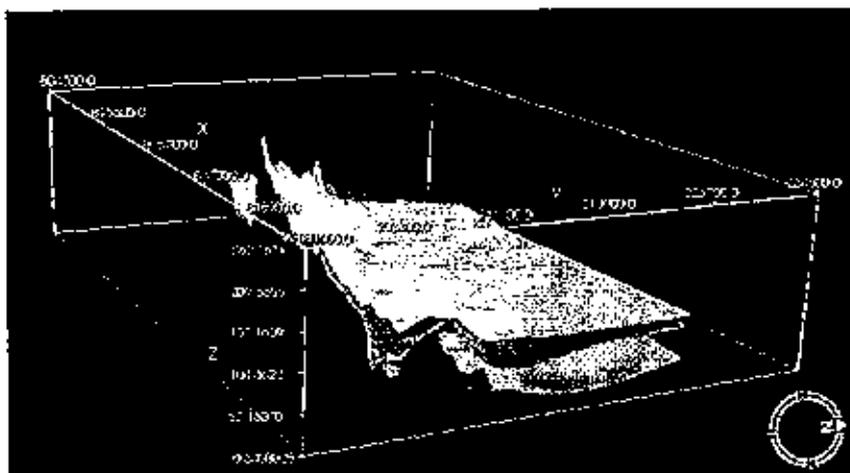


Figura 5: Distribución de elementos de capas acuíferas (Capa acuífera A - F)

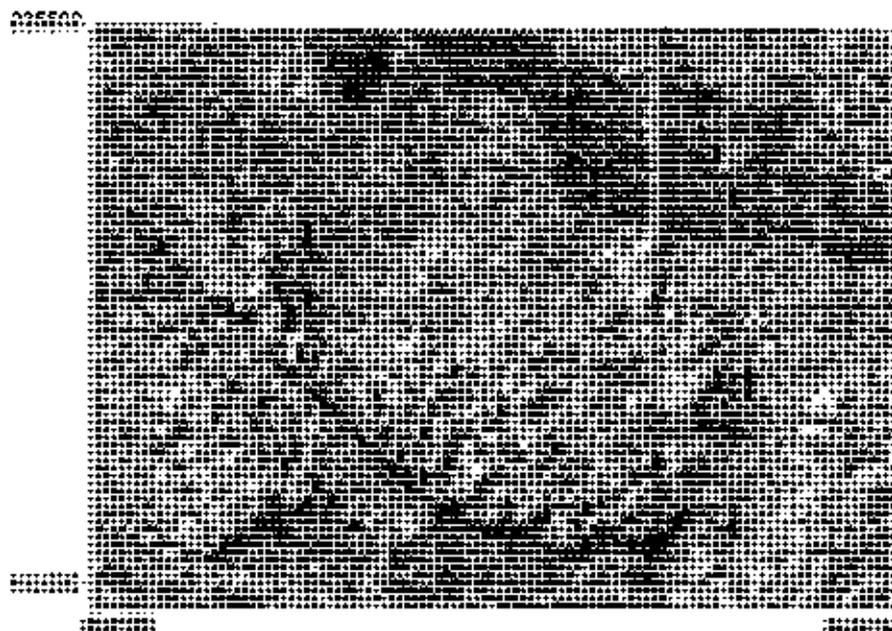


Figura 6: Cuadrículas planas del modelo de agua subterránea



Figura 7: Ejemplo de estructura de modelo vertical en dirección X (Filas =38)

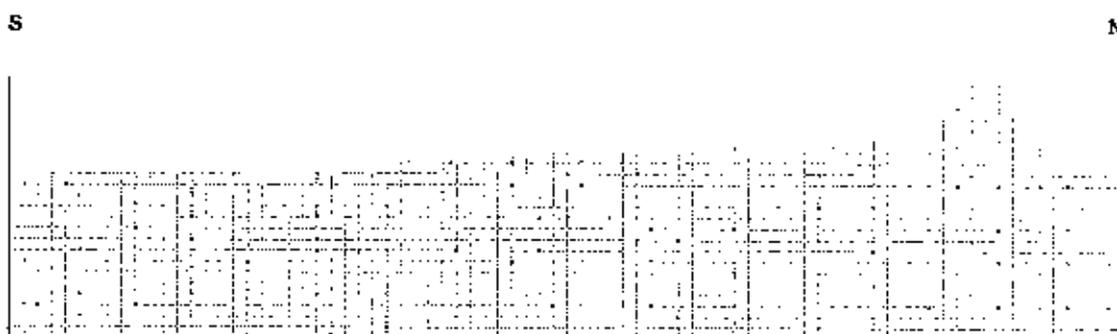


Figura 8: Ejemplo de estructura de modelo vertical en dirección Y (Columnas =78)

### 3.4 Parámetros del modelo

Para los valores iniciales de las constantes hidrogeológicas del modelo se adoptaron valores generales estimados de las características de estratos de cada capa acuífera, indicadas en Tabla 2. Seguidamente se calcularon las constantes hidrogeológicas de cada cuadrícula según la estructura hidrogeológica y se ingresaron en el modelo. Además, se modificaron parámetros para que pudieran reproducir niveles de agua subterránea reales en el cálculo de comprobación.

Tabla 2: Valores iniciales de constantes hidrogeológicas por elemento de capa acuífera

Elemento de capa acuífera	A	B	C	D	E	F
No. de capa acuífera	1	2	3	4	5	6
Características de estrato	Arcilla y arena	Arena y grava	Marga (Marga y arcilla)	Roca calcárea y arcilla	Roca calcárea (tipo detritico)	Roca calcárea (básicamente masiva)
Coefficiente de permeabilidad en dirección horizontal (HIC) (m/día)	0,1	1000	0,001	0,005	100	10
Coefficiente de permeabilidad en dirección vertical (VHIC) (m/día)	0,05	500	0,0005	0,0025	50	5
Tasa de almacenamiento (S)	0,01	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
Tasa de almacenamiento específico (SS)	0,001	0,00005	0,00001	0,00001	0,000005	0,00001
Tasa de productividad específica (Sy)	0,15	0,3	0,1	0,1	0,2	0,14
Tasa de porosidad efectiva (EP)	0,15	0,3	0,1	0,1	0,2	0,14

*Handwritten signature*  
SK

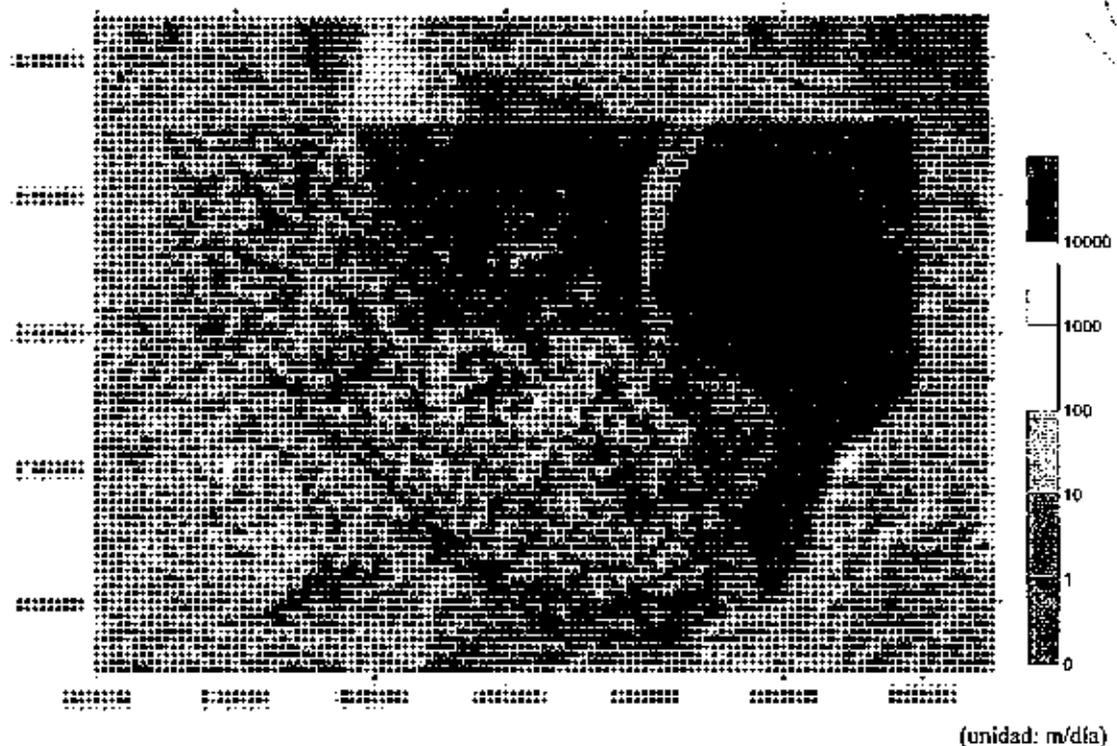


Figura 9: Ejemplo de distribución de coeficientes de permeabilidad en dirección horizontal (Estrato no.11)

### 3.5 Cálculo estimado de volumen de recarga de agua subterránea

Como método de cálculo estimado de volumen de recarga de agua subterránea, que es uno de los datos necesarios para calcular un modelo de agua subterránea, se adoptó el método de análisis de escurrimiento con el modelo de tanque. Como datos a ingresar en el modelo de tanque, son necesarios los datos de precipitaciones y evapotranspiraciones.

#### a. Datos de precipitaciones y temperatura

Los datos utilizados en el análisis de modelo de tanque son los siguientes.

- Precipitaciones: Precipitaciones medias mensuales de 1973 a 2008 en 23 puntos de observación pluvial ubicados en el distrito Sola
- Temperatura: Temperaturas medias mensuales de 1973 a 2008 en "CAMAGÜEY AEROPUERTO"

#### b. Cálculo estimado de posible volumen de evapotranspiración

En el presente proyecto se estimó un posible volumen de evapotranspiración con el uso del método Thornthwaite. Este método se aplica ampliamente en los sectores de meteorología e hidrología y es una fórmula empírica que tiene como variables la temperatura y las horas de sol.

#### c. Resultados del cálculo estimado de volumen de recarga de agua subterránea

Los parámetros del modelo de tanque fueron identificados comparando la fluctuación del nivel de agua subterránea con la del nivel de agua calculado en el pozo piloto, No.1053, (Figura 10). Este pozo tiene poca profundidad, por lo que aparentemente se está midiendo el nivel de agua subterránea no confinada, y existe para ello relativamente buena cantidad de datos de observación. Con el uso del modelo cuyos parámetros están identificados, se hizo el cálculo estimado de la evapotranspiración real y del volumen de recarga de agua subterránea. Debido a que para el cálculo de modelo de agua subterránea se utiliza una unidad mensual, el volumen de evapotranspiración se calcula también mensualmente.

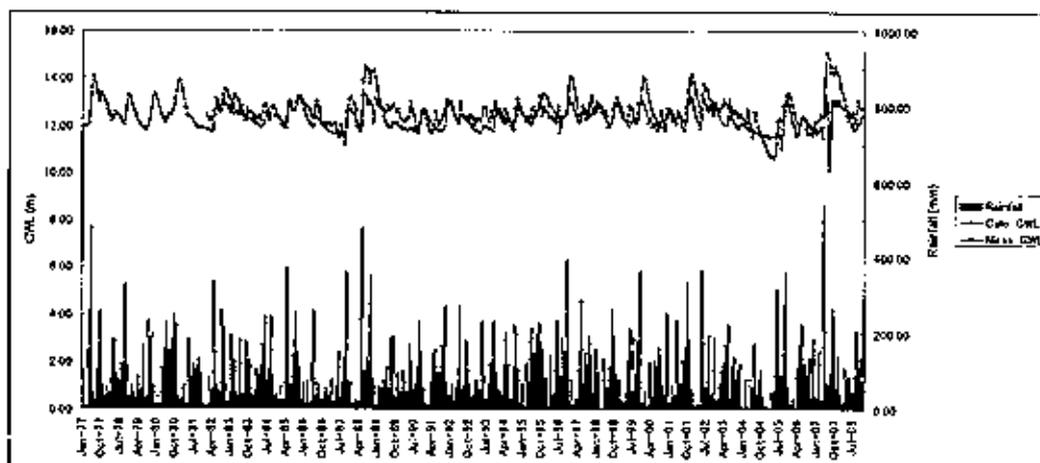


Figura 10: Resultados de la comprobación del análisis de modelo de tanque

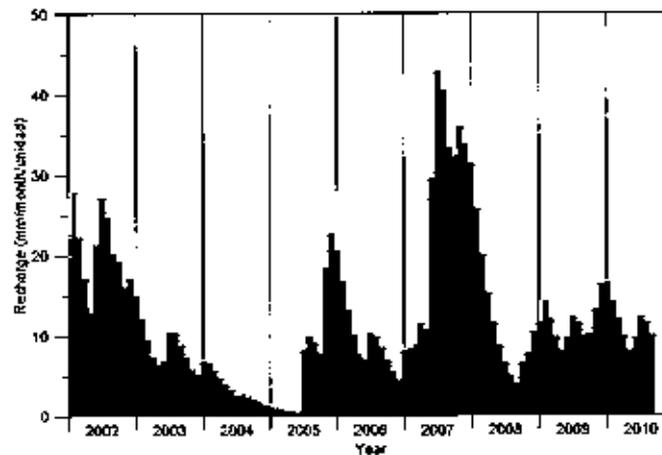


Figura 11: Resultados del cálculo estimado de volumen de recarga de agua subterránea (2002-2010)

### 3.6 Cálculo estimado de volumen de agua subterránea bombeado

El volumen de agua subterránea bombeado en el distrito Sola se estimó sumando y ordenando por mes y por cuadrícula los datos del volumen bombeado de cada instalación de bombeo de enero de 2002 a agosto de 2010, proporcionados por GEARH.

Handwritten signature and initials "SK".

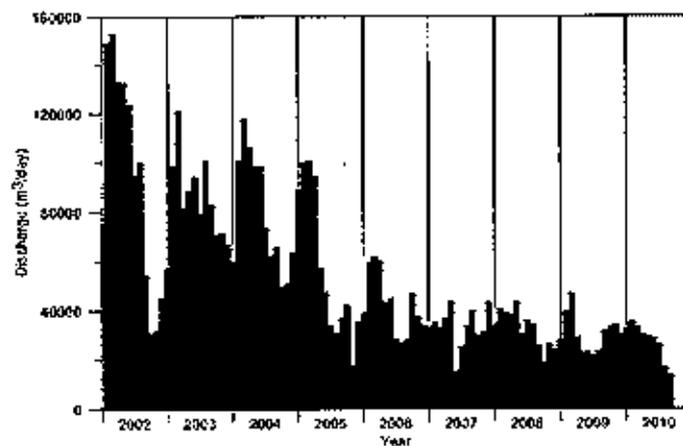


Figura 12: Volumen mensual de bombeo de agua subterránea en el área analizada (distrito Sola) (2002-2010)

### 3.7 Carga hidráulica inicial

Para el nivel de agua inicial ingresado en el modelo se hizo un cálculo cuasi-estacionario basado en los niveles de agua subterránea medidos, mencionados en el capítulo anterior, se comprobó el valor de una distribución estable de niveles de agua, y se adoptó como carga hidráulica inicial en el comienzo de cálculo no estacionario.

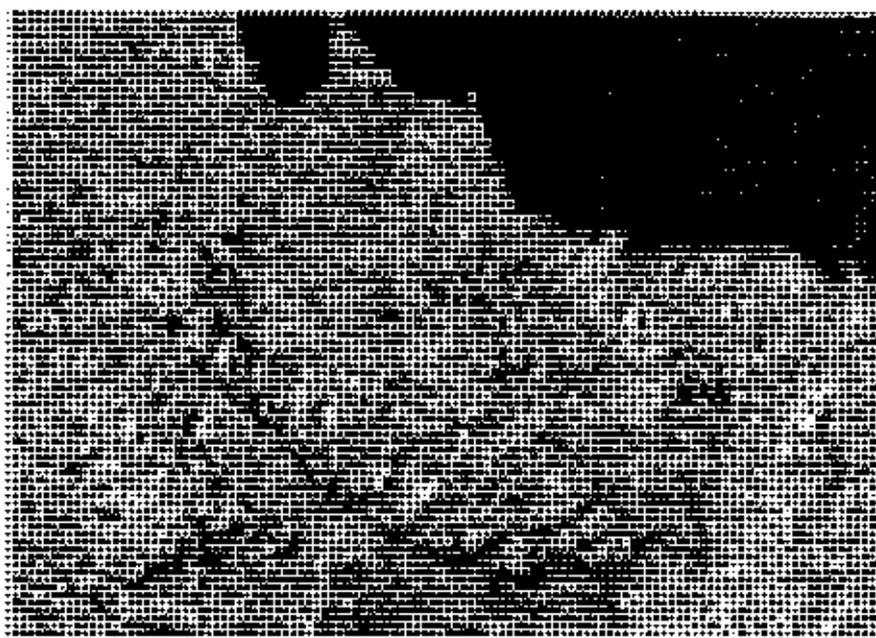


Figura 13: Ejemplo de carga hidráulica inicial (Estrato No.11)

### 3.8 Distribución de concentraciones de sal

Se hizo cálculo estimado de una distribución inicial de concentraciones de sal a ingresar en el modelo de agua subterránea, según el siguiente procedimiento.

- Paso 1: Cuantificación de la distribución de resistividades basada en los resultados de la prospección electromagnética mencionada en el capítulo anterior.
- Paso 2: Por lo general, existe la siguiente relación entre la conductividad eléctrica (CE) y la concentración de sal.
  - ◆  $4.000 \text{ mS/m} = 35.000 \text{ ppm (mg/kg)}$
  - ◆  $1 \text{ mS/m} = 10 \text{ } \mu\text{S/cm} = 8,75 \text{ mg/kg} = 0,00875 \text{ g/kg}$
- Paso 3: Entre la conductividad eléctrica (CE) y la resistividad medidas en el distrito Sola se observa la siguiente relación.
  - ◆  $\text{CE} = \text{pow}(\text{Resis}, -0,5922685154) * 2339,419888$  (CE: mS/m, Resistividad: ohm-m)
- Paso 4: A partir de los pasos 2 y 3, se establece la siguiente relación.
  - ◆  $\text{Salinidad} = \text{pow}(\text{Resistividad} - 0,5922685154) * 2339,419888 * 8,75$   
(Salinidad: ppm, Resistividad: ohm-m)
- Paso 5: A partir de la distribución de resistividades cuantificada en paso 1 y la fórmula de paso 4, se estima la concentración de sal a ingresar en el modelo de agua subterránea.

Handwritten signature and initials: *[Signature]*  
JK

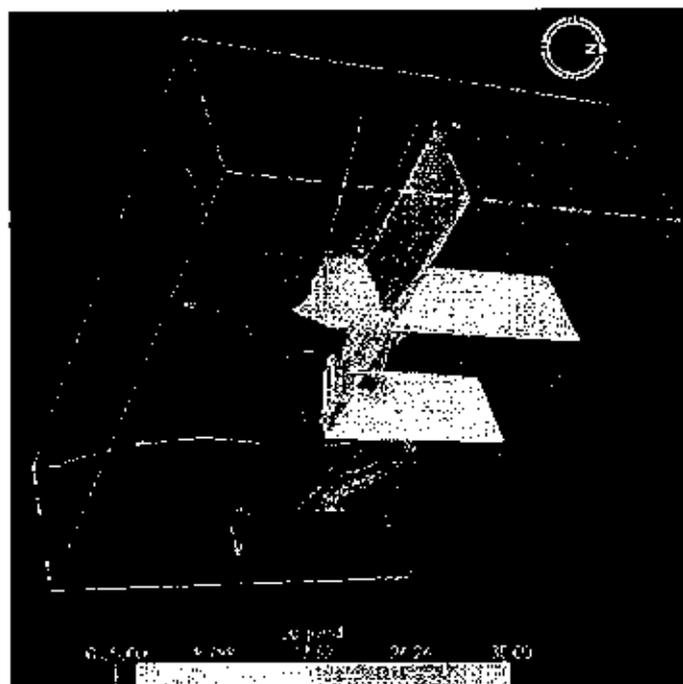


Figura 14: Ejemplo de cálculo estimado de distribución inicial de concentraciones de sal

### 3.9 Examen de interpolación

Una vez ingresadas en cada una de las cuadrículas la carga hidráulica inicial y la concentración de sal inicial arriba mencionadas, junto con el volumen de recarga de agua subterránea y el volumen bombeado entre enero de 2002 y agosto de 2010 (104 meses), se hizo un cálculo de comprobación utilizando MODFLOW-96. La unidad del cálculo es mensual (104 pasos) y el modelo fue comprobado comparando la variación del nivel de agua subterránea observado en pozos piloto y la variación del nivel de agua calculado. Figura 15 presenta un ejemplo de comprobación.

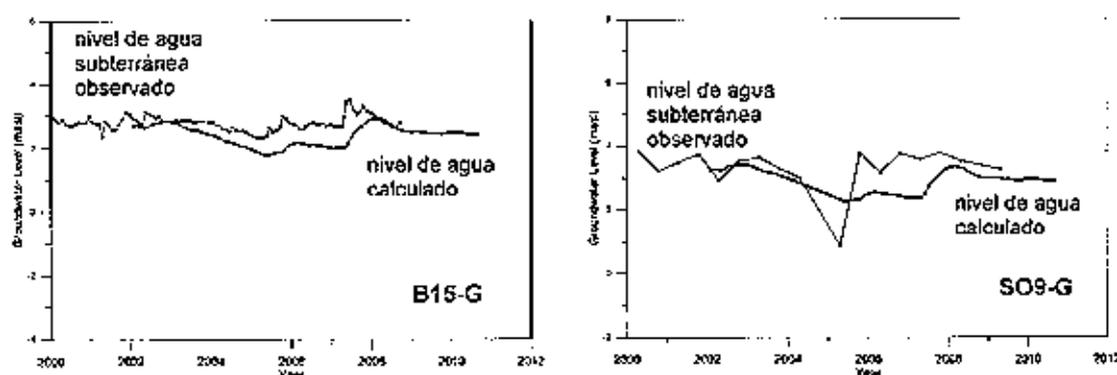


Figura 15: Ejemplo de comparación de la variación del nivel de agua subterránea medido con la variación de la carga hidráulica calculada (Cálculo según MODFLOW-96)

En el cálculo comprobante arriba mencionado, una vez que la carga hidráulica calculada haya reproducido el nivel de agua subterránea medido, se hizo un análisis del flujo de densidad utilizando SEAWAT bajo las mismas condiciones y fue reproducida la distribución de concentraciones de sal.

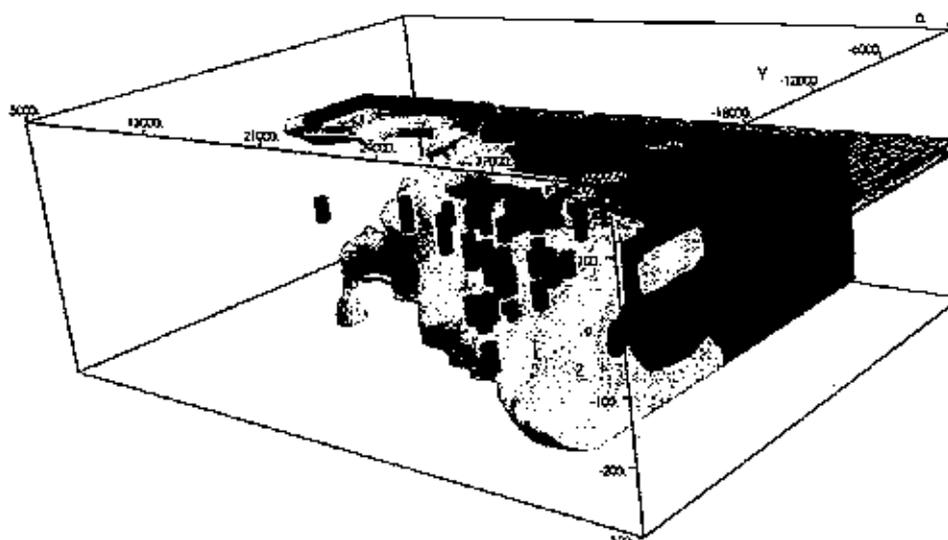


Figura 16: Ejemplo de distribución de concentraciones de sal reproducida con un examen de interpolación

## 4 Análisis y predicción

### 4.1 Escenario de análisis y predicción

En el análisis y predicción, tomando el volumen de recarga de agua subterránea y el volumen bombeado como factores variables, se hicieron cálculos para 6 casos con combinaciones de ambos factores, tal como se indica en Tabla 3. El periodo de la predicción es de 100 meses (100 pasos) entre septiembre de 2010 y diciembre de 2018. Los factores indicados en Tabla 3 se definen a continuación.

