



Mapas Base de Áreas Piloto

**Subregión Operativa Norte (SON) y
Subregión Operativa Sur (SOS)
Sistema Acuífero Guaraní**

Informe Final

SNC-Lavalin International Inc.

Contrato No. LPI/03/05

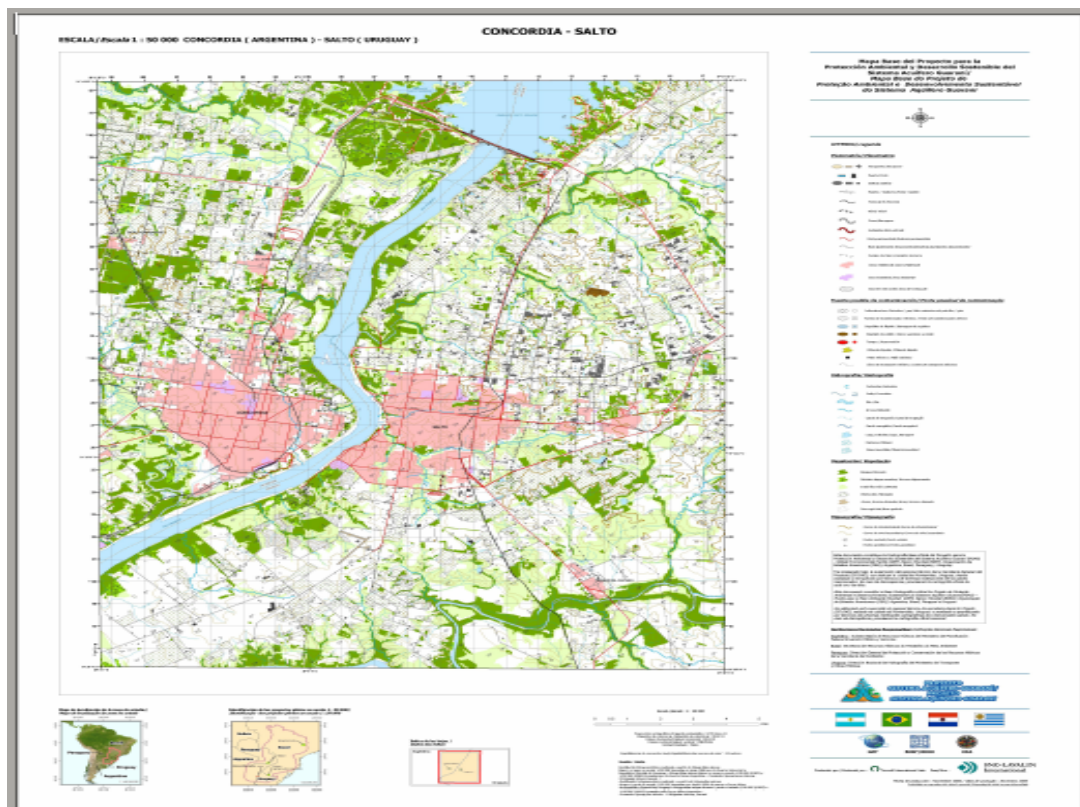
**Servicios de Inventario, Muestreo, Geología, Geofísica,
Hidrogeoquímica, Isótopos e Hidrogeología Localizada de
las
Áreas Operativas Norte y Sur del Sistema Acuífero Guaraní**

Abril 2007



Contrato No. LPI/03/05

Servicios de Inventario, Muestreo, Geología, Geofísica, Hidrogeoquímica, Isótopos e Hidrogeología Localizada de las Áreas Operativas Norte y Sur del Sistema Acuífero Guaraní
Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní



MAPAS BASE DE AREAS PILOTO INFORME FINAL





Equipo del Proyecto

Responsables Nacionales

Por Argentina	Fabián López
Por Brasil	João Bosco Senra
Por Paraguay	Alfredo Molinas
Por Uruguay	Víctor Rossi

Coordinadores Nacionales:

Argentina	Miguel Ángel Giraut
Brasil	Julio Thadeu Kettelhut
Paraguay	Elena Benítez
Uruguay	Alejandro Arcelus

Representantes de OEA:

Jorge Rucks
Pablo González

Representantes Banco Mundial:

Abel Mejía
Samuel Taffesse

Integrantes de la Secretaría General:

Secretario General	Luiz Amore
Coordinador Técnico	Jorge Santa Cruz (Gerente de Servicios)
Coordinador Técnico	Daniel García Segredo
Coord. Comunicación	Roberto Montes
Asistente técnico	Griselda Castagnino
Asistente técnico	Alberto Manganelli
Administración	Luis Reolón
Auxiliar Administrativa	Alejandra Griotti
Informática	Gabriel Menini
Secretaria Bilingüe	Mariángel Valdés

Facilitadores proyectos piloto:

Concordia – Salto	Enrique Massa Segui
Rivera – Santana	Achylles Bassedas
Itapúa	Alicia Eisenkölbl
Ribeirão Preto	Heraldo Campos



Lista de Distribución:

SNC-LAVALIN ENGINEERS & CONSTRUCTORS		
Steve Lindley	Gerente del Proyecto	(1)
Adriana Lafleur	Administrador del Proyecto	(1)
Andrew Gilchrist	Coordinador del Proyecto	(1)
Vivian Flores	Archivo y Control del Proyecto	(2)
Doug Hodgins	Director Corporativo	(1)
Sam Khattab	Director Calidad	(1)
ORGANIZACIÓN DE LOS ESTADOS AMERICANOS, OEA		
Luiz Amore	Secretario General	(1)
Jorge Santa Cruz	Gerente de Servicios	(1)
EMPRESAS ASOCIADAS		
Valter Galdiano	DH	(1)
Mario Nascimento Souza	DH	(1)
Hector Gabriel Santarelli	PROINSA	(1)
Daniel Boggetti	P y T	(1)
Maria Luisa Rodríguez	LCV	(1)
Gerardo Rezoagli	GEODATOS	(1)



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

El contrato "LPI/03/05, Servicios de Inventario, Muestreo, Geología, Geofísica, Hidrogeoquímica, Isótopos e Hidrogeología Localizada de las Áreas Operativas Norte y Sur del Sistema Acuífero Guaraní" se realiza en el marco del Proyecto Acuífero Guaraní dentro de la Componente 1 destinado a la expansión y consolidación de la base de conocimiento científico y técnico existente acerca del Sistema Acuífero Guaraní.

Las Empresas Participantes son:

SNC-Lavalin International

2200 Lake Shore Blvd. West, Toronto, Ontario, Canadá M8V 1A4

Teléfono: 1(416)252 5311, Fax: 1(416)231 5356

<http://www.snclavalin.com>

PROINSA – Proyectos de Ingeniería S.A.

Dorrego 3187 (S 3000 GNE) Santa Fe – Rep. Argentina

Teléfono – Fax: (54 342) 455 2526

Email: proinsa@gigared.com



DH – Perfuracao de Pocos Ltda.

Rua Turiassu, N° 389 Perdizes, Sao Paulo/SP, CEP 05005-001, Brasil

Teléfono – Fax: (55-11) 3875 5833

<http://www.dhaguas.com.br>

P y T Consultora S.R.L.

Presidente Alvear 315 Godoy Cruz, Mendoza, Argentina

Teléfono – Fax: (54-261) 424-5105

<http://www.pytconsultora.com.ar>

Geodatos S.R.L.

