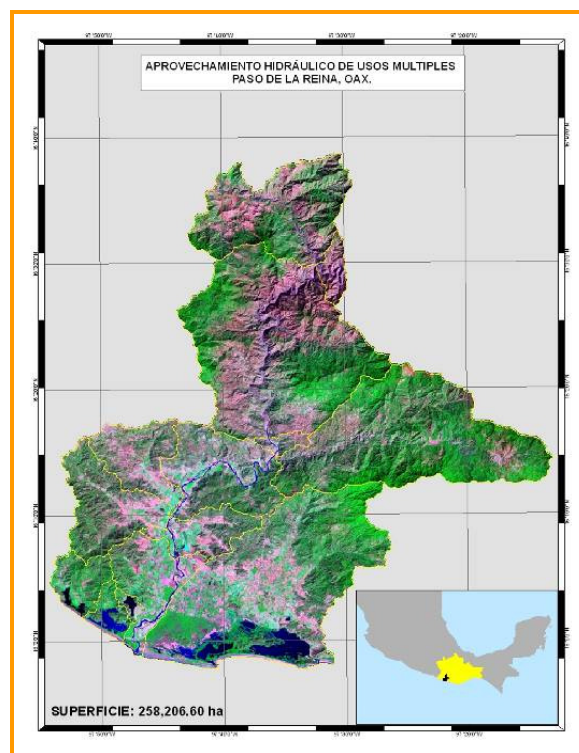

**Generación de Información Geográfica para el
Sistema Hidroeléctrico de Usos Múltiples
Paso de la Reina 2° etapa.
CP0921.3
IV. Sistema de Información Geográfica**



INFORME FINAL

**COORDINACIÓN DE COMUNICACIÓN, PARTICIPACIÓN E
INFORMACIÓN
SUBCOORDINACIÓN DE DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN**

Geóg. Jorge Enrique Brena Zepeda
Ing. Cervando Castillo Romano
M. en Geóg. José Alberto Balancán Soberanis

CONTENIDO

IV.9 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	4
IV.9.1 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	4
IV.9.1.1 Acopio de información	4
IV.9.1.2 Zona de estudio.....	5
IV.9.1.3 Subcuencas de la zona de estudio.....	5
IV.9.1.4 Estructura de Datos Actual	6
IV.9.1.5 Imágenes	7
IV.9.1.6 Datos para Corregir	7
IV.9.2 CREACIÓN DE LA GEODATABASE.....	8
IV.9.2.1 Geotadabase Personal	8
IV.9.2.2 Creación de las dos Geodatabases del sistema.....	10
IV.9.2.3 Raster Catalog	11
IV.9.2.4 Simple Raster Datasets	13
IV.9.2.5 Agregar Feature Dataset a la Geodatabase	14
IV.9.2.6 Proyección cartográfica a Feature Dataset o a un Raster Catalog	18
IV.9.3 DESPLIEGUE DE DATOS DE LA GEODATABASE PERSONAL	21
IV.9.3.1 Información vectorial adecuada a la última versión de la zona de estudio.....	21
IV.9.4 IMPRESIÓN DE MAPAS TEMÁTICOS	23
IV.9.5 INTEGRACIÓN DE INFORMACIÓN GENERADA POR EL IMTA	23
IV.9.5.1 Calidad del agua.....	23
IV.9.5.2 Agua subterránea	28
IV.9.5.3 Hidráulica Fluvial	46
IV.9.5.4 Hidrología y mecánica de ríos.....	52
IV.9.5.5 Agricultura de riego	55
IV.9.5.6 Evaluación multitemporal.....	56
IV.9.5.7 Hidrodinámica lagunar costera.....	59
IV.9.5.8 Caudal ecológico	64
IV.9.5.9 Información adicional generada por el IMTA	66
IV.9.6 ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN CON IMÁGENES DE SATÉLITE LANDSAT, MSS, TM, Y ETM DE LA VEGETACIÓN Y USO DE SUELO (SIN TRABAJOS DE CAMPO).....	73
IV.9.6.1 Almacenamiento y revisión de las imágenes de satélite.....	73
IV.9.6.2 Metodología	75
IV.9.7 EVALUACIÓN MULTITEMPORAL DE SUPERFICIES.....	84
IV.9.8 MAPAS DE VEGETACIÓN Y USO DE SUELO	86
IV.9.9 CARACTERIZACIÓN DE LAS COBERTURAS DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN.	92
IV.9.9.1 Evolución de las coberturas de vegetación y uso de suelo	98
IV.9.10 URBANIZACIÓN EN EL SAR.	99
IV.9.11 SITIOS DE INTERÉS ANTROPOLÓGICO	101

IV.9.12 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN EL SAR.	105
IV. 9.13 ESTADO ACTUAL DEL USO DEL SUELO Y COBERTURA VEGETAL, EMPLEANDO IMÁGENES QUICKBIRD EN ESCALA 1:2000 DE LA ZONA DE OBRA DE LA PRESA.	108
IV.9.13.1 Preproceso de las imágenes del satélite Quickbird.....	108
IV.9.14 RESULTADOS LEVANTAMIENTO 90 PUNTOS GPS.....	109
IV.9.14.1 Área de Estudio	109
IV.9.14.2 Metodología	110
IV.9.14.3 Actividades realizadas.....	114
IV.9.15 USO ACTUAL DE SUELO ESCALA 1:2000.....	123
IV.9.15.1 Definición de la zona de interés.....	123
IV.9.15.2 Imágenes empleadas	124
IV.9.15.3 Método de clasificación	126
IV.9.15.4 Clases evaluadas.....	127
IV.9.15.5 Distribución y cuantificación de clases.....	127
IV.9.15.6 Evaluación de impactos directos en la vegetación y uso de suelo.....	129

IV.9 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

IV.9.1 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

IV.9.1.1 Acopio de información

El área de Geomática de la Comisión Federal de Electricidad proporcionó información vectorial escala 1:50,000 del INEGI, de la zona de estudio. En la siguiente figura se muestran los temas que serán integrados en la base de datos geográfica:

Nombre	Tamaño	Tipo	Fecha de modificac...
Acueductos		Carpeta de archivos	27/10/2008 10:12 a...
Area de cultivo		Carpeta de archivos	27/10/2008 11:50 a...
Áreas urbanas		Carpeta de archivos	27/10/2008 11:10 a...
Banco de material		Carpeta de archivos	24/10/2008 05:39 p...
Calles		Carpeta de archivos	27/10/2008 10:20 a...
Caminos		Carpeta de archivos	27/10/2008 09:55 a...
Canales		Carpeta de archivos	27/10/2008 09:53 a...
Carreteras		Carpeta de archivos	24/10/2008 06:01 p...
Cementerio		Carpeta de archivos	27/10/2008 12:07 p...
Corrientes		Carpeta de archivos	24/10/2008 05:35 p...
Cuerpo de agua		Carpeta de archivos	27/10/2008 11:08 a...
Curvas de nivel		Carpeta de archivos	24/10/2008 05:42 p...
Edificación		Carpeta de archivos	24/10/2008 05:33 p...
Faro		Carpeta de archivos	24/10/2008 05:31 p...
Instalación de bombeo		Carpeta de archivos	27/10/2008 12:16 p...
Instalaciones de comunicación		Carpeta de archivos	24/10/2008 05:22 p...
Linderos		Carpeta de archivos	24/10/2008 05:58 p...
Líneas de comunicación		Carpeta de archivos	24/10/2008 05:56 p...
Líneas de transmisión		Carpeta de archivos	24/10/2008 05:54 p...
Localidades		Carpeta de archivos	24/10/2008 05:16 p...
Manantial		Carpeta de archivos	24/10/2008 05:14 p...
Municipios		Carpeta de archivos	24/11/2008 12:30 p...
Nombre Geográfico		Carpeta de archivos	24/10/2008 05:04 p...
Pista de avión		Carpeta de archivos	24/10/2008 05:52 p...
Puente		Carpeta de archivos	24/10/2008 05:49 p...
Ríos		Carpeta de archivos	24/10/2008 05:44 p...
Subestación Eléctrica		Carpeta de archivos	24/10/2008 05:02 p...
tanque de agua		Carpeta de archivos	24/10/2008 04:56 p...
Vegetación densa		Carpeta de archivos	27/10/2008 10:55 a...
Zona arenosa		Carpeta de archivos	27/10/2008 10:49 a...
Zona de inundación		Carpeta de archivos	27/10/2008 11:04 a...
SIG_SAR_50k	160 KB	ESRI ArcMap Docu...	31/10/2008 07:19 p...

Figura IV.9.1.1 Información vectorial escala 1:50,000 del INEGI.

I

IV.9.1.2 Zona de estudio

La zona de estudio se modificó y la información vectorial se adecuó a la nueva delimitación, para esto se hizo un nuevo mosaico de cada tema contenido en el archivo vectorial y se recortó de acuerdo a la nueva delimitación.

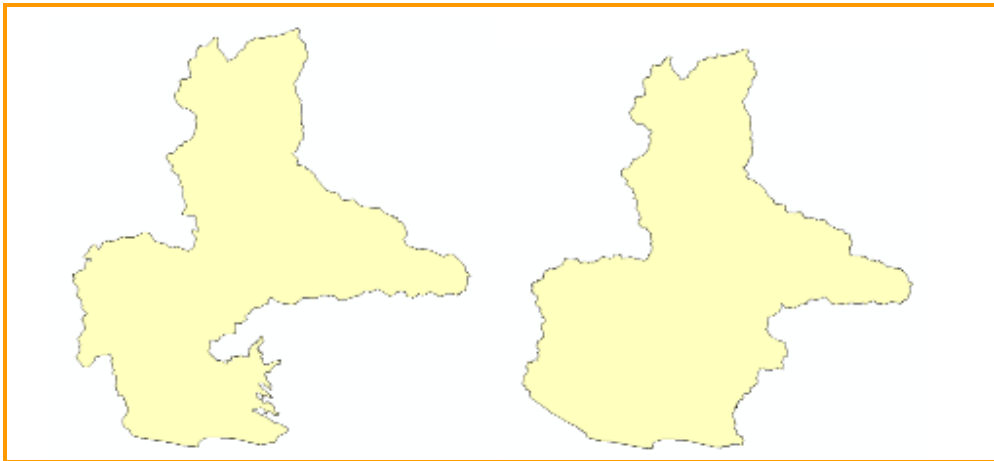


Figura IV.9.1. 2 Zona de estudio modificada

IV.9.1.3 Subcuencas de la zona de estudio.

La zona de estudio está conformada por 14 subcuencas las cuales se muestran en la siguiente figura:

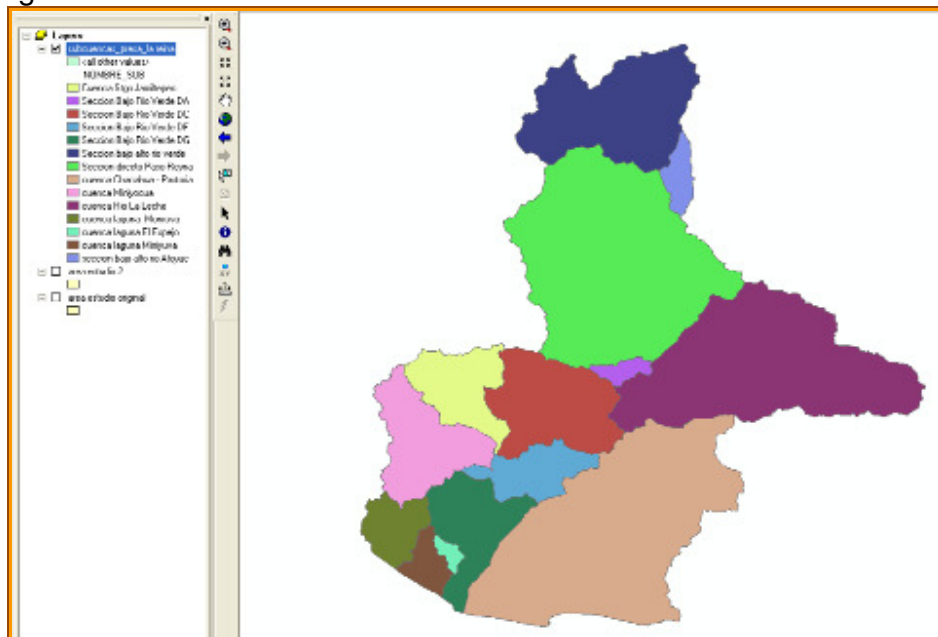


Figura IV.9.1. 3 Subcuencas de la zona de estudio

IV.9.1.4 Estructura de Datos Actual

La información se clasificó y se organizó por temas principales, cada tema principal está conformado por uno o más mapas digitales. Ejemplo, el tema de geología está formado por los mapas digitales de Banco de *Material* y *Zona Arenosa*. La figura siguiente muestra la clasificación de la información.

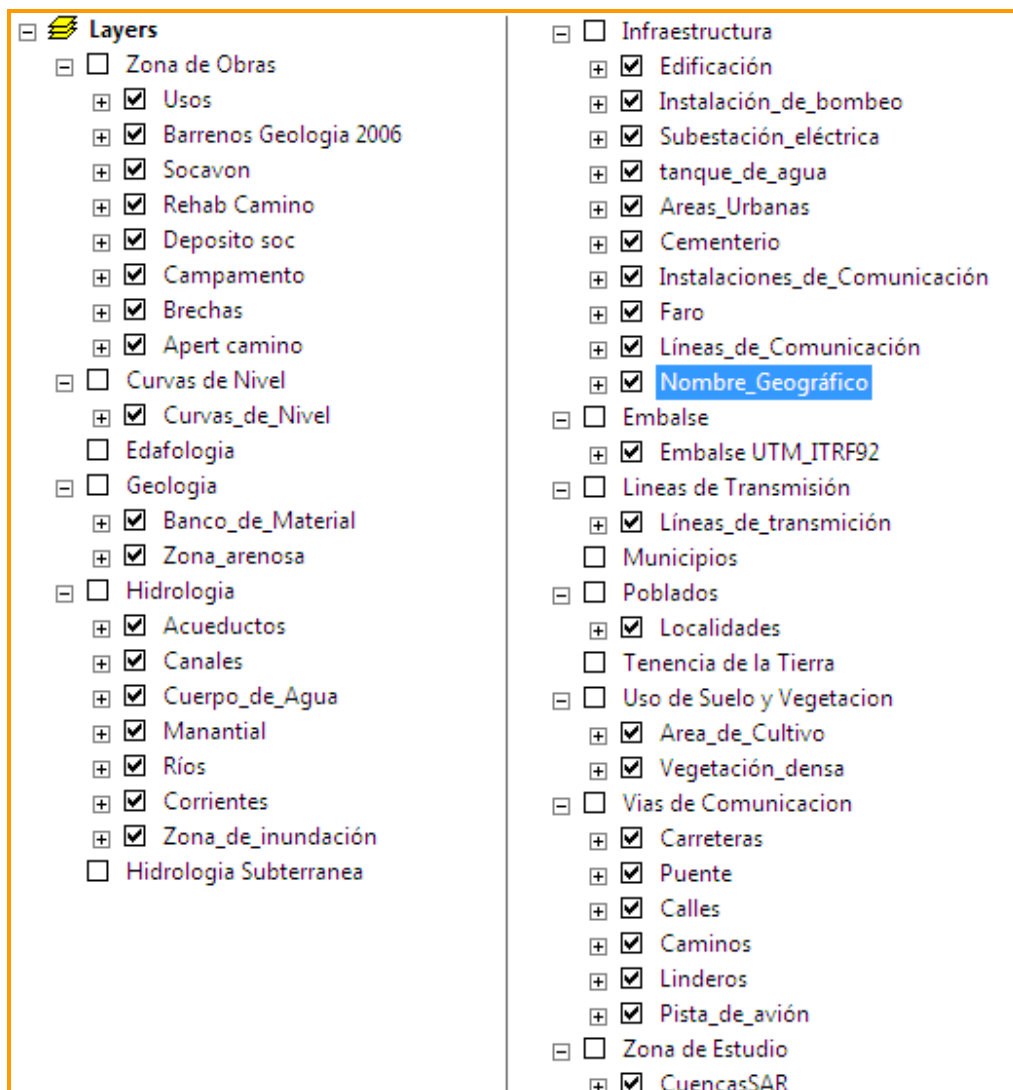


Figura IV.9.1. 4 Clasificación de la información por temas principales

IV.9.1.5 Imágenes

Los archivos Raster con información de la zona de estudio se muestran en la siguiente figura:

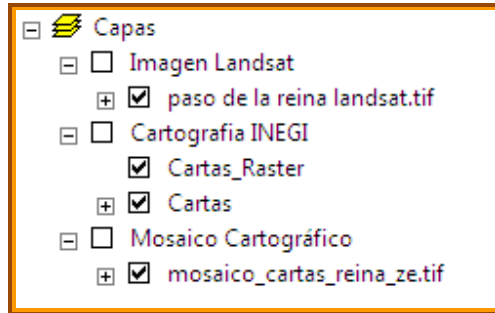


Figura IV.9.1. 5 Archivos Raster de la zona de estudio

IV.9.1.6 Datos para Corregir

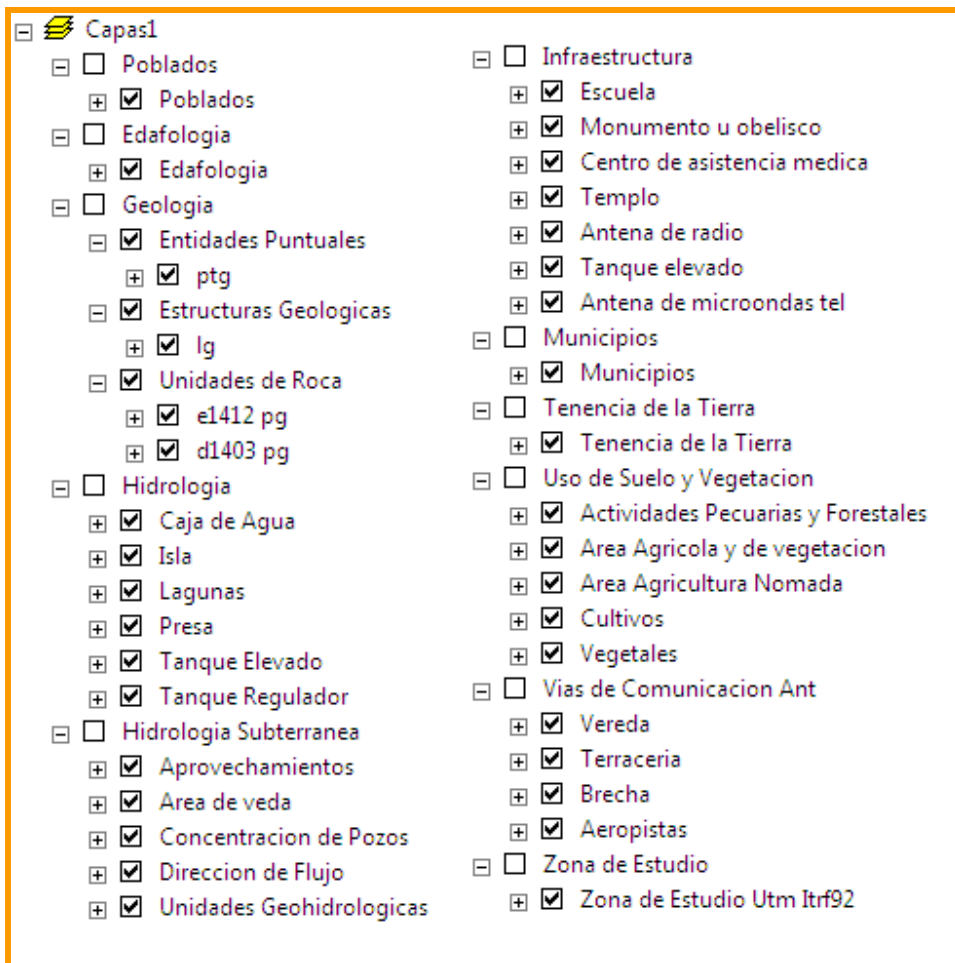


Figura IV.9.1. 6 Datos para corregir

IV.9.2 CREACIÓN DE LA GEODATABASE

IV.9.2.1 Geotadabase Personal

Se describe el diseño de la base de datos del sistema de información geográfica que se implementará como parte del proyecto. Como primer punto se describe la información que se consideró para incorporar a la base de datos, constituida ésta, por información geográfica, e información documental.

- Estructura de almacenamiento de datos geospaciales y sus atributos bajo un formato de base de datos relacional.
- Este formato permite agrupar datos que comparten el mismo sistema de coordenadas y establecer relaciones entre sus atributos.
- Ofrece la ventaja de manejar y administrar información espacial y numérica a diferencia de una base de datos tradicional.

La información numérica está conformada por series históricas de variables de interés, por ejemplo, datos de precipitación, de hidrometría, de volúmenes de presas, etc. y la información espacial por mapas temáticos, por ejemplo, regiones y cuencas hidrológicas, ubicación de estaciones de medición, hidrografía, etc.

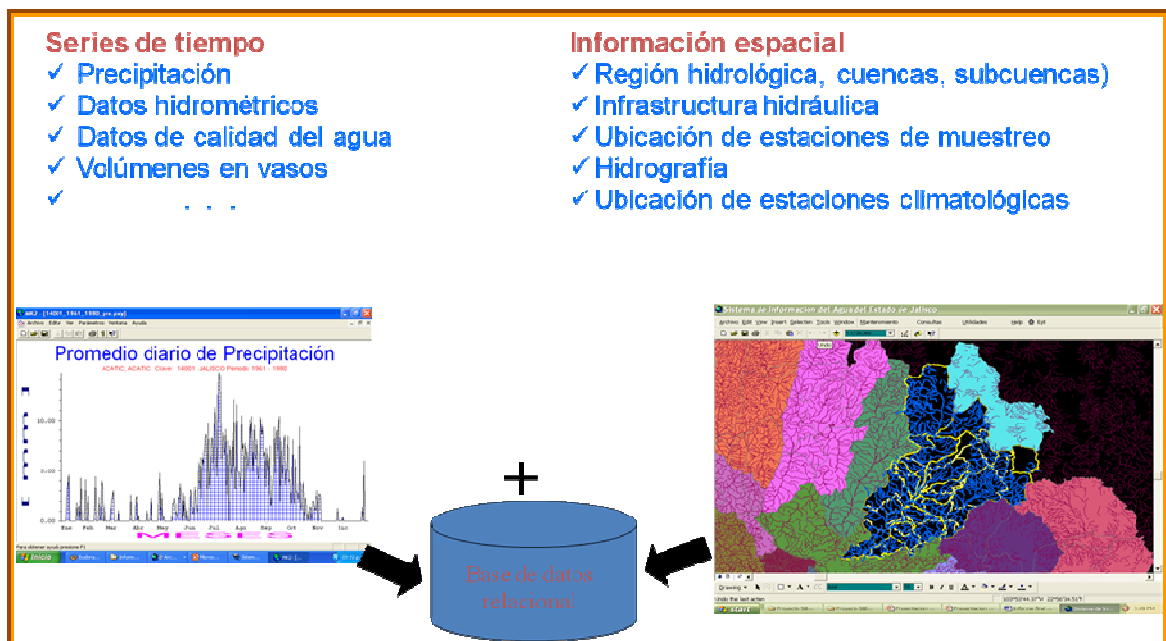


Figura IV.9.2. 1 Esquema del concepto de geodatabase

Se crearon 2 Geodatabases Personales, una para almacenar datos Rasters y otra fue creada para almacenar datos vectoriales.

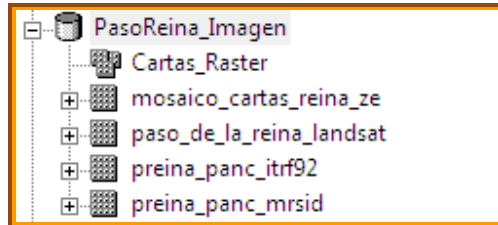


Figura IV.9.2. 2 Geodatabase para datos Raster

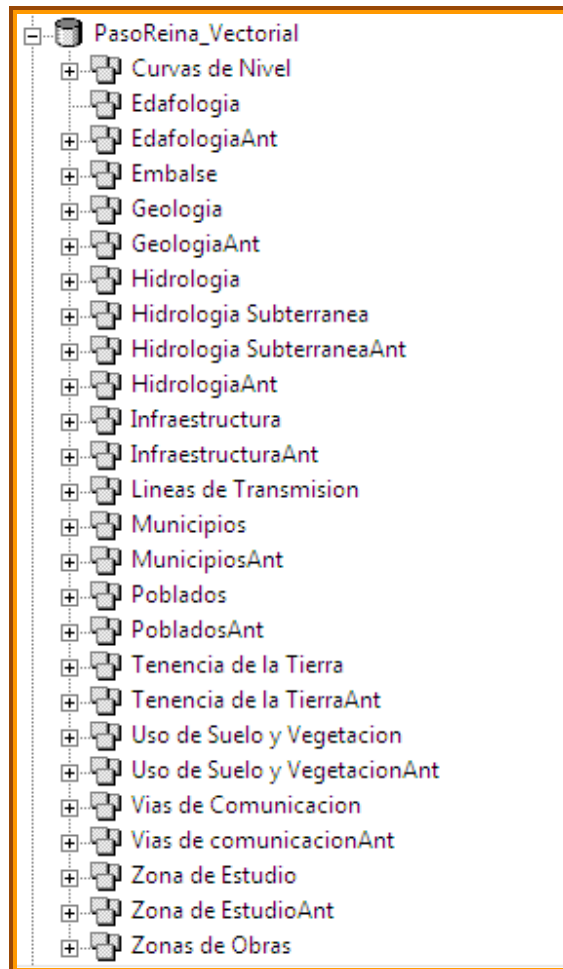
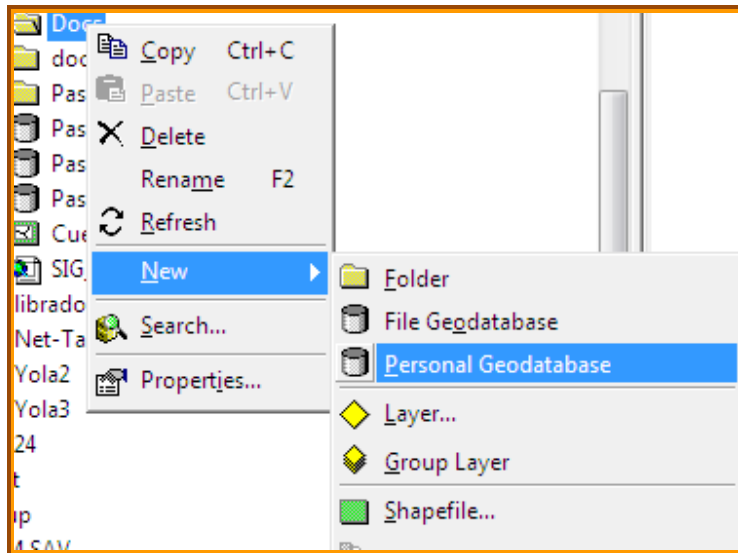


Figura IV.9.2. 3 Geodatabase para datos Vectoriales

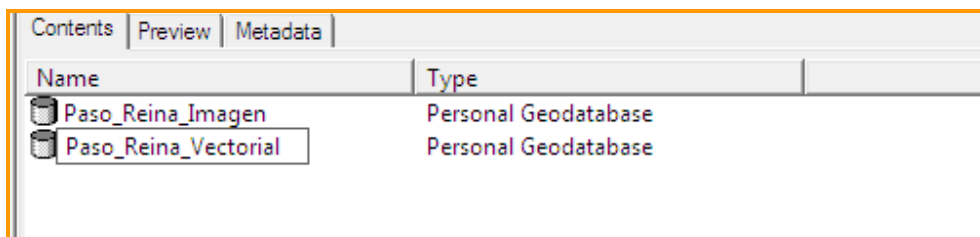
Para crear la Geodatabase se utilizó el módulo de ArcCatalog de ArcView. A continuación se describe el proceso.

IV.9.2.2 Creación de las dos Geodatabases del sistema

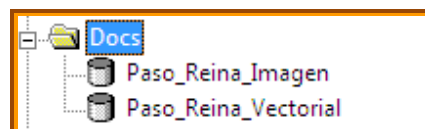
Paso 1. Seleccionar el directorio donde se creará y seleccionar New-> Personal Geodatabase



Paso 2. Escribir su nombre en la ventana derecha

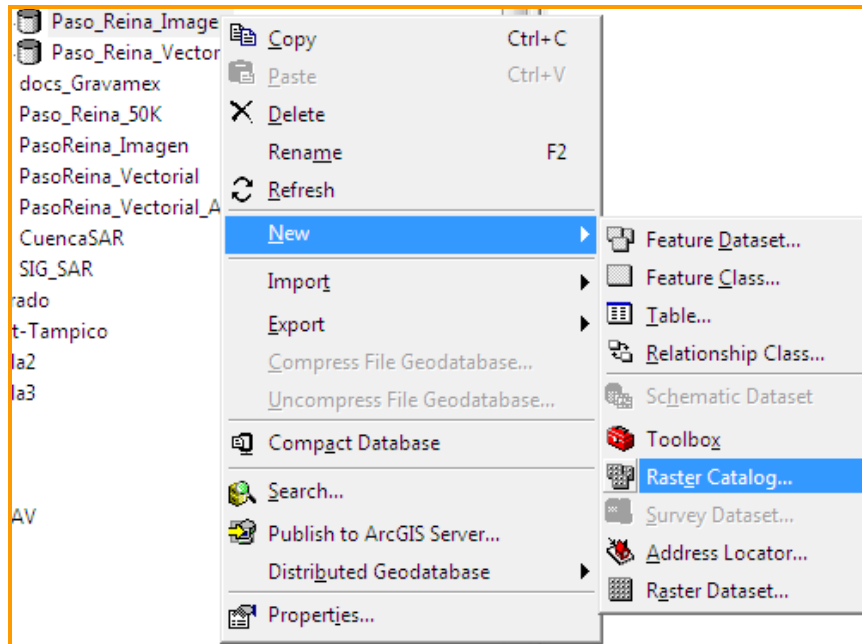


Paso 3. Se crean en el directorio seleccionado

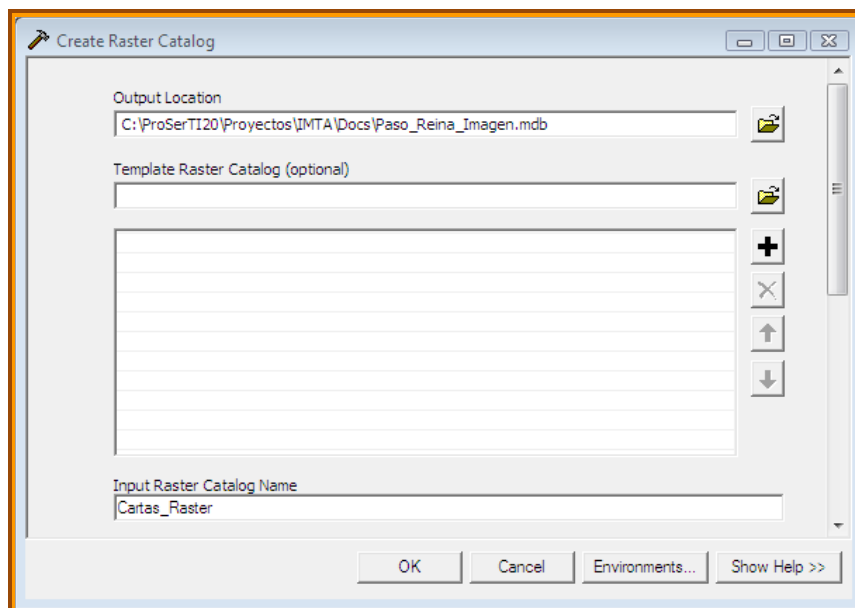


IV.9.2.3 Raster Catalog

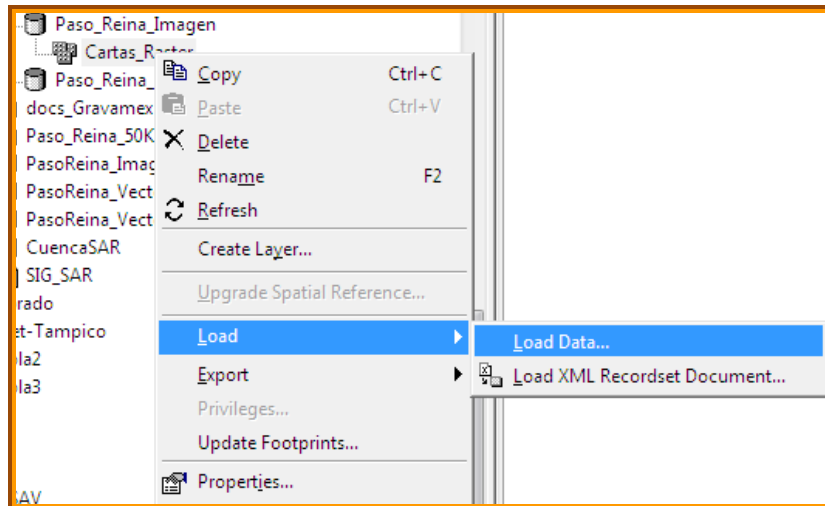
Paso 1. Se crean un Raster Catalog para las Cartas Raster



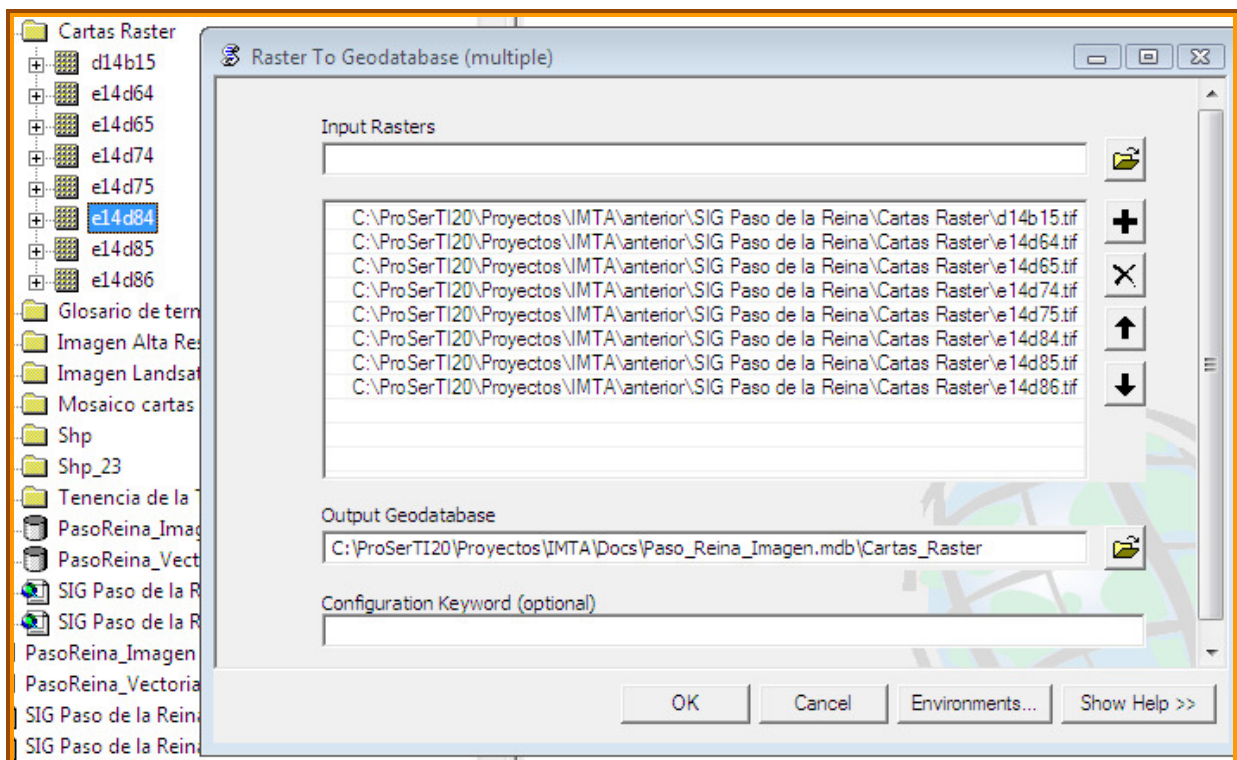
Paso 2. Se da el nuevo nombre del Raster Catalog y después OK



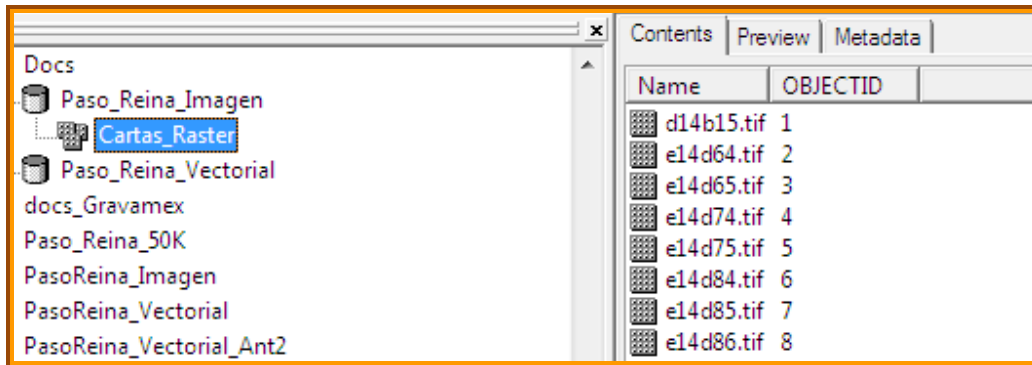
Paso 3. Selecciona la opción para cargar las cartas al Raster Catalog



Paso 4. Selecciona las cartas .tif y presiona Ok

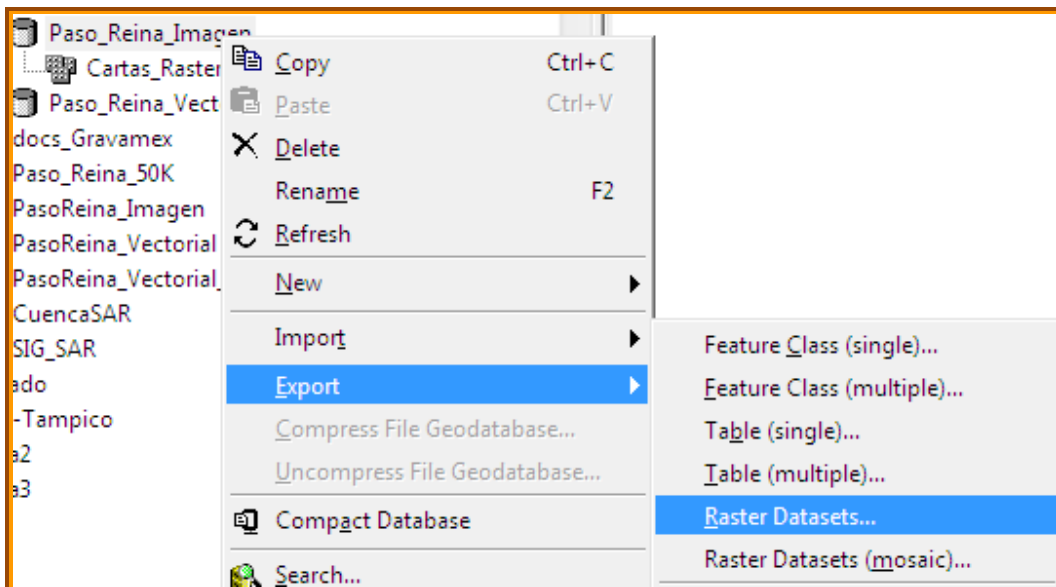


Paso 5. Resultado de la carga de datos

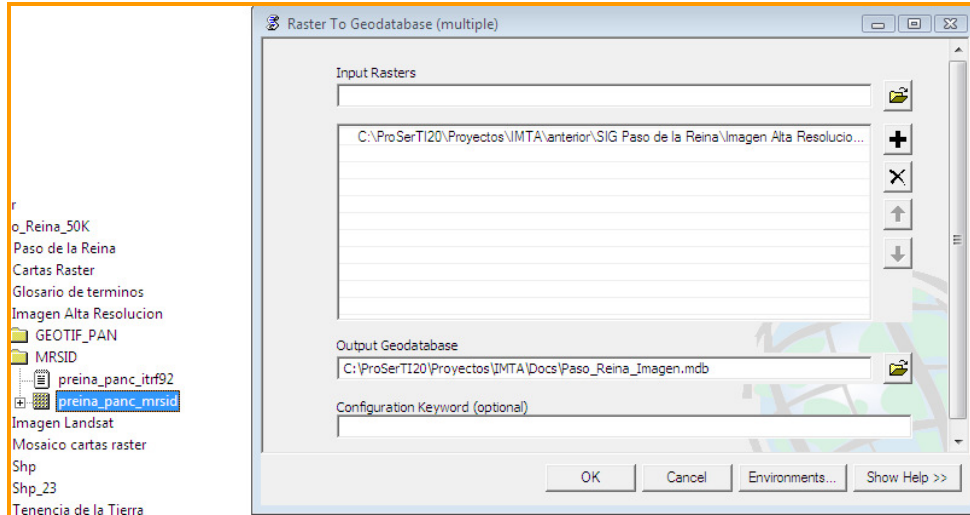


IV.9.2.4 Simple Raster Datasets

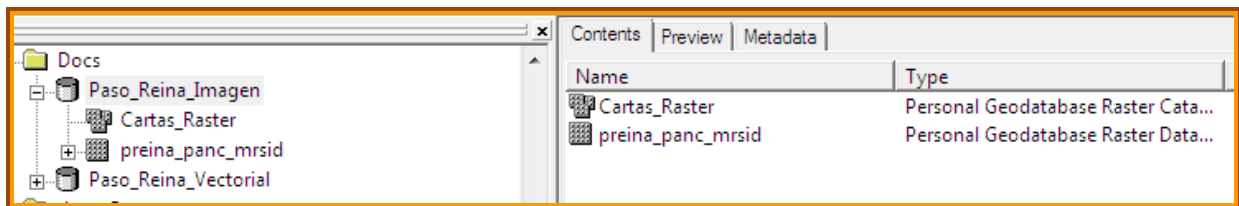
Paso 1. Selecciona Importa -> Raster Dataset



Paso 2.- Selecciona el ó los archivos Rasters a importar

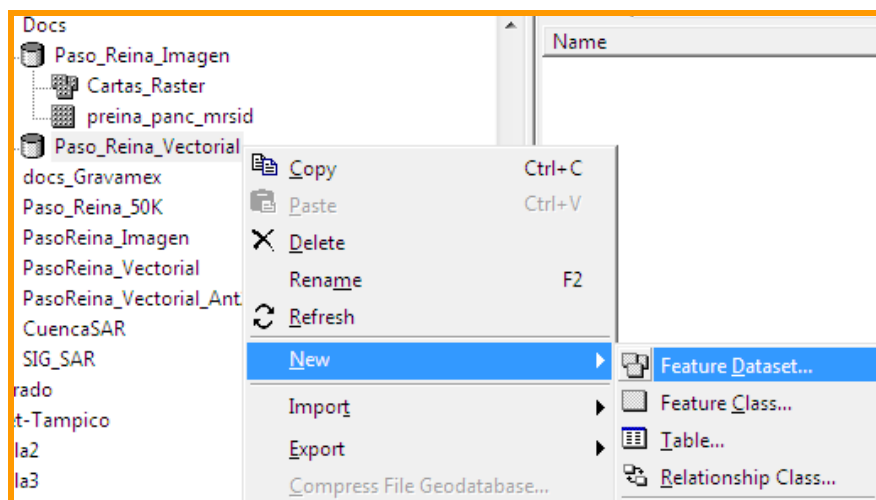


Paso 3. Resultado de la importación

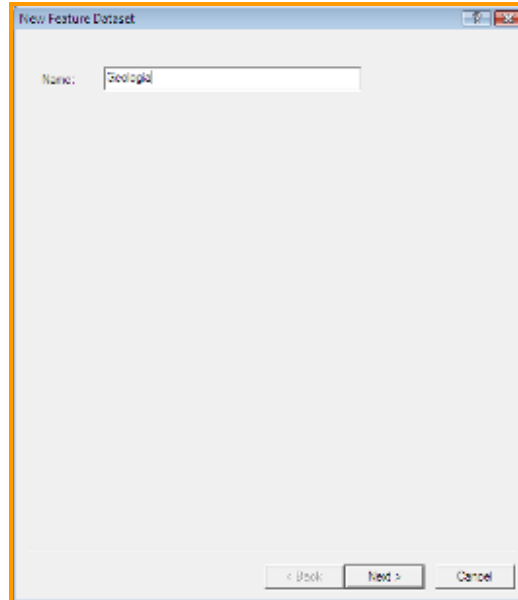


IV.9.2.5 Agregar Feature Dataset a la Geodatabase

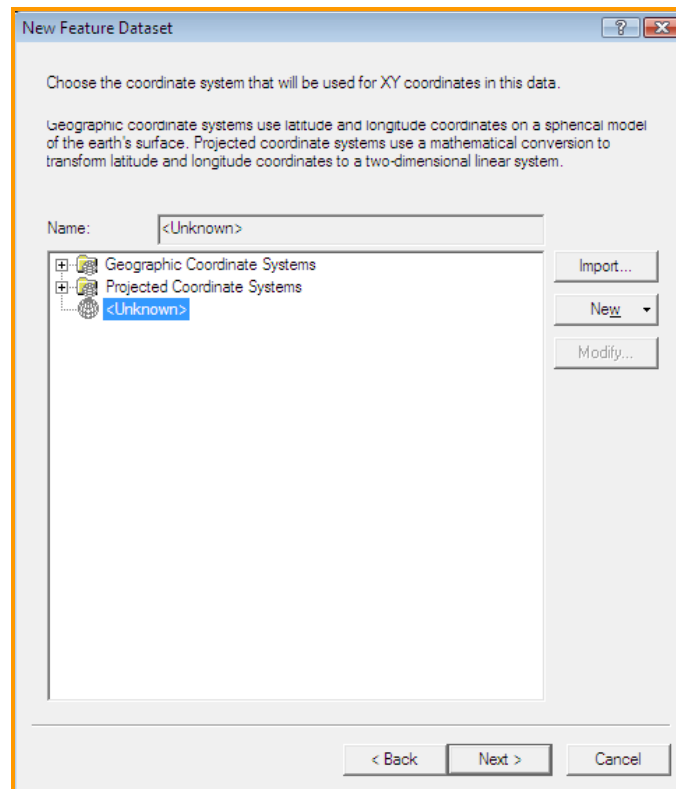
Paso 1. Crea un Feature Dataset, es decir, un grupo que contiene varios Feature Class o Capas



