



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFÍA**

**INFORME DE ACTIVIDADES EN EL LABORATORIO DE ANÁLISIS GEO-ESPACIAL
(ANTES DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y PERCEPCIÓN REMOTA)
DEL INSTITUTO DE GEOGRAFÍA, UNAM. PERIODO 2001-2009.**

**INFORME ACADÉMICO POR ACTIVIDAD PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
LICENCIADO EN GEOGRAFÍA
P R E S E N T A :
MAURICIO RENÉ RAMOS ÁLVAREZ**

Asesor de Informe: M. en C. José Antonio Quintero



México, D.F.

Junio de 2009



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice

Índice	Pág.
Introducción	I
Planteamiento del Problema	III
Justificación	IV
Hipótesis	V
Objetivos	V
• Objetivo General	V
• Objetivos Particulares	V
CAPITULO 1 El Laboratorio de Análisis Geo-Espacial (LAGE).	1
Líneas de investigación	1
Temas en el campo de la Percepción Remota	2
Temas en el campo de los Sistemas de Información Geográfica	2
• 1.1 Capacitación y cursos.	3
1.1.1 Cursos SIG y Diplomados	3
1.1.2 Cursos de Percepción Remota	3
1.1.3 Otros Cursos	4
1.1.4 Clases adjuntas	4
• 1.2 Proyectos	4
1.2.1 Proyecto IMPULSA-SIBA-UNIGEO	5
1.2.2 Proyecto La Parota	6
1.2.3 Ordenamiento Territorial del Estado de Oaxaca	6
• 1.3. Dotación de información	7
1.3.1 Asesorías	7
• 1.4 Actividades Realizadas	7
• 1.5 Colaboración en Publicaciones	8
• 1.6 Marco Teórico	8
1.6.1 Primera Ley de la Geografía	8

Índice

	Pág.
1.6.2 Sistema de Información Geográfica (SIG)	9
1.6.3 Análisis Espacial	9
1.6.4 Programas (Software)	10
1.6.4 Cursos impartidos	11
CAPITULO 2 Los Sistemas de Información Geográfica.	12
• 2.1 Los Sistemas de Información Geográfica y Análisis Espacial.	12
• 2.2 Que son los SIG	12
2.1.1 Tipos de proyecciones	14
Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM)	15
Propiedades y Parámetros	16
Ventajas del sistema UTM	17
Proyección Cónica Conforme de Lambert	18
• 2.2.2 Datum	18
NAD27	19
ITRF92	20
WGS84	20
NAD83	21
Comparaciones y análisis	21
WGS84 e ITRF92	21
• 2.2.3 Datos Vectoriales	22
TIPOS DE DATOS	22
• 2.3 El análisis espacial en la geografía.	22
2.3.1 Topología	23
2.3.2 Georreferencia	24
• 2.4 Actividades desarrolladas	25
• 2.5 Cartografía digital Actividades realizadas	26
CAPITULO 3 La Percepción Remota.	43
Definición conceptual	43
• 3.1 El uso de la percepción remota y sus herramientas.	43
3.1.1 Sensores	43
Tipos de Sensores	44

Índice

	Pág.
3.1.1.1 LANDSAT ETM, TM y MSS	45
3.1.1.2 Sensor MSS (Multispectral Scanner)	46
3.1.1.3 Sensor SPOT	47
3.1.2 Resoluciones	48
3.1.2.1 Resolución Espacial	48
3.1.2.2 Resolución Temporal	49
3.1.2.3 Resolución Radiométrica	50
3.1.2.4 Resolución Espectral	51
3.1.1 Espectro Electromagnético	52
• 3.2 Procesamiento digital de imágenes con ENVI	52
3.2.1 tipo de imágenes	54
• 3.3 Aplicaciones y tareas de la percepción remota.	54
3.3.1 Índices Normalizados de Vegetación (NDVI)	54
3.3.2 Modelos Digitales de Terreno (MDT)	57
Definición del MDE.	60
3.3.2.1 Modelado Topográfico	58
3.3.2.2 Hillshade (sombreado)	58
3.3.2.3 Aspecto (orientación de laderas)	60
3.3.2.4 Pendiente	60
3.3.2.5 TIN	62
• 3.4 Percepción Remota. Actividades realizadas	63
Conclusiones	99
Bibliografía	102

Índice

Índice de Cuadros y Figuras	Pág.
Cuadro 1.6.3.1 Programas utilizados y actividades	9
Cuadro 2.2.2.1 Diferentes datums y sus elipsoides de referencia	19
Cuadro 2.2.2.3 Diferencia entre los elipsoides de referencia WGS84 e ITRF92	21
Cuadro: 3.1.1.2 Tipos de sensores multiespectrales	45
Cuadro: 3.1.2.1.1 Resolución espacial para el sensor TM y ETM+	49
Cuadro: 3.2.1.1 Listado de los formatos raster más comunes	54
Figura 2.2.1.1 Proyección UTM	15
Figura 2.2.1.2 Representación de una franja UTM	17
Figura 2.2.1.3 Proyección cónica conforme de Lambert	19
Figura: 2.2.2.2 Sistema IERS	20
Figura: 2.3.2.1 Sistema de meridianos y paralelos	25
Figura: 3.1.1.1 Diferentes tipos de sensores remotos	44
Figura: 3.1.2.2.1 Resolución temporal	49
Figura: 3.1.2.3.1 Valores discretos de los pixeles de una imagen.	51
Figura: 3.1.2.4.1 Longitudes de onda de las diversas radiaciones electromagnéticas.	51
Figura: 3.3.1.1. NDVI a partir de una imagen Landsat ETM+ 2000	56
Figura: 3.3.1.2 Compuesto falso color con NDVI imagen Landsat ETM 2000 PATH 39 ROW 38.	57
Figura: 3.3.2.1 Modelo Digital de Terreno	58
Figura: 3.3.2.2.1 Modelo Sombreado (hillshade) a color	59
Figura: 3.3.2.3.2 Modelo de Aspecto de la pendiente	60
Figura: 3.3.2.4.1 Cálculo de la pendiente	61
Figura: 3.3.2.4.2 Mapa de pendientes en porcentaje	62
Figura: 3.3.2.5.1 Modelo Irregular de Triángulos (TIN)	63

Introducción

INFORME DE ACTIVIDADES EN EL LABORATORIO DE ANÁLISIS GEO-ESPACIAL (ANTES DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y PERCEPCIÓN REMOTA) DEL INSTITUTO DE GEOGRAFÍA, UNAM. PERIODO 2001-2009.

INTRODUCCIÓN

Las actividades desarrolladas durante la estancia de ocho años en el Laboratorio de Análisis Geo-Espacial (LAGE), llevaron a la redacción de este informe que describe las actividades desempeñadas y los conocimientos adquiridos a través del manejo de la información, la capacitación y la aplicación; por medio de programas especializados en el tratamiento de imágenes, la corrección de la información, la distribución y por último, la generación y/o publicación de artículos, proyectos o tesis de distintos niveles, en las diferentes ramas del conocimiento.

Las tareas realizadas fueron de diferente y de muy diversa índole, desde un inicio, el primer problema es el manejo de los programas; en la dinámica del LAGE se han utilizado aquellos relacionados con los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y los de Percepción Remota (PR). De cualquiera de los dos tipos, existe una gran variedad para el manejo o tratamiento de la información, diferenciándose únicamente por el diseño, el número en mayor o menor medida de las herramientas, menús o aplicaciones que contiene cada uno. Si a ello se suman los conocimientos aprendidos durante la carrera, se hace un fuerte y sólido complemento en el desempeño de la actividad geográfica.

Una vez adquiridos los conocimientos en el manejo de las herramientas y la base teórica metodológica, se requiere realizar tareas específicas para cada una de las solicitudes de información que llegan al LAGE y he aquí una descripción de cada una de las etapas por las que pasa la solicitud:

1. identificar el tipo de información que solicitan, es decir, información vectorial o raster, imágenes o modelos de terreno.

Introducción

Para cumplir con este paso se requiere de una petición por medio de una institución de la UNAM, de alguna secretaria de gobierno, instancia educativa (universidad o instituto), pública o privada que necesite de la información; la cual debe contener el objeto de estudio donde se especifique el tipo de trabajo que se realizará, ya sea docente, académico o de investigación para un proyecto, informe o trabajo de tesis de cualquier grado. La descripción sencilla del área de estudio, es decir, las coordenadas extremas que delimiten la zona, ya sea por medio de coordenadas UTM, o geográficas o la ubicación en el terreno de puntos o polígonos tales como divisiones políticas estatales, municipales o AGEB's. Finalmente, la asignación de los créditos correspondientes al Instituto de Geografía, remarcando la importancia del uso de la información y que ésta no tendrá fines de lucro, debido a que la misma ha sido gratuita.

2. ubicar inequívocamente la zona en la que se encuentra el área de estudio. La localización de la zona es de fundamental importancia cuando el solicitante, entrega coordenadas UTM, esto se lleva a cabo por medio de un SIG. Debido a la división de las diferentes zonas UTM, el área de estudio puede confundirse en la lectura debido a que en este sistema de proyección, las coordenadas se repiten, no así, la franja UTM a la que corresponde.

3. realizar los diferentes procesos para la obtención de un resultado en cuanto a la información se refiere.

Es la actividad con mayor número de pasos o procesos que se le hacen a la información, dado que esta no siempre contiene una georreferencia, un datum, o una proyección adecuada, en este último caso puede ser necesario, un cambio en la misma, de acuerdo a los requerimientos del usuario. Otro tipo de actividades son las relacionadas con los procesos simples, como corte, unión, área de influencia o buffer, asignación espacial, edición vectorial y cartográfica máscaras, mosaicos, modelados, clasificaciones de las imágenes, índices de vegetación, componentes principales, sobreposición de imágenes de diferentes resoluciones, corrección de histogramas; y por último, las actividades relacionadas con el trabajo menos especializado pero no menos importante como el escaneo de cartas, mapas o planos en la

Introducción

biblioteca del instituto, la impresión de mapas, carteles y planos, por medio de impresoras y *plotters* de gran formato.

4. modificación de la información, cambio de formatos, proyecciones.

La modificación de la información tiene que ver con los cambios realizados a los archivos tanto vectoriales como raster, para hacer compatible el uso en otros sistemas ajenos a los de información geográfica o programas de manipulación de imágenes. En esta actividad se realizaron o convirtieron a los formatos mas simples posibles, o de fácil uso para le gente que solicitaba la información. Los formatos vectoriales más comunes como shape para Arcview 3.x, ArcGIS 9.x, formatos CAD, además de los archivos DXF, DGN y DWG para Autocad y MIF de MapInfo; para el caso de los archivos raster o imágenes los formatos de salida con el programa ENVI 4.3 son, BIL, IMG, TIFF, JPG, ECW (formato de compresión) y PIX, utilizables en programas de tratamiento digital de imágenes como ENVI 4.3, ERDAS, Arcview 3.2, ArcGIS 9.x, ERMapper, PCI Geomatics, IDRISI e ILWIS.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La carrera en la licenciatura en Geografía, en la facultad de Filosofía y Letras, de la Universidad Nacional Autónoma de México, tiene una amplia gama de ramas, que cubren en su mayoría los aspectos sociales, económicos y físicos de las ciencias geográficas, cuenta ahora con un nuevo plan de estudios aprobado en julio de 2008. El anterior plan databa de 1971, en el cual no contemplaba las áreas de investigación y formación en los campos de SIG ni PR, mucho menos de análisis espacial o metodología aplicada en computadoras que resolvieran de alguna manera la problemática de actualización en la formación de los nuevos geógrafos.

Sin embargo, el instituto de Geografía, a través, del laboratorio de SIG y PR, lleva ya varios años aplicando diferentes metodologías que resuelven de manera inmediata las demandas en la producción de información cartográfica y análisis en imágenes de satélite, fotografía aérea e incluso generando un importante acervo en cuanto a modelado espacial, modelos digitales de terreno, cartografía

Introducción

actualizada y corregida, interpretación de datos espaciales y divulgación científica, efectuando así una de las actividades más importantes del quehacer del geógrafo; la producción de mapas. Es así que, durante la estancia de trabajo de más de 8 años en el laboratorio, se realizaron diversas actividades en atención a peticiones de información, pero sobre todo, se obtuvo un sólido conocimiento teórico y práctico sobre los SIG y la PR.

JUSTIFICACIÓN

El presente informe describe la formación adquirida durante 8 años de trabajo en el campo de la Geomática. Esta es una contribución desde el punto de vista académico y se espera que sirva como referencia a grupos de trabajo y a la formación de personal, por medio de la transmisión del conocimiento de esta tecnología, con un enfoque práctico, en los cursos referentes a los SIG.

En el área docente apoyará la formación integral teórico-práctica, ayudando en el manejo de la información espacial, durante la impartición de clases, cursos y materias enfocadas a la actualización a nivel licenciatura, maestría y doctorado, y en aquellas instancias públicas o privadas y el instituto de Geografía mismo, que son generadoras de información. Los resultados serán en beneficio de los usuarios de los SIG's y PR.

La contribución práctica es en si, la aplicación de los sistemas, el manejo de toda la paquetería y el uso constante de métodos automatizados, de esta manera, el presente trabajo aportará la metodología a seguir en cuanto a la adquisición, manejo de la información, el procesamiento, la calidad de la información, la corrección y limpieza de los datos, la transformación en nueva información, la ordenación y funcionamiento de la misma y por último, en la representación cartográfica, inédita, única y exclusiva de cada uno de los usuarios.

Introducción

HIPÓTESIS

El presente trabajo se sustenta en la siguiente hipótesis:

La falta de planes de estudio enfocados en los SIG y PR, hace de la formación del geógrafo, carente del conocimiento de las áreas de automatización de la información, debido a ello, representa un rezago en la aplicación de métodos computacionales complementarios que integren el conocimiento teórico y la utilidad práctica del mismo.

OBJETIVOS

El informe desarrollará los siguientes objetivos a cubrir:

OBJETIVO GENERAL

- Describir las diferentes actividades y su importancia en la conformación de las aplicaciones computacionales de los datos espaciales con SIG y PR.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Distinguir la importancia de la aplicación de los SIG.
2. Examinar el uso de la PR como herramienta del análisis espacial.
3. Evaluar los conocimientos obtenidos en el Laboratorio de Análisis Geo-Espacial.

CAPÍTULO 1

El Laboratorio de Análisis Geo-Espacial (LAGE).

Una de las múltiples funciones del LAGE, es la investigación, sin descuidar la obtención y desarrollo de proyectos externos, que durante mucho tiempo se llevaron a cabo en este laboratorio de manera exitosa, y que han sido de importancia vital para el mantenimiento y la vinculación con otras instituciones. Siendo un laboratorio de vanguardia en las aplicaciones de tecnologías SIG y PR, proporcionando información, formación y difusión del conocimiento.

Objetivos

- - Generar conocimiento en las áreas de SIG y PR.
- - Aplicar el conocimiento sobre dichas áreas para la solución de problemas ambientales y socioeconómicos del territorio nacional.
- - Educar y capacitar en el uso de las tecnologías de SIG y PR mediante cursos curriculares y extracurriculares.
- Prestar servicios para el manejo de herramientas de SIG y PR y de procesamiento de información geográfica (www.igeograf.unam.mx).

Líneas de investigación

Son fundamentalmente dos las líneas de investigación dentro del LAGE; la primera, enfocada en la aplicación, investigación y desarrollo de tecnología SIG, la segunda sobre PR, aunque cabe señalar que dentro de esta línea hay un área dedicada a la “percepción remota alternativa”, dedicada principalmente a la generación de información a bajo costo, con tecnologías y herramientas convencionales. Los nombres de los campos SIG y PR han sido superados, actualmente los conceptos de Geoinformática, Geomática o Geographical Information Science (GIS por sus siglas en inglés) reflejan mejor la naturaleza del trabajo académico que se lleva a cabo en el Laboratorio, por eso el cambio de nombre.

Temas en el campo de la Percepción Remota

- Percepción Remota Marina. Adquisición y análisis de información contenida en imágenes de satélite de los mares y océanos, principalmente de México, y sus aplicaciones.
- Percepción Remota Alternativa. Investigación y desarrollo de tecnología sobre sensores y plataformas para la adquisición de información relativa a la superficie terrestre, y sus aplicaciones.
- Monitoreo de recursos naturales. Investigación sobre el estado de los recursos de vegetación, agua, atmósfera y detección de recursos minerales mediante imágenes de satélite y sus aplicaciones.
- Procesamiento digital de imágenes. Desarrollo e investigación sobre métodos y técnicas de procesamiento digital de imágenes para la extracción semiautomática de rasgos contenidos en imágenes de satélite y fotografías aéreas.

Temas en el campo de los Sistemas de Información Geográfica

- Análisis espacial. Investigación sobre métodos y técnicas de procesamiento de información geográfica.
- Cartografía digital y visualización. Desarrollo e investigación de métodos y técnicas para la presentación de información espacial en línea. Visualización de procesos espacio-temporales en 2 y 3 dimensiones.
- Administración de acervos de información geográfica en red. Desarrollo de métodos de búsqueda en los acervos, estándares de documentación, protocolos de intercambio de información e integración de redes de servidores de datos geoespaciales.
- Modelamiento espacial. Estudio de técnicas, métodos y algoritmos para la representación, modelación y simulación de procesos espaciales.
- Sistemas de soporte de decisiones espaciales. Estudio de técnicas para el diseño e implementación de aplicaciones geográficas, con el fin de incorporar la información espacial, de manera eficiente, en los flujos normales de trabajo dentro de las instituciones.

Infraestructura de datos espaciales. Estudio y desarrollo de métodos para estandarizar, organizar y difundir los acervos de datos espaciales, para fomentar la reutilización y facilitar el intercambio de información geoespacial (www.igeograf.unam.mx).

1.1 Capacitación y cursos.

Los cursos recibidos, fueron dentro del Instituto de Geografía, en su mayoría impartidos por personal del mismo, académicos especializados en las áreas de SIG, Bases de Datos y manejo de herramientas y programas; dichos cursos, tuvieron la finalidad de capacitar y actualizar a becarios, tesistas y personal académico del LAGE en su mayoría y en menor proporción a integrantes de las diversas áreas del Instituto, debido a que cada una de ellas tiene personal, que si bien tiene los conocimientos y equipo necesario para el desarrollo de proyectos, el grueso de los trabajos de SIG, corresponde al Laboratorio.

1.1.1 Cursos SIG y Diplomados

2001 **“Introducción a Arcview 3.2”**, (20h), Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía.

2001 **“Mapinfo 5.0”**, (20h), Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía.

2001 **“Diseño de Base de Datos Relacional con ORACLE 8i”** (10h) Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía

2005 **“Diplomado en Geomática”**, personal de apoyo (180h) Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía

2006 **“Diplomado en Geomática”**, personal de apoyo (180h) Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía

2007 **“Diplomado en Geomática”**, personal de apoyo (180h) Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía

1.1.2 Cursos de Percepción Remota

2001 **“Técnicas y Aplicaciones del Procesamiento Digital de Imágenes”**, (24h), Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía.

2002 **“Introducción a River Tools 2.4”**, (20h), Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía

1.1.3 Otros Cursos

Cursos complementarios de formación y actualización en programas de uso común en el LAGE.

2003 “**Sistema Operativo Unix**”, (15h), Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía

2002 “**Sistema Operativo Linux**”, (30h), Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía

2002 “**Sistema Operativo Windows Operación y Configuración**”, (20h) Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía

1.1.4 Clases adjuntas

En el Instituto de Geografía se imparte la Maestría en Geografía con dos orientaciones: Ordenamiento Territorial y Sociedad y Territorio, dentro de la asignatura de SIG que imparte el M. en C. José Antonio Quintero, además también de la asignatura de PR impartida por el Dr. Raúl Aguirre Gómez.

En las dos asignaturas se trabajó con los alumnos en la parte práctica, con la utilización de los programas ArcGIS en sus versiones 9.0 a 9.3; completando la teoría con ejercicios sujetos a las necesidades en el aprendizaje y manejo de la paquetería de ESRI, por otro lado, con el programa ENVI en sus versiones 3.6, 4.0 y 4.3 de la empresa RSI (Research Systems Inc.), también apoyando en la aplicación de ejercicios comprensibles al alumno de maestría.

1.2 Proyectos

La concesión por participación en concursos de licitación o adjudicación directa, llevaron al LAGE, a ser punta de lanza en el desarrollo de proyectos, debido a la alta calidad en cuanto a los estudios e investigaciones que lleva a cabo el laboratorio, contando con el personal académico, docente y de apoyo (becarios y/o servicios sociales), adecuado para ejecutarlo. Es así, que todos los proyectos realizados, se entregaron en tiempo y forma para uso y manejo de la información

solicitada por el “cliente”, que ha sido desde el gobierno federal, gobiernos estatales o municipales, instituciones gubernamentales, educativas, privadas y no gubernamentales (ONG’s).

Abajo se listan los proyectos en los cuales se colaboró con actividades principalmente en las áreas de SIG y con un importante apoyo de la PR.

1.2.1 Proyecto IMPULSA-SIBA-UNIGEO

- Programa de Investigación Multidisciplinaria de Proyectos Universitarios de Liderazgo y Superación Académica (IMPULSA)
- Sistemas de Informática para la Biodiversidad y el Ambiente (SIBA)

Responsables:

Coordinador de Proyecto UNIGEO

M. en C. José Antonio Quintero Pérez

Forma parte de uno de los cinco Mega Proyectos más ambiciosos emprendidos por la universidad, donde se pretende reunir todas las colecciones con datos espaciales, que involucren a los distintos institutos dentro de la Universidad, por mencionar algunos, se encuentran los de Biología (IB) y la Unidad Geoespacial (UNIGEO) del Instituto de Geografía (IGg). Más tarde, se creó UNIPALEO, en el Instituto de Geología (IGl), con información paleontológica. Al finalizar 2007 había cinco unidades Informáticas: UNIBIO, del Instituto de Biología; UNIGEO, del IGg; UNIPALEO, del Instituto de Geología; BiodiMar, del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología y UNIIQUIM del Instituto de Química. (www.planeacion.unam.mx). En este proyecto se colaboró con la digitalización de más de Nmil fotografías aéreas, correspondientes a 600 líneas de vuelo, pertenecientes al acervo fotográfico de la Biblioteca “Ing. Antonio García Cubas”, del IGg.

1.2.2 Proyecto La Parota

Responsable: Mtro. Luis Miguel Morales Manilla

Actividades: Manejo de cartografía digital

Vectorización

Manejo de proyecciones

Digitalización

Georreferenciación

Análisis Espacial

Edición de cartografía

Edición de mapas

Impresión de mapas

Resultados

Los resultados constan en el estudio técnico a resguardo del LAGE, donde se señala el impacto social, económico, físico y ambiental en la proyección a 10 y 20 años por el establecimiento de la presa hidroeléctrica “La Parota”. Contó además con la participación del Programa Universitario del Medio Ambiente (PUMA), el Instituto de Geografía (IGg) en todas sus áreas y primordialmente para el desarrollo del SIG, del LAGE.

1.2.3 Ordenamiento Territorial del Estado de Oaxaca

Responsable: Dr. José Luis Palacio P. y Mtro. Luis Miguel Morales M.

Actividades: Manejo de cartografía digital

Vectorización

Manejo de proyecciones

Digitalización

Georreferenciación

Edición de cartografía

Generación de metadatos

Edición de mapas

Impresión de mapas

Resultados

Los resultados se entregaron al Gobierno del Estado de Oaxaca, principal interesado y patrocinador, además de ser quién solicitó el estudio de Ordenamiento Territorial al Instituto de Geografía. Toda la información generada quedó a resguardo en copias en disco en el LAGE. Se creó un SIG para la presentación de acciones y toma de decisiones, se entregaron en formato impreso y en formato digital los mapas temáticos a nivel estatal, regional y municipal del estado de Oaxaca, de las distintas variables del ordenamiento territorial.

1.3. Dotación de información

El LAGE, por ser parte de una institución educativa pública, el laboratorio otorga información a los alumnos de licenciatura, maestría y doctorado, además a instituciones públicas que lleven a cabo investigaciones y proyectos particulares. Es importante señalar, que en ninguno de los casos, se hizo el cobro por la información, únicamente la reposición de material como “pago simbólico”.

1.3.1 Asesorías

Las asesorías se llevaron a cabo durante todo el periodo de la estancia en el LAGE, siendo estas, soluciones a las peticiones de información por parte de los alumnos o investigadores, debido a que no contaban con la formación o el conocimiento en el manejo de los archivos o imágenes satelitales, ortofotos, datos vectoriales en cuanto a las características por un lado, de referencia geográfica, reproyección, bases de datos y por el otro en cuanto al programa o software a utilizar, así como los formatos de salida de la información.

1.4 Actividades Realizadas

Dentro de las colaboraciones, en las publicaciones abajo listadas, se trabajó con imágenes de satélite, a las cuales se les realizó un procesamiento digital, dichas imágenes se encuentran en el acervo digital del LAGE, las cuales fueron adquiridas hace aproximadamente 9 años, para el proyecto institucional “Inventario de Uso

de Suelo y Vegetación 2000”, a cargo del Instituto de Geografía (procesamiento de la información), SEMARNAT (secretaría federal que financió el proyecto) e INEGI (proveedora de la información cartográfica), el entonces director del Instituto de Geografía, Dr. José Luis Palacio, junto con el grupo de trabajo del Laboratorio de SIG y PR y como responsable de proyecto el Dr. Luis Miguel Morales Manilla; a las imágenes en todos los casos se les realizaron los pasos siguientes:

1. Reproyección
2. Cambio de formato *.bsq o *.img por el formato *.pix de PCI Geomatics
3. Unión de las escenas (mosaico)
4. Recorte a partir de máscaras o polígonos
5. Salida en formatos comunes para su manipulación

1.5 Colaboración en Publicaciones

- 1.- *“Metodología para el análisis e interpretación de mapas”*. Irma Eurosia Carrascal Galindo. UNAM. IG. 2007 135p. Serie Temas Selectos de Geografía de México. Métodos y técnicas para el estudio del territorio. III.5
- 2.- *“La cuenca de México y sus cambios demográfico-espaciales”*. (2005) María Teresa G. de MacGregor. Serie Temas Selectos de Geografía de México.
- 3.- *“La fuerza del agua: Presas en América Latina”*. (2004) Fundación ICA

1.6 Marco Teórico

El siguiente trabajo se sustenta de las siguientes fuentes teóricas:

Primera Ley de la Geografía

Presenta la formalización de la distribución espacial de los eventos y las circunstancias. Establece que todo está relacionado entre sí, pero los eventos cercanos están más relacionados que los eventos distantes. Formalmente, esta propiedad es conocida como auto correlación espacial, medidas de las cuales se cuantifica el nivel al cual se interrelacionan los eventos en el espacio. (Tobler, 1970)

1.6.1 Sistema de Información Geográfica (SIG)

Cualquier tipo de procedimiento manual o automático (computadora) usado para almacenar y manipular geográficamente datos referenciados. Consta de 4 pasos esenciales: (1) ingreso de los datos, (2) manejo de los datos, (3) manipulación y análisis y (4) salida de los datos. (Aronoff, 1989: 39).