Esmeralda 455 5° Piso (C1007ABA), Buenos Aires, Argentina

Teléfono – Fax: (54 11) 4325 1648

<http://www.geodatos.com.ar>

LCV S.R.L.

**Parque de Ciencias UNLP, Av. Calchaquí Km 23.5 Florencio Varela
(1888) Buenos Aires – Argentina**

Teléfono – Fax: (54 221) 4275 7374

<http://www.lcv srl.com.ar>



**Contrato LPI/03/05, Servicios de Inventario, Muestreo, Geología,
Geofísica, Hidrogeoquímica, Isótopos e Hidrogeología Localizada de las
Áreas Operativas Norte y Sur del Sistema Acuífero**

AVISO

El presente documento expresa la opinión profesional del Proveedor de Servicios sobre los asuntos aquí expuestos, aplicando su criterio profesional y procediendo con cuidado razonable. Debe leerse en el contexto del Contrato con fecha del 15-03-2006 (el "Contrato") entre el Proveedor de Servicios y (el "Cliente"), de la metodología, los procedimientos y las técnicas utilizados por el Proveedor de Servicios, las suposiciones del Proveedor de Servicios, y las circunstancias y restricciones bajo las cuales su mandato se llevó a cabo. Este documento fue redactado únicamente para fines del objetivo estipulado en el Contrato, y para beneficio exclusivo del Cliente, cuyos recursos se limitan a aquellos expuestos en el Contrato. Este documento debe leerse como un todo y, por lo tanto, el lector no deberá leer sus partes y secciones, o depender de éstas fuera de contexto.

En la preparación de cualquier estimación de costos, el Proveedor de Servicios siguió una metodología y procedimientos, y procedió con cuidado prudente, a fin de ser congruente con el nivel de precisión buscado, aplicando su criterio y cuidado razonable y por tanto, en su opinión, es muy probable que los costos reales estarán compatibles con la estimación. Sin embargo, no debe implicarse garantía alguna en cuanto a la exactitud de las estimaciones. Salvo que se estipule expresamente lo contrario, las suposiciones, los datos y la información proporcionada por, o recopilada de otras fuentes (incluyendo el Cliente, consultores, laboratorios de prueba y proveedores de equipo, etc.) en los que se basa la opinión del Proveedor de Servicios, tal como se expresa en el presente, no fueron verificados por el Proveedor de Servicios. El Proveedor de Servicios no hace ninguna representación en cuanto a su exactitud y declina toda responsabilidad a este respecto, más allá de la responsabilidad expresamente establecida en el Contrato.

Dentro de los límites permitidos por las leyes aplicables y por el Contrato, el Proveedor de Servicios declina toda responsabilidad al Cliente y a terceras partes en cuanto a la publicación, referencia, cita o distribución de este informe o de cualquier parte de su contenido a una tercera parte y la dependencia en los mismos por ésta.



TABLA DE CONTENIDO

1.0	Introducción	10
2.0	Toma de Fotos Aéreas.	10
3.0	Control Fotogrametrico y aérotriangulación.....	11
4.0	Fotorestitución	16
5.0	Edición de hoja de mapa	22
6.0	Estructura de la información digital.....	24
7.0	Entrega	30
8.0	Corrección.....	31
9.0	Conclusión	31

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1 Fuentes de las fotos aéreas	10
Cuadro 2 Control Fotogramétrico	11
Cuadro 3 Aéreo triangulación y ajustes fotogramétricos.....	13
Cuadro 4 Punto de control en tierra y restitución 1/60K.....	16
Cuadro 5 Foto restitución	17
Cuadro 6 Criterio de dimensión de foto restitución.....	18
Cuadro 7 Fecha de entrega.....	30



LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Puntos de control en tierra en el Sector Piloto Rivera.....	15
Figura 2: Comparación de densidad de información	21
Figura 3: Bosquejo del mapa.....	22
Figura 4: Consulta de información – Punto Geodésico	25
Figura 5: Estructura del directorio	30

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Atributos, Capas, Clases de Características y Características Datasets	26
--	----



1.0 INTRODUCCIÓN

SNC-Lavalin ha contratado a Tecsum International Limited para producir los mapas base relacionados al Proyecto Sistema Acuífero Guaraní en Abril 2006. Los mapas base se elaboraron en cuatro áreas Pilotos: Concordia-Salto en Argentina y Uruguay, Rivera-Santana do Livramento en Uruguay y Brasil, Ribeirão Preto en Brasil e Itapúa en Paraguay. Tecsum sub-contrató tomas de fotos aéreas y controles de campo a organizaciones locales. El mayor problema durante este proyecto se debe a que los permisos de vuelo no fueron entregados a la Fuerza Aérea Uruguaya para sacar fotos aéreas sobre Argentina y Brasil. La alternativa elegida, a fin de mantenerse dentro del presupuesto y en el cronograma de trabajo, fue usar fotos aéreas existentes.

2.0 TOMA DE FOTOS AÉREAS.

Para garantizar la cobertura apropiada, los límites de las áreas de interés fueron aprobados por el cliente antes de realizar la sesión de fotos aéreas. El archivo SHP fue entregado a SNC Lavalin y a la Secretaria General - Sistema Acuífero Guaraní (SG-SAG).

Como se mencionó en la introducción, la Fuerza Aérea Uruguaya no pudo conseguir el permiso para volar y tomar fotos aéreas sobre Argentina y Brasil. De manera alternativa, se utilizaron fotos aéreas ya existentes. Varias organizaciones fueron subcontratadas para tomar fotos aéreas. El cuadro 1 muestra la fuente de las fotos aéreas.

Cuadro 1 Fuentes de las fotos aéreas

Área	Fuente	Escala	#Fotos	Fecha
Ribeirão Preto, Brasil	Aerocarta S.A São Paulo, Brasil	1/37.500 Color	189	Mayo 2006
Itapúa, Paraguay	Fuerza Aérea Uruguaya	1/40.000 B&W	76	Junio y Julio 2006
Salto, Uruguay	Fuerza Aérea Uruguaya	1/40.000 B&W	40	Junio 2006
Concordia, Argentina	Fuerza Aérea Argentina Brigada de Paraná	1/40.000 B&W	12	Abril 2002
Rivera, Uruguay	Fuerza Aérea Uruguaya	1/40.000 B&W	40	Junio 2006
Rivera, Uruguay	Fuerza Aérea Uruguaya	1/20.000 B&W	39	Junio 2006
Santana do Livramento, Brasil	Fuerza Aérea Brasilera	1/60.000 B&W	11	Mayo 1996



Aun cuando la cobertura de las fotos aéreas en Santana do Livramento a escala 1/60.000 no era la ideal para realizar la restitución de fotos, se decidió utilizarlas para evitar mas retrasos en la producción. Este tema se detalla en el punto 3.

3.0 CONTROL FOTOGRAMETRICO Y AÉROTRIANGULACIÓN

El control fotogramétrico consiste en tomar puntos de control en tierra para llevar a cabo la aérotriangulación. Los puntos de control no se materializaron en tierra, por ejemplo, no se instaló ningún monumento o camino para indicar la ubicación del levantamiento. Una vez terminada la toma de fotos aéreas, se llevaron a cabo los controles fotogramétricos.