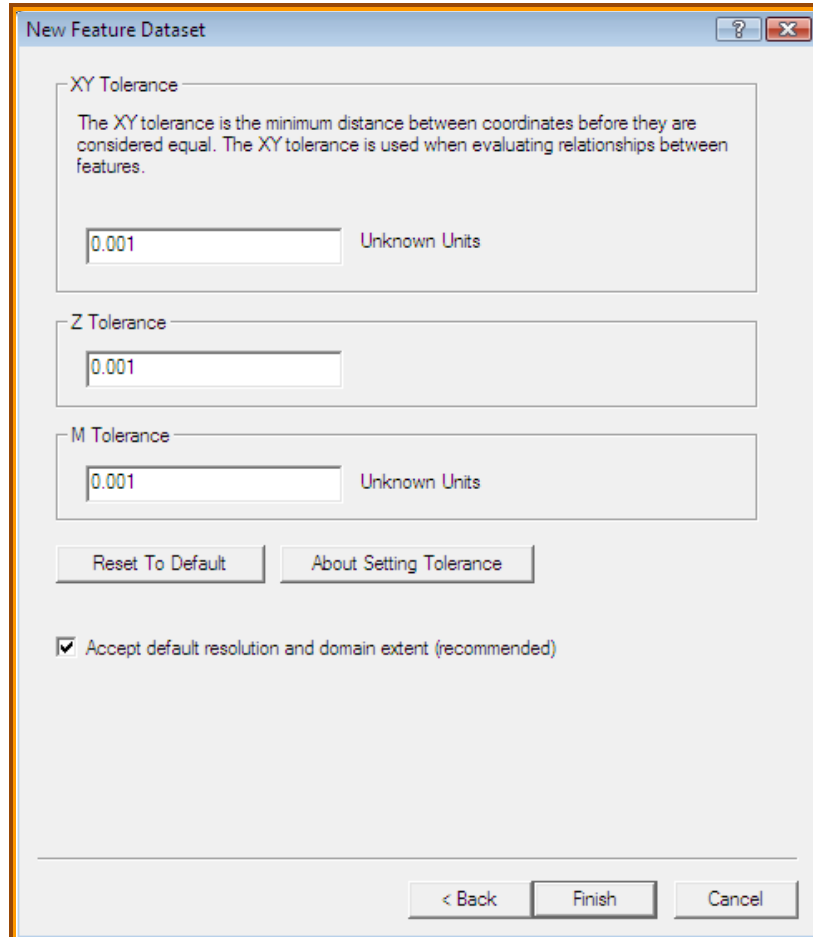
Paso 2. Nombre del Grupo



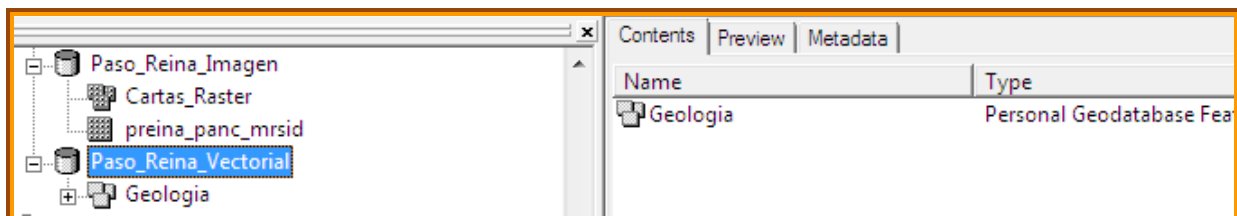
Paso 3. Asignar proyección, si no se sabe se asigna después



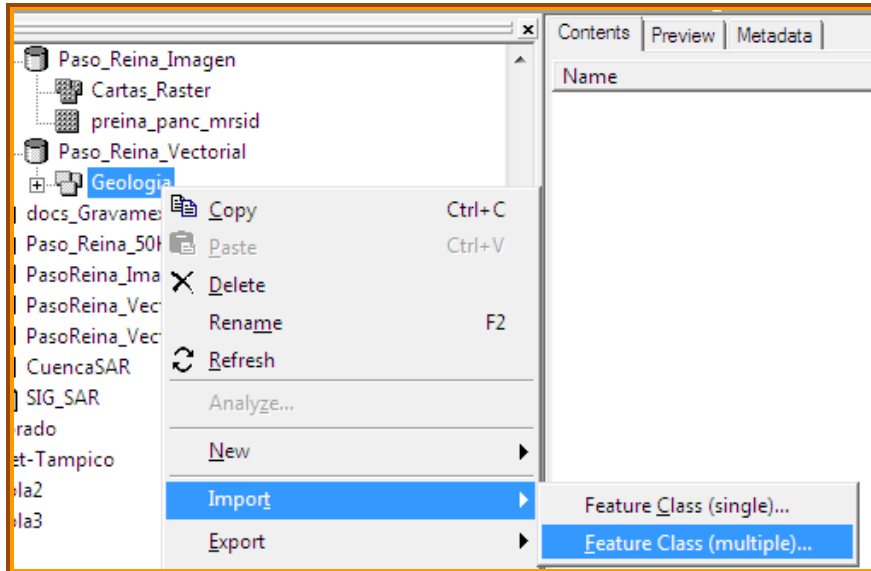
Paso 4. Selecciona las opciones por default



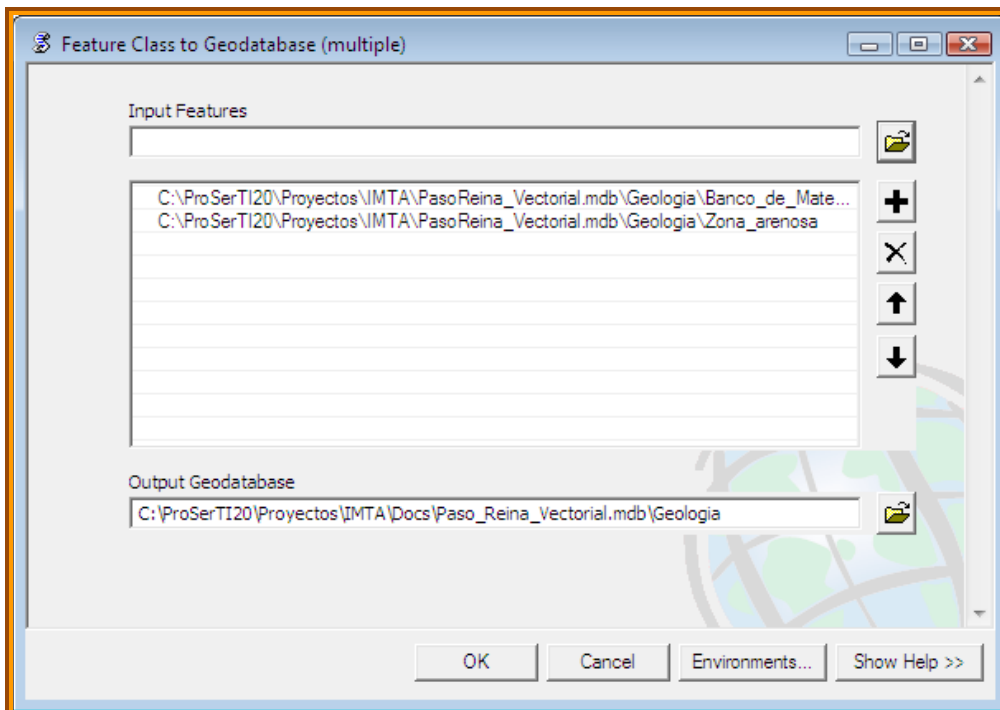
Paso 5. Se crea el grupo nuevo



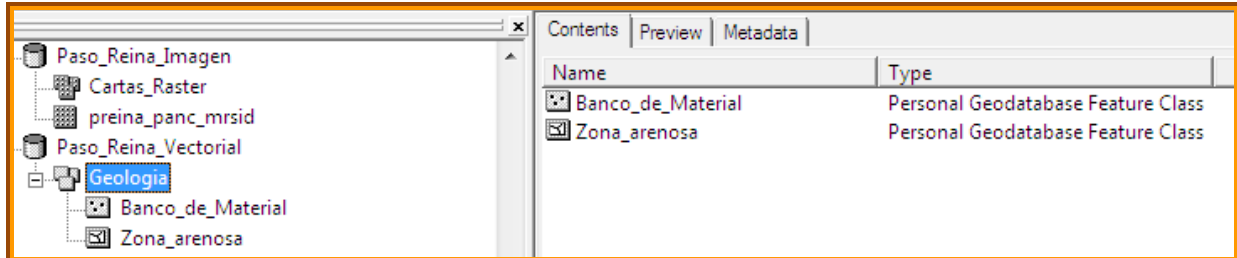
Paso 6. Se importa dentro del grupo las capas que se requieran



Paso 7. Se seleccionan las capas

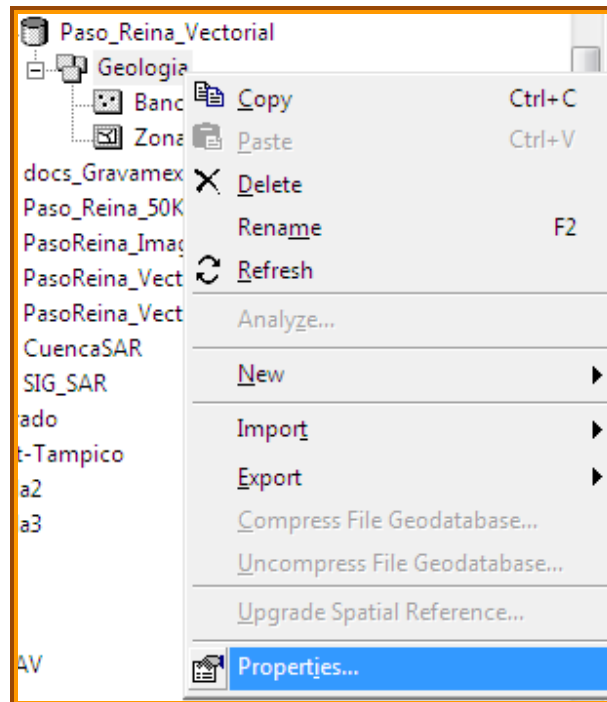


Paso 8. Resultado de las capas importadas al grupo

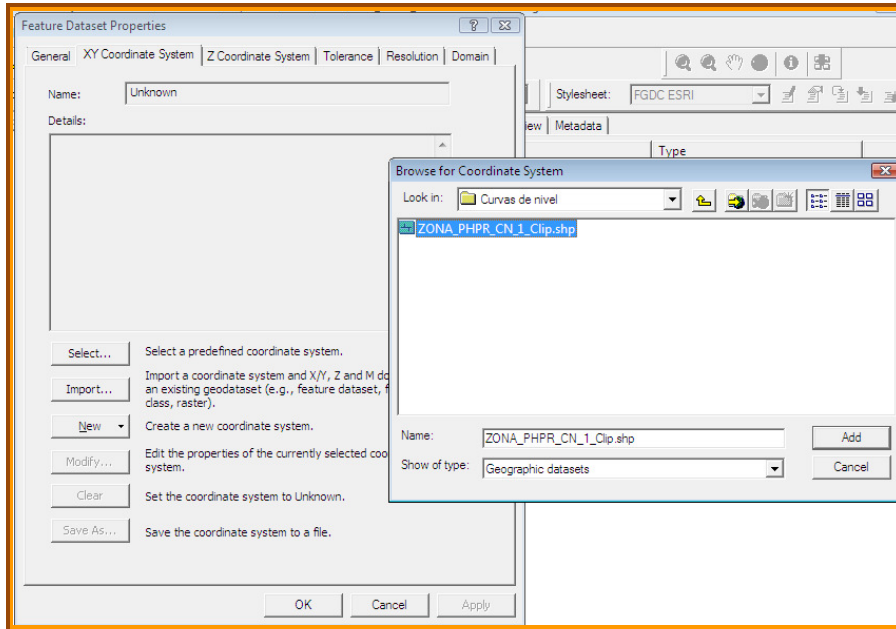


IV.9.2.6 Proyección cartográfica a Feature Dataset o a un Raster Catalog

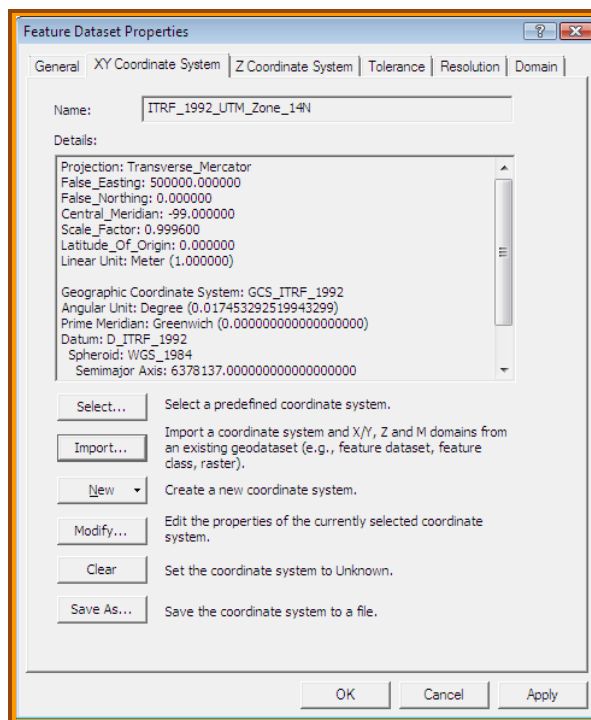
Paso 1. Selecciona la opción de propiedades.



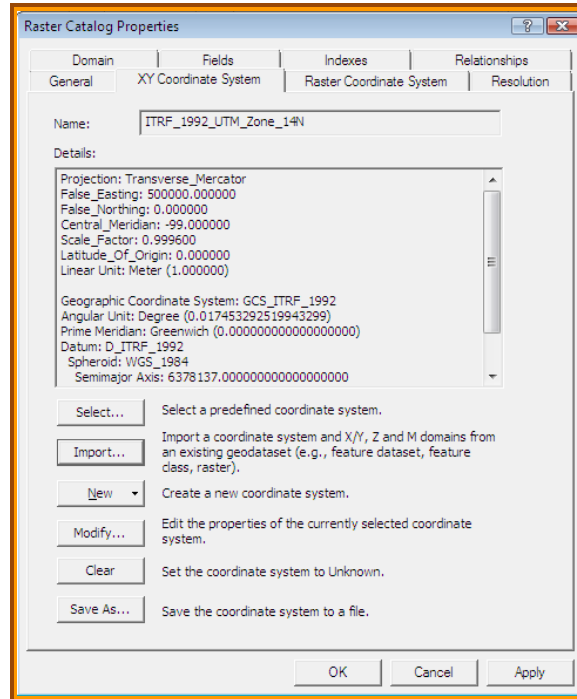
Paso 2. Con el botón de Import asignar una proyección de una capa que esté ya proyectada



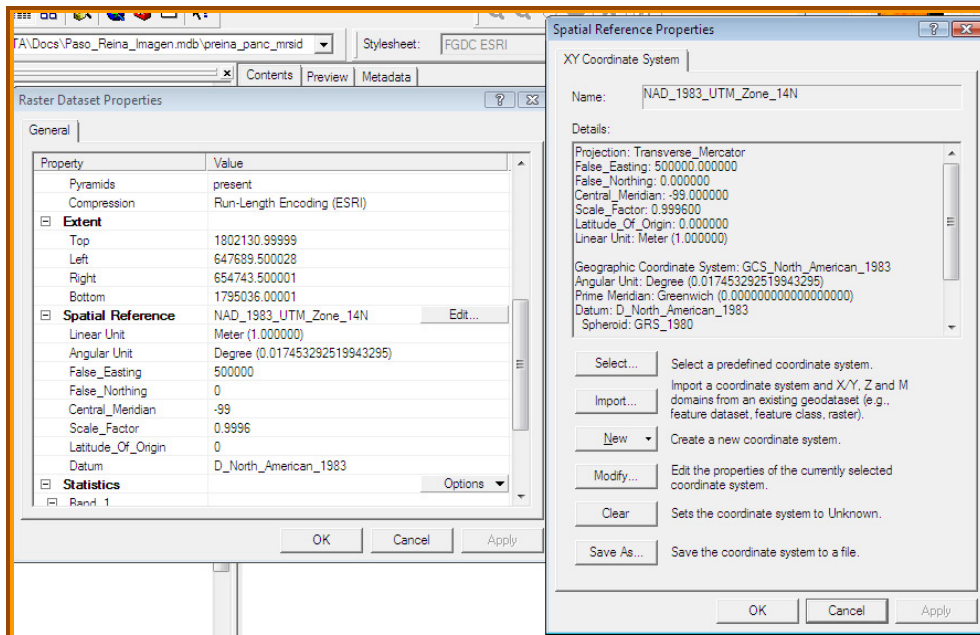
Paso 3. Ventana de propiedades del Feature Dataset



Paso 4. Ventana de propiedades del Raster Catalog



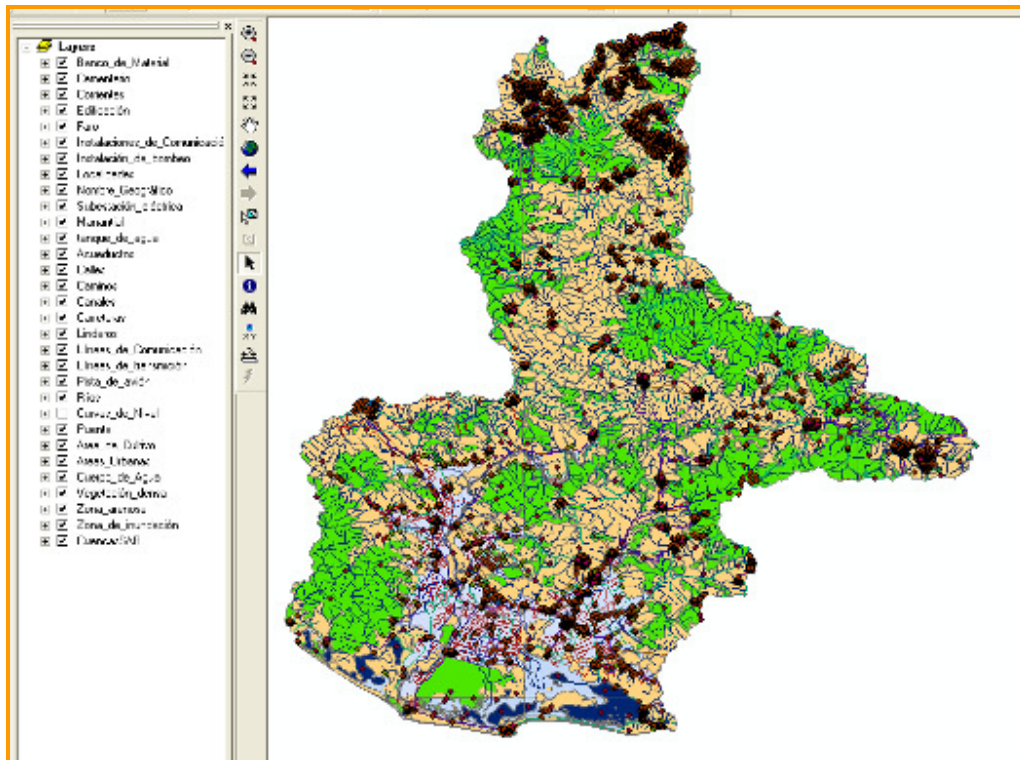
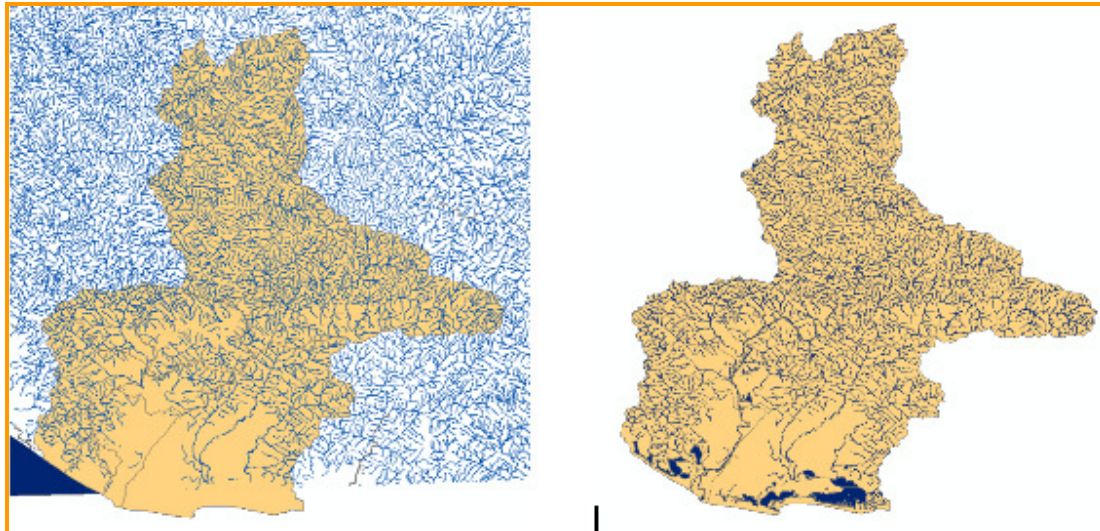
Paso 5. Ventana de propiedades del Raster Simple



IV.9.3 DESPLIEGUE DE DATOS DE LA GEODATABASE PERSONAL

IV.9.3.1 Información vectorial adecuada a la última versión de la zona de estudio.

Se recortaron todos los temas a la zona de estudio



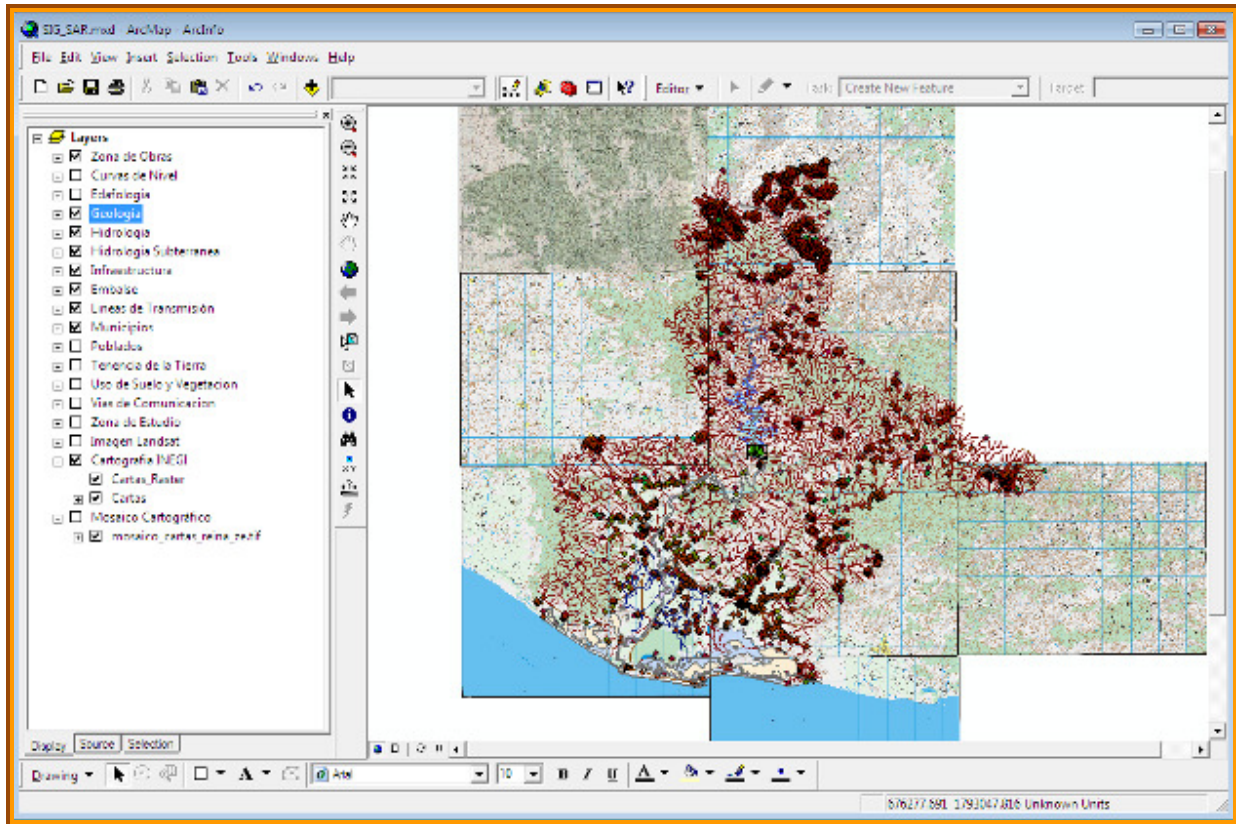
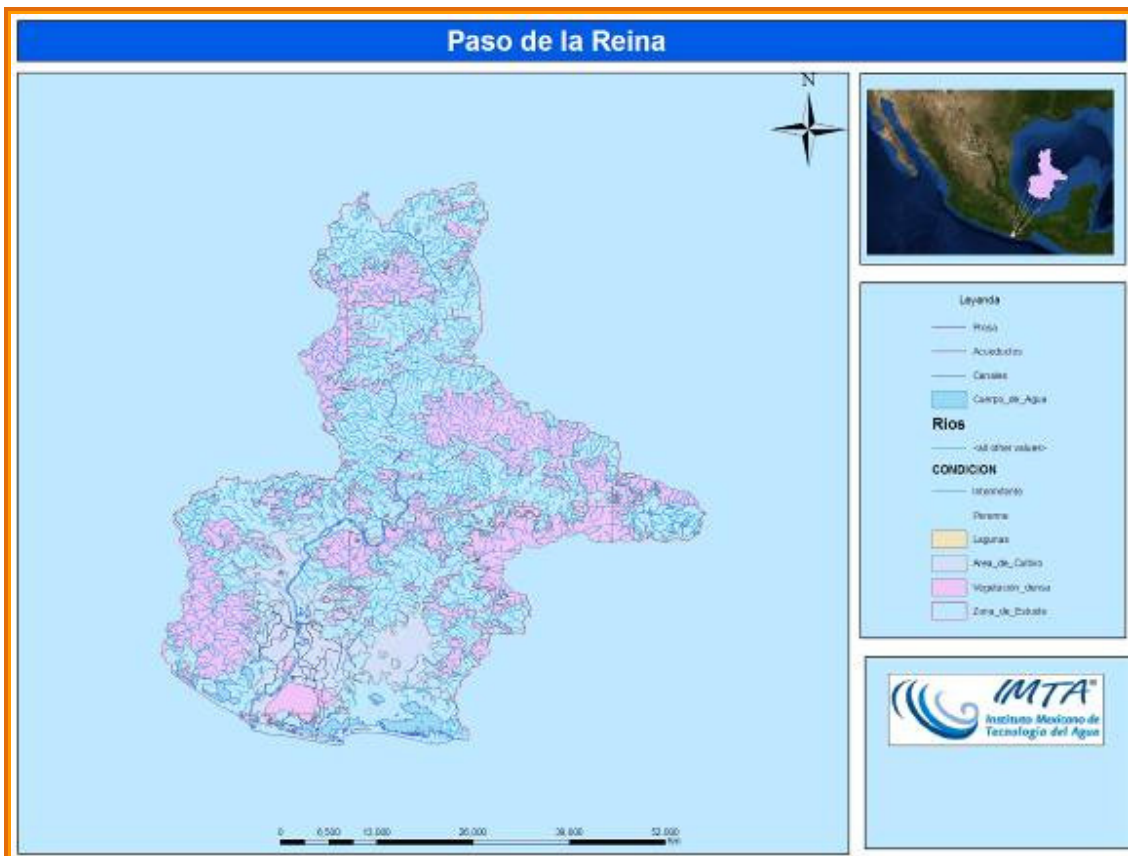


Figura IV.9.3. 1 Temas de la zona de estudio

IV.9.4 IMPRESIÓN DE MAPAS TEMÁTICOS

Se implementó la función de impresión de mapas, el mapa se conforma con la información que se tiene desplegada.

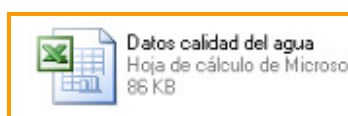
A continuación se muestra un ejemplo del mapa temático listo para impresión:



IV.9.5 INTEGRACIÓN DE INFORMACIÓN GENERADA POR EL IMTA

IV.9.5.1 Calidad del agua

La información se entregó en un archivo Excel denominado "***Datos de calidad del agua.xls***", con los datos del archivo mencionado se generó el *shape file* y su correspondiente tabla de atributos.



Generación del archivo ShapeFile y su tabla de atributos:

ID	CLAVE	TIPO	NOMBRE	MUESTREO	FECHA	UTM X	UTM Y
E10	L. S. G. MEDIA	Laguna	Laguna Salina Grande Media	PRIMERO	19/08/2008	637862.2034	1767258.346
E11	L. S. G. SALIDA	Laguna	Laguna Salina Grande Salida	PRIMERO	19/08/2008	638191.2034	1766777.346
E12	L. C. D.	Laguna	Laguna Chacahua Desembocadura	PRIMERO	19/08/2008	641569.2034	1765671.346
E13	L. C. ANTES	Laguna	Laguna Chacahua antes desembocadura	PRIMERO	19/08/2008	639748.2034	1766605.346
E14	L. C. MEDIA	Laguna	Laguna Chacahua parte media	PRIMERO	19/08/2008	640278.2034	1768035.346

Generación de la tabla de parámetros monitoreados, serie histórica:

BACTEREOLÓGICOS			METALES									
CF	CT	EF	Hg	Al	As	Cd	Cu	Cr	Ni	Ag	Pb	Se
P/100 ml	NMP/100 ml	NMP/100 ml	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
4.00	4.00	< 1	<0.0005		<0.005			<0.05		<0.05		<0.005
<3	4.00	< 1	<0.0005		<0.005			<0.05		<0.05		<0.005
<3	<3	< 1	<0.0005		<0.005			<0.05		0.07		<0.005
4.00	9.00	< 1	<0.0005		<0.005			<0.05		0.06		<0.005
<3	4.00	< 1	<0.0005	<0.088	<0.005		<0.0089	<0.05	<0.0099	0.06	<0.132	<0.005

Datos de los muestreos realizados:

Muestreo 1 en: Laguna 14
 Río 8
 Dren 5
 Pozo 7

Para el muestreo 2 se tiene lo siguiente:

Muestreos en: Laguna 14
 Río 8
 Dren 8
 Pozo 48

Parámetros monitoreados:

pH	pH mV	ORP	OD %	OD mg/l	µS/cm	µS/cm A	MOhm-cm	TDS ppm	Salinidad	Clorofila	T. Vibrio fisheri, UT	Color, UPT-Co	ph
32.46	7.86				1.95	45953.00		2615.00	25.49	9.84	ND	18.00	7.

ph	Turb.	DUREZA, mg/L	alcalinidad, mg/L	SDT, mg/L	SST, mg/L	SST(ABC),	SAAM, mg/L	cloruros, mg/L	DBO1, mg/L	DBO3, mg/L	DBO5, mg/L	DBO7, mg/L	DBO(ABC), mg/L
7.83	12.00	4953.00	140.00	27312.00	58.40		0.18	15314.00			2.40		ND

DQO, mg/O2/L	P_ORTO, mg/L	P_ORTO(ABC),	P_org(ABC), mg	P_inorg(ABC), mg/PT,	PT soluble, mg/L	PT(ABC), mg	G y A, mg/L	N_org(ABC),	NO3, mg/L	NO3(ABC), mg/L	
18.10	<0.0186				0.06		0.19	<4.97		0.14	0.13

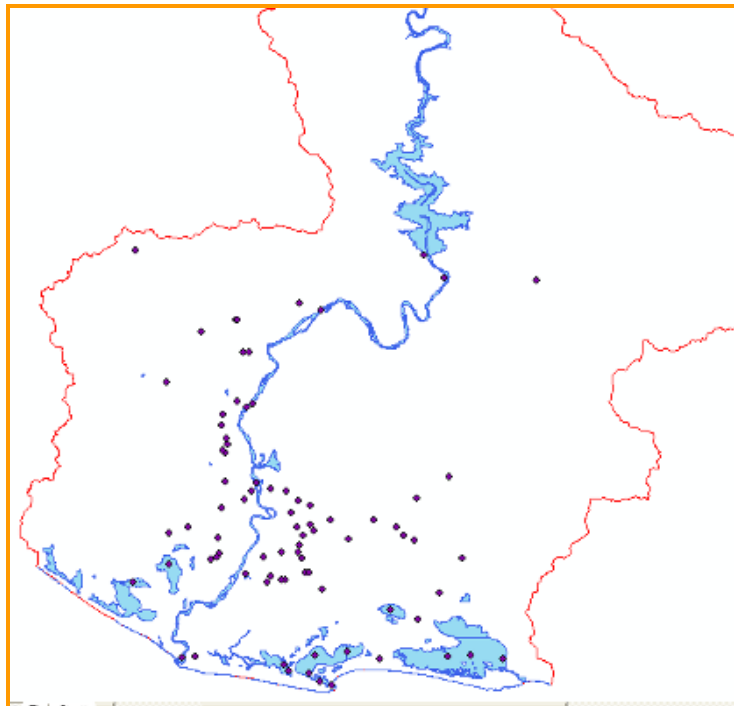
NO ₂ , mg/L	NO ₂ (ABC), n	No ₃ +NO ₂ , mg/L	No ₃ +NO ₂ soluble	NTKJ, mg/L	NTKJ soluble	NTKJ (ABC), r	NT, mg/L	NT soluble, r	NT(ABC), mg	NH ₃ , mg/L	NH ₃ (ABC), r	CF,NMP/100
<0.0210	0.24	0.14	<1.20		0.22	<1.20			0.59	<0.248	0.10	4.00

CT,NMP/100	EF,NMP/100	Hg, mg/L	Hg(ABC), mg/L	Al(ABC), mg/L	As, mg/L	As(ABC), mg/L	Cd, mg/L	Cd(ABC), mg/L	Cu, mg/L	Cu(ABC), mg/L	Cr, mg/L	Cr(ABC), mg/L	Ni, mg/L
4.00	<1	<0.0005			<0.005				0.10		<0.05		0.45

Ni(ABC), mg/L	Ag, mg/L	Pb, mg/L	Pb(ABC), mg/L	Se, mg/L	Zn, mg/L	Zn(ABC), mg/L	Fe, mg/L	Fe(ABC), mg/L	Ca, mg/L	Mg, mg/L	K, mg/L	Na, mg/L
<0.05	*			<0.005	<0.10		0.66			984.81		

Boro,	Sulfatos,	Bicarbonato	Carbonatos,

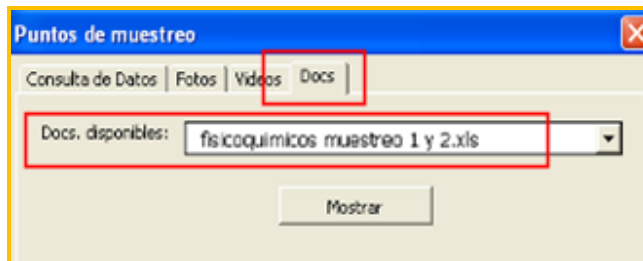
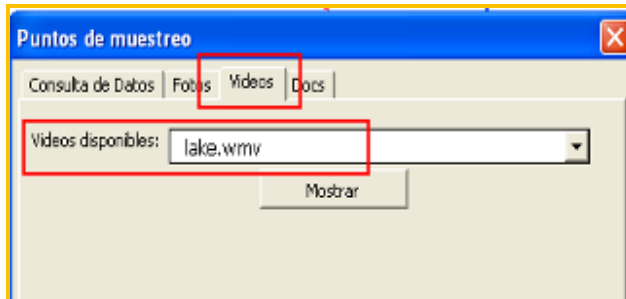
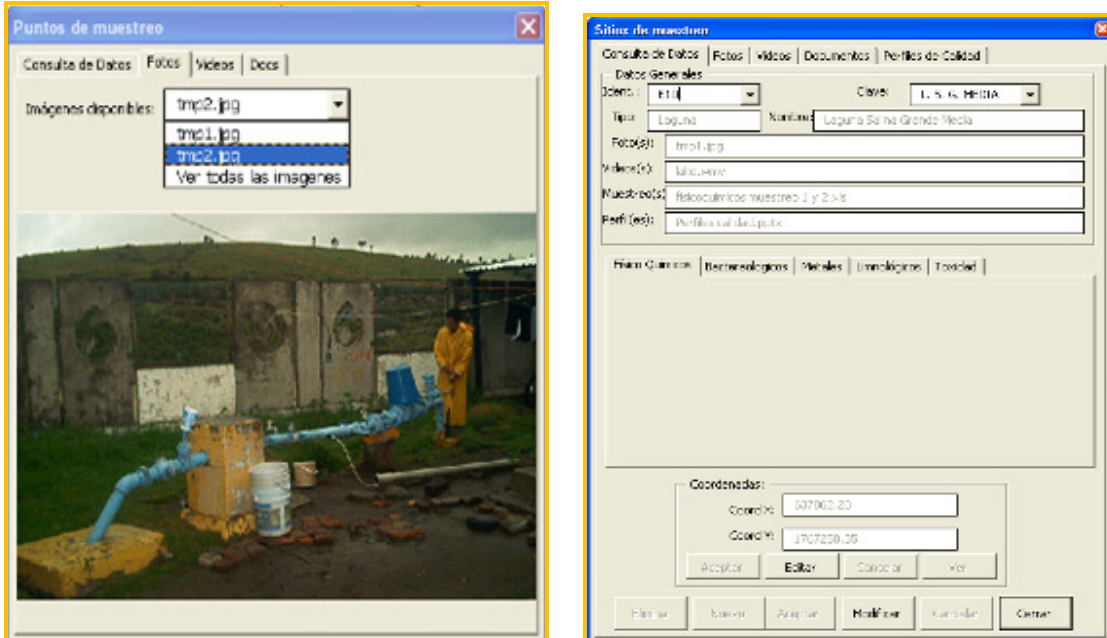
Localización de los puntos de muestreo:

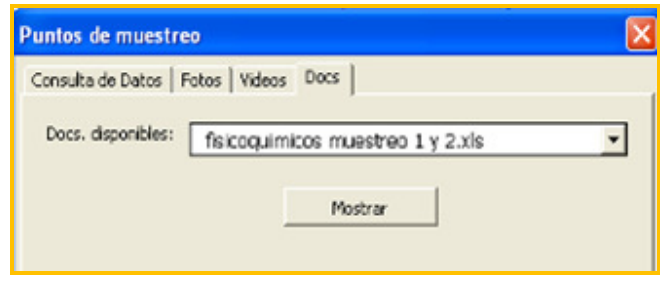


IV.9.5.1 Localización de los puntos de muestreo

Para la consulta de información se implementaron ventanas de despliegue de datos descriptivos e históricos:

Se pueden consultar datos físico-químicos, fotos, videos y documentos asociados a un punto de muestreo.



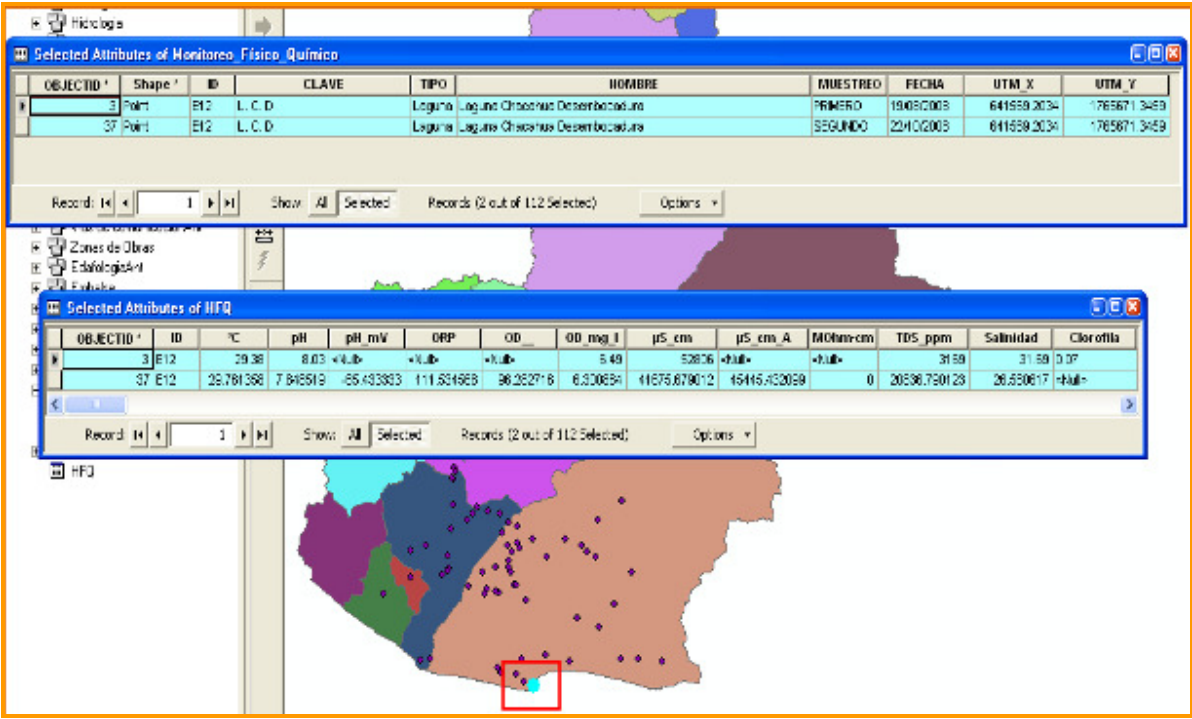


La siguiente figura muestra la relación entre la tabla de atributos y la tabla de valores de los parámetros Físico-Químicos de un punto de muestreo de interés.

La primera tabla muestra los datos descriptivos de los puntos de muestreo como son: la clave y el nombre del punto de muestreo, la fecha de la toma y las coordenadas geográficas. La segunda tabla muestra los valores de los parámetros monitoreados.

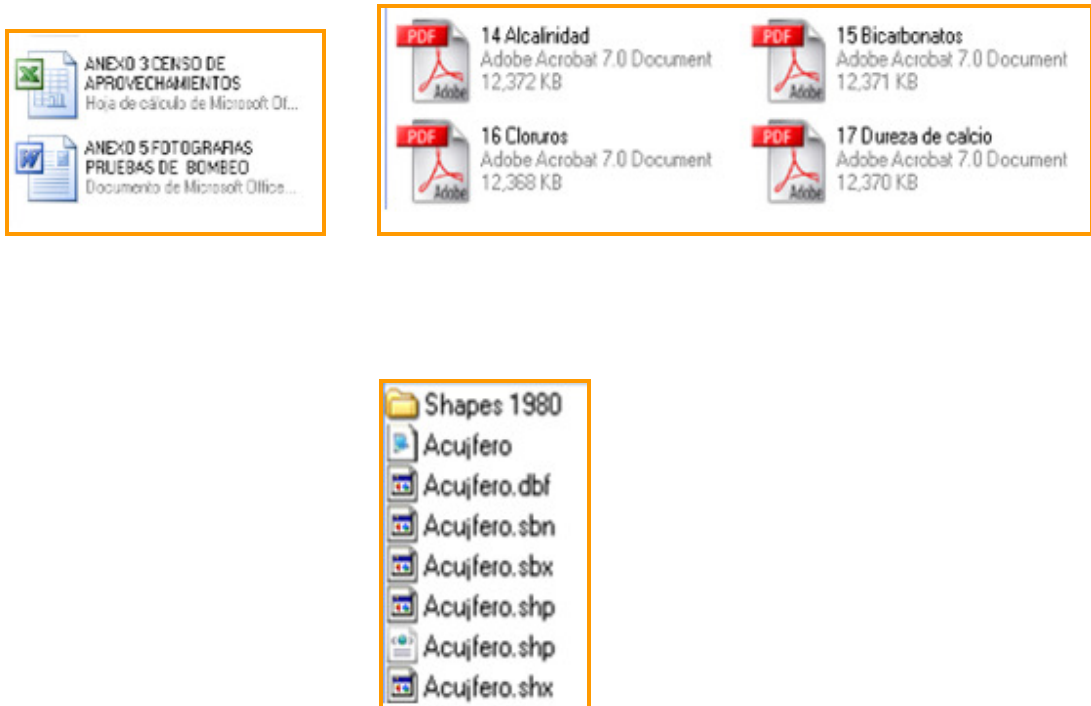
La figura muestra las tablas del punto de muestreo señalado.

Toda la información está integrada en la geodatabase.



IV.9.5.2 Agua subterránea

Se entregó información de mapas digitales en formato *shape files*, fotografías y gráficas en formato *jpg*, documentos en formato *pdf* y datos en Excel *xls*. Toda la información se entregó en los formatos requeridos por lo que la integración al sistema fue inmediata.



Los temas desarrollados por la Subcoordinación de Aguas Subterráneas son los siguientes: Censo de aprovechamientos, parámetros físico-químicos, pruebas de bombeo, elevación de nivel estático, nivelación de pozos, sondeos y secciones geofísicas, geología y acuíferos.

Para consultar la información asociada a cada tema se implementaron ventanas de despliegue de datos.

IV.9.5.2.1 Censo de aprovechamientos

La tabla de atributos reporta 161 aprovechamientos censados, los datos descriptivos son: No. De pozo, propietario, predio, localidad, coordenadas geográficas, profundidad, diámetro de ademe, régimen de propiedad, tipo de bomba, diámetro de descarga, tipo de descarga, gasto, estado del pozo, uso, profundidad del nivel estático y dinámico, régimen de uso y observación.

La siguiente figura muestra la distribución espacial de los aprovechamientos censados, referenciados al acuífero de la zona de estudio.