Los SIG, son herramientas que permiten el procesamiento de datos espaciales, generalmente información tomada explícitamente para la toma de decisiones, en alguna porción de la tierra. (DeMers, 2000).

Un poderoso juego de herramientas para coleccionar, almacenar a voluntad, transformar y desplegar datos espaciales del mundo real. (Burrough, 1988: 6)

Un SIG se define como un sistema de herramientas, programas, datos, gente, organizaciones y arreglos institucionales para coleccionar, almacenar, analizar y diseminar información acerca de las áreas de la Tierra (Dueker y Kjerne, 1989: en Chrisman, 1996).

1.6.2 Análisis Espacial

Las técnicas matemáticas, estadísticas, probabilísticas, lógicas, cartográficas y gráficas, que se emplean para solucionar un problema que requiere del análisis de información geográfica se conocen en conjunto como Análisis Espacial. (www.hypergeo.eu, 2004)

Estas técnicas son relativamente independientes de las herramientas tecnológicas empleadas para el manejo de la información geográfica, tales como los SIG, la PR, los sistemas de manejo de bases de datos y los sistemas de posicionamiento global por satélite. El objetivo del análisis espacial es proporcionar conocimiento sobre las partes de un problema para luego integrar una solución al mismo.

De igual manera, es “el estudio de la disposición de puntos, líneas, polígonos y píxeles sobre un mapa. Mientras que muchos geógrafos simplemente aplican técnicas derivadas del modelo general lineal a los ejemplos geográficos, otros han señalado que el análisis de datos espaciales plantea problemas estadísticos particulares, que precisan el desarrollo de procedimientos específicamente diseñados para contrarrestarlos.” (Haining, 1990; en Johnston *et al*, 1994).

1.6.3 Programas (Software)

La utilidad de los programas tanto en SIG como en PR, radica en la “amabilidad” en su uso, siendo programas fácilmente manejables, de rápido aprendizaje, con un sinnúmero de herramientas, módulos y extensiones que hacen cada vez más potente las nuevas versiones aumentando su capacidad de análisis y rapidez en las operaciones puntuales para llevar a cabo los diferentes procesos requeridos.

Cabe mencionarlos por orden de utilización, no de utilidad, como ya se dijo, cualquiera de ellos es de importancia relevante, lo trascendente es el uso que se le da a cada uno de ellos y la capacidad para potenciarlo, debido a las diferentes avocaciones particulares de los programas, es decir, los programas SIG tienen una orientación mucho más fuerte hacia los datos vectoriales, bases de datos y topologías, mientras los programas PR, su fuerte es el procesamiento digital de las imágenes, captando mejor su atención hacia los valores digitales de la imagen, fuente primaria de datos en los píxeles, con los cuales se pueden extraer datos no visibles al ojo humano.

Durante la estancia en el LAGE, se aprendieron los siguientes programas en porcentajes tanto en el conocimiento como en el manejo de manera suficientemente aceptable para después transmitir los conocimientos a personal académico, tesisistas, prestadores de servicio social y alumnos de la licenciatura en Geografía además de una breve descripción de las actividades. (Cuadro 1.6.3.1)

INFORMATICA	ACTIVIDADES
<p>Instructor de ENVI 3.6, 4.0 Instructor de Arcview 3.2</p> <p>Conocimientos medios-altos de herramientas de SIG (SIG) y PCI</p> <ul style="list-style-type: none"> • ENVI 4.3 • Arcview 3.2 • ArcGIS 9.x • PCI • Erdas • Paquetería Windows 	<ul style="list-style-type: none"> • Geo-referencia de imágenes • Fotografía aérea digital • Corrección de imágenes • Ortorrectificación de imágenes • Digitalización • Modelado Topográfico • Manejo y elaboración de cartografía temática digital • Manejo de herramientas 3D SIG Y PR • Manejo y elaboración de metadatos • Manejo de proyecciones cartográficas

Cuadro 1.6.3.1 Programas utilizados y actividades

1.6.4 Cursos impartidos

- 2009 “Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica como Herramientas de Análisis para Estudios Ambientales”. Instructor, Programa Universitario de Medio Ambiente, PUMA. UNAM. 13 al 17 de abril.
- 2008 “Curso Básico ArcGIS 9.2” Instructor (20 hrs.) Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía.
- 2008 “Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica como Herramientas de Análisis para Estudios Ambientales”. Instructor, Programa Universitario de Medio Ambiente, PUMA. UNAM. 11 al 15 de agosto.
- 2008 “Curso Básico Arcview 3.2”, Instructor (20 hrs.) Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
- 2008 “Curso Básico Arcview 3.2”, Instructor (20 hrs.) Universidad Nacional Autónoma de México
- 2007 “Curso Básico Arcview 3.2”, Instructor (20 hrs.) Universidad Nacional Autónoma de México
- 2004 “Procesamiento de imágenes con ENVI”, Instructor (9) Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía

CAPÍTULO 2

Los Sistemas de Información Geográfica.

2.1 Sistemas de Información Geográfica y Análisis Espacial.

El primer ejemplo de Sistema de Información Geográfica que funcionó es el denominado *Canadian Geographical Information System (CGIS)*. Iniciada su creación en 1964, desde 1967 ha servido para el inventario y planeamiento de la ocupación del suelo en grandes zonas de este país norteamericano. Fue financiado por el Departamento de Agricultura de Canadá y en su elaboración tuvo un papel determinante Roger Tomlinson. IBM fue la empresa informática que aportó el *hardware* necesario (Dueker, 1979) para el desarrollo y primer impulso de los SIG.

Un SIG es visto por muchos como un caso especial de sistemas de información en general (de Man 1988; Carter, 1989) donde la información es derivada de la interpretación de los datos que son una representación simbólica de rasgos (Benyon 1990) en el mundo real mediante un modelo.

2.2 Que son los SIG

Son sistemas de computo que permiten visualizar, manejar y manipular información estadística y temática en un contexto espacial, aquí cabe señalar que casi el 80% de todos los datos son un componente espacial. Consta de los siguientes apartados:

- localización espacial – usualmente una localización geográfica.
- información – visualización para el análisis de los datos.
- sistema – liga el programa (software), equipo y datos.
- usuario – un explorador quien es la clave para potencializar el SIG.

Dentro de la funcionalidad de los SIG, se encuentran en orden de seguimiento para el desarrollo mismo del sistema:

- Adquisición e Integración de datos

Los medios por los cuales se obtienen los datos a través de instancias generadoras de información, en México se cuenta con INEGI, institución oficial de gobierno que provee cartografía digital e impresa, la cual cubre casi en su totalidad el territorio en productos temáticos, que durante el periodo señalado en este informe, fueron los mas utilizados a escalas 1:4 000 000, 1:1 000 000, 1:250 000 y 1:50 000, una vez obtenidos dichos productos se procedió a los siguientes pasos:

- Almacenamiento.

El almacenamiento de los datos normalmente (para que pueda ser trabajado en un SIG), se efectúa en la computadora o en dispositivos portátiles, donde se concentra y se tiene la disponibilidad para el manejo de la información.

- Consulta

Se realiza una vez ingresados e integrados los datos, por medio de programas SIG, por medio de la base de datos asociada a las geometrías. La precisión en los datos esta fuertemente ligada a la buena dotación de información, es decir, una buena base de datos bien estructurada con un programa que soporte la consulta en la herramienta SIG, en este caso ArcGIS 9.x,

- Análisis

Todas aquellas técnicas y metodologías utilizadas para la obtención de nueva información.

- Visualización

Es la presentación final en pantalla de la computadora, donde se hace toda la edición y seguimiento de las reglas cartográficas ya establecidas. Aquí se presentan todos los análisis hechos, todas las decisiones tomadas o los procesos elaborados, es una última mirada a la presentación de los datos.

- Salidas impresas

El resultado final, mapas comúnmente elaborados con las reglas cartográficas de edición y manipulación de los datos. Donde se representa gráficamente

todos los pasos anteriores, quizá sea el proceso mas tardado pero el mas simple en cuanto a su construcción, es el reflejo mismo de la investigación.

Existen dos razones fundamentales para el empleo de un SIG:

- para la toma de mejores decisiones
- para probar una hipótesis

2.2.1 Tipos de proyecciones

Las proyecciones son las que intentan retratar la superficie de la tierra o una parte de la misma sobre una superficie plana. Algunas distorsiones en la conformidad, la distancia, la dirección, la escala y el área siempre serán el resultado de este proceso. Algunas proyecciones minimizan las distorsiones en algunas de estas propiedades a expensas de un máximo de errores en las otras. Algunas proyecciones intentan evitar la distorsión moderadamente en una o en varias de estas propiedades. Se define a continuación cuales son las propiedades asociadas:

La Conformidad se define, cuando la escala de un mapa en cualquier momento es la misma en cualquier dirección hay mínimas deformaciones, entonces se dice que la proyección es conforme. Los Meridianos (líneas de longitud) y Paralelos (líneas de latitud) se intersecan en ángulos rectos. La forma se conserva localmente en mapas conformes. Los ejemplos incluyen la proyección Mercator y Mercator transversal.

La Distancia - un mapa es equidistante, cuando retrata distancias desde el centro de la proyección a cualquier otro lugar en el mapa. Algunos ejemplos son proyecciones polares.

La Dirección - un mapa conserva la dirección cuando los azimuts (ángulos desde un punto en una línea a otro punto) son retratados correctamente en todas las direcciones como están en la Tierra.

La Escala - es la relación entre una distancia representada en un mapa y la misma distancia en la tierra.

En el caso de México se utilizan al menos dos proyecciones:

Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM)

En esta proyección se utiliza el cilindro en condición secante (corta a la esfera en los 84 ° N y 80° S), como superficie auxiliar extensible, con secciones rectas elípticas que guardan proporcionalidad con los parámetros del elipsoide adoptado. Desde el centro de la Tierra se llevan las direcciones a la superficie terrestre continuándolas hasta el cilindro, el cual posteriormente se desarrolla. Se divide a la tierra en 60 zonas meridianas de 6° de longitud, que contiene para cada una un meridiano central (Caire, 2002), (**Figura 2.2.1.1**), es así que para la República Mexicana la cubren 6 zonas UTM, que va desde el oeste con la zona 11 hasta el este del territorio con la zona 16.

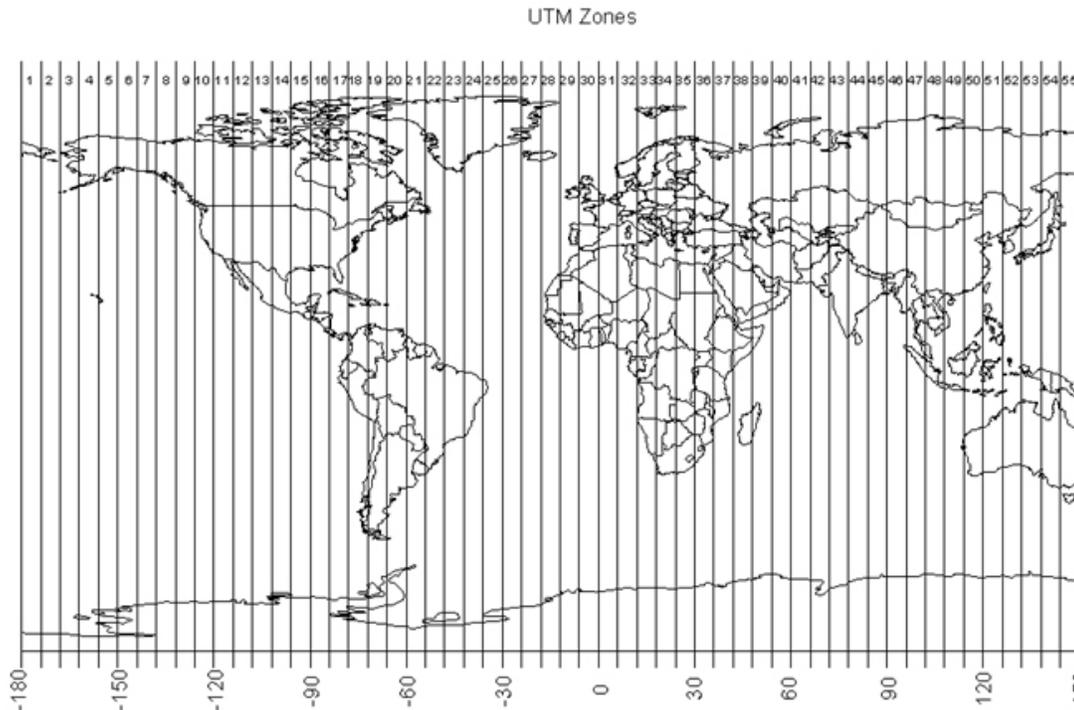


Figura 2.2.1.1 Proyección UTM

Propiedades y Parámetros

Al ser una representación plana de una superficie esférica, dichos parámetros varían de acuerdo con la zona, la latitud y longitud que se esté representando (Figura 2.2.1.2), para el caso de México, los parámetros son:

Proyección Transversa de Mercator

Esferoide de Clarke 1866

Meridiano Central: Zona 11 -117, Zona 12 -111, Zona 13 -105, Zona 14 -99, Zona 15 -93, Zona 16 -87.

Latitud de Referencia: 0

Factor de Escala: 0.9996

Falso Este: 500 000

Falso Norte: 0

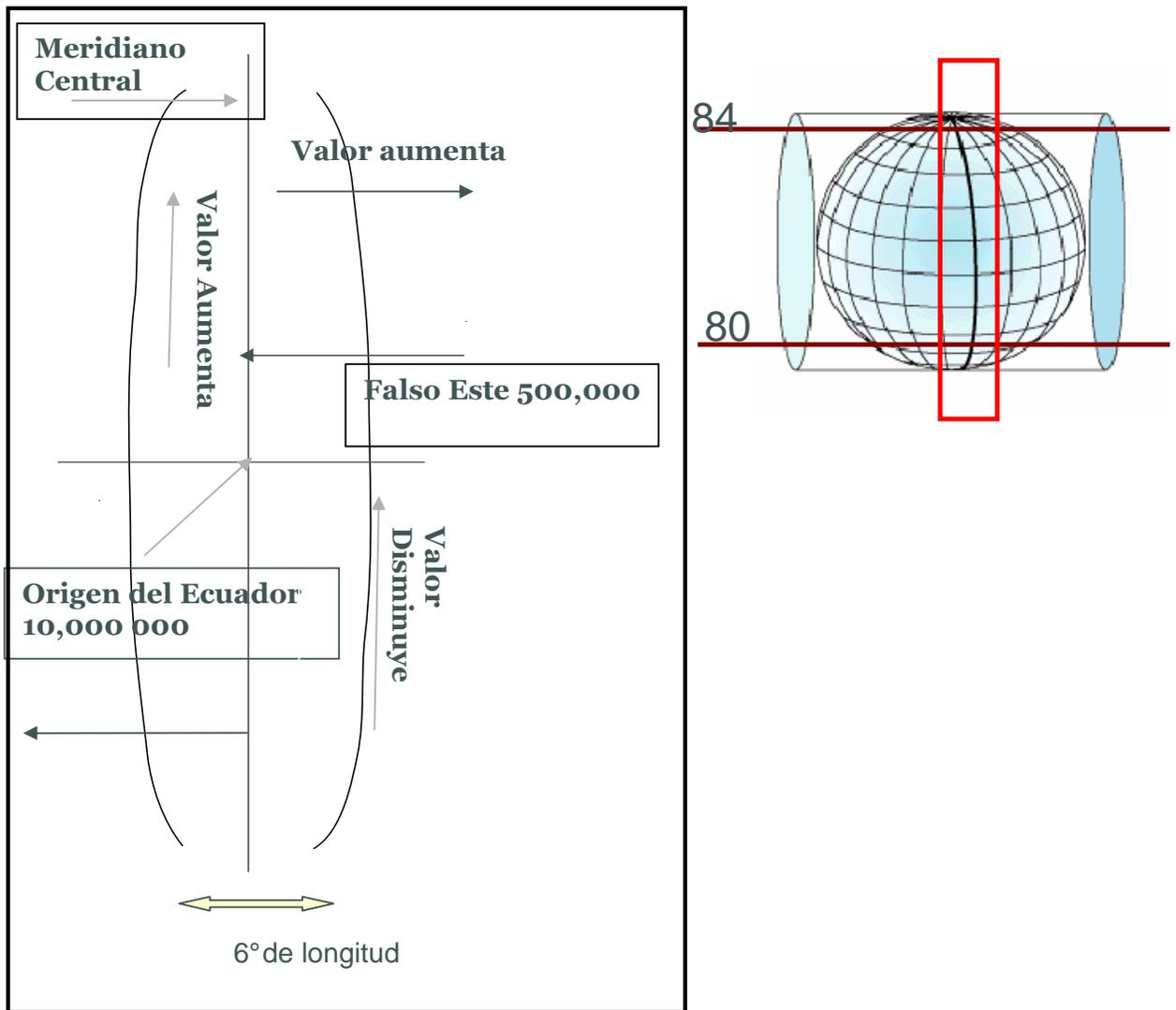


Figura 2.2.1.2 Representación de una franja UTM.

Ventajas del sistema UTM

- conserva los ángulos
- no distorsiona las superficies en grandes magnitudes por debajo de los 80° de latitud
- es un sistema que designa un punto o zona de manera concreta y fácil de localizar
- es un sistema empleado en todo el mundo, empleo universal fundamentalmente por su uso militar.
- ningún punto está alejado del meridiano central de su zona

Proyección cónica conforme de Lambert

Este tipo de proyección es recomendable utilizar cuando se desee tener representaciones de toda la República Mexicana.

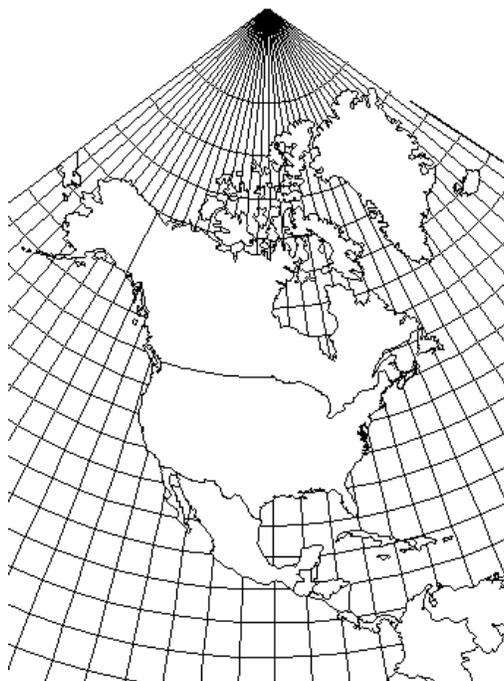


Figura 2.2.1.3 Proyección cónica conforme de Lambert

Parámetros de la proyección

Falso Este: 2 500 000

Falso Norte: 0.000000

Meridiano Central: -102

Paralelo Standard 1: 17.5

Paralelo Standard 2: 29.5

Latitud de Origen: 14

Unidades Lineales: Metros

2.2.2 Datum

El datum es un conjunto de parámetros que especifican la superficie de referencia o el sistema de coordenadas de referencia empleado para el cálculo de coordenadas de puntos en la tierra. Es decir, es el conjunto de parámetros que establecen el

origen teórico para las coordenadas terrestres latitud y longitud (infoteca.semarnat.gob.mx).

Datum	Elipsoide Geodésico de referencia (asociado al Datum)
NAD27 Datum Norteamérica de 1927	Clarke 1866 Clarke
WGS84 Sistema Geodésico mundial de 1984	WGS84 Sistema Geodésico mundial de 1984
ITRF92 Marco de referencia terrestre internacional de 1992	GRS80 Sistema Geodésico de referencia de 1980

Cuadro 2.2.2.1 Diferentes datums y sus elipsoides de referencia.

Hablar de distintos Datums, es hablar de diferentes orígenes para las coordenadas de latitud y de longitud, por tanto, un mismo punto de la superficie de la tierra va a presentar coordenadas diferentes si lo ubicamos o posicionamos de acuerdo a uno u otro datum.

NAD27

El datum norteamericano de 1927 fue el datum oficial para México hasta 1998 de acuerdo a las normas oficiales del INEGI y modificadas ese año. Es por eso que lo debemos tener muy en cuenta ya que gran parte de la cartografía existente está referenciada o ubicada dentro de este datum.

En la actualidad ya no podemos seguir ocupando este datum ya que las nuevas tecnologías, como el GPS, proporcionan precisiones mayores que hacen necesario ocupar un datum acorde a tales mediciones.

ITRF92

Este datum está fundamentado y materializado con el uso de las más modernas técnicas de medición a través del Internacional Earth Rotation Service (IERS) (Figura: 2.2.2.2).

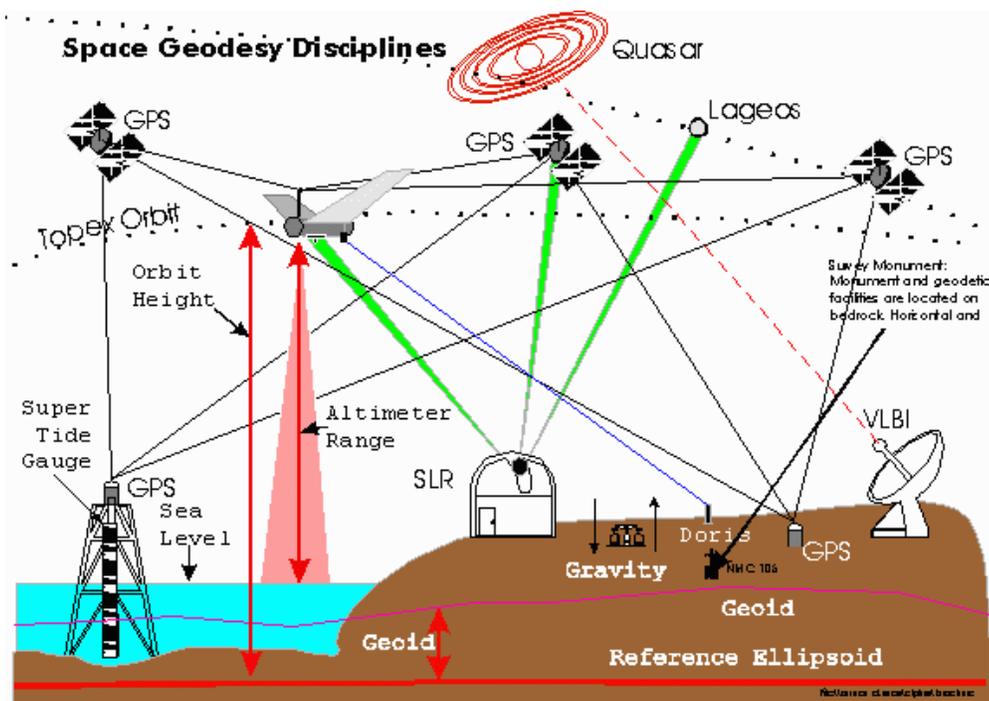


Figura: 2.2.2.2 Sistema IERS

A partir de las modificaciones hechas a la norma técnica de levantamientos geodésicos en 1998 el INEGI establece:

Todo punto perteneciente a un levantamiento geodésico horizontal, deberá estar referido al marco de Referencia Terrestre Internacional (ITRF) del Servicio Internacional de Rotación de la Tierra (IERS) para el año 1992 con datos de la época 1988.0 y que se denomina ITRF92 Época 1988.0 que es el nuevo Sistema Geodésico de Referencia oficial para México (infoteca.semarnat.gob.mx)

WGS84

El amplio uso de este datum esta dado por el manejo de la tecnología GPS ya que es el datum en el cual se calculan las posiciones GPS por default. El sistema fue

creado y también actualmente es controlado por el departamento de defensa de los Estados Unidos de Norteamérica. El Sistema GPS es muy ocupado para levantamientos topográficos, geodésicos y recolecta de datos para SIG, además de que muchas imágenes de satélite vienen georreferenciadas dentro de este datum.

NAD83

Es el datum oficial de los Estados Unidos de Norteamérica, solo se debe considerar este datum en cartografía de la frontera norte y solo en algunos casos.

Comparaciones y análisis

De los datums mencionados anteriormente solo el NAD27 es un datum de los considerados locales ya que su implementación solo se ajusta a una parte de la superficie terrestre y este es el que difiere más en cuanto a los otros tres datum mencionados

WGS84 e ITRF92

En la actualidad Existe una pequeña diferencia entre el elipsoide de referencia adoptado en el WGS84 respecto al que utiliza el ITRF (GRS80) (Figura: 2.2.2.3) en el parámetro de aplastamiento o achatamiento.

Parámetro	ITRS	WGS84
Semieje mayor (a)	6 378 137 m	6 378 137 m
Semieje menor (b)	6 356 752.31414 m	6 356 752.31424 m
Factor de achatamiento	1/298.257222101	1/298.257223563
Velocidad angular (w)	7 292 115x10¹¹ rad/seg	7 292 115 x 10¹¹ rad/seg
Constante gravitacional (GM)	3 986 005x10⁸ m³/seg²	3 986 005 x 10⁸ m³/seg²

Cuadro: 2.2.2.3 Diferencia entre los elipsoides de referencia WGS84 e ITRF92

Fuente: www.semarnat.gob.mx

2.2.3 Datos Vectoriales

Los datos vectoriales se refieren a las geometrías utilizadas por cualquier programa SIG, éstos son puntos, líneas y polígonos. Cada uno de ellos con sus rasgos particulares, es decir, su representación coincide con al menos un dato en coordenadas X y Y, para el caso de los puntos, un mínimo de un par de coordenadas para las líneas y más de tres coordenadas para el caso de los polígonos.

TIPOS DE DATOS

- Datos espaciales
 - Puntos (0-no dimensión)
 - Datos lineales (1-dimensión)
 - Datos de superficie (2-dimensiones)
 - Superficies continuas (3-dimensiones)

- Atributos

- Atributos espaciales
- Atributos no espaciales

Tipos de fenómenos con expresión geográfica

- Campo geográfico (continuo)
 - Un fenómeno geográfico para el cual, un valor puede ser determinado por cada punto en el área de estudio
 - O: “Tiene un valor en todas partes,”
- Objeto geográfico (discreto)
 - Un fenómeno geográfico que se presenta en la forma de entidades con límites “claramente diferenciables”. El espacio entre ellos es potencialmente vacío.
 - O: “pueblan el área de estudio de manera discontinua” (Van Westen, Vargas 2008).