El control fotogramétrico fue realizado por varios subcontratistas. Tecsalt eligió puntos a ser reconocidos menos en el área piloto de Ribeirão Preto donde la empresa Aerocarta planeó su propio control en tierra para ese sector. Tecsalt fue a Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay a encontrar los Subcontratistas para asegurar que los controles en tierra se llevaran a cabo de manera correcta. El Cuadro 2 muestra el nombre de los subcontratistas y las fechas de ejecución.

Cuadro 2 Control Fotogramétrico

Área	Subcontratistas	Fecha de realización
Ribeirão Preto, Brasil	Aerocarta S.A São Paulo, Brasil	Junio 2006
Itapúa, Paraguay	Dirección del Servicio Geográfico Militar del Paraguay	Julio 2006
Salto, Uruguay	Servicio Geográfico Militar del Uruguay	Junio 2006
Concordia, Argentina	Tek S.R.L., Rosario, Argentina	Septiembre 2006
Rivera, Uruguay	Servicio Geográfico Militar del Uruguay	Junio 2006
Santana do Livramento, Brasil	TeK S.R.L., Rosario, Argentina	Enero 2007

El control fotogramétrico incluye las siguientes tareas:

- Investigación de los puntos geodésicos existentes para ligar el levantamiento a la red local geodésica existente.



- Identificación de los puntos en las fotos aéreas (copias impresas o foto digital): esta tarea consistió en identificar las características planimétricas reconocibles en las fotos aéreas, tales como los bordes de las aceras y las esquinas de los edificios o las cercas, para establecer puntos de control verticales y horizontales.
- Levantamiento de los puntos usando equipos geodésicos GPS (Trimble 5800 o similar). El procesamiento de datos (cálculos) fue hecho midiendo códigos y fases de bi-frecuencias en tiempo real. La exactitud se mantuvo dentro de los 10 cm, suficientes para este proyecto. Las observaciones de GPS fueron transformadas en coordenadas UTM (Dato horizontal: WGS 84, Dato vertical: Imbituba).
- Elaboración de bosquejos para describir cada punto (ubicación, obstáculos, etc.), y un cuadro con las coordenadas x, y, z.

La exactitud de control de suelo es crucial para obtener buenos resultados de aérotriangulación, que son esenciales para la precisión total del proyecto.

El propósito de la aérotriangulación es modelar pares estereoscópicos fotogramétricos de acuerdo a la realidad del terreno. Los puntos de control en tierra fueron marcados en diapositivas de fotos aéreas usando un dispositivo PUG-IV. Luego, usando un estereo trazador analítico, se tomó cada punto de coordenada (x,y,z). Por medio del estereo trazador digital, los puntos de control en tierra fueron virtualmente posicionados en los archivos digitales. De la misma manera procedió Aerocarta S.A.

El ajuste fue hecho usando Space-M software. Se compilaron las estadísticas para cada bloque fotogramétrico. El error Root Mean Square (RMS) indica la exactitud general. La mejor evaluación de exactitud fue dada por los resultados de RSM que aparecen en el cuadro 3 en la tercera columna.



Cuadro 3 Aéreo triangulación y ajustes fotogramétricos

Área	A cargo de	Resultado de ajuste en metro	Fecha
Ribeirão Preto, Brasil (1/37.500)	Aerocarta S.A São Paulo, Brasil	Models: 180 Control Pts: 57 RMS(X): 0.67 RMS(Y): 0.60 RMS(Z): 0.69	Junio 2006
Itapúa, Paraguay (1/40.000)	Tecsult inc., Canadá	Models: 67 Control Pts: 38 RMS(X) 0.79 RMS(Y) 0.79 RMS(Z) 0.57	Agosto 2006
Salto, Uruguay (1/40.000)	Tecsult inc., Canadá	Models: 36 Control Pts: 31 RMS(X) 0.53 RMS(Y) 0.49 RMS(Z) 0.73	Julio 2006
Concordia, Argentina (1/40.000)	Tecsult inc., Canadá	Models: 8 Control Pts: 12 RMS(X) 0.49 RMS(Y) 0.26 RMS(Z) 0.59	Octubre 2006
Rivera, Uruguay (1/20.000)	Tecsult inc., Canadá	Models: 35 Control Pts: 22 RMS(X) 0.43 RMS(Y) 0.54 RMS(Z) 0.28	Julio 2006
Rivera, Uruguay (1/40.000)	Tecsult inc., Canadá	Models: 35 Control Pts: 22 RMS(X) 0.54 RMS(Y) 0.54 RMS(Z) 0.69	Julio 2006
Santana do Livramento, Brasil (1/60.000)	Tecsult inc., Canadá	Models: 7 Evaluación de exactitud (ver el siguiente texto y el cuadro 4)	Enero 2007

De acuerdo a las especificaciones técnicas, el error absoluto debe ser menor a 2,5 m para el Mapa Base Topográfico en escala 1/50.000 y menor a 1,25 m para el Mapa Base Topográfico a escala 1/10.000. Todos los errores Root Mean Square (RMA) son menores a los 0,79 metros. Esto significa que todos los Mapas Base cumplen con la exactitud requerida. Además, se realizaron controles



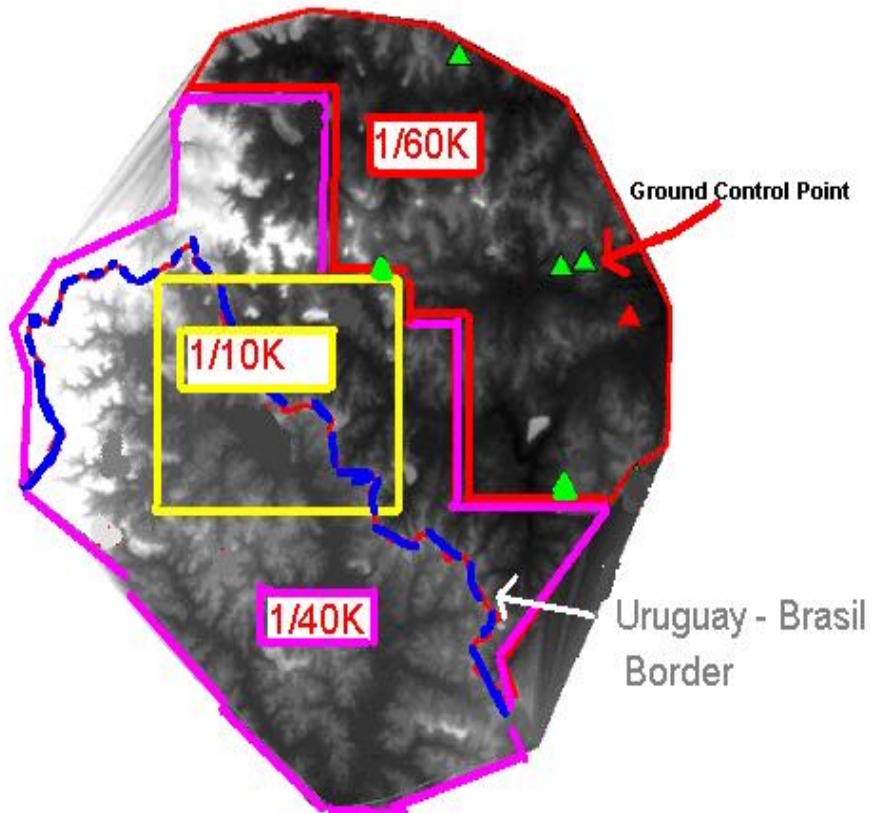
independientes por medio de la Secretaria General – Sistema Acuífero Guaraní. Estos controles independientes han mostrado que los mapas cumplen con los requisitos de exactitud requeridos.