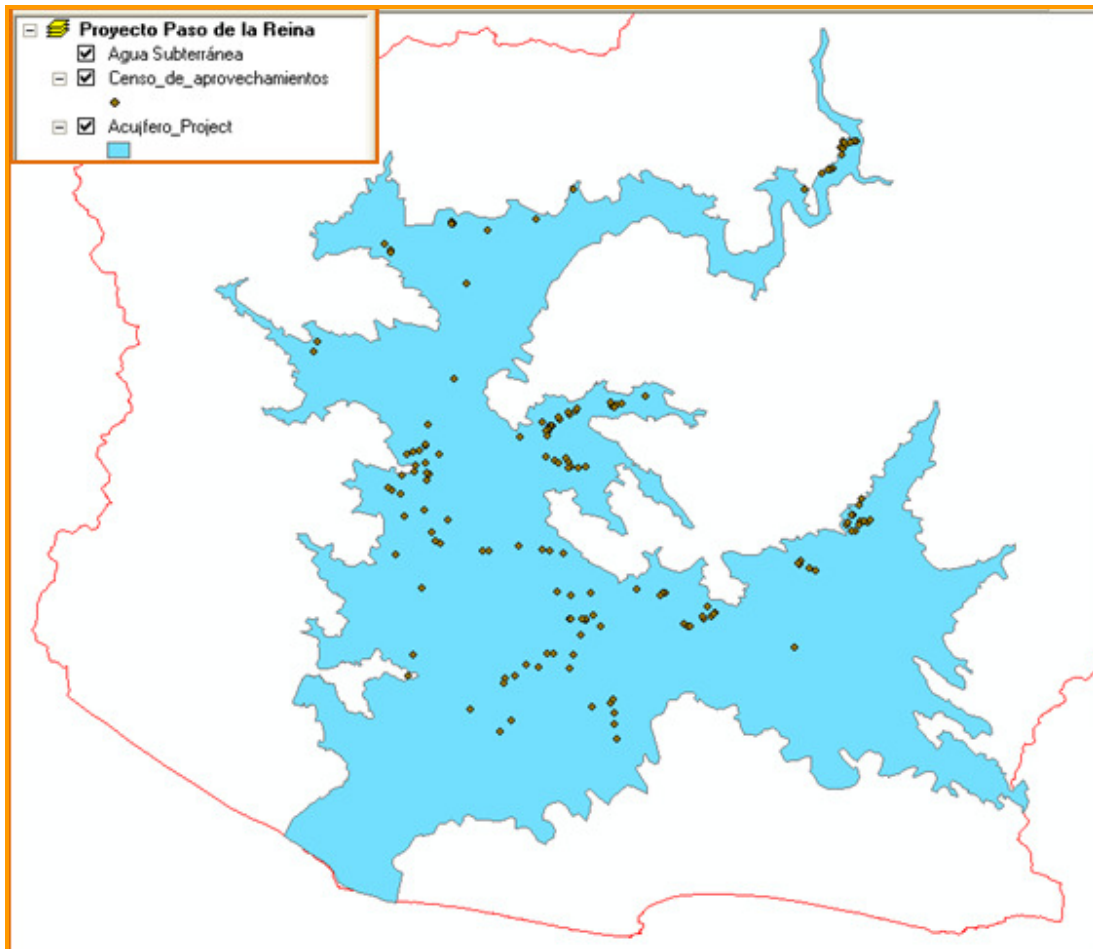


Tabla de atributos:

No. DE POZ	PROPIETARI	PEREBO	LOCALIDAD	UTM_X	UTM_Y	PROF_m	ESAM_ADEME	REGIMEN DE	TIPO DE BO	ESAM_DESC	TIPO DE DE	Q_sps
004	RAFAEL GURBANTE	ROHO PERLA DEL SURESTE	SAN JOSE DEL PROGRESO	639505	1778053	10	8	PARTICULAR	CENTRIFUGA	3 RED	9	9
005	RAFAEL GURBANTE	ROHO PERLA DEL SURESTE	SAN JOSE DEL PROGRESO	639386	1778084	10	8	PARTICULAR	CENTRIFUGA	3 RED	9	9
006	RAFAEL GURBANTE	ROHO PERLA DEL SURESTE	SAN JOSE DEL PROGRESO	638871	1778024	10	8	PARTICULAR	SLAMEROBLE	3 RED	9	9
007	RAFAEL GURBANTE	ROHO PERLA DEL SURESTE	SAN JOSE DEL PROGRESO	638943	1778040	10	8	PARTICULAR	CENTRIFUGA	3 RED	9	9
008	RAFAEL GURBANTE	ROHO PERLA DEL SURESTE	SAN JOSE DEL PROGRESO	639647	1777192	10	8	PARTICULAR	CENTRIFUGA	3 RED	9	9
009	RAFAEL GURBANTE	ROHO PERLA DEL SURESTE	SAN JOSE DEL PROGRESO	640120	1777749	10	8	PARTICULAR	CENTRIFUGA	3 RED	9	9
010	RAFAEL GURBANTE	ROHO PERLA DEL SURESTE	SAN JOSE DEL PROGRESO	639037	1776583	10	8	PARTICULAR	CENTRIFUGA	3 RED	9	9
011	RAFAEL GURBANTE	ROHO PERLA DEL SURESTE	SAN JOSE DEL PROGRESO	638218	1776614	10	8	PARTICULAR	SLAMEROBLE	3 RED	9	9
012	RAFAEL GURBANTE	ROHO PERLA DEL SURESTE	SAN JOSE DEL PROGRESO	637969	1776659	10	8	PARTICULAR	CENTRIFUGA	3 RED	9	9

Ventana para consulta de datos del tema Censo de Pozos:

Censo de Aprovechamientos

Consulta de Datos | Fotos

Datos Generales

No Pozo: 001 Propietario: GILBERTO LUNA

Predio: Localidad: SAN JOSE DEL PROGRESO

Profundidad (Mts): Diámetro ADME (pg): 6

Régimen de Propiedad: PARTICULAR Tipo Bomba: CENTRIFUGA

Diámetro Descarga (pg): 3 Tipo Descarga: LIBRE

Gasto (lps): 3 Estado: ACTIVO

Profundidad Nivel Estático: 3.2 Nivel Dinámico:

Uso: AGRICOLA Régimen de Uso: 3 MESES/AÑO

Observación:

Foto(s): 001.jpg

Coordenadas:

Coord X: 639750.00

Coord Y: 1779099.00

Aceptar Editar Cancelar

Eliminar Nuevo Aceptar Modificar Cancelar Cerrar



IV.9.5.2.2 Parámetros Físico-Químicos

Se tomaron muestras en 34 sitios, que están ubicados en pozos, ríos y manantiales, ver la siguiente tabla:

Localidad	Tipo
El azufre	Pozo
Embarcadero el azufre	Río
Rancho la parota	Pozo
Río verde charco redondo	Río
El Itacuache	Pozo
San Jose del Progreso	Pozo
Presa derivadora flores magon	Río
San Marquitos	Pozo
Guillermo Leon	Pozo
La Consentida	Pozo
Río verde paso la reina	Río
Paso de la reina	Pozo
Río verde zapote negro	Río
La Esperanza	Pozo
El santo	Pozo
El charco endoayo	Pozo
La Boquilla Alberto Reyes	Pozo
Rancho San Antonio	Pozo
Rancho cerreros	Pozo
Rancho quebradora	Pozo
Coyuche	Pozo
San Antonio río verde	Pozo
Río verde San Antonio	Río
Rancho perla del sureste. La Parota	Pozo
Rancho perla del sureste. Los Treinta	Pozo
Rancho perla del sureste. El Paraíso	Pozo
Rancho perla del sureste. Mina Verde	Pozo
Rancho perla del sureste. Gloria escondida	Pozo
Rancho perla del sureste. La Pista	Pozo
Rancho perla del sureste. La Consentida	Pozo
Tamarindo No. 1	Pozo
Charco redondo	Pozo
El azulfral chacahua	Manatíal
Chacahua	Pozo

La información complementaria está conformada por: Hoja de campo de muestreo de agua, Informe de resultados de análisis Físico-Químicos y Metales, plano del valor de cada parámetro para todos los pozos, y un archivo fotográfico.

Resultado de análisis físico-químicos:

<p>A: INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA PASEO CUAUHNAHUALC 8532 COL. PROGRESO JILUTEPEC, MORELOS</p> <p>ATTN: ING. MIGUEL MEJIA</p> <p>IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: AGUA DE POZO RECOLECTADA DE COMUNIDAD DEL AZUFRE SAN PEDRO TUTUTEPEC OAXACA</p>	<p>INGRESO: 08/10/28</p> <p>REPORTE: 08/11/25</p> <p>C. DE T: 75586</p> <p>PAGINA: 1-2</p> <p>MUESTREADO POR: PERSONAL DE LAQUMIA SA DE CV (HRN)</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

INFORME DE RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICOS Y METALES :

METODO ANALITICO	PARAMETRO	ANALISTA	FECHA DE ANALISIS	RESULTADOS	UNIDADES	LIM. DE DETECCION	* INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (%)	** MAXIMOS PERMISIBLES
NMX-AA-007-SCF-2000	TEMPERATURA	EN CAMPO	08/10/28	31.0	° C	No aplica	0.174	No especificado
23201 ST Method	AL CALINIDAD	EN CAMPO	08/10/28	239.7	mg/L	No aplica	0.009	No especificado
23202 ST Method	BICARBONATOS	EN CAMPO	08/10/28	239.7	mg/L	No aplica	0.009	No especificado
4510-01.8 ST METHOD	CLORUROS	AFS	08/11/12	191.6	mg/L	No aplica	1.700	250 mg/L
NMX-AA-081-SCF-2000	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	EN CAMPO	08/10/28	763.3	µS/cm	No aplica	0.748	No especificado
2340C ST METHOD	DUREZA DE CALCIO	AFS	08/11/13	80.1	mg/L	No aplica	0.015	No especificado
2340C ST METHOD	DUREZA TOTAL (COMO CaCO3)	AFS	08/11/13	178.4	mg/L	No aplica	0.015	500 mg/L
NOM-201-SSA1-2002	FLUORUROS (COMO F-)	SGCZ	08/11/11	0.6	mg/L	0.0376 mg/L	0.084	1.5 mg/L
NMX-AA-013-SCF-2001	OXIGENO DISUELTO	EN CAMPO	08/10/28	0.4	mg/L	No aplica	0.064	No especificado
NMX-AA-006-SCF-2000	pH	EN CAMPO	08/10/28	7.4	unidades de pH	No aplica	0.051	8.3-8.5 (use an)
ST.MTH.35004	POTASIO	SGCZ	08/11/10	10.5	mg/L	0.2954 mg/L	0.239	No especificado
Standard method 3500-Na	SODIO	SGCZ	08/11/10	35.4	mg/L	1.8319 mg/L	0.956	200 mg/L
NMX-AA-094-SCF-2001	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	AVME	08/10/31	619.0	mg/L	No aplica	17.040	1000 mg/L
NMX-AA-518-1982	SULFATOS (COMO SO4=)	AFS	08/11/14	12.6	mg/L	2.3405 mg/L	0.027	400 mg/L
NMX-AA-051-SCF-2001	ALUMINO	DNG	08/11/12	< 0.0746	mg/L	0.0746 mg/L	0.006	0.2 mg/L
NOM-117-SSA1-1984	PIERRO	DNG	08/11/11	0.5891	mg/L	0.0055 µg/L	0.026	0.3 mg/L
ST.MTH.45005-I	SILICE	DNG	08/11/13	< 0.8106	mg/L	0.8106 mg/L	0.030	No especificado
NMX-AA-051-SCF-2001	CALCIO	DNG	08/11/12	35.6	mg/L	0.2978 mg/L	0.040	No especificado
NMX-AA-051-SCF-2001	MAGNESIO	DNG	08/11/12	22.1	mg/L	0.2724 mg/L	0.084	No especificado
NMX-AA-051-SCF-2001	MANGANESO	DNG	08/11/11	0.0319	mg/L	0.0011 mg/L	0.041	0.15 mg/L
S.M. 258-E-1982	POTENCIAL REDOX	EN CAMPO	08/10/28	167	mV	No aplica	0.009	No especificado
NMX-AA-084-1982	SULFUROS	AFS	08/11/04	< 0.0640	mg/L	0.0640	0.080	No especificado

** MODIFICACION A LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994

* La incertidumbre expandida se expresa con un factor de cobertura k=2 para su nivel de confianza de 95.45% y esta estimada de acuerdo a la NMX-CH-140-IMNC-2002 "Guía para la expresión de incertidumbre"
 De acuerdo a notaciones científicas se está utilizando como decimal (.) en lugar de punto decimal (,) según la NOM-005-SCFI-2002 "Referencia del muestreo AGUA-CO-COM-1-2002"
 ** Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización previa de LAQUMIA, S.A. de C.V.
 * Estos resultados se refieren a la muestra analizada.
 * En caso de que los métodos analíticos reportados resulten publicados en una versión actualizada, estos se reportarán hasta que la química, s.a. de c.v. los acredite.
 LAQUMIA cuenta con un sistema de Gestión de Calidad y cumple con la ISO/IEC 17025:2005 (NMX-EC-17025-IMNC-2006) que nos permite tener confiabilidad de los resultados de sus análisis y está avalado por:
 Terceros Autorizados No. TA-34-07 vigencia 2007-12-12 al 2009-12-12 Secretaría de Salud.
 Aprobación No. CNA-GCA-570 vigencia 2008-02-07 al 2010-02-07 Comisión Nacional del Agua.
 Aprobación No. LPSTPS-050808 vigencia 2008-04-30 al 2010-04-30 Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
 Aprobación No. FRTA-APR-LP-03-00307 otorgado el 13-03-2007 PROFICSA.

M en A. Ma. Magdalena Vega Covarrubias
 Gerencia de Gestión

Hoja de campo de muestreo:

LAQUIMA Laboratorio Químico Industrial y Ambiental, S.A. de C.V.

HOJA DE CAMPO DE MUESTREO DE AGUA RESIDUAL O NATURAL ODT 75887 FHC-A HOJA 1 DE 3

MUESTRA SIMPLE COMPUESTA (2)

FECHA DE MU 08/10/28 HORA DE MU 13:30 EMPRESA IMTA

ME ENTREVISTE CON: ING. MIGUEL MEJIA

PARA TOMAR LA MUESTRA DE AGUA RESIDUAL POZO DE PROCESO COMPUESTA POR SIMPLES

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA Y PUNTO DE MUESTREO: AGUA DE RIO VERDE PUNTO EMBALCADERO EL ACEITE

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA Muestra turbia tomada de apex. Sin de prof. del Rio.

SEGÚN PLAN DE MUESTREO, SE ANALIZARÁN LOS SIGUIENTES PARÁMETROS:

NOM-127-SSA1 OBSERVACIONES SOLUCIONES DISUELTAS, ALCALINIDAD TOTAL, SULFATOS, BICARBONATOS, CLORUROS,

NOM-001-SEMARNAT OBSERVACIONES CO2, CALCIO, MAGNESIO, POTASIO, FIERRO, MANGANESO, DUREZA TOTAL,

NOM-002-SEMARNAT OBSERVACIONES QUEBRO DE COLO, FLUORUROS, SÍLICE, ALUMINIO, SULFIDOS, pH, C.E.,

OTROS: Oxígeno Disuelto, Temp, Potencial Redox, NITRATOS.

NOTA. EN OBSERVACIONES PONER ADICIONES O EXCEPCIONES A LAS NORMAS MENCIONADAS
VER COTIZACIÓN No. 11004695

ENVASES PARA MUESTRAS

DE 1 GALÓN PARA FÍSICOQUÍMICOS, FLUORUROS, SST/SSV, ACIDEZ Y ALCALINIDAD, COLOR, CLORUROS, TURBIDAD, SULFATOS
NITRATOS, NITRITOS, CLORO RESIDUAL, YODO, SS, pH, SDT, P TOTAL, CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA Y DBO 5

DE PLÁSTICO DE 2 L PARA N. TOTAL, SAAM, DCO Y N-AMONIACAL

DE PLÁSTICO DE 1 L PARA METALES, RAS, DUREZA Y CROMO +6

DE PLÁSTICO DE 5 L PARA HUEVOS DE HELMINTO

DE VIDRIO O DE PLÁSTICO DE BOCA ANCHA DE 1 L PARA GRASAS Y ACEITES Y CIANUROS

DE VIDRIO O PLÁSTICO DE 2 L PARA FENOLES

DE VIDRIO DE 1 L PARA PESTICIDAS

DE VIDRIO DE 1 L PARA ORGÁNICOS SEMIVOLÁTILES

DE VIDRIO DE 500 mL PARA SULFUROS

FRASCO WINKLER DE 305 mL PARA OXÍGENO DISUELTU

DE PLÁSTICO PARA BLANCO DE CAMPO dependiendo del parámetro a muestrear

VIALES DE 20 O 40 mL PARA ORGÁNICOS VOLÁTILES

BOLSA ESTÉRIL PARA MICROBIOLOGÍA DE 100 mL CON TICSULFATO

Datos: 1.7 ml H2SO4 0.1
3.9 ml Tiourolf.
Potencial Redox: 91 mV
X = 630097
Y = 1768393

EQUIPO DE MUESTREO

PROBETA GRADUADA DE 1 L DE PLÁSTICO <u>100ml, 25ml</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	CRONÓMETRO	
VASO DE PRECIPITADO DE 1 L DE PLÁSTICO		HELERO CON HIELO	<input checked="" type="checkbox"/>
FLEXÓMETRO		MALLA DE ACERO INOXIDABLE DE 2.8 mm Y 3.3 mm	
KIT DE CLORO LIBRE		PIPETAS DESECHABLES DE 5 mL	<input checked="" type="checkbox"/>
MUESTREADOR DE ACERO INOXIDABLE		CUBETA DE PLÁSTICO	
MEDIDOR DE FLUJO		CUERDA	
PIPETA <u>10, 5, 3, 2 ml</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	OTROS <u>F. Winkler, Vasos de prov. 250 ml</u>	<input checked="" type="checkbox"/>

EQUIPO VERIFICADO: TERMÓMETRO LO Mu-68 POTENCIÓMETRO LO 222 CONDUCTÍMETRO LO 112

REACTIVOS PARA MUESTREO

	MARCA	LOTE		MARCA	LOTE
ACIDO CLORHIDRICO CONCENT (HCl)	<u>NIA</u>		AGUA DESIONIZADA		
ACIDO NITRICO CONCENT (HNO3)	<u>Jelmco B170701A21</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	EXTRAN	<u>Jelmco</u>	<u>08.013</u> <input checked="" type="checkbox"/>
ACIDO SULFURICO CONCENT (H2SO4)	<u>Jelmco B 200606A28</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	HIDROXIDO DE SODIO (NaOH)		
SOLUCIÓN BUFFER DE 4 U DE pH	<u>maul 775714</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	HIPOCLORITO DE SODIO 100 mg/L		
SOLUCIÓN BUFFER DE 7 U DE pH	<u>maul HCB42455</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	SOLUCION DE KCL 0.01 N	<u>Baker 05346</u>	<input checked="" type="checkbox"/>
SOLUCIÓN BUFFER DE 10 U DE pH	<u>maul DM 2020</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	ORTOTOLUDINA		

EN CADA UNA DE LAS MUESTRAS, EN UN VASO DE 1 L TOMO MUESTRA PARA LA DETERMINACIÓN DE TEMPERATURA, pH Y CONDUCTIVIDAD, INMEDIATAMENTE 5, MEDICIÓN APROXIMADA DE pH CON TIRA DE pH 7 U DE pH.

VERIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN DE POTENCIÓMETRO: CON BUFFER DE 4 Y 7 0 7 Y 10 U DE pH.

VERIFICACIÓN DE LA CALIBRACIÓN DEL CONDUCTÍMETRO:
TEMPERATURA BUFFER 36 Y KCL 324. VER TABLA DE CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO EN PROC. DE pH Y C.E

Temp: 38°C

U de pH	U de pH	KCL 0.01 N
<u>7.01</u>	<u>4.00</u>	<u>14.27</u>
<u>7.01</u>	<u>4.00</u>	<u>14.27</u>
<u>7.01</u>	<u>4.00</u>	<u>14.27</u>
<u>7.01</u>	<u>4.00</u>	<u>14.27</u>

Potencial Redox Zobel

MEDICIONES DE CAMPO

NUM	HORA	C.E.	TM °C	U de pH	CLORO mg/L	FLUJO L/s	TIRANTE cm
1	<u>14:00</u>	<u>314</u>	<u>25°C</u>	<u>8.19</u>		<u>91</u>	<u>230</u>
		<u>314</u>	<u>25°C</u>	<u>8.19</u>		<u>94</u>	<u>230</u>
		<u>314</u>	<u>25°C</u>	<u>8.19</u>		<u>93</u>	<u>230</u>
PROMEDIO		<u>314</u>	<u>25°C</u>	<u>8.19</u>		<u>93 mV</u>	<u>230 mV</u>

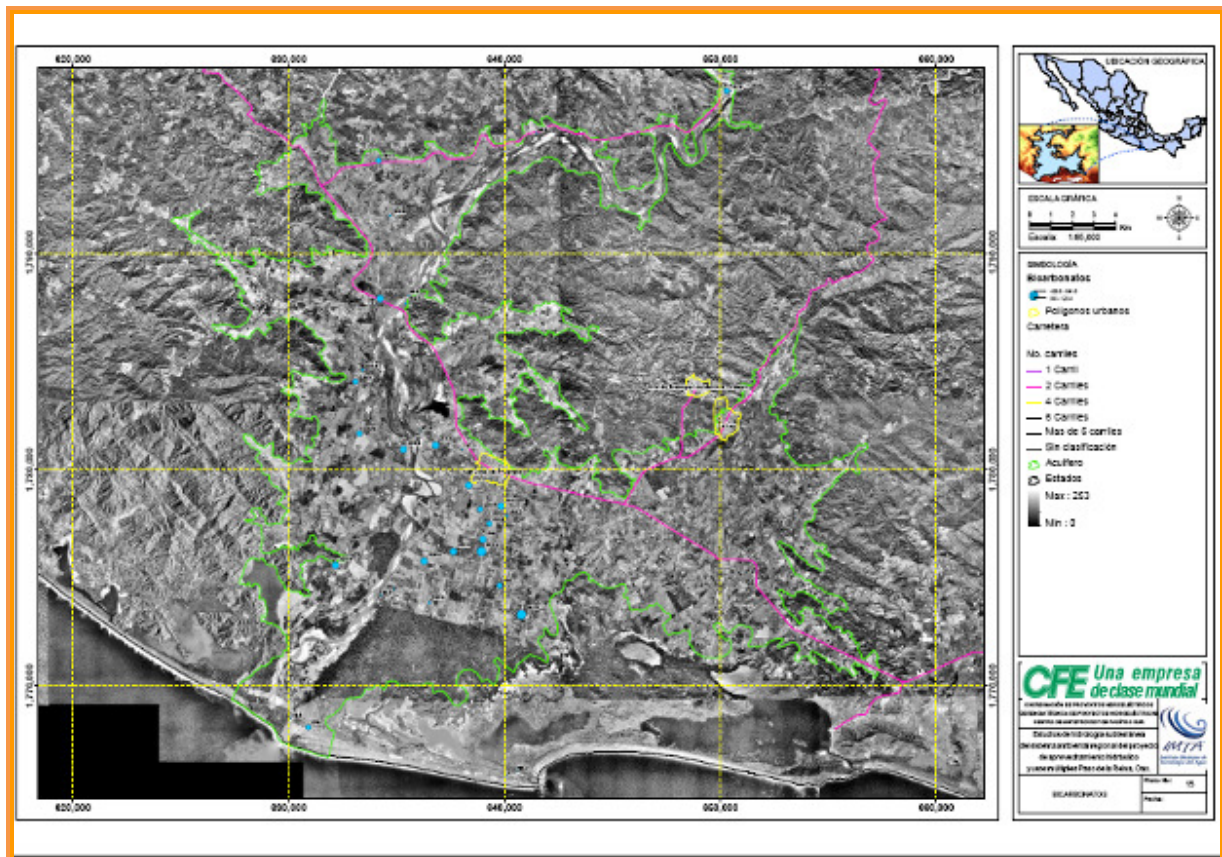
NUM 2 HORA NA C.E. NA TM °C NA U de pH NA CLORO mg/L NA FLUJO L/s NA TIRANTE cm NA

PROMEDIO NA

Planos de parámetros muestreados:

6 LOCALIZACIÓN DE POZOS MUESTREADOS Adobe Acrobat 7.0 Document 12,366 KB	7 Valores de P.H. Adobe Acrobat 7.0 Document 12,366 KB	8 Valores de Conductividad eléctrica Adobe Acrobat 7.0 Document 12,366 KB	9 Valores de Temperatura Adobe Acrobat 7.0 Document 12,361 KB
10 Elevación del Nivel Estático Adobe Acrobat 7.0 Document 12,632 KB	11 Nivelación de pozos Adobe Acrobat 7.0 Document 12,639 KB	12 Sitios de muestreo del río para análisis fis - quim e isotópicos Adobe Acrobat 7.0 Document 12,364 KB	13 Potencial REDOX Adobe Acrobat 7.0 Document 12,364 KB
14 Alcalinidad Adobe Acrobat 7.0 Document 12,372 KB	15 Bicarbonatos Adobe Acrobat 7.0 Document 12,371 KB	16 Cloruros Adobe Acrobat 7.0 Document 12,369 KB	17 Dureza de calcio Adobe Acrobat 7.0 Document 12,370 KB
18 Dureza total CaCO3 Adobe Acrobat 7.0 Document 12,372 KB	19 Fluoruros F- Adobe Acrobat 7.0 Document 12,366 KB	20 Oxígeno disuelto Adobe Acrobat 7.0 Document 12,365 KB	21 Potasio Adobe Acrobat 7.0 Document 12,366 KB
22 Sodio Adobe Acrobat 7.0 Document 12,369 KB	23 Sólidos disueltos totales Adobe Acrobat 7.0 Document 12,367 KB	24 Sulfatos SO4 Adobe Acrobat 7.0 Document 12,369 KB	25 Aluminio Adobe Acrobat 7.0 Document 12,377 KB
26 Hierro Adobe Acrobat 7.0 Document 12,373 KB	27 Silice Adobe Acrobat 7.0 Document 12,376 KB	28 Calcio Adobe Acrobat 7.0 Document 12,369 KB	29 Magnesio Adobe Acrobat 7.0 Document 12,369 KB
30 Manganeso Adobe Acrobat 7.0 Document 12,372 KB			

Plano de Bicarbonatos:



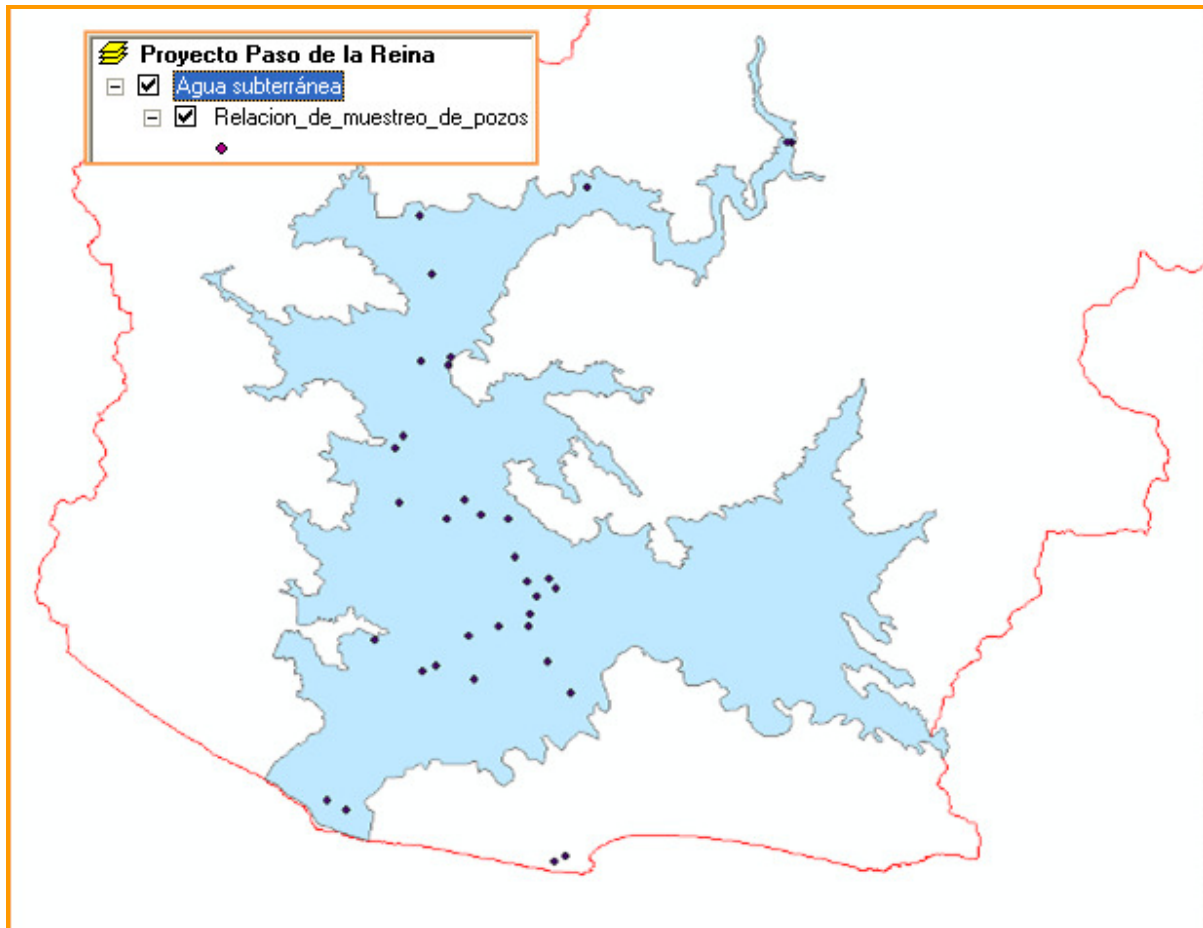
Archivo fotográfico:
Muestreo del Río Verde, punto Paso de la Reina.



Muestreo en el Pozo Rancho Cerreros:



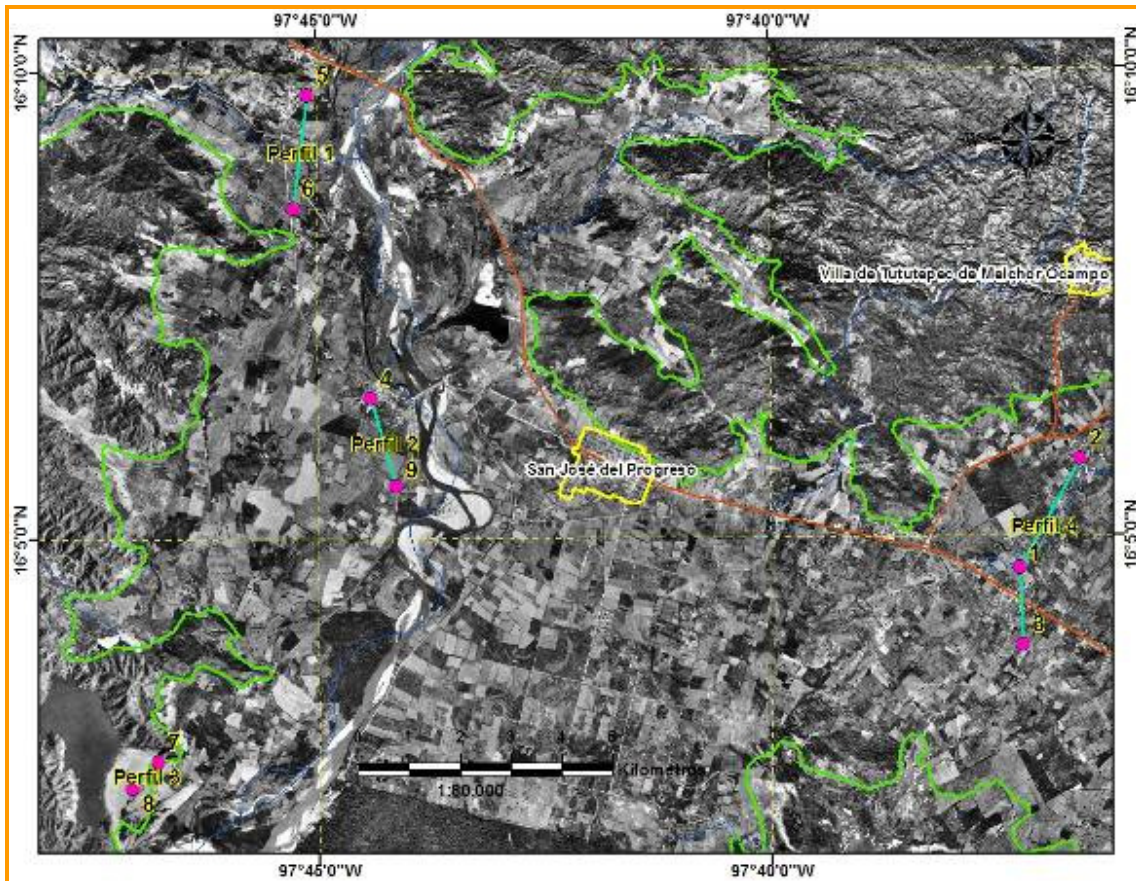
Información integrada a la Geodatabase:



IV.9.5.2.3 Geofísica

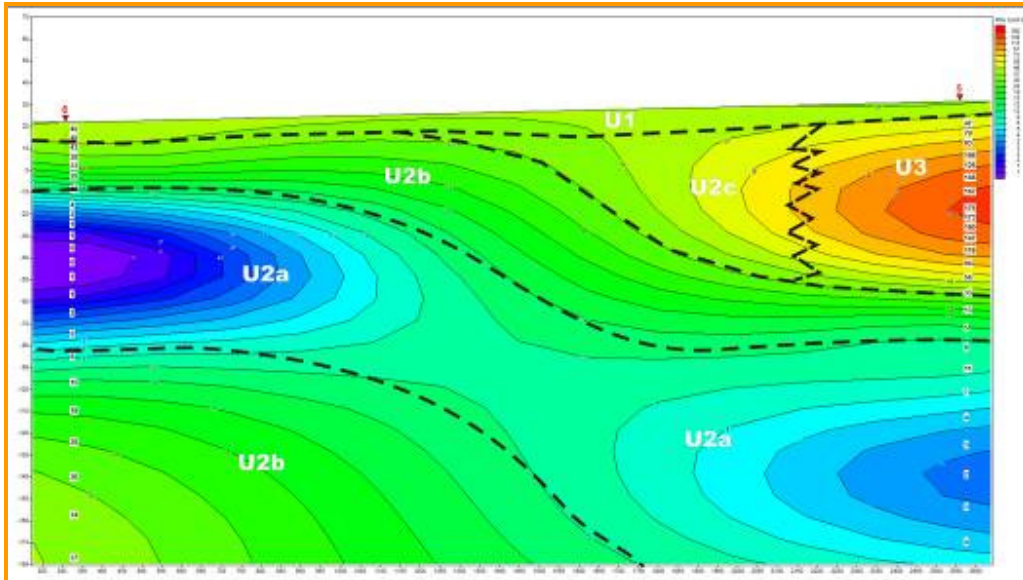
El tema geofísica contiene dos mapas, uno de sondeos y otro de secciones geofísicas.

Localización de sondeos y de perfiles geoelectricos:

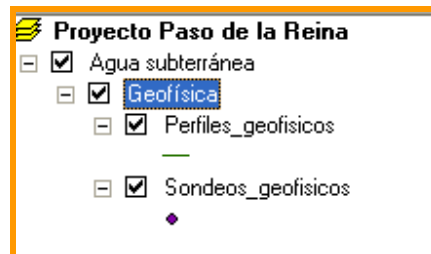


SONDEO	X	Y	Z
1	647518	1777886	27.5
2	648708	1780039	35.2
3	647590	1776356	19.3
4	634734	1781209	22.2
5	633469	1787187	31.8
6	633197	1784950	22.2
7	630557	1774019	5.9
8	630049	1773495	10.2
9	635235	1779474	23.2

Perfil geoelectrico no.2, formado por los sondeos 4 y 9:



Tema integrado a la Geodatabase:



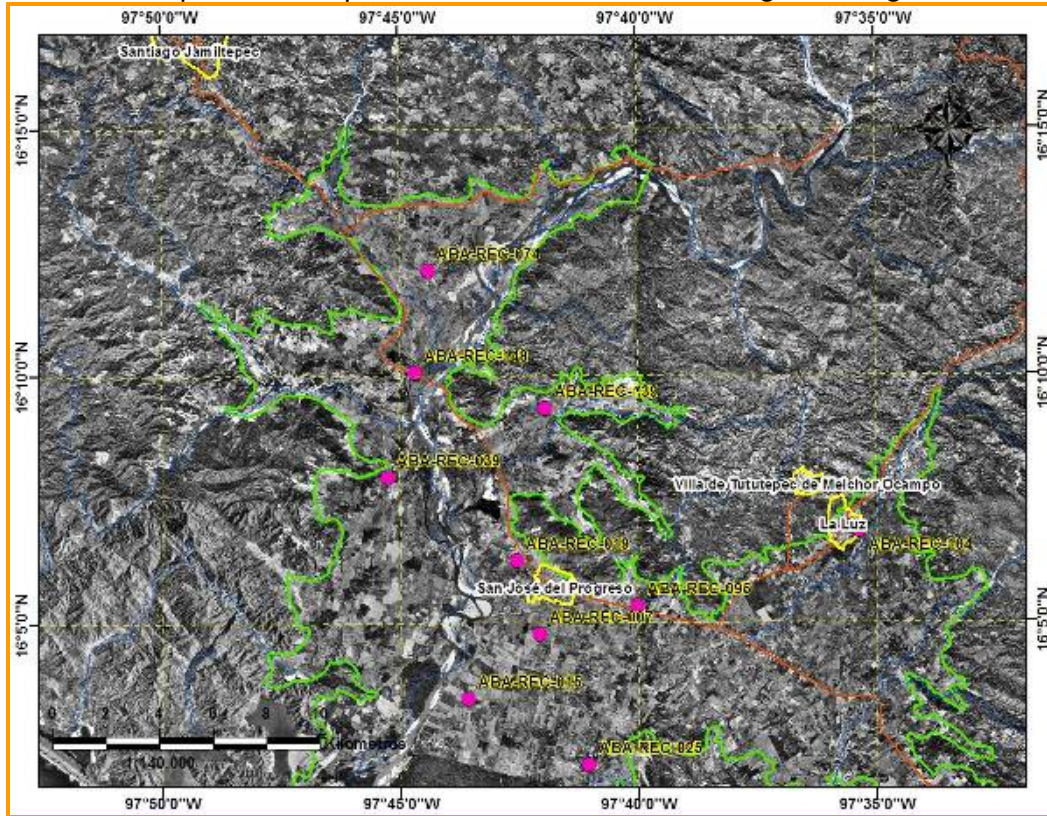


IV.9.5.2.4 Pozos

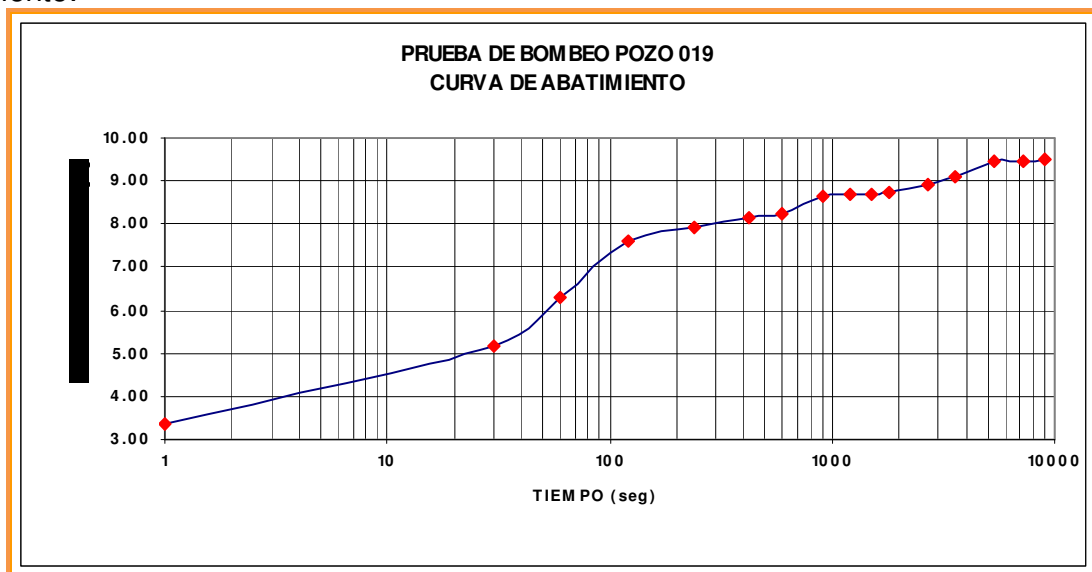
El tema pozos contiene tres mapas, el primero de pruebas de bombeo, el segundo de pozos nivelados y el tercero de elevación del nivel estático.

IV.9.5.2.3.1 Pruebas de bombeo

Se realizaron diez pruebas en pozos seleccionados, ver la siguiente figura.



Cada prueba de bombeo generó la gráfica de la curva de abatimiento, ver figura siguiente:



Archivo fotográfico:



IV.9.5.2.3.2 Nivelación de Pozo

Se nivelaron 51 pozos, la siguiente tabla muestra la relación.

POZO	DATUM WGS 84		ELEVACIÓN (msnm)
	X	Y	
0074	634713.145	1791593.334	30.532
0064	631437.837	1793198.528	46.001
0001	639747.899	1779085.926	8.022
0005	639385.753	1778063.316	9.101
0006	638869.618	1778021.090	9.434
0008	639849.093	1778185.432	8.188
0009	640120.145	1777743.997	7.397
0031	638915.955	1778979.668	9.697
0095	642614.731	1779112.686	12.797
0161	643722.425	1777754.979	10.318
0003	639321.589	1777377.894	8.361
0010	639038.889	1776589.077	7.984

0011	638215.153	1776610.529	8.318
0013	637643.036	1776082.026	8.095
0014	637123.249	1776167.152	8.619
0015	636271.061	1775622.400	7.645
0016	636231.204	1775448.305	7.578
0017	638903.740	1776033.220	7.416
0029	634889.799	1774358.863	7.171
0027	636510.170	1773929.646	5.925
0012	637967.949	1776661.510	8.497
0020	639786.216	1774502.110	5.401
0021	640542.196	1774644.380	4.915
0024	640661.802	1773778.653	3.575
0025	640792.844	1773162.999	3.228
0033	636886.034	1785411.757	22.570
0093	638604.037	1780712.733	22.490
0131	638802.117	1784403.336	28.435
0140	639165.406	1786527.254	36.132
0145	641002.726	1786746.648	47.881
0019	638059.822	1780790.866	16.009
0040	633105.409	1783925.072	16.381
0043	632220.478	1782171.413	14.302
0046	633293.499	1781538.474	14.994
0048	632924.789	1779311.124	12.043
0050	633630.744	1784689.506	18.736
0085	650420.791	1797357.314	47.958
0086	650321.684	1797364.049	50.255
0087	650195.960	1797344.151	51.683
0091	635324.576	1780806.948	14.087
0113	632581.989	1776601.908	8.224
0162	635433.143	1787553.691	25.129

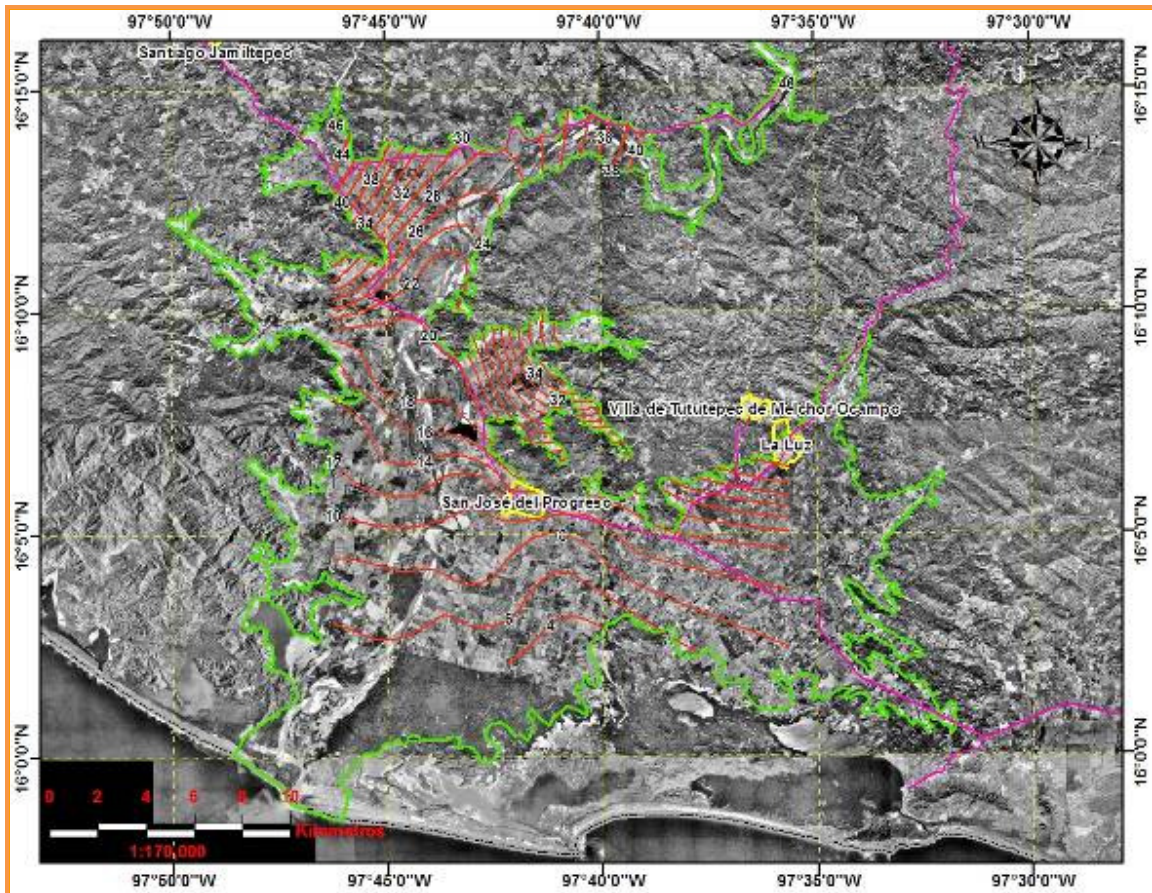
Archivo fotográfico:

Se creó el archivo fotográfico de la nivelación de pozos.