2.3 El análisis espacial en la geografía.

Por definición la geografía estudia todos los fenómenos que ocurren dentro de un espacio, sus causas, consecuencias y las relaciones entre ellas; a partir de este estudio, el Análisis Espacial tiene como objetivo proporcionar conocimiento y

comprensión de los acontecimientos sobre las partes de un problema a través de herramientas y un sin número de datos que le sean útiles y así definir y explicar dichos fenómenos, las herramientas con las que se dispone ayudan a tener un mejor entendimiento del espacio para luego integrar una solución al mismo.

2.3.1 Topología

Si se realiza esta pregunta a un matemático, la respuesta será la siguiente: “Topología es la rama de las matemáticas que estudia las propiedades de las figuras geométricas o los espacios que no se ven alterados por transformaciones continuas”. Para comprender esta idea mejor imaginemos un rompecabezas de varias piezas realizado de un material plástico. Según se estira y deforma, cada una de sus piezas se modifica hasta el punto que la imagen dibujada en él queda irreconocible. No obstante algunos aspectos del rompecabezas permanecerán inalterados:

- El número de piezas.
- Cada pieza sigue teniendo a su alrededor las mismas piezas.
- La parte de la imagen de cada pieza sigue siendo la misma, aunque distorsionada en mayor o menor medida.
- La imagen de cada pieza se une con la de las piezas colindantes para formar la imagen completa del rompecabezas.

A través de la topología es posible describir las relaciones espaciales existentes entre las diferentes piezas de forma explícita sin necesidad de recurrir a complejas comparaciones espaciales. Por ejemplo una pieza será adyacente a otra simplemente por el hecho de tener un lado en común.

En el contexto de los SIG, la topología hace referencia a las propiedades de vecindad o adyacencia, inclusión, conectividad y orden, es decir, propiedades no métricas y que permanecen invariables ante cambios morfológicos de escala o proyección. (Glosario SIG, 2008)

Cuando hablamos de topología en el campo de los SIG, ésta, ha sido históricamente considerada como una estructura de datos espaciales empleada

principalmente para asegurar que entidades asociadas geoméricamente, forman una estructura topológica bien definida (los polígonos cierran, arcos que se supone que tienen que estar conectados efectivamente lo están, etc.). Con el desarrollo de los SIG orientados a objetos y la implementación de la Geodatabase, ha surgido una nueva visión de la topología, como un conjunto de reglas y relaciones entre los elementos de una misma o distintas capas de información, que junto con un extenso número de herramientas y tareas de edición, permiten modelar de manera más veraz las entidades presentes en el mundo real.

Con esta nueva visión, la topología puede seguir siendo empleada para asegurar que los elementos asociados geoméricamente forman una estructura bien definida, pero de manera adicional se asegurará que los elementos cumplen una serie de reglas predefinidas, lo que permite una gran flexibilidad en el diseño de los modelos de datos. Por ejemplo, con la generación de topología en una capa de líneas (calles), se eliminarán los nodos colgados (“*dangles*”) dentro de la tolerancia definida y se generarán nodos en los cruces; de forma adicional es posible definir, por ejemplo, una regla para que las calles coincidan con los límites de los elementos de una capa de polígonos (manzanas catastrales por ejemplo), definiendo así de manera más real una clase de elementos de calles. (www.esri-es.com)

2.3.2 Georreferencia

Hablar de información espacial nos obliga a conocer algunos aspectos fundamentales de cartografía y geodesia para su correcta posición sobre el globo terráqueo. La difusión de los GIS y del GPS ha introducido en nuestro lenguaje cotidiano la palabra *georreferenciar*. Esta palabra de apariencia inofensiva encierra en verdad una serie de problemas. En un sentido abstracto, georreferenciar significa asignar algún tipo de coordenadas ligadas al terreno a los objetos de interés, sean estos naturales, obras de ingeniería, los vértices de una parcela, entre otros (infoteca.semarnat.gob.mx)

Georreferenciar datos es una operación sencilla si se tienen las nociones básicas para hacerlo. En la actualidad muchos operarios de los SIG han omitido el tema, y

por lo tanto, en cuanto se encuentran con problemas de sobreposición de información no tienen los conocimientos e información necesaria para dar una solución o explicación al problema. Se parte del hecho de que toda la información espacial esta dentro de un sistema de referencia geodésico convencional o “Datum”, que da origen a las coordenadas y que ubica un punto en alguna parte del mundo es decir establece el origen de las coordenadas de latitud y longitud (**Figura: 2.3..2.1**).

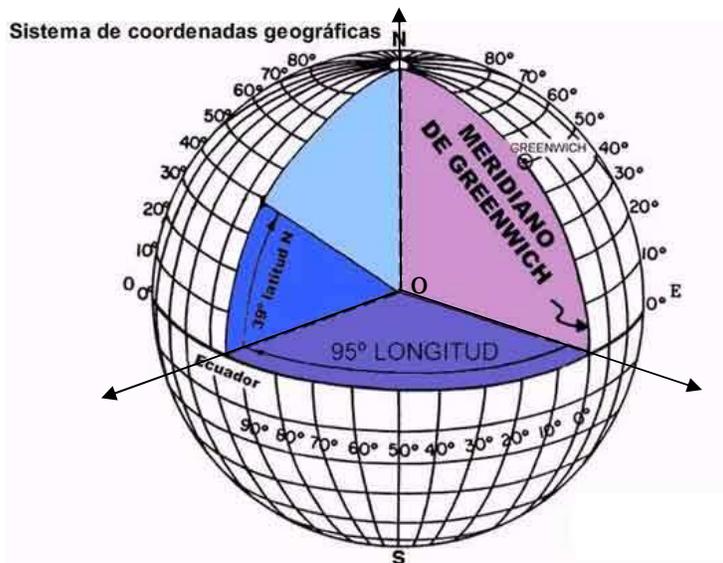


Figura: 2.3.2.1 Sistema de meridianos y paralelos

2.4 Actividades desarrolladas.

Dentro de las actividades realizadas, se subdividieron en primer lugar a todas aquellas que involucraran contenidos de cartografía digital. El procesamiento se llevó a cabo principalmente con los programas Arcview 3.2 y ArcGIS 9.x. Los formatos de salida comunes para estos dos programas son los archivos nativos de ESRI; se conforman al menos de tres archivos principales: Shape que es propiamente la geometría, DBF o base de datos y SHX archivo asociado a su proyección.

2.5 Cartografía digital. Actividades realizadas

Dr. José López García. Instituto de Geografía. Inventario Nacional Forestal. Validación de la región centro del país de la cartografía del Inventario Nacional Forestal. Marzo 16 2001.

Dr. Fernando García García. Centro de Ciencias de la Atmósfera. Inventario Nacional Forestal Nacional 2000-2001. Modelación Meteorológica de calidad del aire. Marzo 16 2001.

Dr. Álvaro A. Aldama Rodríguez. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Inventario Nacional Forestal 1995, 2000. Proyecto de investigación para el estudio del impacto de cambio de la cobertura vegetal y del tipo de uso de suelo en el clima regional del Istmo de Tehuantepec. Abril 19 2001.

Dr. Mario Martínez Menez. Coordinador de subproyecto. Montecillo Edo. Mex. Inventario Nacional Forestal 2000. Programa de manejo sustentable de laderas del estado de Oaxaca. Abril 19 2001.

Dr. Carlos Herrejón Peredo. El Colegio de Michoacán, A. C. Inventario Nacional Forestal 2000. Cuenca Río Balsas. Junio 4 2001.

Dr. Rurik List. Instituto de Ecología. UNAM. Inventario Nacional Forestal. Chihuahua y Sonora. Libro "Return of the Wild". Junio 20 2001.

Dr. Ernesto Jáuregui Ostos. Centro de Ciencias de la Atmosfera. Inventario Nacional Forestal 2000. Proyecto "La isla de lluvia de la Ciudad de México". Agosto 21 2001.

Dr. Carlos Cortez Ruiz. Universidad Autónoma Metropolitana. Inventario Nacional Forestal 2000. Programa de Investigación Interdisciplinario "Desarrollo Humano en Chiapas". Octubre 8 2001.

Miguel Escalona. Colegio de Posgraduados. Inventario Nacional Forestal 2000. Octubre 17 2001.

CAPÍTULO 2 Los Sistemas de Información Geográfica.

M. en C. Dení Rayn Villalba. Universidad de East Anglia, Norwich Inglaterra. Inventario Nacional Forestal 2000. Tesis doctoral, Áreas Naturales Protegidas en México. Noviembre 21 2001.

Dra. Leticia Merino Pérez, M. en C. Irene Pisanty Baruch. Instituto de Ecología, UNAM. Inventario Nacional Forestal 2000. Yautepec, Oaxaca. Proyecto “Instituciones comunitarias y recurso forestales: evaluación comparativa de dos comunidades usuarias de bosques templados”. Noviembre 30 2001.

Dra. Tiahoga Ruge. Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable. Inventarios Nacionales Forestales 1994, 2000. Exposición itinerante sobre Los Bosques y el Agua. Enero 9 2002.

Dr. Gerardo Ceballos González. Instituto de Ecología, UNAM. Cartografía digital, archivos de impresión e Inventario Nacional Forestal 2000. Tesis de maestría “Deforestación, uso de hábitat y conservación del jaguar en la región de Calakmul, México”. Enero 28 2002.

Dra. Irasema Alcántara Ayala. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Proyectos “el desarrollo turístico como factor condicionante de la distribución espacial de riesgos naturales” y “Análisis de inestabilidad de laderas y riesgos asociados para la región Puebla-Veracruz”. Febrero 7 2002.

Biol. Silvia Ramos Mendoza. Ingenieros Consultores e Inmobiliaria, S. A. de C. V. Inventario Nacional Forestal 2000. Bahía de Banderas, Nayarit. Febrero 16 2002.

Dr. Joaquín Cifuentes Blanco. Facultad de Ciencias, UNAM. Inventario Nacional Forestal 2000. Hidalgo, Querétaro, Puebla y Veracruz. Libro “Biogeografía de la Sierra Madre Oriental”. Febrero 18 2002.

Arq. Héctor Castanedo Quirarte. Gobierno del estado de Zacatecas. Inventario Nacional Forestal 2000. Zacatecas. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial. Febrero 27 2002.

CAPÍTULO 2 Los Sistemas de Información Geográfica.

Dra. Linda Manzanilla Naim. Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM. Cartografía digital. Cuenca de México. Tesis de licenciatura “La influencia de la relación hombre-animal en la sociedad teotihuacana en el clásico. El caso del Barrio de la Ventanilla” dentro del proyecto “Población y sociedad prehispánica en el Valle de Teotihuacan. Una visión desde la antropología física”. Marzo 6 2002.

Lic. Héctor Ibarra Pando. AGROASEMEX. Cartografía digital Municipios. Marzo 18 2002.

Dr. Arcadio Monroy Ata. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. Cartografía digital. Tesis de licenciatura “Evaluación del impacto ambiental en la sierra de Santa Catarina, D.F. y propuesta de restauración ecológica”. Marzo 22 2002.

Emmanuel Valencia Barrera. El Colegio de la Frontera Sur. Cartografía digital. Chiapas. Abril 1 2002.

Dra. Leticia Merino Pérez. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, UNAM. Cartografía digital. Oaxaca. Proyecto “Instituciones comunitarias y recursos forestales: evaluación comparativa de dos comunidades usuarias de bosques templados”. Abril 30 2002.

Arq. José Luis Sánchez Burgos. Escuela Nacional de Estudios Profesionales, Acatlán. Cartografía digital. Zumpango. Seminario de tesis. Mayo 7 2002.

Dr. Leopoldo Galicia Sarmiento. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Estado de Oaxaca. Proyecto “Estructura y funcionamiento de los bosques templados en Oaxaca”. Mayo 9 2002.

Dra. María Engracia Hernández Cerda. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Ciudad de México y Michoacán. “Propuesta de dos metodologías para el análisis de la vegetación”. Junio 3 2002.

CAPÍTULO 2 Los Sistemas de Información Geográfica.

Dr. Roberto Bonifaz Alfonzo. Instituto de Geofísica, UNAM. Inventario Nacional Forestal 1999 y 2000. Chiapas. Junio 19 2002.

Dr. Víctor L. Barradas. Instituto de Ecología, UNAM. Inventario Nacional Forestal 2000. Veracruz. Tesis “Análisis de las tendencias de la precipitación pluvial en la región de las Grandes Montañas del Estado de Veracruz”. Junio 24 2002.

M. en C. Teresita de Jesús Ortiz Martínez. Instituto de Ecología. Cartografía digital. Estado de Oaxaca. Tesis doctoral. Evaluación de los diferentes tipos de vegetación en relación a la distribución de dos especies de mamíferos silvestres. Febrero 11 2003.

Ing. José Antonio Espino Aldaba. Secretaria de Desarrollo Rural, Puebla. Cartografía digital. Inventario Nacional Forestal 2000. Estado de Puebla. Febrero 24 2003.

Ing. José Antonio Espino Aldaba. Secretaria de Desarrollo Rural, Puebla. Cartografía digital. Estado de Puebla. Marzo 5 2003.

Gerardo García Gil. Proyecto Planeación de la Conservación, en unidades ecorregionales del sureste de México, Guatemala y Belice. Cartografía digital. Península de Yucatán. Proyecto “Planeación ecorregional”. Abril 1 2003.

Dra. Leticia Merino Pérez. Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM. Inventario Nacional Forestal 2000. Oaxaca. Tesis “Usos y condiciones de los ecosistemas forestales considerados como áreas críticas para la conservación de la comunidad de Santiago Comaltepec, distrito de Ixtlán de Juárez, Oaxaca”. Junio 11 2003.

Biol. Alberto Gómez-Tagle Chávez. Secretaria de Urbanismo y Medio Ambiente Estado de Michoacán. Inventario Nacional Forestal 2000. Michoacán. Sistema de Información Forestal Nacional. Junio 19 2003.

CAPÍTULO 2 Los Sistemas de Información Geográfica.

Biol. Martín Quijano Poumián. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Cartografía digital. Estado de Quintana Roo. Agosto 18 2003.

Dra. Isabel Ramírez. Instituto de Geografía, UNAM. Inventario Nacional Forestal 2000. Estado de México y Estado de Michoacán. Proyecto “Influencia de la red de caminos en la perturbación forestal de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca”. Septiembre 3 2003.

Arq. Ricardo Rodríguez Domínguez. Facultad de Arquitectura, UNAM. Cartografía digital. Distrito Federal. Taller 3 Tres. Octubre 13 2003.

Dr. Constantino Macías García. Instituto de Ecología, UNAM. Cartografía digital. Inventario Nacional Forestal 2000. Jalisco. Tesis de maestría “Influencia antropogénica en la distribución geográfica de peces dulceacuícolas de la familia Goodeidae: el caso de Skiffia y Zoogoneticus en la subcuenca de la Presa de la Vega, Jalisco”. Octubre 14 2003.

Dr. Arturo García Romero. Instituto de Geografía. UNAM. Cartografía digital. Volcán Iztaccihuatl. Proyecto “El efecto multiescalar del fuego en la persistencia de las poblaciones Romerolagus diazi (zacatuche) en México: un modelo demográfico espacio-temporal de especies en peligro de extinción”. Octubre 22 2003.

Dr. Robert Bye Boettler. Instituto de Biología, (jardín Botánico) UNAM. Cartografía digital. Estado de Chihuahua. Proyecto “Flora de la Sierra Tarahumara, listado florístico, etnobotánico e histórico”. Noviembre 28 2003.

Dr. René Millán Valenzuela. Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM. Cartografía digital. Inventario Nacional Forestal 2000. Diciembre 2 2003.

Dr. Javier Delgadillo Macías. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, UNAM. Cartografía digital. Estado de Oaxaca. Proyecto “Ruralidad de Oaxaca”. Enero 15 2004.

CAPÍTULO 2 Los Sistemas de Información Geográfica.

Dr. Raúl García Barrios. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, UNAM. Cartografía digital. Chihuahua, Durango, Tamaulipas, Coahuila y Nuevo León. Enero 26 2004.

Dr. Luis Gerardo Ruiz Suárez. Centro de Ciencias de la Atmosfera, UNAM. Cartografía digital. Ciudad de México. Inventario Nacional Forestal 2000. Proyecto “Diseño de metodologías y generación de información científica para el mejoramiento del inventario de emisiones de la Ciudad de México”. Enero 21 2004.

José Luis Castillo Coronado. Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria. Cartografía digital. Republica Mexicana. Programa Nacional de Estimación de Superficies, Producción y Rendimiento. Marzo 29 2004.

Lic. Inocencia Cadena Rivera. Universidad Autónoma del Estado de México. Cartografía digital. Región centro. Abril 20 2004.

M. en C. L. Raymundo Reyes Gutiérrez. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Cartografía digital. Estado de Hidalgo. Licenciatura en ingeniería en geología ambiental. Mayo 31 2004.

Dr. Joel Carrillo Rivera. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Ciudad de México. Proyecto “Definición de indicadores de impacto al recurso hídrico en zonas receptoras de pago por servicios ambientales hidrológicos 2003/2004”. Agosto 12 2004.

Dr. Álvaro Sánchez Crispín. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Nayarit. Tesis doctoral “El desarrollo turístico costero en Bahía de Banderas, Nayarit: un análisis de tendencias de deterioro ambiental”. Noviembre 4 2004.

Edmundo Quezada Hernández. Cartografía digital. Inventario Nacional Forestal 2000. Tesis doctoral “Reacciones comunitarias ante la vulnerabilidad del recurso forestal. Una aproximación a la vivencia cultural”. Noviembre 16 2004.

CAPÍTULO 2 Los Sistemas de Información Geográfica.

M. en Arq. Enrique Taracena Franco. Facultad de Arquitectura, UNAM. Cartografía digital. Ciudad de México. Taller “D” José Villagrán García. Noviembre 25 2005.

Biol. Edgar Villeda Chávez. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Oaxaca. Investigación “Análisis de la fragmentación y caracterización de los paisajes de la selva baja caducifolia en la costa sur de Oaxaca, México”. Noviembre 25 2004.

M. en C. Gloria Alfaro Sánchez. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Inventario Nacional Forestal 2000. Proyecto “Riesgos naturales y antrópicos en el municipio de Celaya, Gto.”. Noviembre 30 2004.

Ing. David Molina González. Prestador de servicios técnicos forestales. Cartografía digital. Abril 7 2005.

Dr. Gerardo Ceballos González. Instituto de Ecología, UNAM. Cartografía digital. Inventario Nacional Forestal 1976 y 1994. Estado de México. Proyecto del Instituto de Ecología y Programa Universitario del Medio Ambiente. Abril 26 2005.

Mtro. Stéphane André Couturier. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Inventario Nacional Forestal 2000. Zona Cuitzeo-Tancítaro. Proyecto “Desarrollo de un método de evaluación de la confiabilidad de mapas de vegetación y uso de suelo, mediante el enfoque difuso (fuzzy)”. Abril 26 2005.

Lic. Ma. de Lourdes Godínez Calderón. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Tesis de maestría. Abril 28 2005.

Dr. Arturo García Romero. Instituto de Geografía. UNAM. Cartografía digital. Volcán Cofre de Perote. Proyecto “Evolución contemporánea de los usos del suelo en el México central y sus consecuencias sobre la estructura y diversidad de sus bosques templados”. Mayo 27 2005.

CAPÍTULO 2 Los Sistemas de Información Geográfica.

Biol. Edgar Villeda Chávez. Facultad de Ciencias, UNAM. Cartografía digital. Oaxaca. Junio 9 2005.

Dra. María Engracia Hernández Cerda. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Julio 4 2005.

M. en C. Rafael Ávila Flore. Instituto de Ecología, UNAM. Cartografía digital. Región norte. Tesis doctoral “Impacto de los cambios en el hábitat sobre la distribución y desempeño poblacional de los perritos llaneros de cola negra en el norte de Chihuahua, México”. Agosto 4 2005.

Dr. Leopoldo Galicia Sarmiento. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Estado de Tlaxcala. Octubre 20 2005.

Dra. María Teresa Uriarte. Instituto de Investigaciones Estéticas, UNAM. Cartografía digital. Oaxaca. Proyecto “La pintura mural prehispánica en México”. Diciembre 9 2005.

Dr. Leopoldo Galicia Sarmiento. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Oaxaca, Jalisco y Sonora. Tesis de maestría. Marzo 27 2006.

José Luis Texcalac. Instituto Nacional de Salud Pública. Cartografía digital. Distrito Federal y Edo. Méx. Abril 5 2006.

Lic. Ray David González Canseco. Asociación Regional para la Conservación Ecológica. Cartografía digital. Quintana Roo. Abril 6 2006.

Dr. Raymundo Montoya Ayala. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Cartografía digital. Tehuacán-Cuicatlán. Abril 7 2006.

A. Solís, S. Díaz, C. Márquez, I. Eveterio, J. Barrera. Facultad de Ciencias, UNAM. Cartografía digital. Baja California Sur. Proyecto “Identificación de corredores biológicos para el borrego cimarrón (*Ovis canadensis*)”. Junio 11 2006.

CAPÍTULO 2 Los Sistemas de Información Geográfica.

Armando Reyes García. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. Cartografía digital. Región Olmeca. Septiembre 12 2006.

Dr. Gerardo Ceballos González. Instituto de Ecología, UNAM. Cartografía digital. Inventario Nacional Forestal 2000. Modelar hábitat potencial para especies amenazadas, caracterizar regiones, evaluar las tasas cambio de la vegetación. Septiembre 13 2006.

Biol. Yasiri Mayeli Flores Monter. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Inventario Nacional Forestal 2000. Región Mixteca Poblana y Oaxaqueña. Octubre 16 2006.

Lic. Josefina Hernández Lozano. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Ciudad de México. Proyecto “Observatorio urbano”. Octubre 16 2006.

Dr. Leopoldo Galicia Sarmiento. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Inventario Nacional Forestal 2000. Chiapas. Tesis de maestría “Evaluación del estado de conservación de dos especies endémicas de bambú (Poaceae, Bambusoideae) de México. Diciembre 8 2006

Dr. Jorge López Blanco. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Estado de Puebla. Tesis doctoral “Patrones espaciales de cambio de cobertura y uso del suelo y su relación con la conservación de árboles silvestres en cafetales de la Sierra Norte de Puebla”. Diciembre 2006.

Mtra. Antalia González Abraham. Cartografía digital. Baja California Sur. Tesis doctoral
Enero 18 2007.

Dra. María Engracia Hernández Cerda. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Inventario Nacional Forestal 2000. Guerrero y Morelos. Tesis de licenciatura. Febrero 26 2007.

CAPÍTULO 2 Los Sistemas de Información Geográfica.

M. en I. Clemencia Santos. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Región Centro. Procesamiento de información relacionada con la expansión territorial y crecimiento urbano en la Región Centro del país. Junio 1 2007.

Dr. Mario Arturo Ortiz Pérez. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Oaxaca, Punta Maldonado. Proyecto “Regionalización Costera de México”. Julio 20 2007.

Dr. Mario Arturo Ortiz Pérez. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Inventario Nacional Forestal 2000. Baja California Sur, municipio de La Paz. Proyecto “Regionalización Costera de México”. Agosto 12 2007.

M. en I. Humberto Gómez N. Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas, UNAM. Cartografía digital. Ciudad Universitaria. Proyecto de la Sección de Electrónica y Automatización del Departamento de Ingeniería de Sistemas Computacionales y Automatización del IIMAS. Septiembre 21 2007.

Dr. Jean Francois Parrot. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Ciudad de Cancún. Tesis de maestría “Caracterización del crecimiento urbano de la ciudad de Cancún con aplicación de percepción remota”. Octubre 10 2007.

Dr. Mario Arturo Ortiz Pérez. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Estado de Tabasco. Proyecto “Inundaciones del estado de Tabasco”. Octubre 12 2007.

Dra. Ma. del Carmen Perrillart Montoya. Instituto de Geología, UNAM. Cartografía digital. Colección Nacional de Paleontología. Octubre 19 2007.

M. en C. Javier Francisco Lermo Samaniego. Instituto de Ingeniería, UNAM. Cartografía digital. bahía de Acapulco. Tesis de maestría “Clasificación de terrenos de cimentación para diseño sísmico de áreas urbanas”. Octubre 21 2007.

Dra. Ma. Concepción Martínez Omaña. Instituto Mora. Cartografía digital. Ciudad de México. Proyecto “Representaciones y prácticas sociales del agua. Historias

CAPÍTULO 2 Los Sistemas de Información Geográfica.

orales en la Ciudad de México (el caso de Tlalpan, Xochimilco, Benito Juárez e Iztacalco), 1994-2000”. Octubre 23 2007.

Dr. Jorge Zavala Hidalgo. Centro de Ciencias de la Atmosfera, UNAM. Cartografía digital. Veracruz. Proyecto “Clasificación de playas del Puerto de Veracruz, Boca del Río y zonas adyacentes mediante modelación numérica y mediciones de la circulación costera y de contaminantes”. Octubre 23 2007.

Dr. José Luis Arce Saldaña. Instituto de Geología, UNAM. Cartografía digital. Chiapas. Fotointerpretación y análisis de la morfología de los depósitos del volcán Tacaná. Octubre 23 2007.

Dr. Arturo García Romero. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Región centro. Proyecto “Evolución contemporánea de los usos del suelo en el México Central y sus consecuencias sobre la estructura y diversidad de sus bosques templados”. Octubre 29 2007.

Dr. Leopoldo Galicia Sarmiento. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Estado de Veracruz. Tesis de maestría “Efectos de los cambios de uso de suelo sobre la biomasa aérea y secuestro de carbono en bosques templados del Cofre de Perote, Veracruz”. Noviembre 5 2007.

Dr. Tomás González Morán. Instituto de Geofísica, UNAM. Cartografía digital. Bosque de Chapultepec. Noviembre 6 2007.

Dr. Jorge Zavala Hidalgo. Centro de Ciencias de la Atmosfera, UNAM. Cartografía digital. Estado de Tabasco. Inundaciones recientes en el estado de Tabasco. Noviembre 13 2007.

Dra. Irasema Alcántara Ayala. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Sierra Norte de Puebla. Noviembre 13 2007.

CAPÍTULO 2 Los Sistemas de Información Geográfica.

Dra. María Engracia Hernández Cerda. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Ríos Magdalena y Eslava, D. F. Macroproyecto: Manejo de ecosistemas y desarrollo humano. Noviembre 14 2007.

Dra. María Engracia Hernández Cerda. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Diciembre 5 2007.

Dr. Jean Francois Parrot. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Inventario Nacional Forestal 1976 y 2000. Quintana Roo, región Othón P. Blanco. Diciembre 6 2007.

Ing. Ftal. Jorge Arturo González Méndez. Asociación Regional de Silvicultores de la Zona Norte de Guerrero S. C. Cartografía digital. Estado de Guerrero. Diciembre 10 2007.