Ya que no fue posible reproducir u obtener diapositivas de rollos originales de las fotos aéreas de Brasil a escala 1/60.000, se uso una metodología alternativa para completar el ajuste. Consistió en escanear la foto con las marcas de contacto, y luego fue posible trabajar con estas fotos dentro de un dispositivo de estereo trazador digital. Estas fotos se ajustaron usando un método denominado “Model Control”. Este método consiste en transferir los puntos de control en tierra en cada par estereoscópico (modelo fotogrametrico) para optimizar la exactitud. La aérotriangulación convencional usualmente limita el uso de los puntos de control de uno por cada tres pares estereoscópicos.

Ya que no se realizo ningún ajuste convencional en la foto a escala 1/60.000, la evaluación de exactitud se hizo de manera diferente. Se realizo comparando los puntos geodésicos y los puntos de control en tierra tomados por el Instituto Brasileiro Geografia Estatística (IBGE) y los reconocimientos en tierra llevados a cabo en Enero 2007 por los subcontratistas de TecSult. La figura 1 ilustra la metodología utilizada mostrando el Modelo de Elevación Digital de Rivera-Santana do Livramento (DEM) producido por TecSult y los puntos de control (triángulos) sobre ella. Las escalas de fotos se indican también en la figura. El Cuadro 4 da algunas de las estadísticas mostrando los resultados de exactitud. Los resultados se encuentran dentro de los requerimientos técnicos de acuerdo a estos puntos de control en tierra.



Figura 1: Puntos de control en tierra en el Sector Piloto Rivera Santana do Livramento





Cuadro 4 Punto de control en tierra y restitución 1/60K
En el Sector Piloto Rivera – Santana do Livramento

UTM N	UTM E	Punto de control en tierra Valor Z (m)	DEM Z Valor (m) de Estéreo- Restitución	Diferencia Absoluta (m)
6587001,23	645050,14	204,45	205,6	1,148
6596635,64	648714,07	188,88	191,17	2,289
6594272,18	641822,36	191,97	193,34	1,37
6594305,16	635706,35	284,13	282,41	1,717
6579295,86	646959,42	175,80	177,29	1,495
6576988,41	653728,76	200,30	200,25	0,053
6587152,58	653579,18	184,89	184,02	0,87
6587399,22	654660,90	174,84	178,66	3,817
Geodetic Point IBGE 6584871,26	656746,5	172,70	173,63	0,93
			Promedio (m)	1,52
			Desviación Standard (m)	1,00

4.0 FOTORESTITUCIÓN

Tecsult realizó de manera completa la fotorestitución de características de planimetría y altimetría. Se utilizaron estereo trazadores analíticos o digitales para extraer simultáneamente en 3 dimensiones (3D) las características planimétricas y altimétricas (cuadro 5). Los elementos que fueron interpretados por las fotos aéreas forman parte de los mapas base finales. No se realizaron verificaciones en tierra. Los topónimos fueron tomados de mapas existentes o sitios WEB.



Cuadro 5 Foto restitución

Área	Dispositivo	Fecha
Ribeirão Preto, Brasil	Estación Digital (DIAP/ISM)	Completada en 2006
Itapúa, Paraguay	Estación Analítica (WILD BC-1)	Completada en Octubre 2006
Salto, Uruguay	Estación Analítica (WILD BC-1)	Completada en Noviembre 2006
Concordia, Argentina	Estación Analítica (WILD BC-1)	Completada en Noviembre 2006
Rivera, Uruguay	Estación Analítica (WILD BC-1)	Completada en Diciembre 2006
Santana do Livramento, Brasil	Estación Digital (DIAP/ISM)	Completada en Enero 2007

Modelo Digital de Elevación (DEM) la extracción se realizó: a) Tomando manualmente los puntos de elevación (coordenadas x, y, z) donde fuese necesario, b) capturando las líneas de fracturas tales como acantilados, zanjas, terraplenes etc., para reforzar el DEM y c) elementos planimétricos 3D relevantes se incluyeron en el DEM tales como ríos, arroyos y caminos. Estos tres pasos han dado la mejor representación del terreno. Las líneas de cota se generaron a partir de DEM con un espaciado de 10 m y 5 metros para los mapas de escala 1/50.000 y 1/10.000 respectivamente. A partir de ese DEM, se generaron los mapas de sombra de laderas y cerros.

El cuadro 6 identifica las características que fueron tomadas y los criterios dimensionales que fueron aplicados. Como se muestra, Tecslut aplicó criterios dimensionales iguales o mas estrictos que aquellos que se utilizan para mapas de escala 1/10.000. Esto fue posible porque las fotos aéreas 1/37.500 y 1/40.000 permitían extraer mas detalles. Esto fue realizado también para elaborar un DEM mas preciso para cumplir con las especificaciones técnicas de exactitud, por ejemplo. 2,5 m. en 1/50.000 y 1,25 m para la escala 1/10.000. La densidad de información iguala a la densidad del mapa 1/10.000 para todo el territorio, excepto por la restitución hecha a partir de la foto aérea 1/60.000, la cual concuerda con los estándares 1/50.000. La figura 2 ilustra este concepto, al mostrar la red de agua vista por Tecslut versus el mapa oficial uruguayo de 1/50.000.



Cuadro 6 Criterio de dimensión de foto restitución

Nombre de la Entidad	Tipo S = Superficies L = Lineal P = Puntual	Criterio de restitución aplicado por Tecsult inc.	Estándares 1/50K para la restitución de recursos naturales Canadá	1/20K Recursos Naturales Quebec adaptados a 1/10K (dividido por 4 para superficies o por 2 para características lineales)
		Superficies (m²) o longitud y ancho (m)		
Área Residencial	S	500 m ²	72 000 m ²	Se refiere a 'Edificio'
Área Industrial	S	500 m ²	288 000 m ²	Se refiere a 'Edificio'
Cantera	S	500 m ²	8 100 m ²	2050 m ²
Edificio	P	Tomado si es visible (solamente edificio aislado)	Tomado si es visible	Tomado si es visible
Edificio	L	10 m	10 m	10 m
Edificio	S	100 m ²	100 m ²	150 m ²
Línea de alto voltaje	L	100 m	400 m	Tomado si es visible
Pilón	P	Tomado si es visible	Tomado si es visible	Tomado si es visible
Tanque	P	Tomado si es visible	Tomado si es visible	Tomado si es visible
Tanque	S	200 m ²	2 000 m ²	78,5 m ²
Reservorio (de una presa)	S	100 m ²	2 000 m ²	150 m ²
Infraestructura de Petróleo/Gas	P	Tomado si es visible	Tomado si es visible	Tomado si es visible
Infraestructura de Petróleo/Gas	S	500 m ²	8 100 m ²	78,5 m ²
Transformador eléctrico	P	Tomado si es visible	Tomado si es visible	Tomado si es visible
Transformador eléctrico	S	500 m ²	8 100 m ²	NA
Deposito (líquido)	P	Tomado si es visible	Tomado si es visible	Tomado si es visible
Deposito (líquido)	S	500 m ²	8 100 m ²	78,5 m ²
Deposito (sólido)	P	Tomado si es visible	Tomado si es visible	Tomado si es visible