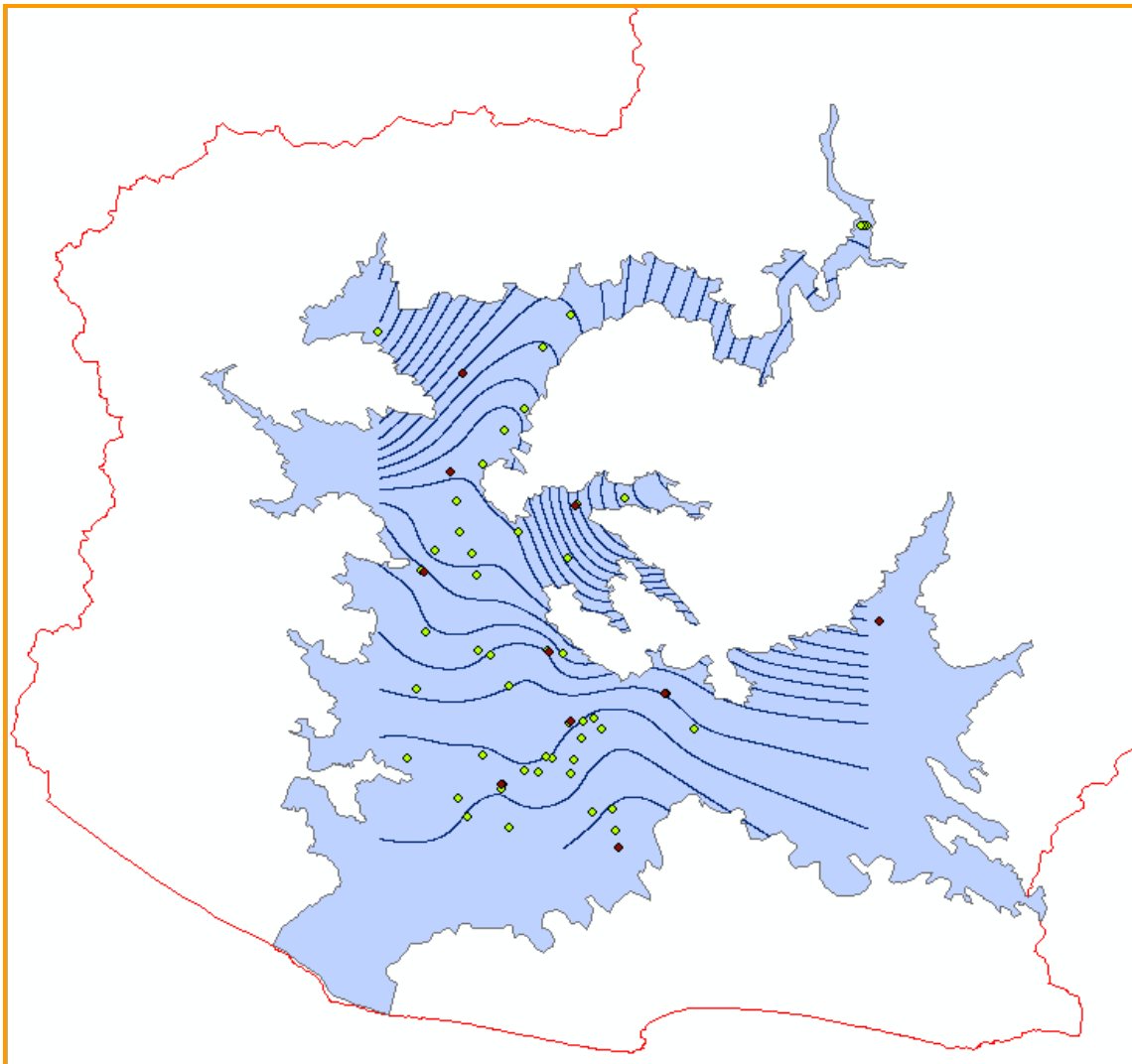
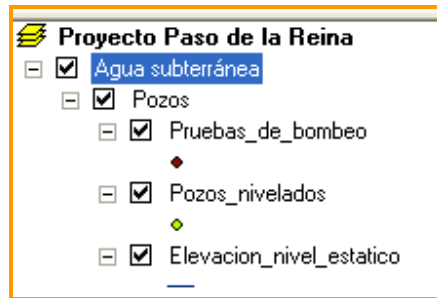
IV.9.5.2.3.3 Nivel estático

Con la información de campo necesaria se generó el mapa del nivel estático.



IV.9.5.2.3.4 Información integrada a la Geodatabase

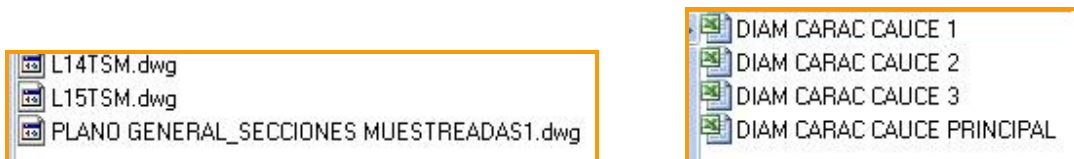
Estos temas se integraron a la Geodatabase conformados por los mapas temáticos y los datos descriptivos.



IV.9.5.3 Hidráulica Fluvial

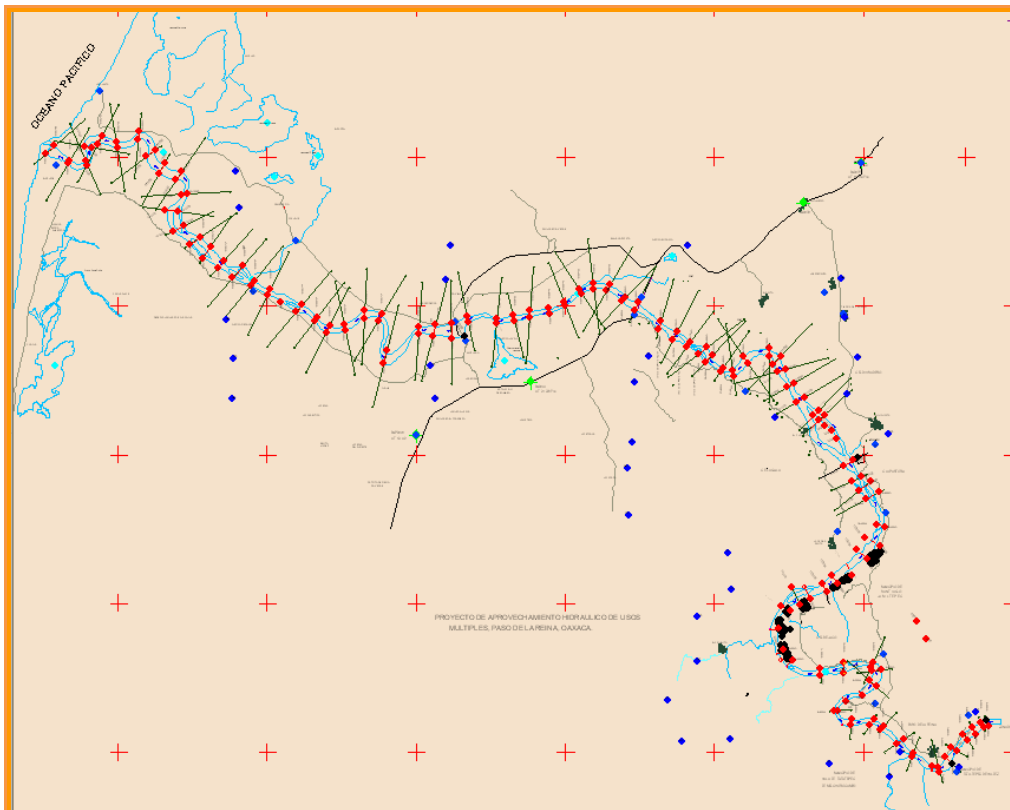
El tema está conformado por un mapa general de secciones transversales y sus gráficas correspondientes de perfiles, y diámetros granulométricos. Existen secciones transversales hasta con tres corrientes debido a las islas que se encuentran en la sección de muestreo.

La información fue entregada en los siguientes formatos: Dwg, jpg y excel



Nombre	Tamaño	Tipo	Fecha de modificación
Archivos que están actualmente en el CD			
DSC04602-23	2,661 KB	Imagen JPEG	20/01/2009 01:51 p.m.
DSC04603-24	2,923 KB	Imagen JPEG	20/01/2009 01:51 p.m.

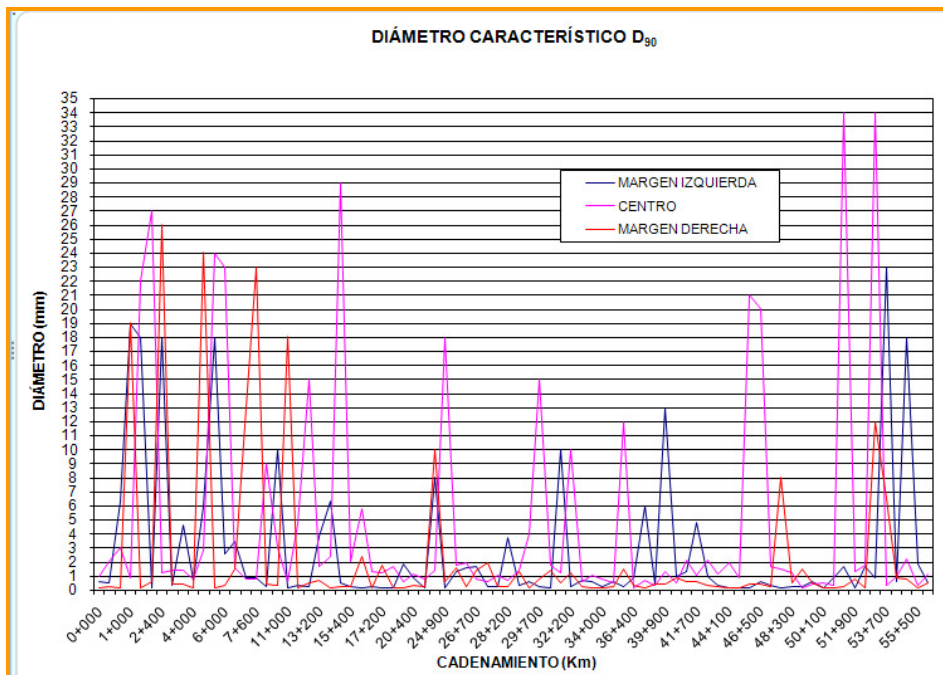
Archivo AutoCad con la distribución espacial de las secciones transversales.



El muestreo se realizó en las márgenes izquierda-centro- derecha de cada corriente, la siguiente figura muestra los valores registrados en la margen izquierda de las secciones que tienen un cauce de igual manera se crearon tablas para el centro y margen derecha del cauce.

DIÁMETROS CARACTERÍSTICOS CAUCE 1 CENTRO									
Nota: Todos los diámetros están en mm									
SECCION	D ₁₀	D ₁₆	D ₃₅	D ₅₀	D ₆₀	D ₇₀	D ₇₅	D ₈₄	D ₉₀
8+800 C C1	0.27	0.29	0.37	0.43	0.48	0.54	0.58	0.75	0.94
10+200 C C1	0.36	0.45	1.1	7	13	18	20	25	28
14+400 C C1	0.26	0.28	0.39	0.52	0.63	0.8	0.9	1.3	1.7
19+600 C C1	0.28	0.34	0.5	0.65	0.78	0.9	0.98	1.3	1.5
20+000 C C1	0.16	0.19	0.28	0.34	0.38	0.43	0.46	0.54	0.6
21+000 C C1	0.26	0.29	0.37	0.45	0.51	0.6	0.66	0.8	0.95
22+800 C C1	0.32	0.4	0.75	1.3	1.7	2.5	3.3	8	16
23+100 C C1	0.3	0.35	0.47	0.64	0.83	1.1	1.3	1.7	1.9
31+600 C C1	0.28	0.3	0.38	0.48	0.55	0.65	0.72	0.88	1.1
35+800 C C1	0.25	0.28	0.34	0.39	0.44	0.49	0.53	0.6	0.69
38+700 C C1	0.27	0.29	0.37	0.43	0.49	0.58	0.63	0.78	0.92
42+900 C C1	0.26	0.29	0.33	0.38	0.41	0.45	0.47	0.54	0.57
PROM	0.273	0.313	0.471	1.084	1.683	2.253	2.544	3.516	4.573
%	10	16	35	50	60	70	75	84	90

Curva de diámetro característico

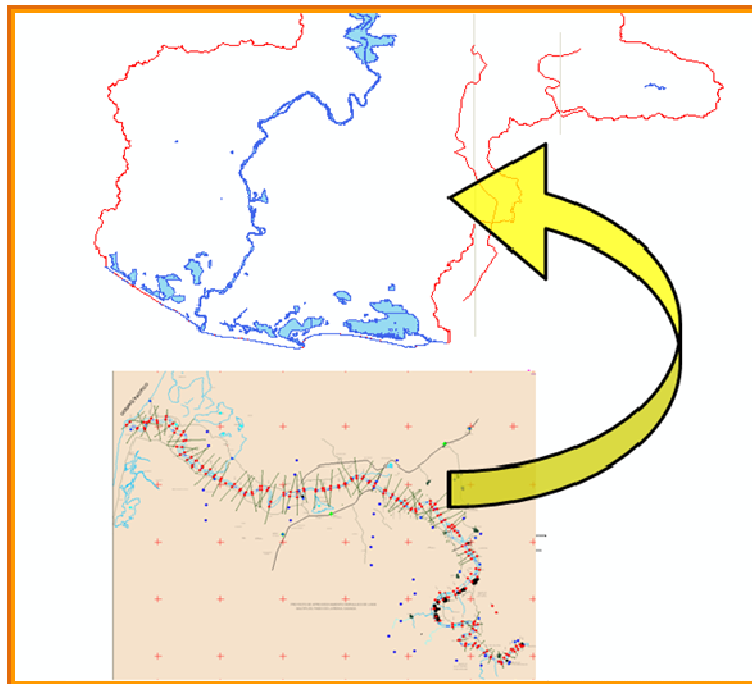


Archivo fotográfico

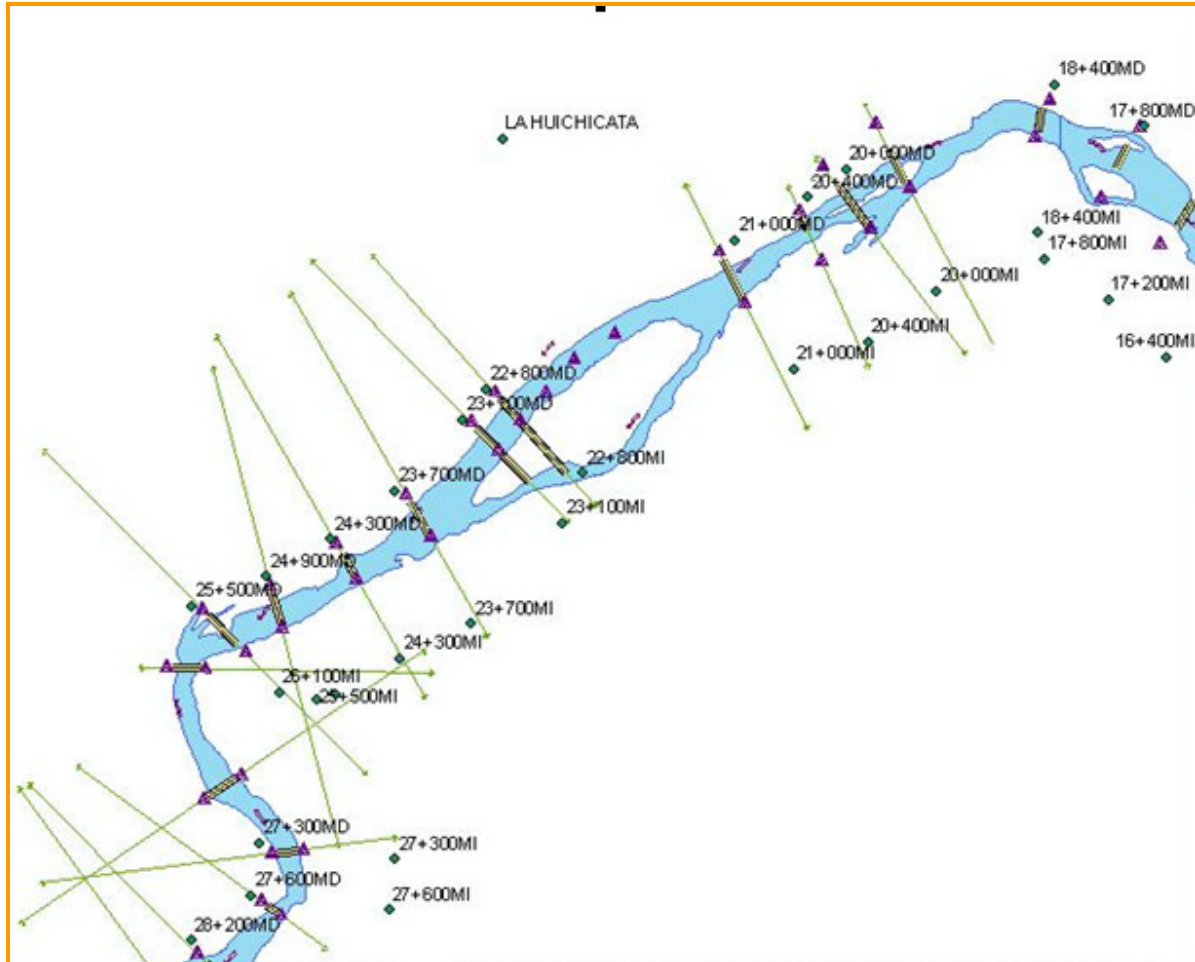
Fotografía del centro del cauce de la sección 42+900 C C1



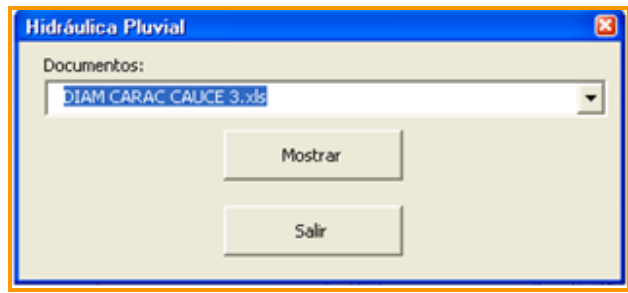
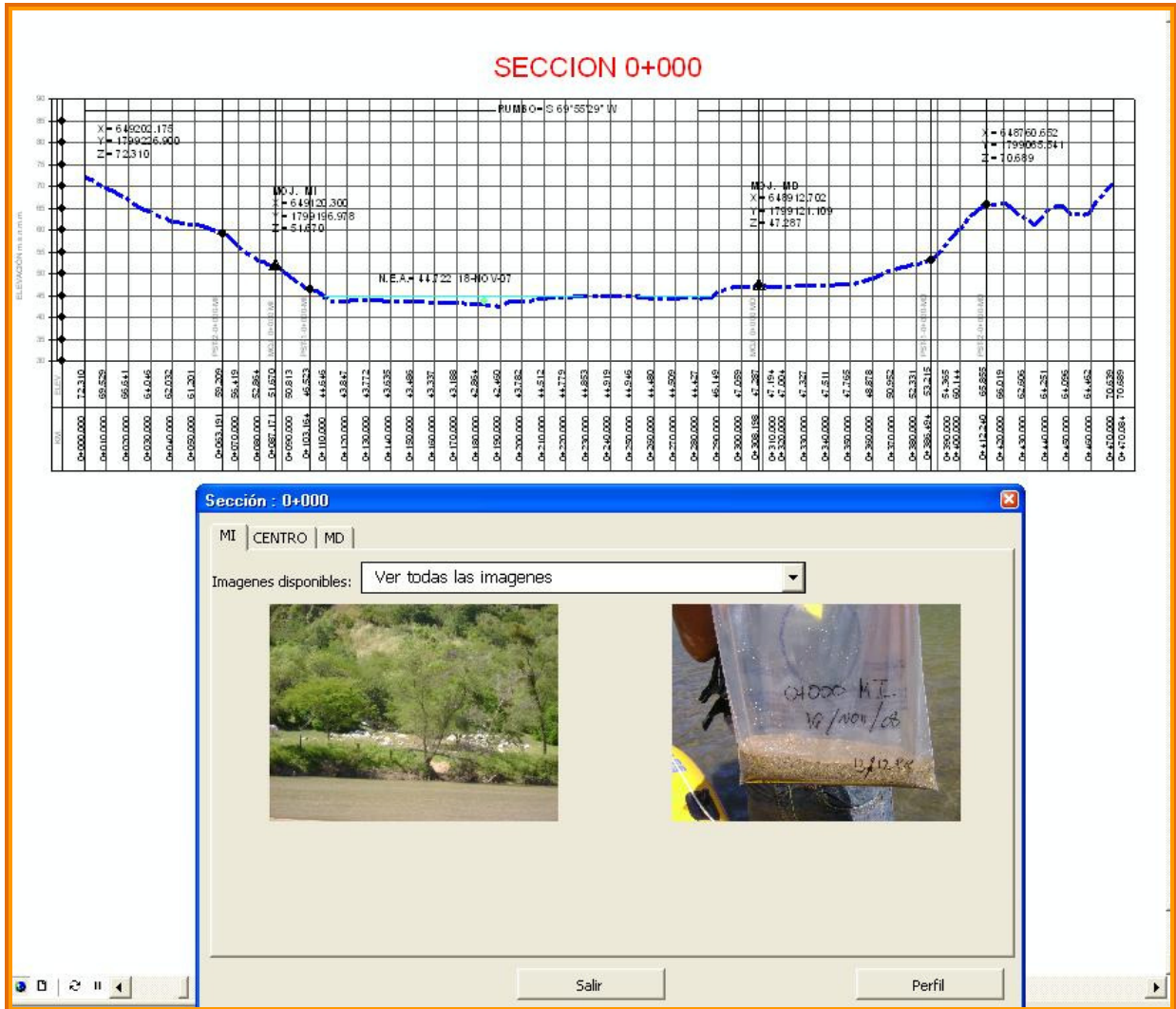
Fue necesario georeferenciar la información del archivo AutoCad para integrar las secciones transversales al sistema.



Secciones transversales integradas al sistema.

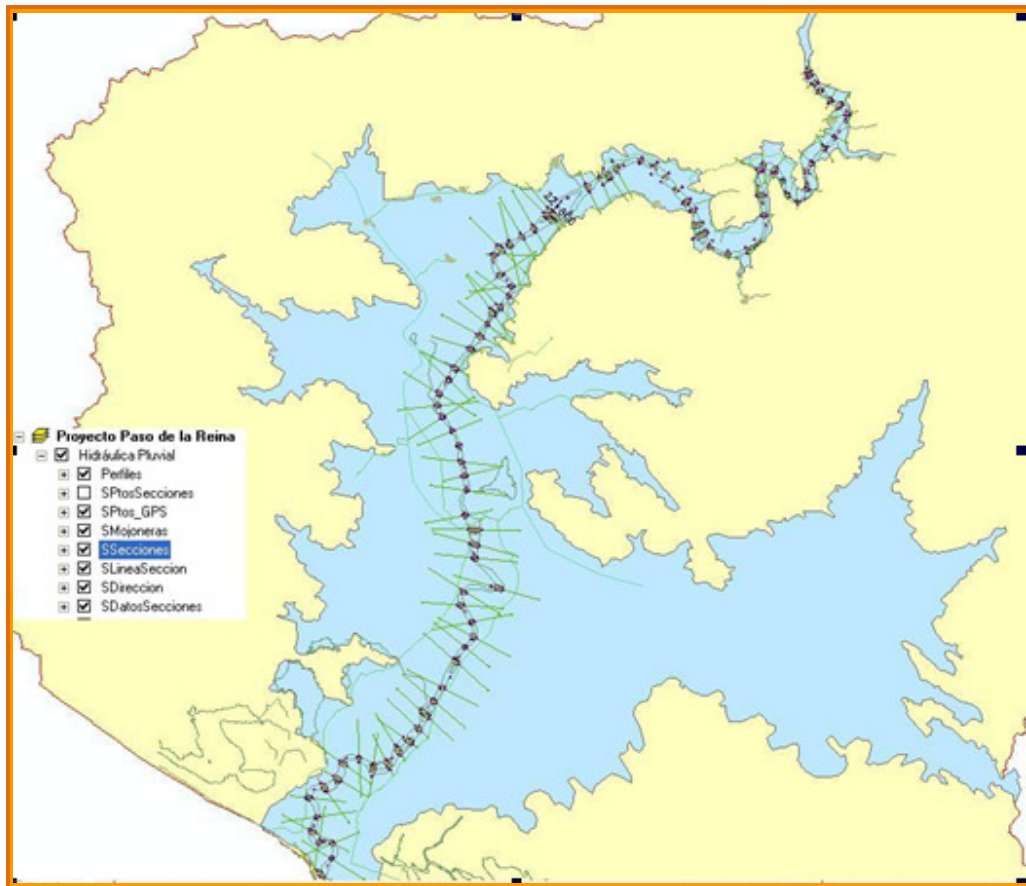


Para consultar la información se implementaron ventanas de despliegue.



1										
2	DIÁMETROS CARACTERÍSTICOS CAUCE 3 MARGEN IZQUIERDA									
3	Nota: Todos los diámetros están en mm									
4	SECCION	D ₁₀	D ₁₆	D ₃₅	D ₅₀	D ₆₀	D ₇₀	D ₇₅	D ₈₄	D ₉₀
5	19+600	0.16	0.19	0.28	0.37	0.43	0.5	0.55	0.7	0.83
6										
7										
8	DIÁMETROS CARACTERÍSTICOS CAUCE 3 CENTRO									
9	Nota: Todos los diámetros están en mm									
10	SECCION	D ₁₀	D ₁₆	D ₃₅	D ₅₀	D ₆₀	D ₇₀	D ₇₅	D ₈₄	D ₉₀
11	19+600	0.28	0.32	0.42	0.53	0.6	0.73	0.8	0.95	1.1
12										
13										
14	DIÁMETROS CARACTERÍSTICOS CAUCE 3 MARGEN DERECHA									
15	Nota: Todos los diámetros están en mm									
16	SECCION	D ₁₀	D ₁₆	D ₃₅	D ₅₀	D ₆₀	D ₇₀	D ₇₅	D ₈₄	D ₉₀
17	19+600	0.024	0.027	0.045	0.068	0.089	0.12	0.14	0.18	0.22
18										
19										

La figura siguiente muestra la información integrada al sistema

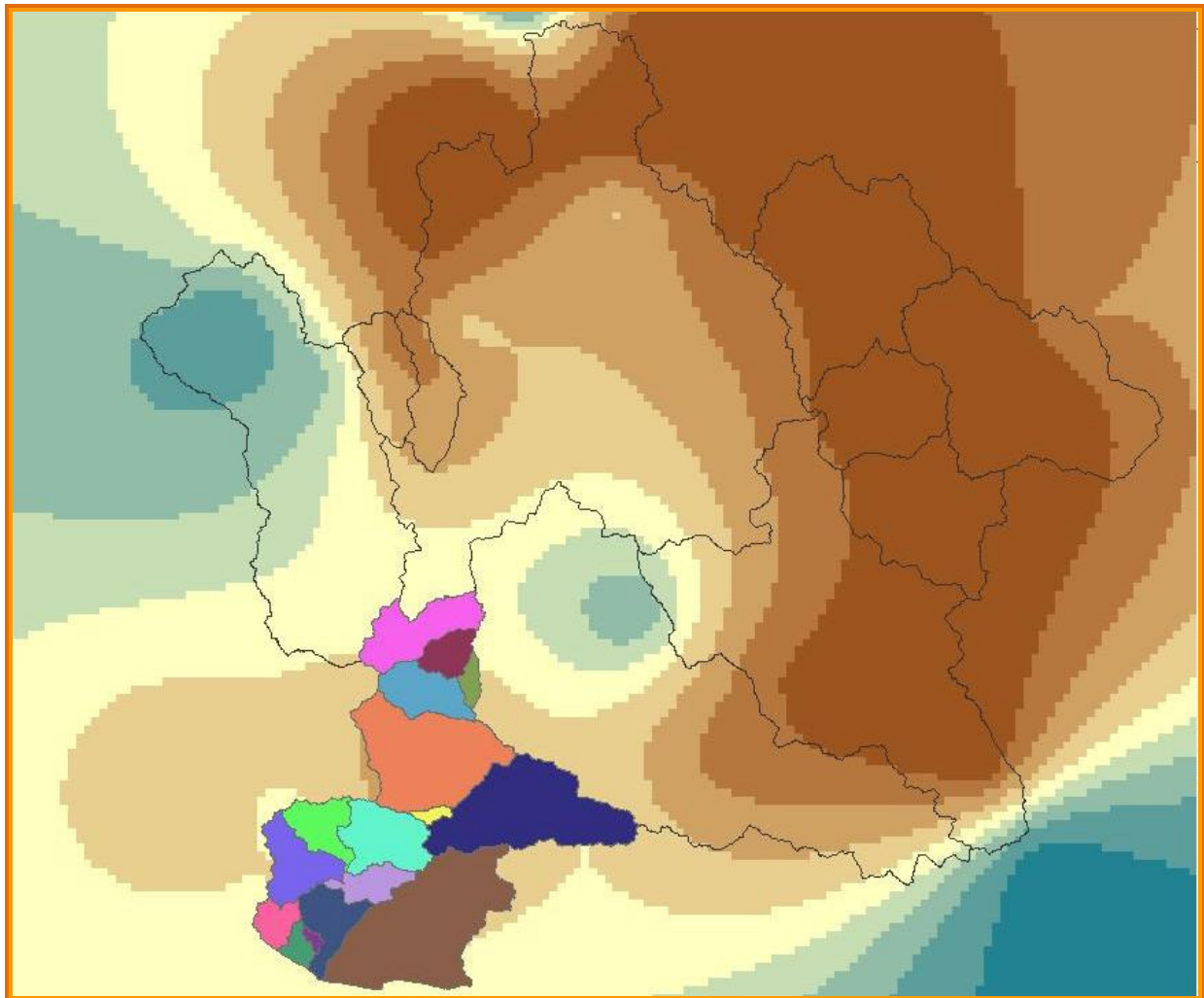


IV.9.5.4 Hidrología y mecánica de ríos

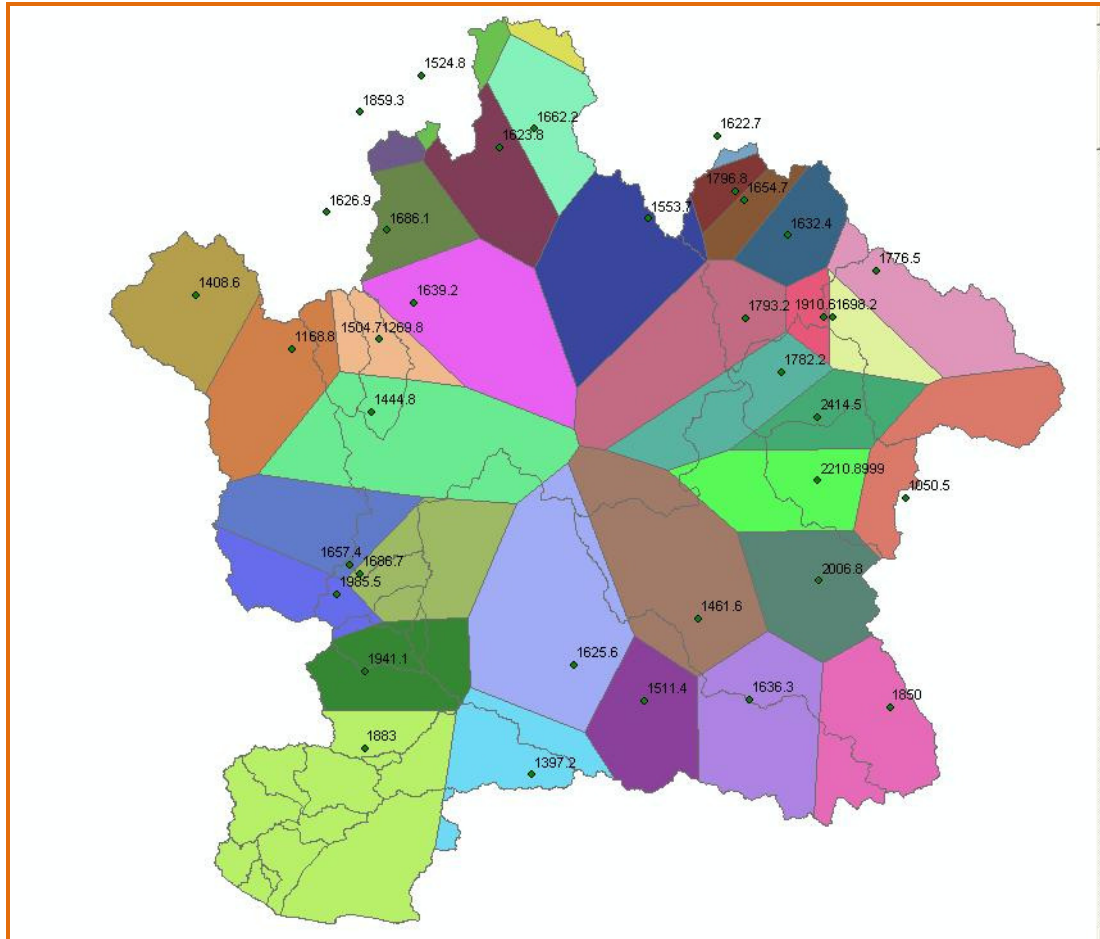
La información se entregó en formato ShapeFile con los siguientes temas: Estaciones climatológicas e hidrométricas, polígonos de Tiessen e isoclinas anuales de temperatura, precipitación y evaporación, caracterización climatológica, y una delimitación de cuencas para SAR y la macrocuenca.

Se pueden consultar los datos descriptivos de las estaciones climatológicas

La siguiente figura muestra los temas desplegados: isoclinas de precipitación, las subcuencas del SAR y la macrocuenca.



La siguiente figura muestra los Polígonos de Thiessen de evaporación.



Se puede consultar la información descriptiva de las estaciones climatológicas a través de la ventana de datos descriptivos.

La siguiente figura muestra todos los temas integrados al sistema.

- Hidrología Mec. de Ríos
 - Hidrografía
 - Estac_hidrom
 - rios_50_SAR
 - rios_250
 - Poligonos Thiessen
 - EC ISOL PREC
 - PT_precipmed
 - EC ISOL EVAP
 - PT_evapmed
 - EC ISOL TEMP
 - PT_tempped
 - Caract. Climatológica
 - Koppen
 - Cuencas SAR
 - SAR
 - Cuenca_y_SAR
 -
 - Isolíneas
 - iso_Tem_Anual
 - iso_Prec_Anual
 - iso_Evap_Anual

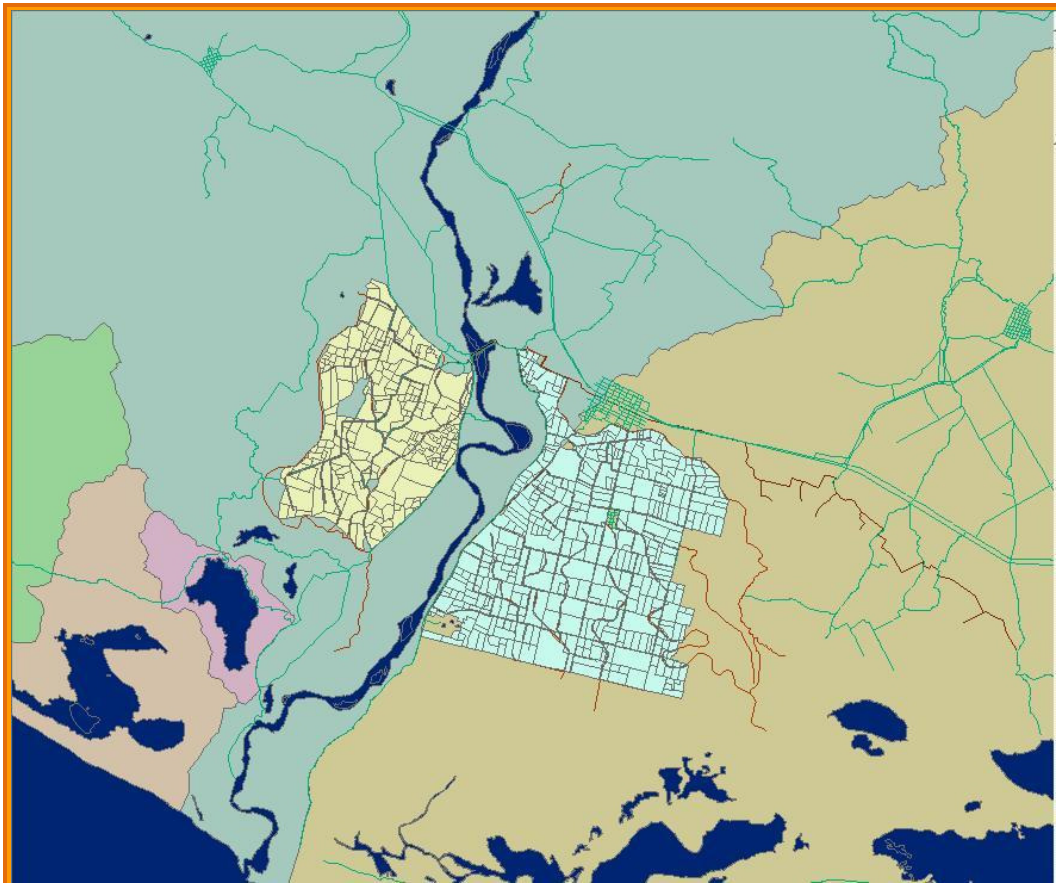
IV. 9.5.5 Agricultura de riego

La integración de la información fue inmediata ya que fue entregada en formato Shape File y se cubrieron los siguientes temas:

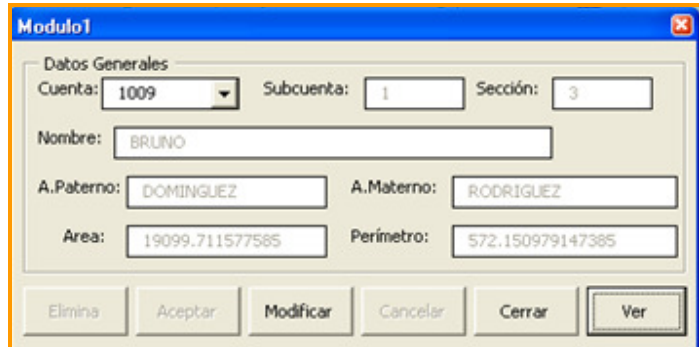
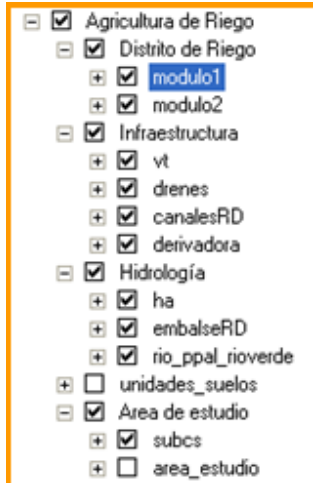
Distritos de riego, módulos uno y dos, infraestructura como canales y drenes, hidrología como cuerpos de agua y río principal, y las unidades de suelo.

Se implementaron ventanas de consulta para la información descriptiva de los módulos uno y dos del distrito de riego.

Módulos uno y dos, hidrología e infraestructura.



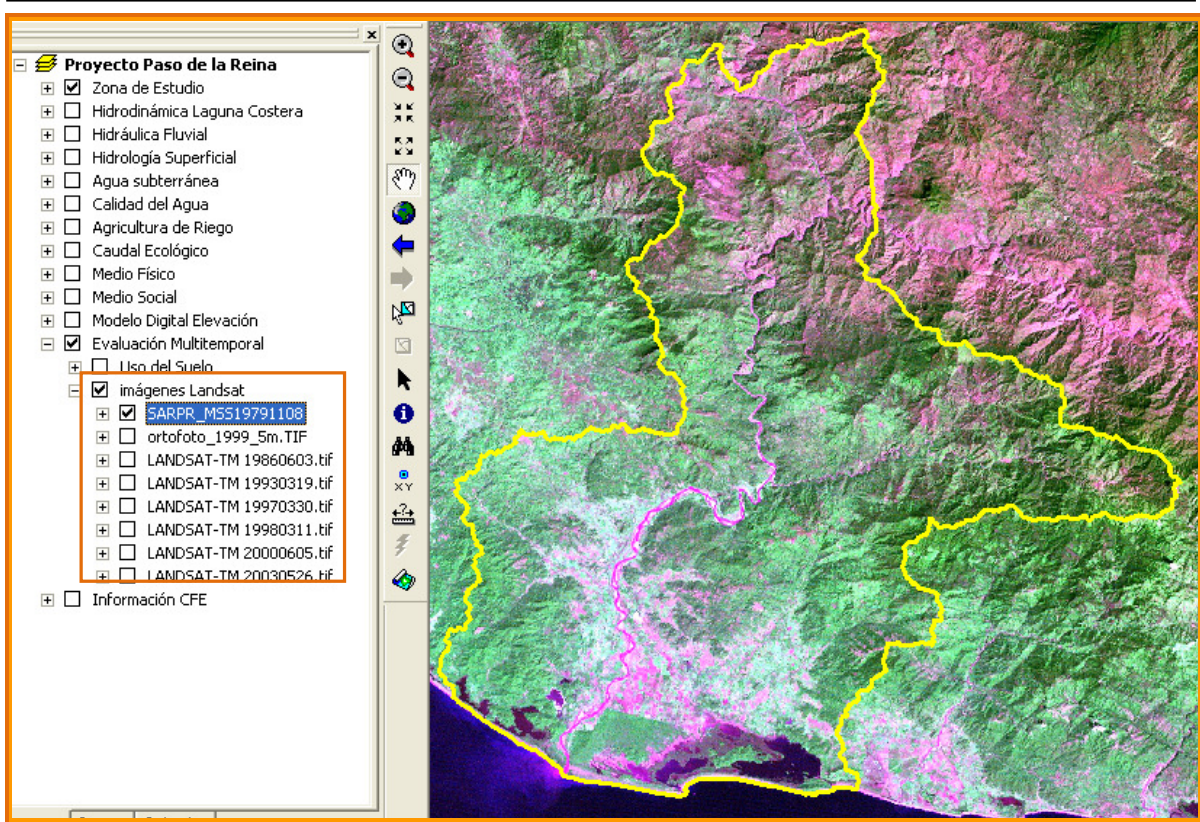
Lista de temas integrados y ventana de consulta de datos de los módulos



IV.9.5.6 Evaluación multitemporal

Este tema está conformado por imágenes de satélite y ortofotos, se entregaron seis imágenes Landsat TM (Thematic Mapper) de los años 1986, 1987 y 1988; 2000 y 2003; y una Landsat MSS (Multispectral Scanner) y una ortofoto del año 1999 con una resolución de 5 metros.

La siguiente figura muestra el despliegue de una imagen Landsat MSS procesada, en el recuadro se muestran las imágenes integradas al sistema.



Despliegue de la ortofoto procesada

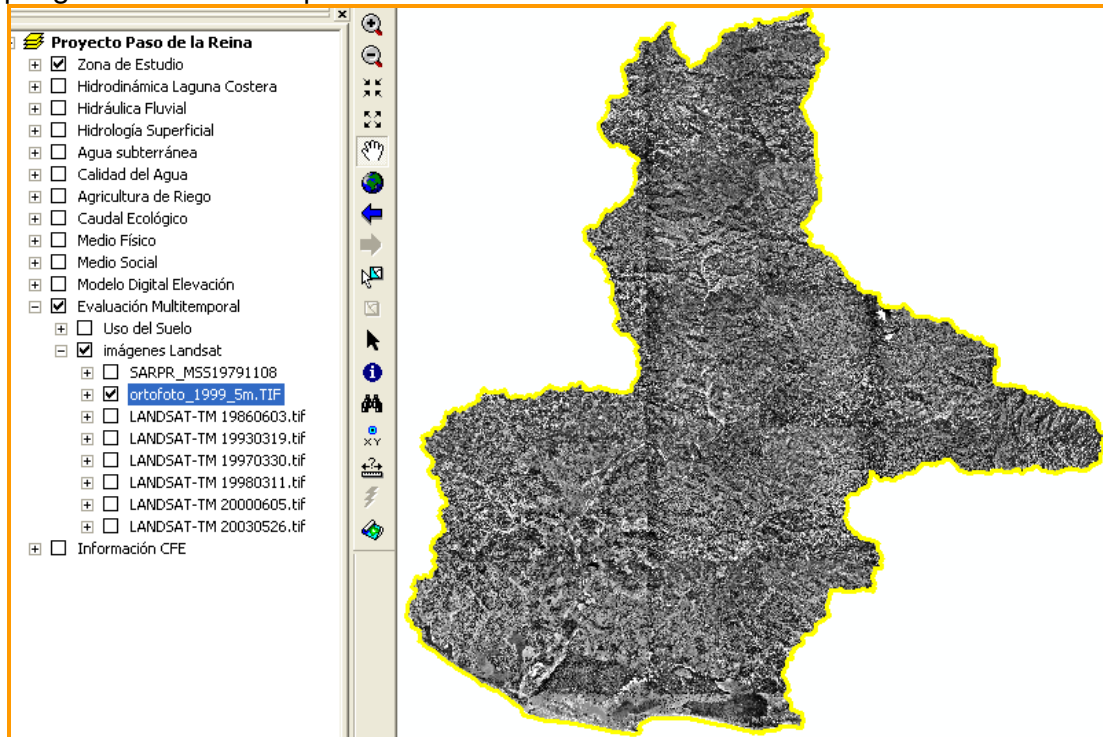
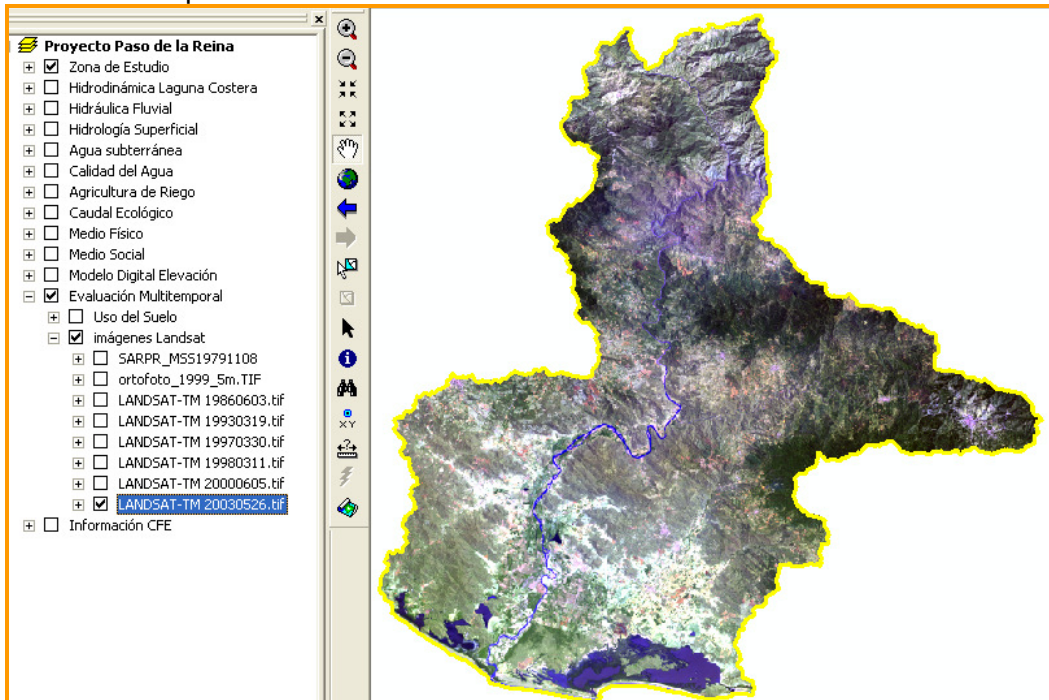
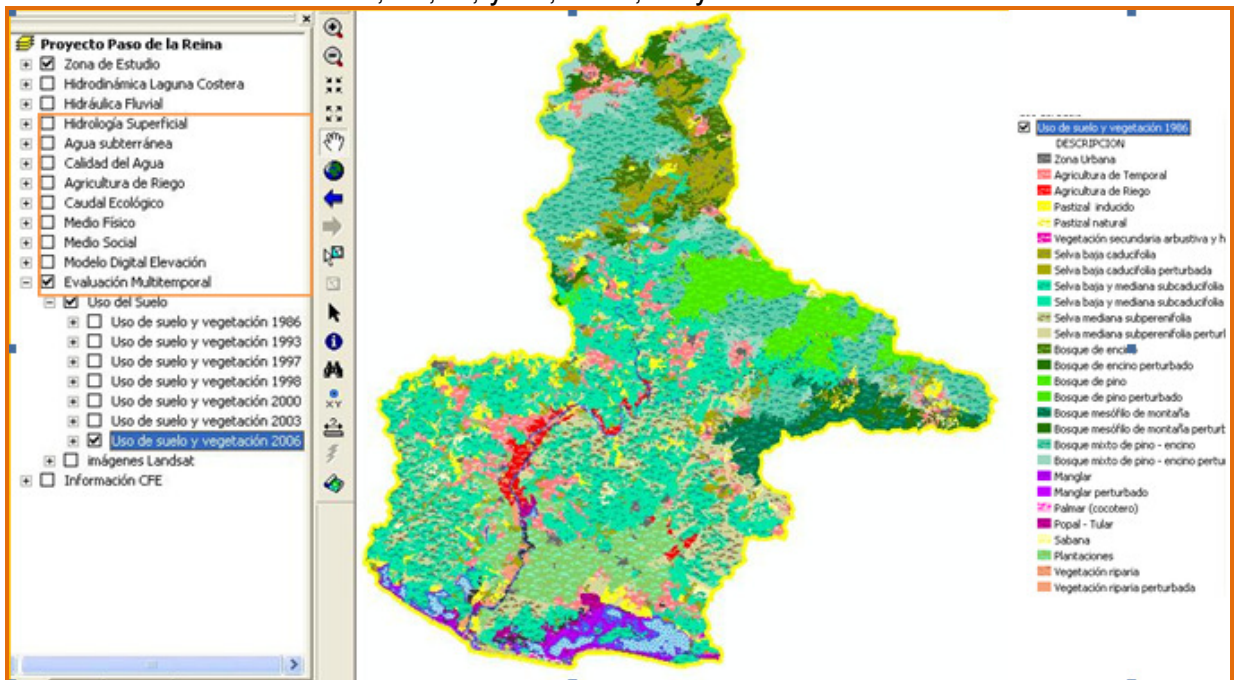


Imagen de satélite procesada



IV.9.5.6.1 Evaluación multitemporal de Uso del Suelo

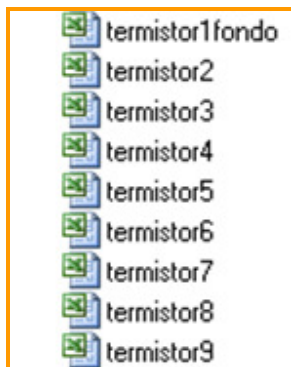
Para este tema se entregaron siete imágenes procesadas para determinar el uso del suelo de los años 1986, 93,97, y 98; 2000, 03 y 06.