- Promedio del volumen de recarga de agua subterránea: El valor medio mensual de 8 años entre 2002 y 2009 se repite durante el periodo de predicción.
- Disminución del volumen de recarga de agua subterránea: Se establece que el volumen de recarga mensual de agua subterránea sea un 80% del valor medio arriba mencionado.
- Aumento del volumen de recarga de agua subterránea: Se establece que el volumen de recarga mensual de agua subterránea sea un 120% del valor medio arriba mencionado.
- Mantenimiento del actual volumen bombeado: El valor mensual del último año del periodo entre septiembre de 2009 y agosto de 2010 se repite durante el periodo de predicción
- Recuperación del volumen bombeado: Aunque el volumen bombeado va disminuyendo año tras año desde 2002 hasta 2009, dentro del periodo de predicción el escenario contempla que el volumen bombeado en 2018, último año del periodo de predicción, recuperará el nivel de 2002. Concretamente, se establece que volumen bombeado en 2011 = volumen bombeado en 2009, volumen bombeado en 2012 = volumen bombeado en 2008, volumen bombeado en 2013 = volumen bombeado en 2007, ..., volumen bombeado en 2018 = volumen bombeado en 2002.

Tabla 3: Escenario de análisis y predicción

	Mantenimiento del actual volumen bombeado	Recuperación del volumen bombeado
Promedio del volumen de recarga	Caso 1	Caso 2
Disminución del volumen de recarga	Caso 3	Caso 4
Aumento del volumen de recarga	Caso 5	Caso 6

#### 4.1.1 Análisis y predicción según MODFLOW-96

Los resultados del cálculo de predicción de la variación de nivel de agua subterránea con un análisis de escorrentía de agua subterránea utilizando MODFLOW-96 se presentan a continuación.

La Figura 17 indica un ejemplo de cálculo de la variación de la distribución de nivel de agua subterránea del estrato No.11 (principal estrato de toma de agua para pozos productores). Esta variación de nivel de agua subterránea representa la diferencia entre el nivel de agua subterránea en diciembre de 2018, última etapa del análisis y predicción, y el nivel de agua subterránea en diciembre de 2009, en pleno periodo de cálculo de comprobación. La Figura 18 presenta la variación de la distribución de nivel de agua subterránea del estrato No.17 (a -120 - -140m de altitud), donde se tiene la entrada de agua salina hacia la parte interior si se vuelve excesivo el volumen bombeado.

Figura 19 presenta la variación de nivel de agua subterránea en B15-G y SO9-G, dados como ejemplos de resultados de comprobación en la cláusula de examen de interpolación, bajo las condiciones de predicción de Tabla 3.



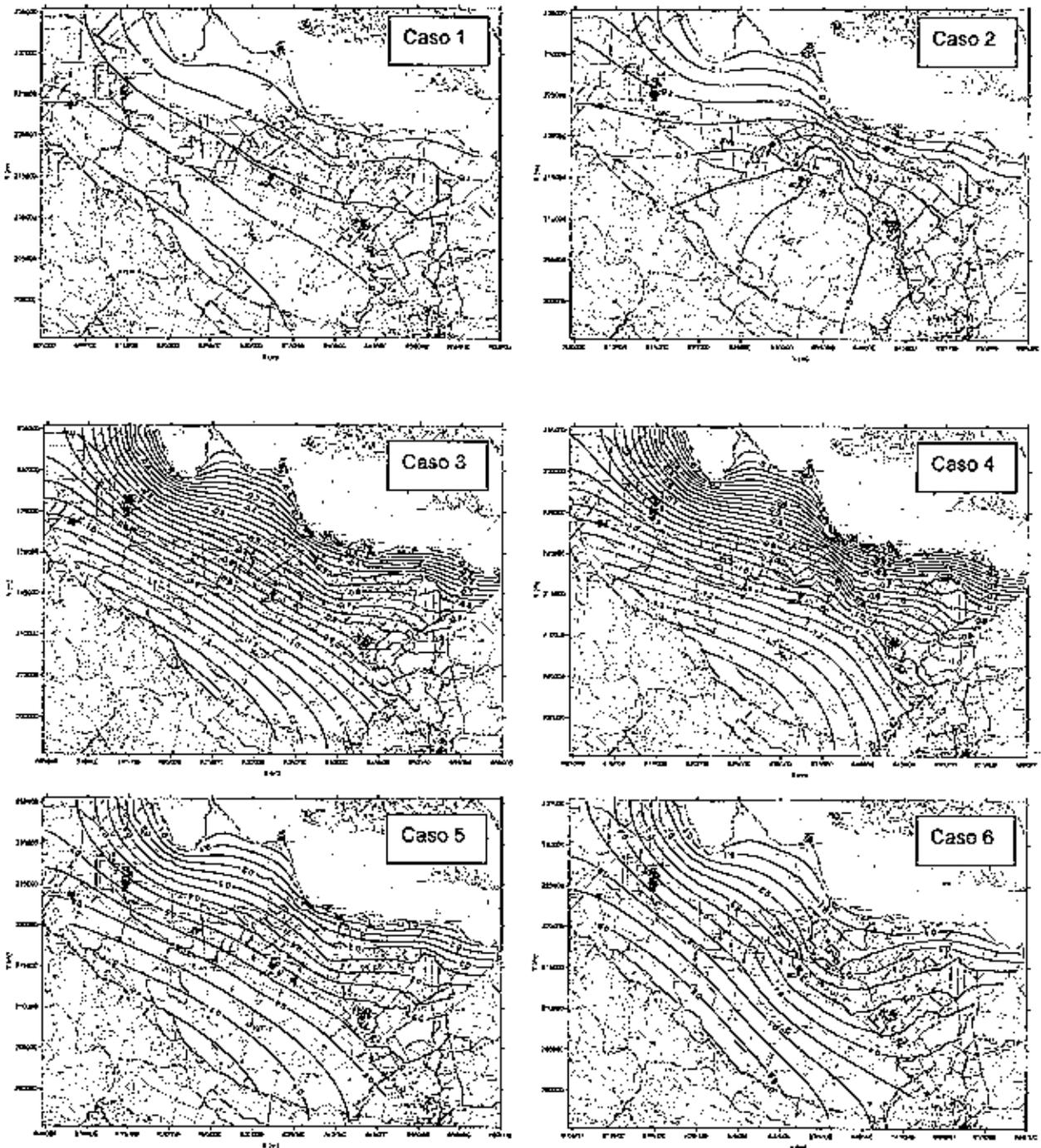


Figura 17: Ejemplo de la variación de la distribución de nivel de agua subterránea según el cálculo hecho utilizando MODFLOW-96 (Estrato No.11, comparación entre diciembre de 2018 y diciembre de 2009)

(unidad: m, Línea roja: bajada del nivel de agua subterránea, Línea negra: subida del nivel de agua subterránea)

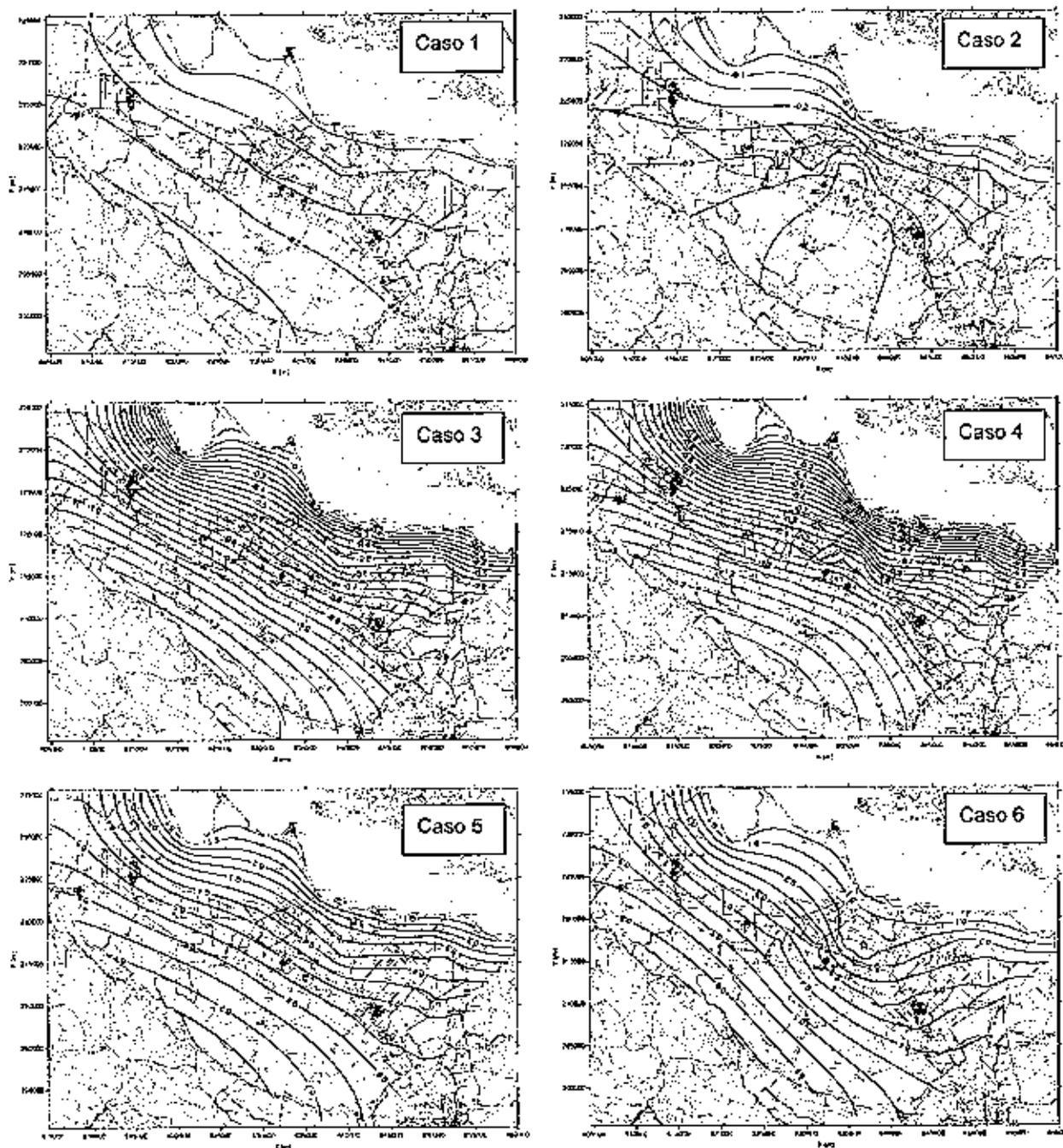


Figura 18: Ejemplo de la variación de la distribución de nivel de agua subterránea según el cálculo hecho utilizando MODFLOW-96 (Estrato No.17, comparación entre diciembre de 2018 y diciembre de 2009)

(unidad: m, Línea roja: bajada del nivel de agua subterránea, Línea negra: subida del nivel de agua subterránea)

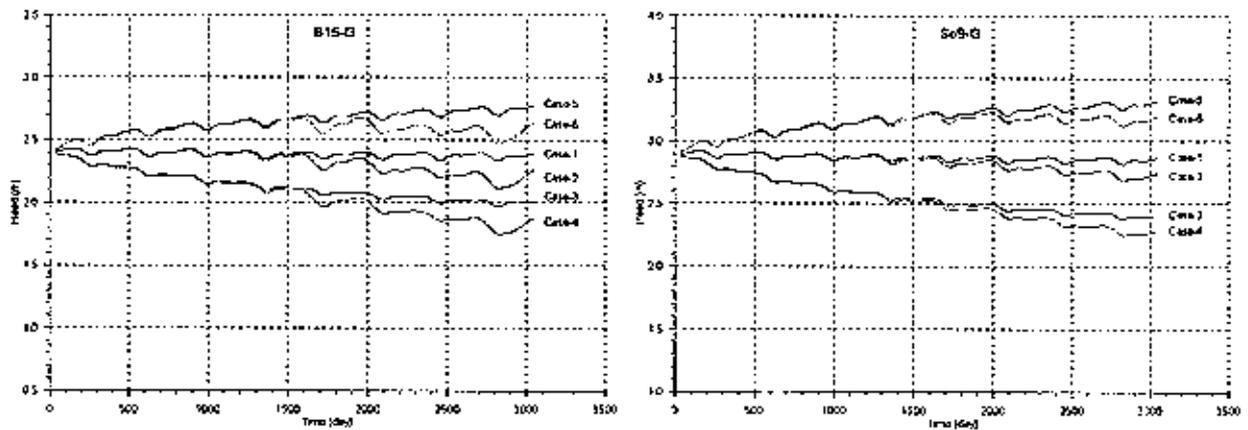


Figura 19. Ejemplo de la predicción de la variación del nivel de agua subterránea, basado en un escenario de predicción (Resultados del cálculo hecho utilizando MODFLOW-96)

#### 4.1.2 Análisis y predicción según SEAWAT

##### a. Nivel de agua subterránea

SEAWAT es un acoplamiento de modelo de movimiento de agua subterránea (MODFLOW) y modelo de transporte (MT3DMS). Mientras que MODFLOW, que es la base, hace cálculos de movimiento del flujo con una determinada densidad fija, SEAWAT los hace con una densidad variable, por lo que presenta niveles de agua subterránea distintos a los calculados con el mencionado MODFLOW-96. Según la experiencia hasta la fecha, el cálculo hecho con SEAWAT suele presentar mayor variación de nivel de agua subterránea en comparación con el de MODFLOW.

Las Figuras 20 y 21 presentan la distribución de nivel de agua subterránea del estrato No.11 y el No.17 en la última etapa del análisis y predicción (diciembre de 2018) de cada caso de predicción, indicado en la tabla 3. Asimismo, las Figuras 22 y 23 indican el nivel de agua subterránea en diciembre de 2018, última etapa del análisis y predicción, y la diferencia con el nivel de agua subterránea en diciembre de 2009, que corresponde al periodo del cálculo comprobante.

##### b. Distribución de agua salina

Al igual que la distribución del nivel de agua subterránea medido arriba mencionada, la distribución de concentración de sal en el estrato No.11 y el No.17 en la última etapa (diciembre de 2018) de cada caso de predicción, calculado con SEAWAT se presentan en las Figuras 24 y 25.

Las Figuras 26 y 27 muestran la concentración de sal en diciembre de 2018 y la diferencia con la concentración de sal en diciembre de 2009.

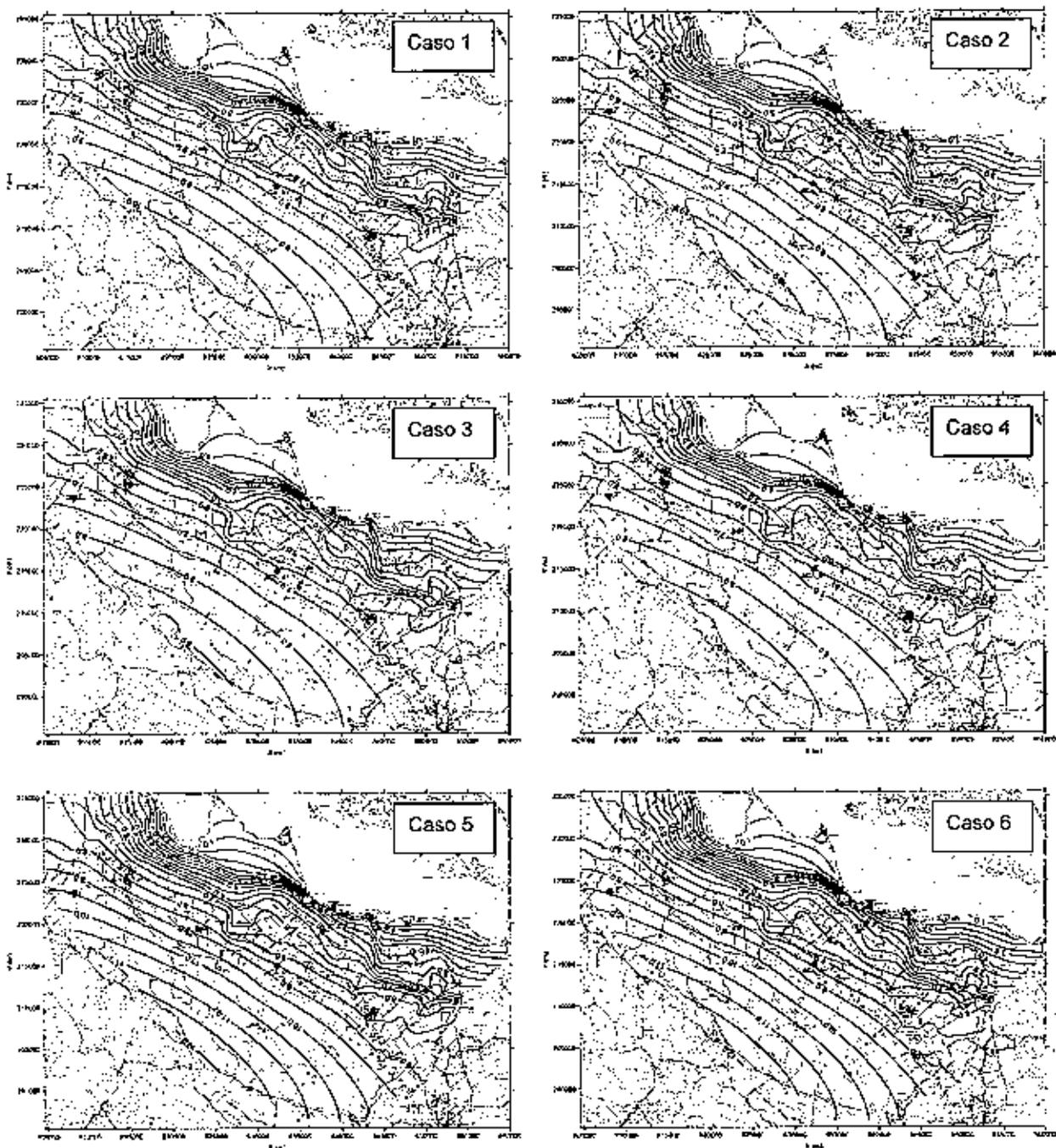


Figura 20: Ejemplo de la distribución de nivel de agua subterránea según el cálculo  
hecho utilizando SEAWAT

(Unidad: m de altitud)

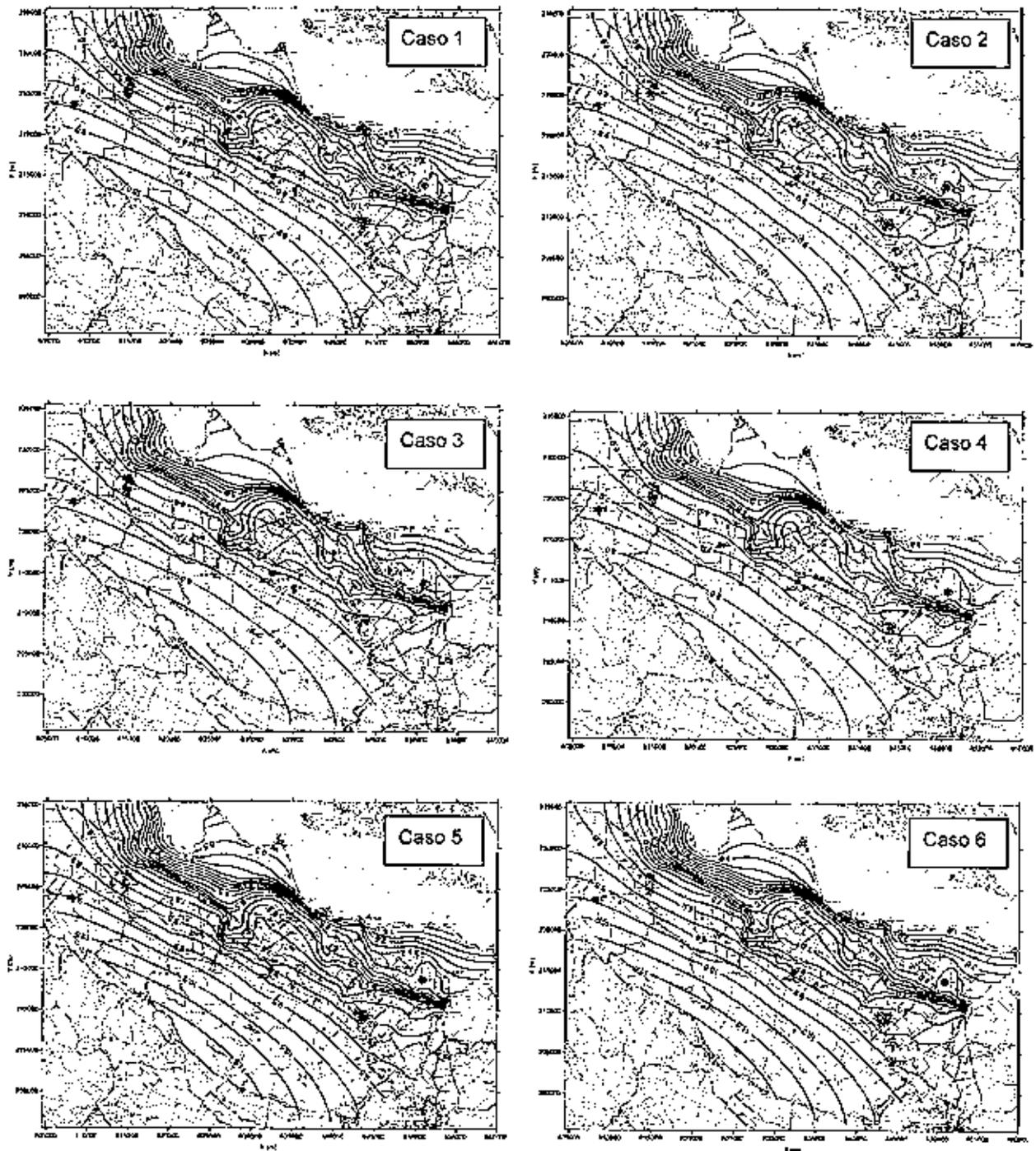


Figura 21: Ejemplo de la distribución de nivel de agua subterránea según el cálculo  
hecho utilizando SEAWAT (Estrato No.17, diciembre de 2018)

(Unidad: m de altitud)

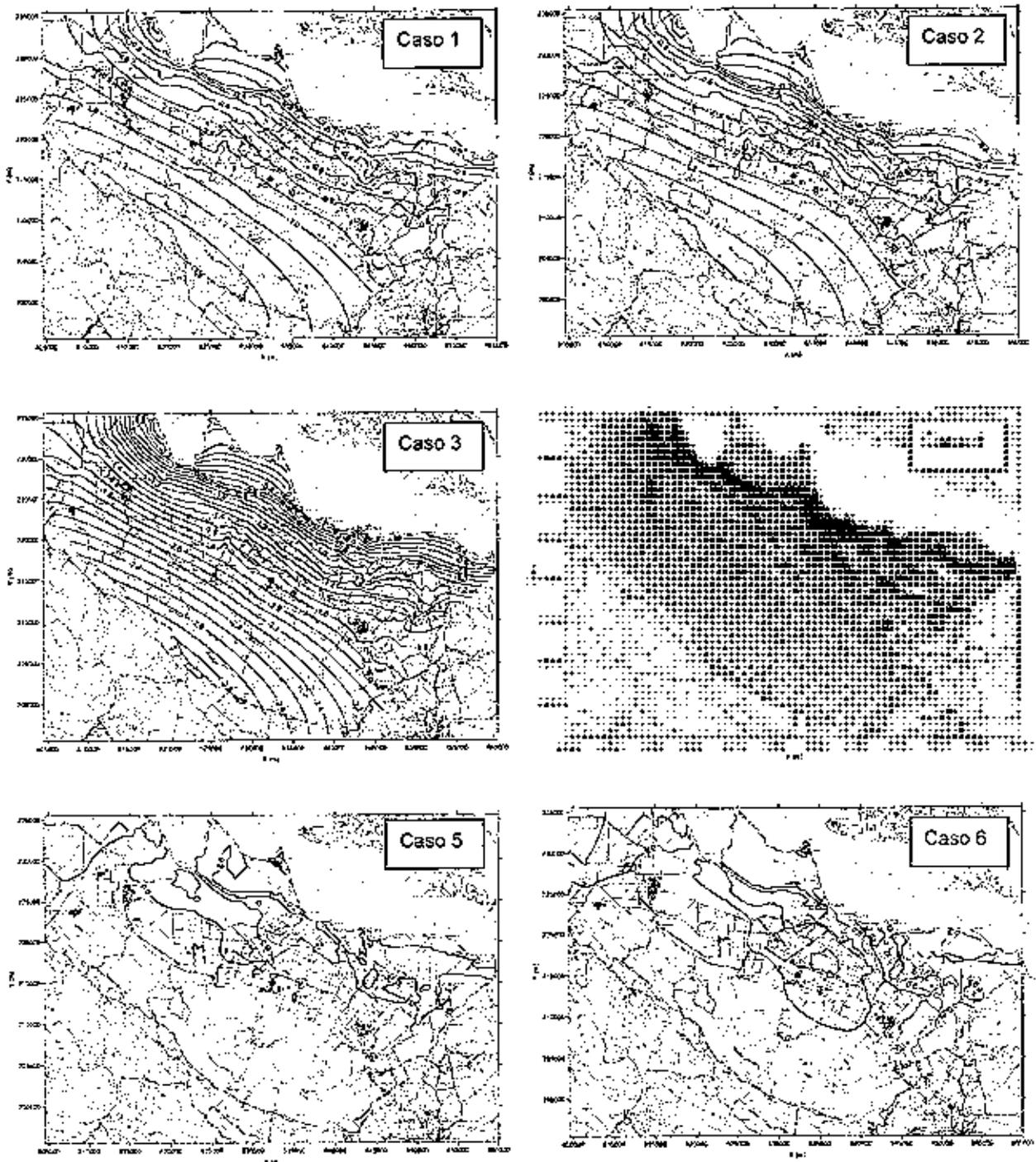


Figura 22: Ejemplo de la variación de la distribución de nivel de agua subterránea según el cálculo hecho utilizando SEAWAT (Estrato No.11: Comparación de diciembre de 2018 y diciembre de 2009)