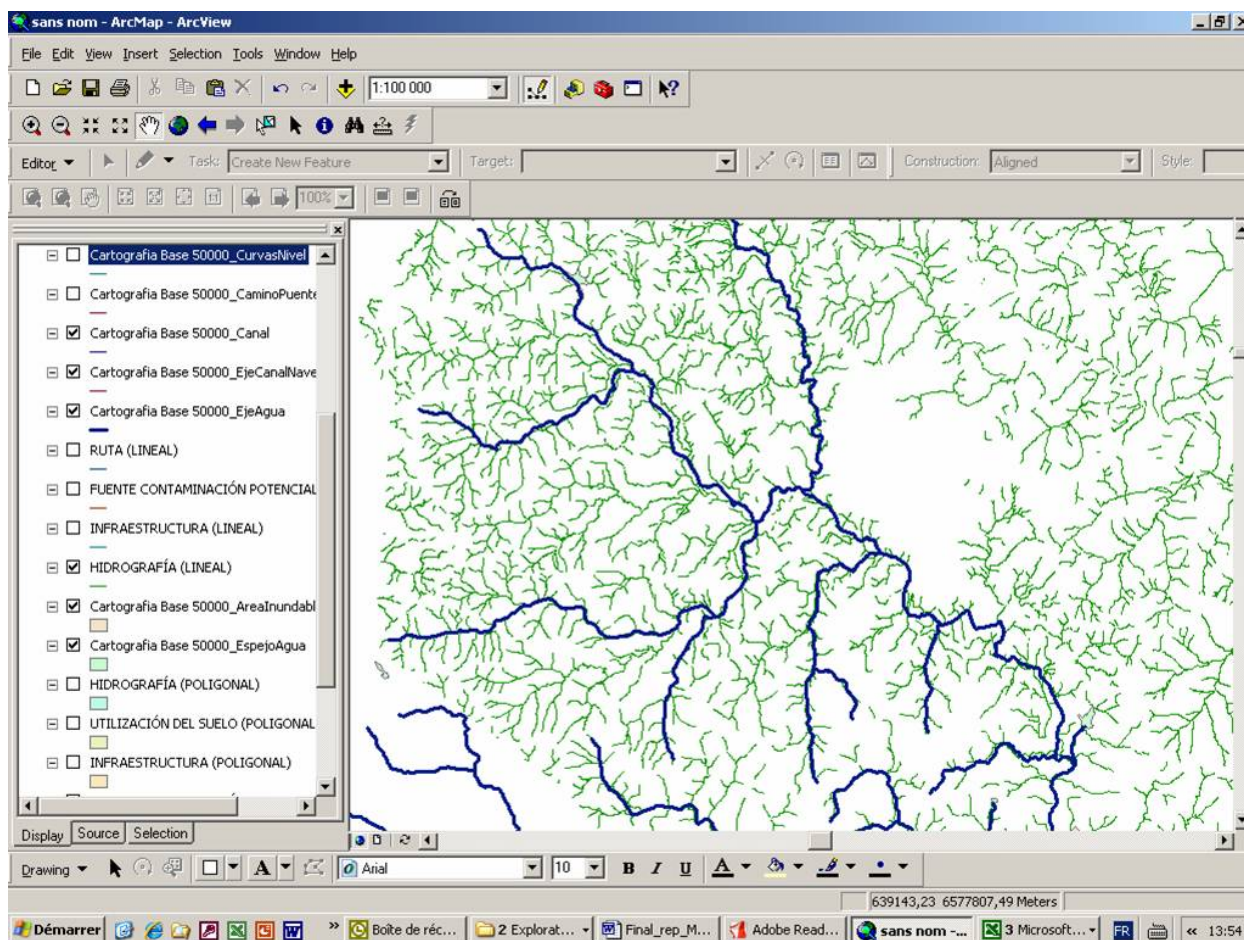
Nombre de la Entidad	Tipo S = Superficies L = Lineal P = Puntual	Criterio de restitución aplicado por Tecsult inc.	Estándares 1/50K para la restitución de recursos naturales Canadá	1/20K Recursos Naturales Quebec adaptados a 1/10K (dividido por 4 para superficies o por 2 para características lineales)
Deposito (sólido)	S	500 m ²	8 100 m ²	2 050 m ²
Efluente líquido (contaminación)	S	250 m ²	No aplicable	No aplicable
Aeropuerto	P	Tomado si es visible	Tomado si es visible	Tomado si es visible
Pista de aterrizaje	L	500 m	No aplicable	10 m
Pista de aterrizaje	S	500 m ²	8 100 m ²	5 m ²
Ferrocarril	L	10 m	10 m	10 m
Puente / Desnivel	L	5 m	5 m	10 m
Camino sin pavimentar	L	10 m	10 m	10 m
Camino pavimentado	L	10 m	10 m	10 m
Camino de tierra	L	20 m	20 m	10 m
Dique	P	Tomado si es visible	Tomado si es visible	Tomado si es visible
Dique	L	20 m	20 m	10m
Dique	S	500 m ²	8 100 m ²	500 m ²
Canal de irrigación	L	20 m	750 m	500 m ² o 10 m de ancho
Canal navegable: operacional	L	20 m	750 m	75m
Canal Navegable: operacional	S	300 m ² o 20 m X 120 m	2 000 m ² o 20 m X 120 m	500 m ² o 10 m de ancho
Muelle	L	20 m	40 m	500 m ² o 5 m de largo
Pase de ferry	P	Tomado si es visible	Tomado si es visible	No aplicable
Pase de ferry	L	5 m	5 m	10 m
Catarata	P	Tomado si es visible	Tomado si es visible	Tomado si es visible
Catarata	L	5 m	20 m	10 m
Rápido	P	Tomado si es visible	Tomado si es visible	Tomado si es visible
Rápido	L	5 m	20 m	10 m
Rápido	S	200 m ²	2 400 m ²	2050 m ²



Nombre de la Entidad	Tipo S = Superficies L = Lineal P = Puntual	Criterio de restitución aplicado por Tecsalt inc.	Estándares 1/50K para la restitución de recursos naturales Canadá	1/20K Recursos Naturales Quebec adaptados a 1/10K (dividido por 4 para superficies o por 2 para características lineales)
Río	L	20 m	750 m	75 m
Arroyo	L	20 m	750 m	75 m
Lago	S	50 m ²	2 000 m ²	150 m ²
Río	S	300 m ² o 20 m X 120 m	2 000 m ² o 20 m X 120 m	500 m ²
Pantano	S	100 m ²	8 100 m ²	3 000 m ²
Llanura riada	S	100 m ²	8 100 m ²	
Vegetación: Bosque	S	300 m ²	8 100 m ²	2 050 m ²
Vegetación: Plantación	S	300 m ²	8 100 m ²	2 050 m ²
Vegetación: Bosque poco denso	S	300 m ²	8 100 m ²	2 050 m ²
Vegetación: Arbustos	S	300 m ²	8 100 m ²	2 050 m ²
Vegetación: Agricultura	S	300 m ²	8 100 m ²	2 050 m ²
Arena, suelo desnudo	S	300 m ²	8 100 m ²	2 050 m ²
Línea de Cota (maestra)	L	20 m	20 m	25 m
Línea de Cota (intermedia)	L	10 m (1:50.000) 5 m (1/10.000)	No aplicable	5 m
Punto	P	Tomado	Tomado	Tomado
Punto Geodésico	P	De fuente oficial independiente	De fuente oficial independiente	De fuente oficial independiente