IV.9.5.7 Hidrodinámica lagunar costera

La información fue entregada en formato Shape File y se cubrieron los siguientes temas: Track 1108_1_Points, track 1108b_1_Points, perfiles6, garminlgo1108_1_points, garminpts1108_points, Termistores, batimetría, líneas de azimut, terrenoinundación, seleccionsedim, geoformas, morfonov2908, cuencas_chacahua, mediasedim, cuenca_rioverde, laguna_cocodrilos, unidadesgeohidro, geología, ceunca y microcuencas.

El tema de termistores (nueve puntos) y la estación meteorológica (sin coordenadas geográficas ni nombre) tienen documentos, en formato Excel ,asociados.



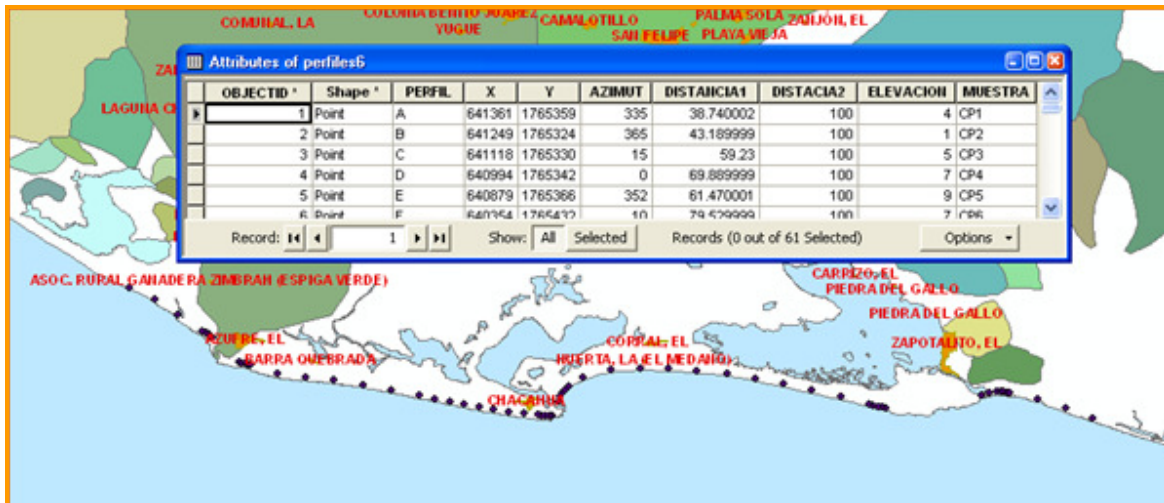
IV.9.5.7.1 Batimetría

El mapa digital consta de 38,892 puntos sondeados, en los cuales se midió la profundidad. La siguiente figura muestra la tabla de atributos y la trayectoria seguida para la toma de mediciones.

OBJECTID	Shape	COORD_Y	COORD_X	PROF_FEET	PROF_M	PROF_M_MAS
1	Point	15.972297	-97.793545	4.6	1.4	1.8
2	Point	15.972278	-97.793563	8.2	2.5	2.9
3	Point	15.97227	-97.793563	8.2	2.5	2.9
4	Point	15.972018	-97.793688	373.7	113.9	114.3
5	Point	15.972	-97.793688	369.7	112.68	113.1
6	Point	15.972	-97.793697	403.9	123.11	123.5
7	Point	15.972018	-97.793617	392.7	119.69	120.1
8	Point	15.97201	-97.793617	398.9	121.58	122



IV.9.5.7.2 Perfiles 6



El mapa digital consta de 61 puntos sondeados, en los cuales se midió el azimut, distancia 1, distancia 2, elevación y muestra. La siguiente figura muestra la tabla de atributos y la localización de los puntos.

IV.9.5.7.3 Track1108_1_POINTS

El mapa digital consta de 818 puntos



IV.9.5.7.4 Track1108b_1_POINTS



IV.9.5.7.5 Archivos, Garminlgo y pts 1108_1_POINTS

El primer archivo consta de 78 puntos, el segundo consta de 172 puntos



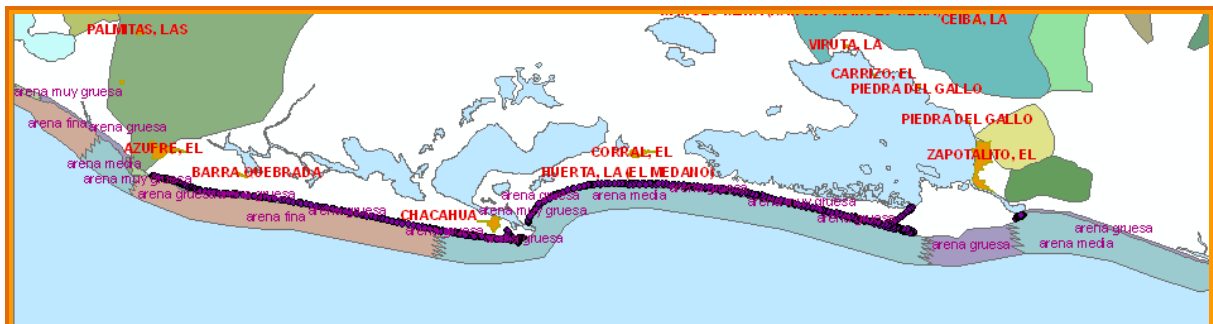
IV.9.5.7.6 Selección de sedimentos

Se realizó la clasificación de los sedimentos en la línea costera con los criterios de: bien, moderadamente bien, moderadamente y pobremente seleccionado. La siguiente figura muestra la distribución espacial de la clasificación de realizada.

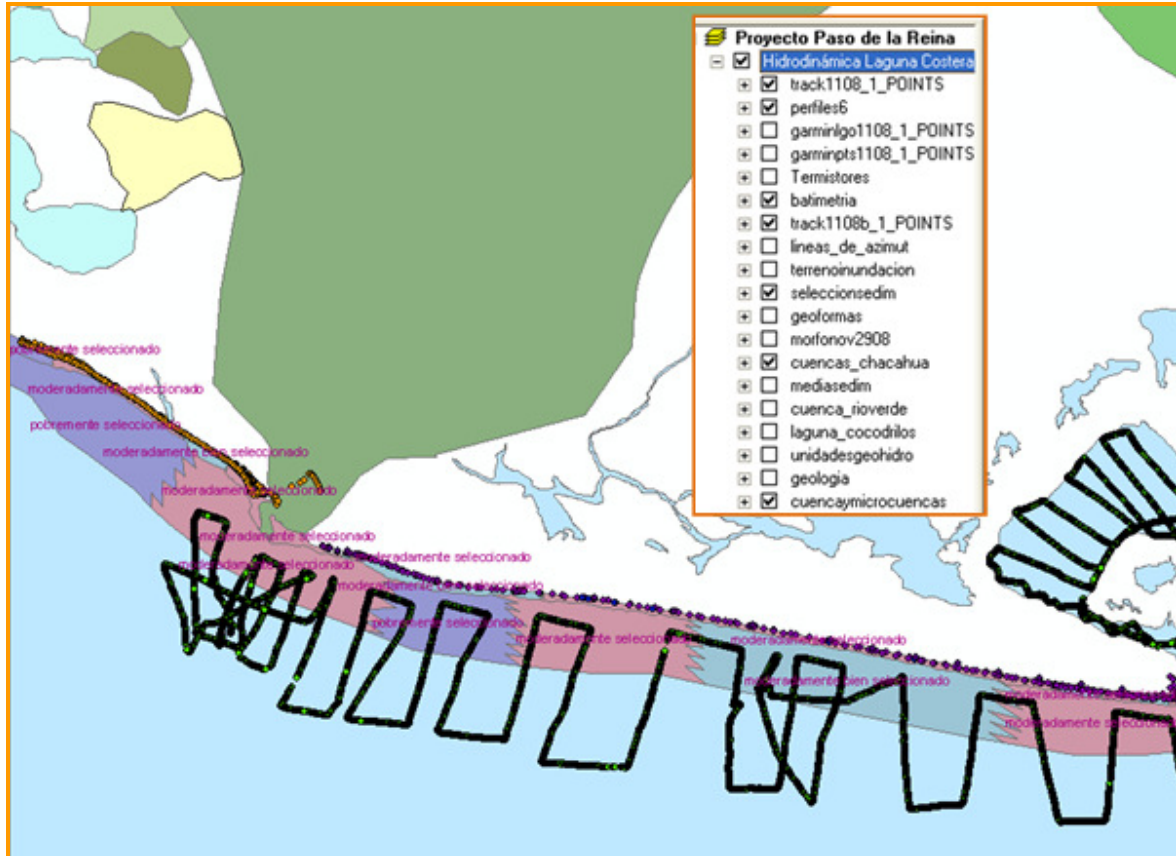


IV.9.5.7.7 Clasificación de arena

Se realizó la clasificación de la arena en la línea costera con los criterios de: fina, gruesa, media, y muy gruesa. La siguiente figura muestra la distribución espacial de la clasificación de la arena.



Información integrada a la geodatabase:



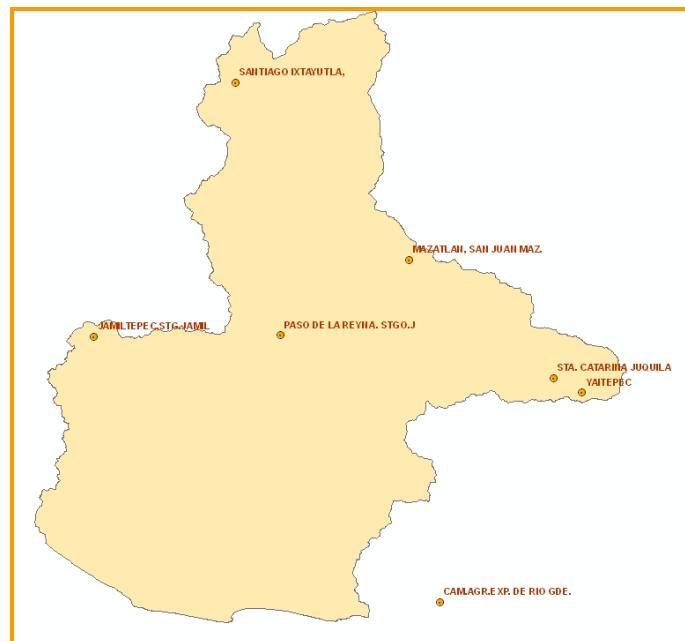
IV.9.5.8 Caudal ecológico

La información fue entregada en formato Shape File y se cubrieron los siguientes temas: est_meteorol, est_rnm, ptar, secciones_puntos y subcuencas.

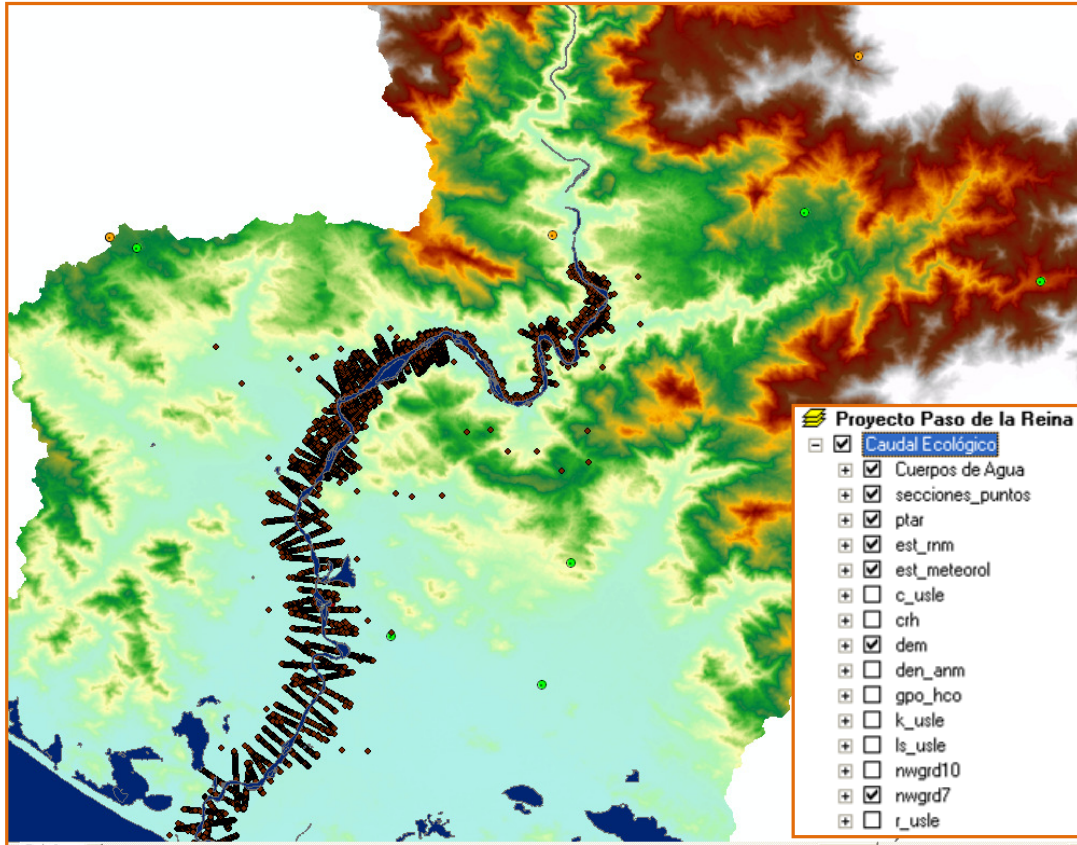
En formato raster se entregó la siguiente información: c_usle, crh, dem, den_anm, gpo_hco, k_usle, ls_usle y r_usle

IV.9.5.8.1 Estaciones meteorológicas

Se tiene una cobertura de siete estaciones climatológicas en el área de estudio. La siguiente figura muestra la distribución espacial de las estaciones.



Información integrada a la geodatabase:

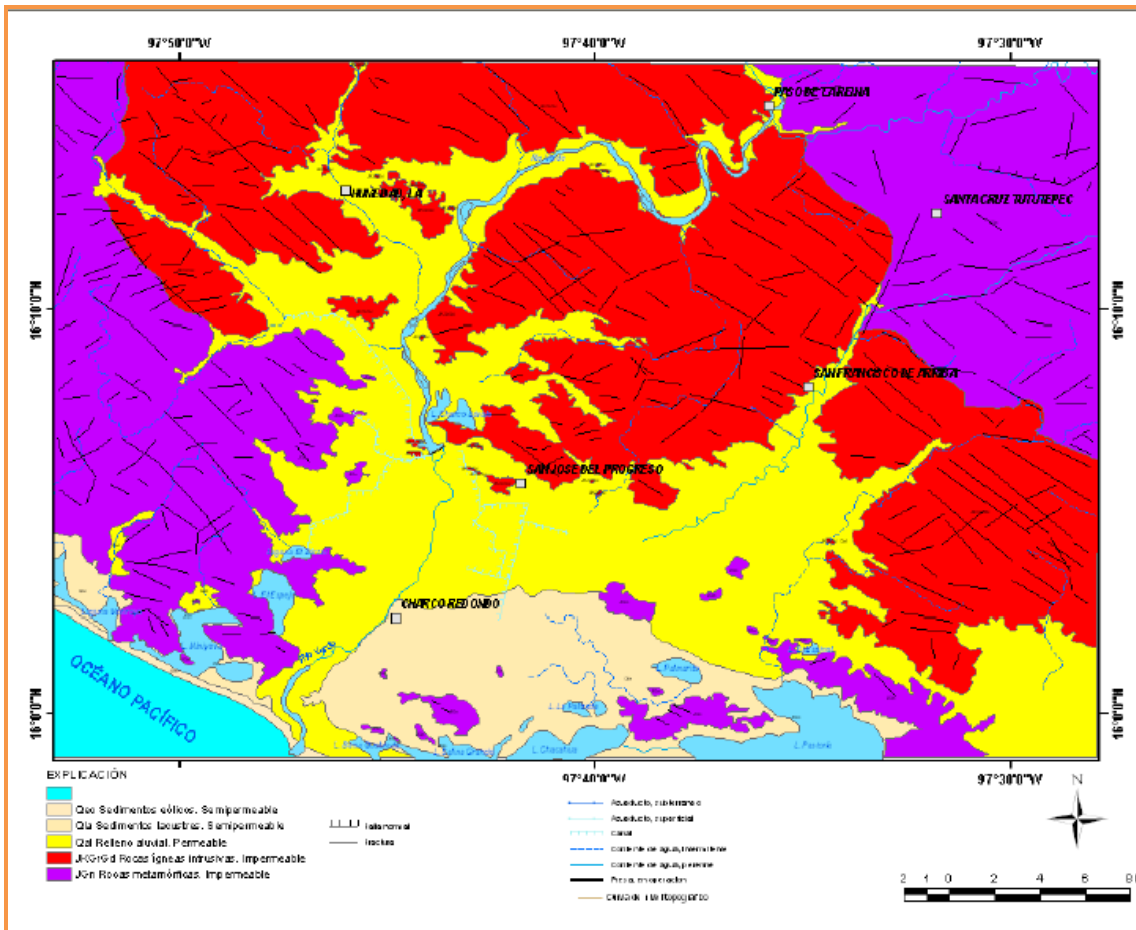


IV.9.5.9 Información adicional generada por el IMTA

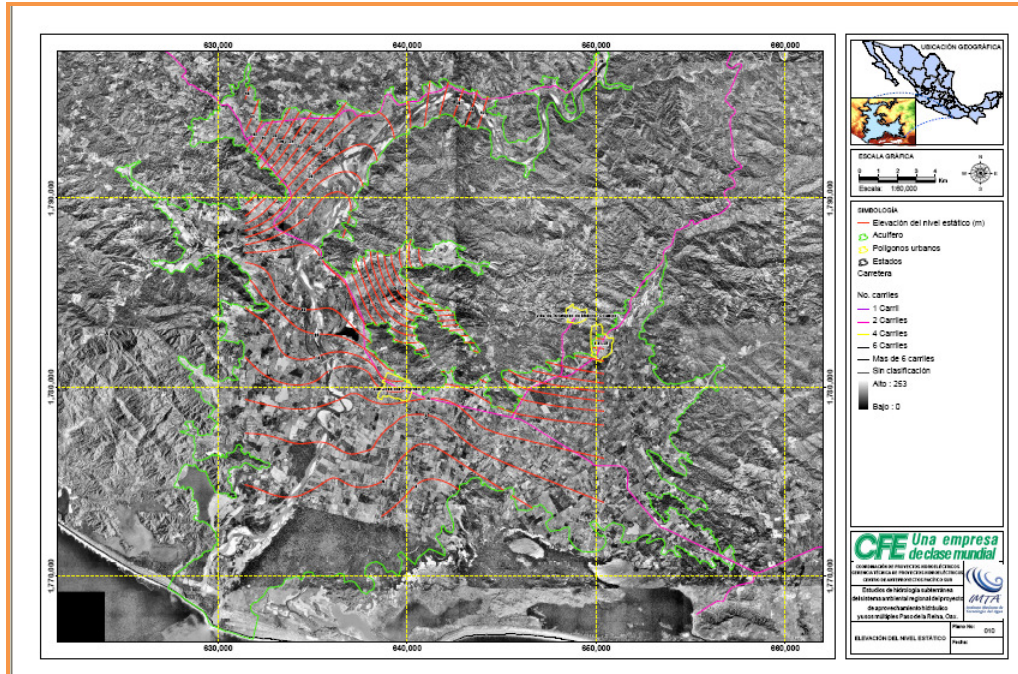
IV.9.5.9.1 Agua subterránea (información complementaria)

En el mes de abril de 2009, se entregó información correspondiente a los siguientes temas:

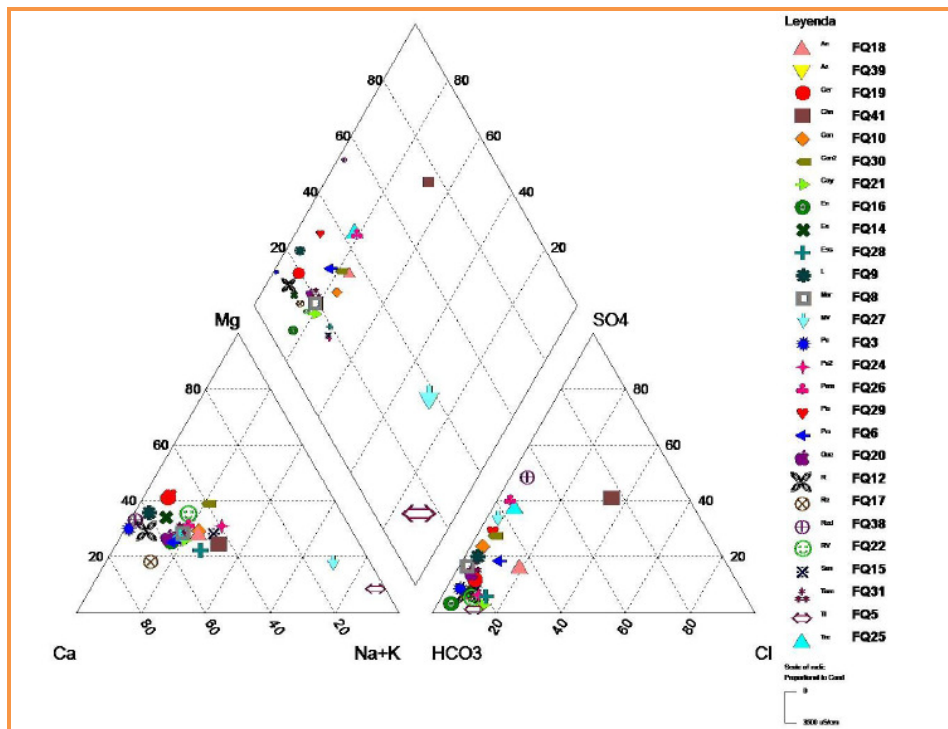
Geología: se incorporó un mapa base geológico en formato PDF

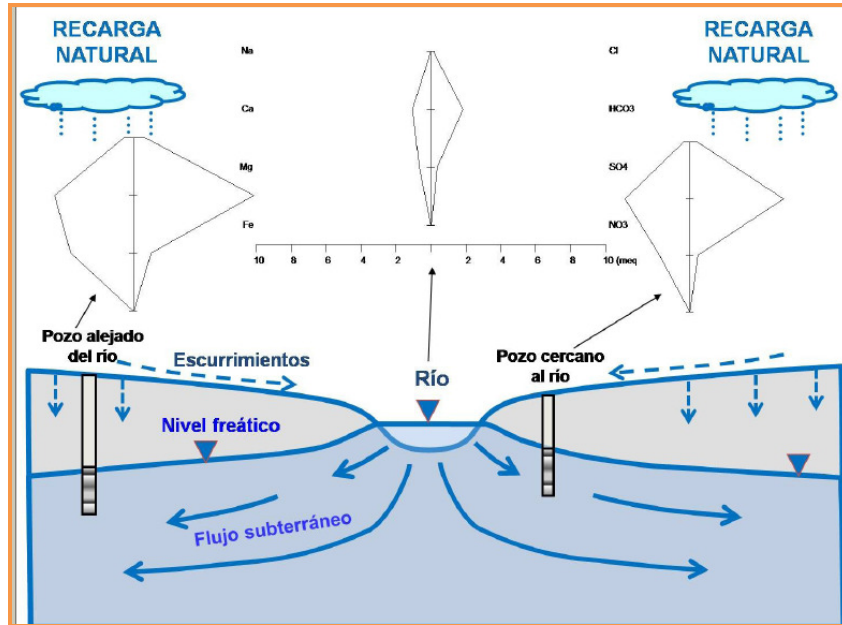


Piezometría: se actualizó el mapa de nivel estático



Hidrogeoquímica: se integraron gráficas de familia de aguas subterráneas y evolución del agua subterránea





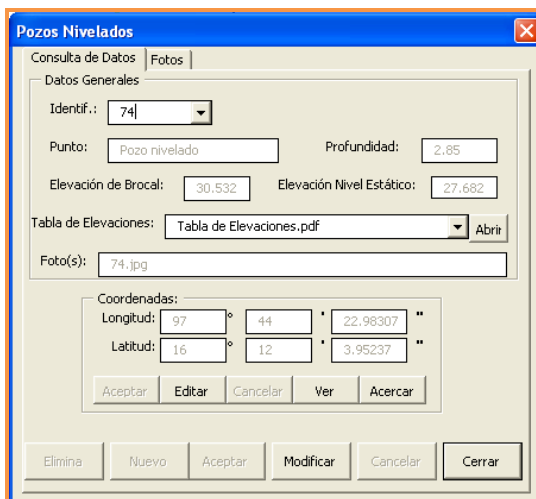
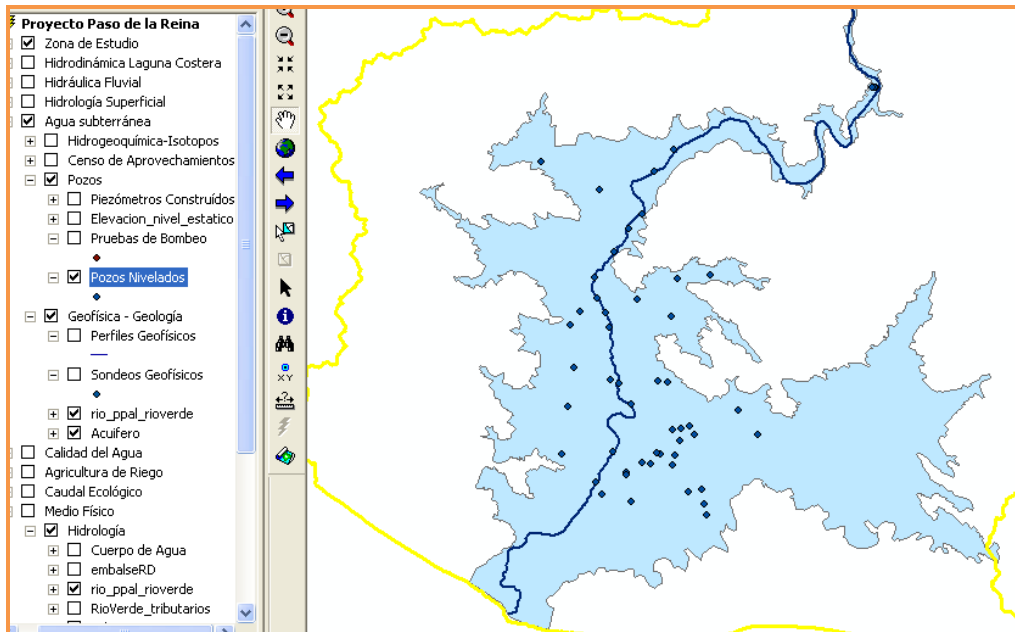
Pozos: se integraron diagramas de la interpretación y resultados de pruebas de bombeo.

Pozo de bombeo	X - UTM	Y - UTM	Métodos analíticos						Metodo numérico	Intervalo de K seleccionado
			Neuman		Cooper - Jacob		Recuperación de Theis		Rushton	
			T	K	T	K	T	K	K	
PR-007	638943	1778046	168	9.8	---	---	336	19.6	50	20 - 50
PR-015	636261	1775619	158	9.3	278	16.4	860	50.7	26	20 - 50
PR-019	638065	1780784	36	2.2	153	9.2	163	9.8	13	9 - 13
PR-025	640792	1773162	44	1.5	65	2.3	54	1.9	4	2 - 4
PR-039	633227	1783888	50	3.0	134	8.0	128	7.6	38	8
PR-074	634714	1791597	65	7.6	82	9.6	65	7.6	23	7 - 23
PR-095	642611	1779116	18	1.1	27	1.7	18	1.2	27	1 - 2
PR-104	650904	1781934	92	3.9	124	5.3	722	30.7	22	20 - 30
PR-139	639108	1786457	106	6.0	422	23.9	712	40.4	22	20 - 40
PR-148	634235	1787772	290	17.4	---	---	---	---	52	20 - 50

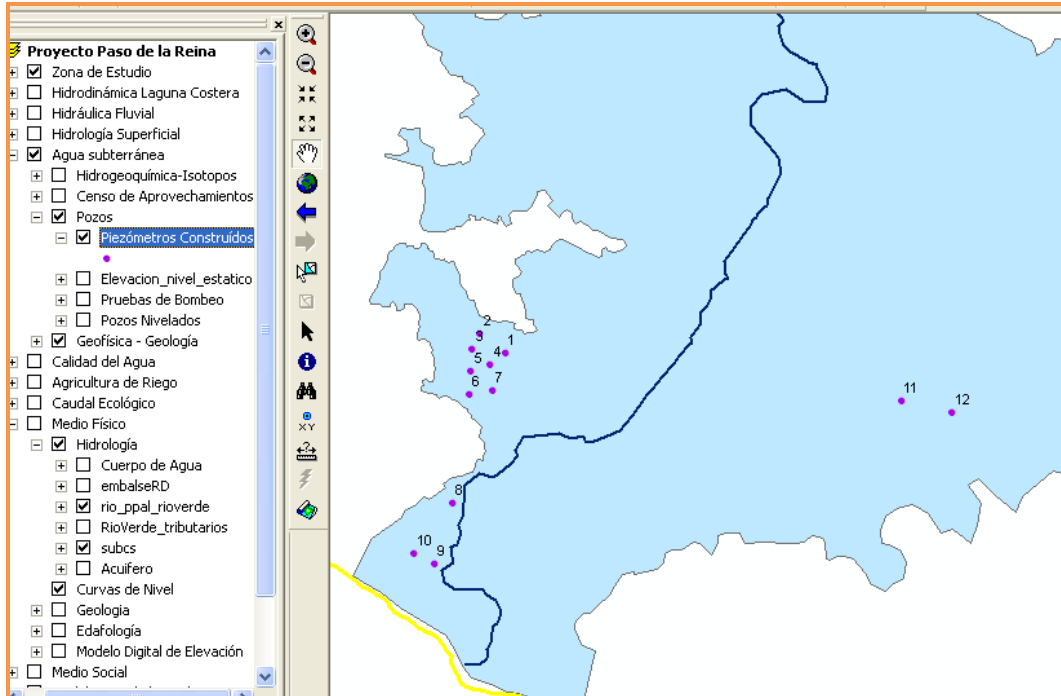
Pozos Nivelados: se integró una tabla de elevaciones.

POZO	DATUM WGS 84		ELEVACION (msnm)
	X	Y	
0074	634713.145	1791593.334	30.532
0064	631437.837	1793198.528	46.001
0001	639747.899	1779085.926	8.022
0005	639385.753	1778063.316	9.101
0006	638869.618	1778021.090	9.434
0008	639049.093	1778185.432	8.188
0009	640120.145	1777743.997	7.397
0031	638915.955	1778979.668	9.697
0095	642614.731	1779112.666	12.797
0161	643722.425	1777754.979	10.318
0003	639321.589	1777377.894	8.361
0010	639038.889	1776589.077	7.984
0011	638215.153	1776610.529	8.318
0013	637643.036	1776082.026	8.095
0014	637123.249	1776167.152	8.619
0015	636271.061	1775622.400	7.645
0016	636231.204	1775448.305	7.578
0017	638903.740	1776033.220	7.416
0029	634889.799	1774358.863	7.171
0027	636510.170	1773929.646	5.925
0012	637967.949	1776661.510	8.497
0020	639786.216	1774502.110	5.401
0021	640542.196	1774644.380	4.915
0024	640661.802	1773778.653	3.575
0025	640792.844	1773162.999	3.228
0033	636886.034	1785411.757	22.570
0093	638604.037	1780712.733	22.490
0131	638802.117	1784403.336	28.435
0140	639165.406	1786527.254	36.132
0145	641002.726	1786746.648	47.881
0019	638059.822	1780790.866	16.009
0040	633105.409	1783925.072	16.381
0043	632220.478	1782171.413	14.302
0046	633293.499	1781538.474	14.994
0048	632924.789	1779311.124	12.043
0050	633630.744	1784689.506	18.736
0085	650420.791	1797357.314	47.958
0086	650321.684	1797364.049	50.255
0087	650195.960	1797344.151	51.683
0091	635324.576	1780806.948	14.087
0113	632581.989	1776601.908	8.224
0162	635433.143	1787553.691	25.129

Localización de pozos nivelados y ventana de consulta de datos

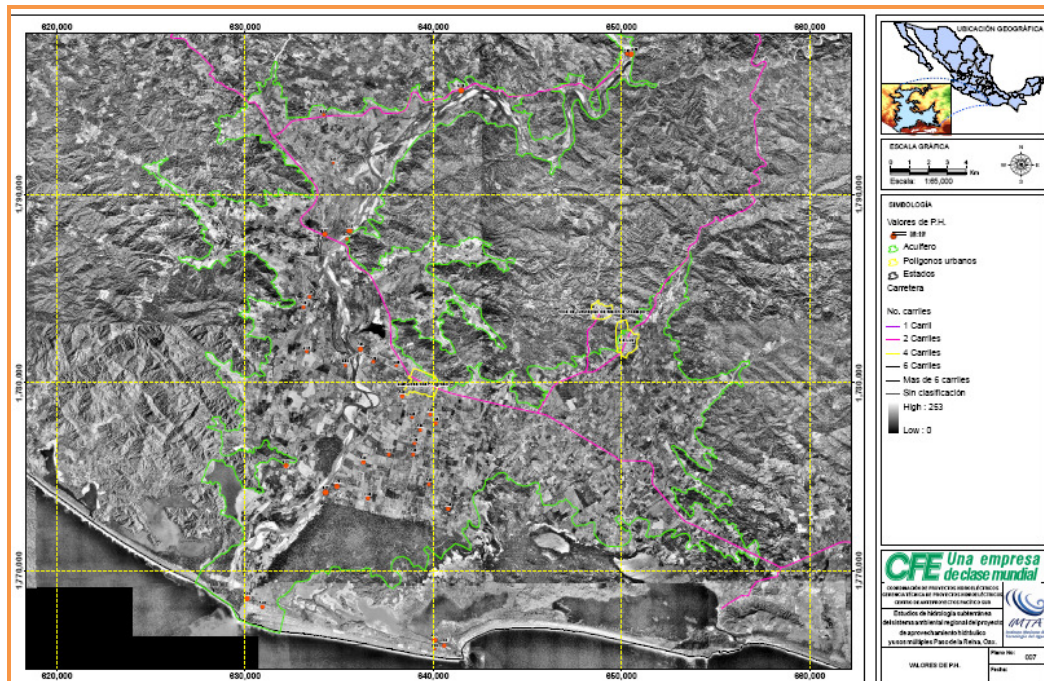


Piezómetros construidos: mapa de localización.

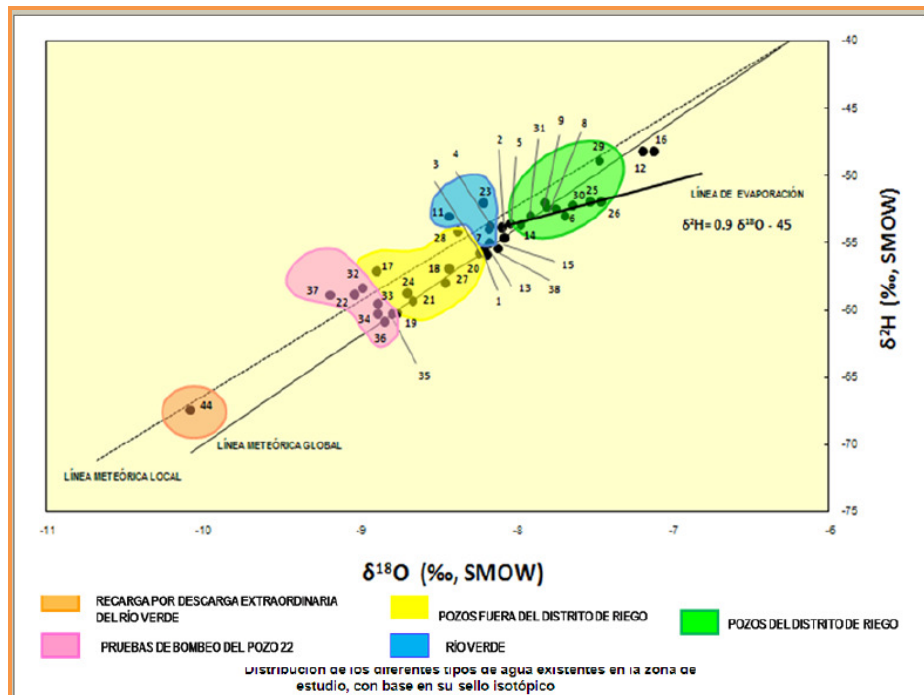


Hidrogeoquímica-Isótopos

Isotopía: mapa de localización, tabla de resultados y gráfica de tipos de agua, sello isotópico.



Muestra	Oxígeno 18 %	Deuterio %
1	-8.2	-56
2	-8.1	-54
3	-8.2	-56
4	-8.2	-54
5	-8	-54
6	-7.7	-53
7	-8.2	-54
8	-7.8	-52
9	-7.8	-52
10	-7.7	-52
11	-8.4	-53
12	-7.2	-48
13	-8.2	-55
14	-8	-54
15	-8.1	-55
16	-7.1	-48
17	-8.9	-57
18	-8.4	-57
19	-8.7	-60
20	-8.2	-56
21	-8.7	-59
22	-9	-59
23	-8.2	-52
24	-8.7	-59
25	-7.5	-52
26	-7.4	-52
27	-8.4	-58
28	-8.4	-54
29	-7.5	-49
30	-7.6	-52
31	-7.9	-53
32	-9	-58
33	-8.9	-60



IV.9.6 ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN CON IMÁGENES DE SATÉLITE LANDSAT, MSS, TM, Y ETM DE LA VEGETACIÓN Y USO DE SUELO (SIN TRABAJOS DE CAMPO).

IV.9.6.1 Almacenamiento y revisión de las imágenes de satélite

Se observó que la zona de interés quedó comprendida totalmente en tres escenas 24 – 49, 25 - 48 y 25 - 49 al ser ubicada en el índice de referencia mundial de imágenes LANSAT para disponer de una cobertura completa de la zona de estudio (Figura IV.9.6.1.1).

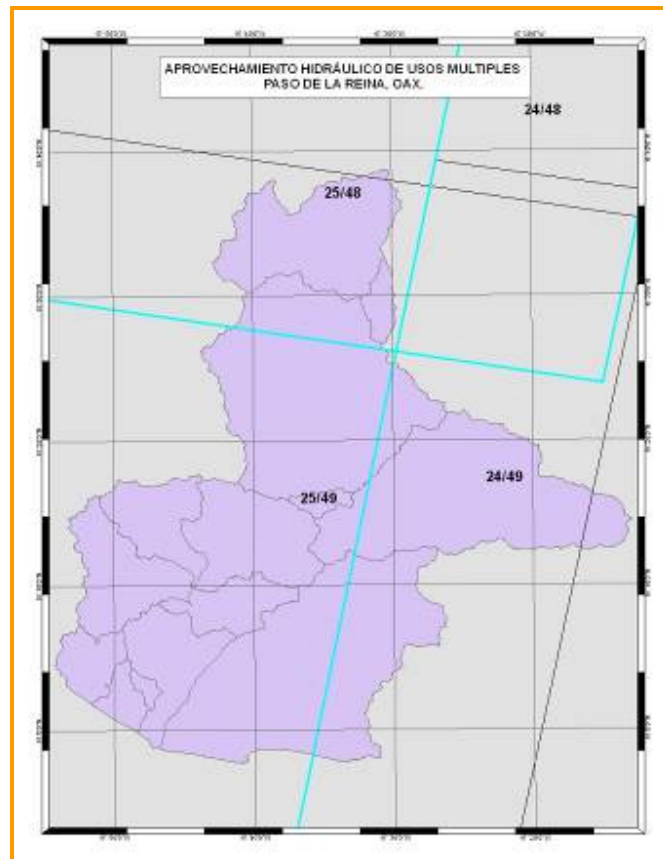


Figura IV.9.6.1.2 Ubicación de la zona del proyecto en el índice de referencia LANDSAT (WRS-2), para la identificación y distribución de las escenas.

Posteriormente se realizó el respaldo de la información contenida en medios ópticos a medios magnéticos y de acuerdo con los términos de referencia se identificaron las imágenes LANDSAT de los sensores Barredor Multiespectral (MSS), Mapeador Temático (TM) y Mapeador Temático Mejorado (ETM) proporcionadas por CFE. La Tabla 1 nos presenta la relación de escenas que se tomarán en consideración para la evaluación multitemporal del uso de suelo y cobertura vegetal.

Tabla IV.9.6.1.1 Relación de imágenes utilizadas para este estudio y fechas de toma.

Año de toma	Sensor	No. de Escena		
		24 - 49	25 - 48	25 - 49
1970	MSS			
1986	TM	10-abr-1986	03-may-1986	03-may-1986
1997	TM	13-jul-1997	25-ene-1997	30-mar-1997
1998	TM	22-feb-1998	12-ene-1998	17-mar-1998
2003	ETM	10-abr-2003	18-ene-2003	23-may-2003

Posteriormente las imágenes fueron exhibidas para revisar la calidad espectral y la distribución de nubes. Se observó que las coberturas proporcionadas cumplieron con las normas de calidad espectral y porcentaje de cobertura de nubes para su adecuada clasificación y obtención de los mapas de uso de suelo y vegetación.

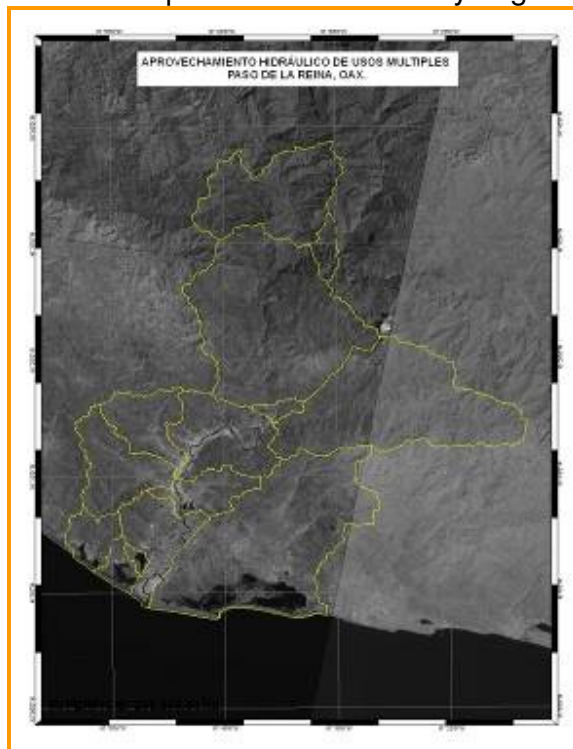


Figura IV.9.6.1.3 Composiciones en tonos de gris de las imágenes LANDSAT TM tomadas en el año 1998, adquiridas específicamente para este estudio.

IV.9.6.2 Metodología

IV.9.6.2.1 Uso de suelo y cobertura vegetal.

Las superficies ocupadas por la cobertura de diferentes tipos de vegetación son detectadas en la imagen de satélite con base en la interpretación de sus patrones (tonos, texturas y formas) los cuales son asociados por el intérprete con los valores espectrales registrados en la imagen de satélite. Mediante el procesamiento digital de la imagen en equipos de cómputo los valores se clasifican para obtener la ubicación, distribución y cuantificación de las superficies correspondientes a las clases evaluadas.

IV.9.6.2.2 Almacenamiento

Como paso inicial del preproceso, las imágenes se almacenaron en el equipo especializado destinado al procesamiento digital de imágenes, que dispone de los dispositivos de lectura de CD-ROM y el espacio necesario en disco duro, donde ocupa 58 MB por banda (de los sensores TM y ETM), a los que se les aplica un proceso de realce general de valores.

Posteriormente se exhibe en pantalla para verificar la calidad de la información tanto de contenido como su estado físico, además de ubicar la sección que cubre el área de estudio y recortar la subimagen en 6 de las 7 bandas disponibles. Esto permite la exhibición de los datos en color, el empleo racional del espacio en disco y una mayor eficiencia en el manejo de la información digital.

IV.9.6.2.3 Determinación de combinación óptima de bandas

En esta fase del proyecto se realizaron despliegues en falso color de la imagen, probando diferentes realces y combinación de bandas con el fin de identificar aquellos que ofrecieran el mejor contraste de colores y la mayor cantidad de información visual.

Respecto a los realces, existen diferentes algoritmos que permiten realzar los valores contenidos en la imagen, los más comunes son: el ecualizado, el lineal y de raíz cuadrada.

En cuanto a la combinación de bandas TM y ETM, se empleó la composición 7, 5 y 2 (asignadas a rojo, verde y azul, respectivamente para su exhibición en el monitor y generación de espaciomaps digitales).