(unidad: m, Línea roja: bajada del nivel de agua subterránea, Línea negra: subida del nivel de agua subterránea)

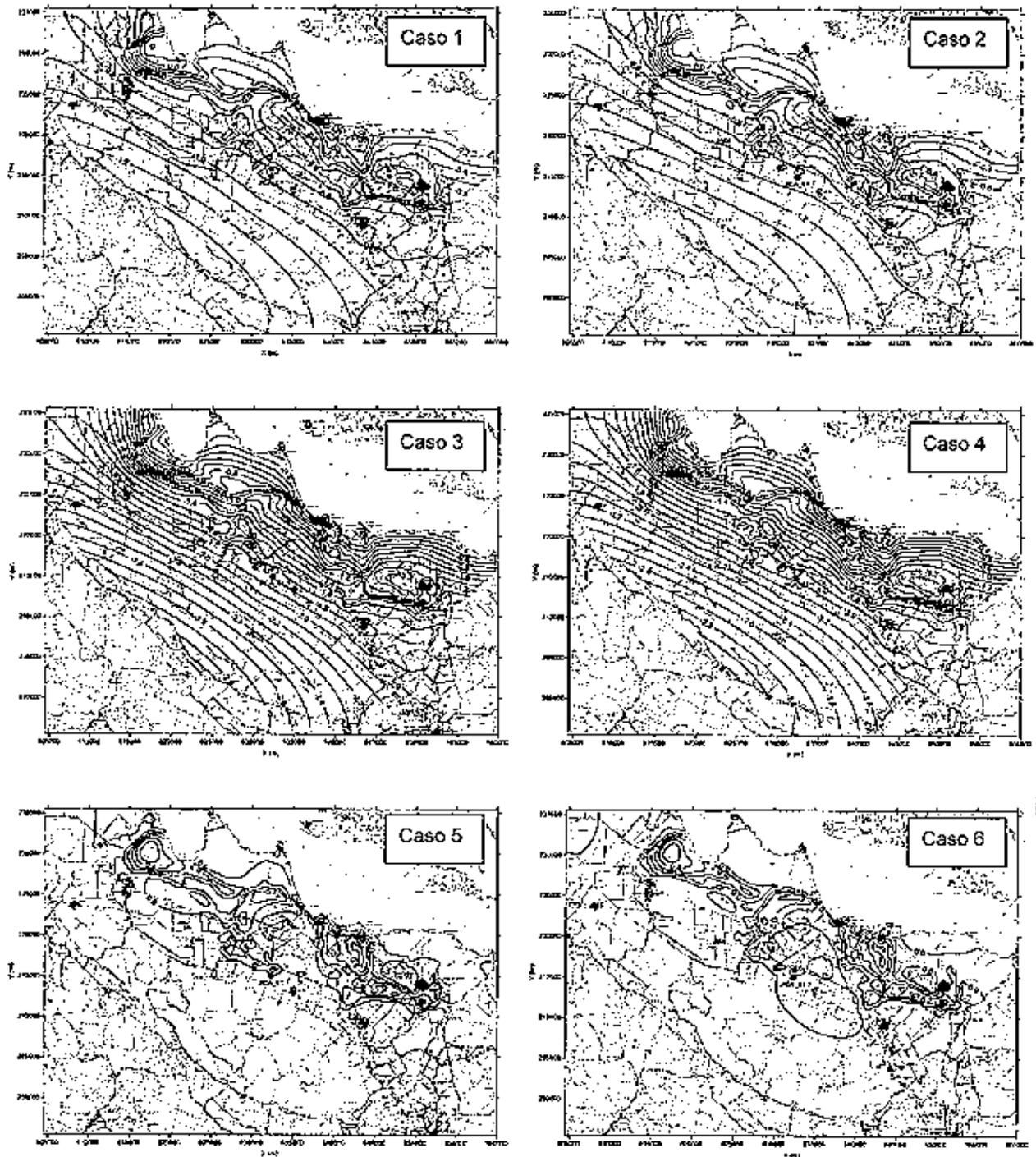


Figura 23: Ejemplo de la variación de la distribución de nivel de agua subterránea según el cálculo hecho utilizando SEAWAT (Estrato No.17: Comparación de diciembre de 2018 y diciembre de 2009)

(unidad: m, Línea roja: bajada del nivel de agua subterránea, Línea negra: subida del nivel de agua subterránea)

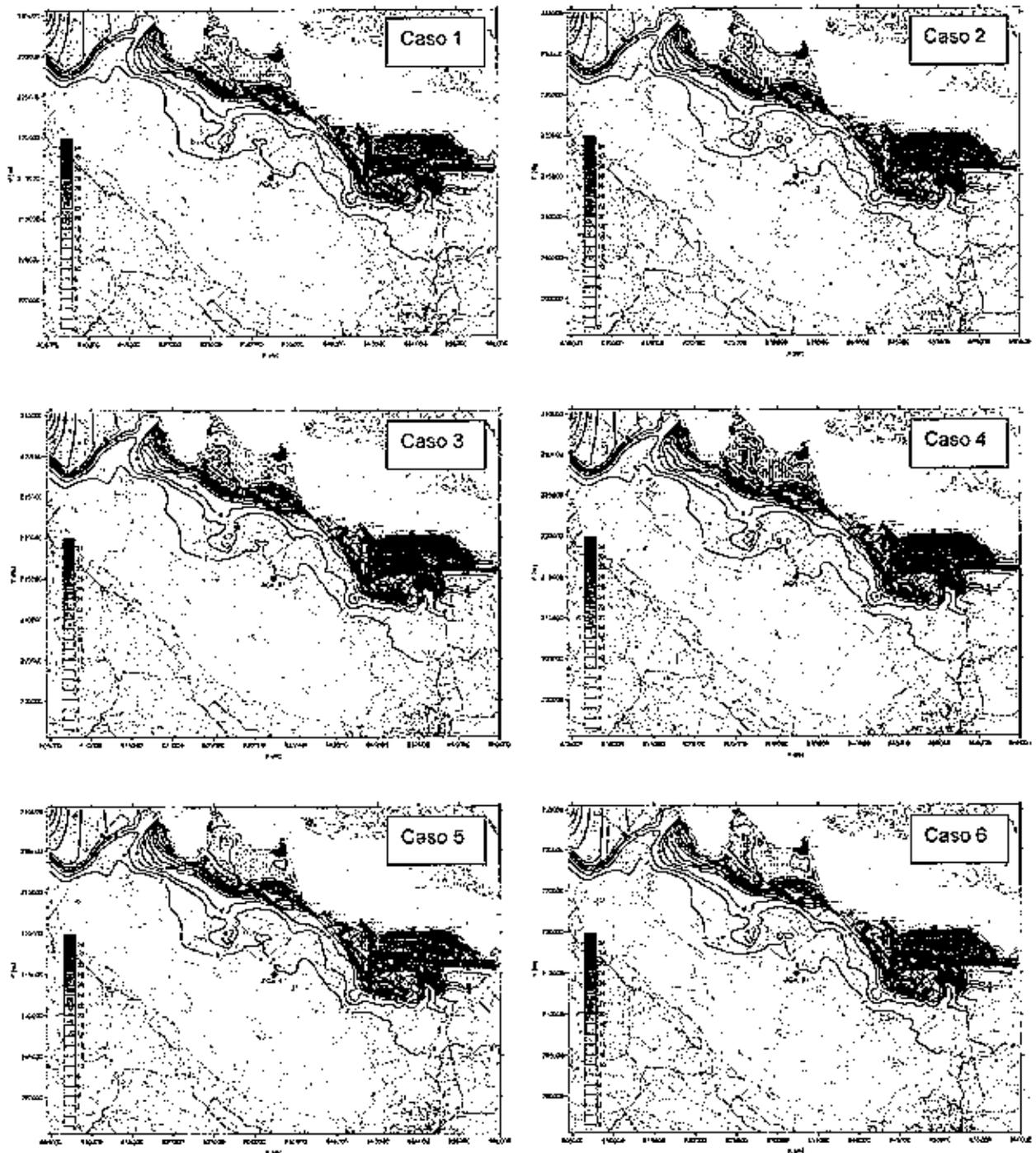


Figura 24: Ejemplo de la distribución de concentración de sal según el cálculo hecho  
utilizando SEAWAT (Estrato No.11: diciembre de 2018)

(Unidad:  $\text{kg/m}^3$ )

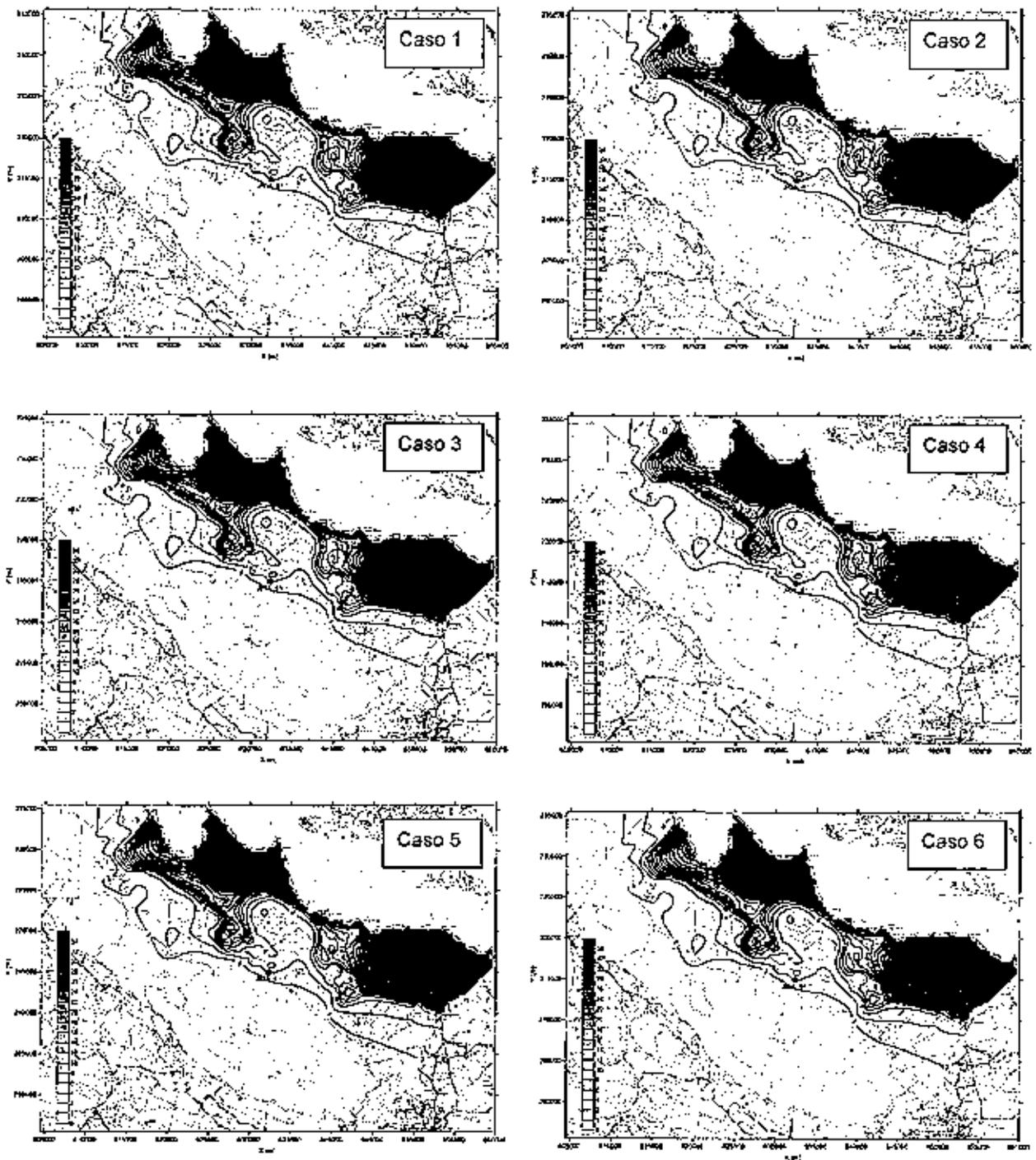


Figura 25: Ejemplo de la distribución de concentración de sal según el cálculo hecho  
utilizando SEAWAT (Estrato No.17: diciembre de 2018)

(Unidad:  $kg/m^3$ )

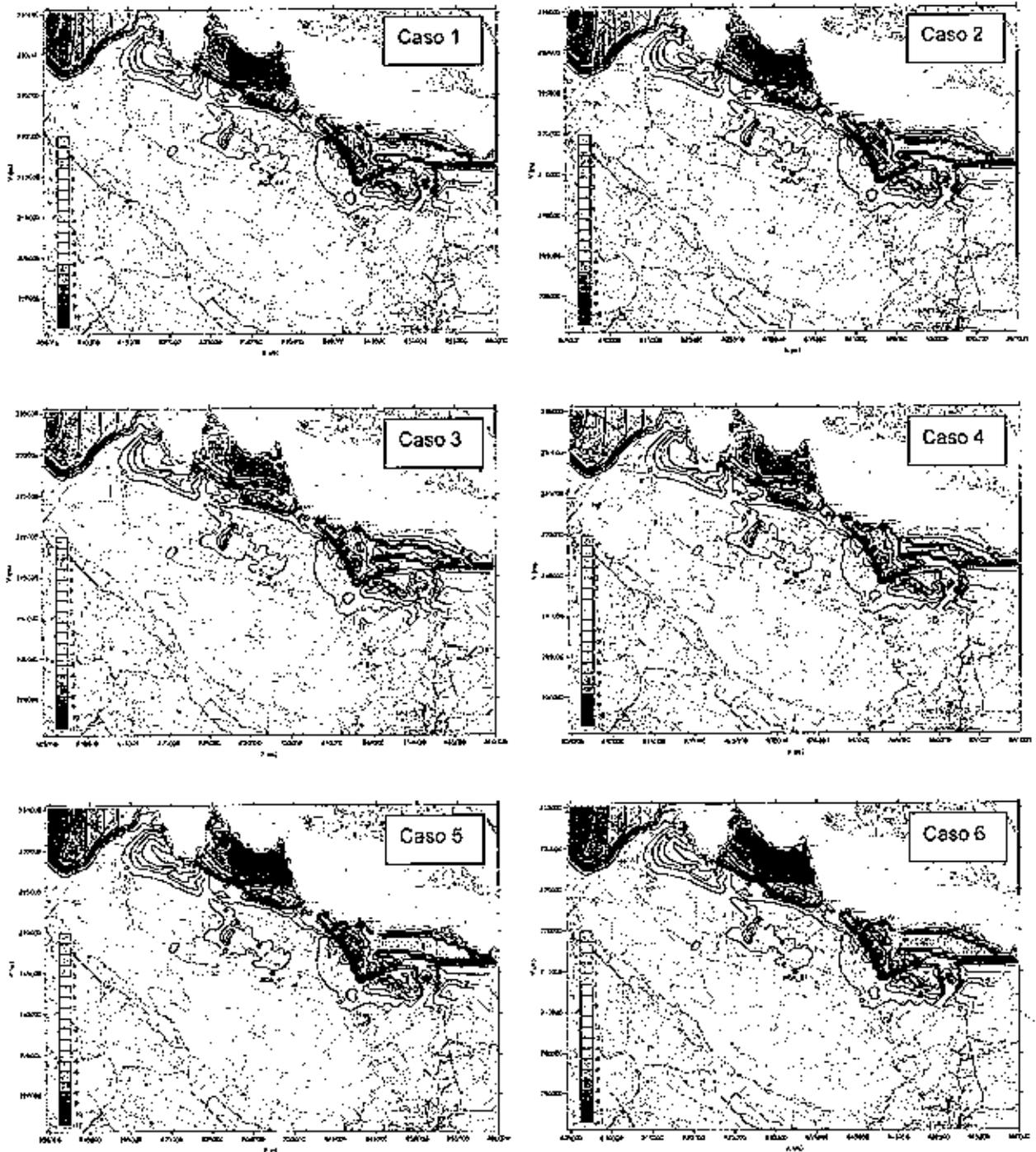


Figura 26: Ejemplo de la variación de la distribución de concentración de sal según el cálculo hecho utilizando SEAWAT (Estrato No. 11: Comparación de diciembre de 2018 y diciembre de 2009)

(Unidad:  $\text{kg/m}^3$ )

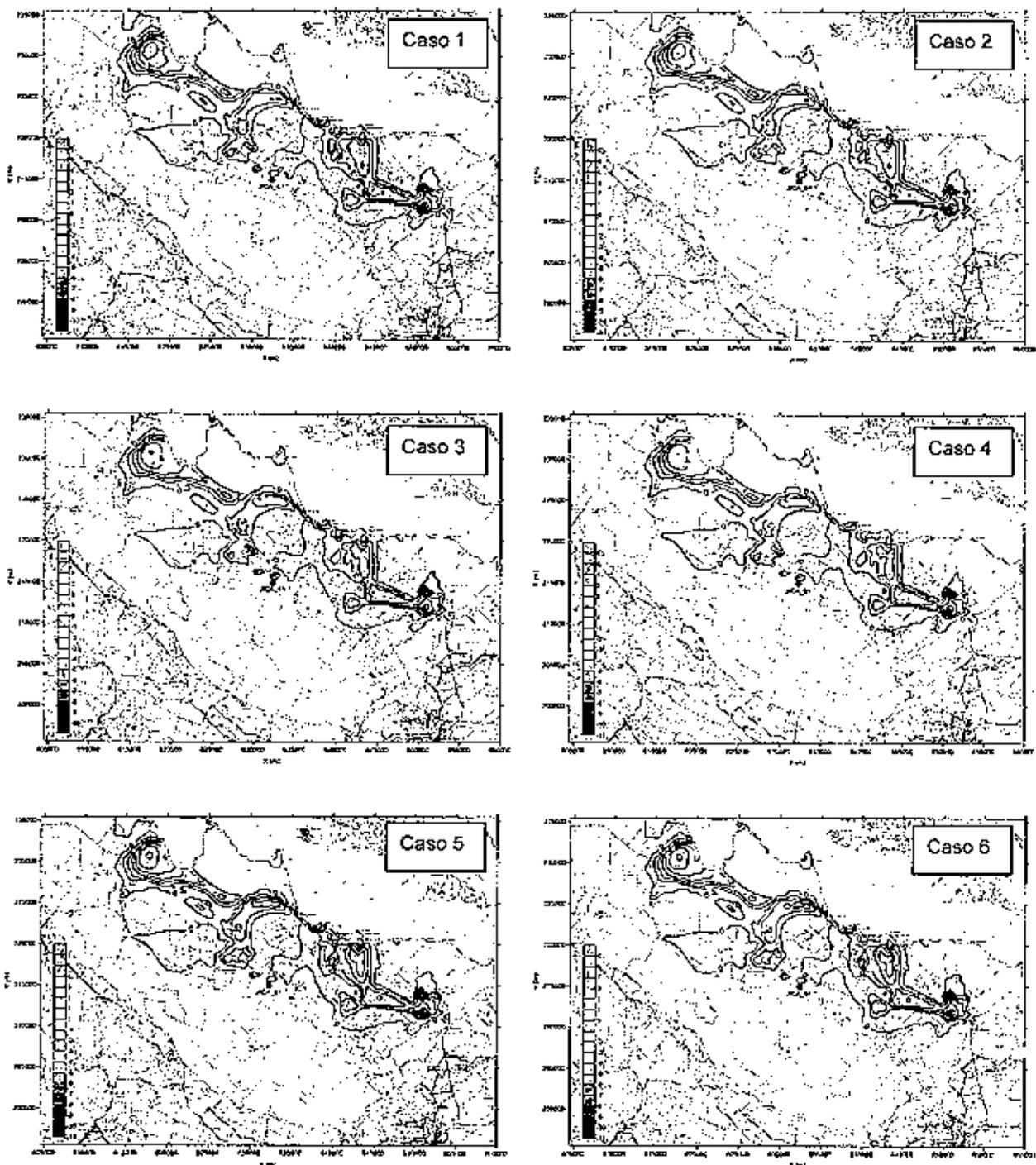


Figura 27: Ejemplo de la variación de la distribución de concentración de sal según el cálculo hecho utilizando SEAWAT (Estrato No.17: Comparación de diciembre de 2018 y diciembre de 2009)

(Unidad:  $\text{kg/m}^3$ )

#### 4.2 Escenario con un desarrollo de nuevas fuentes de agua

Actualmente el distrito Sola no cuenta con ningún plan concreto relacionado con el desarrollo de nuevas fuentes de agua (pozos).

En esta cláusula, suponiendo que se haga un bombeo en el lugar de la perforación de

JICA\_01, se indica un ejemplo de análisis y predicción en caso de desarrollarse nueva fuente de agua.

**a. Escenario de desarrollo de nueva fuente de agua 1**

JICA\_01 está ubicado a X: 832302.36 e Y: 214970.09, con una altitud del suelo de 44m aprox. Existe una capa acuífera principal a una profundidad de 60 a 75m. Por tanto, se supone que se extrae agua del estrato No.11 (altitud 0- -20m), y que el volumen bombeado serían 200 m<sup>3</sup>/hora x 7 horas (=1400 m<sup>3</sup>/día) de acuerdo con los resultados de la prueba de bombeo.

Se mantienen sin variaciones el resto de condiciones del caso 1 de la cláusula anterior. Es decir, se trata de un escenario en que el volumen bombeado de JICA\_01 se agrega al actual volumen bombeado sobre un volumen de recarga medio, y se ha hecho un cálculo de predicción en 100 meses (100 pasos) de septiembre de 2010 a diciembre de 2018.

**b. Escenario de desarrollo de nueva fuente de agua 2**

En la perforación de JICA\_01 no se identificó la entrada de agua salina, pero según los resultados de la prospección física, se supone una entrada de agua salina inmediatamente abajo. Por eso, se hace una predicción de la variación del nivel de agua y agua salina en caso de bombeo en el estrato No.17, el más inferior de JICA\_01.

En este escenario se varía sólo la profundidad de bombeo y las demás condiciones son las mismas que las del Escenario de desarrollo de nueva fuente de agua 1.

**4.2.2 Análisis y predicción según MODFLOW-96**

La Figura 28 presenta la variación del nivel de agua subterránea en el estrato No.11 (estrato de toma de agua para JICA\_01), y (a) indica la diferencia del nivel de agua subterránea entre la última etapa del Escenario de desarrollo de nueva fuente de agua 1 (diciembre de 2018) y el de diciembre de 2009, en medio del periodo del cálculo comprobante, y (b) indica la diferencia del nivel de agua subterránea entre el Escenario de desarrollo de nueva fuente de agua 1 y el caso mencionado en la cláusula anterior en diciembre de 2018. Asimismo la Figura 29 presenta la variación del nivel de agua subterránea en el estrato No.17.