Figura 2: Comparación de densidad de información



En azul: Características hidrográficas del mapa Topográfico de Uruguay 1/50.000 (Clearing House 2005)

En verde: Características hidrográficas. Tecslut Mapa 1/50.000 (2006)

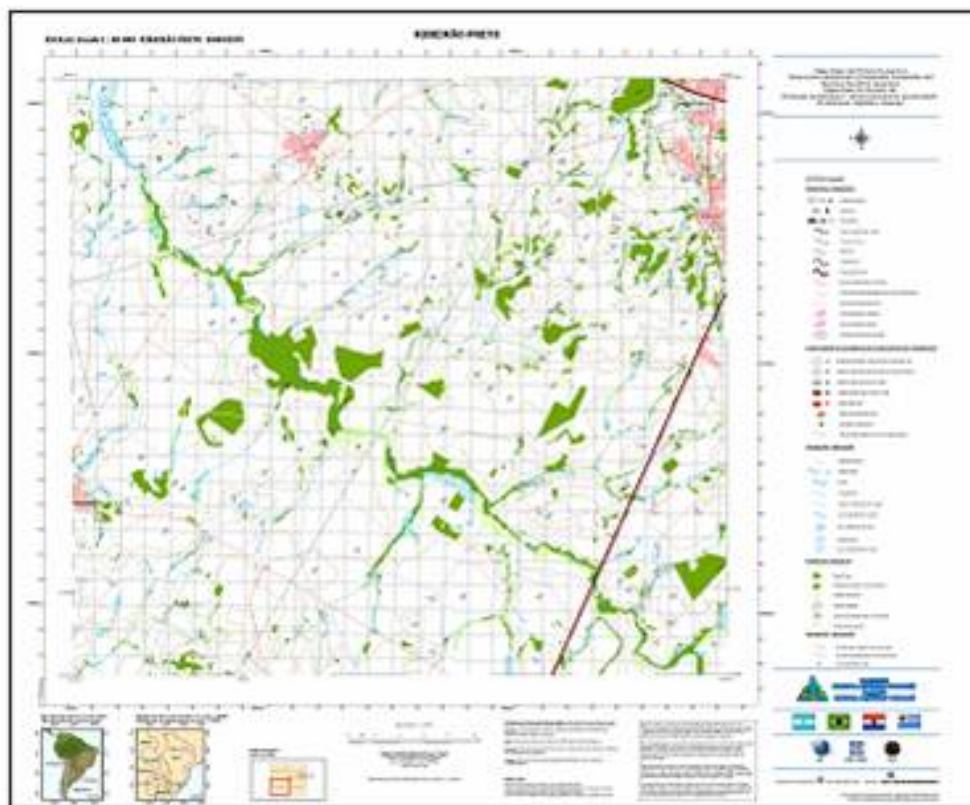


5.0 EDICIÓN DE HOJA DE MAPA

Esta tarea consistió en producir la hoja del mapa final a escalas 1/50.000 y 1/10.000. Cuatro hojas de mapa a escala 1/50.000 constituyen el sector piloto Ribeirão Preto, dos para Itapúa, uno para Concordia Salto a escala 1/50.000. Para Rivera - Santana do Livramento se prepararon cuatro hojas de mapa a escala 1/10.000 y uno a escala 1/50.000.

La distribución del mapa similar a uno desarrollado por Tecslut en el periodo anterior al contrato con la SG-SAG se adaptó a escala 1/10.000 y 1/50.000. Se presentó al cliente un prototipo de mapa antes que la producción comenzara. La figura 3 muestra el bosquejo del Mapa aprobado.

Figura 3: Bosquejo del mapa



La información obtenida se editó y estructuró para crear una versión del mapa para imprimir. Durante la edición se aplicó el control de calidad. Los siguientes pasos se hicieron para controlar la calidad de la información:



- Uso de programas de computación (MicroStation y ArcGIS) que automáticamente buscaban errores potenciales en cada modelo digital antes de que estos pasen al proceso de edición. Por ejemplo: Codificaciones malas entre capas, sobre modulación, impulso corto, oscilaciones, etc.;
- Preparación de un archivo de copia impresa (borrador de impresión) para validación estereográfica;
- Control de calidad (verificación estereoscópica) en modelos digitales usando fotos aéreas impresas o fotos digitales (validación en pantalla) para identificar anomalías entre la información planimétrica y altimétrica y las fotos digitales (o modelos estereoscopios);
- Volver a los trazados estereo fotogrametricos digitales para realizar las correcciones y modificaciones;
- Ensamblar la información corregida en un archivo con formato final (Archivo de edición) de aproximadamente. 100cm x 80cm para impresiones.
- Editar el archivo / limpiar / estético / posicionar las anotaciones relevantes y los textos incluyendo la simbología del mapa, lazos entre los archivos que lo rodean, etc....;
- Validación y corrección de parámetros de elementos, (en pantalla y varios programas de computación);
- Integración y posicionamiento de información toponímica;
- Integración de la grilla y la información de las coordenadas, como también las anotaciones marginales incluyendo la información específica conectada con el archivo;
- Preparación de un archivo para imprimir para la verificación cartográfica final.
- Los ríos fueron revisados para que el curso de agua sea coherente con la altimetría

La información fue estructurada de tal manera que los archivos de información puedan ser fácilmente integrados al sistema GIS. La conectividad entre las hojas de los mapas fue asegurada. Cada elemento tiene su codificación propia y etiqueta. Los elementos fueron matemáticamente cerrados con nodos. La estructura fue limpiada (no hay sobre modulación, impulso corto ni oscilaciones).

Se aplicó la proyección cartográfica Universal Transverse Mercator (UTM). Se utilizó Horizontal Datum WGS84 (World Geodetic System) y Vertical Datum IMBITUBA, que corresponde al nivel del mar en la Bahía Imbituba en Brasil.



6.0 ESTRUCTURA DE LA INFORMACIÓN DIGITAL

La información digital fue estructurada en Personal Geodatabases PGDB (ESRI ArcGIS 9.1 format) de acuerdo al modelo similar al que desarrollo Tecslut antes del contrato con la SG-SAG.. La Tabla 1 muestra la organización de estos PGDB en Capas, Clases de Características y Características de grupos de datos (Dataset), y muestra algunos atributos adjuntos a estos.

Personal Geodatabases (PGDB) se organizó en Dataset de Características, Clases de Características y Capas. Por ejemplo, el PGDB Concordia_Salto.mdb, como las otras, contiene cuatro Características de Datasets: Limite, Planimetría, Hidrografía, Topografía. Luego, cada Característica Dataset se dividió en Clases de Características. Por ejemplo Características Dataset Hidrografía contiene 3 clases de características: Hidro_I (linear), Hidro_S (poligonal) e Hidro_Anno (anotaciones). Luego, por ejemplo, Hidro_I se dividió en Capas tales como Ríos y Arroyos, que tienen estructura lineal en ese caso. El nivel mas bajo corresponde a los atributos específicos adjuntos a una Capa, tales como la descripción en español y portugués, tamaño en metros, área en metros cuadrados, topónimos si están disponibles, código DIGEST y Grupo Gráfico.

La Capa "Área residencial" (Aglomeración :zona residencial) fue también clasificada por tamaño de habitante. La información sobre la población se obtuvo de las siguientes fuentes:

- Argentina: INDEC – Instituto Nacional de Estadísticas y Censos: Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas, 2001;
- Instituto Brasileiro de Geografía e Estadística, 2005
<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>
- Paraguay: Censo nacional de población y viviendas, 2002;
- Uruguay: Instituto nacional de estadística - Censo fase I, 2004.