IV.9.6.2.4 Generación de compuestos

Una vez determinado el realce y la combinación de bandas adecuados, se generó una imagen en falso color en el formato de EASI / PACE, el cual funciona en PC. Esto con la finalidad de dar elementos de juicio para la evaluación de los resultados alcanzados, así como apoyar la captura de información vectorial mediante la de interpretación visual de la imagen.

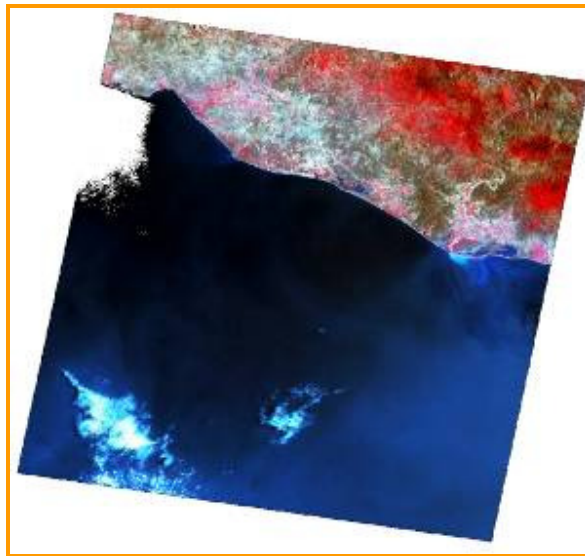


Figura IV.9.6.2.1 Compuesto en falso color (bandas 4, 3, 2) de la imagen 25 – 49 tomada en 1986.

IV.9.6.2.5 Producción de espaciomas

La generación de los espaciomas se hizo necesaria para el reconocimiento y ubicación de la infraestructura de riego, de drenaje, vías de comunicación y zonas urbanas. Los espaciomas de imágenes en falso color se almacenaron en archivos de formato Geotiff y posteriormente se exportarán a formato Mersid, para su empleo en sistemas de información geográfica.



Figura IV.9.6.2.2 Espacioma en compuesto de color falso (bandas 7,5, 3) de la zona de proyecto.

IV.9.6.2.6 Delimitación del área

La delimitación del área de interés es uno de los pasos más importantes, pues en ella se basa la localización espacial de la superficie a evaluar, la distribución y medición de las diferentes clases de cobertura. La delimitación se llevó a cabo a través del cálculo de la poligonal cerrada que los envuelve. Una vez que se cuenta con el polígono envolvente se lleva a cabo un proceso a través de la siguiente regla: todo lo que está dentro o sobre la envolvente conserva la información, todo lo que esté fuera de ella es borrado o asignado a cero. La regla se aplica para cada una de las clasificaciones que conforman la serie de las imágenes seleccionadas y permite que únicamente se tenga información de las zonas de interés.

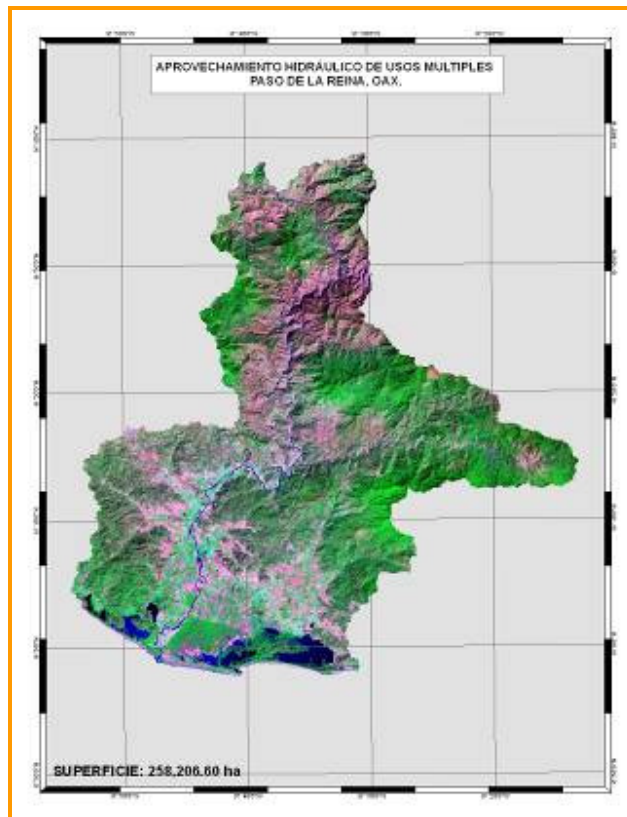


Figura IV.9.6.2.3 Compuesto de color (bandas 7, 5,3) que muestra el límite del Sistema Ambiental Regional base para el presente estudio.

IV.9.6.2.7 Procesado de imágenes

IV.9.6.2.7.1 Clasificación

Los pasos para efectuar la clasificación de cada imagen fueron los siguientes:

Selección de bandas empleadas

Se emplearon 6 de las 8 bandas del sensor ETM para la clasificación de la zona de estudio, con el objeto de disponer del mayor número de elementos de juicio para la identificación adecuada de las zonas cultivadas.

Algoritmos

En la **Clasificación No Supervisada** las clases espectrales deben agruparse primero, basándose en la información numérica y posteriormente se relaciona con las clases. Los algoritmos de agrupamiento se usan para determinar estadísticamente los grupos en la información. El algoritmo que se utiliza con más frecuencia es el ISODATA Clusters, este método calcula las medias uniformemente distribuidas en el espacio y agrupa los píxeles restantes usando técnicas de distancia mínima, recalcula las medias y reclasifica los píxeles con respecto a las nuevas medias.

Dentro de los algoritmos de clasificación supervisada que existen en la actualidad, el más frecuentemente utilizado es el de máxima - verosimilitud, el cual se basa tanto en la posición que guarda un pixel dentro del espacio espectral con respecto a los centros de las diferentes firmas (usos de suelo) y sus radios de asignación como en la probabilidad de pertenecer a tal o cual clase que tiene un píxel en las zonas de traslape. Por este motivo fue considerado como el algoritmo principal de clasificación de las imágenes.

Clases Evaluadas

De acuerdo a lo estipulado en el anexo técnico, se tomó como referencia la clasificación empleada por el INEGI para la elaboración de la carta de Vegetación y Uso de suelo Serie III. Para definir específicamente las clases de la Serie III distribuidas en el Sistema Ambiental Regional (SAR), se desarrolló un proceso de Álgebra de mapas en el que se sobrepuso la poligonal que limita al SAR con el mapa de vegetación de INEGI y el resultado se observa en la relación que se muestra en la **Tabla IV.9.6.2. 1**

Tabla IV.9.6.2. 2 Relación de clases de uso de suelo y vegetación ubicados en el SAR.

No.	Clase
1	Bosque de pino
2	Bosque de encino
3	Bosque de encino-pino
4	Bosque de pino-encino
5	Bosque mesófilo de montaña
6	Cuerpos de agua
7	Manglar
8	Pastizal inducido
9	Pastizal cultivado
10	Selva Baja
11	Selva mediana subcaducifolia
12	Selva mediana subperennifolia
13	Sin vegetación aparente
14	Tular
15	Vegetación de dunas costeras
16	Agricultura de temporal
17	Agricultura de riego
18	Zona urbana

Clasificación digital

Ya que se tienen definidas las zonas de entrenamiento y se han obtenido los parámetros de las firmas espectrales de las zonas cultivadas, se procede a alimentar los algoritmos con los datos y a realizar la clasificación digital de la imagen. El plano obtenido es analizado visualmente, esto se lleva a cabo con la finalidad de establecer las zonas en las que el algoritmo presenta confusión entre las clases de vegetación semejantes.

Generalmente ocurre en una clasificación supervisada quedan algunas zonas que no pudieron ser asignadas a una clase, esto se debe a que existen diferentes estados y condiciones de un determinado uso de suelo. Como se mencionó anteriormente estos deben de ser manipulados como si fueran un uso de suelo diferente (clase) y proceder a establecer sus zonas de entrenamiento para obtener los parámetros de la firma espectral.

El algoritmo de mínimas distancias, por su característica de asignar el píxel al centro de uso más cercano no deja píxeles sin clasificar, motivo por el cual fue empleado para clasificar todos aquellos píxeles que el algoritmo de máxima - verosimilitud no clasificó.

IV.9.6.2.8 Generación del mapa temático.

IV.9.6.2.8.1 Clases Evaluadas

Como resultado de la clasificación de cada imagen, se obtuvieron las firmas espectrales que fueron agrupadas valores de atributo que por su distribución y cobertura fueron asociados a la clase que representa.

De acuerdo a la distribución de las clases, a la escala solicitada y a la fotointerpretación de las imágenes, se tomó la determinación de subdividir clases que por la densidad forestal se mezclaban con otras, quedando las subdivididas de la siguiente manera:

Clases	Subclases
Bosque de pino	Primaria (arbórea)
	Secundaria (arbustiva)
Bosque de encino	Primaria (arbórea)
	Secundaria (arbustiva)
Bosque de pino encino	Primaria (arbórea)
	Secundaria (arbustiva)
Bosque mesófilo de montaña	Primaria (arbórea)
	Secundaria (arbustiva)
Selva mediana subcaducifolia	Primaria (arbórea)
	Secundaria (arbustiva)
Selva mediana subperennifolia	Primaria (arbórea)
	Secundaria (arbustiva)

La clase sabana, incluida en la serie III del INEGI, no se tomó para la clasificación, ya que el área que abarca dentro de la zona de estudio es poca por lo que se incluyo dentro de la clase pastizal.

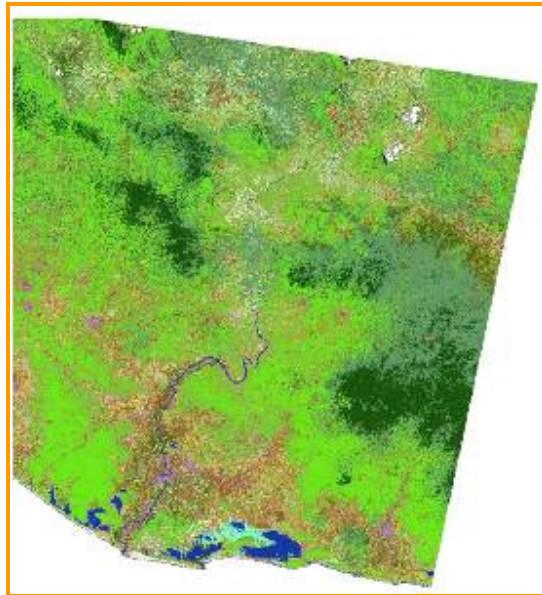


Figura IV.9.6.2.4 Distribución de clases obtenidas con base en la imagen ETM del 23-mayo-2003.

El resultado de la depuración produce el mapa final de uso de suelo y vegetación y sus estadísticas de cobertura.

IV.9.6.2.10 Generación de Polígonos

El término vectorización indica en este caso el cambio de formato Raster a vector. Las imágenes de satélite que se utilizan en este estudio se encuentran en formato Raster, esto quiere decir que están compuestas por píxeles, los cuales son polígonos de lados iguales. Representan un área determinada de la superficie del terreno, asimismo cada píxel tiene un solo valor de intensidad de reflectancia, que es el más representativo del lo que existe en la superficie que cubre.

Un vector es la representación de una magnitud por medio de líneas, el vector no posee superficie. Las líneas están definidas por puntos con coordenadas X, Y con respecto a un plano, que en este caso es la proyección cartográfica Universal Transversa de Mercator UTM.

La razón por la cual se asigna un solo valor a los píxeles que definen cada una de las clases, es para que el proceso numérico que lleva a cabo la vectorización delimite por medio de vectores solamente a los píxeles que tengan el mismo valor de atributo. De esta manera la vectorización extrae los contornos, estos contornos se caracterizan por presentarse como polígonos cerrados compuestos por líneas “quebradas” debido a que los píxeles son cuadrados.

IV.9.7 EVALUACIÓN MULTITEMPORAL DE SUPERFICIES

La siguiente tabla presenta de manera resumida, la evaluación de superficies ocupadas por uso del suelo y vegetación para los años 1986, 1993, 1997, 1998, 2000 y 2003. Los datos presentados son preliminares y están sujetos a cambios derivados del proceso de evaluación de cambios de cobertura entre las clasificaciones.

Tabla IV.9.7.1 Evaluación multitemporal de coberturas de vegetación y uso de suelo.

No.	CLASES EVALUADAS	1986	1993	1997
		Superficie (ha)		
1	Agricultura de riego	3,229.4	3,265.8	2,977.4
2	Agricultura de temporal	17,357.8	17,308.2	16,894.6
3	Bosque de encino	6,355.3	6,053.7	4,846.7
4	Bosque de encino perturbado	3,498.9	3,747.9	3,934.0
5	Bosque de pino	12,485.0	11,841.7	10,086.3
6	Bosque de pino perturbado	2,140.3	2,712.5	4,175.5
7	Bosque mesófilo de montaña	9,427.6	9,051.2	8,702.9
8	Bosque mesófilo de montaña perturbado	2,035.3	2,229.9	2,350.7
9	Bosque mixto de pino- encino	33,364.3	31,880.9	27,419.9
10	Bosque mixto de pino- encino perturbado	11,398.8	11,864.0	15,085.8
11	Cuerpo de agua	6,403.4	6,396.2	6,396.2
12	Área urbana	2,247.2	2,450.8	2,671.9
13	Manglar	3,248.2	3,132.1	3,132.1
14	Manglar perturbado	925.0	945.4	945.4
15	Mar	181.4	181.4	181.4
16	Palmar (cocotero)	182.0	175.8	175.8
17	Pastizal inducido	7,737.4	8,777.6	10,575.5
18	Pastizal natural	264.0	264.0	238.0
19	Plantaciones	13,547.7	14,377.8	16,012.3
20	Popal y Tular	1,504.2	1,545.8	1,588.3
21	Roca desnuda	33.5	33.5	33.5
22	Sabana	3,964.3	768.0	714.9
23	Selva baja caducifolia	5,999.9	6,000.3	5,354.0
24	Selva baja caducifolia perturbada	1,348.0	1,354.1	1,960.9
25	Selva baja y mediana subcaducifolia	40,230.8	41,596.4	36,920.8
26	Selva baja y mediana subcaducifolia perturbada	27,023.0	27,421.8	30,327.1
27	Selva mediana subperennifolia	19,067.9	17,991.6	16,394.0
28	Selva mediana subperennifolia perturbada	8,984.5	9,606.7	10,857.0
29	Sitio de extracción de materiales	30.8	30.8	36.6
30	Vegetación de dunas costeras	868.3	868.3	868.3
31	Vegetación riparia	486.5	486.5	486.5
32	Vegetación riparia perturbada	1,217.1	1,192.9	1,008.2
33	Vegetación secundaria, arbustiva y herbácea	9,173.5	10,479.0	12,702.0
34	Zona de playa	268.6	268.6	268.6

35	Zona inundable	1,824.9	1,749.5	1,727.5
36	Zona sin vegetación aparente	151.1	155.1	155.1
Total		258,206.6	258,206.6	258,206.6

No.	CLASE EVALUADA	1998	2000	2003	2006
		Superficie (ha)			
1	Agricultura de riego	2977.4	2970.5	2970.5	2937.6
2	Agricultura de temporal	16912.1	15683.7	15080.5	15096.9
3	Bosque de encino	4796.5	3195.2	2806.4	3562.1
4	Bosque de encino perturbado	3959.7	4516.8	4584.6	3475.9
5	Bosque de pino	10030.6	8875.1	8170.7	3969.6
6	Bosque de pino perturbado	4231.3	4970.8	5434.0	8358.9
7	Bosque mesófilo de montaña	8703.0	7810.1	7810.1	5314.0
8	Bosque mesófilo de montaña perturbado	2350.7	2769.3	2769.3	7992.7
9	Bosque mixto de pino- encino	27110.2	21847.4	18967.8	2589.5
10	Bosque mixto de pino- encino perturbado	15391.0	17088.1	18387.6	20799.2
11	Cuerpo de agua	6396.3	6396.3	6396.3	16796.6
12	Área urbana	2679.1	3515.0	3777.0	6396.3
13	Manglar	3132.1	2874.1	2874.1	2874.1
14	Manglar perturbado	945.4	1047.6	1047.6	1047.6
15	Mar	181.5	181.5	181.5	181.5
16	Palmar (cocotero)	175.8	185.3	185.3	185.3
17	Pastizal inducido	10571.9	16962.4	19733.4	19120.0
18	Pastizal natural	238.0	470.4	204.8	116.7
19	Plantaciones	16012.3	16199.5	16281.1	16329.6
20	Popal y Tular	1588.2	1584.0	1584.0	1584.0
21	Roca desnuda	33.5	35.2	35.2	35.2
22	Sabana	714.9	1119.0	1119.0	1119.0
23	Selva baja caducifolia	5322.3	4761.3	4336.5	4735.5
24	Selva baja caducifolia perturbada	1973.3	2025.6	2329.1	2199.1
25	Selva baja y mediana subcaducifolia	36770.6	30434.2	29714.8	31418.8
26	Selva baja y mediana subcaducifolia perturbada	30477.3	30762.6	30625.1	30217.7
27	Selva mediana subperennifolia	16343.4	14044.7	13475.5	14210.1
28	Selva mediana subperennifolia perturbada	10907.6	11943.2	11917.6	11220.2
29	Sitio de extracción de materiales	36.6	44.2	44.2	44.2
30	Vegetación de dunas costeras	868.3	857.3	857.3	857.3
31	Vegetación riparia	486.5	485.3	485.3	485.3
32	Vegetación riparia perturbada	1008.2	907.7	907.7	907.7
33	Vegetación secundaria, arbustiva y herbácea	12729.5	19417.5	20886.7	19788.0
34	Zona de playa	268.6	268.6	268.6	268.6
35	Zona inundable	1727.5	1762.7	1762.7	1762.7
36	Zona sin vegetación aparente	155.1	194.5	194.5	194.5
37	Infraestructura				14.6
Total		258206.6	258206.6	258206.6	258206.6

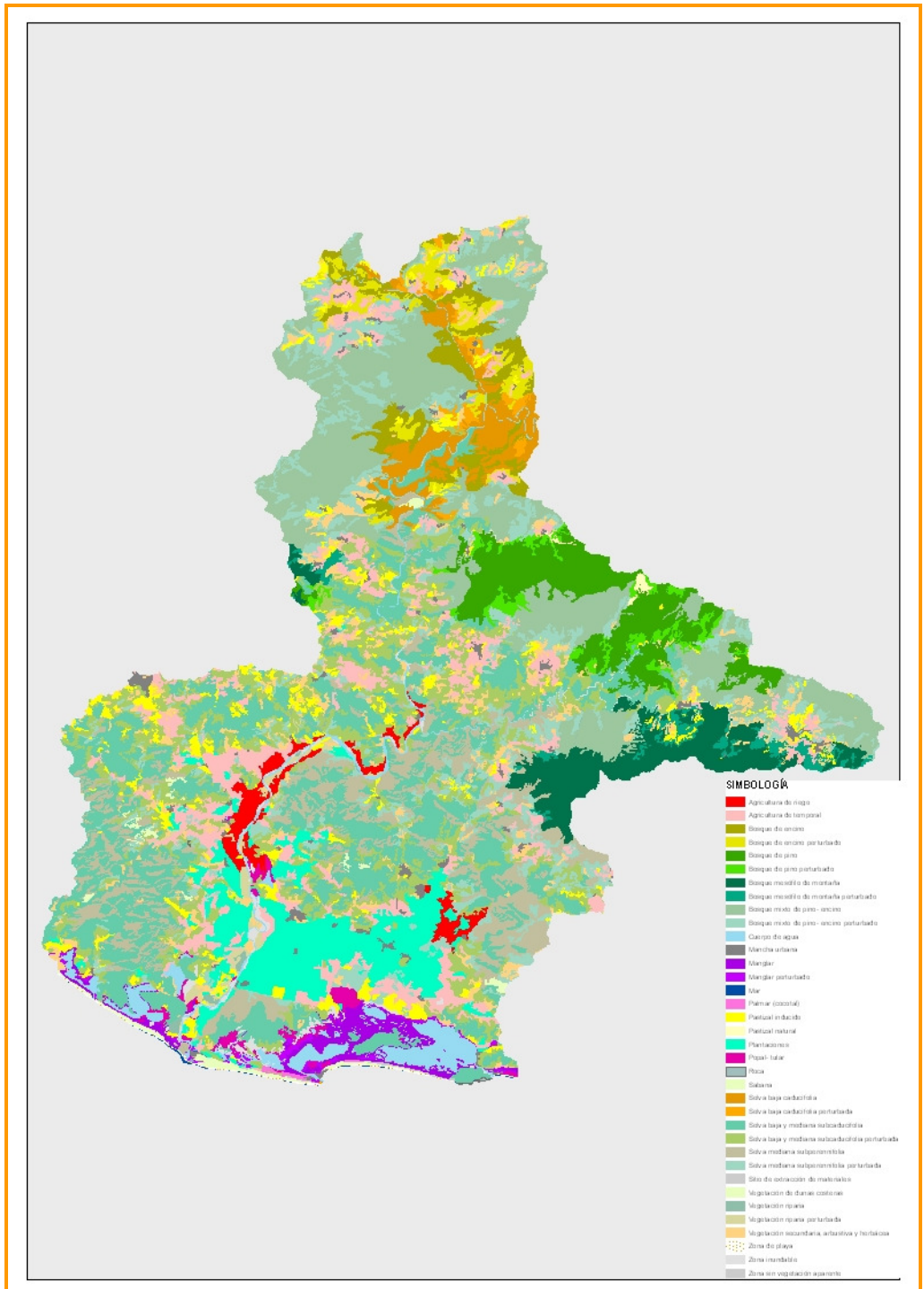


Figura IV.9.8. 2 Mapa de vegetación y uso de suelo generado con imágenes de 1993.

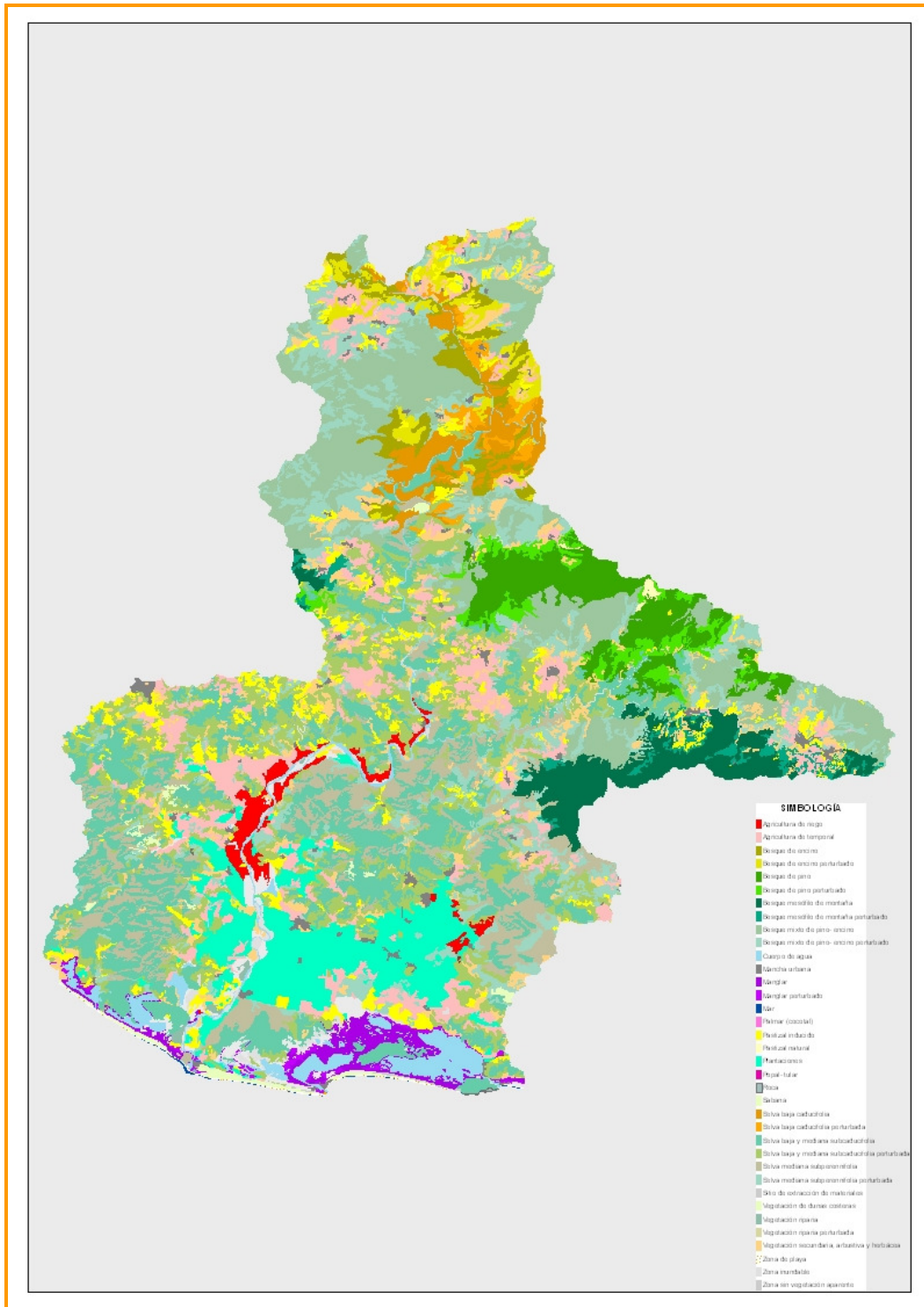


Figura IV.9.8. 3 Mapa de vegetación y uso de suelo generado con imágenes de 1997.

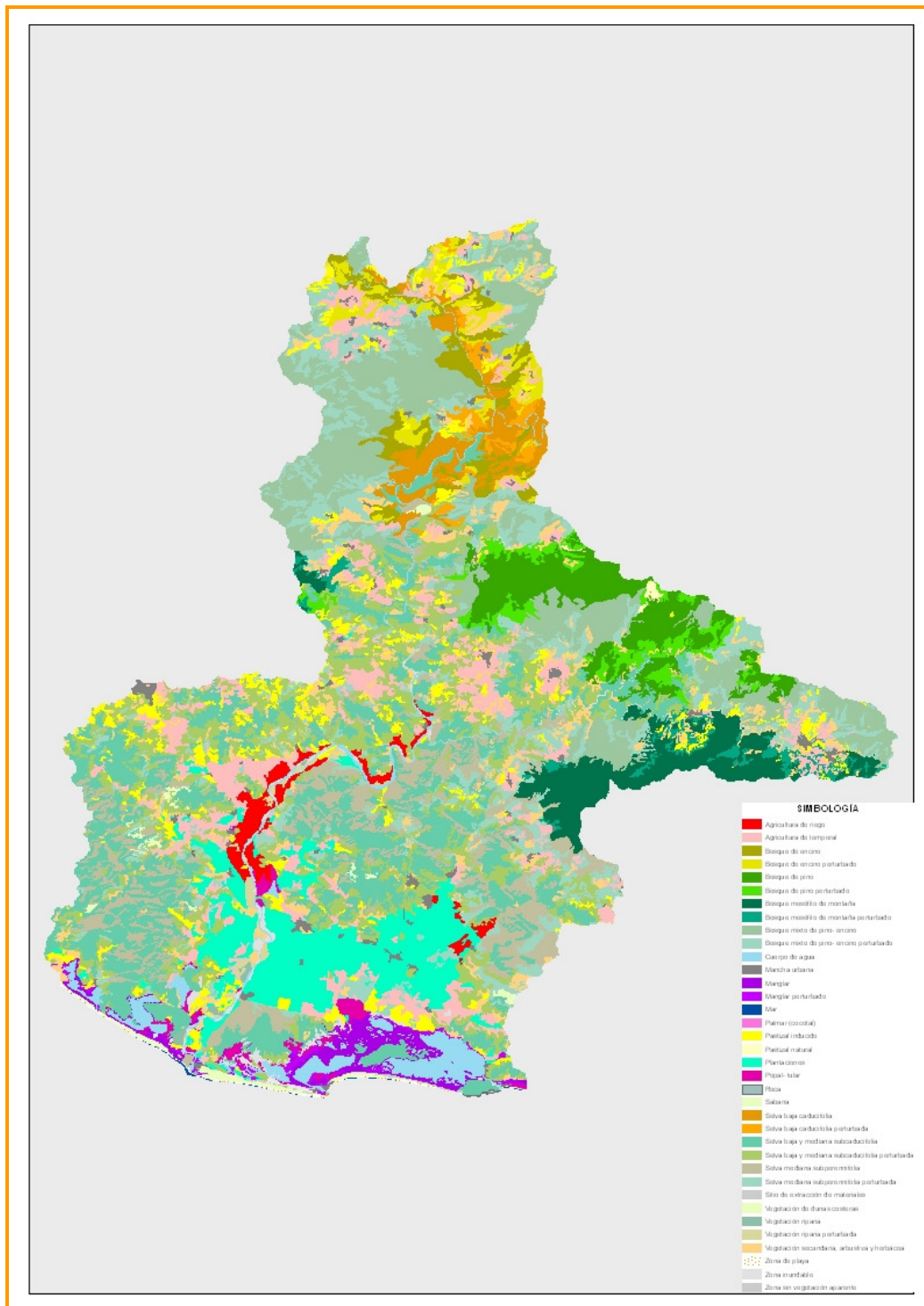


Figura IV.9.8. 4 Mapa de vegetación y uso de suelo generado con imágenes de 1998.

IV.9.9 CARACTERIZACIÓN DE LAS COBERTURAS DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN.

Destacan por su extensión en la zona de interés las selvas, que cubren una superficie de 94,000 ha, lo que equivale al 36 % de la superficie total del SAR. De acuerdo con INEGI, las selvas son comunidades formadas por vegetación arbórea de origen meridional (Neotropical), generalmente de climas cálido húmedo, subhúmedo y semiseco. Están compuestas por la mezcla de un gran número de especies, muchas de las cuales presentan contrafuertes o aletones. Posee bejucos, lianas y plantas epífitas, frecuentemente con árboles espinosos entre los dominantes. A diferencia de los bosques, las selvas son comunidades muy complejas en cuanto a la composición de su flora, por lo que su clasificación se realiza con base principalmente en su aspecto fisonómico y secundariamente en su composición florística.

El 66% (61,636 ha) de la superficie de selva, corresponde a **la selva baja y mediana subcaducifolia**, el 51 % de esta superficie (31,419 ha) presentan condiciones adecuadas en su desarrollo, mientras que el 49 % (30,218 ha) presenta diferentes grados de deterioro. Climáticamente se desarrolla en regiones cálidas subhúmedas con lluvias en verano, la precipitación anual oscila entre 1,000 Y 1,229 mm y la temperatura media anual es de 25.9° a 26.6° C (García, 1973), con una temporada seca muy bien definida y prolongada. Los climas en los que prospera son los Am más secos y preferentemente los Aw. Se distribuye principalmente en los municipios de Santiago Jamiltepec, Villa Tututepec, San Miguel Panixtlahuaca y en menor proporción en Santa Cruz Zenzontepec y Santiago Ixtayutla.

La selva mediana subperennifolia abarca una extensión de 25,430 ha, el 56 % de esta superficie presenta condiciones adecuadas en su desarrollo, mientras que el 44 % manifiesta perturbación en diferentes grados. Se desarrolla en climas cálido-húmedos y subhúmedos, Aw para las porciones más secas, Am para las más húmedas y Cw en menor proporción. Con temperaturas típicas entre 20 y 28 grados centígrados. La precipitación total anual es del orden de 1 000 a 1 600 mm. Se le puede localizar entre los 0 a 1300 metros sobre el nivel medio del mar. Ocupa lugares de moderada pendiente, con drenaje superficial más rápido o bien en regiones planas pero ligeramente más secas y con drenaje rápido. Los árboles de esta comunidad, al igual que los de la selva alta perennifolia, tienen contrafuertes y por lo general poseen muchas epífitas y lianas. Los árboles tienen una altura media de 25 a 35 m, alcanzando un diámetro a la altura del pecho menor que los de la selva alta perennifolia aún cuando se trata de de las mismas especies. En este tipo de selva, se distinguen tres estratos arbóreos, de 4 a 12 m, de 12 a 22 m y de 22 a 35 m. Formando parte de los estratos (especialmente del bajo y del medio) se encuentran las palmas. Dentro de la zona de estudio se ubica principalmente en los municipios de Santiago Jamiltepec y Villa Tututepec; y en menor proporción en los municipios de Tututepec de Valdés y Santiago Tetepec.

La selva baja caducifolia se desarrolla en una extensión de 6,935 ha, equivalente a un 7 % de la superficie total de las selvas desarrolladas en el SAR, esta comunidad presenta buenas condiciones en su desarrollo en una extensión de 4,736 ha, mientras que en una superficie de 2,199 ha, se observan diferentes procesos de deterioro. Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. El más común es Aw, aunque también se presenta SS y Cw. El promedio de temperaturas anuales es superior a 20°C. Las precipitaciones anuales son de 1200 mm como máximo, teniendo como mínimo a los 600 mm con una temporada seca bien marcada, que puede durar hasta 7 u 8 meses y que es muy severa. Desde el nivel del mar hasta unos 1,700 m, rara vez hasta 1,900 se le encuentra a este tipo de selva, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje. Esta selva presenta corta altura de sus componentes arbóreos (normalmente de 4 a 10m, muy eventualmente de hasta 15 m o un poco más). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vida suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros Agave, Opuntia, Stenocereus y Cephalocereus. La mayor parte de su extensión se ubica en el municipio de Santa Cruz Zenzontepec y de manera reducida en Santiago Ixtayutla y Santiago Amoltepec.

Los bosques constituyen la segunda cobertura en importancia en el SAR, abarcando una superficie de 69,296 ha, equivalente al 27 %. De acuerdo con INEGI, los bosques están constituidos por vegetación arbórea de origen septentrional (holártico) principalmente de regiones de climas templado y semifrío, con diferentes grados de humedad, propias de las regiones montañosas del país a lo largo de la Sierra Madre Occidental, Oriental y Eje Neovolcánico.

Bosque mixto de pino-encino (incluye encino-pino) abarca una superficie de 37,596 ha, de las que 55% de ella, presenta buenas condiciones en su desarrollo y el 45 % presenta diferentes grados de perturbación. Esta comunidad de bosque es ampliamente distribuida y ocupa la mayor parte de la superficie forestal de las porciones superiores de los sistemas montañosos del país, la cual está compartida por las diferentes especies de pino (*Pinus* spp.) y encino (*Quercus* spp.); dependiendo del dominio de uno y otro, se le denomina pino-encino si predominan las coníferas y es llamado encino-pino cuando dominan los encinares. La transición del bosque de encino al de pino está determinada (en condiciones naturales) por el gradiente altitudinal. Estas mezclas son frecuentes y ocupan muchas condiciones de distribución. Algunas de las especies más comunes son pino chino (*Pinus leiaphylla*), pino (*P. hartwegii*), acote blanco (*P. mantezumae*), pino lacio (*P. pseudostrobus*), pino (*P. prurioides*), pino escobetón (*P. michoacana*), pino chino (*P. teacate*), acote trompillo (*P. acarpa*), pino ayacahuite (*P. ayacahuite*), pino (*P. pringlei*), *P. duranguensis*, *P. chihuahuana*, *P. engelmannii*, *P. lawsanii*, *P. aaxacana*, encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino (*O. magnaliifolia*), encino blanco (*O. candicans*), roble (*O. crassifolia*), encino quebracho (*O. rugosa*), encino tesmilillo (*O. crassipes*), encino cucharo (*O. urbanii*), charrasquillo (*Q. microphylla*), encino colorado (*O. castanea*), encino prieto (*O. laeta*), laurelillo (*O. mexicana*), *O.*

glaucoides, y *O. scytaphylla*. Se extienden de manera predominante en los municipios de Santiago Ixtayutla, norte de Santiago Tetepec, centro de Santa Catarina Juquila y sur de San Juan Quiahije; y en menor proporción en el suroeste de Zenzontepec, norte de Tataltepec y San Miguel Panixtlahuaca.

Bosque de pino se desarrolla en una superficie de 13,673 ha, equivalente al 20 % de la superficie total de bosques, en el 61 % de la superficie de este bosque, se observan buenas condiciones en su desarrollo, mientras que el 39 % presenta diferentes grados de perturbación. Es una comunidad siempre verde constituida por árboles del género *Pinus*, de amplia distribución y con aproximadamente 49 especies, 18 variedades, 2 subespecies en las cadenas montañosas de todo el país desde los 300 m de altitud hasta los 4,200 m en el límite altitudinal de la vegetación arbórea. Estos bosques que se encuentran asociados con encinares y otras especies, son los de mayor importancia económica en la industria forestal del país. La vegetación está dominada por diferentes especies de pino con alturas promedio de 15 a 30 m, los pinares tienen un estrato inferior relativamente pobre en arbustos, pero con abundantes gramíneas, esta condición se relaciona con los frecuentes incendios y la tala inmoderada. Las especies más comunes son pino chino (*Pinus leiophylla*), pino (*P. hartwegii*), acote blanco (*P. montezumae*), pino lacio (*P. pseudostrobus*), pino (*P. prurioides*), pino escobetón (*P. michoacana*), pino chino (*P. teocote*), acote trompillo (*P. oocarpa*), pino ayacahuite (*P. ayacahuite*), pino (*P. pringlei*), *P. duranguensis*, *P. chihuahuana*, *P. engelmannii*, *P. lawsonii*, *P. oaxacana*, entre otros. Se desarrolla principalmente en el sur de Zenzontepec y Quiahije, norte de Tataltepec y Panixtlahuaca y reducidas superficies en el oeste de Tetepec y norte de Jamiltepec.

Bosque mesófilo de montaña, abarca una superficie de 10,582 ha, equivalente al 15 % de la superficie total de bosques desarrollados en el SAR. El 76 % (7,993 ha) de la cobertura presenta condiciones de desarrollo adecuadas, mientras que el 24 % (2,589 ha) presentan diferentes grados de perturbación. Esta comunidad está constituida por vegetación fisonómicamente densa, propia de laderas montañosas que se encuentran protegidas de los fuertes vientos y de excesiva insolación donde se forman las neblinas durante casi todo el año, también crece en barrancas y otros sitios resguardados en condiciones más favorables de humedad. En el bosque mesófilo es notable la mezcla de elementos arbóreos con alturas de 10 a 25 m o aún mayores, es denso y la mayoría de sus componentes son de hoja perenne, también se encuentran los árboles caducifolios que en alguna época del año tiran sus hojas, es común la presencia de plantas trepadoras y epífitas debido a la alta humedad atmosférica y abundantes lluvias. Generalmente se encuentran entre los 800-2 400 m. Son muchas las especies que lo forman pero las más comunes son micocxhuaitl (*Engelhardtia mexicana*), lechillo (*Carpinus caroliniana*), liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*), encino, roble (*Quercus* spp.), pino, acote (*Pinus* spp.), entre otras. Por sus características climáticas estas áreas son utilizadas en agricultura de temporal permanente de café o nómada, además de utilizar la madera de los diversos árboles o bien para la explotación ganadera, principalmente de ganado vacuno, para lo cual la eliminan, introduciendo pastos cultivados e inducidos. Dentro del área de estudio se desarrolla

principalmente en el centro de Panixtlahuaca y Juquila, noroeste de Tututepec y oeste de Tetepec.

Bosque de encino comprende una superficie de 7,445 ha, lo que equivale al 11 % de la superficie actual de bosque desarrollado en el SAR. El 47 % de la extensión presenta condiciones adecuadas en su desarrollo, mientras el 53 % presenta diferentes grados de perturbación. Es una comunidad vegetal formada por diferentes especies aproximadamente (más de 200 especies) de encinos o robles del género *Quercus*; estos bosques generalmente se encuentran como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas, pueden alcanzar desde los 4 hasta los 30 m de altura más o menos abiertos o muy densos; se desarrollan en muy diversas condiciones ecológicas desde casi el nivel del mar hasta los 3,000 m de altitud, salvo en las condiciones más áridas, y se les puede encontrar en casi todo el país. En general este tipo de comunidad se encuentra muy relacionada con los de pino, formando una serie de mosaicos difíciles de cartografiar dependiendo de la escala que se esté trabajando; con respecto a las características de distribución, tanto de encinos como de pinos, son muy similares. Por las características de los encinos, estos bosques han sido muy explotados con fines forestales para la extracción de madera para la elaboración de carbón y tablas para el uso doméstico, lo cual provoca que este tipo de vegetación tienda a fases secundarias las que a su vez sean incorporadas a la actividad agrícola y pecuaria. Se desarrolla principalmente en el norte de la zona de estudio, en el municipio de Zenzontepec, Ixtlayutla y Amoltepec.

Por su extensión en el SAR la **agricultura** constituye la tercera capa en importancia, ocupando una superficie de 34,549 ha, lo que equivale al 13% de la superficie total. Esta clase incluye aquellos conceptos referentes al uso que el hombre da a los suelos o soportes inertes que sostienen cultivos. La clasificación de los tipos de agricultura se hace teniendo en cuenta la disponibilidad de agua para los cultivos, en temporal y riego.

La **agricultura de riego** cubre una superficie de 4,650 ha, lo que equivale al 13% de la superficie total de agricultura. Esta se desarrollo principalmente en los municipios de Santiago Jamiltepec (planicies ubicadas en el oriente) y centro sur de Villa Tututepec.

La **agricultura de temporal** abarca una superficie de 15,097 ha, que equivalen al 44 % de la superficie total de agricultura, y tiene una distribución en toda la zona del SAR, concentrándose la mayor parte de la superficie en los municipios de Santiago Jamiltepec, Santiago Tetepec, Santiago Ixtayutla y Santiago Amoltepec.

Son de particular importancia las plantaciones agrícolas de frutales, las que abarcan una superficie de 11,705 ha, que equivalen al 34 % de la superficie agrícola. Adicionalmente dentro de esta clase, se detectó una superficie 185 ha de cocoteros, ubicada en la llanura costera del municipio de Villa Tututepec.

La vegetación secundaria arbustiva y herbácea abarca una superficie de 19,788 ha y se desarrolla cuando la vegetación original ha sido sustituida por diferentes comunidades a causa de perturbación, ya sea natural o provocada por el hombre. Las

etapas sucesionales secundarias que se consideran son: vegetación secundaria arbustiva y vegetación secundaria herbácea. Esta clase se distribuye de manera regular en toda la zona del SAR.

Los pastizales ocupan una extensión del 7 % de la superficie del SAR (19,237 ha), y están constituidos por un tipo de vegetación caracterizados por la dominancia de gramíneas (pastos o zacates) o graminoides, y que en condiciones naturales se desarrolla bajo la interacción del clima, suelo y biota.

Los **pastizales naturales** en el SAR abarcan una superficie mínima de 117 ha, y se ubican particularmente en los municipios de Santa Cruz Zenzontepec y San Juan Quiahije.

Los **pastizales inducidos** son aquellos que surgen cuando es eliminada la vegetación original. Este pastizal puede aparecer como consecuencia de desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. En la zona de estudio abarcan una superficie de 19,120 ha, que sumados a la superficie de pastizales naturales ocuparían en conjunto el 7 % de la superficie del SAR. Los pastizales inducidos se desarrollan en toda el área de estudio, y son de mayor importancia en los municipios de Santiago Jamiltepec, Santiago Tetepec y Tataltepec de Valdés.

La **vegetación hidrófita** está constituida un conjunto de comunidades vegetales arbóreas, arbustivas y herbáceas, comúnmente asociadas a cuerpos de agua y zonas saturadas, abarcan una superficie de 6899 ha, que equivalen al 3 % de la superficie del SAR, se desarrollan principalmente en zonas costeras y cuerpos de agua de los municipios Santiago Jamiltepec y Villa de Tututepec. Las comunidades detectadas en el SAR son las siguientes:

El **manglar** que abarca una superficie de 3,922 ha, de las que el 73% de sus superficie (2,874 ha), de acuerdo con la interpretación obtenida de la respuesta espectral de las imágenes de satélite empleadas, presenta buenas condiciones en su desarrollo, mientras que en 1,048 ha (27%) se detectaron diferentes grados de perturbación.

Popal-Tular constituidas por comunidades vegetales propia de lugares pantanosos o de agua dulce estancada, de clima cálido y húmedo, dominado principalmente por plantas herbáceas de 1 a 2.5 m de altura. Abarcan una superficie de 1,584 ha.

La **vegetación riparia**, constituida por comunidades arbóreas u arbustivas que se encuentra en los márgenes de los ríos o arroyos en condiciones de humedad favorables. Es frecuente encontrar especies como el sabino o ahuehuete (*Taxodium mucronatum*). Cubren una superficie de 1,393 ha que equivalen al 20 % de la superficie cubierta por hidrófitas, de ellas se detectó que una superficie de 485 ha (35 %) presentan condiciones adecuadas de desarrollo, mientras que el 65 % (908 ha) presentan diferentes grados de perturbación.

La **sabana** está dominada principalmente por gramíneas, pero es común encontrar un estrato arbóreo bajo de 3 a 6 m de alto. Se desarrolla sobre terrenos planos o poco inclinados, en suelos profundos y arcillosos que se inundan durante el periodo de lluvias y en la época seca se endurecen al perder el agua. La vegetación de esta comunidad se caracteriza por la dominancia de pastizales. Abarca una superficie de 1,119 ha que se extiende principalmente en los municipios de Santiago Jamiltepec y Villa Tututepec, así como una mínima parte en Santa Cruz Zenzontepec.

Vegetación de dunas costeras, es una comunidad vegetal que se establece a lo largo de las costas, se caracteriza por plantas pequeñas y suculentas. Las especies que la forman juegan un papel importante como pioneras y fijadoras de arena, evitando con ello que sean arrastradas por el viento y el oleaje. Algunas de la especies que se pueden encontrar son: nopal (*Opuntia dillenil*), riñonina (*Ipomoea pescaprae*), alfombrilla (*Abronia marítima*), (*Croton* sp.), verdolaga (*Sesuvium portu/acastrum*), etc. También se pueden encontrar algunas leñosas y gramíneas como el uvero (*Coccoloba uvífera*), pepe (*Chrysobalanos icacos*). Abarcan una superficie de 857 ha, que se ubican en las costas de los municipios de Santiago Jamiltepec y Villa de Tututepec.

Cuerpos de agua corresponden superficies ocupadas por cuerpos de agua epicontinentales, abarcan una superficie de 6,393 ha equivalentes al 3 % de la superficie del SAR. Están constituidos principalmente por el conjunto de lagunas litorales ubicadas en los municipios de Santiago Jamiltepec y Villa Tututepec, así como por el Río Verde y parte del Río de la Leche.

Asentamientos humanos e Infraestructura, corresponden a superficies ocupadas por localidades urbanas y rurales que con dimensiones suficientes para ser detectadas en la imagen de satélite. La infraestructura evaluada en el presente estudio, se refiere al prefijo que contiene las instalaciones de la pista aérea localizada en Villa Tututepec. El área ocupada por esta cobertura, alcanza una superficie de 3,577 ha, lo que equivale a un 1 % de la superficie total del área de estudio.