La variación de nivel de agua subterránea en el Escenario de desarrollo de nueva fuente de agua 2, se muestra en las Figuras 30 y 31.

La diferencia del nivel de agua subterránea (valor máximo de la bajada del nivel de agua subterránea) entre el Escenario de desarrollo de nueva fuente de agua 1, el 2 y el caso de la cláusula anterior, se presenta en la siguiente tabla y se prevé que dichos escenarios no afectarían casi nada el nivel de agua subterránea de alrededor.

Tabla 4: Diferencia del nivel de agua subterránea (valor máximo de la bajada del nivel de agua subterránea) entre los Escenarios de desarrollo de nueva fuente de agua y el caso de la cláusula anterior

	Estrato No.11	Estrato No.17
Escenario de desarrollo de nueva fuente de agua 1	-4,2cm	-3,2cm
Escenario de desarrollo de nueva fuente de agua 2	-3,2cm	-4,4cm

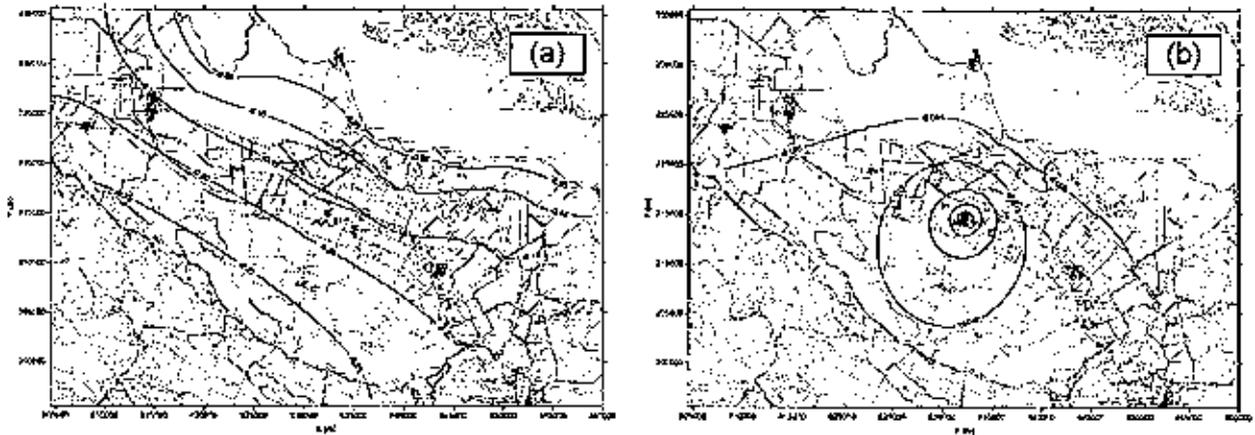


Figura 28: Ejemplo de análisis y predicción según MODFLOW-96 de la bajada del nivel de agua subterránea con el desarrollo de nueva fuente de agua (pozo) (Escenario de desarrollo de nueva fuente de agua 1, estrato No.11)

(unidad: m, Línea roja: bajada del nivel de agua subterránea, Línea negra: subida del nivel de agua subterránea)

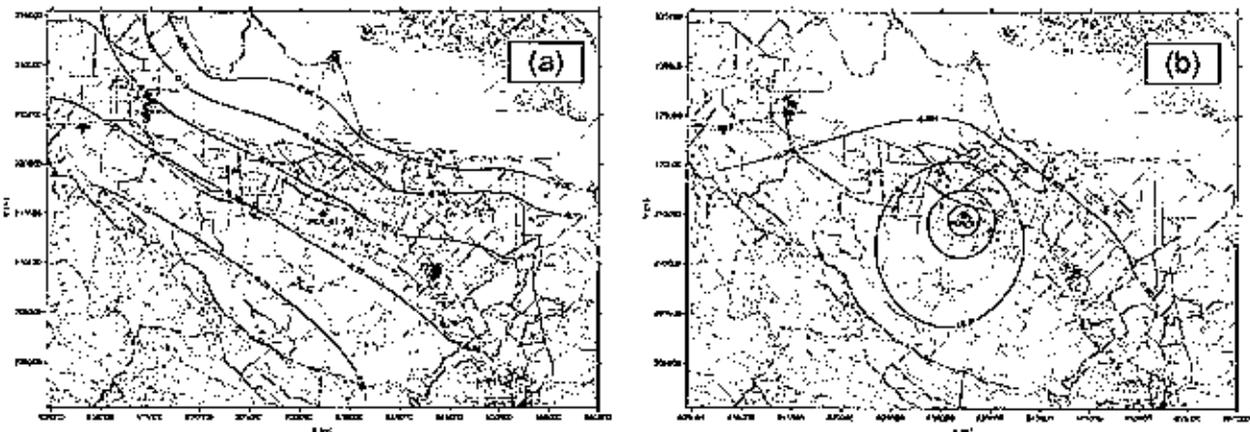


Figura 29: Ejemplo de análisis y predicción según MODFLOW-96 de la bajada del nivel de agua subterránea con el desarrollo de nueva fuente de agua (pozo) (Escenario de desarrollo de nueva fuente de agua 1, estrato No.17)

(unidad: m, Línea roja: bajada del nivel de agua subterránea, Línea negra: subida del nivel de agua subterránea)

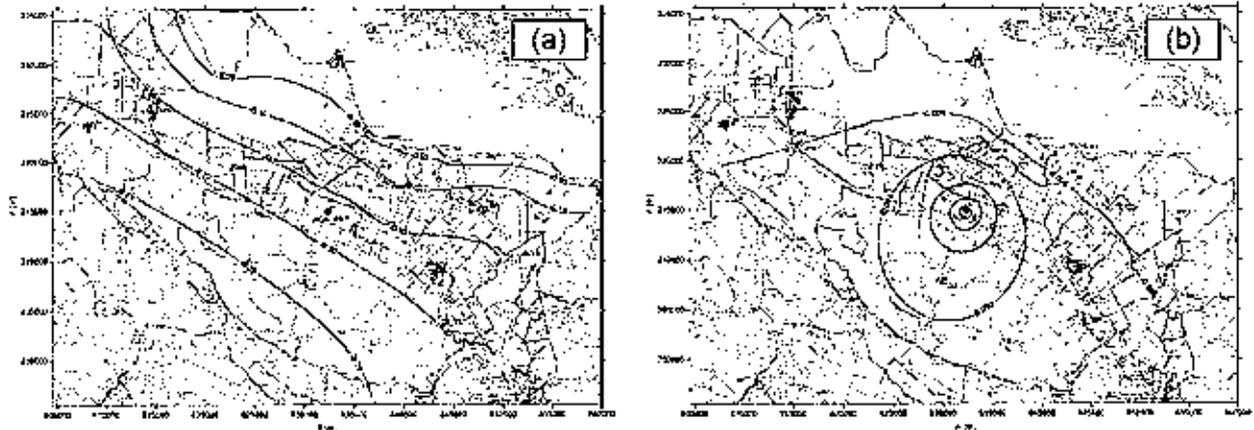


Figura 30: Ejemplo de análisis y predicción según MODFLOW-96 de la bajada del nivel de agua subterránea con el desarrollo de nueva fuente de agua (Escenario de desarrollo de nueva fuente de agua 2, estrato No.11)

(unidad: m, Línea roja: bajada del nivel de agua subterránea, Línea negra: subida del nivel de agua subterránea)

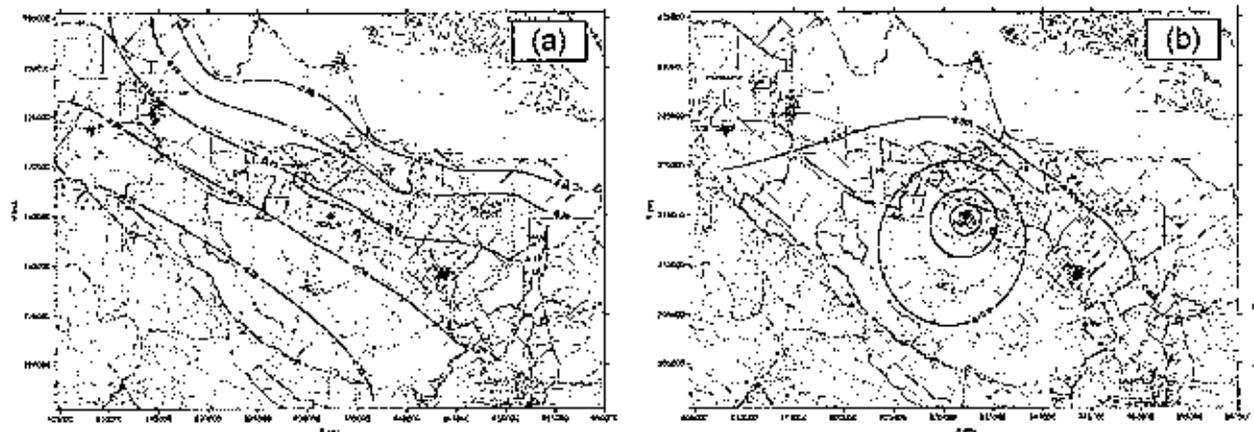


Figura 31: Ejemplo de análisis y predicción según MODFLOW-96 de la bajada del nivel de agua subterránea con el desarrollo de nueva fuente de agua (Escenario de desarrollo de nueva fuente de agua 2, estrato No.17)

(unidad: m, Línea roja: bajada del nivel de agua subterránea, Línea negra: subida del nivel de agua subterránea)

#### 4.2.3 Análisis y predicción según SEAWAT

Los resultados del análisis y predicción según SEAWAT de la variación del nivel de agua subterránea se presentan en la misma forma que los de MODFLOW-96 arriba mencionados (Figura de 32 a 35). También se muestra la variación de la concentración de sal en las figuras similares (Figura de 4-36 a 4-39).

La diferencia del nivel de agua subterránea (valor máximo de la bajada del nivel de agua subterránea) entre el Escenario de desarrollo de nueva fuente de agua 1, el 2 y el caso de la cláusula anterior, según una predicción hecha con SEAWAT, se presenta en la siguiente tabla y son casi mismos valores que los del análisis con MODFLOW-96.

Tabla 5: Diferencia del nivel de agua subterránea (valor máximo de la bajada del nivel de agua subterránea) entre los Escenarios de desarrollo de nueva fuente de agua y el caso de la cláusula anterior, según un cálculo pronóstico hecho con SEAWAT

	Estrato No.11	Estrato No.17
Escenario de desarrollo de nueva fuente de agua 1	-4,5cm	-3,4cm
Escenario de desarrollo de nueva fuente de agua 2	-3,4cm	-4,2cm

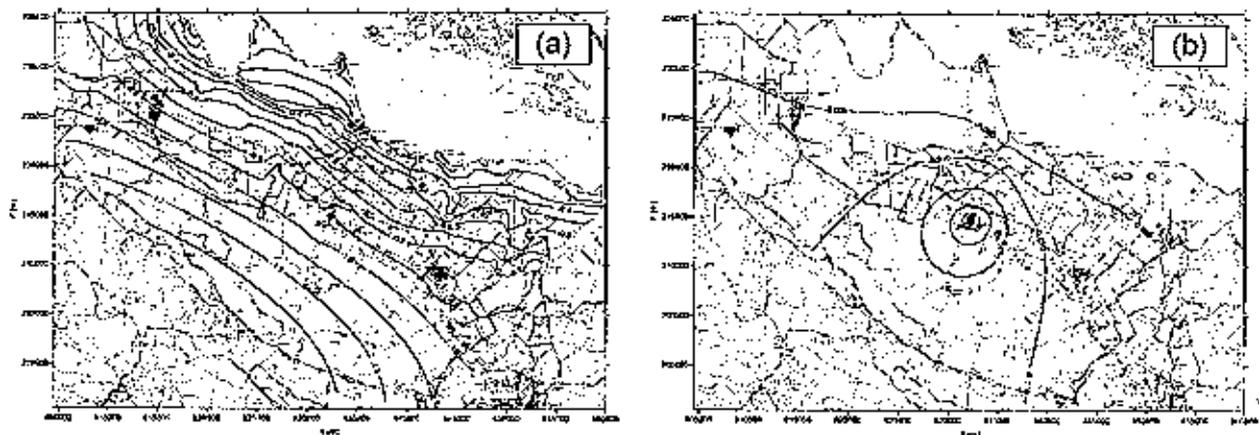


Figura 32: Ejemplo de análisis y predicción según SEAWAT de la bajada del nivel de agua subterránea con el desarrollo de nueva fuente de agua (pozo) (Escenario de desarrollo de nueva fuente de agua 1, estrato No.11)

(unidad: m, Línea roja: bajada del nivel de agua subterránea, Línea negra: subida del nivel de agua subterránea)

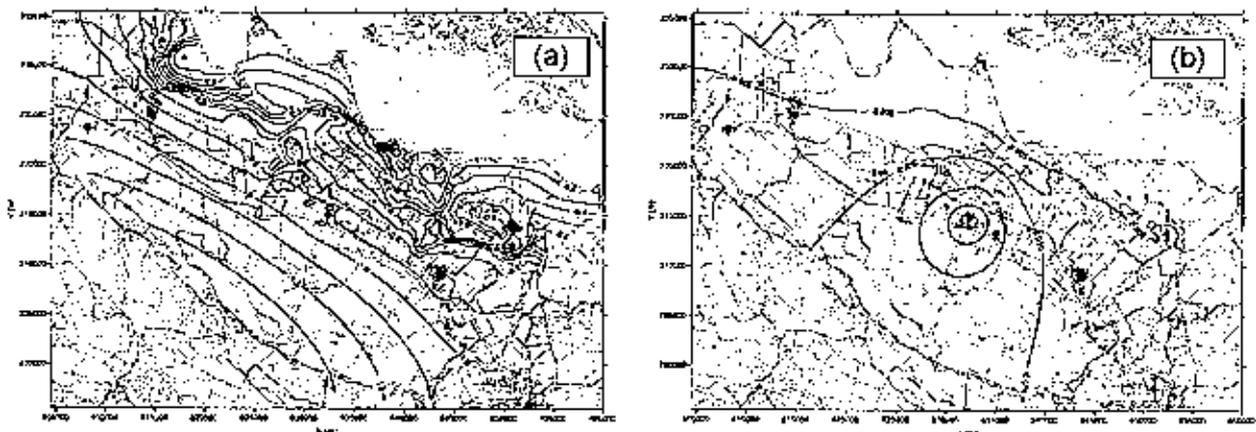


Figura 33: Ejemplo de análisis y predicción según SEAWAT de la bajada del nivel de agua subterránea con el desarrollo de nueva fuente de agua (pozo) (Escenario de desarrollo de nueva fuente de agua 1, estrato No.17)

(unidad: m, Línea roja: bajada del nivel de agua subterránea, Línea negra: subida del nivel de agua subterránea)

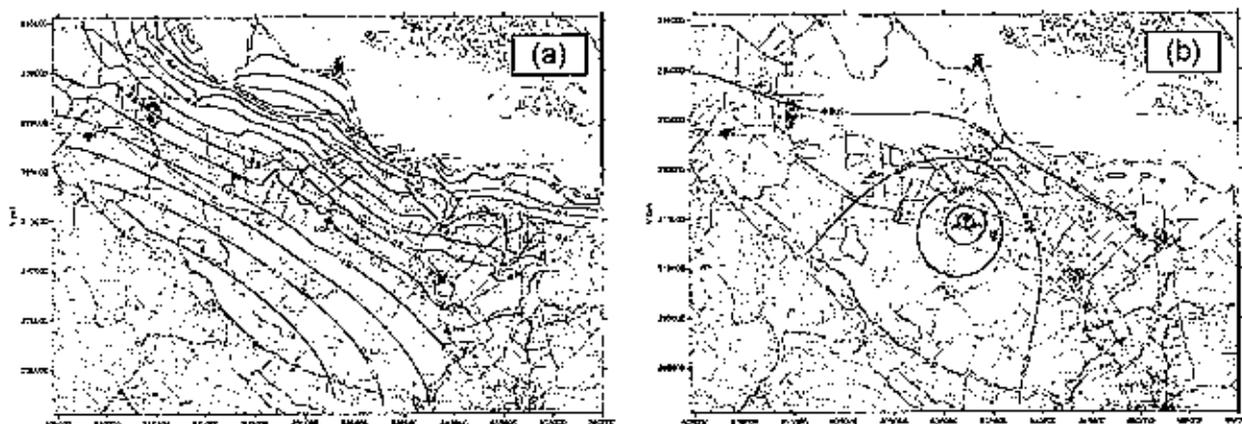


Figura 34: Ejemplo de análisis y predicción según SEAWAT de la bajada del nivel de agua subterránea con el desarrollo de nueva fuente de agua (pozo) (Escenario de desarrollo de nueva fuente de agua 2, estrato No.11)

(unidad: m, Línea roja: bajada del nivel de agua subterránea, Línea negra: subida del nivel de agua subterránea)

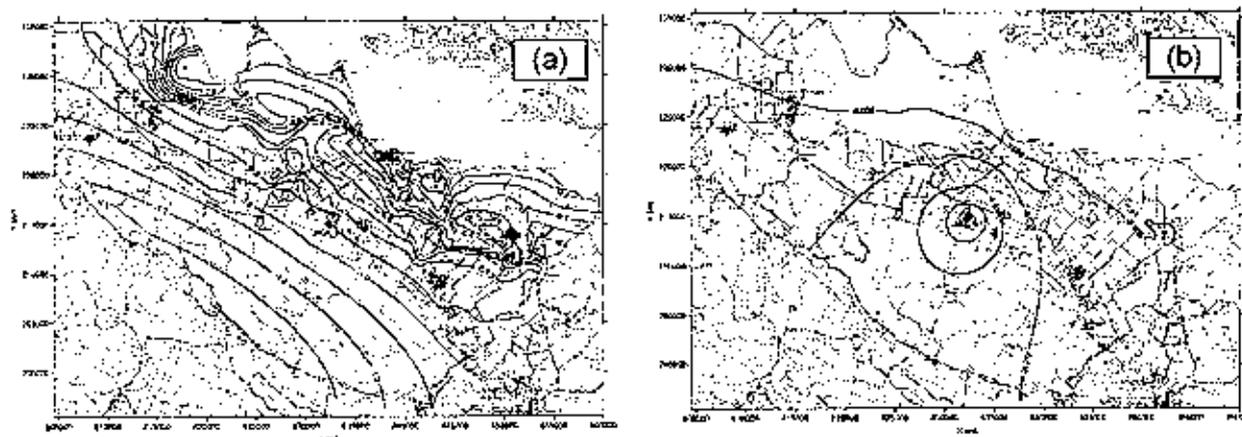


Figura 35: Ejemplo de análisis y predicción según MODFLOW-96 de la bajada del nivel de agua subterránea con el desarrollo de nueva fuente de agua (pozo) (Escenario de desarrollo de nueva fuente de agua 2, estrato No.17)

(unidad: m, Línea roja: bajada del nivel de agua subterránea, Línea negra: subida del nivel de agua subterránea)

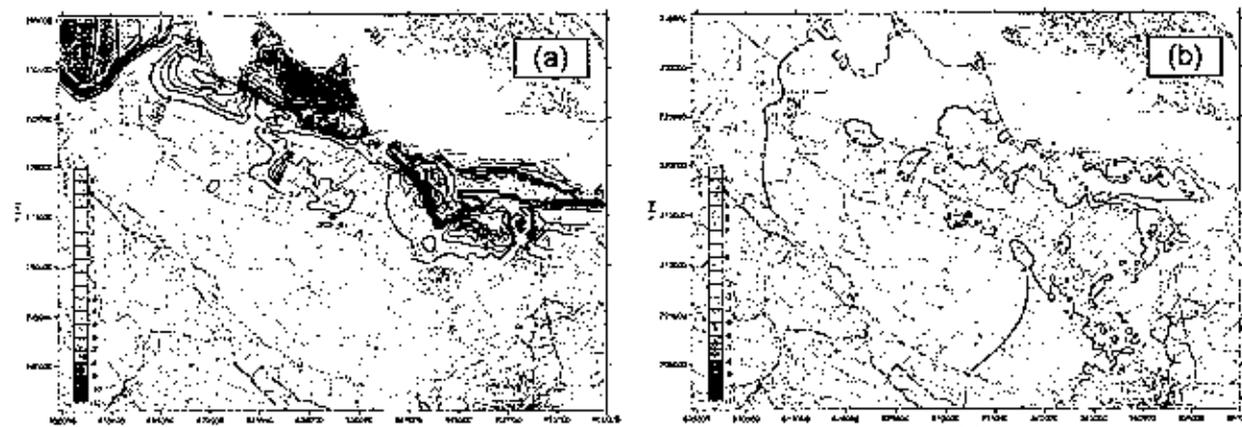


Figura 36: Ejemplo de análisis y predicción según SEAWAT de la variación de la concentración de sal con el desarrollo de nueva fuente de agua (pozo) (Escenario de desarrollo de nueva fuente de agua 1, estrato No.11)

(Unidad:  $kg/m^3$ )

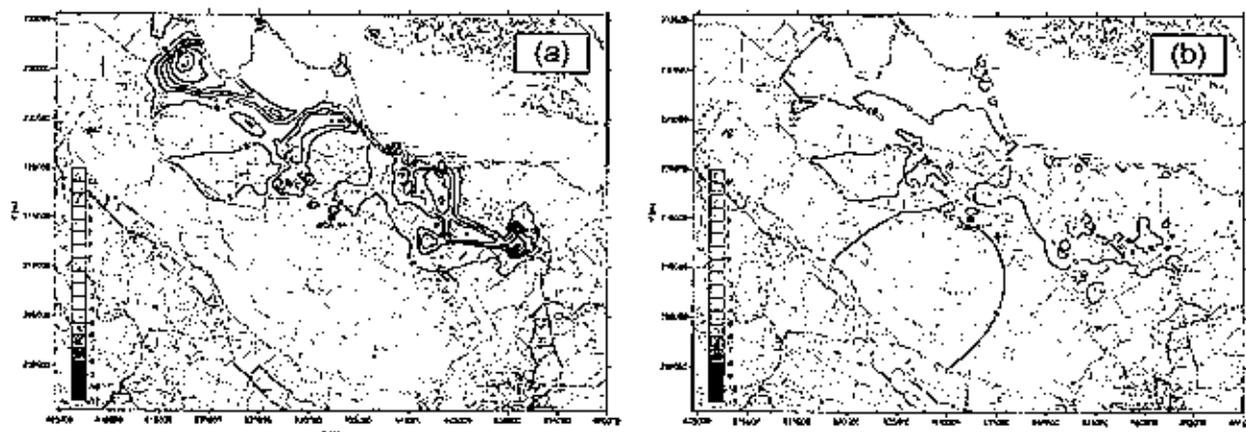


Figura 37: Ejemplo de análisis y predicción según SEAWAT de la variación de la concentración de sal con el desarrollo de nueva fuente de agua (pozo) (Escenario de desarrollo de nueva fuente de agua 1, estrato No.17)

(Unidad:  $\text{kg/m}^3$ )

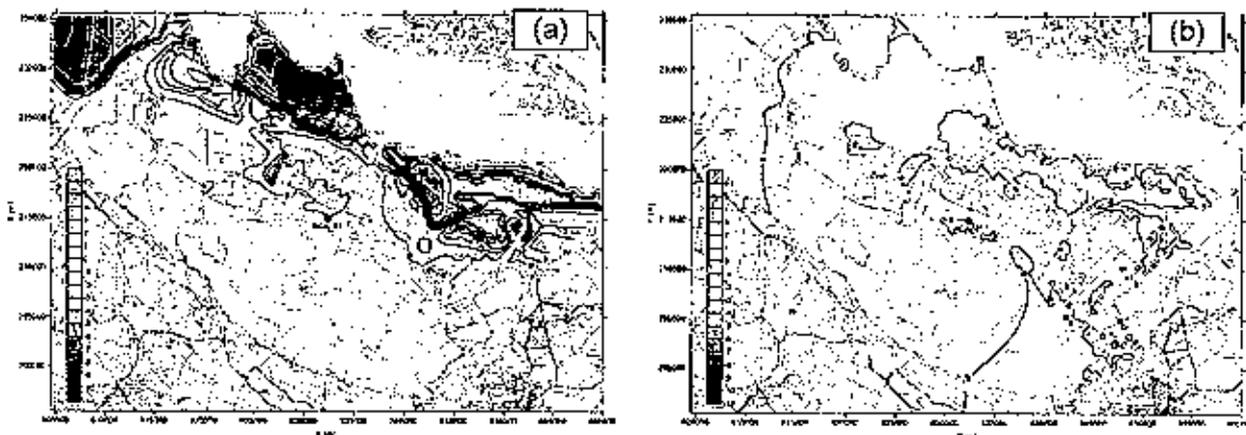


Figura 38: Ejemplo de análisis y predicción según SEAWAT de la variación de la concentración de sal con el desarrollo de nueva fuente de agua (pozo) (Escenario de desarrollo de nueva fuente de agua 2, estrato No.11)

(Unidad:  $\text{kg/m}^3$ )

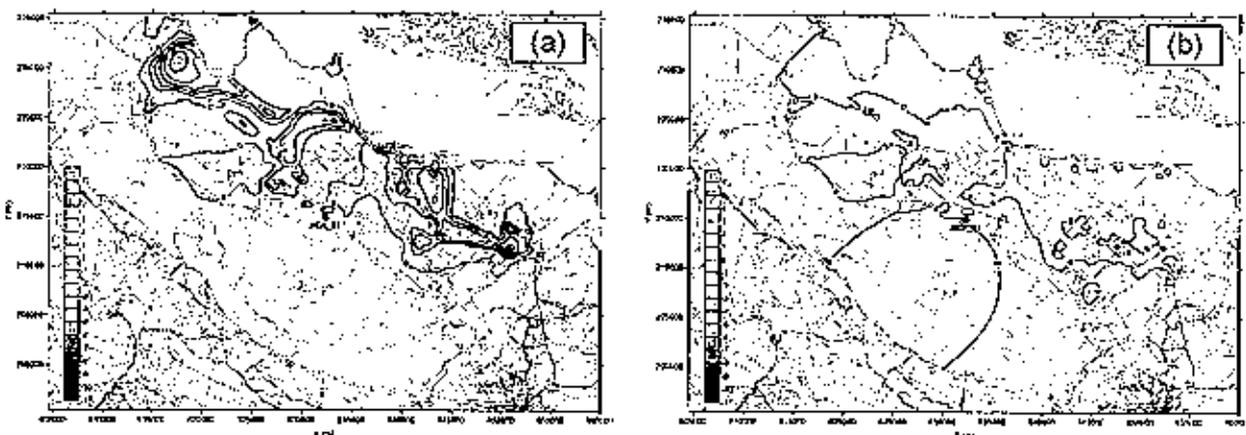


Figura 39: Ejemplo de análisis y predicción según SEAWAT de la variación de la concentración de sal con el desarrollo de nueva fuente de agua (pozo) (Escenario de desarrollo de nueva fuente de agua 2, estrato No.17)

(Unidad:  $\text{kg/m}^3$ )

Handwritten signature and initials 'SK'.

