

CENTROS REGIONALES DE FORMACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA ESPACIALES
(AFILIADOS A LAS NACIONES UNIDAS)

La teleobservación y el sistema de información geográfica

Programa de estudios



Naciones Unidas

CENTROS REGIONALES DE FORMACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA ESPACIALES

(AFILIADOS A LAS NACIONES UNIDAS)

La teleobservación y el sistema de información geográfica

Programa de estudios

**Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre
Oficina de las Naciones Unidas en Viena**



Naciones Unidas, 2003

Prefacio

Toda la vida en la Tierra depende de una tenue capa de gas que rodea el planeta; se trata de la atmósfera, un nombre que proviene de la palabra griega *atmós* (vapor) y la palabra latina *sphaera* (esfera). Mediante la teleobservación de la atmósfera se intenta cuantificar numerosas variables: la cobertura de las nubes y sus características, la concentración del vapor de agua y la tasa de precipitación, la velocidad del viento, las concentraciones de aerosoles y oligogases en la atmósfera, e incluso las descargas eléctricas durante las tormentas.

El término atmósfera ha hecho que surjan varias palabras más para describir diversas divisiones de los sistemas ambientales de la Tierra:

- La hidrosfera, que abarca los océanos, los ríos y los lagos, así como la nieve y el hielo tanto en tierra como en el mar;
- La biosfera, es decir, los seres vivos que habitan la Tierra, lo que significa sobre todo, a efectos de la teleobservación, la vegetación terrestre y el fitoplancton oceánico;
- La geosfera, que abarca ámbitos como el balance de radiación de la Tierra, la topografía física de los continentes, los procesos geológicos que modifican la superficie del terreno, la actividad dinámica de los volcanes y el movimiento de las placas continentales de la Tierra;
- La antroposfera, o sea, la influencia de la humanidad en la superficie de la Tierra mediante estructuras y actividades que puedan causar importantes alteraciones del clima del planeta.

En la presente publicación se describen, en función de módulos de enseñanza, los principales procesos que se intenta medir con la teleobservación en cada una de esas esferas y los aspectos técnicos de la teleobservación en relación con cada uno de esos sistemas.

Índice

	<i>Página</i>
Prefacio	<i>iii)</i>
Notas explicativas	<i>v)</i>
Introducción	1
Establecimiento de los centros regionales de formación en ciencia y tecnología espaciales	1
Reunión de expertos de las Naciones Unidas sobre los centros regionales de formación en ciencia y tecnología espaciales: situación actual y evolución futura	2
Programa de estudios sobre la teleobservación y el sistema de información geográfica	4
Temas del programa de estudios revisado	4
Estructura del programa de estudios	8
 Anexos	
I. Especificaciones relativas al programa de estudios de los seis primeros cursos	11
II. Evaluación del rendimiento académico	66

Notas explicativas

En la presente publicación aparecen las siguientes abreviaturas y siglas:

AGNPS	agricultural non-point point source
AICRPDA	All India Coordinated Research Project on Dry Land Agriculture
ALTM	airborne laser terrain mapper
BR	biotic richness
C++	object-oriented programming language
CCD	charge-coupled device
CGCP	coastal geomorphology and coastal processes
CME	coastal and marine ecology
CMI	crop moisture index
CS	current science
DI	disturbance index
DIP	digital image processing
DEM	digital elevation model
DTM	digital terrain modelling
EIA	environmental impact assessment
ET	evapotranspiration
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FRIS	forest resource information system
GIS	geographic information system
GISO	GIS applications in oceanography
GPS	global positioning system
GRID	Global Resource Information Database
GSDI	global spatial data infrastructure
HEC	hydrologic engineering centre
IGBP	ISRO Geosphere Biosphere Programme
ICAR	Indian Council of Agricultural Research
ICORG	International Conference on Remote Sensing and GIS/GPS
IIRS	Indian Institute of Remote Sensing
INSAR	Interferometric Synthetic Aperture Radar
IRS	Indian Remote Sensing Satellite