Dra. María Engracia Hernández Cerda. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Diciembre 11 2007.

Dr. Jorge Aguirre González. Instituto de Ingeniería, UNAM. Cartografía digital. Ciudad de Oaxaca. Tesis de maestría “Clasificación de terrenos de cimentación para diseño sísmico de áreas urbanas”. Enero 7 2008.

Dr. Jorge Aguirre González. Instituto de Ingeniería, UNAM. Cartografía digital. Oaxaca. Tesis de maestría “Clasificación de terrenos de cimentación para diseño sísmico de áreas urbanas”. Enero 7 2008.

Dra. Ma. del Carmen Perrillart Montoya. Instituto de Geología, UNAM. Cartografía digital. Republica Mexicana. Proyecto IMPULSA-SIBA-UNIPALEO. Enero 8 2008.

Dr. Stéphane André Couturier. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Proyecto “Evaluación de la confiabilidad de la clasificación de las áreas periurbanas del Sistema Urbano Nacional”. Enero 13 2008.

CAPÍTULO 2 Los Sistemas de Información Geográfica.

Dr. Joaquín Giménez Héau. Instituto de Biología, UNAM. Cartografía digital. Republica Mexicana. Proyecto UNIBIO. Enero 18 2008.

Ing. Agustín Fernández Eguiarte. Centro de Ciencias de la Atmosfera, UNAM. Cartografía digital. proyecto UNIATMOS. Enero 25 2008.

Dr. Mario Arturo Ortiz Pérez. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Proyecto “Regionalización costera de México”. Febrero 12 2008.

Dr. Mario Arturo Ortiz Pérez. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Proyecto “Regionalización costera de México”. Febrero 20 2008.

Ing. Agustín Fernández Eguiarte. Centro de Ciencias de la Atmosfera, UNAM. Cartografía digital. Proyecto UNIATMOS. Marzo 4 2008.

Mariluz Yared Hernández Flores. Cartografía digital. Estado de Puebla. Marzo 6 2008.

Dr. José Ramón Hernández Santana. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Republica Mexicana. Proyecto “Caracterización y análisis ambiental para el ordenamiento ecológico general del territorio”. Marzo 6 2008.

Dr. Miguel Aguilar Robledo. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Cartografía digital. Inventario Nacional Forestal 1994 y 2000. Proyecto “Los procesos de deforestación en la región de la Sierra Madre Oriental y sus escenarios ambientales”. Marzo 11 2008.

Ing. Agustín Fernández Eguiarte. Centro de Ciencias de la Atmosfera, UNAM. Cartografía digital. Proyecto UNIATMOS. Marzo 12 2008.

José Antonio Martínez Gaytan. Centro de Atención Municipal, Querétaro. Cartografía digital. Municipio de Corregidora. Abril 4 2008.

CAPÍTULO 2 Los Sistemas de Información Geográfica.

Dr. Pavel V. Krassilnikov. Facultad de Ciencias, UNAM. Cartografía digital. Inventario Nacional Forestal 2000. Sierra Madre del Sur. Abril 11 2008.

Ing. Rosario Álvarez. The Nature Conservancy. Cartografía digital. Costas de México. Abril 11 2008.

Dr. Pavel V. Krassilnikov. Facultad de Ciencias, UNAM. Cartografía digital. Inventario Nacional Forestal 2000. Sierra Madre del Sur. Proyecto “Edafopaisajes de las zonas dinámicas tropicales: Sierra Madre del Sur”. Abril 14 2008.

M. en C. Javier Francisco Lermo Samaniego. Instituto de Ingeniería, UNAM. Cartografía digital. Veracruz. Proyecto “Propuesta zonificación sísmica para el estado de Veracruz”. Abril 16 2008.

Dr. José Lugo Hubp. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Estado de Hidalgo. Abril 18 2008.

Dr. Mario Arturo Ortiz Pérez. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Bahías de Huatulco, Oaxaca. Proyecto “Regionalización costera de México”. Abril 22 2008.

Dr. Mario Arturo Ortiz Pérez. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Golfo de Cortez. Proyecto “Regionalización costera de México”. Abril 22 2008.

Dr. Pavel V. Krassilnikov. Facultad de Ciencias, UNAM. Cartografía digital. . Sierra Madre del Sur. Mayo 20 2008.

C. Domitilo Ramos Bahena. Asociación Regional de Silvicultores de la Zona Norte de Guerrero. Cartografía digital. zona norte de Guerrero. Mayo 30 2008.

Ing. Adolfo Reyes Pizano. Facultad de Ingeniería, UNAM. Cartografía digital. Ciudad Universitaria. Junio 6 20008.

CAPÍTULO 2 Los Sistemas de Información Geográfica.

Dr. Antonio Azuela de la Cueva. Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM. Cartografía digital. Taxco de Alarcón, Gro. Tesis doctoral “El proceso de apropiación del agua, el bosque y la tierra, su influencia en la implementación de esquemas de compensación por servicios ambientales: estudio de caso en la comunidad Chichila”. Junio 9 2008.

Dr. Mario Arturo Ortiz Pérez. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Inventario Nacional Forestal 2000. Occidente de la Republica Mexicana. Junio 10 2008.

Dr. Mario Arturo Ortiz Pérez. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Inventario Nacional Forestal 2000. Región occidente. Proyecto “Manejo integrado de la cuenca del Río San Pedro-Mezquital”. Junio 10 2008.

Arq. Malinaly Garza Montalvo. Gobierno de Tamaulipas. Cartografía digital. Inventario Nacional Forestal 2000. Junio 30 2008.

Lic. Ma. de Lourdes Godínez Calderón. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Sureste del país. Junio 30 2008.

Dr. Leopoldo Galicia Sarmiento. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Región occidente. Agosto 13 2008.

Dra. María Engracia Hernández Cerda. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Proyecto “Análisis de los eventos atmosféricos extremos en México”. Agosto 27 2008.

Lic. Ma. de Lourdes Godínez Calderón. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Estado de Guerrero. Septiembre 10 2008.

Dra. Elizabeth Solleiro Rebolledo. Programa de Posgrado en Ciencias de la Tierra. Cartografía digital. San Luis Potosí. Tesis de maestría “Evaluación del grado de contaminación de la zona noreste del acuífero somero del valle de San Luis Potosí, asociado al riego con aguas residuales”. Septiembre 11 2008.

CAPÍTULO 2 Los Sistemas de Información Geográfica.

Dr. Pedro Ernesto Villaseñor. Instituto Mexicano del Petróleo. Cartografía digital. San Luis Potosí. Tesis de maestría “modelo digital y geomorfología de un transecto estructural en la región Guaxcamá”. Septiembre 23 2008.

Dr. Jorge López Blanco. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Frontera sur de México. Proyecto “La evaluación de la existencia y localización de la señalización de los límites internacionales y del estado actual de los tratados de límites México-Guatemala y México-Belice”. Octubre 7 2008.

Dr. Mario Arturo Ortiz Pérez. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Inventario Nacional Forestal 2000. Proyecto “Cambios de uso de suelo en la zona de Balancan-Tenosique”. Octubre 14 2008.

Dra. Angélica Lozano C. Instituto de Ingeniería, UNAM. Cartografía digital. Guadalajara, Monterrey y Veracruz. Proyecto “Evaluación de oportunidades de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero en medios de transporte masivo de pasajeros en las zonas metropolitanas del Valle de México, Monterrey y Guadalajara”. Noviembre 3 2008.

Dr. Stéphane Couturier. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. 55 áreas metropolitanas. Proyecto “Caracterización de la urbanización difusa y áreas ambientales críticas a través de la percepción remota”. Noviembre 14 2008.

Dr. Joaquín Giménez Héau. Instituto de Biología, UNAM. Cartografía digital. Proyecto UNIBIO. Noviembre 18 2008.

Dr. José Fernando Aceves Quesada. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Guaymas y Sierra Libre. Proyecto “Geomorfología costera y sedimentos de la Bahía de Guaymas y regiones adyacentes”. Noviembre 2008.

Dra. Ma. Teresas Sánchez Salazar. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Guanajuato y Querétaro. Proyecto “Geografía minera histórica de México: el distrito minero de Guanajuato”. Enero 8 2009.

CAPÍTULO 2 Los Sistemas de Información Geográfica.

Josué Campos Palacios. Facultad de Ciencias, UNAM. Cartografía digital. Querétaro. Tesis de licenciatura “Riesgo de erosión hídrica en el estado de Querétaro”. Enero 12 2009.

Dra. Irasema Alcántara Ayala. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Estado de México. Tesis doctoral “Evaluación de riesgo por remoción en masa, en el Municipio de Temoaya, Estado de México”. Enero 13 2009.

M. en C. Eliseo Cantellano de Rosas. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. Cartografía digital. Inventario Nacional Forestal 2000. Tesis “Programa de ordenamiento ecológico para el municipio de Apaxtla, Guerrero”. Enero 22 2009.

Dr. José de Anda Sánchez. CIATEJ, Gdl. Cartografía digital. Estados de Veracruz y Nayarit. Proyecto “Administración y gestión del agua, y saneamiento del sistema hidrológico en las áreas urbanas y rurales de Veracruz” y “Desarrollo de un modelo de calidad del agua para la presa Aguamilpa, Nayarit”. Enero 23 2009.

Dr. José de Anda Sánchez. CIATEJ, Gdl. Cartografía digital. Estado de Nayarit. Proyecto “Desarrollo de un modelo de calidad del agua para la presa Aguamilpa, Nayarit”. Febrero 20 2009.

Dr. José de Anda Sánchez. CIATEJ, Gdl. Cartografía digital. Río Santiago. Proyecto “Atlas ambiental para la cuenca del río Santiago”. Marzo 6 2009.

Dr. José Ramón Hernández Santana. Instituto de Geografía, UNAM. Cartografía digital. Tesis doctoral “Por una gestión integral del riesgo ante amenazas naturales en ciudades portuarias. Estudios de caso: Veracruz (México) y Buenaventura (Colombia)”. Marzo 11 2009.

CAPÍTULO 3

La Percepción Remota.

Definición conceptual

Percepción remota es la ciencia y arte de obtener información de un objeto, área o fenómeno a través del análisis de los datos adquiridos mediante algún dispositivo que no está en contacto físico con el objeto, área o fenómeno investigados.

3.1 El uso de la percepción remota y sus herramientas.

La percepción remota en los últimos años ha venido a resolver muchos problemas desde el lanzamiento del primer satélite artificial al espacio. Aunque no es ahí donde nace, si incrementó de manera exponencial la toma de los datos en cuanto se tuvo un “ojo” que vislumbrara la superficie terrestre. Además, el avance tecnológico, que va a saltos agigantados en el estudio de la interpretación de los datos, el desarrollo teórico en las investigaciones, en el mejoramiento de los sensores, la capacidad de almacenamiento y una mayor definición en la toma de imágenes terrestres, hacen de la percepción remota una herramienta invaluable para la toma de decisiones; desde la predicción de cosechas, el estado de la cubierta vegetal hasta estudios urbanos como la expansión de la mancha urbana o el avance de la desertificación. Cómo es común escuchar “una imagen vale más que mil palabras...” es evidente el papel integral de la percepción remota en el desempeño de las nuevas áreas de la ciencia y las futuras líneas de investigación.

3.1.1 Sensores

Se entiende por sensores a los equipos capaces de coleccionar energía proveniente del objeto observado, convirtiéndola en una señal posible de ser registrada, almacenada (**Figura: 3.1.1.1**) sujeta a ser presentada en forma adecuada para la extracción de información.

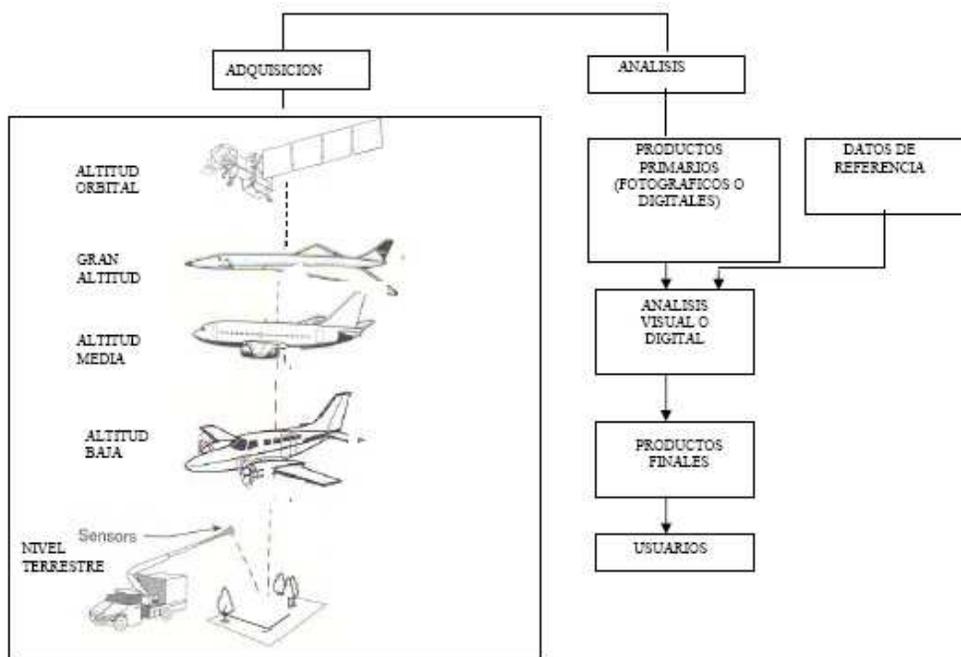


Figura: 3.1.1.1 Diferentes tipos de sensores remotos.

Tipos de Sensores

Los sensores pueden ser clasificados en función de la fuente de energía o en función del tipo de producto que producen.

En función de la fuente de energía se clasifican:

- A) PASIVOS: no poseen una fuente propia de radiación. Miden la radiación solar reflejada o la radiación emitida por los albedos lunar y terrestre.
- B) ACTIVOS: poseen su propia fuente de radiación electromagnética, trabajando en fajas restringidas del espectro.

En función del tipo de producto:

- A) NO PRODUCTORES DE IMAGEN: no generan una imagen de la superficie observada.
- B) PRODUCTORES DE IMAGEN: se obtiene como resultado de una imagen de la superficie observada. Suministran información sobre la variación espacial de la respuesta espectral de la superficie observada.

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

Plataforma / Sensor / Lanzam. Año	Imagen Tamaño Celda	Tamaño Imagen (Cross x Along-Track)	Bandas Espectr.	Bandas Visible (µm)	Bandas Infrarrojo Cerc. (µm)	Plataforma / Sensor / Lanzam. Año	Bandas Medio Infrarrojo (µm)	Bandas Infrarrojo Termal (µm)	Rango Banda PAN (µm)	Imagen Tamaño Celda	Nominal Revisit Interval*
Ikonos-2 VNIR 1999	4 m	11 x 11 km	4	B 0.45-0.52 G 0.52-0.60 R 0.63-0.69	0.76-0.90	Ikonos-2 VNIR 1999	None	None	0.45-0.90 B, G, R, NIR	1 m	11 days (2.9 days ¹)
Terra (EOS-AM-1) ASTER 1999	15 m (Vis, NIR) 30 m (MIR) 90m (TIR)	60 x 60 km	14	G 0.52-0.60 R 0.63-0.69	0.76-0.88	Terra (EOS-AM-1) ASTER 1999	1.60-1.70 2.145-2.185 2.185-2.225 2.235-2.285 2.285-2.385 2.36-2.43	8.125-8.475 8.475-8.825 8.925-9.275 10.25-10.95 10.95-11.65	None	X	16 days
SPOT 4 HRVIR (XS) 1999	20 m	60 x 60 km	4	G 0.50-0.59 R 0.61-0.68	0.79-0.89	SPOT 4 HRVIR (XS) 1999	1.58-1.75	None	0.61-0.68 R	10 m	26 days (5 days ¹)
SPOT 1, 2, 3 HRV (XS) 1986	20 m	60 x 60 km	3	G 0.50-0.59 R 0.61-0.68	0.79-0.89	SPOT 1, 2, 3 HRV (XS) 1986	None	None	0.51-0.73 G, R	10 m	26 days (5 days ¹)
IRS-1C, 1D LISS III 1995	23.6 m 70.8 m (MIR)	142 x 142 km 70 x 70 km Pan	3	G 0.52-0.59 R 0.62-0.68	0.77-0.88	IRS-1C, 1D LISS III 1995	1.55-1.70	None	0.50-0.75 G, R	5.8 m	24 days (5 days Pan ¹)
Landsat 7 ETM+ 1999	30 m	185 x 170 km	7	B 0.45-0.515 G 0.525-0.605 R 0.63-0.69	0.75-0.90	Landsat 7 ETM+ 1999	1.55-1.75 2.09-2.35	10.40-12.50	0.52-0.90 G, R, NIR	15 m	16 days
Landsat 4, 5 TM 1982	30 m	185 x 170 km	7	B 0.45-0.52 G 0.52-0.60 R 0.63-0.69	0.76-0.90	Landsat 4, 5 TM 1982	1.55-1.75 2.09-2.35	10.40-12.50	None	X	16 days
IRS-1A, 1B LISS I, II 1988	36.25 m (LISSII) 72.5 m (LISS I)	148 x 148 km	4	B 0.45-0.52 G 0.52-0.60 R 0.63-0.69	0.77-0.88	IRS-1A, 1B LISS I, II 1988	None	None	None	X	22 days
Landsat 4, 5 MSS 1982	79 m	185 x 185 km	4	G 0.5-0.6 R 0.6-0.7	0.7-0.8 0.8-0.9	Landsat 4, 5 MSS 1982	None	None	None	X	16 days
IRS-1C, 1D WiFS 1995	189 m	810 x 810 km	2	R 0.62-0.68	0.77-0.88	IRS-1C, 1D WiFS 1995	None	None	None	X	5 days

Cuadro: 3.1.1.2 Tipos de sensores multispectrales.

3.1.1.1 LANDSAT ETM, TM y MSS

Compuesto hasta 2003 por 7 satélites, que fueron desarrollados por la NASA, inicialmente recibieron el nombre de Earth Resources Technology Satellite-1 (ERST-1) en enero de 1975 pasaron a ser llamados LANDSAT. El Landsat 1 y 2, llevaban a bordo dos sistemas sensores con la misma resolución espacial, pero con diferentes concepciones de observación: el sistema RBV, con visualización instantánea de toda la escena y el sistema MSS, con visualización del terreno por barrido de líneas (line-scanner).

Ambos sistemas tenían la finalidad de adquirir datos multispectrales, pero el desempeño del sistema MSS, en términos de fidelidad radiométrica, hizo que el tercer satélite de la serie tuviera un sistema RBV modificado, de modo de proveer datos con mejor resolución espacial en una única faja del espectro. Por otro lado, se adicionó una banda espectral al sistema MSS, para operar en la región del infrarrojo térmico.

A partir de los Landsat 4, 5 y 7, en lugar del sensor RBV, la carga útil del satélite pasó a contar con el sensor TM (Thematic Mapper y el Enhanced Thematic Mapper para el sensor Landsat 7), operando en 7 bandas espectrales. Este sensor conceptualmente es semejante al MSS, debido a que es un sistema de barrido de líneas, pero presenta una serie de mejoras tanto en los componentes ópticos como en los electrónicos.

3.1.1.2 Sensor MSS (Multispectral Scanner)

Es un sistema sensor que permite la visualización de líneas del terreno en una faja de 185 Km., perpendicularmente a la orbita del satélite. El barrido del terreno es realizado con ayuda de un espejo que oscila hacia ambos lados del recorrido del satélite. Durante la oscilación del espejo, la imagen del terreno, a lo largo de la faja, es captada por una matriz de detectores. La dimensión de cada detector que compone el arreglo de detectores, es responsable por el campo de visión instantáneo (área de la superficie de la Tierra observada por cada detector). La energía registrada por cada detector es transformada en una señal eléctrica y posteriormente es transmitida a las estaciones terrenas.

A cada oscilación del espejo, el satélite sufre un corrimiento a lo largo de la orbita, para proporcionar una imagen continua del terreno. El movimiento de rotación de la Tierra ocasiona un pequeño dislocamiento del punto inicial del barrido para el oeste, a cada oscilación del espejo, es decir, a cada seis líneas tomadas. Si se considera un barrido de 185 Km. a lo largo de la orbita del satélite, hay un dislocamiento de 12.5 cm entre la primera y la última columna de pixeles.

Las imágenes Landsat ETM 2000 y MSS de tres fechas, fueron las imágenes particularmente que con más frecuencia se utilizaron o solicitaron, para el desarrollo de investigaciones, proyectos o trabajos de tesis. La facilidad de obtención y el costo nulo en estas imágenes, permitió que investigadores y estudiantes, encontraran imágenes bien trabajadas, con una buena resolución y un buen tratamiento previo. Es así, que las imágenes Landsat formaron parte importante y herramienta de trabajo fundamental, primero en la elaboración de

uno de los Proyectos mas ambiciosos tanto del Instituto de Geografía como del Laboratorio, el Inventario Nacional Forestal Nacional 2000. Así como base de apoyo a los demás proyectos dentro del Laboratorio de SIG y PR, ejemplos de ellos fueron La Parota y el Ordenamiento Territorial del Estado de Oaxaca.

3.1.1.3 Sensor SPOT

El sistema SPOT es un programa espacial francés semejante al proyecto Landsat, que fue concebido por el Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) y lleva a bordo dos sensores de alta resolución (HRV-Haut Resolution Visible). Estos sensores fueron diseñados para operar en dos modos diferentes: el multiespectral, que permite la adquisición de datos en tres fajas del espectro electromagnético con una resolución espacial de 20 y 10 metros, y el pancromático; con una banda espacial de 10, 5 y 2.5 metros actualmente.

Una de las características principales de los instrumentos a bordo del SPOT es la posibilidad de observación "off-nadir". El sensor podrá ser direccionado para observar escenas laterales a la órbita en la que se encuentra el satélite en un momento determinado. Esta posibilidad de observación, aumenta los medios de obtener un aumento en el recubrimiento repetitivo de determinadas áreas. Otra ventaja es la posibilidad de obtener pares estereoscópicos.

La luz proveniente de la escena alcanza un espejo plano, que puede ser controlado a partir de las estaciones terrestres variando en ángulos de +/- 0.6 hasta +/- 27° con relación al eje vertical.

La energía que alcanza el espejo plano es captada por una matriz lineal de detectores del tipo CCD (Charge-Coupled Device). Cada matriz consiste en 6000 detectores ordenados linealmente, formando lo que se denomina un "push-broom scanner" o sistema de barrido electrónico. Este sistema permite la visualización instantánea de una línea completa en el terreno, perpendicularmente a la dirección de movimiento del satélite en su órbita.

3.1.2 Resoluciones

Dependiendo de su diseño y características, los sensores pueden ser definidos por una serie de cualidades que imprimen una calidad diferente a los datos que proporcionan. Las características espaciales del sensor hacen referencia a la porción de la superficie terrestre de la cual obtiene información y se determinan por magnitudes tales como:

- Campo de visión instantánea, que depende de la apertura del dispositivo óptico de observación y determina las dimensiones máximas de la superficie terrestre que puede observarse en cada instante desde el sensor, expresando este parámetro en radianes.
- Campo total de observación: se define para los sensores de barrido y depende del ángulo de oscilación o de rotación del espejo y de la duración de la pasada. En función de la altitud del satélite, se obtiene la longitud de la línea de barrido, que se expresa en metros o en kilómetros.
- Píxel (contracción del término anglosajón picture element): Determina el tamaño de la muestra. La señal de salida del detector sufre un muestreo a una frecuencia que depende del sistema de adquisición de los datos, esto es, de la velocidad de barrido (López y Caselles, 1991).

3.1.2.1 Resolución Espacial

La resolución espacial cuantifica el tamaño de píxel (**Cuadro:3.1.2.1.1**), mínima unidad de medida del territorio, que es capaz de definir la lectura de las bandas del sensor. Para el sensor TM y ETM+, la resolución espacial es de:

Banda Numero	Rango Espectral(μ)	Zona del Espectro	Resolución en el Terreno(m)
1	0.45 - 0.515 μ	Visible – azul	30
2	0.525 – 0.605 μ	Visible – verde	30
3	0.63 – 0.690 μ	Visible – rojo	30
4	0.75 – 0.90 μ	Infrarrojo Próximo (Visible)	30
5	1.55 – 1.75 μ	Infrarrojo Lejano	30
6	10.40 - 12.5 μ	Térmico Lejano	60
7	2.09 – 2.35 μ	Térmico Próximo	30
Pancromático	0.52 – 0.90 μ	Prácticamente todo el visible	15

Cuadro: 3.1.2.1.1 Resolución espacial para el sensor TM y ETM+, **Fuente:** Fernández-Coppel, Herrero Llórente 2001).

3.1.2.2 Resolución Temporal

Corresponde a la frecuencia de observación del sensor, es decir, el intervalo de tiempo que toma el sensor para pasar por el mismo sitio (**Figura: 3.1.2.2.1**); pueden ser intervalos variables para cada uno de los sensores, dependiendo de la órbita que describan, ya sea estacionaria o circumpolar.

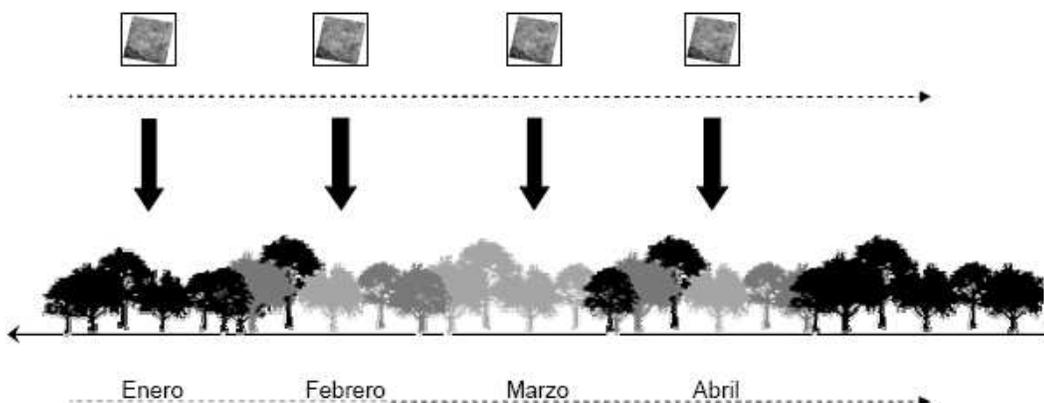


Figura: 3.1.2.2.1 Resolución temporal.