#### 4.3 Recomendaciones para el desarrollo y manejo de agua subterránea basadas en el análisis y predicción

Se resumen a continuación las recomendaciones para el desarrollo y manejo de agua subterránea en el distrito Sola, obtenidas de los resultados de los casos 1 a 6 de la cláusula 4.1 y los Escenarios de desarrollo de nueva fuente de agua 1 y 2 de la cláusula 4.2.

- (1) En caso de que vuelva a funcionar la prueba de bombeo suspendida y se haya recuperado el volumen bombeado de 2002, en el lado este - nordeste del sondeo JICA\_01 se presentará mayor bajada del nivel de agua subterránea. Por esta razón, es recomendable prestar suficiente atención a la variación del volumen de bombeo y el nivel de agua subterránea en esta zona en comparación con otras zonas y tener establecido un sistema de monitoreo.
- (2) En el lado noroeste de JICA\_01 se encuentra una zona con bajo nivel de agua subterránea (en la distribución de nivel de agua subterránea, presenta una forma de valle). Sobre todo, en el estrato No.17, los resultados del análisis y predicción indican alta concentración de sal y una avanzada entrada de agua salina en la zona, por lo que es recomendable llevar a cabo suficiente estudio y análisis antes de un desarrollo de agua subterránea en profundidad.
- (3) En los alrededores de JICA\_01, excepto la zona correspondiente al (2) anterior, un desarrollo de agua subterránea del orden de 1.400 m<sup>3</sup>/día tendrá poco impacto en la zona. Sin embargo, hay que tener suficiente cuidado con la intervención en los pozos cercanos.
- (4) El área donde se encuentra distribuida el estrato Nuevitas y ubicada entre el este y el nordeste del centro ciudad de Sola, estaba considerada hasta ahora como no apta para el desarrollo de agua subterránea. El presente análisis reveló que en él un área, el nivel de agua subterránea y la concentración de sal son susceptible a la variación de la recarga de agua subterránea y el volumen de bombeo. Al igual que el área del (2), para realizar un desarrollo de agua subterránea en esta área, es recomendable llevar a cabo suficiente estudio y análisis.



Handwritten signature and initials, possibly 'SK', located on the left margin of the page.

Este proyecto ha facilitado software, hardware y datos para el uso del SIG. Se han utilizado estos componentes, impartido cursos de capacitación sobre el SIG así como seminarios para la transferencia de conocimientos. Como resultado del uso del SIG, se han creado bases de datos SIG en las provincias de Camagüey, Las Tunas y Holguín, en Cuba. Las bases de datos del SIG se han utilizado para llevar a cabo varios análisis en aras de apoyar el trabajo del manejo de los recursos hidráulicos.

Los participantes en los cursos de capacitación del SIG impartidos en EIPH en cada una de las 3 provincias, se han convertido en los técnicos principales del SIG y en los administradores de las bases de datos SIG en sus respectivas provincias. Estas personas son:

- EIPH Camagüey : Sr. Carlos Luke Zayue Bazan
- EIPH Las Tunas : Sr. Marcel Martínez Contreras
- EIPH Holguín : Sr. Jorge Luis Blanco Biazquez

El SIG (Sistema de Información Geográfica) es una excelente técnica a utilizar en aras de integrar toda la información geográfica, llevar a cabo análisis mediante muchos métodos únicos para utilizar la información geográfica como apoyo de nuestro trabajo de la manera más eficaz.

Con el uso del SIG para el manejo de los recursos hidráulicos en nuestro trabajo, lograremos una mayor precisión, calidad y eficacia del mismo. El principal uso del SIG en nuestro trabajo se puede resumir, de manera general, de la siguiente forma:

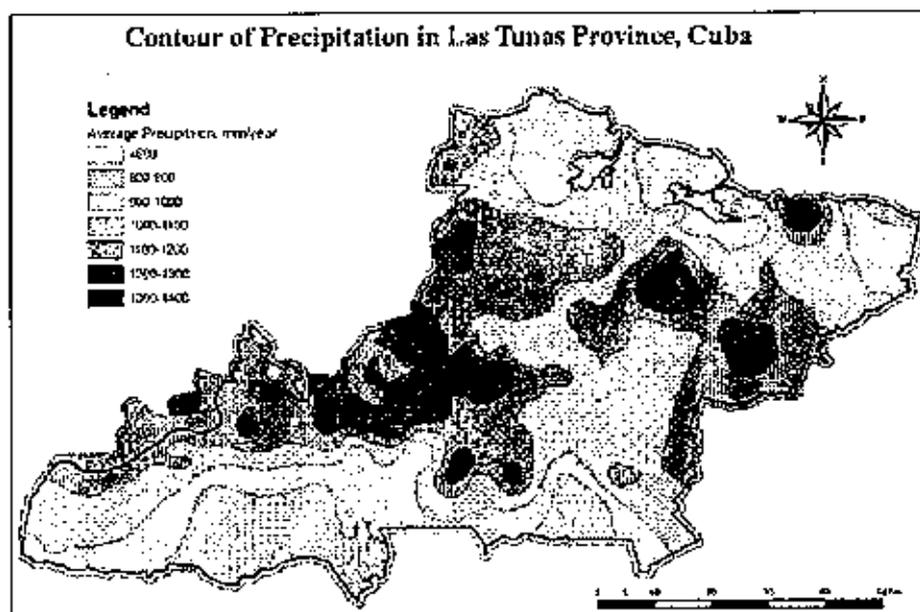
#### 1. Dejar claro la recarga de los recursos hidráulicos (precipitación) distribución

Casi todos los recursos hidráulicos en el mundo se recargan mediante las precipitaciones. De esta forma, la cantidad de recursos hidráulicos disponibles para diferentes áreas en condiciones naturales depende de la cantidad de precipitaciones que caiga. Por lo tanto, el manejo de los recursos hidráulicos tiene como tarea principal dejar claro la cantidad y la distribución de las precipitaciones en nuestra área de interés.

En aras de implementar esta tarea, el SIG nos brinda la función de interpolación. Esta función del SIG nos facilita, en gran medida, la creación de mapas de contorno al utilizar los datos obtenidos de algunos lugares específicos y poner en práctica, de esta manera, muchos de los métodos de interpolación.

El SIG no sólo nos brinda la posibilidad de hacer líneas de contorno, sino también la facilidad de expresar diferentes rangos de precipitaciones al utilizar diferentes colores según las especificaciones del usuario. Por consiguiente, el mapa de las precipitaciones será tan claro de entender como se muestra en la figura modelo. Por otra parte, resulta difícil saber con exactitud la distribución de la cantidad de precipitaciones en el área de interés reflejada en un mapa que contenga solamente las líneas de contorno. Por lo tanto, se debe incluir otros datos de referencia en el mapa además de las líneas de contorno. Este proceso de integración de información resulta muy fácil al utilizar el SIG, pues éste constituye la función básica del sistema para expresar de conjunto gran cantidad de información geográfica específica teniendo en cuenta la selección del usuario. En aras de mostrar un mapa de contorno de precipitaciones de manera clara, se puede seleccionar una información geográfica diferente expresada en el mismo mapa como topografía, ríos y cuencas de ríos, fronteras administrativas, entre otros. El ejemplo muestra el mapa de contorno de las precipitaciones de conjunto con las fronteras administrativas. La frontera administrativa se muestra en el mapa no sólo para aclarar la ubicación de las precipitaciones, sino también para eliminar la parte extra de las líneas de contorno y mostrar en dicho mapa solamente los elementos en el área de interés.

2008  
SK



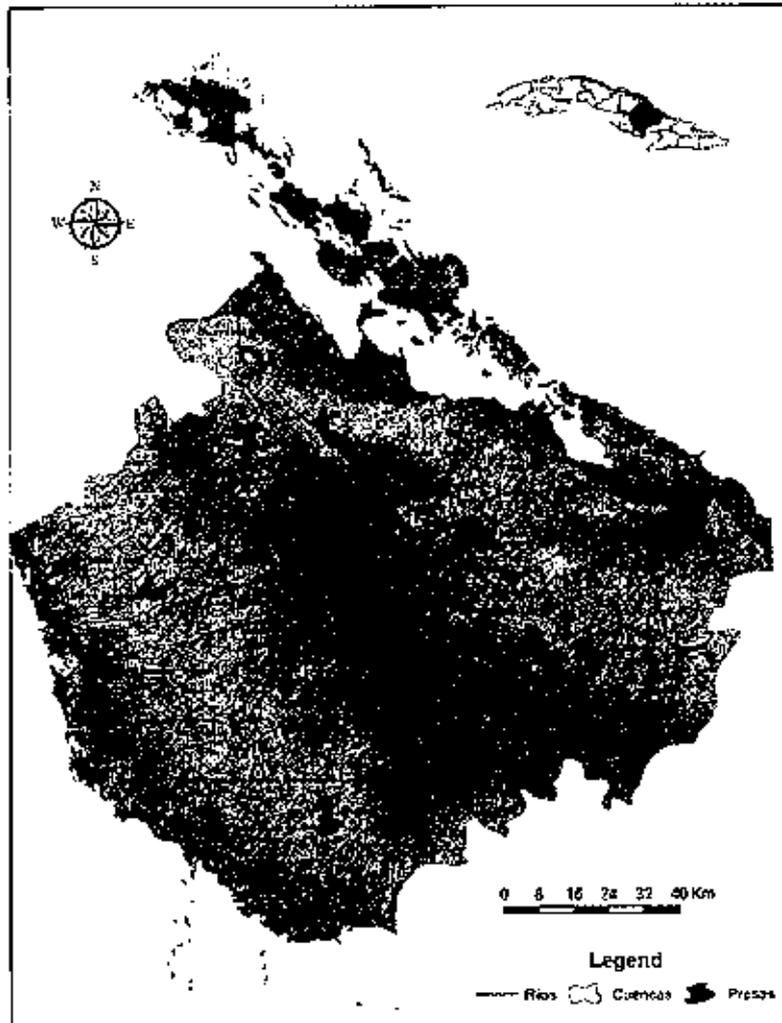
Ejemplo de mapa de distribución de precipitaciones en Las Tunas, Cuba

## 2. Análisis hidrológico

Los recursos hidráulicos se pueden dividir en agua superficial y agua subterránea. El agua superficial se puede dividir a su vez en ríos y lagos. Resulta indispensable para el manejo de los recursos hidráulicos tener claro la distribución de ríos y lagos. La información sobre estos recursos, ríos y lagos, se puede obtener en mapas que ya existen. Sin embargo, el mapa se crea por lo general para otros propósitos en vez de utilizarse para el manejo de recursos hidráulicos. El SIG brinda una función en la que se extrae información específica desde un mapa existente. De esta forma, resulta fácil para el usuario obtener cualquier información geográfica en un mapa existente, como es el caso de ríos y lagos.

Por otra parte, la descarga desde un río depende básicamente de dos factores: la precipitación y el área de la cuenca del río. Las precipitaciones se pueden analizar de manera fácil mediante el SIG, como se mencionaba anteriormente, cuya tarea principal sería ubicar el área de la cuenca del río. Esto resultaba ser un trabajo agotador antes del desarrollo del SIG, porque la cuenca del río se tiene que obtener al identificar los puntos máximos desde un mapa topográfico para luego conectar los puntos y trazar la línea de la frontera de la cuenca. Este procedimiento no sólo consumía mucho tiempo, sino también resultaba muy difícil para asegurar la precisión del trazado. La función hidrológica en el SIG se puede utilizar para el análisis de la dirección del flujo del agua sobre la base de que el agua fluye a lo largo de la dirección del gradiente topográfico más grande. La función del SIG facilita, agiliza y determina con gran precisión el trazado de la cuenca del río.

La siguiente figura de ejemplo no sólo muestra el resultado de la cuenca del río trazada por el SIG, sino también otra información geográfica integrada como es la distribución de lagos, ríos, aspectos topográficos y frontera administrativa de la provincia.



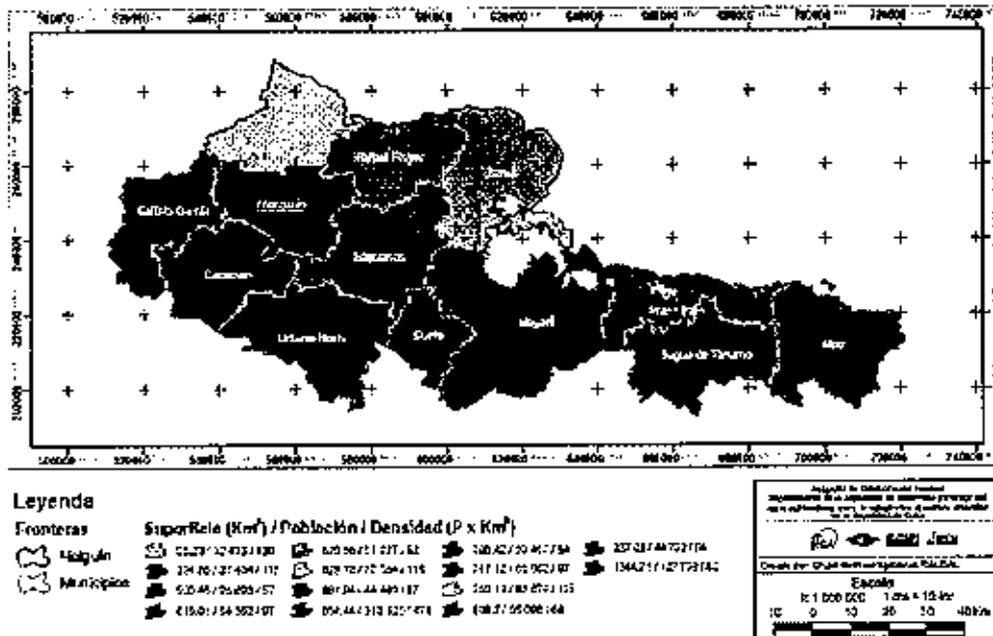
Ejemplo del trazado de la cuenca del rio; Camagüey, Cuba

### 3. Análisis de la información básica para el manejo de los recursos hidráulicos

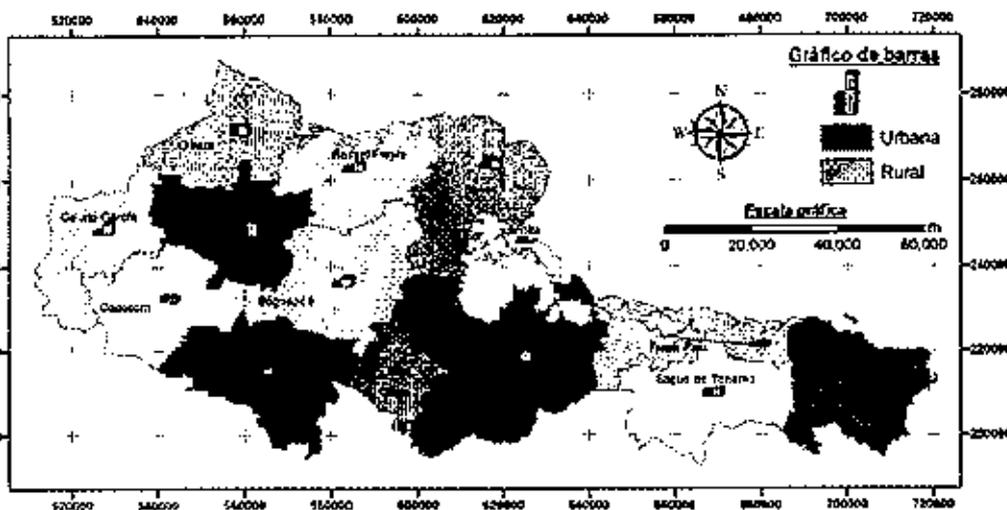
El manejo apropiado de los recursos hidráulicos tiene que tener en consideración muchos tipos de condiciones sociales y naturales. Para lograr este propósito, las funciones del SIG tales como: extracción de la información desde un mapa existente, interpolación de datos desde fuentes de puntos diferentes y análisis mediante varios tipos de herramientas pueden ayudar a resumir las condiciones sociales y naturales de una manera muy eficaz. Los siguientes ejemplos muestran algunos resultados que se basan en el uso de las bases de datos del SIG creadas en las 3 provincias en Cuba.



### Mapa de División Político - Administrativa Provincia de Holguín



Ejemplo de un mapa de una unidad administrativa; Holguín, Cuba

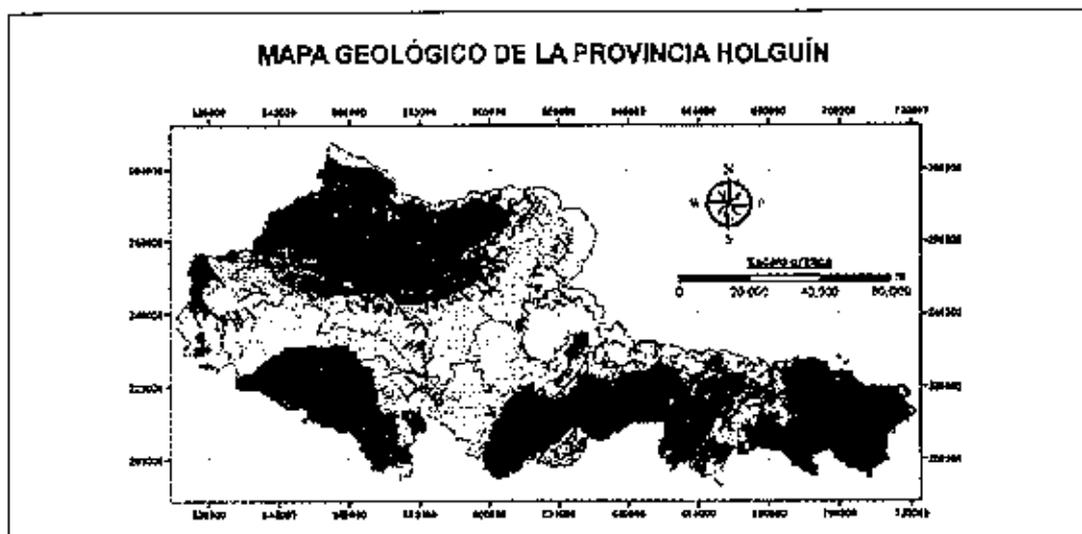


Ejemplo de un mapa de distribución poblacional; Holguín, Cuba

#### 4. Análisis del agua subterránea

El agua subterránea es una fuente importante de agua no sólo para el área de estudio de este proyecto, sino también para muchas áreas en Cuba y alrededor del mundo. La existencia y la distribución del agua subterránea son elementos similares a los



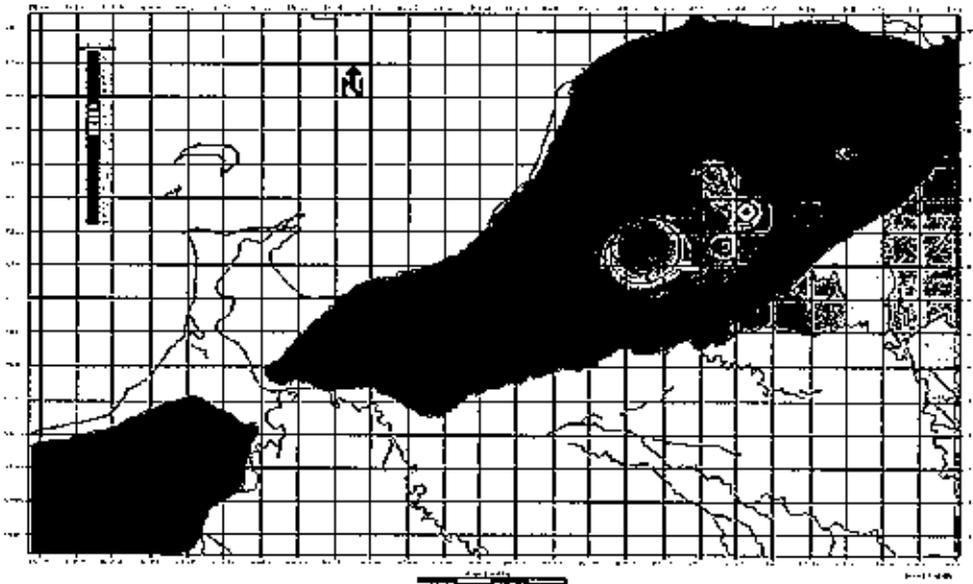


Mapa Geológico de Holguín, Cuba



Mapa Geológico de Las Tunas, Cuba

El conocimiento del nivel del agua subterránea es necesario para entender la distribución del agua subterránea, la planificación de la perforación del pozo, el cálculo para el montaje de la bomba y otros aspectos relacionados con el uso del agua subterránea. Como se muestra en el mapa a continuación, resulta fácil entender la distribución del nivel del agua subterránea mediante el uso del SIG.