Sin vegetación aparente, se incluyen bajo este rubro los eriales, depósitos litorales, jales, dunas y bancos de ríos que se encuentran desprovistos de vegetación o que ésta no es aparente, las que abarcan una superficie de 2,305 ha. Bajo esta cobertura se lograron discriminar los siguientes tipos: zonas de playa y dunas 269 ha, bancos y cauces de ríos 1,763 ha, sitios de extracción de materiales pétreos 44 ha, afloramientos rocosos 35 ha y zonas desprovistas de vegetación aparente 195 ha.

IV.9.9.1 Evolución de las coberturas de vegetación y uso de suelo

Como resultado del análisis multitemporal de las coberturas de uso de suelo y vegetación se observó la siguiente dinámica de cambio:

De	A
Agricultura de riego	Área urbana
Pastizal inducido	Área urbana
Pastizal inducido	Vegetación secundaria arbustiva y arbórea
Pastizal inducido	Selva mediana subperennifolia
Pastizal natural	Área urbana
Pastizal natural	Pastizal inducido
Pastizal natural	Vegetación secundaria arbustiva y arbórea
Pastizal natural	Selva baja caducifolia perturbada
Vegetación secundaria arbustiva y arbórea	Área urbana
Vegetación secundaria arbustiva y arbórea	Pastizal inducido
Vegetación secundaria arbustiva y arbórea	Selva baja caducifolia
Vegetación secundaria arbustiva y arbórea	Selva baja caducifolia perturbada
Selva baja caducifolia	Área urbana
Selva baja caducifolia	Pastizal inducido
Selva baja caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva y arbórea
Selva baja caducifolia	Selva baja caducifolia perturbada
Selva baja caducifolia perturbada	Área urbana
Selva baja caducifolia perturbada	Pastizal inducido
Selva baja caducifolia perturbada	Pastizal inducido
Selva baja y mediana subcaducifolia	Área urbana
Selva baja y mediana subcaducifolia	Pastizal inducido
Selva baja y mediana subcaducifolia	Vegetación secundaria arbustiva y arbórea
Selva baja y mediana subcaducifolia	Selva baja caducifolia perturbada
Selva baja y mediana subcaducifolia perturbada	Área urbana
Selva baja y mediana subcaducifolia perturbada	Pastizal inducido
Selva baja y mediana subcaducifolia perturbada	Vegetación secundaria arbustiva y arbórea
Selva mediana subperennifolia	Área urbana
Selva mediana subperennifolia	Pastizal inducido
Selva mediana subperennifolia	Vegetación secundaria arbustiva y arbórea
Bosque de encino	Área urbana
Bosque de encino	Pastizal inducido

De	A
Bosque de encino	Selva baja caducifolia perturbada
Bosque de encino perturbado	Vegetación secundaria arbustiva y arbórea
Bosque de encino perturbado	Bosque de encino
Bosque de encino perturbado	Popal tular
Bosque de pino	Vegetación secundaria arbustiva y arbórea
Bosque de pino	Bosque mixto de pino encino
Bosque mesófilo de montaña	Vegetación secundaria arbustiva y arbórea
Bosque mesófilo de montaña	Selva baja caducifolia perturbada
Bosque mesófilo de montaña perturbado	Pastizal inducido
Bosque mesófilo de montaña perturbado	Vegetación secundaria arbustiva y arbórea
Bosque mixto de pino encino	Pastizal inducido
Bosque mixto de pino encino	Vegetación secundaria arbustiva y arbórea
Bosque mixto de pino encino	Selva baja caducifolia perturbada
Bosque mixto de pino encino perturbado	Área urbana
Bosque mixto de pino encino perturbado	Pastizal inducido
Bosque mixto de pino encino perturbado	Selva baja caducifolia perturbada
Manglar	Área urbana
Manglar	Selva baja caducifolia perturbada
Manglar	Manglar perturbado
Vegetación riparia	Popal tular
Palmar	Área urbana
Sabana	Pastizal inducido
Plantaciones de frutales	Selva baja caducifolia perturbada
Cuerpo de agua	Zona de inundación

IV.9.10 URBANIZACIÓN EN EL SAR.

El área del SAR se caracteriza por ser una zona eminentemente rural, ya que de las 262 localidades registradas en el año 2005 por el INEGI, 254 corresponden en su mayoría a asentamientos humanos menores de 2000 habitantes que se distribuyen irregularmente en el área de estudio (figura). Cercana a los límites del proyecto, en la parte suroccidental se localiza Santiago Jamiltepec que de acuerdo con el número de habitantes (9,303 hbt.) es la ciudad más importante en la zona de estudio, seguida por Santa Catarina Juquila y San Miguel Panixtlahuaca con una población superior a los 3500 habitantes cada una. San José del Progreso, La Luz, Patria Nueva y La Cumbre constituyen asentamientos humanos con una población de entre 2000 y 3500 habitantes.

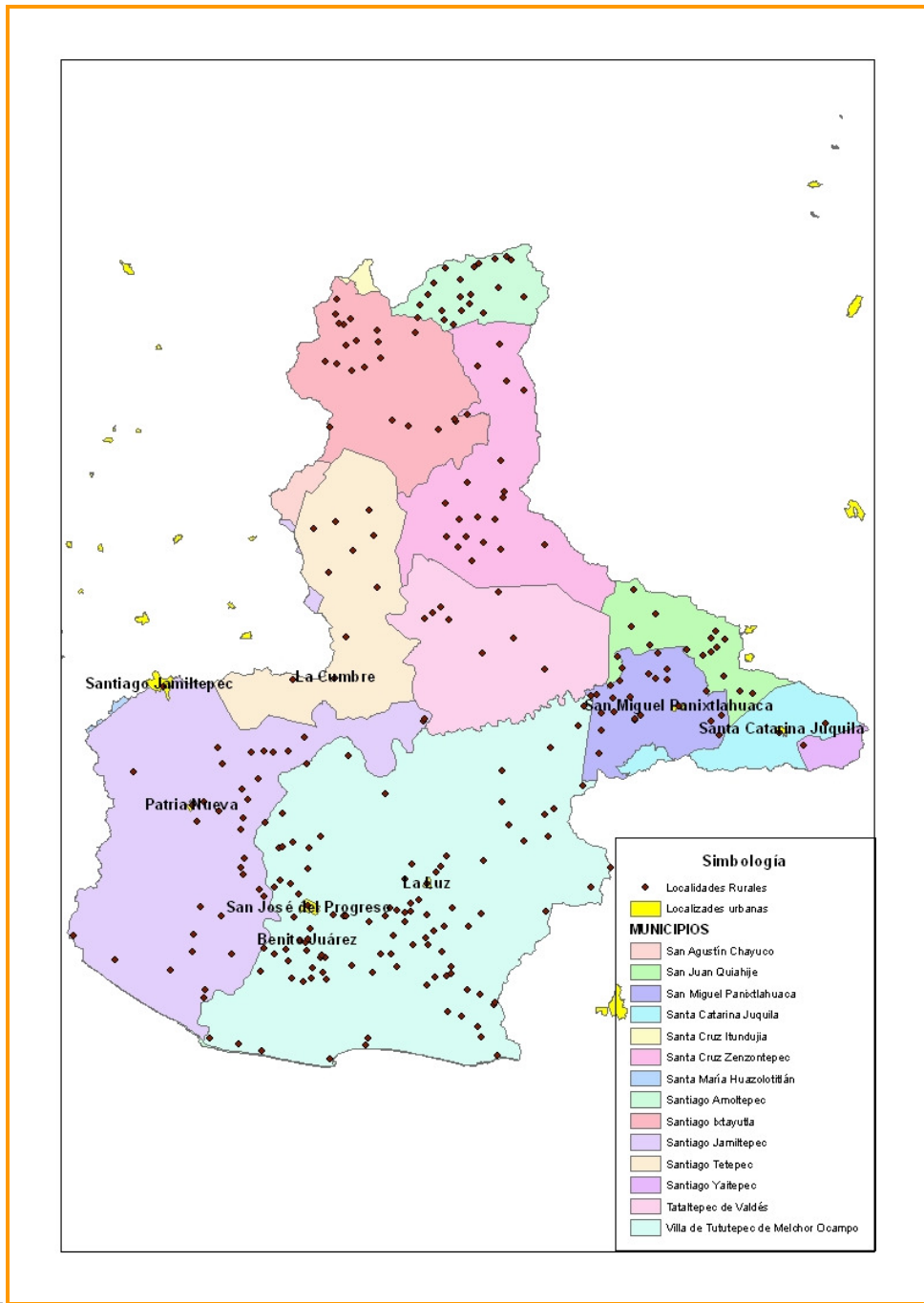


Figura IV.9.10. 1 Distribución de la población en el SAR.

IV.9.11 SITIOS DE INTERÉS ANTROPOLÓGICO

Al oriente de la zona de estudio en las coordenadas geográficas de 16° 14' 14" de latitud norte y 97° 17' 31" se ubica la localidad de Santa Catarina Juquila, considera de gran importancia desde el punto de vista Religioso – Turístico, ya que cuenta con el segundo santuario religioso más visitado de México.

Por otra parte, con relación a la presencia de sitios arqueológicos dentro del perímetro del SAR, de acuerdo con la información proporcionada por la Dirección del Registro de Monumentos Arqueológicos Inmuebles del INAH; existen 74 sitios arqueológicos registrados, que se ubican en los municipios de Santiago Jamiltepec (41 sitios) y San Pedro Tututepec (33 sitios). Las Tablas IV.9.11.1 y IV.9.11.2 relacionan por municipio los sitios de interés antropológico.

Tabla IV.9.11. 1 Relación de sitios de interés antropológico en el municipio de San Pedro Tututepec.

NOMBRE	UTM_ESTE	UTM_NORTE	TIPO_SITIO
RV116	639,500.0	1,778,700.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
SAN MARQUITOS	638,400.0	1,779,500.0	CON ESTRUCTURAS
RV125	636,800.0	1,776,400.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV131	636,700.0	1,774,800.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV112	638,600.0	1,779,000.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV113	638,700.0	1,778,900.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV124	632,500.0	1,776,000.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV135	636,700.0	1,778,400.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV134	636,600.0	1,780,900.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV132	636,400.0	1,774,400.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV123	637,200.0	1,775,800.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV115	639,600.0	1,778,600.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV120	638,000.0	1,770,000.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV117	638,200.0	1,778,600.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV118	638,900.0	1,778,100.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV32	638,500.0	1,778,100.0	CON ESTRUCTURAS
RV79	637,300.0	1,780,200.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV129	637,000.0	1,775,000.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
CHARCO REDONDO RV1	634,800.0	1,773,800.0	CON ESTRUCTURAS
PENASCO LA PRESA	637,500.0	1,781,500.0	CON ESTRUCTURAS
CHARCO REDONDO RÍO RV5	635,000.0	1,773,800.0	CON ESTRUCTURAS
RV87	636,300.0	1,786,200.0	CON ESTRUCTURAS
RV114	639,100.0	1,779,000.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV128	638,100.0	1,772,700.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV88	636,800.0	1,777,900.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV119	638,900.0	1,778,000.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)

NOMBRE	UTM_ESTE	UTM_NORTE	TIPO_SITIO
YUGUE RV31	638,100.0	1,778,700.0	CON ESTRUCTURAS
RV130	637,200.0	1,774,900.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV127	638,800.0	1,775,400.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV126	636,300.0	1,776,300.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV123	637,200.0	1,776,200.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV122	632,900.0	1,776,800.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV121	638,000.0	1,776,900.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)

Tabla IV.9.11. 2 Relación de sitios de interés antropológico en el municipio de Santiago Jamiltepec

Nombre	UTM_ESTE	UTM_NORTE	TIPO_SITIO
RV97	632,300.0	1,782,600.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV98	632,200.0	1,782,800.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV89	632,800.0	1,784,200.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
LOMA LOS REYES RV70	632,800.0	1,776,200.0	CON ESTRUCTURAS
RV107	635,300.0	1,780,800.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
Cerro Río Antiguo	633,300.0	1,779,300.0	CON ESTRUCTURAS
RV76	631,400.0	1,782,400.0	CON ESTRUCTURAS
RV92	632,700.0	1,783,800.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV81	632,400.0	1,780,600.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV95	632,300.0	1,783,800.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
LOMA DON GERRARO RV25	630,300.0	1,777,700.0	CON ESTRUCTURAS
LOMA LARGA	633,000.0	1,778,000.0	CON ESTRUCTURAS
CERRO DEL CHIVO RV47	632,700.0	1,777,700.0	CON ESTRUCTURAS
LOMA MANANTIAL RV44	629,900.0	1,777,800.0	CON ESTRUCTURAS
RV78	632,200.0	1,782,400.0	CON ESTRUCTURAS
RV85	632,700.0	1,780,400.0	CON ESTRUCTURAS
RV96	631,400.0	1,782,800.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV84	632,300.0	1,779,500.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
Río Viejo	633,702.0	1,782,045.0	CON ESTRUCTURAS
RV86	630,500.0	1,778,500.0	CON ESTRUCTURAS
RV83	632,500.0	1,779,200.0	CON ESTRUCTURAS
RV80	630,600.0	1,779,700.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV77	632,400.0	1,782,600.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV93	632,800.0	1,784,100.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV110	634,200.0	1,779,600.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV108	635,400.0	1,780,700.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV90	632,800.0	1,784,100.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV99	632,300.0	1,782,500.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)

Nombre	UTM_ESTE	UTM_NORTE	TIPO_SITIO
RV100	631,100.0	1,782,200.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV104	632,100.0	1,780,000.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV101	631,300.0	1,781,400.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV109	634,300.0	1,779,500.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV106	632,600.0	1,779,700.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV82	632,600.0	1,780,700.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV103	632,318.0	1,780,020.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV111	630,200.0	1,779,500.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV133	633,600.0	1,774,400.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV105	632,400.0	1,780,500.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV91	632,700.0	1,784,200.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV102	630,900.0	1,780,100.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)
RV94	632,600.0	1,783,800.0	CERAMICA Y LITICA (DENSIDAD DE MATERIALES)

De acuerdo con el INAH, el tipo sitio clasificado como de **cerámica y lítica** (densidad de materiales) se refiere a que en superficie, aparecen visualmente como un simple conjunto de concentraciones o un continuo de cerámica y/o lítica. Incluye sitios que pudieron haber contenido estructuras pero por destrucción post-ocupacional se presentan actualmente nivelados sin evidencia superficial. Quedan incluidos aquí, los sitios de grupos sedentarios, nómadas o parcialmente sedentarios con evidencias de materiales en superficie.

Estructuras arquitectónicas. Se trata de sitios con evidencias de arquitectura visibles en superficie, de posible función habitacional, ceremonial o cívica, normalmente asociadas a cerámica y lítica en densidades variables. Las estructuras pueden variar desde 50 cm. hasta mayores alturas. La figura IV.9.11.1 ilustra la distribución de los sitios de interés antropológico en el SAR.

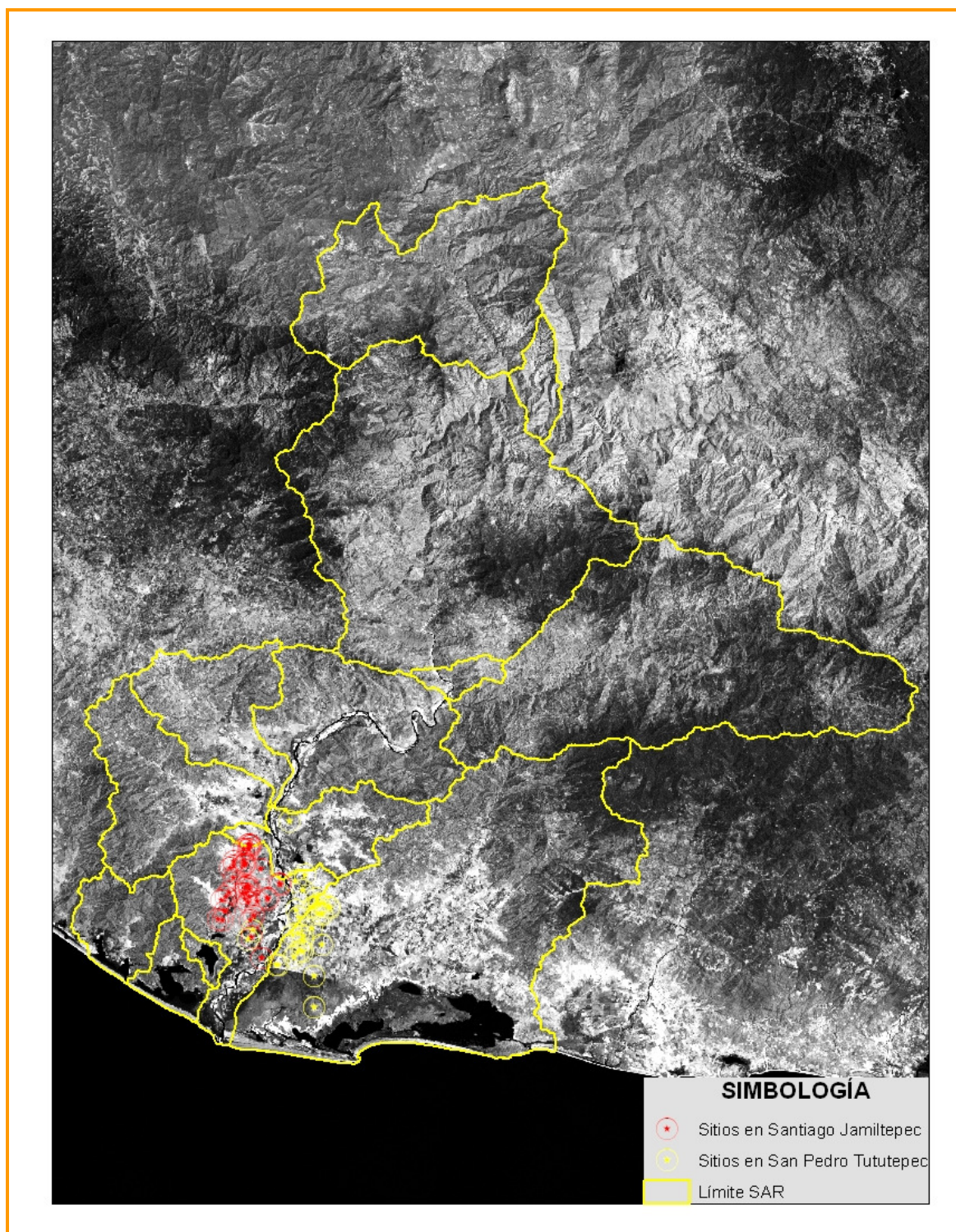


Figura IV.9.11. 1 Distribución de los sitios de interés arqueológico en el SAR.

IV.9.12 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN EL SAR.

Existen dos áreas naturales protegidas federales dentro del área comprendida por el SAR:

1. Lagunas de Chacahua
2. Playa de la Bahía de Chacahua

Declarada como Parque Nacional el 9 de julio de 1937 con el nombre de “Lagunas de Chacahua” los terrenos de la costa occidental del Estado de Oaxaca que abarcan una superficie total de 14,187 ha, que comprenden la Bahía y Laguna de Chacahua y las lagunas de Tianguisto y Pastoría, cuyos linderos se expresan a continuación y se ubican en su totalidad en el sur municipio de Villa Tututepec, dentro de la zona comprendida por el SAR (fuente: Decreto Presidencial de declaración de Parque Nacional):

Tomando como origen en un punto situado sobre la margen izquierda del río Verde, a trescientos metros al Sur del caserío de Charco Redondo, se traza una recta hacia el Oriente, franco astronómico, hasta encontrar el lindero de la hacienda de Charco Redondo de la Compañía Agrícola de Río Verde, con los terrenos de la Asociación de Tututepec. De aquí se sigue hacia el Suroeste sobre el lindero de los predios antes indicados hasta llegar a una distancia de un kilómetro, tierra adentro, de la laguna de Chacahua. De aquí, continuando entre los terrenos de la Asociación de Tututepec, se trazará una línea paralela al contorno de una parte de la laguna de Chacahua, y de toda la laguna de La Pastoría, de tal manera, que se tome una faja de tierra de un kilómetro de anchura alrededor de aquella laguna, tierra adentro, continuando aquella línea sinuosa a la distancia de un kilómetro al Oriente de la orilla de mar, hasta llegar en la falda del Cerro Hermoso, al Océano Pacífico. De este punto se seguirá por la costa del mar, con rumbo dominante Oeste, hasta encontrar la desembocadura del río Verde, de donde se continuará por la margen izquierda del mismo río aguas arriba, hasta encontrar el punto de partida.

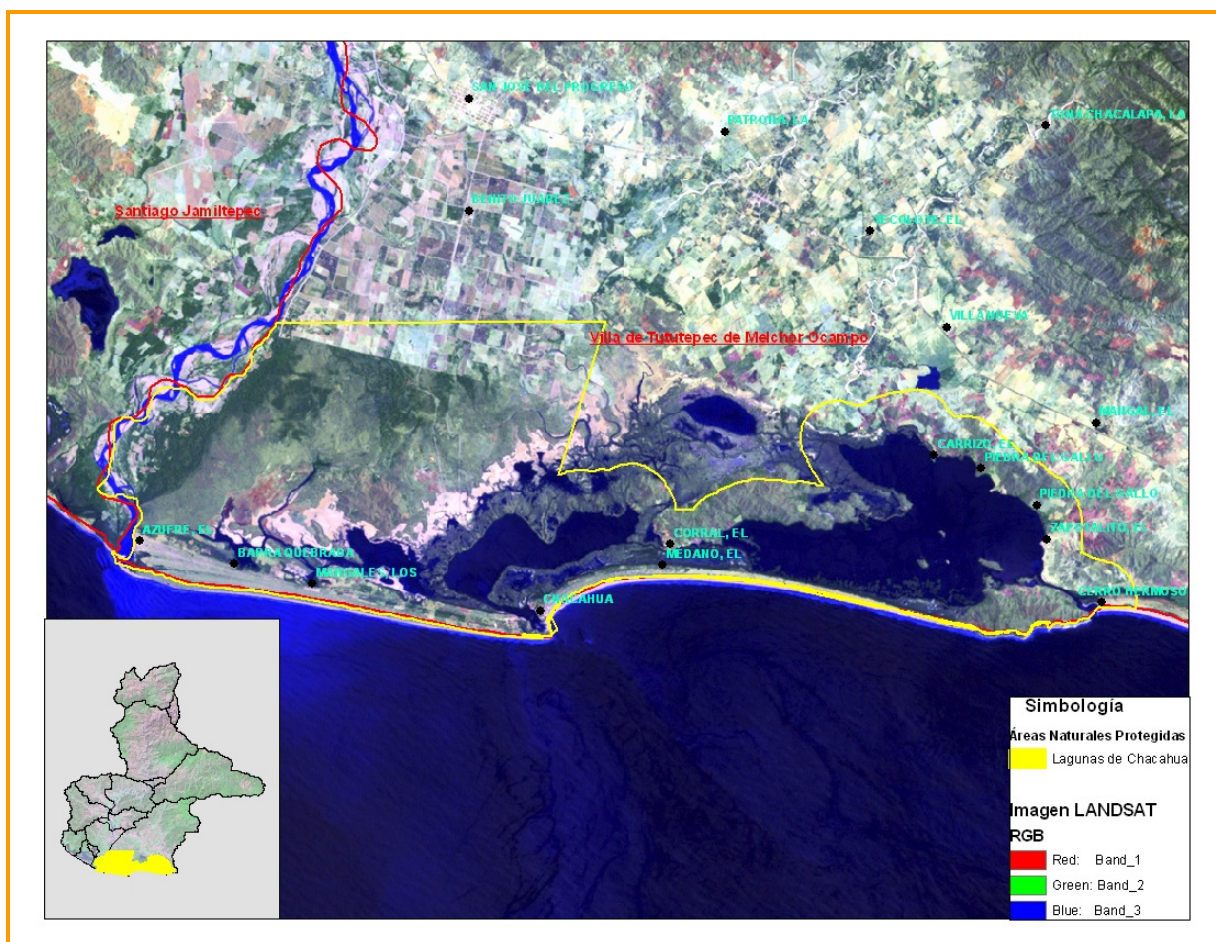


Figura IV.9.12. 1 Localización del Parque Nacional Lagunas de Chacahua, Oax.

Con base en el Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 16 de julio de 2002 se determinan como áreas naturales protegidas, con la categoría de santuarios, a las zonas de reserva y sitios de refugio para la protección, conservación, repoblación, desarrollo y control de las diversas especies de tortuga marina, ubicadas en el Estado de Oaxaca y otras Entidades Federativas, identificadas en el Decreto publicado en el DOF el día 29 de octubre de 1986. La superficie del Área Natural protegida correspondiente a Playas de la Bahía de Chacahua abarcan una superficie de 37 ha distribuidas en ocho predios localizados en la zona litoral de Villa Tututepec.

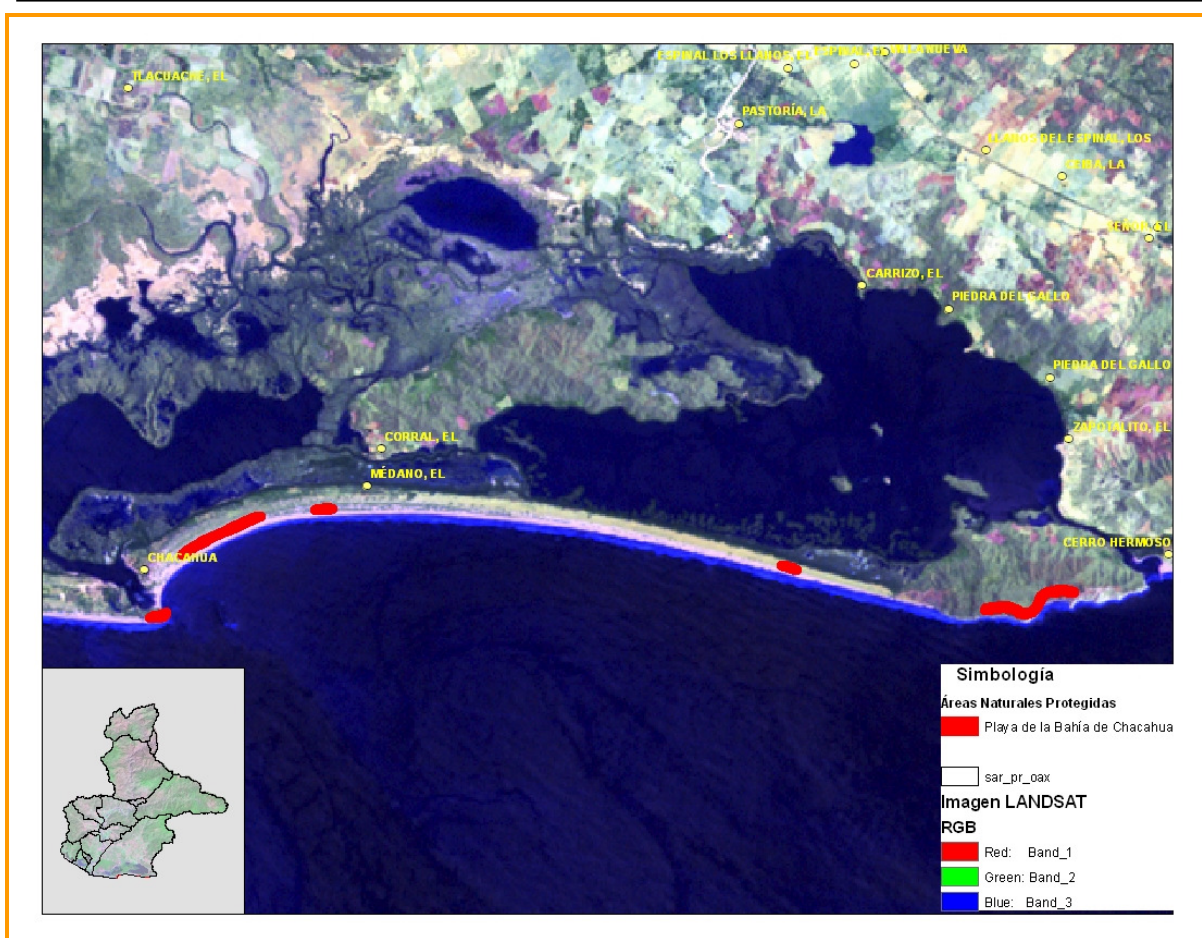


Figura IV.9.12. 2 Ubicación del Santuario Playas de la Bahía de Chacahua, Oax.

IV. 9.13 ESTADO ACTUAL DEL USO DEL SUELO Y COBERTURA VEGETAL, EMPLEANDO IMÁGENES QUICKBIRD EN ESCALA 1:2000 DE LA ZONA DE OBRA DE LA PRESA.

IV.9.13.1 Preproceso de las imágenes del satélite Quickbird.

Debido a que las imágenes Quickbird suministradas por CFE presentan una ubicación geográfica aproximada, se hace necesario un proceso de ortorectificación geométrica para lograr un mejor ajuste en la posición geográfica y adecuarla a los parámetros de escala y proyección geográfica definida inicialmente para la cartografía que se genera en el presente estudio. Para lograrlo, se realizará el registro y validación geográfica de las imágenes con puntos GPS de alta resolución que se levantarán en campo bajo los siguientes criterios:

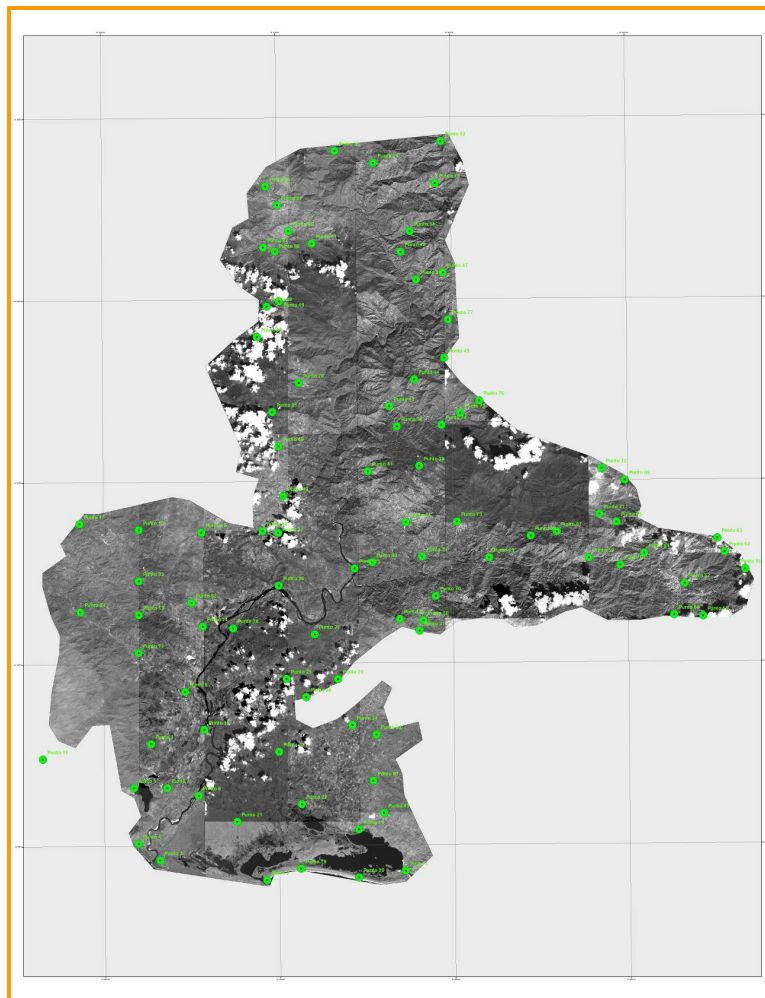


Figura IV.9.13. 1 Distribución de los puntos GPS propuestos para el levantamiento en campo.

IV.9.14 Resultados levantamiento 90 puntos GPS

IV.9.14.1 Área de Estudio

La zona de estudio dentro de la cual se desarrolló el levantamiento de los 90 puntos de posicionamiento geográfico se delimita por el polígono que limita al Sistema Ambiental Regional (SAR) y se localiza en la cuenca baja del río Verde, en el estado de Oaxaca, y abarca una superficie de 2,582.06 Km², abarcando los municipios de Santiago Jamiltepec, Villa de Tututepec, Tataltepec de Valdés, Santiago Tetepec, Sta. Cruz Zenzontepec, Santiago Amoltepec, Sta. Catarina Juquila, San Juan Quiahije, San Miguel Panixtlahuaca y San Agustín Chayuco. (Figura IV.9.14. 1)

El acceso a la zona de estudio parte de Santiago Jamiltepec rumbo a Puerto Escondido, por la carretera Federal 200, en el poblado de la Humedad se continua a la izquierda por camino de terracería recorriendo aproximadamente 4.2 Km en el poblado de Piedra Blanca a 140 m a la izquierda del camino en la escuela primaria Gral. Vicente Guerrero sobre la parte derecha de la cancha de básquet bol se encuentra una placa de 10 x 10 cm colocada por C.F.E. iniciando el proyecto tomando el punto V1 como base.

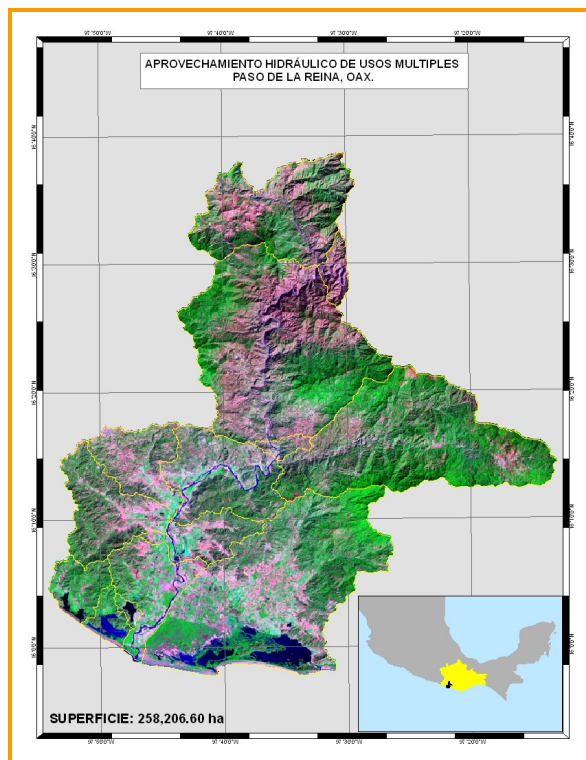


Figura IV.9.14. 1 Localización de la zona de estudio del Sistema Ambiental Regional

IV.9.14.2 Metodología

IV.9.14.2.1 GPS Diferencial

El sistema de posicionamiento por satélite (Global Position System o GPS) fue creado en los Estados Unidos en los años 70, inicialmente con fines militares, si bien en seguida se puso de manifiesto su utilidad para la navegación civil, cartografía y obra civil, o los estudios científicos entre otras muchas aplicaciones. De este modo, en los 90 su uso era ya prácticamente generalizado en todo el mundo, y en esta última década ha experimentado de nuevo un importante avance gracias a la mejora de su resolución (reducción del error) con el empleo de la configuración GPS diferencial (DGPS).

El posicionamiento mediante GPS está basado en una constelación de 24 satélites que orbitan en trayectorias casi invariables alrededor de la Tierra, distribuidos sobre 6 órbitas planas (con 4 satélites en cada órbita), espaciadas entre sí 60 grados, de modo que desde cualquier punto de la Tierra son visibles en todo momento al menos 5 satélites.

Un receptor GPS, situado por ejemplo en la superficie terrestre, emplea la señal de estos satélites para localizar su posición. El sistema de referencia respecto al cual se expresa dicha posición es un elipsoide (forma geométrica perfectamente regular), el cual se ha de aproximar lo más posible a la forma de la superficie del globo terrestre. A partir de este primer posicionamiento, la posición de un punto en la Tierra también puede proyectarse para localizarlo respecto al sistema de referencia local que se desee. Se han definido más de 20 elipsoides de referencia, pero ninguno de ellos se ajusta perfectamente a la forma de la Tierra en toda su superficie. Si empleamos por ejemplo el ETRS89 (sistema de referencia europeo), basado en el Datum europeo ED50, el elipsoide se hace tangente a la región europea de la Tierra con mínimas deformaciones, pero en el resto de zonas las deformaciones son muy acusadas. Por su parte, el elipsoide WGS84 (equivalente al ITRF-92 del INEGI, ya que sólo varía por unos milímetros y prácticamente es el mismo), definido en 1984, se ajusta muy bien en el área de Estados Unidos y por ello fue empleado como base para posicionamiento del sistema GPS implantado por Estados Unidos y por defecto para la mayoría de aplicaciones a escala global (**Figura IV.9.14. 2**).

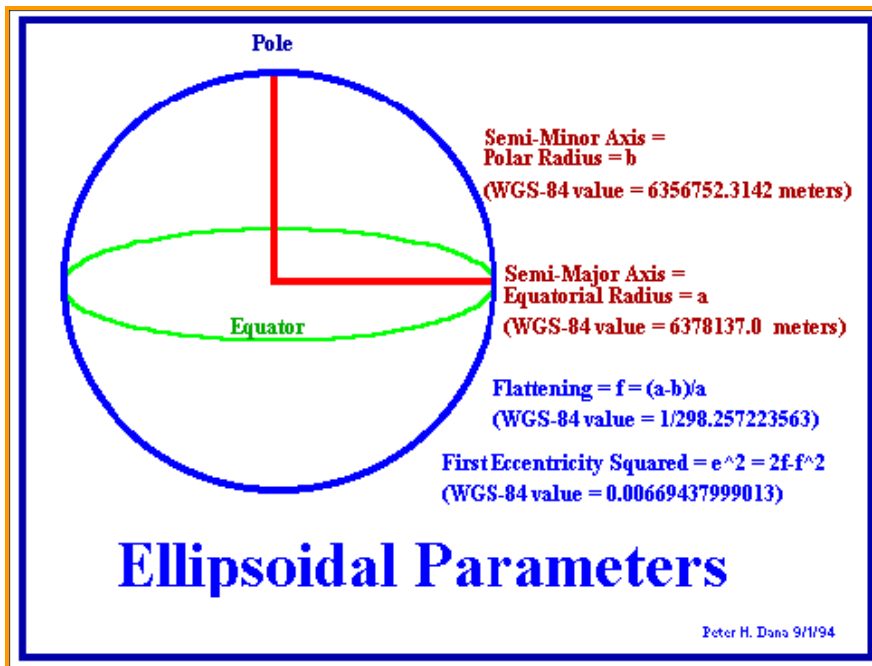


Figura IV.9.14. 2 Parámetros que definen el elipsoide WGS84

Para definir la posición de un punto se emplean diferentes sistemas de coordenadas, los cuales se proyectan sobre el elipsoide elegido. El sistema de coordenadas más utilizado es el Universal Transversal de Mercator (Universal Transverse Mercator, UTM), que está basado en la proyección geográfica transversal de Mercator, tangente a un meridiano (Figura IV.9.14. 3).

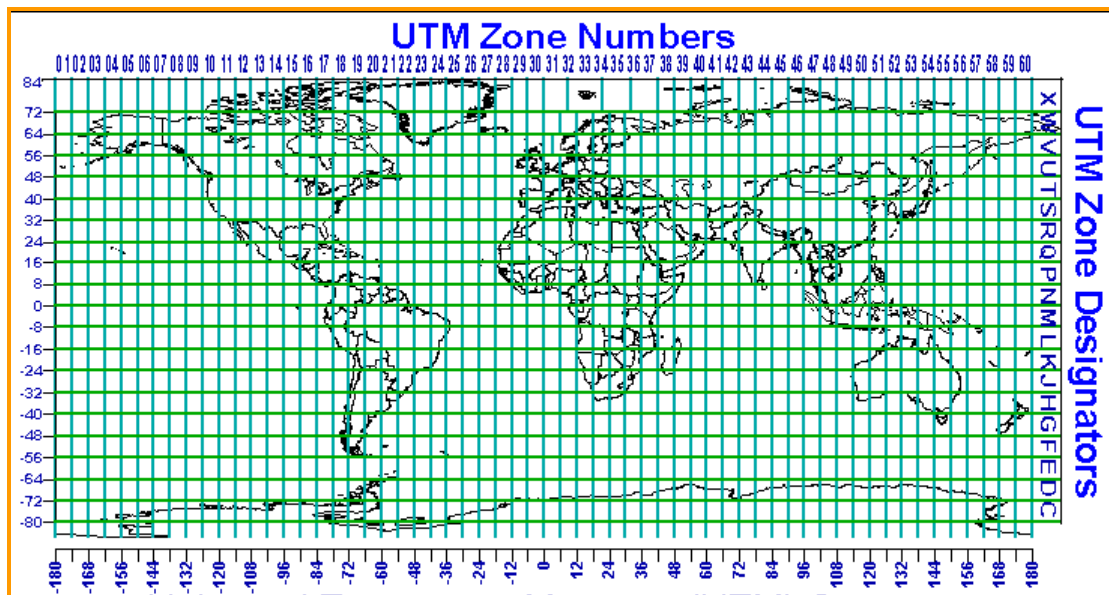


Figura IV.9.14. 3 Mapa de las zonas UTM

IV.9.14.2.2 Control Horizontal Básico

Dicha actividad se realizará con equipos de sistema de posicionamiento global por satélite GPS de primer orden, mediante metodología DIFERENCIAL modalidad ESTÁTICO, el cual consiste en captar información de mínimo cuatro satélites en cada vértice, por un lapso de 40 a 60 minutos por vértice, para asegurar que los resultados que se obtengan estén dentro de la exactitud de cinco centímetros (círculo de error probable este dentro del nivel de confianza del 95%), los valores a obtener serán coordenadas geográficas y coordenadas en proyecciones UTM en el sistema ITRF-92, ligado a los vértices de la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA) del INEGI.

El proceso de los datos crudos de los equipos receptores GPS se realizará con una computadora y software SKI o equivalente.

Se emplearán en campo equipos receptores de señales de satélites GPS, de 24 canales de recepción.

IV.9.14.2.3 Control Vertical Básico

El control vertical será establecido paralelamente al control horizontal, para el cual se tomará la elevación de un banco de nivel cercano a la zona de estudio, cabe mencionar que se apoyará de los Bancos de Nivel establecidos en campañas anteriores.

Esta actividad se realizará con equipos de sistema de posicionamiento global por satélite GPS de primer orden, mediante metodología DIFERENCIAL modalidad ESTÁTICO, el cual consiste en captar información de mínimo cuatro satélites en cada vértice, por un lapso de 40 a 60 minutos por vértice, para asegurar que los resultados que se obtengan estén dentro de la exactitud del posicionamiento vertical de segundo orden clase II (8mm/K) dentro del nivel de confianza del 95%. Los valores a obtener serán alturas ortométricas, respecto al geoide de referencia EGM96.

IV.9.14.2.4 Cálculo del error en las mediciones

La exactitud en la posición obtenida mediante un GPS ha mejorado mucho en la última década, pero aun es del orden de varios metros, debido a que existen diversas fuentes de error (Dana, 1997, Wanninger, 1995), como son:

- a) La disponibilidad selectiva, error del sistema introducido por USA en 1990.
- b) Los errores orbitales, provocados por la variación lenta de la posición de los satélites.
- c) El retardo ionosférico, provocado por los electrones libres en la atmósfera, que originan que el código se retrase mientras que la fase se adelante en la misma cantidad de tiempo.
- d) El retardo troposférico, provocado por gases secos y vapor de agua en la atmósfera.

e) El ruido del receptor y error del reloj del satélite, que dependen del equipo receptor utilizado.

Para reducir los errores en la localización obtenido con el sistema GPS convencional, se emplea la configuración o sistema GPS diferencial (DGPS).

Dicha configuración se basa en emplear simultáneamente dos receptores GPS, próximos entre si y por tanto, afectados por los mismos errores. El primero de ellos, o receptor “base”, ha de estar fijo en un vértice geodésico o punto de coordenadas perfectamente conocidas, y el segundo, o receptor “móvil”, es el que se desplaza a lo largo de la trayectoria del levantamiento o serie de puntos de los cuales queremos saber su posición. Combinando la información obtenida por ambos receptores, mediante el método diferencial, obtendremos de forma precisa la posición relativa entre ellos y finalmente, las coordenadas reales de las trayectorias realizadas con el GPS móvil (Figura IV.9.14.4).

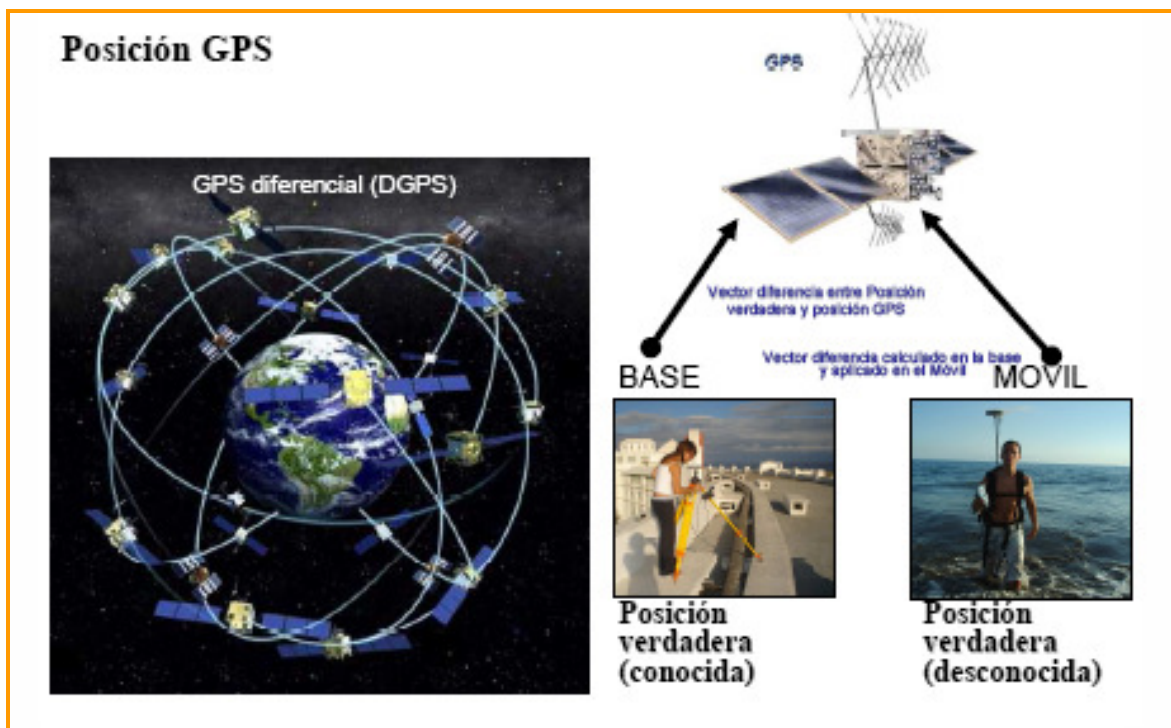


Figura IV.9.14.4 Esquema de trabajo del GPS diferencial.

IV.9.14.2.5 Monumentación

Se considera el amojonamiento de veinte (20) vértices de control GPS, se construirán mojoneras cilíndricas de concreto de 15 centímetros de diámetro con una varilla de 3/8" de diámetro y 30 cm de profundidad, esto es con la finalidad de identificar en campo la referencia básica de cada punto monumentado. La descripción de cada monumento será acordada con el personal del IMTA.