ISO TC211	International Organization for standardization standards on geographic information/geomatics
ISRO	Indian Space Research Organization
ISRS	Indian Society of Remote Sensing
ITC	International Institute for Geo-information Science and Earth Observation
Landsat	Land Remote Sensing Satellite
Lidar	light detection and ranging
LIS	land information system
LISS II	linear imaging self scanner II
LISS III	linear imaging self scanner III
M ² S	modular multispectral scanner
MODFLOW	modular three-dimensional finite-difference groundwater flow model
MXL	maximum likelihood
NDVI	normalized difference index
NNRMS	National Natural Resources Management System
NPP	net primary productivity
PAN	panchromatic camera
RS	remote sensing
SAR	synthetic aperture radar
SF	space forum
SLAR	side-looking airborne radar
SO	satellite oceanography
SPOT	Satellite pour l'observation de la Terre
SST	sea surface temperature
TEO	The Earth Observer
TM	thematic mapper
TR	technical report
VB	visual basic
Vol.	volume

Introducción

La formación en ciencia y tecnología espaciales es una actividad que puede desarrollarse a los niveles elemental, secundario y universitario. Las naciones presentes en el espacio han introducido elementos de ciencia y tecnología espaciales en los planes de estudio vigentes a esos niveles. Tal innovación no ha tenido lugar en muchos países en desarrollo, en parte porque no se valoran lo suficiente las ventajas de esa ciencia y tecnología, y en parte por no haber progresado aún satisfactoriamente los medios y recursos destinados a la enseñanza de la ciencia y la tecnología en las instituciones docentes. La formación en ciencia y tecnología espaciales ha adquirido un carácter intensamente interactivo en los países desarrollados; la World Wide Web y otras tecnologías de la información se han convertido en útiles instrumentos de programas de enseñanza a todos los niveles.

La incorporación de elementos de ciencia y tecnología espaciales en los planes de estudio de ciencias a nivel universitario puede servir a una doble finalidad en los países desarrollados y los países en desarrollo. Puede permitir a todos ellos aprovecharse de las ventajas que brindan las nuevas tecnologías, ventajas que, en muchos casos, son frutos indirectos de la ciencia y tecnología espaciales. Puede dar nuevo impulso al sistema educativo, introducir las concepciones de la alta tecnología en forma no esotérica y contribuir a la creación de capacidad nacional en el ámbito científico y tecnológico en general. A este respecto, Lewis Pyenson subrayó en su reciente obra titulada *Servants of Nature*¹ que:

“La descentralización geográfica y la innovación interdisciplinaria se han convertido en consignas de la ciencia de tradición académica. El procesamiento electrónico de la información hace hasta cierto punto innecesaria la presencia de un científico o especialista en un antiguo centro de enseñanza. Las universidades se han adaptado por doquier a las nuevas circunstancias socioeconómicas ampliando sus planes de estudio. Siempre han respondido de la misma manera, aunque nunca tan rápidamente como desearían sus críticos. La innovación mesurada y deliberada es uno de los pesados fardos que soporta el mundo académico. Es también una gran virtud. Los campos del conocimiento nacientes sólo se convierten en nuevas disciplinas científicas una vez que han encontrado un lugar seguro en las universidades. A ellas tornamos la mirada en espera de una opinión docta sobre las últimas innovaciones. Las nuevas ideas científicas surgen en contextos variados, pero sólo se convierten en patrimonio común de la humanidad cuando son procesadas por una institución de enseñanza superior como la universidad moderna.”

Tanto en los países en desarrollo como en los países desarrollados, la enseñanza de las ciencias a nivel universitario plantea múltiples dificultades, aunque éstas son de mayor magnitud en los países en desarrollo. El problema general con que tropieza la enseñanza de las ciencias es que los estudiantes no pueden contemplar ni percibir los fenómenos que se explican, lo que suele traducirse en incapacidad para aprender principios básicos y comprender las relaciones existentes entre dos o más conceptos y su importancia práctica para las dificultades de la vida real. A esos problemas se añade la falta de capacidad en los aspectos conexos de las matemáticas así como lo concerniente a estrategias de solución de problemas. Hay también dificultades lingüísticas en los países en que la enseñanza de las ciencias se efectúa en una

lengua distinta de la nacional. Los países desarrollados han superado, a lo largo de los años, la mayor parte de los problemas básicos, salvo tal vez un problema psicológico, concretamente el de que los estudiantes vean en la ciencia una materia difícil. En cambio, en los países en desarrollo subsisten aún problemas fundamentales agravados por el hecho de que no hay suficiente personal docente académica y profesionalmente bien capacitado.