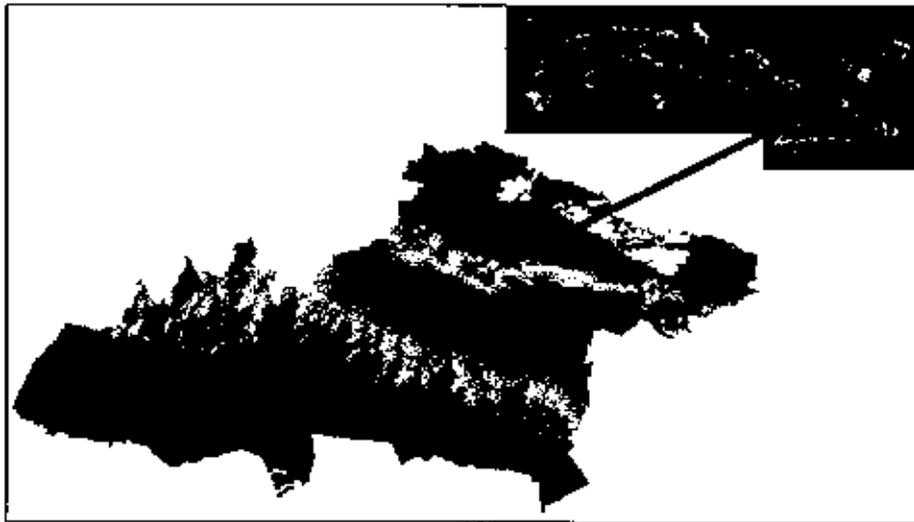


Ejemplo del mapa del manto freático del agua subterránea; ciudad de Manzanillo,  
Holguín, Cuba

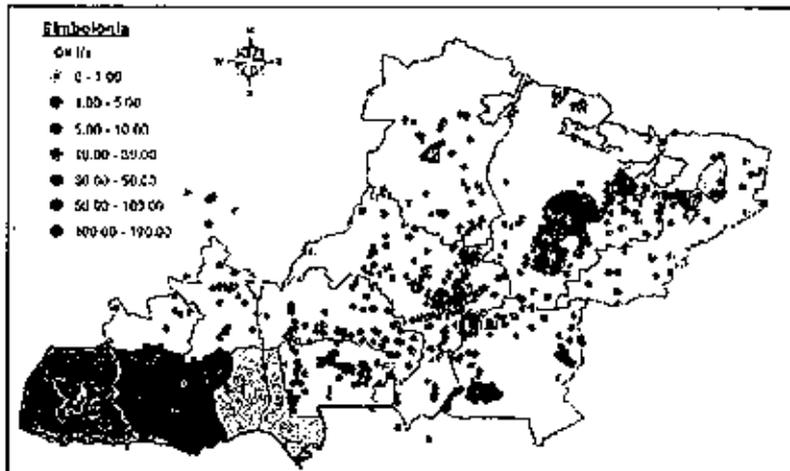
Cuando se utiliza el agua subterránea para el suministro de agua, no sólo se tiene que tener en consideración la cantidad de agua, sino también su calidad. El siguiente ejemplo muestra un resultado de la distribución de la calidad del agua obtenida desde un análisis con el SIG en Camagüey, Cuba.

WJ  
JK





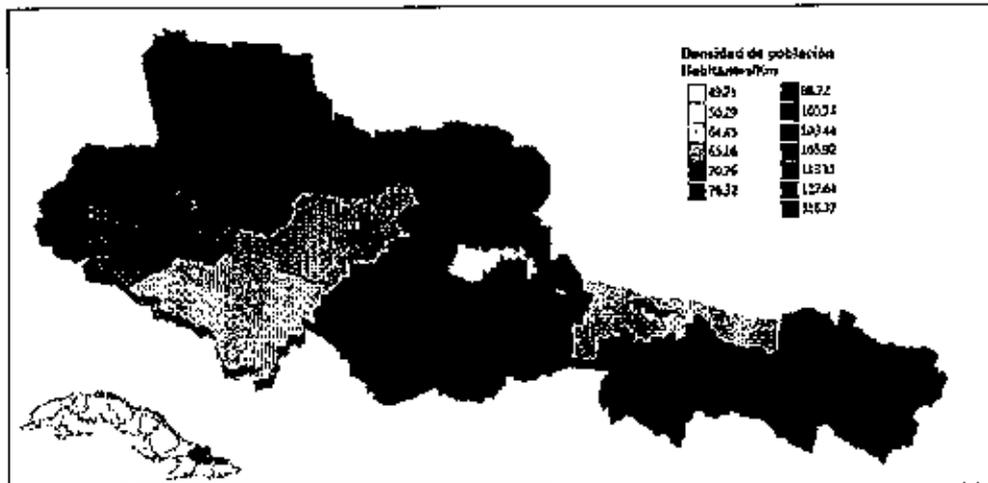
Mapa topográfico en 3D; Las Tunas, Cuba



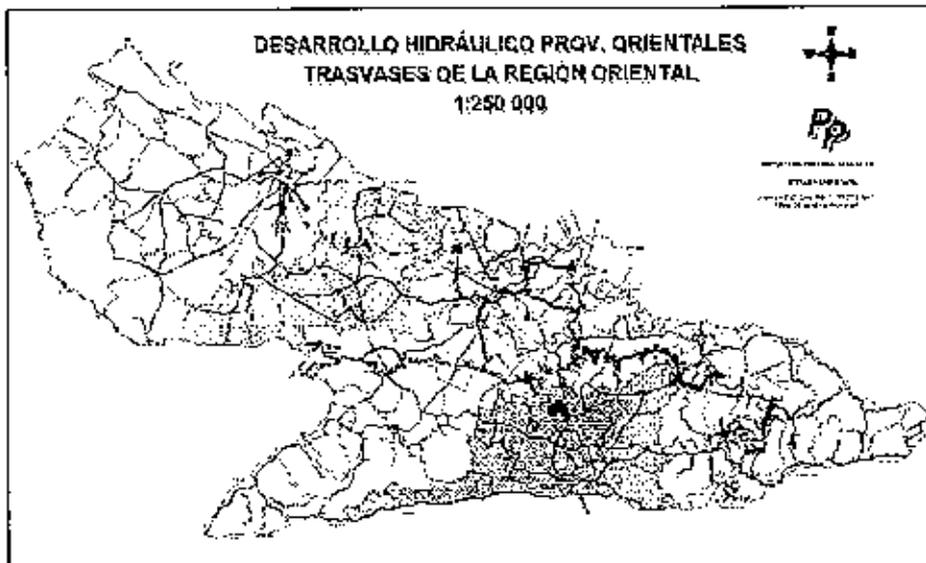
Distribución de la capacidad de los pozos de bombeo; Las Tunas, Cuba



Distribución de fuentes de contaminación; Camagüey, Cuba



Mapa de distribución poblacional en 3D; Holguín, Cuba



*Handwritten signature*  
SK

Esbozo del mapa de suministro de agua; Holguín, Las Tunas, Camagüey, Cuba

El Grupo Empresarial de Investigaciones Proyectos e Ingeniería (GEIPI) del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) como beneficiario de los donativos entregados por la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) en el marco del "Proyecto de Mejoramiento de la Capacidad de Desarrollo y Manejo del Agua Subterránea para la adaptación al Cambio Climático en la República de Cuba", se responsabiliza con el cuidado, mantenimiento y uso de los mismos en la continuidad y sostenibilidad de este Proyecto y ha dispuesto que los mismos se mantengan en las Empresas y Unidades de Base de Investigaciones y Proyectos que aparecen reflejadas en el Acta de Entrega de Donación como Institución Receptora, siendo susceptible a movimientos a otras entidades del GEIPI si fuese necesario en correspondencia con el Programa de Investigaciones trazado al concluir el presente Proyecto, solo por orden del Director General del GEIPI y únicamente para estos fines.

El Programa de Investigaciones que se ha trazado el EIPi en correspondencia con a estrategia del Estado Cubano representado por el INRH, incluye las siguientes tareas:

- Continuidad de la Investigaciones y ajuste del Modelo Matemático de la Cuenca Guanaja de la provincia de Camaguey para el perfeccionamiento sistemático del Manejo del Agua Subterránea en esa cuenca. Para el cumplimiento de ese objetivo solicitamos continuar el intercambio con los expertos japoneses que nos han servido de entrenadores.
- Continuidad de la Investigaciones y conclusión del Modelo Matemático de las Cuenca Cuentas Claras y Cayo Redondo como fuentes de abasto a la ciudad de Manzanillo.
- Aplicación de las tecnología transferidas a las Investigaciones del Sur de las provincias de Mayabeque y Artemisa, la isla de la Juventud, la provincia de Ciego de Avila, el Sur de la provincia de Santi Spiritu y las Terrazas de Maisí.

Este programa se irá extendiendo al resto del país como método integrador de diferentes tecnologías en las investigaciones de los Recursos Hídricos para establecer las normas científicas de su manejo.



Ing. Wilfredo Leyva Armesto.  
Director General  
GEIPI

La Habana, 16 de Diciembre de 2011.

### Distribución de los textos donados por el Proyecto.

Como resultado del Proyecto acabamos de recibir 80 ejemplares impresos de los textos de cada una de las temáticas abarcadas durante su desarrollo. Esos 80 ejemplares serán distribuidos del siguiente modo:

#### GEIPI (32 ejemplares)

1. Wilfredo Leyva. Director General
2. José Luis Blanco . Director Técnico
3. Arturo González. Especialista Principal
4. Hidelisa Jiménez. Especialista

#### Grupo de entrenadores (14 ejemplares)

1. Arturo Lorenzo
2. Rodolfo Bordón
3. Rebeca Fernández
4. Adán Echemendía
5. Leonardo Cantillo
6. Ernesto Rodríguez
7. Ernesto Morales
8. Manuel Burgos
9. Jorge Luis Blanco
10. Juan José Almirall
11. Luis Fidel Miranda
12. Carlos Luque
13. Marcell Martínez
14. Javier Acosta

14 ejemplares destinados a las bibliotecas y centros de información en cada Empresa y Unidad de Base en las provincias del País y la oficina central del Grupo.

#### GEARH (20 ejemplares)

1. Vladimir Matos. Director General
2. Fermín Sarduy. Director de Desarrollo
3. Oscar Bray. Director de Producción
4. Ibrahim Plaza. Especialista Principal

16 ejemplares destinados a las bibliotecas y centros de información en cada Empresa en las provincias del País y la oficina central del Grupo.

#### INRH y sus Delegaciones provinciales (21 ejemplares)

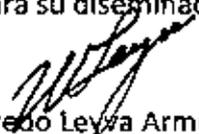
1. Inés Chapman. Presidenta
2. Aimeé Aguirre. Vicepresidenta
3. Jorge Mario García. Director de Ciencias.
4. Yosmary Gil. Directora de Obras.
5. Gisel Pérez. Directora de Ciencia y Técnica

16 ejemplares destinados a las bibliotecas y centros de información en cada Delegación en las provincias del País y la oficina central del INRH.

GEAAL (7 ejemplares)

7 ejemplares destinados a las bibliotecas y centros de información de las Empresas provinciales de Artemisa, Mayabeque, Matanzas, Ciego de Avila, Pinar del Río, Camaguey y la oficina central del Grupo.

Adicionalmente, en el día de ayer fueron entregado a todos los participantes en el Seminario clausura del Proyecto, una copia digital de los textos con lo cual se garantizará su disseminación entre los especialistas de las entidades participantes.



Ing. Wilfredo Leyva Armesto.  
Director General  
GEPI

La Habana, 16 de Diciembre de 2011.

SK

ACTA DE DONACIÓN

Con base en el Acuerdo sobre Cooperación Técnica entre el Gobierno de la República de Cuba y el Gobierno de Japón, firmado el 14 de octubre de 2009, así como en el Registro de Discusión firmado el 25 de junio de 2008 entre la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA), el Ministerio para la Inversión Extranjera y la Colaboración Económica (MINVEC, ahora MINCEX), el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), el Grupo Empresarial de Investigaciones, Proyectos e Ingeniería (GEIPI), el Gobierno de Japón otorga a INRH/GEIPI en calidad de donación, los equipos cuyas características se describen en el documento anexo, cuyo costo asciende a \$ 525,518.03 (USD)

Esta donación se realiza en el marco del "Proyecto de Mejoramiento de la Capacidad de Desarrollo y Manejo del Agua Subterránea para la Adaptación al Cambio Climático en la República de Cuba", cuyo objetivo es: mejorar la capacidad del INRH (incluyendo GEIPI y GEARH) para la explotación y manejo del agua subterránea.

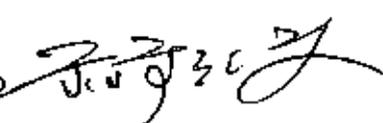
CLÁUSULAS

PRIMERA. – El Equipo donado será utilizado por la institución beneficiaria, única y exclusivamente dentro de las actividades específicas del Proyecto de Mejoramiento de la Capacidad de Desarrollo y Manejo del Agua Subterránea para la Adaptación al Cambio Climático en la República de Cuba.

SEGUNDA. – En caso de que la Institución beneficiaria de la donación realice cambios en la ubicación o decida eliminar un componente (término de vida útil) de dicho equipo donado, es necesario enviar con anticipación a la oficina de JICA en México un aviso sobre dicha situación.

TERCERA. –La Institución beneficiaria de la donación realizará el mantenimiento, monitoreo y/o reparación correspondiente del equipo. El costo del mantenimiento, monitoreo y/o reparación será pagado por la beneficiaria de la donación.

POR EL ORGANISMO DONANTE

  
Lic. Naoki Kamijo  
Director General  
Agencia de Cooperación Internacional del Japón  
Oficina en México

POR EL ORGANISMO BENEFICIARIO DE LA DONACION

  
Ing. Aimeé Aguirre Hernández  
Vicepresidenta  
Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH)

  
Ing Wilfredo Leiva Armesto  
Director General  
Grupo Empresarial de Investigaciones, Proyectos e Ingeniería (GEIPI)  
Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH)

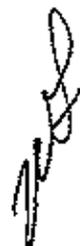
La Habana, CUBA, 16 de diciembre de 2011.

SK

Listado de equipos donados a INRH/GEIPI para el "Proyecto de Mejoramiento de la Capacidad de Desarrollo y Manejo del Agua Subterránea para la Adaptación al Cambio Climático en la República de Cuba"

No.	Equipo	Cantidad	Institución receptora	Responsable
1	Equipo de prospección electromagnética	1 juego	EIPH Camagüey	Dirección Técnica GEIPI
2	Vehículo	1 unidad	GEIPI C. Habana	Dirección Técnica GEIPI
3	Equipo de registro eléctrico	1 juego	EIPH Camagüey	Dirección Técnica GEIPI
4	Transmisor receptor	5 unidades	EIPH Camagüey	Dirección Técnica GEIPI
5	Verificador de calidad de agua	1 unidad	EIPH Camagüey	Ing. A. Echemendia M
6	Frasco de muestreo de agua subterránea	1 unidad	EIPH Camagüey	Ing. A. Echemendia M
7	Cuerda para los frascos de muestreo de agua	1 unidad	EIPH Camagüey	Ing. A. Echemendia M
8	Medidor de nivel de agua con registro automático	1 unidad	EIPH Camagüey	Ing. A. Echemendia M
9	Medidor de agua	2 unidades	EIPH Camagüey	Ing. A. Echemendia M
		1 unidad	UEB Granma, EIPH Holguín	Ing. Juan Almirall Beltrán
		1 unidad	EIPH Holguín	Ing. J. L. Blanco Blázquez
		1 unidad	EIPI Matanzas	Ing. A. Lorenzo Ferrás
10	Computador Desktop	1 unidad	UEB Granma, EIPH Holguín	Ing. Juan Almirall Beltrán
		1 unidad	UEB Las Tunas, EIPH Holguín	Ing. M. Martínez Contrera
		1 unidad	EIPH Holguín	Ing. J. L. Blanco Blázquez
		2 unidades	EIPH Villa Clara	Ing. J. Acosta Infante
				Ing. Manuel Burgos
		1 unidad	EIPI Matanzas	Ing. A. Lorenzo Ferrás
		1 unidad	EIPH Camagüey	Ing. S. Crespo Delgado
		1 unidad	EIPH Ciego de Ávila	Ing. Fidel M. Castañeda
		1 unidad	GEIPI C. Habana	Ing. José Luis Blanco
1 unidad	CITA Camagüey	Lic. Lorenzo S. Valedón		

No.	Equipo	Cantidad	Institución receptora	Responsable
11	Computador Laptop	1 unidad	EIPI Matanzas	Ing. A. Lorenzo Ferrás
		2 unidades	EIPH Camagüey	Ing. A. Echemendía M
				Ing. Rebecca Fernández
		1 unidad	EIPH Villa Clara	Ing. Ernesto R. Cruz
		3 unidades	GEIPI C. Habana	Ing. Ileana Montero
				Ing. A. González Baéz
		Dirección Técnica GEIPI		
12	Proyector	1 unidad	GEIPI C. Habana	Dirección Técnica GEIPI
13	Impresora láser	1 unidad	GEIPI C. Habana	Dirección Técnica GEIPI
14	Impresora de chorro de tinta	1 unidad	EIPH Camagüey	Ing. A. Echemendía M
15	Programa de GIS	1 unidad	EIPI Matanzas	Ing. A. Lorenzo Ferrás
		1 unidad	EIPH Villa Clara	Ing. J. Acosta Infante
		1 unidad	EIPH Camagüey	Ing. C. Luque Zayas
		1 unidad	EIPH Holguín	Ing. J. L. Blanco Blázquez
		1 unidad	UEB Las Tunas. EIPH Holguín	Ing. M. Martínez Contreras
		1 unidad	GEIPI C. Habana	Dirección Técnica GEIPI
16	Flujómetro electromagnético	1 unidad	EIPH Camagüey	Dirección Técnica GEIPI
17	Bomba sumergible	1 unidad	EIPH Camagüey	Dirección Técnica GEIPI
18	Generador eléctrico	1 unidad	EIPH Camagüey	Dirección Técnica GEIPI
19	Equipos y materiales de prueba de bombeo	1 unidad	EIPH Camagüey	Dirección Técnica GEIPI
20	Programa de manejo de agua subterránea (MIKE-SHE (Studio))	1 unidad	GEIPI C. Habana	Dirección Técnica GEIPI

  
 SK



No.	Equipo	Cantidad	Institución receptora	Responsable
21	Programa de manejo de agua subterránea (FEFLOW)	1 unidad	EIPI Matanzas	Ing. A. Lorcno Ferrás
		1 unidad	EIPH Villa Clara	Ing. Manuel Burgos
		1 unidad	EIPH Ciego de Ávila	Ing. Fidel M. Castañeda
		1 unidad	EIPH Camagüey	Ing. A. Echemendia M
		1 unidad	EIPH Holguín	Ing. J. L. Blanco Blázquez
		1 unidad	GEIPI C. Habana	Dirección Técnica GEIPI
22	Equipo de prospección geofísica (Prospección eléctrica) <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 cables de observación</li> <li>• 1 caja de conexión de cables</li> <li>• Teclado de Laptop a utilizar en el análisis de datos</li> <li>• 2 km de cable de electrodo distante para utilizar en la disposición Pole-Pole</li> <li>• 4 cables de observación</li> <li>• 36 pinzas cocodrilo para el sistema interruptor</li> <li>• 36 electrodos (30cm)</li> </ul>	1 juego	EIPH Camagüey	Dirección Técnica GEIPI
23	Fotocopiadora	1 unidad	GEIPI C. Habana	Dirección Técnica GEIPI

510

No.	Equipo	Especificaciones	Cantidad	Empresa		Dirección	TEL	FAX	Email / Web
				Departamento					
1	Equipo de prospección en orientación geotécnica	Indicador transmisor-receptor, Herramienta eléctrica, Herramientas de prospección y accesorios de apoyo	1 juego	Instrumentos Geotécnicos S. de R.L. M.I.D.E.C.V.		Misión de Sra. Teresa 291, Misión del Campesinado, Agraristas 20118, Matucó	+52-443-973-2464	+52-443-973-3161	
2	Vehículo	4WD Pick Up, doble cabina (Mitsubishi)	1 Unidad	AUTOMOTORES DE SAN ANGELO, S.A. DE C.V.		Av. Revolución No. 1321, Dto. Tlaxcala, Deleg. Álvaro Obregón de México, D.F. C.P. 01049	+52-55-96-7070	+52-55-96-7085	
3	Equipo de registro sísmico	Terrestrial SAS1000 Marca ABEM	1 juego	Terra Corporation		1090-1 Tsuyumino, Gyoda, Saitama 381-0055, Japan	+81-46-959-3033	+81-46-959-3047	terra.jp@eposi.palpa.or.jp
4	Transmisor-receptor de comunicaciones	Alcance de comunicación: 20m, tamaño pequeño	5 unidades	KCOM Inc.		1-1-32, Kamamizono, Hirano-ku, Osaka 547-0005, Japan	+81-6-6792-4949		hira@www.kcom.co.jp
5	Verificador de calidad de agua	WQC-22A portátil, pH, EC, ORP, Turb, Turbidez	1 unidad	KCOM Spain S.L.		Ctra. Ruiz, No. 88 "El Estanco" C/ta Castañer 08150, Sant Cugat del Valles, Barcelona, Spain	+34-93-590-36-70		kcom@comspain.com, http://www.kcomspain.com/contacto.php
6	Frasco de muestra de agua	Capacidad 600ml, diámetro interior 40mm, espesor 100m, con memoria y hecho de fibra de vidrio	1 unidad	DKK-TOA Corporation		2-10-1, Chiyomi, Tsurumi-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 169-8540, JAPAN	+81-3-3202-9225	+81-3-3202-9685	dkk@dkk.co.jp
7	Cuerpo de muestra	100m, con memoria y hecho de fibra de vidrio	1 unidad	Miyamoto Riken Ind. Co., Ltd.		19-2-2 Takasago, Asahi-ku, Osaka 535-0031, Japan	+81-6-6321-3935	+81-6-6322-0558	info@miyamoto-riken.co.jp
8	Medidor de nivel de agua con medidor de datos	100m, ALTA, medidor de nivel de agua, 100g	1 unidad	QYO Corporation	Instrumentos & Soluciones QYO S de RL	19-2-2 Takasago, Asahi-ku, Osaka 535-0031, Japan Address: 43 Miyagi-cho, Tsubata-cho, Ibaraki 305-0841, JAPAN	+81-8-9921-3935	+81-8-9922-0558	info@miyamoto-riken.co.jp
9	Medidor de agua	100m, ALTA, medidor de nivel de agua, 100g	5 unidades				+81-2-985-15079	+81-2-985-17200	tech@qyo.jp
10	Computador Desktop	Core2 Duo, HD500GB, 4GB de memoria, monitor de cristal líquido de 18"	10 unidades	Super BBS Computers		Jaime Balmes #11 Locales 49 y 50 Col. Los Morales Polanco, Plaza Polanco, México, D.F., CP 11510	+52-56-11-0060		http://www.superbbs.com, mail@superbbs.com.mx
11	Computador Laptop	Core2 Duo, HD500GB, 2GB de memoria, monitor de cristal líquido de 15"	6 unidades	Super BBS Computers		Melchor Ocampo No. 193 Local J05 Col. Verónica Anzures, Plaza Comercial Quetzal, México DF., CP 11300	+52-55-80-01-30		
12	Proyector	2GA, 3500lm, 4000 Lúmenes, 2500 imágenes	1 unidad			Jaime Balmes #11 Locales 49 y 50 Col. Los Morales Polanco, Plaza Polanco, México, D.F., CP 11510	+52-56-11-0060		http://www.superbbs.com, mail@superbbs.com.mx
13	Impresora láser	A4, adaptable, monocolor, impresora en ambas caras adaptable	1 unidad			Melchor Ocampo No. 193 Local J05 Col. Verónica Anzures, Plaza Comercial Quetzal, México DF., CP 11300	+52-55-80-01-30		
14	Impresora de color	A3 adaptable, en color	1 unidad			Jaime Balmes #11 Locales 49 y 50 Col. Los Morales Polanco, Plaza Polanco, México DF., CP 11510	+52-56-11-0060		
15	Programa de GIS	Calcomp (6/6)	6 licencias			Melchor Ocampo No. 193 Local J05 Col. Verónica Anzures, Plaza Comercial Quetzal, México DF., CP 11300	+52-56-80-01-30		
16	Flujómetro electromagnético	FlowM, E220, 5m de cable, 100g	1 unidad			Confirmar con JICA La Habana (Puerto del Sol) Matanzas, Cuba, 4090120, El madero, Matanzas			
17	Bomba sumergible	Altura manométrica 90m, caudal bombeado 500L/min, 6"	1 unidad			MdA 137 Col. Nayarit, México, D.F., C.P. 06020	+52-5633-9357	+52-5533-9012	http://www.archibus.com.mx
18	Generador eléctrico	25KVA, diesel, insonorizado	1 unidad			2-6-1 Musashino, Akishimadori-cho 196-0021, Japan	+81-42-544-1011	+81-42-544-4748	info@kanehara.com
19	Equipo y accesorios de medición de agua	Cable, panel de control, tubo de bombas, etc.	1 juego			Shibuya TCG #13, Parque Industrial S&A, Aoyu-cho, Aoyu-cho, Nishi-ku, Tokyo 160-0002, JAPAN	+81-3-3466-8314		www.gmcofcs.com
20	Programa de manejo de agua	MINE-SITE (Studio)	1 licencia			Melchor Ocampo 48-3434 P.O. Box THE NETHERLAND			gmco-nurpo@kanehara.co.jp
21	Programa de manejo de agua	REFLOWING FLOWY Mass Transmitt	6 licencias			CIATONIA RODRIGUEZ, 8, 1 40A, 28008 Madrid Spain C/ta España, Portugal	+34-91-323-5020	+34-91-323-9520	pl@ciatonia.es, d@ciatonia.es
22	Equipo de prospección en geotécnica	1 caja de conexión de cables • 1 equipo de trabajo a utilizar en 60 minutos de trabajo • 2 m de cable de alambre de acero para utilizar en la distancia de observación • 4 cables de observación • 36 pines especiales para el sistema de cálculo • 36 electrodos (30cm)	1 juego			Address: 42 Miyagi-cho, Tsubata-cho, Ibaraki, 305-0841, Japan	+81-2985-15078	+81-2985-17250	sochi@qyo.jp
23	Fotocopiedora	Canon IR-2022i	1 unidad			Confirmar con JICA La Habana (Puerto del Sol) Matanzas, Cuba, 4090120, El madero, Matanzas Insartados SURAV, Univ. de C.V.	+52-55-22-9900		www.lontan.com.mx

*[Handwritten signature]*

SIC

El Grupo Empresarial de Investigaciones Proyectos e Ingeniería (GEIPI) del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH),<sup>1</sup> con el objetivo de garantizar la continuidad del Proyecto más allá de sus límites y teniendo en consideración las recomendaciones de la Comisión de Evaluación de JICA que nos visitó el pasado mes de Junio, ha elaborado un abarcador Plan de Capacitación que se comenzó a llevar a cabo el pasado mes de septiembre con los Seminarios impartidos por nuestros entrenadores desde Pinar del Río hasta Santiago de Cuba, en temas tales como:

1. Prospección Geofísica
2. Pruebas de Bombeo
3. Sistemas de Información Geográficos
4. Modelación Matemática de Acuíferos
5. Manejo del Agua Subterránea.