3.1.2.3 Resolución Radiométrica

Las características espectrales del sensor definen la resolución radiométrica, que expresa su capacidad, en una banda espectral considerada, para distinguir señales electromagnéticas de diferente energía. La resolución radiométrica está condicionada por los intervalos de digitalización de la señal; en el dominio del infrarrojo térmico, esta resolución se traduce en medidas de temperatura diferente (NEdT), mientras que en el visible, determina los valores de reflectividad (López, y Caselles, 1991).

Corresponde al número de valores posibles de una banda. Para datos almacenados de 8-bits el rango es 0-255, para 7-bits 0-128, para 6-bits 0-64, para 5-bits 0-32... Para registrar digitalmente la energía recibida por un detector individual en un sensor, los rangos continuos de la energía entrante deben ser *discretizados*, o subdivididos dentro de un número de niveles que son registrados como valores enteros. Muchos sistemas satelitales actuales cuantifican datos dentro de 256 niveles (8 bits de datos en un sistema binario de codificación) (**Figura: 3.1.2.3.1**). Las bandas termales infrarrojas del sensor ASTER son cuantificadas dentro de 4096 niveles (12 bits). A mayor número de niveles que pueden ser registrados, mayor es la resolución radiométrica del sistema sensor. (Randall, 2001)

Una alta resolución radiométrica es una ventaja cuando se usa un computador para procesar y analizar los valores numéricos en las bandas de la imagen multiespectral. (Varios de los procedimientos de análisis más comúnmente usados, división de banda y clasificación espectral serán descritos posteriormente). El análisis visual de las imágenes multiespectrales también es beneficiado por altas resoluciones radiométricas ya que una selección de bandas de longitudes de onda pueden ser combinadas para formar un despliegue en color o una impresión (idem).

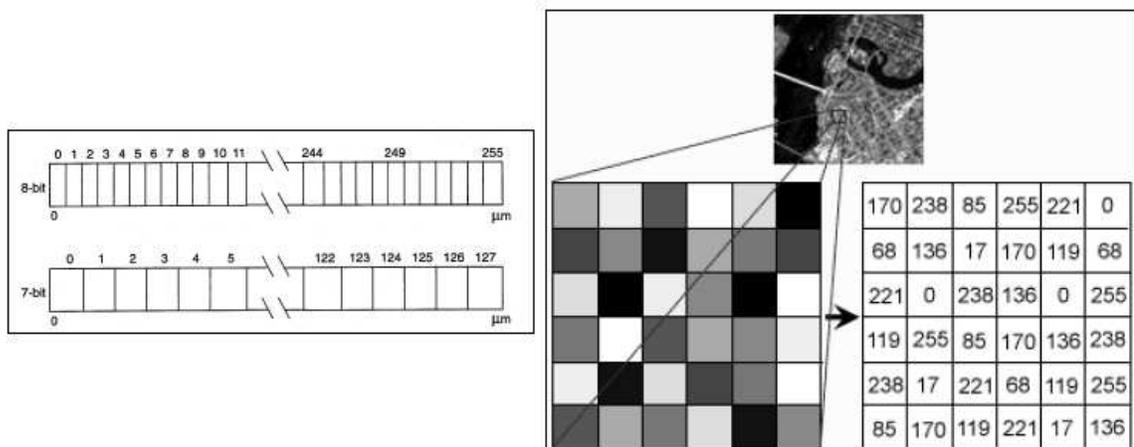


Figura: 3.1.2.3.1 Valores discretos de los pixeles de una imagen.

3.1.2.4 Resolución Espectral

La *resolución espectral* de un sistema de percepción remota puede ser descrita como su habilidad para distinguir diferentes partes del rango medido de longitudes de onda (**Figura: 3.1.2.4.1**). En esencia, esto equivale al número de intervalos de longitudes de onda (“bandas”) que son medidas, y cuán estrecho es cada intervalo. Una “imagen” producida por un sistema de sensoreamiento puede consistir de una longitud de onda de banda ancha, unas pocas bandas anchas, o varias longitudes de onda de bandas estrechas. Los nombres usualmente usados para estas tres categorías de imágenes son *pancromática*, *multiespectral*, e *hiperespectral*, respectivamente. (Randall, 2001)

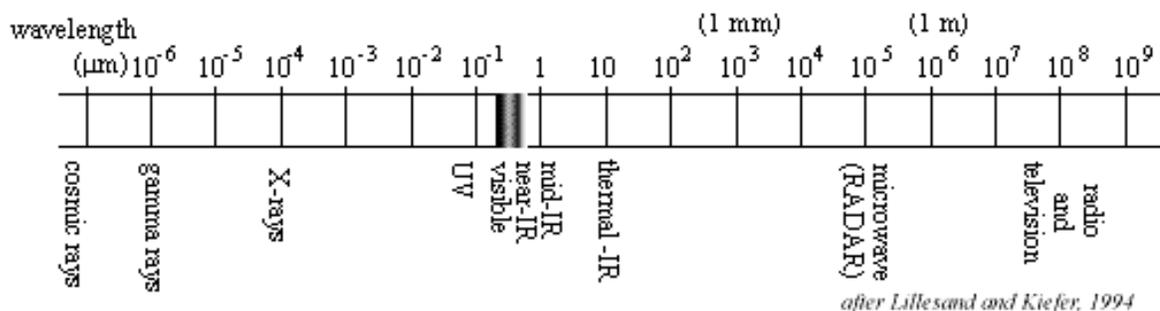


Figura: 3.1.2.4.1 Longitudes de onda de las diversas radiaciones electromagnéticas.

3.1.1 Espectro Electromagnético

El campo de la percepción remota comenzó con las fotografías aéreas, usando luz visible del sol como fuente energética. Pero la luz visible comprende sólo una pequeña parte del espectro electromagnético, un continuo que se extiende desde alta energía, longitudes de onda corta de rayos gamma, a baja energía, largas longitudes de ondas de radio. Abajo se ilustra la porción del espectro electromagnético que es útil en la percepción remota de la superficie terrestre.

Aunque "la sucesión de valores de longitud de onda es continua, suelen establecerse una serie de bandas en donde la radiación electromagnética presenta un comportamiento similar. La organización de estas bandas es lo que se denomina espectro electromagnético"(Chuvieco, 1996).

3.2 Procesamiento digital de imágenes con ENVI

ENVI, el Entorno para la Visualización de Imágenes es uno de los más avanzados paquetes de procesamiento de imágenes de muy fácil manejo para trabajar con datos de teledetección.

ENVI contiene herramientas para el análisis de datos hiperespectrales y multiespectrales. Se pueden identificar y representar los píxeles más puros de una imagen o determinar la composición de cualquier espectro desconocido comparándolo con espectros de librerías. ENVI proporciona varias librerías espectrales o permite importar espectros y construir nuevas librerías. Con ENVI es posible tener acceso y analizar eficientemente archivos de cualquier tamaño, ya que no tiene límites en el tamaño de la imagen ni en el número de bandas. La arquitectura abierta de ENVI facilita el trabajo con datos de los proveedores líder de imágenes como Landsat, SPOT, RADARSAT, NASA, NOAA, EROS Data Center y ESA, y está preparado para acomodar datos de Earth Watch, Orbview y Space Imaging. En lo que se refiere a las herramientas tradicionales incluye todas las básicas como el registro, calibrado, matemáticas de banda, clasificación, realce del contraste, filtrado, transformaciones, detección de borde, composición de mapas. ENVI es un paquete de programación

completamente integrado que corre exactamente igual bajo los sistemas: Windows, Unix y Macintosh.

También puede georeferenciar imágenes e importar vectores. Permite la digitalización de éstos últimos y superponerlos sobre datos de imágenes, construir nuevas capas, editar datos de puntos, polilíneas y polígonos, crear y/o editar atributos, y consultar la información de éstos, asociada a sus vectores con el GUI intuitivo de ENVI (mapping.interactivo, 2000)

3.2.1 tipo de imágenes

También llamados formatos RASTER, debido a que trabajan con celdas con valores únicos o píxeles, son la principal fuente de información en los programas de percepción remota. Abajo se listan (**Figura: 3.2.1.1**) solo algunos de los formatos más comunes utilizados por los programas dedicados al tratamiento digital de imágenes y los programas utilizados para su manejo.

FORMATOS RASTER	
Formato	Descripción
ADRG	DMA ARC Digitized Raster Graphics
ADRI	NIMA ARC Digitized Raster Imagery
ALDEN Radar	
ARC-ASCII, BIL/BIP, Eoo, GRID	ArcInfo formats
ASCII, ASCII-XYZ	Text, 3 coordinate text
AVHRR-BIWEEK	U.S. Bi-Weekly Composite
AVIRIS Hyperspectral	
BMP	Microsoft Windows Bitmap
DEM	USGS Digital Elevation Model
DEM GTOPO30	GTOPO30 Global DEM
DTED	Digital Terrain Elevation Data
ENVI Hyperspectral	
ER-MAPPER	
ERDAS GIS/LAN and IMAGINE	
ERS1-SAR	ERS-1 Synthetic Aperture Radar
GAC/LAC	AVHRR Global Area Cover
GEOTIFF	
GIF	Graphics Interchange Format

HDF4.1	Hierarchical Data Format, vers 4.1
HDFMODIS	MODIS HDF
IDRISI	
JPEG	
LANDSAT-CCRS	Can. Centre Rem. Sens.
LANDSAT-NLAPS	
NITF, NITF2.1	NIMA National Imagery Transfer
PCI	PCI Image Format
PNG	Portable Network Graphics
RADARSAT	Radarsat CEOS Radar Formats
RAW	
SPOT Image y SPOTview	
TIFF	Tag Image File Format

Cuadro: 3.2.1.1 Listado de los formatos raster más comunes

3.3 Aplicaciones y tareas de la percepción remota.

A continuación se describen dos de los procesos más solicitados dentro de las actividades en el LAGE, por medio de programas de procesamiento digital de imágenes, como son ENVI y PCI, aunque en la mayoría de las solicitudes atendidas se utilizó ENVI por la amabilidad y comodidad en el manejo del programa. Las operaciones puntuales se realizaron con relativa facilidad para la obtención en primer lugar de los NDVI y de MDT como otro proceso del tratamiento digital de imágenes, aunque se obtuvieron a partir de datos vectoriales se pudo generar a través de curvas de nivel, modelos de terreno de buena calidad, utilizados en análisis posteriores y simulaciones en tercera dimensión.

3.3.1 Índices Normalizados de Vegetación (NDVI)

El cálculo de índices de vegetación es una técnica de uso habitual en teledetección y es comúnmente utilizada para mejorar la discriminación entre dos cubiertas que presenten un comportamiento reflectivo muy distinto en dos o más bandas, por ejemplo, para realzar suelos y vegetación en el visible e infrarrojo cercano, y para reducir el efecto del relieve (pendiente y orientación) en la caracterización espectral de distintas cubiertas (Chuvieco, 1996).

El empleo de cocientes o índices para identificar masas vegetales, tiene su base en el particular comportamiento radiométrico de la vegetación. Una masa vegetal en óptimas condiciones, es decir, en buen estado de actividad fotosintética, posee una firma espectral que se caracteriza por un claro contraste entre las bandas visibles (en especial la roja que va de 0.6 a 0.7 μm) y el infrarrojo cercano (0.7 a 1.1 μm).

Esto se da, debido a que la mayor parte de la radiación solar recibida por la planta en el visible, es absorbida por los pigmentos de las hojas, mientras que éstos apenas afectan a la radiación recibida en el infrarrojo cercano, por lo que se presenta un alto contraste entre una baja reflectividad en el visible y una alta reflectividad en el infrarrojo cercano. Por tanto, este comportamiento permite separar con relativa facilidad, la vegetación sana de otras cubiertas (Hernán, 2005) (**Figura: 3.3.1.2**).

En este comportamiento se basan la mayoría de los denominados índices de vegetación, en los que se combinan las bandas roja e infrarrojo cercano del espectro electromagnético. Entre otros figuran el simple cociente entre bandas (rojo/infrarrojo cercano) y el índice de vegetación de diferencia normalizado, NDVI por sus siglas en inglés.

Entre otras aplicaciones prácticas de esta técnica figuran:

- _ Identificación de áreas forestadas-deforestadas.
- _ Evaluación del estado de la vegetación y su grado de estrés.
- _ Separación entre distintos tipos de masas vegetales.
- _ Monitoreo de plagas.
- _ Evaluación de riesgos de incendio.

Además existen numerosas variables que se pueden derivar de este índice como por ejemplo: contenido de agua en las hojas, productividad neta de la vegetación, contenido de clorofila en la hoja, dinámica fenológica, evapotranspiración potencial, etc. Un aspecto interesante del NDVI es que varía

dentro de márgenes conocidos (-1 a +1) (**Figura: 3.3.1.1**), lo que facilita notablemente su interpretación.

Según Chuvieco (1996), para obtener estos índices de forma rigurosa, deberían aplicarse previamente las correcciones atmosféricas y la conversión de ND (número digital, es el valor que devuelve el sensor) a reflectividades. De todas maneras, siempre que no se pretenda conceder un valor físico a los resultados, el índice puede aplicarse directamente a los niveles digitales originales de la imagen. En este caso la valoración será relativa, pero sigue manteniéndose el mismo principio: cuanto mayor sea el resultado obtenido, tanto mayor será el vigor vegetal presente en la zona observada.

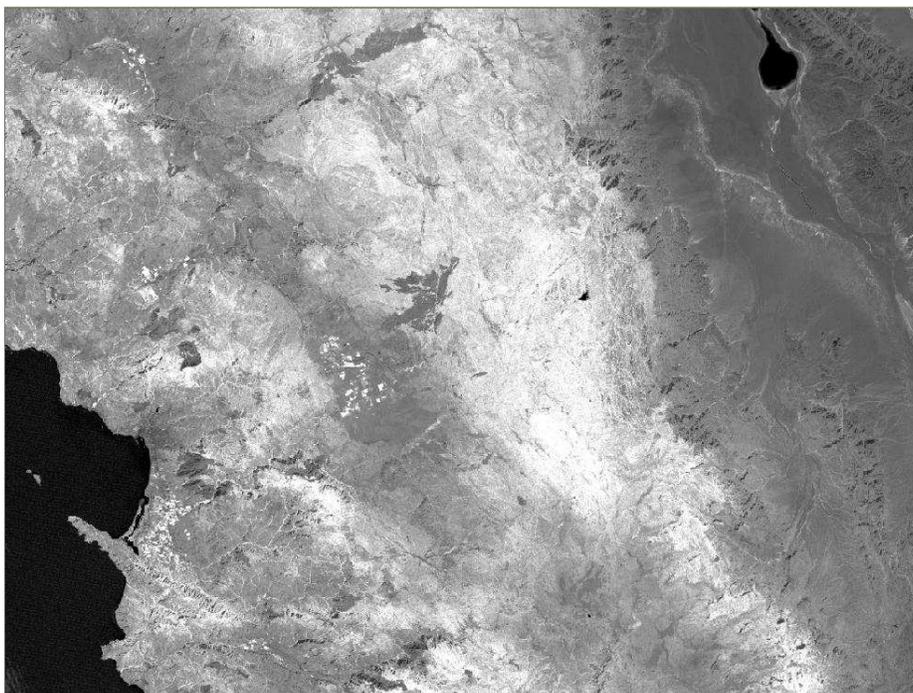


Figura: 3.3.1.1. NDVI a partir de una imagen Landsat ETM+ 2000

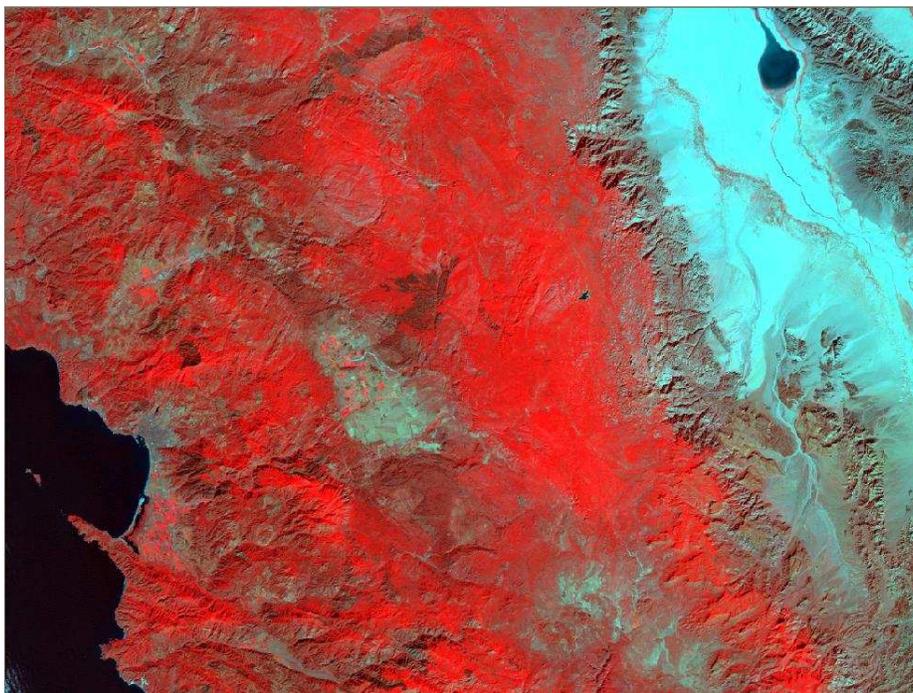


Figura: 3.3.1.2 Compuesto falso color con NDVI imagen Landsat ETM 2000 PATH 39 ROW 38.

3.3.2 Modelos Digitales de Terreno (MDT)

Definición del MDE.

De acuerdo con la definición general, un modelo digital de elevaciones (MDE) se define como una estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de la altitud de la superficie del terreno (**Figura: 3.3.2.1**). Un MDE puede describirse de forma genérica del modo siguiente:

$$z = \zeta(x, y)$$

Donde z es la altitud del punto situado en las coordenadas x y y , y ζ la función que relaciona la variable con su localización geográfica. Los valores de x , y suelen corresponder con las abscisas y ordenadas de un sistema de coordenadas plano, habitualmente un sistema de proyección cartográfica (Felicísimo, 1994).

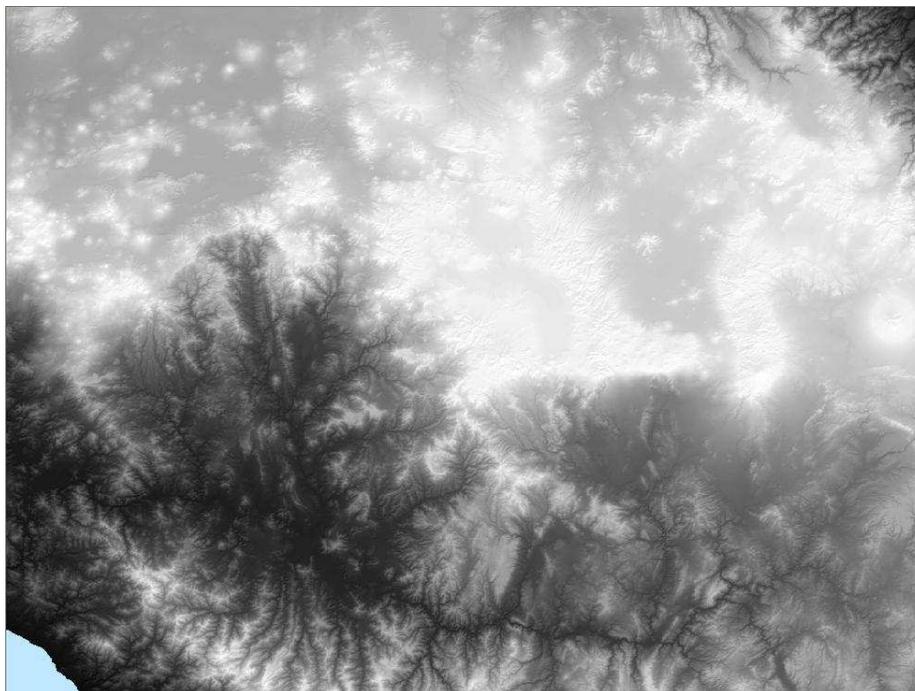


Figura: 3.3.2.1 Modelo Digital de Terreno

3.3.2.1 Modelado Topográfico

Son todas aquellas operaciones realizadas para la obtención de subproductos, generados a partir de un Modelo Digital de Terreno, con ellos se pueden generar y adquirir un sin fin de nuevos datos asociados y/o prospecciones de estudios a mediano y largo plazo, como delimitación de cuencas, traza y orden de los ríos, áreas de inundación, pendientes con mayor o menor insolación anual, modelos para el estudio de visibilidad, de estudio de sombras, modelos en tercera dimensión (3D), fallamientos, estudios geológicos, etc. De tal manera, el MDT es una poderosa herramienta que ayuda en la solución y en el entendimiento de la compleja superficie terrestre.

3.3.2.2 Hillshade (sombreado)

El relieve en los modelos digitales se expresa en términos de elevación sobre un nivel de referencia, por lo que su traspaso a una superficie bidimensional no puede realizarse de forma completa y es necesario acudir a simplificaciones de diversos tipos.

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

Los valores de altitud pueden codificarse directamente en una escala de grises (en valores que van de 0-255), donde el menor valor en altitud, correspondería al negro y el mayor al blanco. La apariencia visual de este tipo de representaciones hace difícil la localización precisa de los elementos del relieve. Un caso similar lo plantea la presentación de los valores de pendiente que, en los mapas convencionales, suele hacerse mas con criterios visuales para facilitar la interpretación que intentando representar fielmente los valores reales.

Existe la posibilidad de representar cartográficamente el relieve mediante un mapa del sombreado o iluminación de la topografía (**Figura: 3.3.2.2.1**). En este caso, la variable representada es una simulación del nivel de luz (o de sombra) reflejado por el relieve al ser iluminado por el sol situado en una posición geográfica. Esta cantidad de luz reflejada depende de la posición del sol y de la pendiente del relieve. Las zonas con más pendiente, que estén enfrentadas directamente al sol, reflejan mucha luz y por ello son muy visibles; aquellas que están en las laderas no iluminadas directamente por el sol no reflejan luz y están oscuras (UNSE, 2009)

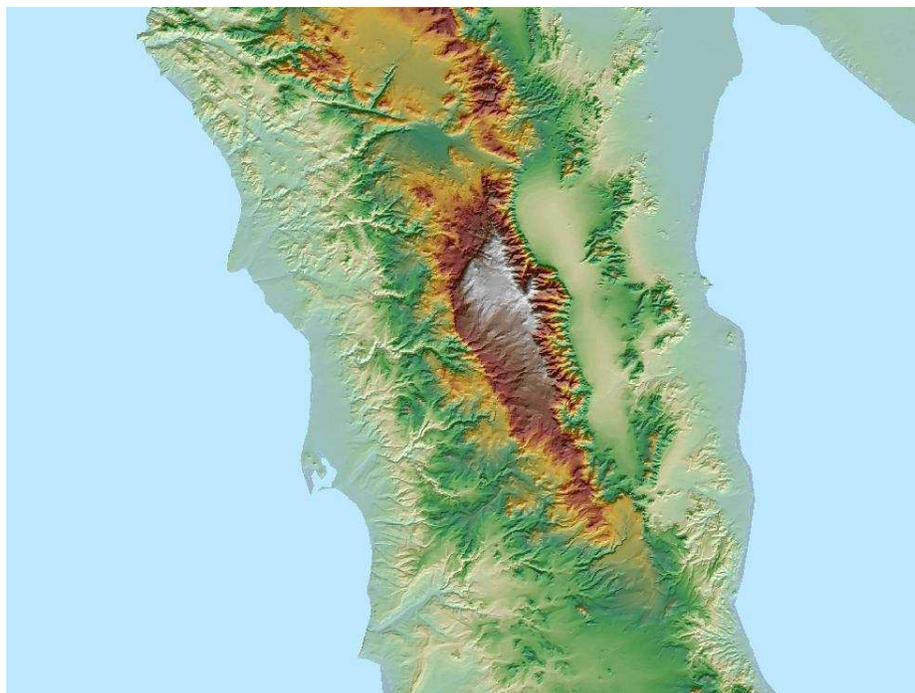


Figura: 3.3.2.2.1 Modelo sombreado (hillshade) a color.

3.3.2.3 Aspecto (orientación de laderas)

La dirección marcada en una brújula, define la orientación de las caras de la ladera, generalmente, se mide en grados a partir del Norte (**Figura: 3.3.2.3.2**). El aspecto (parte del modelado topográfico), se puede generar de superficies continuas de la elevación, es decir, a partir de un modelo digital de terreno. Por ejemplo, el aspecto registrado en una cara del TIN, es la dirección más escarpada de la pendiente, tomando en cuenta la inclinación en la superficie de la ladera, y el aspecto, para el caso de los grid's, se determina a partir de una celda y es la dirección más escarpada de la pendiente en un plano definido por el valor de la celda (pixel) y sus ocho vecinos circundantes. (www.esri.com).