Los puntos acotados se dividieron en dos categorías: Puntos acotados tomados por Tecslut DEM y los puntos Geodésicos tomados de la agencia nacional responsable.

Las fuentes de los puntos Geodésicos son:

Argentina: POSGAR Nacional Network obtenido a través de la Subsecretaria de Recursos Hídricos del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Publica y Servicios.

Brasil: Obtenido a través de el sitio WEB del Instituto Brasileiro de Geografía e Estadística (IBGE) <http://mapas.ibge.gov.br/website/geodesia2/viewer.htm>



Paraguay: Primer orden punto GPS medido en el curso del Proyecto de Racionalización del Uso de la Tierra (convenio GOB-BIRF N° 3445-PA), Diciembre 1992. Obtenido a través de la Dirección General de Protección y Conservación de Recursos Hídricos de la Secretaría del Ambiente del Paraguay.

Uruguay: Puntos GPS provenientes de ClearingHouse Nacional de Datos Geográficos (2005), obtenidos a través de la Dirección Nacional de Hidrografía del Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

La Figura 4 muestra los atributos adjuntados a la Capa de Punto acotado. En ese caso es un punto geodésico oficial donde se da el nombre, su cota en metros y la cota vista por Tecsult (Punto_Z). Entonces se puede realizar una comparación.

Figura 4: Consulta de información – Punto Geodésico

PUNTO ACOTADO		Location: (413178,621786 6534264,293476)	
+ 667		Field	Value
		OBJECTID	667
		SHAPE	Point
		GG	1577
		DIGEST	ZB060
		Descripción_español	PUNTO GEODÉSICO
		Descrição_portuguesa	PONTO GEODÉSICO
		Punto_Z	64
		COTA	63,1
		NOMBRE	III - 4520 - 63.1



**Tabla 1 Atributos, Capas, Clases de Características y Características Datasets
Dentro de Geodatabases Personales**

Tipo P = Puntual L = Linear S = Superficies	Grupo Grafico de atributos (GG)	Descripción de la capa	Descripción español	Descrição portuguesa	DIGEST Code	Clases de Características	Características Dataset
S	5632	Map frame	Cuadro	Quadro	IA010	Cuadrícula	Limite
S	5788	Quarry	Cantera	Carreira	AA013	Utilización del suelo (poligonal)	Planimetría
S	4281	Residential Area	Aglomeración : zona residencial	Aglomeracão: zona residencial	AL020	Utilización del suelo (poligonal)	Planimetría
S	4282	Industrial Area	Aglomeración: zona industrial	Aglomeracão: zona industrial	AC000	Utilización del suelo (poligonal)	Planimetría
P	147	Building	Edificio	Edifício	AL015	Infraestructura (puntual)	Planimetría
L	2195	Building	Edificio	Edifício	AL015	Infraestructura (lineal)	Planimetría
S	4243	Building	Edificio	Edifício	AL015	Infraestructura (poligonal)	Planimetría
P	1277	Tank	Tanque	Tanque	AM070	Fuente Contaminación Potencial (puntual)	Planimetría
S	5373	Tank	Tanque	Tanque	AM070	Fuente Contaminación Potencial (poligonal)	Planimetría
S	5765	Reservoir	Embalse	Reservatório	BH130	Hidrografía (poligonal)	Planimetría
P	788	Oil / Gas Infrastructure	Infraestructura petróleo / gas	Infra- estrutura petróleo / gás	AC040	Fuente Contaminación Potencial (puntual)	Planimetría
S	4884	Oil / Gas Infrastructure	Infraestructura petróleo / gas	Infra- estrutura petróleo / gás	AC040	Fuente Contaminación Potencial (poligonal)	Planimetría
P	1318	Electric transformer	Puesto de transformador eléctrico	Posto de transformador elétrico	AD030	Fuente Contaminación Potencial (puntual)	Planimetría
S	5414	Electric transformer	Puesto de transformador eléctrico	Posto de transformador elétrico	AD030	Fuente Contaminación Potencial (poligonal)	Planimetría
L	3378	Power Line	Línea eléctrica	Linha elétrica	AT030	Fuente Contaminación Potencial (lineal)	Planimetría
P	1666	Depot (liquid)	Depósito de líquido	Depósito de líquido	BB022	Fuente Contaminación Potencial (puntual)	Planimetría
S	5762	Depot (liquid)	Depósito de líquido	Depósito de líquido	BB022	Fuente Contaminación	Planimetría



Tipo P = Puntual L = Linear S = Superficies	Grupo Grafico de atributos (GG)	Descripción de la capa	Descripción español	Descrição portuguesa	DIGEST Code	Clases de Características	Características Dataset
						Potencial (poligonal)	
P	1658	Depot (solid)	Depósito de sólido	Depósito de sólido	AC030	Fuente Contaminación Potencial (puntual)	Planimetría
S	5754	Depot (solid)	Depósito de sólido	Depósito de sólido	AC030	Fuente Contaminación Potencial (poligonal)	Planimetría
P	1066	Airstrip	pista de despegue: aeropuerto	Pista de decolagem : aeroporto	GB055	Infraestructura (puntual)	Planimetría
L	3114	Airstrip	pista de despegue: aeropuerto	Pista de decolagem : aeroporto	GB055	Infraestructura (lineal)	Planimetría
S	3114	Airstrip	pista de despegue: aeropuerto	Pista de decolagem : aeroporto	GB055	Infraestructura (poligonal)	Planimetría
S	5162	Airstrip	pista de despegue: aeropuerto	Pista de decolagem: aeroporto	GB055	Utilización del suelo (poligonal)	Planimetría
L	2982	Railway	Ferrocarril	Ferrovía	AN010	Ruta (lineal)	Planimetría
L	2983	Railway (abandoned)	Ferrocarril abandonado	Ferrovía abandonada	AN010	Ruta_(lineal)	Planimetría
L	2142	Bridge / Overpass	Puente / viaducto	Ponte/ viaduto	AQ040	Ruta_(lineal)	Planimetría
L	3652	Road: Unpaved	Ruta : no pavimentada	Rodovia: pavimentada	AP030	Ruta_(lineal)	Planimetría
L	3651	Road: Paved	Ruta pavimentada	Rodovia pavimentada	AP030	Ruta_(lineal)	Planimetría
L	3694	Road: Dirt	Camino de tierra	Caminho de terra	AP030	Ruta_(lineal)	Planimetría
L	3424	Tunnel	Túnel	Túnel	AQ130	Ruta_(lineal)	Planimetría
P	359	Dam	Presa	Barragem	BI020	Infraestructura (puntual)	Planimetría
L	2407	Dam	Presa	Barragem	BI020	Infraestructura (lineal)	Planimetría
S	4455	Dam	Presa	Barragem	BI020	Infraestructura (poligonal)	Planimetría
L	3551	Dock	Muelle del puerto	Cais do porto	BB005	Infraestructura (lineal)	Planimetría
P	508	Traverse	Barcaza	Barco	AQ070	Infraestructura (puntual)	Planimetría
L	2556	Traverse	Barcaza	Barco	AQ070	Infraestructura (lineal)	Planimetría
L	2791	Irrigation Channel	Canal de irrigación	Canal de irrigação	BH030	Hidrografía (lineal)	Hidrografía
S	4839	Irrigation Channel	Canal de irrigación	Canal de irrigação	BH030	Hidrografía (poligonal)	Hidrografía
L	2792	Navigable Channel : operational	Canal navegable : Operacional	Canal navegável : Operacional	BH020	Hidrografía (lineal)	Hidrografía