Por último, el Seminario de clausura realizado los dos días precedentes a esta reunión del CCC, ha demostrado la viabilidad de este método de diseminación de los conocimientos alcanzados, consolidando el equipo técnico de GEIPI encargado de su proyección hacia los próximos años.

De esa manera, se ha incluido en el Plan de Capacitación del GEIPI para el año 2012, del que se anexa copia, los Seminarios en las regiones occidental y oriental del país que darán continuidad a esta difusión del conocimiento. También se anexa la propuesta de Plan presentada para el 2013 en los temas que conforman la extensión del Proyecto.

En ambos casos la capacitación se desarrollará en forma de Seminarios en instalaciones para la capacitación propias del INRH donde se dará especial atención a los jóvenes graduados incorporados al GEIPI, el GERAH y el INRH, de manera que se garantice la continuidad del trabajo. Los gastos de esas actividades correrán a cargo del INRH en cuanto a instalaciones docentes, mientras que la transportación, hospedaje y alimentación correrá a cargo de cada una de las Empresas y Delegaciones territoriales participantes.

Además de la capacitación, como se señalara en el acto de recibimiento de los donativos, el GEIPI tiene un Programa de Investigaciones en correspondencia con la estrategia del INRH, que incluye de manera escalonada los proyectos de:

- Continuidad de la Investigaciones y ajuste del Modelo Matemático de la Cuenca Guanaja de la provincia de Camaguey para el perfeccionamiento sistemático del Manejo del Agua Subterránea en esa cuenca. Para el cumplimiento de ese objetivo solicitamos continuar el intercambio con los expertos japoneses que nos han servido de entrenadores.

Handwritten signature and initials in the left margin.

- Continuidad de las Investigaciones y conclusión del Modelo Matemático de las Cuencas Cuentas Claras y Cayo Redondo como fuentes de abasto a la ciudad de Manzanillo.
- Aplicación de las tecnologías transferidas a las Investigaciones del Sur de las provincias de Mayabeque y Artemisa, la Isla de la Juventud, la provincia de Ciego de Avila, el Sur de la provincia de Santi Spiritu y las Terrazas de Maisí.

Ya se ha tramitado el financiamiento para la continuidad de los trabajos en la cuenca Guanaja a partir de la solicitud de Presupuesto elaborada por la Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos de Camaguey de la que se anexa copia.

Consideramos que la valiosa tecnología transferida permitirá desarrollar en diferentes regiones del país de manera progresiva, estudios que conduzcan a un mejor y más eficiente manejo del Agua Subterránea en el enfrentamiento al cambio climático que se produce en el mundo.



Ing. Wilfredo Leyva Armesto.  
Director General  
GEIPI

La Habana, 16 de Diciembre de 2011.



PLAN DE CAPACITACION DE GEIPI PARA EL 2012.

No.	Lugarpropuesto	Fecha propuesta	Nombre de la Acción	Objetivos que se propone alcanzar	Cantidad de participantes	Hospedaje	Entidades que participan
1	Esc. Villa Clara	16-20/4/2012	Curso de Software Land Development	Capacitar a Espec. De Topografía y Diseño en el uso del Software	40	35	Empresas del GEIPI
2	Esc. Villa Clara	26-30/3/2012	Seminario sobre SIG, region Occidental	Continuar el traspaso de Tecnologías y aplicación de software de acuerdo con el Proyecto concluido JICA - INRH	30	25	Empresas del GEIPI, GEARH
3	Esc. Granma	19-24/11/2012	Seminario sobre SIG, region Oriental	Continuar el traspaso de Tecnologías y aplicación de software de acuerdo con el Proyecto concluido JICA - INRH	30	25	Empresas del GEIPI, GEARH
4	Esc. Granma	26-30/3/2012	Seminario Modelacion Matemática region Occidental	Continuar el traspaso de Tecnologías y aplicación de software de acuerdo con el Proyecto concluido JICA - INRH	30	25	Empresas del GEIPI, GEARH
5	Esc. Villa Clara	19-24/11/2012	Seminario sobre Modelacion Matematica, region Oriental	Continuar el traspaso de Tecnologías y aplicación de software de acuerdo con el Proyecto concluido JICA - INRH	30	25	Empresas del GEIPI, GEARH
6	Esc. Villa Clara	19-24/11/2012	Taller sobre el Desarrollo de la Hidrogeología y Geofísica	Perspectiva de Desarrollo inmediata y mediata de las actividades	40	35	Empresas del GEIPI
7	Esc. Villa Clara	15-19/10/2012	Curso de Postgrado de Topografía	Capacitar a Espec. de Topografía en el uso de las Nuevas Tecnologías	30	25	Empresas del GEIPI

NECESIDADES DE CAPACITACION PARA EL 2012. EN LAS ESCUELAS Y CITA ( Continuación)

No.	Lugarpropuesto	Fecha propuesta	Nombre de la Acción	Objetivos que se propone alcanzar	Cantidad de participantes	Hospedaje	Entidades que participan
8	Esc. Villa Clara	20-25/4/2012	Curso y Practica de Equipos de laboratorios de Mecanica de Suelos	Realizar un curso de capacitación y practicas de Laboratorios en el laboratorio de la EIPH Villa Clara	25	20	Empresas del GEIPI
9	Esc. Villa Clara	20-24/2/2012	Curso de Calculos de Obras Hidraulicas (1ra parte)	Capacitar a los Espec de Diseno de Aliviaderos de Presas	25	20	Empresas del GEIPI
10	Esc. Villa Clara	25-29/6/2012	Curso de Calculos de Obras Hidraulicas (2da parte)	Capacitar a los Espec de Diseno de Aliviaderos de Presas	25	20	Empresas del GEIPI
11	Esc. Villa Clara	22-27/10/2012	Curso de Calculos de Obras Hidraulicas (3ra parte)	Capacitar a los Espec de Diseno de Aliviaderos de Presas	25	20	Empresas del GEIPI
12	CITA	20 y 21 /3/2012	Software Water Cad	Adistramiento a los especialistas de Proyectos	20	15	Empresas del GEIPI
13	CITA	15y16/5/2011	Software Sewer Cad	Adistramiento a los especialistas de Proyectos	20	15	Empresadel GEIPI

PLAN DE CAPACITACION DE GEIPI PARA EL 2013 DANDO CONTINUIDAD AL PROYECTO DE MANEJO DE AGUA SUBTERRANEA.

No.	Lugarpropuesto	Fecha propuesta	Nombre de la Acción	Objetivos que se propone alcanzar	Cantidad de participantes	Hospedaje	Entidades que participan
1	Esc. Villa Clara	25-29/3/2013	Seminario sobre SIG, region Occidental	Continuar el traspaso de Tecnologias y aplicacion de software de acuerdo con el Proyecto concluido JICA - INRH	30	25	Empresas del GEIPI, GEARH
2	Esc. Granma	18-23/11/2013	Seminario sobre SIG, region Oriental	Continuar el traspaso de Tecnologias y aplicacion de software de acuerdo con el Proyecto concluido JICA - INRH	30	25	Empresas del GEIPI, GEARH
3	Esc. Granma	25-29/3/2013	Seminario Modelacion Matematica region Occidental	Continuar el traspaso de Tecnologias y aplicacion de software de acuerdo con el Proyecto concluido JICA - INRH	30	25	Empresas del GEIPI, GEARH
4	Esc. Villa Clara	18-23/11/2013	Seminario sobre Modelacion Matematica , region Oriental	Continuar el traspaso de Tecnologias y aplicacion de software de acuerdo con el Proyecto concluido JICA - INRH	30	25	Empresas del GEIPI GEARH
5	Esc. Villa Clara	18-23/11/2013	Taller sobre el Desarrollo de la Hidrogeologia y Geofisica	Perspectiva de Desarrollo inmediata y mediata de las actividades	40	35	Empresas del GEIPI

### 3.6 第4回PEC議事録

**MINUTES OF MEETING**  
**BETWEEN**  
**THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY**  
**AND**  
**THE NATIONAL INSTITUTE OF HYDRAULIC RESOURCES**  
**OF**  
**THE REPUBLIC OF CUBA**  
**ON**  
**THE PROGRESS REPORT 2 OF THE JAPANESE TECHNICAL COOPERATION**  
**PROJECT**  
**“CAPACITY DEVELOPMENT ON GROUNDWATER DEVELOPMENT AND**  
**MANAGEMENT FOR CLIMATE CHANGE ADAPTATION”**  
**IN THE REPUBLIC OF CUBA**

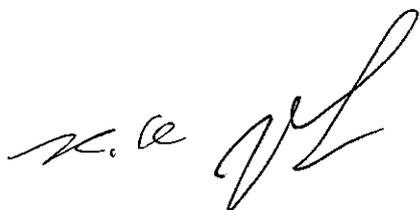
The Expert Team of the Japan International Cooperation Agency (henceforth “JICA”) on the technical cooperation for “Capacity Development on Groundwater Development and Management for Climate Change Adaptation in the Republic of Cuba” (henceforth “the Project”), entrusted by JICA to conduct the Project, was sent to the Republic of Cuba with the purpose of capacity development. The Expert Team carried out activities in the first half of the 2<sup>nd</sup> Year (Japanese fiscal year-2009) according to the annual operational plan of the Project.

The 4<sup>th</sup> Project Execution Committee (henceforth “PEC”) was held to review and evaluate the progress of the Project in the conference room of the National Institute of Hydraulic Research (henceforth “INRH”).

Based on the Progress Report 2 (henceforth “P/R2”) submitted and explained by the Expert Team, the member of PEC had a series of discussions for the successful implementation of the Project.

As a result of the discussions, JICA and Cuban authorities agreed to the matters mentioned in the attached documents.

**Havana, October 27, 2009**



J.M

A.K



Ing. Wilfredo Leyva Armesto

Director General

Hydraulics Projects and Researches

Enterprises Group (GEIPI)

Republic of Cuba



Dr. Akira Kamata

Leader of Expert/Groundwater Modeling 1

Kokusai Kogyo Co., LTD.

(entrusted by)

Japan International Cooperation Agency

(JICA)



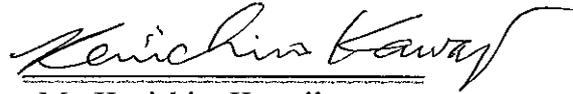
Ing. Julio César Martínez Horta

Technical Director

Hydraulics Projects and Researches

Enterprises Group (GEIPI)

Republic of Cuba



Mr. Kenichiro Kawaji

Coordination Expert en Cuba

Japan International Cooperation Agency

(JICA)

J.M

## ATTACHED DOCUMENTS TO THE MINUTES OF MEETING

### 1. Progress Report 2(P/R2)

INRH and GEIPI (henceforth Cuban side) basically accepted the P/R2 with further clarification.

---

---

### 2. Electro-Magnetic (EM) Survey Equipment

JICA Expert (henceforth JICA side) mentioned that the Electro-Magnetic (EM) survey equipment is supposed to arrive at Havana in the beginning of the 3<sup>rd</sup> year (April 2010) due to delay of procurement. Therefore the training of EM survey was postponed to the 3<sup>rd</sup> year.

### 3. GPS registration

JICA side mentioned that 4 (four) sets of portable GPS were already registered through GEIPI. 3 (three) sets are being kept and managed by EIPi Matanzas and Camaguey, and another one set by JICA side. JICA side also mentioned the status of storage and management of all equipments brought in Cuba so far (See Appendix 1).

### 4. Project Budget

Cuban side requested to provide information on the updated Project budget if any change has been made as well as progress of the budget execution.

JICA side will convey this matter to JICA headquarters.

### 4. Computer software license

Cuban side asked the license of the software brought in Cuba in October 2009.

JICA side answered that FEFLOW has 6 (six) licenses and MIKE 11 has 1 (one) license. Both software can be copied in any PC, however, a dongle must be used for operation.

### 5. Dissemination of technology

JICA side mentioned that the training of the core engineers of GEIPI would be completed in June to July 2010. After that, the technology transferred by JICA side will be disseminated to Cuban engineers of other organizations by the core engineers of GEIPI. JICA side will assist the core engineers to conduct dissemination training.



J.M      A.K

#### 6. Test well drilling

Cuban side requested financial assistance for the proposed test well drillings in Sola area, Camaguey Province due to serious shortage of fund of foreign portion in GEIPI, although the drillings are responsible for Cuban side. Since the local portion has already been prepared for this purpose, the test wells have to be drilled by the end of this year.

JICA side will convey the request to JICA headquarters.

#### 7. Future Extension of the Scope

Cuban side mentioned that the Project would extend its scope to the field of environmental problems since the title of the Project includes "Climate change".

JICA side mentioned the Project purpose is to improve the ability and to exploit groundwater and management. Therefore, the Project is terminated on schedule. Formulation of another environmental project might be discussed in different occasion.

#### 8. Interim Evaluation of the Project

JICA side informed that the interim evaluation of the Project would be conducted in February to March 2010.

#### 9. Training in Japan

JICA side informed that the training in Japan would be held tentatively in May 2010 inviting 5 (five) Cuban participants.

Cuban side requested detailed schedule and contents of the training so that they would decide dispatch of the core engineers.

  
M. K

J. M

A. K

Appendix 1 Inventory of Equipment Procured by JICA & Expert

As of 09/10/19

Table 1 Equipment procured by JICA

No.	Name	Quantity	Storage Management
1	Electro-Magnetic Prospecting Equipment	1 set	Procurement is processing
2	Vehicle (Mitsubishi L200, 4WD Pick-up, Double Cabin, Car No: HKJ655	1 unit	GEIPI, Havana

Table 2 Equipment procured by Expert

No.	Name	Quantity	Storage Management
1	Geophysical logging equipment, SAS LOG300 Probe, ABEM Terrameter SAS1000 with accessories & software	1 set	CITA, JICA Expert
2	Transceiver, VHF IC-S25, Icom with charge	5 units	EIPI, Matanzas, Arturo Lorenzo
3	GPS, Garmin Etrex Vista HCx with rechargeable battery	4 units	①16D213851, EIPI Matanzas, Arturo Lorenzo ②16D213854, EIPI Matanzas, Arturo Lorenzo ③ 16D213838, EIPI Matanzas, Adán Echemendia ④16D214070, CITA, JICA Expert
4	Water quality checker, WQC-22A	1 unit	CITA, JICA Expert
5	Groundwater sampler, Miyamoto Riken	1 unit	CITA, JICA Expert
6	Sampling rope, 100m, Miyamoto Riken	1 unit	CITA, JICA Expert
7	Automatic water level recorder (Water Level Gauge S&DL mini, OYO)	1 set	CITA, JICA Expert
8	Groundwater levelling meter, ALFA	5 units	①CITA, JICA Expert ②CITA, JICA Expert ③CITA, JICA Expert ④CITA, JICA Expert ⑤CITA, JICA Expert
9	Desktop Computer, Hewlett Packard Workstation XW4600, Monitor 19" L1945w TFT with UPS	10 units	①HP 14124288906-DJICA03, EIPH Villa Clara, J. Acosta Infante ②HP 16645358820-DJICA08, UEB Las Tunas. EIPH Holguín, M. Martínez Contrera ③HP 11596326967-DJICA02, EIPH Holguín, J. L. Blanco Blázquez ④HP 23170158641-DJICA06, EIPH Camaguey, S. Crespo Delgado ⑤DJICA10, GEIPI Havana, A. González Báez ⑥DJICA01, CITA ⑦DJICA04, CITA ⑧DJICA05, CITA

*[Handwritten signature]*  
K.G

J.M A.K

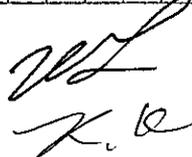
No.	Name	Quantity	Storage Management
			⑨DJICA07, CITA ⑩DJICA09, CITA *1 unit of UPS is in Valedón's room, CITA
10	Laptop computer, HP6730B with software	6 units	①JICA01, EIPI Matanzas, Arturo Lorenzo ②JICA02, EIPI Camaguey, Adán Echemendia ③JICA03, CITA, JICA Expert ④JICA04, CITA Server, Miguel ⑤JICA05, CITA, JICA Expert ⑥JICA06, CITA, JICA Expert
11	Projector, LCD, EB1725	1 unit	CITA, JICA Expert
12	Laser printer ,LBP-3300, Canon	1 unit	CITA, JICA Expert
13	Ink jet printer, HP photosmart, B9180	1 unit	EIPI Camaguey, Adán Echemendia
14	Scanner, Epson A3	1 unit	EIPI Camaguey, Adán Echemendia
15	GIS Software, Cardcorp SIS V6.2	6 license	① JICA Expert, Lei Peifeng ② EIPI Matanzas, Arturo Lorenzo ③ EIPI Villa Clara, J. Acosta Infante ④ EIPI Camaguey, S. Crespo Delgado ⑤ EIPI Holguín, J. L. Blanco Verázquez ⑥ UEB Las Tunas, EIPH Holguín, M. Martínez Contrera
16	Current meter (VE20, VET200, T19)	1 unit	GEIPI, Havana
17	Submersible pump	1 unit	GEIPI, Havana
18	Generator, DCA25ESK, Denyo	1 unit	GEIPI, Havana
19	Equipment for pumping test, Accessories	1 set	GEIPI, Havana
20	Groundwater Management Software, MIKE 11 STUDIO	1 license	CITA, JICA Expert
21	Groundwater Management Software, FEFLOW Ver.5.4x	6 license	①JICA Expert, Shigeki Kihara ②do ③do ④do ⑤do ⑥do
22	Auxiliaries for geophysical survey (2-D Resistivity) equipment	1 set	EIPI Matanzas, Arturo Lorenzo
Purchased by Expert	Copy machine, Canon IR-2022i	1 set	CITA, JICA Expert

## Appendix 2

## List of Attendees in PEC

2009.10.27

Name	Institution	Position	Tel/Email
Rolando Macías Alonso	INRH	Director International Relations	07-8366787-macias@hidro.cu
Hidelisa Rodríguez Fumero	INRH	Specialist, International Relations	
Julio César Martínez	GEPI	Technical Director	jcesar@geipi.co.cu
Ibrahim Plaza Peñalver	GEARH	Specialist, Hydrology	ibrahim@gearh.hidro.cu
Adán Echeinendia Martínez	EIPL, Camaguey	Specialist, Hydrogeology	
Victor M. Villaleso García	INRH	Specialist, Hydrology	victor@hidro.cu
Angelis Fernández	INRH	Specialist	
Kenichiro Kawaji	JICA, Cuba	Expert	jica@enet.cu
Akira Kamata	Kokusai Kogyo Co., Ltd.	Expert, Team Leader	kamata akira4112@forest.ocn.ne.jp
Shigeaki Kihara	Kokusai Kogyo Co., Ltd.	Expert, Hydrogeology	shigeaki_kihara@kkc.co.jp




### 3.7 第5回PEC議事録

**MINUTES OF MEETING**  
**BETWEEN**  
**THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY**  
**AND**  
**THE NATIONAL INSTITUTE OF HYDRAULIC RESOURCES**  
**OF**  
**THE REPUBLIC OF CUBA**  
**ON**  
**THE PLAN OF OPERATIO OF THE JAPANESE TECHNICAL COOPERATION**  
**PROJECT**  
**“CAPACITY DEVELOPMENT ON GROUNDWATER DEVELOPMENT AND**  
**MANAGEMENT FOR CLIMATE CHANGE ADAPTATION”**  
**IN THE REPUBLIC OF CUBA**

The Expert Team of the Japan International Cooperation Agency (henceforth “JICA”) on the technical cooperation for “Capacity Development on Groundwater Development and Management for Climate Change Adaptation in the Republic of Cuba” (henceforth “the Project”), entrusted by JICA to conduct the Project, was sent to the Republic of Cuba with the purpose of capacity development. The Expert Team carried out activities in the first two months of the 3<sup>rd</sup> Year (Japanese fiscal year-2010) according to the annual operational Project plan.

The 5<sup>th</sup> Project Execution Committee (henceforth “PEC”) was held to review and evaluate the progress of the Project in the conference room of the National Institute of Hydraulic Research (henceforth “INRH”).

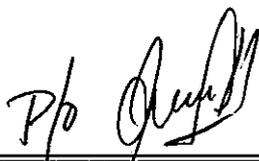
Based on the report of activities explained by the Expert Team, the member of PEC had a series of discussions for the successful implementation of the Project.

As a result of the discussions, JICA and Cuban authorities agreed to the matters mentioned in the attached documents.

Havana, July 6, 2010

A.





Ing. Wilfredo Leyva Armesto

Director General

Hydraulics Projects and Researches

Enterprises Group (GEIPI)

Republic of Cuba



Dr. Akira Kamata

Leader of Expert/Groundwater Modeling 1

Kokusai Kogyo Co., LTD.

(entrusted by)

Japan International Cooperation Agency

(JICA)



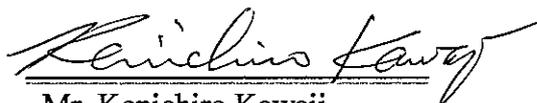
Ing. Julio César Martínez Horta

Technical Director

Hydraulics Projects and Researches

Enterprises Group (GEIPI)

Republic of Cuba



Mr. Kenichiro Kawaji

Coordination Expert en Cuba

Japan International Cooperation Agency

(JICA)

## ATTACHED DOCUMENTS TO THE MINUTES OF MEETING

### 1. Summary of Plan of Operation in 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> Year

JICA side explained a summary of plan of operation in 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> year of the Project. INRH and GEIPI (henceforth Cuban side) basically accepted the plan.

### 2. Electro-Magnetic (EM) Survey Equipment

Cuban side received one set of Electro-Magnetic (EM) survey equipment in April 2010. Both sides confirmed the EM equipment is stored in CITA, Camaguey.

### 3. Dissemination of technology

JICA side mentioned that the training of the core engineers of GEIPI would be completed in September 2010. However groundwater modeling of Sola area will be continued and the seminar will be extended to June 2011 because of delay of geophysical prospecting and test drilling. However, basic technique of groundwater modeling, GIS and geophysical survey have been transferred to Cuban side, therefore, the technology transfer from GEIPI core engineers to other engineers of INRH, GEIPI and GEARH will be conducted in the last half of 3<sup>rd</sup> year and 4<sup>th</sup> year. JICA side will assist the core engineers to conduct dissemination training.

### 4. Test well drilling in Sola area

JICA side requested Cuban side that the drilling work in Sola area should be commenced as soon as possible considering the Project schedule.

Cuban side explained current situation of procurement of the drilling materials and preparation of contract document between GEIPI and the drilling enterprises. Cuban side will issue a formal letter to JICA side for explanation of the situation.

A.