Establecimiento de los centros regionales de formación en ciencia y tecnología espaciales

La Asamblea General hizo suya, en su resolución 45/72 del 11 de diciembre de 1990, la recomendación del Grupo de Trabajo Plenario de la Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos, en la forma aprobada por la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos, de que las Naciones Unidas tomaran la iniciativa, con el apoyo activo de sus organismos especializados y otras organizaciones internacionales, de establecer centros regionales de capacitación en ciencia y tecnología espaciales en instituciones educacionales nacionales o regionales que ya existan en los países en desarrollo (A/AC.105/456, anexo II, inciso n) del párr. 4).

La Asamblea General hizo también suya, en el párrafo 30 de su resolución 50/27 del 6 de diciembre de 1995, la recomendación de la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos para que esos centros se establecieran lo antes posible sobre la base de su afiliación a las Naciones Unidas, la cual proporcionaría a los centros el reconocimiento necesario y aumentaría las posibilidades de atraer donantes y establecer relaciones académicas con instituciones nacionales e internacionales relacionadas con el espacio.

Se han creado centros regionales en la India, para la región de Asia y el Pacífico, en Marruecos y Nigeria, para la región de África, en el Brasil y México, para la región de América Latina y el Caribe, y en Jordania, para la región de Asia Occidental bajo los auspicios del Programa de las Naciones Unidas de aplicaciones de la tecnología espacial, ejecutado por la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre (A/AC.105/749). El objetivo de esos centros es acrecentar la capacidad de los Estados Miembros, a nivel regional e internacional, en las diferentes disciplinas de la ciencia y la tecnología espaciales que tengan posibilidades de promover su desarrollo, científico, económico y social. Cada uno de los centros imparte programas de enseñanza de posgrado, investigación y aplicaciones que prestan atención especial a la teleobservación, las comunicaciones por satélite, la meteorología por satélite y la ciencia espacial para docentes universitarios así como para científicos dedicados a la investigación y las aplicaciones. En todos los centros se imparten cursos de nueve meses a nivel de posgrado (de teleobservación, comunicaciones por satélite, aplicaciones meteorológicas de los satélites, y ciencias del espacio y la atmósfera) basados en los planes de estudio modelo resultantes de la Reunión de expertos Naciones Unidas/España sobre la elaboración de planes de estudio para los centros regionales de formación en ciencia y tecnología espaciales, celebrada en Granada (España) en 1995. Desde ese mismo año estos planes de estudio (A/AC.105/649 y <http://www.oosa.unvienna.org/SAP/centres/centres.htm>) son objeto de disertaciones y exámenes en reuniones regionales e internacionales con fines de formación.

La Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Exploración y Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos (UNISPACE III), celebrada en Viena en julio de 1999, recomendó que se estableciera colaboración entre los centros regionales y otras organizaciones nacionales, regionales e internacionales con el fin de potenciar los elementos componentes de sus respectivos planes de estudio². En su resolución 54/68 del 6 de diciembre de 1999, la Asamblea General hizo suya la resolución de UNISPACE III titulada “El milenio espacial: la Declaración de Viena sobre el Espacio y el Desarrollo Humano”, en la que se recomendaban medidas encaminadas a asegurar mecanismos de financiación sostenible de los centros regionales³.

Reunión de expertos de las Naciones Unidas sobre los centros regionales de formación en ciencia y tecnología espaciales: situación actual y evolución futura

La Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre de la Secretaría organizó, en cooperación con la Agencia Espacial Europea (ESA), la Reunión de expertos de las Naciones Unidas sobre los centros regionales de formación en ciencia y tecnología espaciales: situación actual y evolución futura, que se celebró del 3 al 7 de septiembre de 2001 en Frascati (Italia). Fue anfitrión de la misma el Instituto Europeo de Investigaciones Espaciales de la ESA en Frascati.