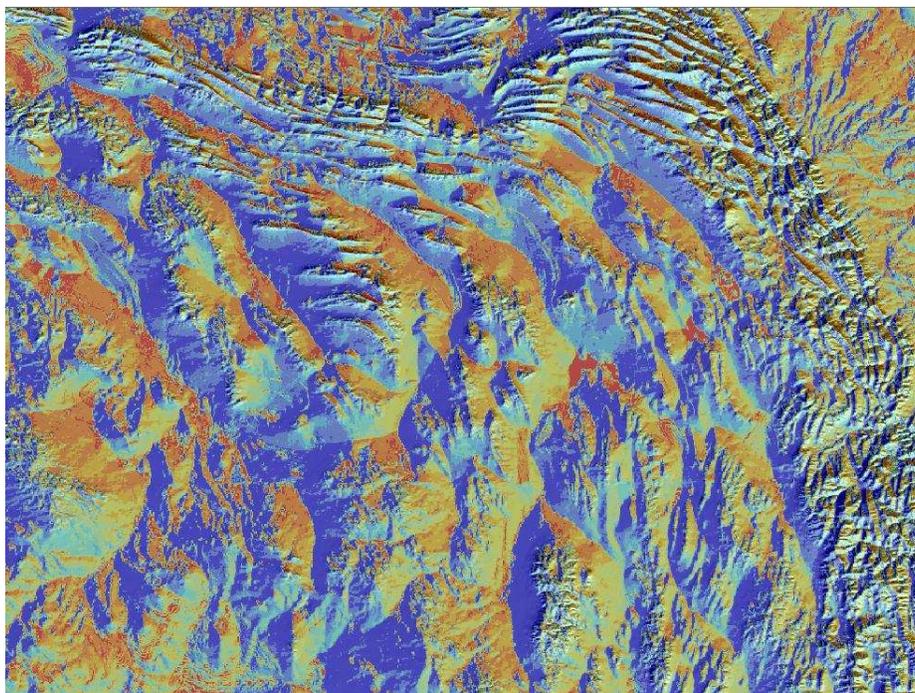


Figura: 3.3.2.3.2 Modelo de Aspecto de la pendiente

3.3.2.4 Pendiente

Uno de los conceptos con el que la mayoría de los profesionales de la planificación del paisaje o de la topografía están familiarizados es la medición de pendientes. La pendiente es una forma de medir el grado de inclinación del terreno. A mayor inclinación mayor valor de pendiente. Se mide calculando la tangente de la superficie; la tangente se calcula dividiendo el cambio vertical en

altitud entre la distancia horizontal. Si visualizáramos la superficie en sección transversal, podríamos ver un triángulo rectángulo:

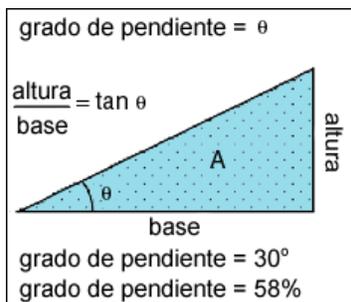


Figura: 3.3.2.4.1 Calculo de la pendiente

Normalmente la pendiente se expresa en planimetría como un porcentaje que equivale al valor de la tangente (pendiente) multiplicado por 100.

$$\text{Porcentaje de Pendiente} = \text{Altura} / \text{Base} * 100$$

Para el cálculo de pendientes, se genera como un subproducto del modelo digital de terreno, obtenido a partir de los datos de elevación del mismo, el programa determina la máxima pendiente hacia abajo, calcula el máximo gradiente de la celda o celdas que son menores o iguales al valor de elevación de la celda central. Si no existe un vecino de valor inferior se asigna el valor de -1 a la celda central. **(Figura: 3.3.2.4.2)**

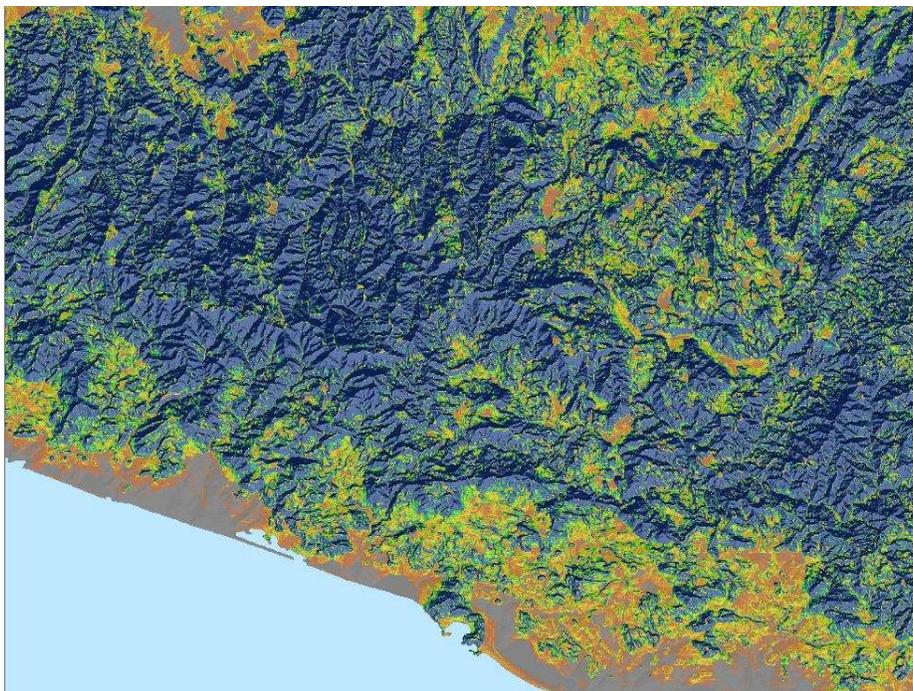


Figura: 3.3.2.4.2 Mapa de pendientes en porcentaje.

3.3.2.5 TIN

También llamado **Red Irregular de Triángulos (TIN)**, se genera a partir de un conjunto de puntos, en los que se conoce la elevación, se traza un conjunto de triángulos, formados por tripletas de puntos cercanos no co-lineales, formando un mosaico. En ocasiones se parte de las curvas de nivel que, tras descomponerse en un conjunto de puntos, genera una red irregular de triángulos. En este caso hay que tener en cuenta que pueden formarse triángulos a partir de puntos extraídos de la misma curva de nivel, por tanto con el mismo valor, que darán lugar a triángulos planos.

Tienen entre sus ventajas el adaptarse mejor a las irregularidades del terreno, ocupar menos espacio y dar muy buenos resultados a la hora de visualizar modelos en 3D o determinar cuencas visuales. Entre los inconvenientes destaca un mayor tiempo de procesamiento y el resultar bastante ineficientes cuando se intenta integrarlos con información de otro tipo; en definitiva hay que utilizarlos para interpolar una capa raster (UM SIGMUR, 2006)

Dichos triángulos varían en tamaño en función de la rugosidad del terreno. Los triángulos grandes son válidos en el caso de terrenos planos o de pendientes muy suaves. Los triángulos pequeños pueden modelar terrenos muy accidentados. Esto hace que el modelo TIN sea muy preciso y eficiente. Las pendientes y las orientaciones se pueden calcular directamente a partir de este tipo de modelos.

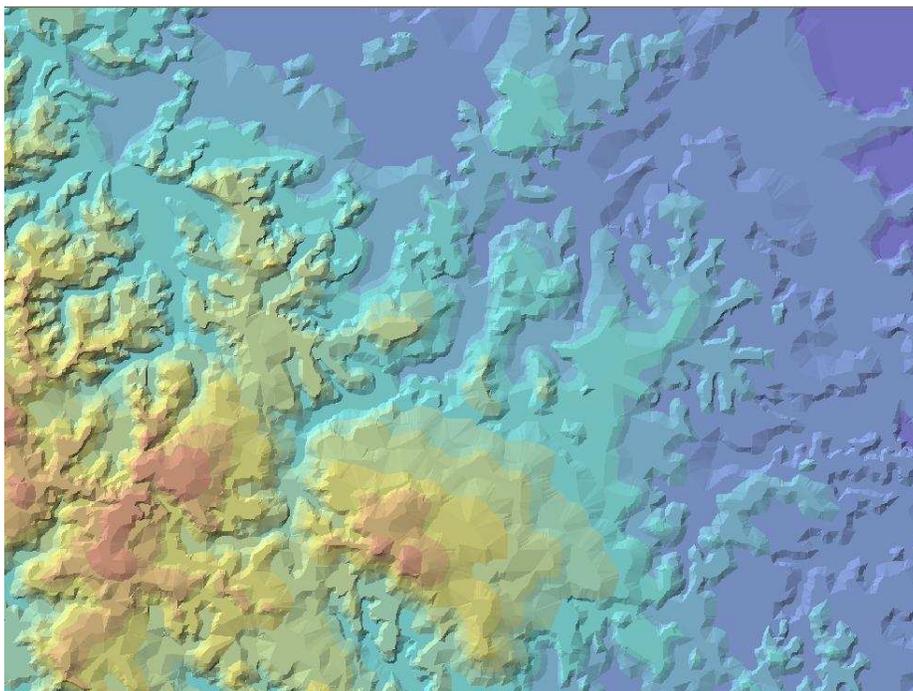


Figura 3.3.2.5.1 Modelo Irregular de Triangulos (TIN).

3.4 Percepción Remota. Actividades realizadas

Dr. Néstor Estrella Chulím. Colegio de Posgraduados, campus Puebla. Imágenes Landsat MSS. Tesis doctoral “Sostenibilidad de los sistemas agropecuarios en el Valle de Puebla en el Contexto de relación campo-ciudad”. Enero 21, 2001.

Dr. Arturo García Romero. Instituto de Geografía. UNAM. Imágenes Landsat MSS. Volcán Iztaccihuatl. Proyecto “El efecto multiescalar del fuego en la persistencia de las poblaciones *Romerolagus diazi* (zacatuche) en México: un modelo demográfico espacio-temporal de especies en peligro de extinción”. Enero 23, 2001.

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

Dr. Arturo García Romero. Instituto de Geografía. UNAM. Imágenes Landsat MSS. Proyecto “Ordenamiento Territorial del estado de Oaxaca”. Enero 23, 2001.

Dra. Ana Lillian Martin. Instituto de Geofísica. Imágenes Landsat TM. Volcán de Colima. Febrero 16, 2001.

M. en C. Juan Manuel Sánchez Núñez. Instituto Politécnico Nacional. Imágenes Landsat MSS. Proyecto “Riesgo geológico y caracterización del deterioro ambiental provocado por las inundaciones ocurridas en Motozintla, Chiapas en 1998”. Marzo 1 2001.

M. en C. Víctor Manuel Dávila Alcocer. Instituto de Geología. Imagen Landsat ETM. Proyecto “Evaluación del potencial del uso sustentable de coral negro en Isla Cozumel y parte sur de Quintana Roo”. Marzo 2 2001.

Dr. Raymundo Martínez Serrano. Instituto de Geofísica. Proyecto y Tesis de licenciatura. Imagen Landsat. Cuenca Tampico Misantla. “Perfil isotópico de Sr-Nd-Pb de cuatro estrato-volcanes de la faja Volcánica Transmexicana”. Marzo 5 2001.

M. en C. Manuel E. Mendoza Cantú. Instituto de Ecología. Imágenes Landsat MSS, TM y ETM. Tesis Doctoral. Cuitzeo, Michoacán. Marzo 7 2001.

Dr. Alejandro Sánchez Vélez. Universidad Autónoma Chapingo. Imágenes Landsat MSS, TM y ETM. “Curso de Teledetección y Cartografía Automatizada”. Marzo 29 2001.

Dra. Marisa Mazari Hiriart. Instituto de Ecología. Imágenes Landsat MSS y TM. Proyecto “Evaluación de la cantidad y calidad del agua en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México mediante modelos espaciales”. Marzo 14 2001.

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

M. en C. Mario Alberto Lara Hernández. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Imágenes Landsat ETM, estado de Tamaulipas. Carrera de Ingeniero en Ciencias Ambientales e Ingeniero Agrónomo. Marzo 15 2001.

Dr. José López García. Instituto de Geografía. Imágenes Landsat ETM. Validación de la región centro del país de la cartografía del Inventario Nacional Forestal. Marzo 16 2001.

M. en C. Juan Manuel Sánchez Núñez. Instituto Politécnico Nacional. Imágenes Landsat TM. Proyecto “Riesgo geológico y caracterización del deterioro ambiental provocado por las inundaciones ocurridas en Motozintla, Chiapas en 1998”. Marzo 23 2001.

Víctor Franco. Instituto de Ingeniería. Imágenes Landsat. Cuenca río Camarón, GRO, Cuenca río El Cajoncito, BCS, Cuenca río Santa Catarina, NL. Proyecto “Modelación lluvia escurrimiento para avenidas súbitas”. Marzo 26 2001.

M. en C. Silvia Terrazas Domínguez. Imágenes Landsat ETM. Proyecto “Información satelitaria aplicada a la detección de las zonas forestales susceptibles a incendios”. Abril 17 2001.

Dr. Jorge García Pamanes. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Imágenes Landsat TM, Landsat ETM 2000. Tesis de grado. Isla Natividad. Abril 26 2001.

Arq. José Luis Carrillo Barradas. Universidad Veracruzana. Imagen Landsat ETM 2000. Tesis Doctoral “Teoría y practica de la configuración de la megalópolis”

Ernesto Enkerlin Hoeflich. SEMARNAT. Imágenes Landsat MSS y TM. Tabasco Chiapas. Cambio de uso de suelo. Mayo 25 2001.

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

Dr. Ken Oyama. Instituto de Ecología. UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Proyecto “Ecología genética del quetzal (*Pharomachrus moccino*, Trogonidae: Aves)”. Chiapas. Mayo 22 2001.

Dr. Bernardus H. J. de Jong, Dra. Susana Ochoa Gaona. El Colegio de la Frontera Sur. Imágenes Landsat ETM 2000. Estado de Tabasco. Proyecto “Análisis de cambio de uso de suelo y dinámica de biomasa en Tabasco”. Junio 5 2001.

QB. Marco A. Zurita Sánchez. Comisión Oaxaqueña de Defensa Ecológica. Imágenes Landsat ETM, Espaciomapas. Estado de Guerrero. Diagnostico socio ambiental de la zona. Junio 20 2001.

Dr. Mario Ishiki Ishihara. El Colegio de la Frontera Sur. Imagen Landsat ETM 2000. Estado de Chiapas. Tesis de Maestría “Identificación de tipos de vegetación mediante el empleo de percepción remota en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote Chiapas”. Junio 29 2001.

Dra. Norma Patricia Muñoz Sevilla. Instituto Politécnico Nacional. Imágenes Landsat MSS. Sinaloa. Proyecto “Análisis del cambio de la cobertura de mangle por actividades antropogénicas en el norte de Sinaloa”. Julio 3 2001.

Dr. Antonio Lot Helgueras. Instituto de Biología, UNAM. Imágenes Landsat MSS. Tesis de maestría. Grado de perturbación de la vegetación acuática existente. Agosto 14 2001.

Biol. Fabián Carvallo Vargas. BIOMA. Imágenes Landsat. Istmo de Tehuantepec y Península de Yucatán. Agosto 17 2001.

Dr. Ernesto Jáuregui Ostos. Centro de Ciencias de la Atmosfera. Imagen Landsat MSS. Proyecto “La isla de lluvia de la Ciudad de México”. Agosto 21 2001.

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

Dr. Francisco J. Sánchez Sesma. Instituto de Ingeniería, UNAM. Imagen Landsat. Cuenca de México. Agosto 23 2001.

Dr. Adolfo Palma Trujano. Universidad Autónoma Chapingo. Imágenes Landsat MSS, TM y SPOT. Estado de México. Curso de Teledetección y Cartografía Automatizada. Agosto 27 2001.

M. en C. Silvia Terrazas Domínguez. Universidad Autónoma Chapingo. Imagen Landsat ETM 2000. Proyecto “Información satelitaria aplicada a la detección de zonas forestales susceptibles a incendios”. Agosto 31 2001.

M. en C. Silvia Terrazas Domínguez. Universidad Autónoma Chapingo. Imagen Landsat ETM 2000. Proyecto “Ordenamiento ecológico territorial en el municipio de Hueyotlipan, Tlaxcala. Septiembre 10 2001.

Biol. Verónica Guerra Martínez. Instituto Politécnico Nacional. Imágenes Landsat MSS. Pantanos de Centla. Proyecto “Cambios en la cubierta vegetal (1970-2000) en la reserva de la biosfera Pantanos de Centla, Tabasco”. Septiembre 3 2001.

M. en C. Silvia Terrazas Domínguez. Universidad Autónoma Chapingo. Imagen Landsat ETM 2000. Proyecto “Ordenamiento ecológico territorial en el municipio de Hueyotlipan, Tlaxcala. Septiembre 31 2001.

Prof. Salvador Sánchez Colón. Instituto Politécnico Nacional. Imágenes Landsat TM. Estado de Nayarit. Proyecto “Análisis de los cambios a través del tiempo de la cubierta vegetal del Estado de Nayarit”. Septiembre 13 2001.

Mtra. en Pl. Marcela Virginia Santana Juárez. Universidad Autónoma del Estado de México. Imágenes Landsat TM. Estado de México. Objetivo “Conocer los principales procedimientos para la obtención de información a partir de imágenes de satélite”. Septiembre 24 2001.

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

Miguel Escalona. Colegio de Posgraduados. Imágenes Landsat ETM. Región Cuicateca-Mazateca, Región de Texcoco. Octubre 17 2001.

Dra. Marisa Mazari Hiriart. Instituto de Ecología, UNAM. Imágenes Landsat TM y ETM. Distrito Federal, Morelos y Estado de México. Proyecto “evaluación de la cantidad y calidad del agua en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México mediante modelos espaciales”. Octubre 26 2001.

Dr. James Wright, M. en C. Ernesto González Estrada. The University of Edinburgh. Imagen Landsat. Estado de Morelos. Tesis doctoral “Ecoregional modelling of sheep farming in Latin America: A case study of integrated comunal resource Management in Mexico”. Octubre 31 2001.

Dr. Hipólito Rodríguez Herrero. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. Inventario Nacional Forestal 2000. Selva Zoque. Proyecto “El istmo en el contexto contemporáneo del desarrollo”. Noviembre 12 2001.

M. en C. Dení Rayn Villalba. Universidad de East Anglia, Norwich Inglaterra. Imágenes Landsat. Tesis doctoral, Áreas Naturales Protegidas en México. Noviembre 21 2001.

Dra. Leticia Merino Pérez, M. en C. Irene Pisanty Baruch. Instituto de Ecología, UNAM. Imágenes Landsat TM y ETM. Yautepec, Oaxaca. Proyecto “Instituciones comunitarias y recurso forestales: evaluación comparativa de dos comunidades usuarias de bosques templados”. Noviembre 30 2001.

Ing. Armando González Hernández. Dirección de estudios y proyectos técnicos. Gob. del Estado de México. Imágenes Landsat ETM 2000. Control de la maleza acuática de la Laguna de Zumpango, Estado de México. Diciembre 4 2001.

Dr. Néstor Estrella Chulím. Colegio de Posgraduados. Imágenes Landsat ETM 2000. Estado de México. Investigación doctoral “reproducción social de los

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

campesinos hongueros de la Sierra Nevada y viabilidad del manejo de los hongos comestibles silvestres”. Diciembre 4 2001.

Dr. Gerardo Ceballos González. Instituto de Ecología, UNAM. Archivos de impresión, imágenes Landsat ETM 2000. Tesis de maestría “Deforestación, uso de hábitat y conservación del jaguar en la región de Calakmul, México”. Diciembre 7 2001.

Biol. Iván Ernesto Roldan Aragón. Universidad Autónoma Metropolitana. Cartografía de topografía y vegetación. Proyecto de investigación en Reserva de la Biosfera “Sierra Gorda”, Querétaro. Diciembre 10 2001.

M. en C. Juan Antonio Casillas González. Secretaria de Desarrollo Agropecuario, Guanajuato. Imágenes Landsat ETM 2000. Diagnostico rural participativo de la región Ciénega Prieta. Diciembre 11 2001.

Lic. Rodolfo Vite González. Gerencia Regional de Aguas del Valle de Mexico. Imágenes Landsat ETM 2000. Sistema Cutzamala. Diciembre 14 2001.

Dr. Rodolfo Dirzo. Instituto de Ecología, UNAM. Imagen Landsat ETM 2000. Región de los Tuxtlas, Veracruz. Enero 7 2002.

Dra. Irma Trejo. Instituto de Geografía, UNAM. Imagen Landsat ETM 2000. Proyecto “interacciones planta-patógeno-herbívoro en la selva baja caducifolia. Incidencia, variación espacial y efecto de la fragmentación del hábitat”. Enero 21 2002.

M. en G. Irma Eurosia Carrascal Galindo. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat MSS y ETM 2000. Proyecto “La influencia del turismo en la dinámica espacio-temporal de los riesgos naturales”. Enero 25 2002.

Dr. Mario R. Martínez Ménez. Colegio de Posgraduados. Imagen Landsat ETM 2000. Oaxaca. Proyecto “Manejo sostenible de las laderas (PMSL)”. Enero 25 2002.

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

Lic. José de Jesús Landeros López. Escuela Nacional de Estudios Superiores Aragón. Imágenes Landsat ETM 2000. Veracruz, Tabasco y Chiapas. Asignatura de Percepción Remota y Fotointerpretación. Enero 25 2002.

Dr. Carlos Gay García. Centro de Ciencias de la Atmosfera, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Tesis de posgrado, Inventario de emisiones de precursores biogénicos de ozono troposférico. Febrero 4 2002.

Dr. Jesús Solé. Instituto de Geología. Imagen Landsat ETM 2000. Morelos y Guerrero. Proyecto “Geocronología de la deformación en las zonas de contacto entre los terrenos tectonoestratigráficos del Sur de México”. Febrero 17 2002.

Dr. Arcadio Monroy Ata. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Tesis de licenciatura “Evaluación del impacto ambiental en la Sierra de Santa Catarina, D. F. y propuesta de restauración ecológica”. Febrero 20 2002.

Arq. Hugo Rivera Castillo. Facultad de Arquitectura. Imágenes Landsat ETM 2000. Tesis “Parque lineal ecológico Tláhuac”. Febrero 22 2002

M. en C. Tania Urquiza Haas. Universidad de East Anglia, Norwich Inglaterra. Imágenes Landsat ETM 2000. Sian Ka’an y Calakmul. Doctorado en ecología. Distribución de vertebrados y aves en el estado de Quintana Roo. Febrero 25 2002.

Dr. Adrián Fernández Bremauntz. Instituto Nacional de Ecología. Cartografía impresa de hidrología. Chihuahua. Estudio de Variabilidad Climática. Febrero 27 2002.

Dr. Richard I. Yeaton Hawkins, M. en C. José Guadalupe Hernández Oria. Instituto de Investigación de Zonas Desérticas. Imágenes Landsat ETM 2000. Tesis Doctoral “Dinámica y patrones de organización estructural en comunidades de plantas del bosque tropical caducifolio en Querétaro, Qro. México”. Febrero 28 2002.

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

Dr. Héctor Arita Watanabe. Instituto de Ecología, UNAM. Imágenes Landsat MSS. Oaxaca-Istmo. Tesis de maestría para determinar el grado de deterioro de la selva baja caducifolia en la zona de Totolapan, en la sierra oaxaqueña. Marzo 1 2002.

Dr. Rurik List. Instituto de Ecología, UNAM. Fotomosaico Ciudad Universitaria. Trabajo de investigación sobre la zorra gris y el cacomixtle. Marzo 4 2002.

Dr. Rodrigo A. Medellín. Instituto de Ecología, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Golfo de Cortes. Tesis de licenciatura “Obtención de la productividad primaria de isla Tiburón, en el Golfo de California, México”. Marzo 8 2002.

M. en C. Humberto Reyes. Posgrado en Geografía. Imágenes Landsat MSS, TM y ETM 2000. San Luis Potosí. Tesis doctoral “Evolución y caracterización del uso del suelo en la zona del proyecto Pujal-Coy de San Luis Potosí”. Marzo 14 2002.

Samuel Rufat. Estudiante de maestría. Imágenes Landsat ETM 2000 y fotomapas aéreos de la región de Texcoco. Marzo 15 2002.

Dra. Irma Trejo. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat MSS, y ETM 2000. Región central de Oaxaca. Proyecto “Estructura, patrones de diversidad florística y contenido de carbono de los bosques de Santa María Yavesía, en la sierra norte de Oaxaca, México”. Marzo 17 2002.

M. en C. Daniel Aguilar Ramírez. Instituto Nacional de la Pesca. Imágenes Landsat ETM 2000. Colima. Programa Nacional de Acuicultura Rural. Marzo 28 2002.

Dr. Rodrigo A. Medellín. Instituto de Ecología, UNAM. Imágenes Landsat MSS. Golfo de Cortes. Tesis de licenciatura “Obtención de la productividad primaria de isla Tiburón, en el Golfo de California, México”. Abril 2 2002.

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

Dr. Sergio Rodríguez Elizarrarás. Instituto de Geología, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Proyecto “Vulcanismo y geología regional del sector oriental de la faja Volcánica Transmexicana (estados de Puebla y Veracruz): Cartografía geológica y evaluación de riesgos potenciales”. Abril 4 2002.

Dr. Javier Caballero Nieto. Instituto de Biología, UNAM. Imágenes Landsat MSS, TM y ETM 2002. Quintana Roo, X-Maben. Proyecto de investigación sobre el impacto de la agricultura de roza, tumba y quema y los cambios recientes en el uso de suelo. Abril 9 2002.

M. en C. Humberto Reyes Hernández. Posgrado en Geografía. Imágenes Landsat MSS, TM y ETM 2000. San Luis Potosí. Tesis doctoral “Evolución y caracterización del uso del suelo en la zona del proyecto Pujal-Coy de San Luis Potosí”. Abril 22 2002.

Dr. Joaquín J. Veá. Universitat de Barcelona. Imágenes Landsat MSS, TM y ETM 2000. Región de Los Tuxtlas. Tesis doctoral “Efecto de la fragmentación de la selva sobre la supervivencia de las poblaciones de mono aullador (*Alouatta palliata mexicana*)”. Abril 22 2002.

Mtro. en Arq. Francisco Reyna Gómez. Facultad de Arquitectura, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Huasteca Veracruzana. Tesis de maestría “Estrategias de desarrollo basadas en un sistema productivo”. Abril 24 2002.

Dr. Carlos Serrano Martínez. Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM. Cartografía digital. Cuenca de México. Tesis de licenciatura “La influencia de la relación hombre-animal en la sociedad teotihuacana en el clásico. El caso del Barrio de la Ventanilla” dentro del proyecto “Población y sociedad prehispánica en el Valle de Teotihuacan. Una visión desde la antropología física”. Abril 30 2002.

Dra. Leticia Merino Pérez. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, UNAM. Imágenes Landsat TM y ETM 2000. Oaxaca. Proyecto “Instituciones comunitarias y recursos forestales: evaluación

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

comparativa de dos comunidades usuarias de bosques templados”. Abril 30 2002.

M. en C. David Nahum Espinosa Organista. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Imágenes Landsat ETM 2000. Estado de México. Proyectos “Factores distribucionales de los principales grupos taxonómicos de plantas vasculares endémicas y su relación con ares de endemismo y algunas áreas de perturbación por efecto antropogénico en el Parque Nacional Iztaccihuatl-Popocatepetl-Zoquiapan (PN-IPZ)” y “Comparación de patrones espaciales de diversidad α , β y γ en las vertientes oriental y occidental de la Sierra Nevada Parque Natural Iztaccihuatl-Popocatepetl-Zoquiapan (PN-IPZ), como un aporte para conservación del área”. Mayo 15 2002.

Dra. Guadalupe de la Lanza Espino. Instituto de Biología, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Hidalgo. Área del Lago Tecocomulco. Mayo 22 2002.

Dra. Guadalupe de la Lanza Espino. Instituto de Biología, UNAM. Imágenes Landsat MSS. Hidalgo. Área del Lago Tecocomulco. Mayo 30 2002.

M. en C. Sergio Palacios Mayorga. Instituto de Geología, UNAM. Fotografía aérea. Del. Magdalena Contreras. Anteproyecto “Rescate integral del Río Magdalena”. Junio 14 2002.

Arq. José Luis Sánchez Burgos. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Acatlán. Cartografía digital. Estado de México. Seminario de tesis. Junio 14 2002.

Dr. Jorge López Blanco. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Oaxaca. Tesis de licenciatura “Mapeo morfogénico y morfodinámico del área de Tepelmeme de Morelos, Oaxaca” y “Evaluación multitemporal de los cambios de cobertura y uso del suelo en el área de Tepelmeme de Morelos, Oaxaca”. Junio 18 2002.