Tipo P = Puntual L = Linear S = Superficies	Grupo Grafico de atributos (GG)	Descripción de la capa	Descripción español	Descrição portuguesa	DIGEST Code	Clases de Características	Características Dataset
S	4840	Navigable Channel : operational	Canal navegable : Operacional	Canal navegável : Operacional	BH020	Hidrografía (poligonal)	Hidrografía
P	1701	Waterfall	Cataratas	Cataratas	BH180	Hidrografía (puntual)	Hidrografía
L	3749	Waterfall	Cataratas	Cataratas	BH180	Hidrografía (lineal)	Hidrografía
P	1702	Rapid	Salto	Salto	BH120	Hidrografía (puntual)	Hidrografía
L	3750	Rapid	Salto	Salto	BH120	Hidrografía (lineal)	Hidrografía
S	5798	Rapid	Salto	Salto	BH120	Hidrografía (poligonal)	Hidrografía
L	3510	River	Río permanente	Rio permanente	BH140	Hidrografía (lineal)	Hidrografía
L	3511	Creek	Arroyo permanente	Ribeira permanente	BH140	Hidrografía (lineal)	Hidrografía
S	5548	Lake	Lago	Lago	BH080	Hidrografía (poligonal)	Hidrografía
S	5549	River	Río permanente	Rio permanente	BH140	Hidrografía (poligonal)	Hidrografía
S	5588	Swamps	Ciénaga / Pantano	Charco / Pântano	BH095	Hidrografía (poligonal)	Hidrografía
S	5550	Flood Plain	Llano inundable	Planície inundável	BH091	Hidrografía (poligonal)	Hidrografía
S	5508	Vegetation: Forest	Vegetación: Bosque	Vegetação: Floresta	EC015	Utilización del suelo (poligonal)	Planimetría
S	5507	Vegetation: Plantation	Vegetación: Plantación	Vegetação: Plantação	EA040	Utilización del suelo (poligonal)	Planimetría
S	5509	Vegetation: Sparse Forest	Vegetación: Árboles desparramados	Vegetação : Árvores dispersadas	EC030	Utilización del suelo (poligonal)	Planimetría
S	5506	Vegetation: Shrub	Vegetación : Arbustos	Vegetação : Arbustos	EB020	Utilización del suelo (poligonal)	Planimetría
S	5505	Vegetation: Agriculture	Vegetación : Uso agrícola	Vegetação: Uso agrícola	EE000	Utilización del suelo (poligonal)	Planimetría
S	5179	Sand / Bare ground	Arena, terreno desnudado	Areia, terreno desnudado	DB170	Utilización del suelo (poligonal)	Planimetría
S	5180	Liquid effluent (pollution)	Efluente líquido, polución	Efluente líquido, poluição	BH165	Fuente Contaminación Potencial (poligonal)	Planimetría
L	3609	Contour line (Master)	Curva de nivel principal	Curva de nível principal	CA010	Curva de nivel	Topografía
L	3610	Contour line (Intermediate)	Curva de nivel secundaria	Curva de nível secundaria	CA010	Curva de nivel	Topografía
L	3607	Contour line (interpolated)	Curva de nivel interpolada	Curva de nível interpolada	CA010	Curva de nivel	Topografía



Tipo P = Puntual L = Linear S = Superficies	Grupo Grafico de atributos (GG)	Descripción de la capa	Descripción español	Descrição portuguesa	DIGEST Code	Clases de Características	Características Dataset
P	1575	Geodetic Point	Punto geodésico	Ponto geodésico	ZB035	Punto acotado	Topografía
P	1576	Spot Elevation	Punto acotado	Ponto cotado	CA030	Punto acotado	Topografía



7.0 ENTREGA

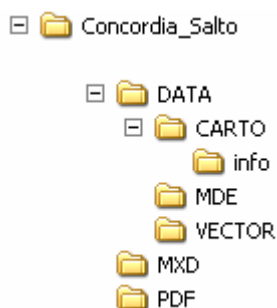
Las entregas se realizan como se muestra en el Cuadro 7.

Cuadro 7 Fecha de entrega

Área	Fecha de Entrega
Ribeirão Preto, Brasil 1/50.000	Prototipo: Agosto 8 2006 Entrega Completa: Noviembre 15 2006
Itapúa, Paraguay 1/50.000	Octubre 16 2006
Concordia - Salto 1/50.000	Noviembre 15 2006
Riviera - Santana do Livramento, 1/10.000	Febrero 5 2007
Riviera - Santana do Livramento, 1/50.000	Febrero 5 2007

La siguiente figura muestra el Archivo digital en la estructura del Directorio.

Figura 5: Estructura del directorio



Los directorios y subdirectorios se organizaron de la misma manera para las cuatro Áreas Piloto. Se entregaron varios formatos de información. La información Vector se entregó en Personal Geodatabases (PGDB). PGDB se encuentra contenida en el subdirectorio VECTOR. Los archivos ArcGIS MXD fueron también entregados. Un archivo MXD corresponde a los bosquejos de los mapas como se muestra en la Figura 1. Cada hoja de mapa es como cada archivo MXD. Los bosquejos de los Mapas se encuentran también a disposición en formato PDF y TIFF o JPEG, que sirven para imprimir.



La información de barrido esta compuesta por Modelos de Elevación Digital, Mapas de Pendientes y Mapas de Sombra de Sierras, que son entregados en formato TIFF para cada Hoja de Mapa en el subdirectorio MDE. El Subdirectorío CARTO contiene información marginal necesaria para construir el bosquejo del Mapa, tal como la localización del Mapa y la Leyenda.

8.0 CORRECCIÓN

Algunas correcciones se realizaron de acuerdo al informe datado el 11 de Noviembre 2006 producido por la Secretaria General del Sistema Acuífero Guaraní. Muchas de esas correcciones eran en relación al aspecto estético de las curvas de nivel. Las curvas de nivel se procesaron con 5 m de equidistancia para las hojas de mapa a escala 1/10.000 de Rivera-Santana do Livramento.

9.0 CONCLUSIÓN

De acuerdo a la verificación de Tecsalt, los mapas cumplen con la exactitud requerida, por ejemplo. 2,5 m para los mapas 1/50.000 en x, y y z y 1,25 m para los mapas 1/10.000 en a, y y z.

En términos de foto restitución, como se muestra en el cuadro 6, Tecsalt aplicó los estándares equivalentes o mas precisos que aquellos que se aplican usualmente para mapas 1/10.000 para el territorio total, excepto el área extraída de las fotos aéreas a escala 1/60.000. En ese caso, el elemento de densidad concuerda con los estándares de los mapas a escala 1/50.000.

Conectado con el contenido temático, los mapas cumplen con los términos de referencia provistos por el cliente.



GEF



Banco Mundial



OEA

Secretaría General del Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní
Edificio Mercosur - Dr. Luis Piera 1992, 2º piso - (CP:11200) - Tel/Fax: (598 2) 410 03 37
e-mail: sag@sg-guarani.org - web: www.sg-guarani.org
Montevideo - Uruguay