IV.9.14.2.6 Control terrestre

A partir de los vértices GPS que se establezcan del control básico (horizontal y vertical), se realizará el control terrestre de noventa (90) vértices, que apoyarán la georreferenciación de imágenes de satélite de alta resolución.

Dicha actividad se realizará con equipos de sistema de posicionamiento global por satélite GPS de primer orden, mediante metodología DIFERENCIAL modalidad ESTÁTICO, el cual consiste en captar información de mínimo cuatro satélites en cada vértice, por un lapso de 40 a 60 minutos por vértice, para asegurar que los resultados que se obtengan estén dentro de la exactitud que señala la Norma Técnica NTG002_2005 del INEGI (círculo de error probable este dentro del nivel de confianza del 95%), los valores a obtener serán coordenadas geográficas y coordenadas en proyecciones UTM en el sistema ITRF-92, ligado a los vértices de la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA) del INEGI.

El proceso de los datos crudos de los equipos receptores GPS se realizará con una computadora y software Astech Solutions. Se emplearán en campo equipos receptores de señales de satélites GPS, de 24 canales de recepción Promark 2.

IV.9.14.2.7 Proceso de cálculo

Los datos topográficos recopilados de campo con los levantamientos topográficos, serán procesados por medio del programa Astech Solutions especializados de cómputo, y serán presentados en forma digital mediante el software Global Mapper y Surfer.

IV.9.14.3 Actividades realizadas

IV.9.14.3.1 Identificación de los bancos de nivel

La nivelación fue llevada a cabo por medio sistema de posicionamiento global por satélites. El levantamiento incluyó la nivelación de 90 puntos. Inicialmente se procedió a

identificar los bancos de nivel que ya habían sido nivelados en estudios previos. Entre los bancos que se identificaron fueron el de la Secretaría de Agricultura y Comisión Federal de Electricidad (Figura IV.9.14.5). Estos puntos sirvieron para ligar valores (coordenadas y elevación) a la red generada en este levantamiento.



Figura IV.9.14.5 Banco de nivel Secretaría de Agricultura (izquierda) y Banco de Nivel de CFE (derecha)

IV.9.14.3.2 Nivelación de los puntos seleccionados mediante GPS Diferencial

La estación base (Figura IV.9.14.6) se programó de tal forma que obtuviera la información de los satélites cada dos segundos durante el día (La localización de todos los puntos visitados se encuentra en forma digital en el Anexo LOCALIZACION_EN_IMAGEN_SATELITE). Otro equipo (móvil) se desplazó a cada uno de los puntos para obtener sus coordenadas (Figura IV.9.14.7). Al llegar a cada punto se fijó la antena a su poste y se espera un par de minutos para empezar a tener una exactitud del orden de los decímetros, es decir, fijar la señal de los satélites. Durante este tiempo se identifica el punto, pues su denominación se emplea para identificar el registro correspondiente con las lecturas que se efectuaron en el punto, después de calibrar la información y tener todos los datos de identificación, se inició la toma de lecturas, durante un periodo de al menos 45 minutos para tener una mejor convergencia de los datos. (Figura IV.9.14.8). Al terminar con la lectura, la antena se desconecta del poste y se traslada al siguiente punto, el equipo móvil, mientras que la estación base continua en operación ininterrumpida. En la Tabla IV.9.14.1 se presentan las coordenadas de los vértices.



Figura IV.9.14.6 Estación base.

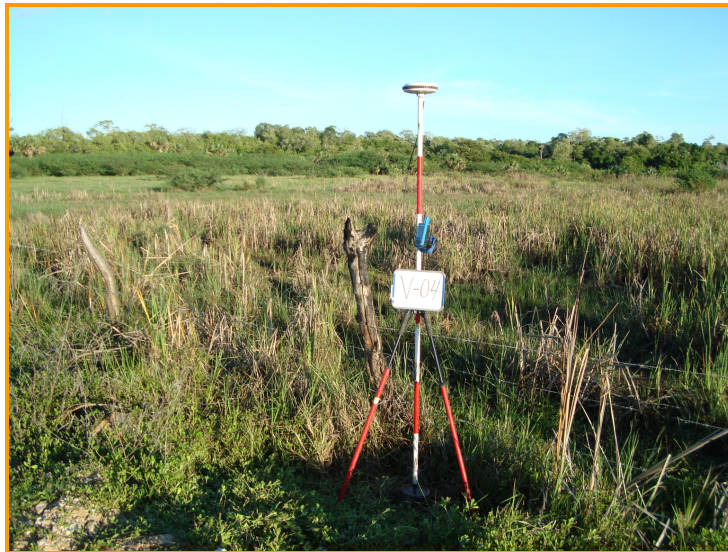


Figura IV.9.14.7 Equipo móvil.

Estas bases fueron necesarias para garantizar que las lecturas tomadas en los puntos en todo momento se encontraran dentro de un radio de 25 km de la estación base y que a su vez todas las bases estuvieran ligadas entre si. Pues esta es una de las restricciones que se tienen para utilizar los equipos de GPS diferencial de frecuencia sencilla. Los archivos con los datos crudos en formato RINEX se incluyen en el Anexo Rinex en formato digital, especificados por día y tipo de estación (base o móvil)

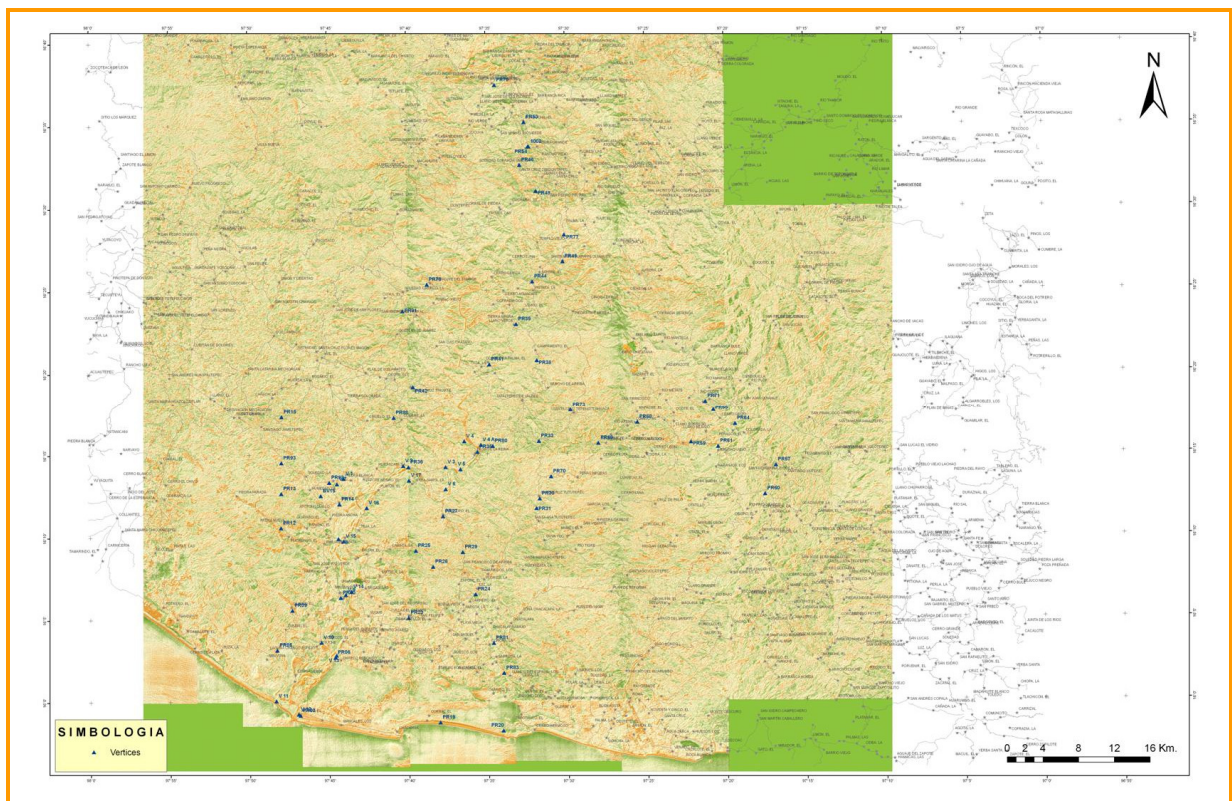


Figura IV.9.14.8 Vértices nivelados.

Tabla IV.9.14.1 Coordenadas de los vértices nivelados.

ID	Localidad	Latitud	Longitud	X_UTM	Y_UTM	Z
PR03	EL AZUFRE	15° 59' 14.00031" N	97° 46' 49.85163" W	630491.391	1767904.499	2.395
PR05	LAGUNA CHARCO ESPEJO	16° 03' 12.03804" N	97° 48' 16.39560" W	627876.534	1775204.938	10.275
PR06	CHARCO REDONDO	16° 02' 45.44955" N	97° 44' 37.02299" W	634400.756	1774426.382	11.354
PR09	EL GUINEO	16° 05' 37.05865" N	97° 47' 19.23897" W	629548.998	1779671.621	19.233
PR10	RIO VIEJO	16° 06' 22.56633" N	97° 44' 16.55514" W	634968.337	1781102.685	16.764
PR12	PATRIA NUEVA	16° 10' 37.76794" N	97° 48' 0.32067" W	628274.601	1788906.005	45.870
PR13	LA SOLEDAD	16° 12' 43.37655" N	97° 47' 59.28070" W	628282.931	1792766.454	90.069
PR14	EL SANTO	16° 12' 3.94934" N	97° 44' 20.00571" W	634801.562	1791593.784	32.666
PR15	COMALTEPEC	16° 17' 23.47158" N	97° 47' 56.39480" W	628318.122	1801375.027	424.234
PR17	CARR. PINOTEPA-JAMILT.	16° 17' 46.38623" N	97° 51' 16.69344" W	622368.921	1802045.096	305.183
PR20	MUELLE DE PASTORIA	15° 58' 15.84329" N	97° 34' 5.58064" W	653224.380	1766261.891	2.369
PR23	EL CAMALOTILLO	16° 05' 9.37738" N	97° 40' 1.33419" W	642565.619	1778900.983	18.535
PR24	LA LUZ	16° 06' 33.66352" N	97° 35' 48.05015" W	650074.198	1781541.257	46.471
PR25	CAMINO A LA CANADA 2	16° 09' 13.52134" N	97° 39' 32.17495" W	643383.287	1786410.032	67.002
PR26	CAMINO A LA CANADA1	16° 08' 14.35080" N	97° 38' 27.74931" W	645308.987	1784604.032	168.006
PR27	EL CIRUELITO	16° 11' 18.33737" N	97° 37' 49.07801" W	646420.145	1790266.311	101.919
PR29	CAMINO AL CIRUELITO	16° 09' 7.24498" N	97° 36' 35.54877" W	648631.133	1786251.929	282.275
PR30	STA CRUZ TUTUTEPEC	16° 12' 21.12194" N	97° 31' 43.48326" W	657264.350	1792271.086	454.095
PR31	CARR. STA CRUZ-STA ANA	16° 11' 46.31626" N	97° 31' 55.92323" W	656902.561	1791198.675	605.161
PR33	CRUC TEPENIXTLAHUACA	16° 15' 50.73004" N	97° 31' 45.65304" W	657153.671	1798713.035	304.654
PR35	PASO DE LA REINA	16° 15' 12.51439" N	97° 35' 37.68910" W	650272.947	1797490.037	49.373
PR36	CAMINO A PASO LA REINA	16° 14' 17.87494" N	97° 39' 58.76241" W	642532.793	1795758.867	40.877
PR38	PARAJE EL SANTO	16° 20' 48.71282" N	97° 31' 51.17783" W	656923.699	1807870.558	1202.854
PR39	LLANO VERDE	16° 22' 59.88806" N	97° 33' 8.81797" W	654590.928	1811885.797	870.070
PR41	EL OCOTE O LA PALMA	16° 20' 34.08886" N	97° 34' 50.91744" W	651592.870	1807383.240	602.632
PR42	TIHUIXTE	16° 19' 12.76807" N	97° 39' 39.70079" W	643039.372	1804825.849	477.047
PR44	CAMINO A LA PALMITA	16° 25' 34.83604" N	97° 32' 6.85807" W	656394.926	1816661.444	1097.634
PR45	STA. MARIA TLAPANALQUI.	16° 26' 47.08058" N	97° 30' 11.76804" W	659792.589	1818906.934	873.359
PR46	LA SOLEDAD COFRADIA	16° 32' 38.75422" N	97° 32' 52.47845" W	654947.910	1829681.237	747.286
PR48	CAMINO AL CUCHARAL	16° 31' 4.05728" N	97° 31' 51.16032" W	656787.003	1826783.803	592.720
PR53	LLANO CONEJO	16° 37' 29.92057" N	97° 34' 25.47396" W	652127.365	1838610.788	1133.555
PR54	CAMINO PIEDRA GRANDE	16° 33' 45.10174" N	97° 32' 20.96840" W	655867.247	1831727.275	716.648
PR57	JUQUILA	16° 14' 19.09893" N	97° 16' 51.99695" W	683710.253	1796103.302	1447.430

Continúa Tabla IV.9.14.1 Coordenadas de los vértices nivelados

ID	Localidad	Latitud	Longitud	X_UTM	Y_UTM	Z
PR59	PANIXTLAHUACA	16° 15' 45.56558" N	97° 22' 11.63642" W	674197.354	1798683.477	794.696
PR60	CRUCERO A CIENEGUILLA	16° 12' 34.22494" N	97° 17' 33.04441" W	682518.172	1792869.441	1743.506
PR61	PANIXTLAHUACA-JUQUILA	16° 15' 28.08851" N	97° 20' 29.46918" W	677235.169	1798170.654	929.021
PR64	LA COLORADA	16° 16' 50.80629" N	97° 19' 24.78658" W	679134.886	1800728.900	1449.707
PR65	DESVIACION COFRADIA1	16° 17' 43.02864" N	97° 20' 46.76448" W	676688.075	1802314.272	1652.440
PR68	EL CONEJO	16° 16' 58.18101" N	97° 25' 33.47265" W	668187.529	1800868.510	663.706
PR69	ARROYO EL TIZNE	16° 15' 42.39797" N	97° 28' 1.00212" W	663825.294	1798505.912	408.373
PR70	CAMINO A PEÑAS NEGRAS	16° 13' 41.50911" N	97° 31' 0.61105" W	658519.687	1794750.998	422.972
PR71	COFRADIA PRIMERO	16° 18' 15.15543" N	97° 21' 16.40484" W	675800.201	1803294.671	1296.257
PR73	TEPENIXTLAHUACA	16° 17' 45.66603" N	97° 29' 45.66024" W	660690.138	1802271.615	487.795
PR77	PTE. STA MARIA TLAPANAL	16° 28' 24.91422" N	97° 30' 5.22642" W	659964.333	1821915.429	322.279
PR78	EL TAMBOR	16° 25' 25.92649" N	97° 38' 45.29758" W	644577.592	1816305.378	685.627
PR79	EL GUAMUCHIL	16° 35' 14.25660" N	97° 32' 35.25186" W	655423.955	1834464.489	833.120
PR80	BRECHA PASO DE LA REINA	16° 15' 33.82233" N	97° 34' 39.99649" W	651981.277	1798156.772	277.474
PR81	LA CONCHA	16° 03' 35.34620" N	97° 34' 40.34589" W	652123.479	1776074.522	22.380
PR83	DESVIACION A PASTORIA	16° 01' 45.67395" N	97° 34' 2.46132" W	653272.666	1772711.556	20.505
PR88	LA CUMBRE	16° 17' 18.22274" N	97° 40' 53.32717" W	640876.974	1801291.170	733.525
PR91	SAN ISIDRO DEL PARRAL	16° 23' 49.30078" N	97° 40' 17.70767" W	641855.860	1813317.498	967.314
PR92	LA ESPERANZA	16° 13' 22.50791" N	97° 44' 57.89332" W	633661.735	1794001.247	66.801
PR93	KM 36.5 PINOTEPA-PUERT	16° 14' 34.76448" N	97° 47' 58.59512" W	628283.243	1796189.815	182.409
V 1	PIEDRA BLANCA	16° 13' 033.27184"	97° 44' 03.63564"	635270.754	1794341.943	52.573
V 2	PTE ARROYO EL ZANATE	16° 14' 018.96786"	97° 40' 018.36748"	641950.477	1795788.675	35.68
V 3	ARROYO LA HUICHICATA	16° 14' 014.19802"	97° 37' 038.31879"	646703.522	1795673.404	47.681
V 4	MARGEN DER. LA BOQUILL	16° 15' 047.54623"	97° 36' 027.56233"	648784.902	1798556.606	145.514
V 4 A	MARGEN IZQ. LA BOQUILLA	16° 15' 034.21116"	97° 35' 024.31483"	650665.431	1798159.616	94.219
V 5	PAR. ASUNCION ANTONIO	16° 14' 05.67933"	97° 36' 042.51343"	648362.262	1795422.750	42.726
V 6	PAR. SR ZENOBIO CHAVEZ	16°12' 053.79573"	97° 37' 037.99483"	646729.689	1793202.354	54.372
V 7	PAR. SR EFRAIN JIMENEZ	16°13' 013.48865"	97° 44' 028.44818"	634537.744	1793729.407	42.525
V 8	PTE RIO VERDE MARG DER	16° 9' 053.72799"	97° 44' 024.03455"	634706.454	1787590.947	28.51
V 9	PRESA DERIV. RIO VIEJO	16° 6' 029.36592"	97° 43' 057.77437"	635525.037	1781315.073	21.944
V 10	PTE ARROYO EL COYUCHE	16° 3' 036.34107"	97° 45' 029.66140"	632827.015	1775980.979	12.185
V 11	LAS PALMITAS FCO RUIZ	16° 0' 03.70349"	97° 48' 021.25627"	627765.395	1769416.208	7.102
V 12	CANCHA BASKET AZUFRE	15° 59' 015.09616"	97° 46' 056.89913"	630281.689	1767936.950	2.856
V 13	CAM.A CHARCO REDONDO	16° 20' 49.31189"	97° 44' 033.05556"	634314.712	1807737.531	9.642
V 14	MARGEN IZQ. DERIVADORA	16° 6' 041.18168"	97° 43' 036.27843"	636161.443	1781682.136	21.66
V 15	PTE RIO VERDE MARG. IZQ	16° 9' 045.56219"	97° 44' 04.43548"	635290.119	1787343.559	28.462
V 16	YERBA SANTA	16° 11' 046.45582"	97° 42' 036.72399"	637872.016	1791075.201	29.694
V 17	CARR LAS TEJAS-YERBA S.	16° 13' 025.69315"	97° 39' 056.69358"	642604.660	1794155.513	43.134

Para tener ligadas o unidas a estas estaciones fue necesario establecer una red de ligue (Figura IV.9.14.9). Los puntos de ligue debieron de cumplir con las mismas características de las estaciones base de GPS y su única diferencia es que no fueron usadas como base. Con las bases de GPS y los puntos de liga se efectuó el postproceso, con el programa ASTECH SOLUTIONS. De esta forma se llega a la determinación de las coordenadas de las estaciones de GPS, así como para ligar las bases con los bancos de

nivel encontrados en el área. La liga de las bases se realizó en la modalidad de levantamiento estático. Con este tipo de recolección de datos y postproceso diferencial se obtuvieron precisiones del orden del milímetro más un PPM por la distancia entre las bases.

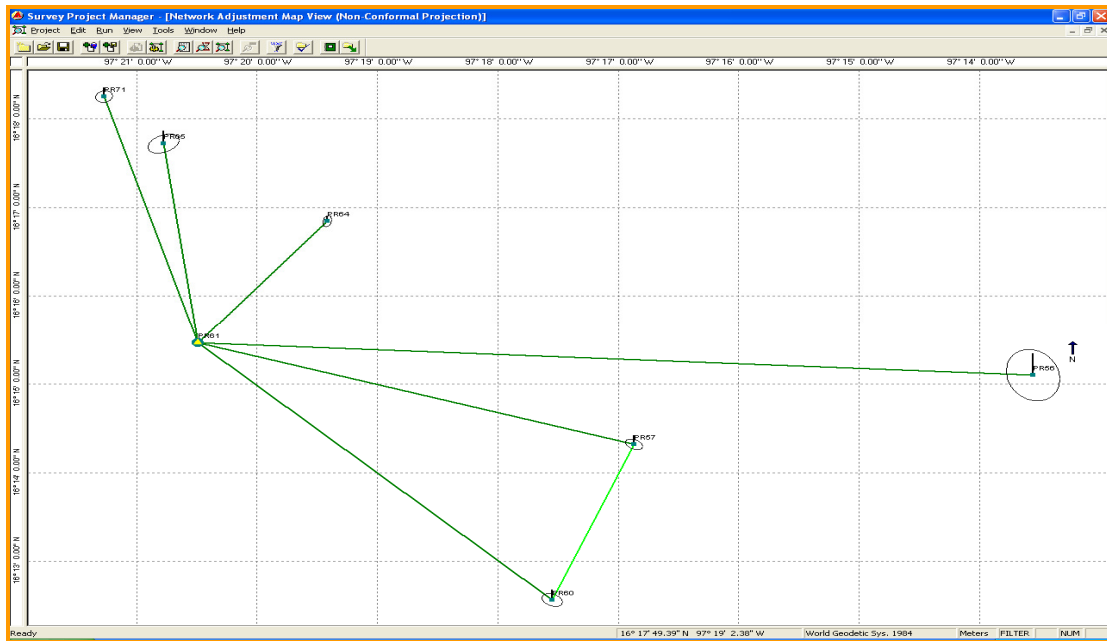


Figura IV.9.14.9 Esquema de ligue entre estación base y equipos móviles.

IV.9.14.3.3 Monumentación de sitios

Una vez que se seleccionaron los puntos donde se iba a colocar un monumento (Figura IV.9.14.11). Se procedió a la construcción del monumento mediante la perforación de un agujero de aproximadamente 40 cm de profundidad y de un diámetro de 30 cm (Figura IV.9.14.10). Posteriormente se colocó una mezcla de grava, arena y cemento, el cual se vertió sobre el agujero y se esperó a que fraguara. Un poco antes de que alcanzara la máxima dureza, se rotulaban los monumentos, escribiendo la clave y coordenadas X, Y del punto en cuestión. En la Tabla IV.9.14.2 se presentan las coordenadas de las mojoneras. Una vez que el monumento tenía una consistencia dura, se niveló el punto mediante el GPS diferencial siguiendo el procedimiento rutinario.



Figura IV.9.14.10 Monumentación de sitios.

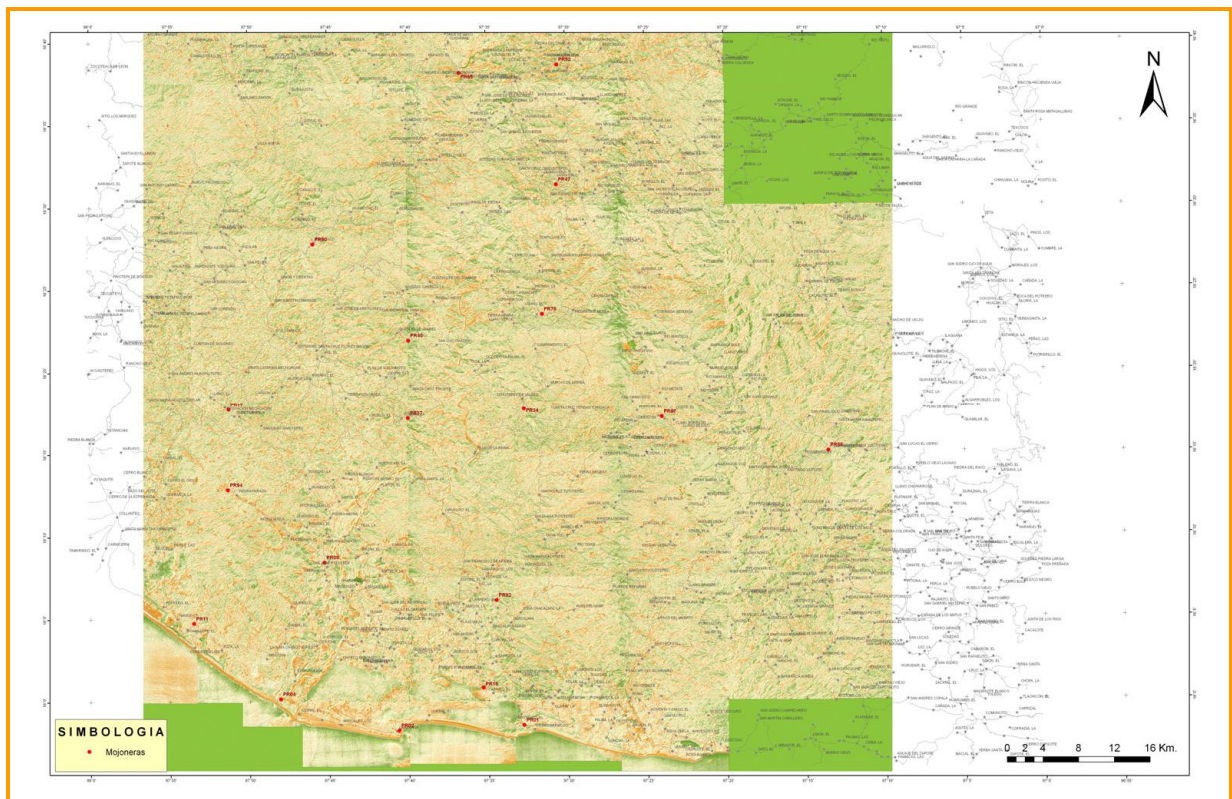


Figura IV.9.14.11 Localización de las mojoneras.

Tabla IV.9.14.2 Coordenadas de las mojoneras niveladas.

ID	Localidad	Latitud	Longitud	X_UTM	Y_UTM
PR01	Barra Laguna Pastoría	15° 58' 34.05600" N	97° 32' 47.06291" W	655554.976	1766837.829
PR04	Las Palmitas	16° 00' 12.32590" N	97° 48' 3.96149" W	628277.959	1769684.151
PR08	San José Río Verde	16° 08' 28.43413" N	97° 45' 17.29952" W	633140.260	1784959.994
PR11	El Potrero	16° 04' 48.02954" N	97° 53' 30.52898" W	618525.606	1778102.982
PR17	Carr. Pinotepa Jamil.	16° 17' 46.38623" N	97° 51' 16.69344" W	622368.921	1802045.096
PR18	Laguna de Pastoría	16° 00' 51.17302" N	97° 35' 20.04658" W	650977.961	1771020.705
PR19	Camino Chacagua	15° 58' 47.10205" N	97° 38' 3.39513" W	646147.441	1767175.081
PR34	Tataltepec	16° 17' 44.51116" N	97° 32' 41.31729" W	655476.165	1802198.328
PR37	Camino Limón Naranja	16° 17' 11.69567" N	97° 39' 59.66817" W	642471.077	1801100.907
PR40	Carr. Chatañú Ocotlán	16° 21' 57.68706" N	97° 39' 56.04416" W	642521.094	1809891.336
PR47	El Limoncillo	16° 31' 22.57607" N	97° 30' 34.47979" W	659056.406	1827369.705
PR52	Piedra Lisa	16° 38' 39.23763" N	97° 30' 29.96196" W	659090.605	1840792.232
PR55	Puente Llano Tigre	16° 38' 11.15503" N	97° 36' 39.65297" W	648142.407	1839850.203
PR56	Portillos	16° 15' 5.97080" N	97° 13' 33.50372" W	689592.237	1797594.376
PR67	Siete Arroyos	16° 17' 12.30699" N	97° 24' 1.37066" W	670918.395	1801323.941
PR76	Camino Rancho Viejo	16° 23' 31.42815" N	97° 31' 30.71155" W	657494.775	1812876.156
PR82	Camino a Mata de Ajo	16° 06' 8.45843" N	97° 34' 28.62705" W	652439.315	1780782.755
PR90	San Luis Yucutaco	16° 27' 49.47250" N	97° 45' 56.26074" W	631767.099	1820635.396
PR94	Piedra Parada	16° 12' 53.36238" N	97° 51' 20.00566" W	622320.969	1793039.286

IV.9.15 USO ACTUAL DE SUELO ESCALA 1:2000

Con objeto de evaluar los impactos directos que sobre la vegetación y uso de suelo se prevén derivados de la construcción de la presa, se desarrolló el mapa de uso de suelo y vegetación en escala 1:2,000, el cual fue generado mediante la interpretación asistida por computadora de las imágenes Quickbird multiespectrales tomadas en diciembre del año 2006 (figura IV.9.15.1).

IV.9.15.1 Definición de la zona de interés

La zona de interés fue ubicada y delimitada con base en los mapas proporcionados por la CFE correspondientes al cuadrante de la zona de obra, ubicación del eje de la presa de cambio de régimen y por último la superficie máxima del espejo de agua del proyecto de la presa Paso de la Reina (Figura IV. 9.15.1).

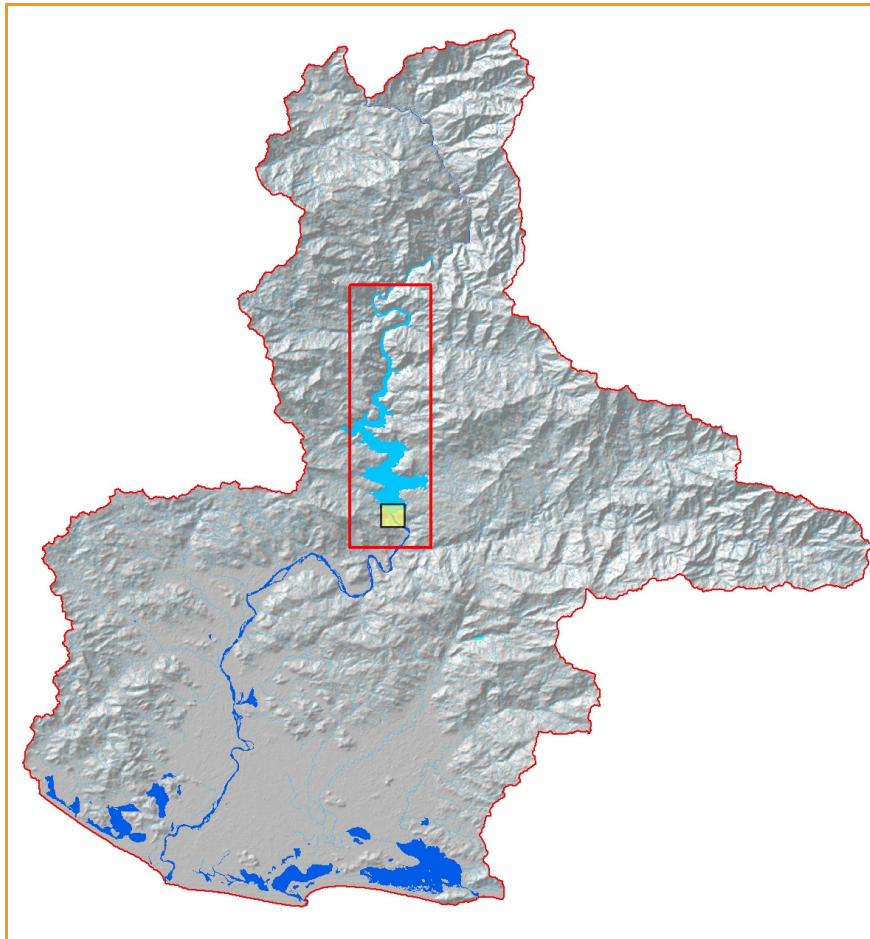


Figura IV.9.15.1. El cuadrante rojo delimita la zona de interés para la evaluación de uso de suelo en escala 1:2,000

IV.9.15.2 Imágenes empleadas

Para la generación del mapa de uso de suelo y vegetación de la zona de impacto directo, se emplearon imágenes de alta resolución tomadas el 6 de diciembre de 2006 por el satélite WorldView-1, sensor Quickbird, en modo multiespectral, las principales características de se presentan en la Tabla IV. 9.15.1.

Tabla IV.9.15.1. Características de las imágenes Quickbird

Características QuickBird	
Fecha de Lanzamiento	Octubre 18, 2001
Vehículo Propulsor	Boeing Delta II
Lugar de Lanzamiento	Base de la Fuerza Aérea en Vandenberg, Cal.
Altura de Órbita	450 km
Inclinación de Órbita	97.2°, sincrónica solar
Velocidad	7.1 km/seg
Hora de Cruce del Ecuador	10:30 a.m. (modo descendente)
Tiempo de Órbita	93.5 minutos
Tiempo de Revisita	1-3.5 días dependiendo de la Lat (30o off-nadir)
Ancho de barrido	16.5 km en el nadir
Exactitud Métrica	23-mero-horizontal (CE90%)
Resolución Radiométrica	11 bits
Resolución Espacial	Pan: 61 cm (nadir) a 72 cm (25o off-nadir)
	MS: 2.44 m (nadir) a 2.88 m (25o off-nadir)
Bandas de Imagen	Pan: 725 nm
	Blue: 479.5 nm
	Green: 546.5 nm
	Red: 654 nm
	Near IR: 814.5 nm



Figura IV.9.15.2. Mosaico Quickbird base para el mapa de uso de suelo, se aprecia lo alterado de la zona y la superficie potencial del espejo de agua de la presa.

IV.9.15.3 Método de clasificación

La técnica empleada en el proceso de clasificación de las imágenes fue la de interpretación asistida por computadora. Las ventajas de esta técnica sobre las clasificaciones digitales son que además de las características espectrales de los usos se pueden aplicar criterios como textura, contexto, geometría y distribución de las geofomas, así como el conocimiento del personal técnico.

Dos clases pueden ser ubicadas en la misma región del espacio espectral, o en determinadas condiciones o estados dos usos de suelo pueden tener la misma respuesta espectral, sin embargo mediante la aplicación de estos criterios los usos pueden ser separados.

El paso final para la generación del mapa de uso de suelo fue hacer una depuración de la clasificación digital preliminar mediante una interpretación visual que aplique los criterios antes mencionados para evitar confusiones de usos, definición de nuevos usos, etc.

La depuración fue apoyada en la experiencia del intérprete, material bibliográfico, ante el acceso limitado a la zona, se obtuvieron algunos registros de las visitas técnicas realizada (fotografías y video tomados durante el recorrido de campo, entrevistas a los técnicos del INEGI (en su sede de Aguascalientes y en la Regional de Oaxaca).

El resultado produce el mapa final de zonas agrícolas de riego y sus estadísticas.

IV.9.15.4 Clases evaluadas

La Tabla IV.9.15.2 que se presenta a continuación, relaciona las clases desarrolladas en la zona de interés, las cuales fueron obtenidas con base en los criterios establecidos por el INEGI para la carta de uso de suelo y vegetación en su serie IV.

Tabla IV.9.15.2. Relación de clases evaluadas en la zona del proyecto

CLASE	CLAVE	FASE
Bosque de pino	BP	Ninguno
Bosque de pino secundario	VSA/BP	Arbórea
Bosque de pino secundario	VSa/BP	Arbustiva
Selva mediana subperennifolia	SMQ	Ninguno
Selva mediana subperennifolia secundaria	VSA/SMQ	Arbórea
Selva mediana subperennifolia secundaria	VSa/SMQ	Arbustiva
Selva mediana subperennifolia secundaria	VSh/SMQ	Herbácea
Selva mediana subcaducifolia	SMS	Ninguno
Selva mediana subcaducifolia secundaria	VSA/SMS	Arbórea
Selva mediana subcaducifolia secundaria	VSa/SMS	Arbustiva
Selva mediana subcaducifolia secundaria	VSh/SMS	Herbácea
Pastizal cultivado	PC	N/A
Pastizal inducido	PI	N/A
Agricultura de temporal anual	TA	N/A
Agricultura de temporal permanente	TP	N/A
Sin vegetación aparente	DV	N/A
Cuerpos de agua	H2O	N/A
Asentamientos humanos	ZU	N/A

IV.9.15.5 Distribución y cuantificación de clases

Como resultado de la interpretación de las imágenes se generó el mapa de vegetación y uso de suelo con las consideraciones cartográficas de la escala 1:2,000 (Figura IV.9.15.3). En forma cuantitativa la evaluación de las superficies puede ser consultada en la base de datos asociada al mapa digital (Tabla IV.9.15.3).

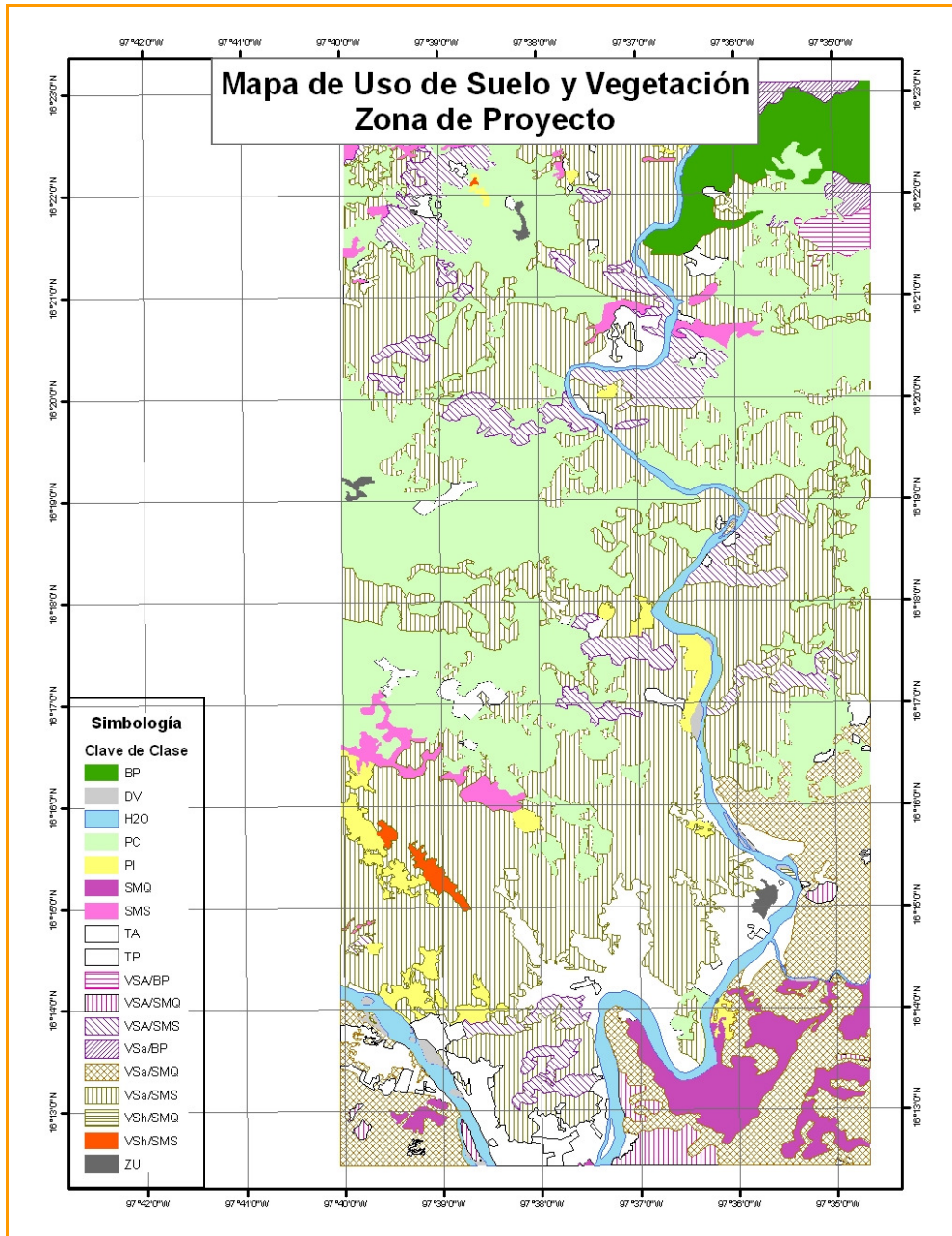


Figura IV.9.15.3 Distribución de clases que se ubican en la zona del proyecto

Tabla IV.9.15.3. Evaluación superficial de clases en la zona del proyecto.

CLASE	CLAVE	FASE	SUPERFICIE (ha)
Bosque de pino	BP	Ninguno	520.6
Bosque de pino secundario	VSA/BP	Arbórea	88.4
Bosque de pino secundario	VSa/BP	Arbustiva	136.9
Selva mediana subperennifolia	SMQ	Ninguno	509.4
Selva mediana subperennifolia secundaria	VSA/SMQ	Arbórea	159.1
Selva mediana subperennifolia secundaria	VSa/SMQ	Arbustiva	1,567.3
Selva mediana subperennifolia secundaria	VSh/SMQ	Herbácea	3.4
Selva mediana subcaducifolia	SMS	Ninguno	336.2
Selva mediana subcaducifolia secundaria	VSA/SMS	Arbórea	1,190.2
Selva mediana subcaducifolia secundaria	VSa/SMS	Arbustiva	6,795.0
Selva mediana subcaducifolia secundaria	VSh/SMS	Herbácea	48.8
Pastizal cultivado	PC	N/A	4,898.3
Pastizal inducido	PI	N/A	349.1
Agricultura de temporal anual	TA	N/A	1,410.1
Agricultura de temporal permanente	TP	N/A	73.1
Sin vegetación aparente	DV	N/A	55.0
Cuerpos de agua	H2O	N/A	556.4
Asentamientos humanos	ZU	N/A	36.5
Superficie evaluada			18,733.9

IV.9.15.6 Evaluación de impactos directos en la vegetación y uso de suelo

Con base en la intersección de los mapas correspondientes a: polígono de zona de obra, superficie máxima del embalse de la presa Paso de la Reina y superficie máxima del embalse de la presa de cambio de régimen (Figura IV.9.15.4) sobre el mapa detallado de uso de suelo y vegetación expuesto en el inciso anterior se obtuvieron las siguientes superficies de coberturas que serán afectadas de manera directa.

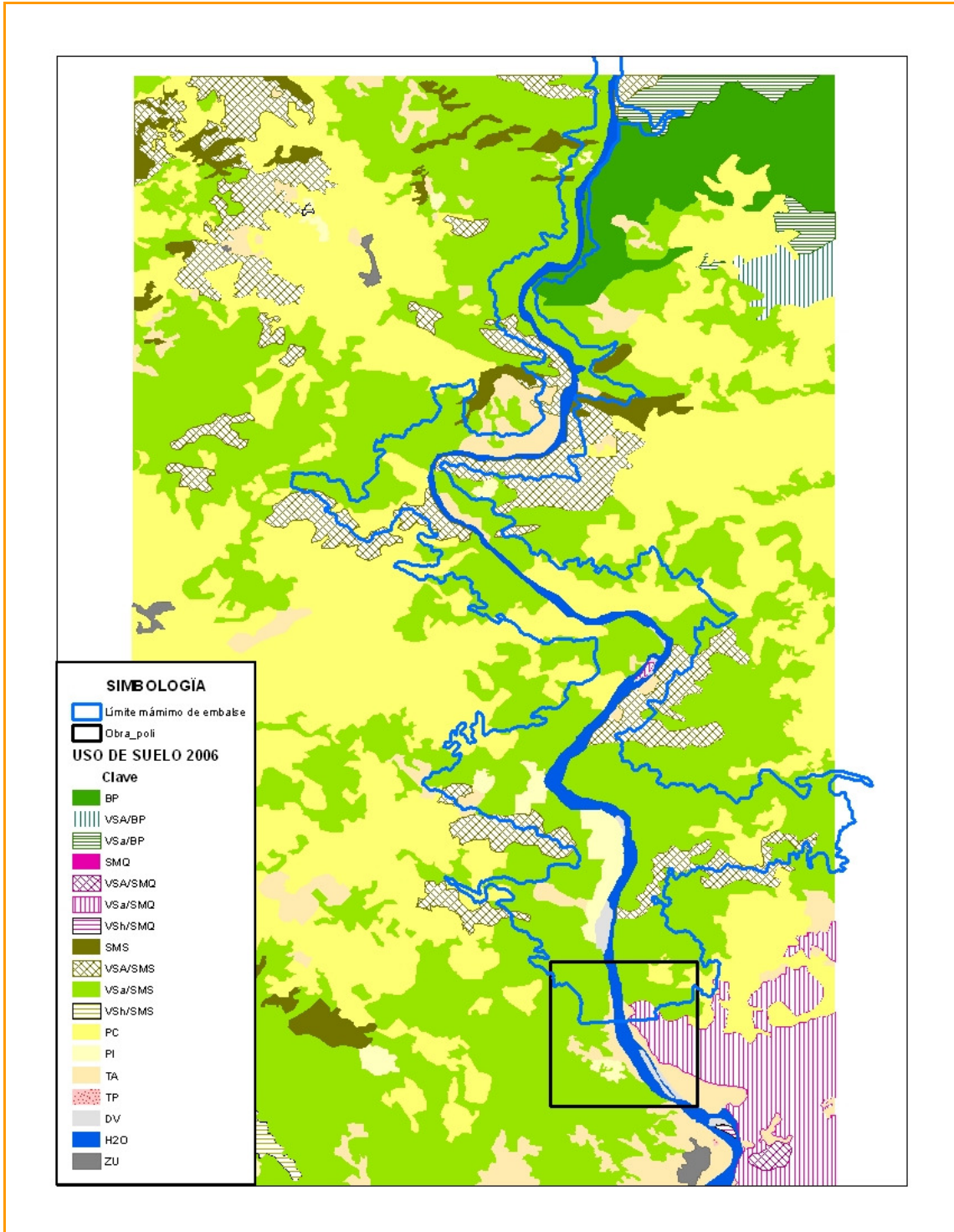


Figura IV.9.15.4 Coberturas afectadas de manera directa por el desarrollo del proyecto

Tabla IV.9.15.4 Superficies de coberturas incluidas dentro de la zona del embalse de la presa Paso de la Reina

ATRIBUTO	CLASE IMPACTADA	SUPERFICIE (ha)
1	Bosque de pino	19.6
3	Bosque de pino secundario arbustivo	12.0
6	Selva mediana subperennifolia secundaria arbustiva	10.2
8	Selva mediana subcaducifolia	10.3
9	Selva mediana subcaducifolia secundaria arbórea	247.8
10	Selva mediana subcaducifolia secundaria arbustiva	1,260.4
12	Pastizal cultivado	326.3
13	Pastizal inducido	83.1
14	Agricultura de temporal anual	91.7
16	Sin vegetación aparente	15.0
17	Cuerpos de agua	202.9
		2,279.3

Tabla No. IV.9.15.5 Superficies de coberturas incluidas dentro del polígono de obras

ATRIBUTO	CLASE IMPACTADA	SUPERFICIE (HA)
6	Selva mediana subperennifolia secundaria arbustiva	53.4
10	Selva mediana subcaducifolia secundaria arbustiva	223.3
12	Pastizal cultivado	15.2
13	Pastizal inducido	9.2
14	Agricultura de temporal anual	48.7
16	Sin vegetación aparente	7.4
17	Cuerpos de agua	35.2
		392.4