Dr. Jorge López Blanco. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Michoacán. Tesis de licenciatura “Evaluación geomorfológico-ambiental

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

de la planicie aluvial del río grande de Morelia y del río Querendaro, Michoacán”. Junio 18 2002.

Dr. Jorge López Blanco. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Tamaulipas. Tesis de licenciatura “Geomorfología fluvial en el curso bajo del río Pánuco: identificación de áreas propensas a inundación”. Junio 18 2002.

Dr. Roberto Bonifaz Alfonzo. Instituto de Geofísica, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Chiapas. Junio 19 2002.

Dr. Domingo Flores Hernández. Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México, Universidad Autónoma de Campeche. Imágenes Landsat MSS y ETM 2000. Campeche. Propuesta “Diagnostico ambiental y funcionalidad de ecosistemas críticos de manglar, pastos marinos, necton y aguas costeras de la reserva de la Biosfera Los Petenes (Campeche), 1ª Etapa”. Junio 21 2002.

Dr. Víctor L. Barradas. Instituto de Ecología, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Veracruz. Tesis “Análisis de las tendencias de la precipitación pluvial en la región de las Grandes Montañas del Estado de Veracruz”. Junio 24 2002.

Dr. Jorge López Blanco. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Quintana Roo. Tesis de licenciatura “Evaluación multitemporal de los cambios en la cobertura vegetal y uso del suelo en el sur de Quintana Roo”. Junio 26 2002.

Dr. Javier Delgado. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat MSS y ETM 2000. Zona norte de Guerrero. Análisis de expansión urbana de la región norte de Guerrero. Julio 2 2002.

Arq. Virginia Molina Piñeiro. Facultad de Arquitectura, UNAM. Fotografía aérea. Ciudad de México. Taller “Arq. Juan Antonio García Gayou”. Julio 11 2002.

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

Biol. Gilberto Sven Binnqüist Cervantes. Universidad Autónoma Metropolitana. Imágenes Landsat ETM 2000. Chiapas. Tesis de licenciatura “Diseño y zonificación de senderos interpretativos en la Zona Arqueológica y Parque Natural Palenque, Chiapas”. Julio 31 2002.

Biol. Gilberto Sven Binnqüist Cervantes. Universidad Autónoma Metropolitana. Imágenes Landsat ETM 2000. Oaxaca. Tesis de licenciatura “Aplicación del modelado espacial para la conservación del hábitat de *Crocodylus acutus* en el Parque Nacional Lagunas de Chacahua, Oaxaca, México”. Julio 31 2002.

Dr. Mario Arturo Ortiz Pérez. Instituto de Geografía, UNAM. Imagen Landsat ETM 2000. Estado de México. Proyecto “Suelos y geomorfología de los valles asimétricos en rampas de piedemonte. Estado de México”. Septiembre 2002.

Dr. Leopoldo Galicia Sarmiento. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat MSS y ETM 2000. Oaxaca. Tesis de maestría “Análisis de la fragmentación y caracterización de los paisajes de la selva baja caducifolia en la costa sur de Oaxaca, México”. Septiembre 22 2002.

Dra. Teresa Reyna Trujillo. Instituto de Geografía, UNAM. Imagen Landsat ETM 2000. Sierra Norte de Puebla. Proyecto “Cultivos alternativos para América Latina y el Caribe”. Octubre 31 2002.

Dra. Irma Trejo. Instituto de Geografía, UNAM. Imagen Landsat ETM 2000. Oaxaca. Proyecto “Estructura, patrones de diversidad florística y contenido de Carbono de los bosques de Santa María Yavesía, en la Sierra Norte de Oaxaca, México”. Noviembre 5 2002.

Dr. Arcadio Monroy Ata. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Tesis de licenciatura “Evaluación del impacto ambiental en la sierra de Santa Catarina, D.F. y propuesta de restauración ecológica”. Noviembre 25 2002.

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

Dr. Felipe Vázquez Gutiérrez. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. Imágenes AVHRR. Golfo de México. Proyecto “Estudio físico-químico de ríos, lagos y lagunas de la Republica Mexicana”. Noviembre 25 2002.

M. en I. Carlos Quiroga Cuellar. Instituto de Ingeniería, UNAM. Fotografía aérea. Ciudad de México. Tesis de maestría “Sistema de información para el cálculo de riesgo sísmico en el Valle de México”. Noviembre 25 2002.

Lic. Elio Vega Murguía, Biol. José Luis Villarreal Benítez. Dirección General de Servicios de Computo Académico, UNAM. Imágenes Landsat MSS y TM. Región centro e istmo de Tehuantepec. Noviembre 29 2002.

Dr. Jorge López Blanco. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Oaxaca. Tesis de licenciatura “Evaluación y mapeo de procesos geomorfológico-ambientales en la laguna Lagartero, Oaxaca”. Diciembre 13 2002.

Dr. Gerardo Bocco. Instituto Nacional de Ecología. Imágenes Landsat TM y ETM 2000. Zona UTM 14. Tesis de maestría. Diciembre 17 2002.

Dr. Gerardo Ceballos González. Instituto de Ecología, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Tesis de maestría “Deforestación, uso de hábitat y conservación del jaguar en la región de Calakmul, México”. Enero 9 2003.

Dr. Miguel Bravo Espinosa. Centro Nacional de Investigación para Producción Sostenible. Cartografía digital. Inventario Nacional Forestal 2000. Michoacán. Estudio “Modelos de erosión en la Cuenca de Zirahuén”. Enero 16 2003.

I. Q. Sergio Alejandro Espinosa Morales. Escuela de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla. Imágenes Landsat ETM 2000. Manejo de recursos naturales de la región. Enero 17 2003.

Lic. Maria Luisa Calzada Sandoval. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Aragón. Imágenes Landsat TM. Tabasco. Tesis de licenciatura “Importancia de

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

la conservación de la diversidad agrícola y ecológica en el desarrollo rural integral del trópico húmedo. Estudio de caso ejido Playa Larga Tabasco”. Enero 23 2003.

Arq. Honorato Carrasco Mahr. Facultad de Arquitectura, UNAM. Fotografía aérea. Ciudad de México. Taller “Jorge González Reyna”. Febrero 4 2003.

M. en C. Sergio Palacios Mayorga. Instituto de Geología, UNAM. Fotografía aérea. Imágenes Landsat ETM 2000. Quintana Roo. Proyecto de investigación de arqueología edáfica en el área de la reserva ecológica de El Edén, Quintana Roo. Febrero 11 2003.

Dra. Irasema Alcántara Ayala. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat MSS y ETM 2000. Tesis de licenciatura “La deforestación como mecanismo detonador de la inestabilidad de laderas; estudio de caso, Sierra Norte de Puebla”. Febrero 21 2003.

Dr. Jorge López Blanco. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Tesis de licenciatura en Cuenca de México, Planicie fluviodeltáica de Tabasco y cuenca del Río Guanajuato. Febrero 27 2003.

Dr. Jorge López Blanco. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Guanajuato. Tesis de licenciatura “Mapeo de áreas que presentan peligros geomorfológicos en la cuenca hidrográfica de Guanajuato”. Febrero 27 2003.

M. en C. Humberto Reyes. Posgrado en Geografía. Imágenes Landsat, TM. San Luis Potosí. Tesis doctoral “Evolución y caracterización del uso del suelo en la zona del proyecto Pujal-Coy de San Luis Potosí”. Marzo 3 2003.

Mtra. en Pl. Marcela Virginia Santana Juárez. Universidad Autónoma del Estado de México. Escaneo de cartas. Tesis de licenciatura “Diagnóstico técnico ambiental preliminar de residuos sólidos municipales en los municipios de Almoloya de Juárez, Temoaya y Zinacantepec”. Marzo 4 2003.

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

Ing. José Antonio Espino Aldaba. Secretaria de Desarrollo Rural, Puebla. Imágenes Landsat ETM 2000. Estado de Puebla. Marzo 5 2003.

Mtro. Raúl Arias Lovillo. Universidad Veracruzana. Cartografía digital. Inventarios Nacionales Forestales 1994 y 2000. Estado de Veracruz. Marzo 7 2003.

Dr. Juan Ignacio del Cueto Ruiz Funes. Facultad de Arquitectura, UNAM. Fotografía aérea. Del. Magdalena Contreras. Tesis “La masa urbana del Cerro del Judío”. Marzo 20 2003.

Dr. Sergey Sedov. Instituto de Geología, UNAM. Imágenes Landsat MSS y ETM 2000. Palenque, Chiapas y Volcán La Malinche, Tlaxcala. Marzo 24 2003.

Dr. Jean Francois Parrot. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Estado de México. Proyecto “Diseño de una metodología para la identificación automatizada de patrones de tipos de vegetación a partir de imágenes de satélite y estimación de la superficie con base en modelos digitales de terreno”. Marzo 27 2003.

Gerardo García Gil. Proyecto Planeación de la Conservación, en unidades ecorregionales del sureste de México, Guatemala y Belice. Imágenes de satélite ETM 2000. Península de Yucatán. Proyecto “Planeación ecorregional”. Abril 1 2003.

Dr. Gerardo Bocco. Instituto Nacional de Ecología. Imágenes Landsat MSS. Río Conchos. Proyecto “Evaluación de imágenes MODIS para elaborar cartografía de uso de suelo y vegetación. Caso de estudio en la cuenca del río Conchos”. Abril 2 2003.

Lic. Ileana Villalobos Estrada. Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D. F. Fotografía aérea. Tlahuac. Abril 1 2003.

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

Arq. Honorato Carrasco Mahr. Facultad de Arquitectura, UNAM. Fotografía aérea. Ciudad de México. Taller “Jorge González Reyna”. Abril 8 2003.

Arq. Carlos Javier de Alba Góngora. Instituto de Información para el Desarrollo, Guanajuato. Imágenes Landsat MSS. Guanajuato. Abril 28 2003.

Urb. Enrique Soto Alva. Facultad de Arquitectura, UNAM. Imágenes Landsat TM. Ciudad de México. Tesis “Medidas de mitigación de la contaminación atmosférica de la Ciudad de México”. Mayo 7 2003.

Lic. Elio Vega Murguía. Dirección General de Servicios de Cómputo Académico, UNAM. Imágenes MSS. Península de Yucatán e istmo de Tehuantepec. Análisis de “La dinámica de la fragmentación del paisaje”. Junio 4 2003.

Arq. Hugo Rivera Castillo. Facultad de Arquitectura, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Estado de México. Tesis de licenciatura. Taller “Juan O’Gorman”. Junio 6 2003.

Mtro. Gabriel Legorreta Paulín, State University of New York at Buffalo. Imágenes Landsat MSS y ETM 2000. Pico de Orizaba. Tesis doctoral. Julio 1 2003.

Dra. Irma Trejo. Instituto de Geografía, UNAM. Imagen Landsat ETM 2000. Chiapas. Tesis de licenciatura. Julio 1 2003.

Dra. Beatriz Ortega Guerrero. Instituto de Geofísica, UNAM. Imágenes Landsat MSS y ETM 2000. Nayarit. Tesis de licenciatura “Análisis geomorfológico de la zona de Santa María del Oro, Nay.”. Proyecto “Paleo climas y paleo ambientes del centro de México y sus conexiones ínter hemisféricas”

M. en U. Fermín Carreño Meléndez. Universidad Autónoma de l Estado de México. Cartografía digital. Inventario Nacional Forestal 2000. Región Centro. Proyecto de investigación “Transformaciones territoriales en el valle de Toluca. Antecedentes y perspectivas”. Julio 10 2003.

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

Lic. Bruno Miranda Elizarraraz. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Imágenes Landsat MSS. 14 Zonas Críticas Forestales de la Republica Mexicana. Agosto 4 2003.

Miguel Escalona. Colegio de Posgraduados. Imágenes Landsat MSS, TM y ETM 2000. Agosto 12 2003.

Dr. Miguel Aguilar Robledo. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Imágenes Landsat MSS TM y ETM 2000. Estado de San Luis Potosí. Agosto 13 2003.

Dr. Rocío Ruiz Urbano, Dr. Abel Jiménez Castañeda. Facultad de Ingeniería, UNAM. Imágenes Landsat TM. Río Grijalva. Curso “Introducción a la percepción remota y algunas aplicaciones”. Agosto 19 2003.

Ing. Ricardo Ramírez Ortiz. Dirección General de Obras y Conservación, Campus Morelia. Fotografía aérea digital. Campus Morelia. Agosto 25 2003.

Ing. Ricardo Ramírez Ortiz. Dirección General de Obras y Conservación, Campus Morelia. Fotografía aérea digital. Campus Juriquilla. Septiembre 1 2003.

Dra. Carmen Valverde Valverde. Facultad de Arquitectura, UNAM. Fotografía aérea. Ciudad de México. Septiembre 2 2003.

Dra. Isabel Ramírez. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Estado de México y Estado de Michoacán. Proyecto “Influencia de la red de caminos en la perturbación forestal de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca”. Septiembre 3 2003.

M. en C. Jerjes Pantoja Alor. Instituto de Geología, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Estado de Veracruz. Proyecto sobre la contaminación en el río Pánuco. Septiembre 10 2003.

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

Dr. Rodolfo Dirzo. Instituto de Ecología, UNAM. Imágenes Landsat MSS y ETM 2000. Sierra de Huautla, Morelos. Tesis de maestría, encaminada a describir cuantitativamente la fragmentación de la selva baja caducifolia de la reserva de la biosfera Sierra de Huautla-Cerro Frío, Morelos. Septiembre 11 2003.

Dr. Rodolfo Dirzo. Instituto de Ecología, UNAM. Imágenes Landsat MSS y ETM 2000. Carrillo Puerto, Q. Roo. Tesis de maestría “Análisis de los efectos ecológicos del aprovechamiento forestal en el Corredor Biológico Mesoamericano: mamíferos, plantas y sus interacciones”. Septiembre 19 2003.

Ing. Roberto Carvajal Rodríguez. Facultad de Ingeniería, UNAM. Imágenes Landsat MSS, TM y ETM 2000. Río Grijalva. Curso “Introducción a la percepción remota y algunas aplicaciones”. Septiembre 19 2003.

Dr. Jorge López Blanco. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Distrito Federal. Tesis doctoral “Determinación y aplicación de indicadores ambientales en Milpa Alta Distrito Federal”. Septiembre 25 2003.

Dr. Jaime Urrutia Fucugauchi. Instituto de Geofísica, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Península de Yucatán. Proyecto de investigación del cráter de impacto de Chicxulub, Mérida. Septiembre 26 2003.

Ing. José Antonio Espino Aldaba. Secretaria de Desarrollo Rural, Puebla. Imágenes Landsat ETM 2000. Estado de Puebla. Programa Estratégico Forestal 2003-2025 para el estado de Puebla. Octubre 4 2003.

Ing. José Antonio Espino Aldaba. Secretaria de Desarrollo Rural, Puebla. Imágenes Landsat MSS. Estado de Puebla. Programa Estratégico Forestal 2003-2025 para el estado de Puebla. Octubre 4 2003.

Lic. Elio Vega Murguía, Biol. José Luis Villarreal Benítez. Dirección General de Servicios de Computo Académico, UNAM. Imágenes Landsat MSS y TM. Región de Los Tuxtlas. Metodología para el análisis de “La dinámica de la fragmentación del paisaje”. Octubre 13 2003.

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

Lic. Elio Vega Murguía, Biol. José Luis Villarreal Benítez. Dirección General de Servicios de Computo Académico, UNAM. Imágenes Landsat MSS y TM. Región de Los Tuxtlas. Metodología para el análisis de “La dinámica de la fragmentación del paisaje”. Octubre 15 2003.

Ing. Ernesto R. Zurutuza Vera. Comisión Federal de Electricidad. Fotografía aérea. Embalse presa La Parota, Guerrero. Octubre 16 2003.

Dr. Luis Gerardo Ruiz Suárez. Comisión Federal de Electricidad. Imágenes Landsat MSS, TM y ETM 2000. Presa Aguamilpa, Nayarit. Proyecto “Presa Hidroeléctrica La Parota”. Octubre 17 2003.

Dr. Arturo García Romero. Instituto de Geografía. UNAM. Imágenes Landsat MSS. Volcán Iztaccihuatl. Proyecto “El efecto multiescalar del fuego en la persistencia de las poblaciones *Romerolagus diazi* (zacatuche) en México: un modelo demográfico espacio-temporal de especies en peligro de extinción”. Octubre 22 2003.

Dra. Patricia Dávila Aranda. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Imágenes Landsat MSS y ETM 2000. Valle Tehuacan Cuicatlán. Octubre 27 2003.

Dra. Montserrat Gispert Cruells. Facultad de Ciencias, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Sierra Norte de Puebla. Tesis de maestría. Octubre 30 2003.

M. en C. Joel Zavala Cruz. Colegio de Posgraduados. Cartografía digital. Oaxaca, Veracruz, Tabasco y Chiapas. Tesis de doctorado “Distribución geográfica del zopo (*Guatteria anomala*) una especie en peligro de extinción en la región Maya y Sureste de México” y “Situación actual de las selvas altas perennifolias en el estado de Tabasco y norte de Chiapas”. Noviembre 5 2003.

Lic. Elio Vega Murguía, Biol. José Luis Villarreal Benítez. Dirección General de Servicios de Computo Académico, UNAM. Imágenes Landsat MSS y TM.

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

Metodología para el análisis de “La dinámica de la fragmentación del paisaje”.
Noviembre 12 2003.

Dr. José Luis Osorno. Instituto de Ecología, UNAM. Imagen Landsat ETM 2000. Bahía de Banderas. Estimación del tamaño poblacional del bobo café *Sula leucogaster* en las islas Marietas. Noviembre 14 2003.

Dr. Álvaro Sánchez Crispín. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat MSS y ETM 2000. Nayarit. Tesis doctoral “El desarrollo turístico costero en Bahía de Banderas, Nayarit: un análisis de tendencias de deterioro ambiental”.
Noviembre 25 2003.

Dr. Jorge López Blanco. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Oaxaca. Tesis de licenciatura “Geomorfología fluvial del curso bajo del río Papaloapan”. Diciembre 3 2003.

Dr. Arturo García Romero. Instituto de Geografía. UNAM. Imágenes Landsat MSS. Volcán Iztaccihuatl. Proyecto “El efecto multiescalar del fuego en la persistencia de las poblaciones *Romerolagus diazi* (zacatuche) en México: un modelo demográfico espacio-temporal de especies en peligro de extinción”.
Diciembre 4 2003.

Ing. José Antonio Espino Aldaba. Secretaria de Desarrollo Rural, Puebla. Índices de vegetación, imágenes Landsat ETM 2000. Estado de Puebla.
Diciembre 6 2003.

Dr. Luis Gerardo Ruiz Suárez. Centro de Ciencias de la Atmosfera, UNAM. Imágenes Landsat MSS, TM. Ciudad de México. Proyecto “Diseño de metodologías y generación de información científica para el mejoramiento del inventario de emisiones de la Ciudad de México”. Enero 12 2004.

M. Sc. Jessica Galarza Macias. Universidad de Trent, Canadá. Imágenes Landsat MSS y TM. Chiapas. Proyecto “Integrated detection of forest biomass for carbon inventory at regional scales”. Enero 13 2004.

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

MVZ. Luis Contreras Campos. Secretaria de Servicios a la Comunidad Universitaria, UNAM. Fotografía aérea. Ciudad universitaria. Enero 15 2004.

Dra. Irma Trejo. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat MSS y ETM 2000. Chiapas. Tesis de maestría. Valoración del estado de deforestación y fragmentación de la vegetación riparia en la Selva Lacandona. Febrero 9 2004.

Arq. Alfonso Nápoles Salazar. Facultad de Arquitectura, UNAM. Fotografía aérea. Ciudad Universitaria. Febrero 16 2004.

Ing. Miguel Ángel Rojano López. Instituto Federal Electoral. Imágenes Landsat ETM 2000. Republica Mexicana. Febrero 19 2004.

M. en C. L. Raymundo Reyes Gutiérrez. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Imágenes Landsat ETM 2000. Estado de Hidalgo. Licenciatura en ingeniería en geología ambiental. Marzo 10 2004.

Juan Córdoba y Ordóñez. Universidad Complutense de Madrid. Imágenes Landsat ETM 2000. Ciudad de México y Península de Yucatán. Abril 20 2004.

Dr. Jean Francois Mas. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat MSS, TM y ETM 2000. Estado de Quintana Roo. Proyecto Monitoreo de la frontera agrícola en Quintana Roo. Mayo 17 2004.

Dr. Zoltan de Cserna. Instituto de Geología, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Zacatlán. Proyecto “geología y metalogenia de los depósitos auroargentíferos en el área de San Miguel Tenango, Estado de Puebla”. Mayo 26 2004.

Gabriela Cuevas García. Instituto Nacional de Ecología. Imágenes Landsat MSS y ETM 2000. Ciudad de México. Exposición “La otra cara de la ciudad”. Junio 3 2004.

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

M. en C. Ana Patricia Méndez Linares. Imágenes Landsat MSS, TM y ETM 2000. Estado de Veracruz. Proyecto “Sistema costero del estado de Veracruz: fisiografía, geomorfología, riesgos y ecología de manglares y dunas costeras: implicaciones para su manejo”. Junio 8 2004.

Dr. Felipe Vázquez Gutiérrez. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. Escaneo de cartas. Junio 9 2004.

Dr. Arturo García Romero. Instituto de Geografía. UNAM. Imágenes Landsat MSS, TM. Región centro. Proyecto “Influencia del uso del suelo sobre la fragmentación y diversidad del paisaje en las montañas templadas del centro del país”. Julio 1 2004.

Dr. Luis E. Eguiarte Fruns. Instituto de Ecología, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Estado de Hidalgo. Proyecto “Ecología genética y biología de la conservación de las poblaciones del género agave de la Reserva de la Biosfera de la Barranca de Mezquitlán, Hidalgo”. Julio 8 2004.

Dr. Felipe Vázquez Gutiérrez. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. Escaneo de cartas. Agosto 10 2004.

Dr. Joel Carrillo Rivera. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat MSS, TM y ETM 2000. Ciudad de México. Proyecto “Definición de indicadores de impacto al recurso hídrico en zonas receptoras de pago por servicios ambientales hidrológicos 2003/2004”. Agosto 12 2004.

Dr. Jean Francios Parrota. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat MSS, TM y ETM 2000. Ciudad de México. Proyecto “Análisis del espacio urbano y de las relaciones que existen entre las zonas urbanizadas y el medio periurbano”. Septiembre 6 2004.

Dra. Rosa María Prol Ledesma. Instituto de Geofísica, UNAM. Escaneo de cartas. Octubre 7 2004.

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

Lic. Inocencia Cadena Rivera. Universidad Autónoma del Estado de México. Imágenes Landsat ETM 2000. Puebla y Colima. Curso “Tratamiento digital de imágenes de satélite. Octubre 7 2004.

M. en C. Lilia de Lourdes Manzo Delgado. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Región Centro del país. Tesis doctoral “Evaluación del riesgo de incendio forestal con imágenes de satélite”. Octubre 21 2004.

Biol. Francisco Javier Botello López. Instituto de Biología, UNAM. Imágenes Landsat TM. Tesis de maestría. Regio de la Reserva de la Biósfera de Tehuacan-Cuicatlán. Octubre 28 2004.

M. en C. Javier Aldeco Ramírez. Universidad Autónoma Metropolitana. Imágenes Landsat ETM 2000. Veracruz. Modulo Análisis de Sistemas Ambientales. Noviembre 10 2004.

Dra. Irasema Alcántara Ayala. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Veracruz. Proyecto “Análisis de inestabilidad de laderas y riesgos asociados para la región Puebla-Veracruz”. Diciembre 9 2004.

M. Sc. R. Germán Urbán Lamadrid. Universidad Autónoma de Guerrero. Imágenes Landsat MSS, TM, ETM 2000. Guerrero. Tendencias de cambio de uso de suelo. Enero 4 2005.

Dr. Carlos Fabián Vargas Mendoza. Instituto Politécnico Nacional. Cartografía digital. Inventario Nacional Forestal 2000. Proyecto “Análisis geográfico de las zonas atacadas por descortezadores del género *Dendroctonus* y determinación de las áreas potenciales de infestación de los bosques de México, no. 2002 C01-5829”. Enero 18 2005.

Dr. José G. Palacios Vargas. Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. VII Congreso Mexicano de Espeleología. Enero 19 2005.

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

Dr. Jean Francois Mas Caussel. Instituto de Geografía, Campus Morelia, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Quintana Roo. Enero 27 2005.

José Luis Ruiz González. Imágenes Landsat ETM 200. Cuenca de México. Tesis de maestría.

Dr. Antonio Lot Helgueras. Instituto de Biología, UNAM. Imágenes Landsat MSS y ETM 2000. Investigación “Evaluación espacial y cambio de uso del suelo de la laguna de Tecocomulco, Hidalgo: estructura y cobertura de las hidrófitas”. Febrero 17 2005.

Biol. José Gerardo Rodríguez Tapia. Instituto de Ecología, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Región centro. Febrero 18 2005.

Arq. José de Jesús Reynosa Seba. Facultad de Arquitectura, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Oaxaca. Tesis de licenciatura en San Francisco Telixtlahuaca, Oaxaca.

Dra. Irasema Alcántara Ayala. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat MSS, TM y ETM 2000. Bahía de Acapulco, Guerrero. Proyecto “Intemperismo y procesos de remoción en masa en zonas tropicales y subtropicales: una evaluación de peligros geomorfológicos”. Marzo 28 2005.

Urb. Enrique Soto Alva. Facultad de Arquitectura, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Guadalajara. Tesis de licenciatura “La coordinación metropolitana en la Zona Conurbada de Guadalajara”. Abril 5 2005.

Dra. Christina Siebe. Instituto de Geología, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Región Centro. Proyecto “Plan de manejo ecosistémico de la cuenca de México y Valle de Toluca”. PUMA. Abril 11 2005.

Mtro. Stéphane André Couturier. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Zona Cuitzeo-Tancítaro. Proyecto “Desarrollo de un

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

método de evaluación de la confiabilidad de mapas de vegetación y uso de suelo, mediante el enfoque difuso (fuzzy)”. Abril 26 2005.

Lic. Ma. de Lourdes Godínez Calderón. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Región de Los Tuxtlas, Ver. Tesis de maestría. Abril 28 2005.

Dr. Ramón Domínguez Mora. Instituto de Ingeniería, UNAM. Imágenes Landsat TM y ETM 2000. Investigación en hidrología. Mayo 4 2005.

Dr. Arturo García Romero. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat MSS, TM y ETM 2000. Volcán Cofre de Perote. Proyecto “Evolución contemporánea de los usos del suelo en el México central y sus consecuencias sobre la estructura y diversidad de sus bosques templados”. Mayo 27 2005.