Y

J

## Appendix 1

## List of Attendees in PEC

2010.7.6

Name	Institution	Position	Tel/Email
Rolando Macías Alonso	INRH	Director International Relations	07-8366787 macias@hidro.cu
Jorge Mario García Fernández	INRH	Director of Basins	jorgem@hidro.cu
Hildelisa Rodríguez Fumero	INRH	Specialist, International Relations	07-8366787 hildelisa@hidro.cu
Julio César Martínez Horta	GEPI	Technical Director	jcesar@gepi.co.cu
Ibrahim Plaza Peñalver	GEARH	Specialist, Hydrology	ibrahim@gearh.hidro.cu
Koichiro Morita	Embassy of Japan	Secretary	koichoro.morita@mofa.go.jp
Norio Yonezaki	JICA, Mexico	Director	yonezaki.norio@jica.go.jp
Kenichiro Kawaji	JICA, Cuba	Expert	jica@enet.cu
Akira Kamata	Kokusai Kogyo Co., Ltd.	Expert, Team Leader	kamata akira4112@forest.ocn.ne.jp
Shigeki Kihara	Kokusai Kogyo Co., Ltd.	Expert, Hydrogeology	shigeki_kihara@kkc.co.jp
Peifeng Lei	Kokusai Kogyo Co., Ltd.	Expert, GIS	peifeng lei@kkc.co.jp
Masaru OBARA	Kokusai Kogyo Co., Ltd.	Coordinator	alfonsoobara@yahoo.co.jp

PROJECT ON CAPACITY DEVELOPMENT ON GROUNDWATER DEVELOPMENT AND MANAGEMENT FOR CLIMATE CHANGE ADAPTATION IN THE REPUBLIC OF CUBA Prepared in June, 2010

Year	2010					2011		
	June-July	Aug.-September	Oct.-November	March	June	Aug.-September	December	
Training of Geophysical Survey		Training of Electro-Magnetic Survey						
Training of Groundwater Modeling	5th Groundwater Modeling Seminar				6th Groundwater Modeling Seminar (Detailed Model)			
Drilling of Observation Wells								
Training on Groundwater Evaluation/Management by GEPI Core Engineers			Special Lecture on Groundwater Basin Management		Training by GEPI Engineers (Whole country, 75 participants) Havana		Training by GEPI Engineers (Eastern Provinces, 40 participants) Camaguey	
Technical Transfer on Geophysical Survey, Groundwater Modeling and GIS by GEPI Core Engineers	Introductory Seminar Training of GIS by GEPI Core Engineers	Preparation of Plan & Textbook Seminar by CP	Preparation of Training Plan	Preparation of Program and Textbook	Training of GIS, Groundwater Modeling & Geophysical Survey by GEPI Core Engineers	Self-Schooling	Presentation of Training Outcome by INRH, GEPI & GEARH Engineers	
Workshop					Workshop on Overview of Training		Workshop on Overview of Training	
PEC, JCC & Report	PEC(5)	PEC(6), PR/R4	JCC(3), PR/R5	(Final Evaluation of the Project)	JCC(4), DF/R			

Data Processing

Support by JICA

### 3.8 第6回PEC議事録

**MINUTES OF MEETING**  
**BETWEEN**  
**THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY**  
**AND**  
**THE NATIONAL INSTITUTE OF HYDRAULIC RESOURCES**  
**OF**  
**THE REPUBLIC OF CUBA**  
**ON**  
**THE PROGRESS REPORT 4 OF THE JAPANESE TECHNICAL COOPERATION**  
**PROJECT**  
**“CAPACITY DEVELOPMENT ON GROUNDWATER DEVELOPMENT AND**  
**MANAGEMENT FOR CLIMATE CHANGE ADAPTATION”**  
**IN THE REPUBLIC OF CUBA**

The Expert Team of the Japan International Cooperation Agency (henceforth “JICA”) on the technical cooperation for “Capacity Development on Groundwater Development and Management for Climate Change Adaptation in the Republic of Cuba” (henceforth “the Project”), entrusted by JICA to conduct the Project, was sent to the Republic of Cuba with the purpose of capacity development. The Expert Team carried out activities in the first half of the 3<sup>rd</sup> Year (Japanese fiscal year-2010) according to the annual operational plan of the Project.

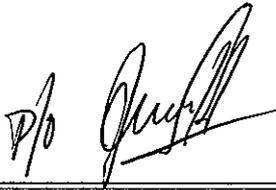
The 6<sup>th</sup> Project Execution Committee (henceforth “PEC”) was held to review and evaluate the progress of the Project in the conference room of the National Institute of Hydraulic Research (henceforth “INRH”).

Based on the Progress Report 4 (henceforth “P/R4”) submitted and explained by the Expert Team, the member of PEC had a series of discussions for the successful implementation of the Project.

As a result of the discussions, JICA and Cuban authorities agreed to the matters mentioned in the attached documents.

**Havana, October 21, 2010**





Ing. Wilfredo Leyva Armesto  
Director General  
Hydraulics Projects and Researches  
Enterprises Group (GEIPI)  
Republic of Cuba



Ing. Julio César Martínez Horta  
Technical Director  
Hydraulics Projects and Researches  
Enterprises Group (GEIPI)  
Republic of Cuba



Dr. Akira Kamata  
Leader of Expert/Groundwater Modeling 1  
Kokusai Kogyo Co., LTD.  
(entrusted by)  
Japan International Cooperation Agency  
(JICA)



Mr. Kenichiro Kawaji  
Coordination Expert in Cuba  
Japan International Cooperation Agency  
(JICA)



## ATTACHED DOCUMENTS TO THE MINUTES OF MEETING

### 1. Progress Report 4(P/R4)

INRH and GEIPI (henceforth Cuban side) basically accepted the P/R4 with further clarification.

### 2. Electro-Magnetic (EM) Survey

JICA Expert (henceforth JICA side) explained the results of the Electro-Magnetic (EM) survey in Sola area conducted by the core engineers of GEIPI under the direction of JICA Expert in charge of geophysical survey from August to September, 2010. A resistivity profile clearly indicates saline water intrusion in shallow aquifer from shoreline to 2-3km inland. Cuban side mentioned that the drilling points should be carefully chosen in order to verify saltwater intrusion in this area.

### 3. Groundwater Modeling

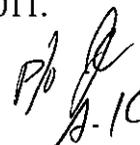
JICA side mentioned that geological structure, the boundary conditions and various parameters must be arranged in order to create the groundwater model. Cuban core engineers should complete arrangement and analysis of data by March 2010 under the direction of JICA experts. JICA side also stressed that EM survey data are to be verified by two test well drillings. In order for that, JICA side requested Cuban side should start two test well drillings as soon as possible.

### 4. Computer software license

Cuban side asked the number of license of the software brought in Cuba. JICA side replied that FEFLOW (Groundwater modeling software) and SIS (GIS software) have 6 (six) licenses each and MIKE 11 and EM analysis software have 1 (one) license each. In addition, much free software was provided to Cuban engineers throughout the GIS seminars.

### 5. Dissemination of technology

JICA side mentioned that the training of the core engineers of GEIPI was conducted in August to September 2010 (EM survey). Cuban core engineers will disseminate technologies to other engineers in GEIPI, GEARH and INRH after this. GIS dissemination seminar was already conducted once in July 2010 under guidance of JICA expert. Cuban side will conduct internal technology transfer on geophysical surveys and groundwater modeling from March 2011.



## Appendix

## List of Attendees in PEC

2010.10.21

Name	Institution	Position	Tel/Email
Rolando Macías Alonso	INRH	Director, International Relations	07-8366787-macias@hidro.cu
Hidelisa Rodríguez Fumero	INRH	Specialist, International Relations	
Yasmína Agüero Kassabb	INRH	Director, Scientific Hydrography	
Julio César Martínez	GEIPI	Technical Director	jcesar@geipi.co.cu
Koichiro Morita	Embassy of Japan	Second Secretary	koichiro.morita@mofa.go.jp
Kenichiro Kawaji	JICA, Cuba	Expert	jica@enet.cu
Akira Kamata	Kokusai Kogyo Co., Ltd.	Expert, Team Leader	kamata akira4112@forest.ocn.ne.jp




### 3.9 第7回PEC議事録

**MINUTES OF MEETING  
BETWEEN  
THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
AND  
THE NATIONAL INSTITUTE OF HYDRAULIC RESOURCES  
OF  
THE REPUBLIC OF CUBA  
ON  
THE PROGRESS REPORT 5 OF THE JAPANESE TECHNICAL COOPERATION  
PROJECT  
“CAPACITY DEVELOPMENT ON GROUNDWATER DEVELOPMENT AND  
MANAGEMENT FOR CLIMATE CHANGE ADAPTATION”  
IN THE REPUBLIC OF CUBA**

The Expert Team of the Japan International Cooperation Agency (henceforth “JICA”) on the technical cooperation for “Capacity Development on Groundwater Development and Management for Climate Change Adaptation in the Republic of Cuba” (henceforth “the Project”), entrusted by JICA to conduct the Project, was sent to the Republic of Cuba with the purpose of capacity development. The Expert Team carried out activities in the second half of the 3<sup>rd</sup> Year (Japanese fiscal year-2010) according to the annual operational plan of the Project.

The 7<sup>th</sup> Project Execution Committee (henceforth “PEC”) was held to review and evaluate the progress of the Project in the conference room of the National Institute of Hydraulic Research (henceforth “INRH”).

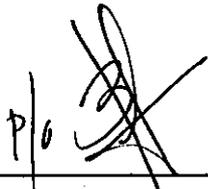
Based on the Progress Report 5 (henceforth “P/R5”) submitted and explained by the Expert Team, the member of PEC had a series of discussions for the successful implementation of the Project.

As a result of the discussions, JICA and Cuban authorities agreed to the matters mentioned in the attached documents.

**Havana, March 15, 2011**

A. 





Ing. Wilfredo Leyva Armesto

Director General

1

Hydraulics Projects and Researches

Enterprises Group (GEIPI)

Republic of Cuba



Ing. Jose Luis Blanco Garcia

Technical Director

Hydraulics Projects and Researches

Enterprises Group (GEIPI)

Republic of Cuba



Dr. Akira Kamata

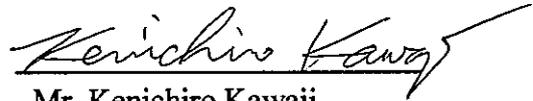
Leader of Expert/Groundwater Modeling

Kokusai Kogyo Co., LTD.

(entrusted by)

Japan International Cooperation Agency

(JICA)



Mr. Kenichiro Kawaji

Coordination Expert in Cuba

Japan International Cooperation Agency

(JICA)

## ATTACHED DOCUMENTS TO THE MINUTES OF MEETING

### 1. Progress Report 5(P/R5)

INRH and Hydraulics Projects and Researches Enterprises Group (henceforth GEIPI), (henceforth Cuban side), basically accepted the P/R5 with further clarification.

### 2. Activities from October 2010 to March 2011

#### (1) Groundwater Evaluation and Management Seminar

JICA side explained that one-day seminar on groundwater evaluation and management was held at Camaguey, Holguin, Las Tunas, Ciego de Avilla, Villa Clara and Matanzas from October to November 2010. The lecturer was Team Leader of JICA Experts. The participants learned general groundwater management theory and a case study in China.

#### (2) Dissemination of Technology on Electro-Magnetic (EM) Survey

1) JICA side explained that the core engineers of EIPH Camaguey conducted EM survey in Sola area from December 2010 to February 2011 while JICA Expert was not in Cuba. JICA Expert checked the results in February 2011. The results are satisfactory and useful for analysis of hydrogeology in Sola area.

2) EM survey technology was disseminated for 4 core engineers and 2 engineers from Pinar del Rio and La Habana. The OJT survey was conducted in Sola area from February 28 to March 4. Method of analysis was exercised in the classroom at CITA under guidance of JICA Expert.

#### (3) Groundwater Modeling Seminar

JICA side mentioned that 6<sup>th</sup> groundwater-modeling seminar was held at CITA from February 28 to March 4, 2011. Throughout the seminar, model parameters, particularly, geological structure and facies in Sola area were arranged and digitized in order to input to the groundwater model. 5 core engineers and 1 general engineer learned digitization and input data for the model. The participants tried to run the model in the 5<sup>th</sup> seminar day.

#### (4) Dissemination of GIS Technology

##### 1) Upgrading of GIS Database

JICA Expert visited EIPH Camaguey, Las Tunas and Holguin from February 28 to March 4, 2011 and guided EIPH engineers for updating of GIS database on water resources at each province.

##### 3) Dissemination Seminar in Villa Clara

A.  

A 3-days seminar was conducted at the conference room in EIPH Villa Clara from March 8 to 10, 2011 under guidance of JICA Expert. The lecturer was the core engineer of EIPH Villa Clara. 24 participants joined the seminar and learned general concept and techniques on GIS database.

### 3. Test Well Drilling in Sola area.

Cuban side reported that JICA01 drilling has completed and geologic log, pumping test and other field data will be arranged and analyzed by the core engineers of EIPH Camaguey. The results will be presented to JICA Experts by June 2011.

### 4. Schedule of Fourth Year

#### (1) Operational Plan of the Project

JICA side explained plan of operation for the project in 4<sup>th</sup> Year according to the chart attached in the appendices.

(2) JICA side mentioned that the final evaluation of the project would be conducted jointly with Cuban side in June 2011. JICA side presented a tentative schedule of JICA mission survey team. However, JICA side also mentioned that the detailed schedule would be informed to Cuban side in April or May 2011.

(3) JICA side requested to Cuban side to prepare technology dissemination program and the indicators mentioned in the Project Design Matrix (PDM). Cuban side acknowledged it and requested JICA side to check the draft program in April or May 2011. The draft will be sent to JICA Experts through Email.

5. Cuban side mentioned that a follow up program of the project should be conducted after termination of the project in order to see dissemination of technology and maintenance of equipment supplied by JICA. JICA side will convey this opinion to JICA headquarters.

A.



PROJECT ON CAPACITY DEVELOPMENT ON GROUNDWATER DEVELOPMENT AND MANAGEMENT FOR CLIMATE CHANGE ADAPTATION IN THE REPUBLIC OF CUBA

Year	2010				2011			
	June-July	Aug.-September	Oct.-November	March	June	Aug.-September	December	
Training of Geophysical Survey		Training of Electro-Magnetic Survey						
Training of Groundwater Modeling	5th Groundwater Modeling Seminar			6th Groundwater Modeling Seminar (Parameters of Geological Structure)	7th Groundwater Modeling Seminar (Detailed Model)			
Drilling of Observation Wells	Support by JICA							
Training on Groundwater Evaluation/Management by GEIPI Core Engineers Seminar		Special Lecture on Groundwater Basin Management	Preparation of Training Plan	Preparation of Program and Textbook	Training by GEIPI Engineers (Eastern Provinces, 40 participants) Camaguey		Training by GEIPI Engineers (Whole country, 75 participants) Havana	
Technical Transfer on Geophysical Survey, Groundwater Modeling and GIS by GEIPI Core Engineers Workshop	Introductio of Workshop Training of GIS by GEIPI Core Engineers	Preparation of Plan & Textbook Workshop by CP	Training of GIS & Geophysical Survey by GEIPI Core Engineers		Seminar in Camaguey Univ. Training of Groundwater Modeling		Presentation of Training Outcome by INRH, GEIPI & GEARH Engineers	
PEC, JCC & Report	PEC(5)	PEC(6), PR/R4	PEC(7), PR/R5	JCC(4) (Final Evaluation)	JCC(5), DF/R			
Dissemination Program by GEIPI			Established Program					

A.

Appendix 2

List of Attendees in PEC

2011.03.15

Name	Institution	Position	Tel/Email
Jose Luis Blanco Garcia	GEIPI	Technical Director	07-214598 /jose@geipi.co.cu
Arturo Gonzalez Baez	GEIPI	Specialist, Project Engineer	05 2141594/agb 1940@geipi.co.cu
Hidelisa Ponce	GEIPI	Specialist, Superior Engineer	hidelisa@geipi.co.cu
Kenichiro Kawaji	JICA, Cuba	Coordination Expert	jica@enet.cu
Tasuku Ishibashi	JICA, Mexico	Director	52-55-5577-9995/ishibashi_tasuku@jica.go.jp
Akira Kamata	Kokusai Kogyo Co., Ltd.	Expert, Team Leader	kamata_akira4112@forest.ocn.ne.jp
Peifeng Lei	Kokusai Kogyo Co., Ltd.	Expert	Peifeng_Lei@kkc.co.jp
Masaru Obara	Kokusai Kogyo Co., Ltd.	Coordinator	alfonsoobara@yahoo.co.jp



### 3.10 第8回PEC議事録

**MINUTES OF MEETING**  
**BETWEEN**  
**THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY**  
**AND**  
**THE NATIONAL INSTITUTE OF HYDRAULIC RESOURCES**  
**OF**  
**THE REPUBLIC OF CUBA**  
**ON**  
**THE JAPANESE TECHNICAL COOPERATION PROJECT**  
**“CAPACITY DEVELOPMENT ON GROUNDWATER DEVELOPMENT AND**  
**MANAGEMENT FOR CLIMATE CHANGE ADAPTATION”**  
**IN THE REPUBLIC OF CUBA**

The Expert Team of the Japan International Cooperation Agency (henceforth “JICA”) on the technical cooperation for “Capacity Development on Groundwater Development and Management for Climate Change Adaptation in the Republic of Cuba” (henceforth “the Project”), entrusted by JICA to conduct the Project, was sent to the Republic of Cuba with the purpose of capacity development. The Expert Team carried out activities in the first half of the 4<sup>th</sup> Year (Japanese fiscal year-2011) according to the annual Operation Plan of the Project.

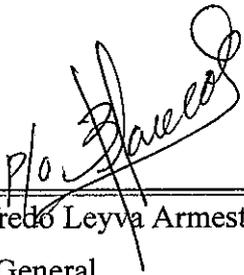
The 8<sup>th</sup> Meeting of the Project Execution Committee (henceforth “PEC”) was held to review and evaluate the progress of the Project in the conference room of the National Institute of Hydraulic Resources (henceforth “INRH”).

Based on the Report of Activities explained by the JICA Expert Team, the member of PEC had a series of discussions for the successful implementation of the Project.

As a result of the discussions, JICA and Cuban authorities (henceforth “Cuban Side”) agreed to the matters mentioned in the attached documents.

**Havana, September 27, 2011**

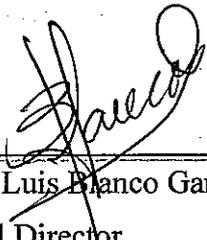
 S.K.



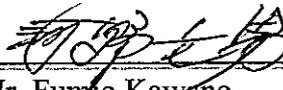
Ing. Wilfredo Leyva Armesto  
Director General  
Cuban Representative of PEC  
Hydraulics Projects and Researches  
Enterprises Group (GEIPI)  
Republic of Cuba



Mr. Shigeki Kihara  
Leader of Experts/Groundwater Modeling 1  
Kokusai Kogyo Co., LTD.  
(entrusted by)  
Japan International Cooperation Agency  
(JICA)



Ing. Jose Luis Blanco García  
Technical Director  
Hydraulics Projects and Researches  
Enterprises Group (GEIPI)  
Republic of Cuba



Mr. Fumio Kawano  
Coordination Expert in Cuba  
Japan International Cooperation Agency  
(JICA)

## ATTACHED DOCUMENTS TO THE MINUTES OF MEETING

### 1. Activity Report

The Cuban side basically accepted the Activity Report after some clarifications made by the JICA Expert Group.

### 2. Activities of September 2011

The JICA Experts reported on the activities carried out during September 2011.

#### (1) Training of Pumping Test and Geophysical Logging

As additional training, hands-on practice was implemented on geophysical logging (from 6 to 8 September 2011) and pumping test (from 12 to 19 September 2011) using an existing well and targeting engineers from the Hydraulics Projects and Research Enterprises (henceforth "EIPH") Camagüey and Holguín, and the Managerial Group of Hydraulic Use (henceforth "GEARH").

#### (2) GIS: Upgrading of GIS Database

The GIS JICA Expert visited EIPH of Camagüey, Holguín and Las Tunas, and gave EIPH engineers OJT training for updating of GIS database on water resources in each Province.

#### (3) Dissemination Seminar

The following 2 or 3-day seminars were conducted under the guidance of JICA Experts, targeting EIPH, INRH and GEARH engineers. The lecturers were the core engineer who received direct training from the pertinent JICA Expert. The participants learned general concept and techniques on geophysical prospecting, GIS database and groundwater modeling.

- ① Geophysical prospecting seminar: 12 to 14 September 2011 at EIPH Pinar del Río
- ② GIS seminar: 14 to 15 September 2011 at EIPH Granma
- ③ Groundwater modeling seminar: 26 September 2011 at EIPH Havana

#### (4) Seminar on Groundwater Development and Management

Seminars on Groundwater Development and Management were held in Granma on 16 September and in Santiago de Cuba on 19 September 2011. GEIPI core engineers, who received direct training from JICA Experts, made presentations that transmitted the basic concept and hands-on experience on groundwater resource management, to the audience composed of engineers of INRH, GEIPI, GEARH, etc.

 S.K.

#### (5) Public Seminar

A Public Seminar was jointly implemented with the Camagüey University on 22 September 2011. The outputs of this Project were presented by EIPH Camagüey and CITA engineers.

#### 3. Documents submitted by the Cuban side

The Cuban Side either submitted the documents listed below, or presented verbal explanations on the said points. Based on these proposals, the Cuban side and the Expert Team will continue discussions, and will make the final version of the said documents by December.

- ① Document that relates to the transfer of the equipments and materials (draft)
- ② Document that relates to the management of the equipments and materials (draft)
- ③ Document that relates to the distribution target of textbook (draft)
- ④ Document that relates to the program and presenters in the Seminar and Workshop planned for December 2011 (draft)
- ⑤ Document that relates to the participants in the Seminar and Workshop in December 2011 (draft)

#### 4. Activities Requested to the Cuban Side during October – November 2011

##### (1) Textbook

The JICA Experts requested the Cuban Side to continue during October-November 2011 the review of training texts or Manuals (Geophysical Prospecting, Groundwater Modeling, GIS, Groundwater Management). GEIPI will play the leading role in this work, with the due cooperation from INRH and GEARH. GEIPI will notify the corrections, if any, in the content of the Manuals (including the cover page of the Manuals) by the middle of October 2011.

##### (2) INRH Annual Report and GEARH Annual Report

The JICA Experts requested the Cuban Side to make the following publications in the Annual Reports of INRH and GEARH, in order to comply with the requirements established in the PDM with the statements indicated below.

- ① The results of groundwater analysis and management are published in the GEARH annual report.
- ② The results of analysis and management of groundwater realized through mathematical models and GIS database are reflected in the INRH annual report.



Handwritten signature and initials, possibly S.K.

## 5. Plan of activities for December 2011

The JICA Experts presented the Plan of Activities for the next visit in December 2011.

(1) Seminar on Groundwater Development & Management and Workshop of the Project results  
The Seminar on Groundwater Development & Management and Workshop of the Project results will be conducted on 14 and 15 December 2011 in Havana.

(2) Closedown of the Project office

The JICA Experts will visit CITA Camagüey (December 5-7) to close down the Project office.

(3) Joint Coordination Committee (JCC)

The last meeting of the JCC will be held on December 16 in Havana. In the JCC meeting, the Cuban Side and the Expert Team will discuss the Draft Final Report that will be submitted to the Cuban Side at the beginning of December.

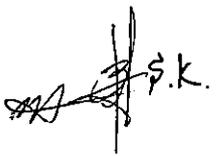
 S.K.

## Appendix 1

## List of Attendees in PEC

2011.9.27

Name	Institution	Position	Tel/Email
José Luis Blanco García	GEIPI	Technical Director	537-214-1587, 535-285-2600 jose@geipi.co.cu
Hildelisa Jimenez Ponce de Leon	GEIPI	Superior Specialist	hildelisa@geipi.co.cu
Hildelisa Rodriguez Fumero	INRH	Specialist in International Cooperation	8366787, hildelisa@hidro.cu
Fumio Kawano	JICA Havana	Coordination Expert	jica@enet.cu
Shigeki Kihara	Kokusai Kogyo Co., Ltd.	Expert, Team Leader	shigeki_kihara@kcc.co.jp
Masatoshi Tanaka	Kokusai Kogyo Co., Ltd.	Expert, Hydrogeology 2	masatoshi_tanaka@kcc.co.jp
Lei Peifeng	Kokusai Kogyo Co., Ltd.	Expert, SIG	peifeng_lei@kcc.co.jp
Masaru Obara	Kokusai Kogyo Co., Ltd.	Coordinator	alfonsoobara@yahoo.co.jp


 S.K.