Biol. Edgar Villeda Chávez. Facultad de Ciencias, UNAM. Imágenes Landsat MSS, TM y ETM 2000. Oaxaca. Junio 9 2005.

Dr. José I. Lugo Hubp. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat TM y ETM 2000. Estados de Oaxaca y Puebla. Tesis doctoral. Junio 22 2005.

M. en C. Rafael Ávila Flore. Instituto de Ecología, UNAM. Imágenes Landsat MSS y ETM 2000. Región norte. Tesis doctoral “Impacto de los cambios en el hábitat sobre la distribución y desempeño poblacional de los perritos llaneros de cola negra en el norte de Chihuahua, México”. Agosto 4 2005.

Mtra. Leticia Mejía Guadarrama. El Colegio de Michoacán A. C. Imágenes Landsat MSS y ETM 2000. Jalisco, Michoacán y Guanajuato. Septiembre 21 2005.

Dr. Leopoldo Galicia Sarmiento. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat MSS y ETM 2000. Estado de Tlaxcala. Octubre 14 2005.

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

Dra. Irasema Alcántara Ayala. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Guerrero. Proyecto “Análisis de inestabilidad de laderas y riesgos asociados para la región Puebla-Veracruz”. Noviembre 15 2005.

José Luis Texcalac. Instituto Nacional de Salud Pública. . Imágenes Landsat MSS y ETM 2000. Distrito Federal y Edo. Méx. Abril 5 2006.

Anabell Pérez Flores. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Sonora. Tesis de licenciatura “Análisis espacial de la degradación ambiental, en Rancho San Bernardino, Agua Prieta, Sonora, como una iniciativa de ordenamiento territorial por medio de percepción remota”. Abril 6 2006.

Dr. José Luis Macías Vázquez. Instituto de Geofísica, UNAM. Imágenes Landsat MSS. Chiapas. Proyecto “Estudio geológico del volcán Chichonal y Tacaná: Elaboración de mapas de peligros”. Abril 20 2006.

Dra. Irasema Alcántara Ayala. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Tecolutla-Veracruz. Proyecto “Análisis de inestabilidad de laderas y riesgos asociados para la región Puebla-Veracruz”. Abril 27 2006.

Dr. Hermilo Salas Espíndola. Posgrado de Arquitectura, UNAM. Imagen Landsat ETM 2000 y Ortofotos. Veracruz. Proyecto “Articulación de la microcuenca en el sistema regional”.

Biol. Luis Pacheco Cobos, Dra. Robyn E. Hudson. Instituto de Investigaciones Biomédicas. Cartografía digital. Volcán La Malinche. Tesis doctoral “Análisis de las trayectorias de recursos forestales: El caso de la recolección de hongos en San Isidro Buensuceso, Tlaxcala”. Mayo 18 2005.

Dr. Sergio Rodríguez Elizarrarás. Instituto de Geología, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Proyecto “Vulcanología y geología regional del sector oriental de la Faja Volcánica Transmexicana (estados de Puebla y Veracruz): estratigrafía volcánica y evaluación de riesgos potenciales”. Junio 6 2006.

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

Dr. Asdrúbal Martínez Díaz de León. Universidad Autónoma de Baja California. Imágenes Landsat ETM 2000. E.U. y Bahía de San Quintín. Proyecto “El uso de la caracterización morfológica en la predicción de la erosión costera y la clasificación de zonas de riesgo durante eventos de tormenta extrema”. Junio 26 2006.

Biol. Leticia Margarita Ochoa Ochoa. Facultad de Ciencias, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Tabasco y Chiapas. Proyecto de inventarios herpeto-faunísticos. Septiembre 19 2006.

Lic. Josefina Hernández Lozano. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat MSS, TM y ETM 2000 y ortofotos. Ciudad de México. Proyecto “Observatorio urbano”. Octubre 16 2006.

Biol. Hugo Luna Soria. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. Imágenes Landsat MSS y ETM 2000. Sonora y Sinaloa. Tesis de maestría. Noviembre 10 2006.

Lic. María Luisa Calzada Sandoval. Facultad de Estudios Superiores Aragón. Imágenes Landsat ETM 2000. Veracruz. Licenciatura en planificación para el desarrollo agropecuario. Noviembre 10 2006.

Dra. Hind Taud. Instituto Politécnico Nacional. Imágenes Landsat ETM 2000. Campeche. Tesis doctoral “Detección de cambio en imágenes satelitales mediante semántica”. Febrero 20 2007.

Dr. Leopoldo Galicia Sarmiento. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Quintana Roo. Tesis de maestría. Mayo 30 2007.

Dr. Víctor Sánchez Cordero Dávila. Instituto de Biología, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000 y SPOT. Veracruz y Guerrero. Mayo 31 2007.

Dr. José Nicolás Urbina Cardona. Instituto de Biología, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Estados de Guerrero y Morelos. Proyecto “Status and

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

population trend of amphibians in relation to microenvironment at montane forests, Southern Mexico”. Julio 7 2007.

Dr. Mario Arturo Ortiz Pérez. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Baja California Sur, municipio de La Paz. Proyecto “Regionalización Costera de México”. Agosto 12 2007.

Dr. Luis Zambrano González. Instituto de Biología, UNAM. Imágenes SPOT. Ciudad de México. Plan de manejo y restauración de la zona lacustre de Xochimilco. Agosto 13 2007.

Dr. Mario Arturo Ortiz Pérez. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Baja California Sur. Proyecto “Reconocimiento geomorfológico de las unidades de paisajes costeros del sector sur de la península de Baja California. (Reconocimiento de las Costas de México)”. Agosto 31 2007.

Dr. Jean Francois Parrot. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes SPOT. Ciudad de Cancún. Tesis de maestría “Caracterización del crecimiento urbano de la ciudad de Cancún con aplicación de percepción remota”. Octubre 10 2007.

Dr. Mario Arturo Ortiz Pérez. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Estado de Tabasco. Proyecto “Inundaciones del estado de Tabasco”. Octubre 12 2007.

Dr. Tomás González Morán. Instituto de Geofísica, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000 y SPOT. Ciudad de México. Tesis de maestría. Octubre 15 2007.

Dr. Javier Delgado Campos. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat MSS, TM y ETM 2000. Ciudad de Guadalajara. Tesis doctoral “Análisis de la vulnerabilidad de los asentamientos irregulares en la periferia del Área Metropolitana de Guadalajara desde la perspectiva del ordenamiento territorial caso de estudio: los asentamientos ubicados en el piedemonte oriente de la Sierra de la Primavera”. Octubre 15 2007.

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

Dra. Ma. Concepción Martínez Omaña. Instituto Mora. Imágenes Landsat ETM 2000 y ortofotos. Ciudad de México. Proyecto “Representaciones y prácticas sociales del agua. Historias orales en la Ciudad de México (el caso de Tlalpan, Xochimilco, Benito Juárez e Iztacalco), 1994-2000”. Octubre 23 2007.

Dr. José Luis Arce Saldaña. Instituto de Geología, UNAM. Imagen SPOT. Chiapas. Fotointerpretación y análisis de la morfología de los depósitos del volcán Tacaná. Octubre 23 2007.

Francisco Javier Solares Lima. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. Imagen Landsat ETM 2000. Pico de Orizaba. Materia “Prácticas de Geografía de México”. Octubre 26 2007.

Dr. Leopoldo Galicia Sarmiento. Instituto de Geografía, UNAM. Compuestos NDVI. Estado de Veracruz. Tesis de maestría “Efectos de los cambios de uso de suelo sobre la biomasa aérea y secuestro de carbono en bosques templados del Cofre de Perote, Veracruz”. Noviembre 5 2007.

Dra. Irasema Alcántara Ayala. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Sierra Norte de Puebla. Noviembre 13 2007.

Dra. Cecilia Rosario Cortés. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. Imágenes SPOT. Veracruz. Tesis de maestría. Determinar la presencia de bacterias patógenas en aves que puedan estar involucradas en las diarreas presentadas en los habitantes. Noviembre 28 2007.

Dr. Jean Francois Parrot. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000 y SPOT. Quintana Roo, región Othón P. Blanco. Diciembre 6 2007.

Dr. Joaquín Giménez Héau. Instituto de Biología, UNAM. Imágenes Landsat MSS y ETM 2000. Republica Mexicana. Proyecto UNIBIO. Enero 18 2008.

Dra. Irasema Alcántara Ayala. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000 y SPOT. Puebla. Proyecto “Precipitación e inestabilidad de laderas

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

en la Sierra Norte de Puebla: instrumentación y prevención de desastres”. Enero 22 2008.

Dr. Víctor Sánchez Cordero. Instituto de Biología, UNAM. Imágenes Landsat MSS y SPOT. Región centro, sureste y Península de Yucatán. Proyecto; efectos de la deforestación de la dinámica poblacional de vectores de la enfermedad de Chagas y su influencia en la epidemiología de esta enfermedad. Febrero 27 2008.

Dr. Tomás González Morán. Instituto de Geofísica, UNAM. Imágenes SPOT. Ciudad de México. Marzo 7 2008.

Dra. Estela Morales Campos. Coordinación de Humanidades, UNAM. Imágenes Landsat MSS y ETM 2000. Proyectos “Estructura y organización ejidal: causas subyacentes del estado actual y configuración espacial de los paisajes rurales en el occidente de México. Caso de estudio: los bosques templados de la cuenca Lerma Chapala”, “Estrategias de los grupos locales en el manejo de los recursos hídricos en la Cuenca Chapala y su contexto social, económico y ambiental”, “Transformaciones rurales y reorganización político-territorial en la Ciénega de Chapala, Michoacán”. Abril 14 2008.

Dr. José María Casado Izquierdo. Instituto de Geografía, UNAM. Ortofotos digitales. Coatzacoalcos, Veracruz. Proyecto “Validación en campo de variables e índices de vulnerabilidad en sitios ambientalmente sensibles a derrames de hidrocarburos en la región de Coatzacoalcos”. Mayo 8 2008.

Dr. Mario Arturo Ortiz Pérez. Instituto de Geografía, UNAM. Ortofotos digitales. Golfo de Cortez. Proyecto “Regionalización costera de México”. Abril 22 2008.

Dr. Antonio Azuela de la Cueva. Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM. Imágenes Landsat MSS y ETM 2000. Taxco de Alarcón, Gro. Tesis doctoral “El proceso de apropiación del agua, el bosque y la tierra, su influencia en la

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

implementación de esquemas de compensación por servicios ambientales: estudio de caso en la comunidad Chichila”. Junio 9 2008.

Dr. Mario Arturo Ortiz Pérez. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Occidente de la Republica Mexicana. Junio 10 2008.

Dr. Mario Arturo Ortiz Pérez. Instituto de Geografía, UNAM. . Imágenes Landsat ETM 2000 y Ortofotos digitales. Región occidente. Proyecto “Manejo integrado de la cuenca del Río San Pedro-Mezquital”. Junio 10 2008.

Dr. Jorge López Blanco. Instituto de Geografía, UNAM. Ortofotos digitales. Desierto El Pinacate, Sonora. Tesis doctoral “Geomorfología morfogenéticas, morfodinámica y evolutiva del área de la reserva de la biosfera El Pinacate y El Gran Desierto de Altar, Sonora, Noroeste de México”. Junio 18 2008.

Lic. Ma. de Lourdes Godínez Calderón. Instituto de Geografía, UNAM. Ortofotos digitales. Sureste del país. Junio 30 2008.

Dra. Norma Patricia Muñoz Sevilla. Instituto Politécnico Nacional. Imágenes Landsat ETM 2000 imágenes SPOT y Ortofotos. Tejupilco de Hidalgo, Edo. Mex. Bahía de Banderas, Nay. Julio 3 2007.

Dra. Elizabeth Solleiro Rebolledo. Programa de Posgrado en Ciencias de la Tierra. Ortofotos. San Luis Potosí. Tesis de maestría “Evaluación del grado de contaminación de la zona noreste del acuífero somero del valle de San Luis Potosí, asociado al riego con aguas residuales”. Septiembre 11 2008.

Dr. Lorenzo Vázquez Selem. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes SPOT. Complejo Izta-Popo y volcán Jocotitlán. Septiembre 19 2008.

Dr. Jorge López Blanco. Instituto de Geografía, UNAM. Ortofotos digitales. Frontera sur de México. Proyecto “La evaluación de la existencia y localización de la señalización de los limites internacionales y del estado actual de los tratados de limites México-Guatemala y México-Belice”. Octubre 7 2008.

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

Dr. Gerardo Gutiérrez Mendoza. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. Imágenes Landsat ETM 2000. Chiapas. Tesis de licenciatura “Riesgo por inundaciones e inestabilidad de laderas en la cuenca del río Coatán, Chiapas”, dentro del proyecto “Topografía de un desastre: medición de las afectaciones en las tierras de cultivo y patrón de asentamiento de Mazatán, Chiapas, a raíz del huracán Stan”. Diciembre 9 2008.

Dra. Irasema Alcántara Ayala. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat ETM 2000. Estado de México. Tesis doctoral “Evaluación de riesgo por remoción en masa, en el Municipio de Temoaya, Estado de México”. Enero 13 2009.

Dr. José de Anda Sánchez. CIATEJ, Gdl. Imágenes Landsat ETM 2000 y Ortofotos digitales. Estados de Veracruz y Nayarit. Proyecto “Administración y gestión del agua, y saneamiento del sistema hidrológico en las áreas urbanas y rurales de Veracruz” y “Desarrollo de un modelo de calidad del agua para la presa Aguamilpa, Nayarit”. Enero 23 2009

Dra. Atlántida Coll Hurtado. Instituto de Geografía, UNAM. Imágenes Landsat MSS y ETM 2000. Oaxaca. Febrero 23 2009.

Alfredo Tomas Miguel Vargas. Presidente de la Unión de Ejidatarios Ambientales, Silvícolas y Agropecuarios de la Cuenca de Zumpango, A. C. imágenes Landsat MSS. Estado de México. Programa de Desarrollo Forestal 2006. Marzo 2 2009.

MODELOS DIGITALES DE TERRENO

Dr. Rurik List. Instituto de Ecología, UNAM. Modelo Digital de Terreno. Chihuahua y Sonora. Diciembre 19 2001.

Dr. Ulrike Martin. Instituto de Geofísica, UNAM. Modelo Digital de Terreno. Jalisco. Junio 26 2002.

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

Dr. Arcadio Monroy Ata. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. Modelo Digital de Terreno. Tesis de licenciatura “Evaluación del impacto ambiental en la sierra de Santa Catarina, D.F. y propuesta de restauración ecológica”. Noviembre 25 2002.

Dr. Rodolfo Dirzo. Instituto de Ecología, UNAM. Modelo Digital de Terreno. Región de los Tuxtlas, Veracruz. Tesis doctoral. Enero 10 2003.

M. en C. L. Raymundo Reyes Gutiérrez. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Modelo Digital de Elevación. Estado de Hidalgo. Licenciatura en ingeniería en geología ambiental. Mayo 31 2004.

Dr. Rodolfo Dirzo. Instituto de Ecología, UNAM. Modelo Digital de Terreno. Región de los Tuxtlas, Veracruz. Tesis doctoral. Junio 29 2004.

Biol. José Gerardo Rodríguez Tapia. Instituto de Ecología, UNAM. Modelo Digital de Terreno. Región centro. Tesis de licenciatura. Septiembre 10 2004.

Dra. María Teresa Uriarte. Instituto de Investigaciones Estéticas, UNAM. Modelo Digital de Terreno. Oaxaca. Proyecto “La pintura mural prehispánica en México”. Diciembre 9 2005.

José Luis Texcalac. Instituto Nacional de Salud Pública. Modelo Digital de Terreno. Distrito Federal y Edo. Méx. Abril 5 2006.

A. Solís, S. Díaz, C. Márquez, I. Eveterio, J. Barrera. Facultad de Ciencias, UNAM. Modelo Digital de Elevación. Baja California Sur. Proyecto “Identificación de corredores biológicos para el borrego cimarrón (*Ovis canadensis*)”. Junio 11 2006.

Armando Reyes García. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. Modelo Digital de Elevación. Región Olmeca. Septiembre 12 2006.

CAPÍTULO 3 La Percepción Remota.

Dr. Víctor Sánchez Cordero Dávila. Instituto de Biología, UNAM. Digital de Elevación. Republica Mexicana. Mayo 31 2007.

Dr. Joaquín Giménez Héau. Instituto de Biología, UNAM. Modelo Digital de Elevación. Republica Mexicana. Proyecto UNIBIO. Enero 18 2008.

Dr. José de Anda Sánchez. CIATEJ, Gdl. Modelo Digital de Elevación. Estados de Veracruz y Nayarit. Proyecto “Administración y gestión del agua, y saneamiento del sistema hidrológico en las áreas urbanas y rurales de Veracruz” y “Desarrollo de un modelo de calidad del agua para la presa Aguamilpa, Nayarit”. Enero 23 2009

Dr. José de Anda Sánchez. CIATEJ, Gdl. Modelo Digital de Elevación. Estado de Nayarit. Proyecto “Desarrollo de un modelo de calidad del agua para la presa Aguamilpa, Nayarit”. Febrero 20 2009.

Dr. José de Anda Sánchez. CIATEJ, Gdl. Modelo Digital de Elevación. Río Santiago. Proyecto “Atlas ambiental para la cuenca del río Santiago”. Marzo 6 2009.

Conclusiones

1. Uno de los problemas principales a los que se enfrentan tanto investigadores como estudiantes de los diferentes grados académicos, es la carencia de información consistente y en el mejor de los casos de información corregida y/o actualizada con la cual sustenten las investigaciones llevadas a cabo y determinen la veracidad en los datos.
2. La información proporcionada por los medios oficiales como el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática INEGI, CONABIO o el mismo Instituto de Geografía, requiere de posteriores transformaciones y modificaciones en tanto se tenga un sólido manejo de los programas (software) y conocimiento teórico suficientemente adecuado para dicha manipulación.
3. Aun cuando existen instituciones dedicadas a la generación de información como INEGI, fuente obligada para consulta y compra de información cartográfica, en muchas ocasiones el costo es difícil de saldar, sobre todo cuando se trata estudiantes con necesidad de información espacial. Es por ello, que el LAGE resuelve parte de la problemática, al dar un valor agregado a la información con tratamientos digitales, correcciones topológicas, de proyección o de georreferencia lista para posteriores trabajos de gabinete y fuente principal para trabajo en campo.
4. Los SIG's como herramientas integradoras de la información, cada vez mas utilizadas y recurridas, por la capacidad de almacenaje y manipulación de grandes cantidades de datos han llevado a un rápido despunte en los análisis y el tratamiento de la información, es por ello que La Licenciatura en Geografía, ahora que ha modificado su plan de estudios deberá considerar la inclusión de materias de enseñanza en el ámbito de los SIG, así como de PR, debido en gran medida a la falta de preparación del geógrafo, en lo que respecta a las nuevas tecnologías y sistemas actualizados.
5. Es importante la continua capacitación, la actualización y la pericia en el manejo de los SIG y PR, que si bien se tienen los conceptos teóricos, es importante el entrenamiento en los programas que lleven a una integración y una conformación en el desarrollo real de un SIG.

Conclusiones

6. Los usos mas importantes que se han dado tanto a los SIG como a PR, han sido en los mas diversos temas, en la creación de atlas o compendios cartográficos que ayuden a la toma de decisiones fundamentadas en el conocimiento espacial de los diferentes problemas sociales, económicos y físicos de actualidad.
7. La falta de habilidades en operaciones puntuales fundamentales, como la proyección, reproyección y georreferencia, llevan de trabajos sencillos, a complicaciones prolongadas que conlleva a un consumo de tiempo y trabajo en la corrección de los datos.
8. El trabajo en varios proyectos importantes trajo consigo, la eficiencia del trabajo en equipo y a una consolidación de grupos de trabajo para las áreas del LAGE.
9. El fortalecimiento de las áreas de SIG y PR, lleva al Laboratorio a ser uno de los sitios donde se lleva a cabo importantes proyectos con información, real y actualizada, además de generar información innovadora.
10. Las metas y objetivos en cuanto a los alcances del Laboratorio, se cumplen ampliamente en cuanto a funcionalidad, capacidad y trabajo conjunto por todas las partes que lo conforman desde alumnos de licenciatura elaborando tesis o realizando servicio social, así como, becarios, tesistas de maestría y doctorado.
11. El procesamiento digital de las imágenes se realizó utilizando tanto tecnología de PR para la obtención e integración de la información. Todo ello con las herramientas adecuadas para generar los datos necesarios en la conformación de nueva información.
12. El área de PR alternativa, facilita en mucho el trabajo, al contar con dispositivos significativamente mas baratos para la generación de información y posterior procesamiento en programas.
13. Los análisis de imágenes e información vectorial, trajeron consigo planes, programas integradores que revelaron problemáticas y soluciones a las mismas con mayor rapidez, por lo tanto, medidas y acciones oportunas a la toma de decisiones.
14. El total del conocimiento adquirido, supero las expectativas, donde no solo se aprendió, sino también la experiencia de compartirlo y tratar de

Conclusiones

- transmitirlo por medio de cursos y clases a alumnos con diferentes orientaciones académicas.
15. Se demuestra la utilidad de los SIG y PR como herramientas en el análisis y la toma de decisiones.
 16. El conjunto de actividades desempeñadas en el LAGE, llevó a una formación sólida en cuanto al manejo de los programas, a la administración de la información, al conocimiento nuevo y actualizado en cuanto a las tecnologías de SIG y PR.
 17. Por último se señala la responsabilidad que conlleva por un lado contener casi en su totalidad la biblioteca digital de datos espaciales, entre ellos todas las imágenes satelitales, la información vectorial digital, ortofotos y mapas impresos a resguardo; y por otro lado, las actividades asociadas como escaneo e impresión de mapas y carteles, además de asesorías e impartición de clases a nivel maestría y doctorado.

Bibliografía

- Aronoff, S. (1989), **Geographic Information Systems: A Management Perspective**. WDL Publications, Ottawa, Canada.
- Burrough, P. (1986) **Principles of Geographic Information Systems for Land Resources Assessment**. Clarendon, Oxford.
- Caire, J. (2002), **Cartografía Básica**. Facultad de Filosofía y Letras. UNAM. México. 289 p.
- Chrisman, N. (1996), **Exploring Geographic Systems**. University of Washington. John Wiley & Sons, Inc. 298 p.
- Chuvieco, E. (1996): **Fundamentos de Teledetección Espacial** - 3ª Edición revisada REF.REVISTA/LIBRO: Madrid, Rialp, 568 p.
- DeMers, M. (2000), **Fundamentals of Geography Information Systems**. Second Edition. New Mexico State University. John Willey & Sons, Inc. USA. 498 p.
- Dueker K J (1979) **Land resource information systems: a review of fifteen years experience**. *Geo-processing K* 1: 105-28.
- Felícísimo, A. (2009), **Glosario de Términos Usados en el Trabajo con Sistemas de Información Geográfica**.
www.sigagropecuario.gov.ar/docs/mapas-info/GLOSARIO/SIG/GlosarioTerminosSIG.pdf
- Fernández-Coppel, I., Herrero-Llórente, E. (2001) **El Satélite LANDSAT. Análisis Visual de Imágenes obtenidas del sensor ETM+ Satélite LANDSAT**. Universidad de Valladolid. España.
- Felícísimo, A. (1994) **Modelos Digitales de Terreno. Introducción y Aplicaciones en las Ciencias Ambientales**.
- Haining, R. (2003) **Spatial Data Analysis, Theory and Practice**. Cambridge University Press. Cambridge, U.K.
- Hernán P., M. (2005) **Técnicas Espaciales de Análisis**. Cálculo de NDVI con Multispectral. Licenciatura en Gestión Ambiental- Universidad CAECE. Argentina.
- Jensen, J. R. (1996) **Introductory Digital Image Processing, A Remote Sensing Perspective**. Keith C. Clarke Series Editor. Prentice Hall. New Jersey. 318 p.

- (2000) **Remote Sensing of the Environment, An Earth Resource Perspective.** Keith C. Clarke Series Editor. Prentice Hall. New Jersey. 544 p.
- Johnston, R. J., D. Gregory, P. Haggett, et al., (Eds; 1981), **The Dictionary of Human Geography.** Basil Blackwell, Oxford, England.
- López, M.J., Caselles, V. (1991) **La Teledetección en el Seguimiento de los Fenómenos Naturales. Recursos Renovables: Agricultura. Curso de Postgrado.** Coordinadores de la edición S. Gandía y J. Melía. Universitat de València. Estudi General. Departament De Termoninámica. Unidad de Inestigación de Teledetección.
- Mather, P. (1987) **Computer Processing of Remotely-Sensed Images, An Introduction.** John Wiley & Sons. University of Nottingham, England. Department of Geography. 352 p.
- Rees, W. G. (1990) **Topics in Remote Sensing. Physical Principles of Remote Sensing.** Cambridge University Press, Cambridge. UK. 247 p.
- Stewart, A. Chris Brunsdon, Martin Charlton (2000), **Quantitative Geography. Perspectives on Spatial Data Analysis.** SAGE Publications, London. 270 p.
- Smith, R. B. (2001) **Introducción a la Percepción Remota del Ambiente (PRA).** MicroImages, Inc. Lincoln, Nebraska. EU.
- Snyder, John P. (1989) **Map Projections – A Working Manual.** U.S. Geological Survey Professional Paper. 383 pp.
- Tao, V. (2002) **Geospatial Referencing and Map Projections.** Department of Earth and Space Science and Engineering, York University. Canada. 73 p.
- Tobler, W. (1970), **A computer movie simulation urban growth in the Detroit region.** Economic Geography, 46, 234-40.
- Universidad de Murcia, (2006) **SIG y Teledetección de la Universidad de Murcia.** www.um.es
- Universidad Nacional de Santiago del Estero (2009) **Carpeta de Trabajos Prácticos: Teledetección Forestal. Modelos Digitales del Terreno** Facultad de Ciencias Forestales. <http://fcf.unse.edu.ar>
- Van Westen, C. Vargas, R. (2008), **Introducción a los Sistemas de Información geográfica SIG.** International Institute for Geo-

Bibliografía

Information Science and Earth Observation (ITC), Enschede, The Netherlands.

Wise, S. ,Craglia, M., citan a Brindley, P. Craglia, M. Haining, R. y Young-Hoon, K. (2008), **GIS and Evidence-Based Policy Making**. CRC Press. Taylor & Francis Group. Library of Congress. USA

Sitios consultados en internet:

<http://www.hypergeo.eu/>

<http://www.igeograf.unam.mx>

<http://www.mappinginteractivo.com>

http://sabanet.unisabana.edu.co/derecho/semestre2/telematica/telecomunicaciones/espectro_electromagnetico.htm