La citada reunión examinó la situación en lo relativo al establecimiento y actividades de los centros regionales con miras a acrecentar la cooperación entre ellos. Su principal objetivo fue pasar revista y actualizar los planes de estudio a nivel universitario y en los distintos ámbitos culturales sobre cuatro disciplinas: teleobservación, meteorología por satélite, comunicaciones por satélite y ciencia del espacio. La reunión tuvo en cuenta que la formación varía apreciablemente de un país a otro e incluso entre las instituciones de un mismo país, lo que da lugar a divergencias entre los planes de estudio de la ciencia y la tecnología espaciales en lo que respecta al contenido de los cursos y las modalidades de presentación. La reunión hizo observar que el modelo de plan de estudio (A/AC.105/649) había contribuido a resolver esos problemas.

La reunión constituyó cinco grupos de trabajo encargados de los siguientes temas concretos y del respectivo plan de formación: a) cuestiones de gestión de los centros; b) teleobservación; c) meteorología por satélite; d) comunicaciones por satélite; y e) ciencia del espacio. Los grupos de trabajo aprovecharon para su labor los conocimientos y competencia de los participantes, teniendo en cuenta a la vez los resultados de los anteriores cursos de nueve meses a nivel de posgrado, en particular los organizados desde 1996 en el Centro de Formación en Ciencia y Tecnología Espaciales para Asia y el Pacífico y, desde 1998, en el Centro Regional Africano de Ciencia y Tecnología Espaciales, institución francófona, y en el Centro Regional Africano de Formación en Ciencia y Tecnología Espaciales, institución anglófona.

La reunión, sirviéndose de sus grupos de trabajo, actualizó los cuatro planes de estudio y elaboró programas de cursos que se distinguen de la mayoría de los que existen en la literatura sobre la materia y en la World Wide Web. Sus fundamentos son la física, las matemáticas y la ingeniería tal como se enseñan en numerosas

universidades de todo el mundo. No están concebidos a la medida de ningún proyecto o misión espaciales concretos que puedan haber sido o ser ejecutados por una institución determinada.

Programa de estudios sobre la teleobservación y el sistema de información geográfica

En el presente capítulo figuran las deliberaciones del grupo de trabajo sobre teleobservación y el sistema de información geográfica, establecido durante la Reunión de expertos de las Naciones Unidas sobre los centros regionales de formación en ciencia y tecnología espaciales: situación actual y evolución futura, acerca de un programa de estudios revisado. El programa de estudios de los seis cursos que se han celebrado en el Centro de Formación en Ciencia y Tecnología Espaciales para Asia y el Pacífico y la evaluación del rendimiento académico figuran en los anexos I y II, respectivamente.

Temas del programa de estudios revisado

El grupo de trabajo estableció a título indicativo algunos temas que los centros regionales podrían perfeccionar y estructurar en forma apropiada para los cursos, además de decidir sobre la profundidad y el contenido de los temas. Quizá también deseen adecuar los temas a los problemas relacionados con su respectiva región. Los temas están ordenados sobre la base de los siguientes módulos:

<i>Módulo/ submódulo</i>	<i>Tema</i>
0	Introducción Un módulo de orientación para los estudiantes, de una semana de duración, sobre la cultura y los aspectos sociales, económicos y de desarrollo del país anfitrión y sus instituciones, incluidas lecciones breves sobre temas generales
1	Nociones fundamentales y principios de la teleobservación y el SIG (de dos a tres meses)
1.1	Principios de la teleobservación
1.1.1	Panorama general de la tecnología de la teleobservación: historia y evolución
1.1.2	La radiación electromagnética y su interacción con la materia: las leyes de la radiación, el espectro electromagnético y sus características, las fuentes de la radiación electromagnética; propagación de la energía electromagnética: difusión, dispersión, absorción, refracción y reflexión; interacciones entre la radiación electromagnética y la materia en la atmósfera y la superficie de la Tierra (emisiones de radiación): emisividad, radiación de cuerpos negros, ley de Stefan, ley de Kirchoff, ley de Wien, ley de Planck; procesos físicos en la interacción entre la radiación y la materia:

*Módulo/
submódulo*

Tema

- propiedades de la atmósfera, elementos constitutivos, contaminantes, gradiente térmico vertical, nubes, sondeo atmosférico, mecanismos de dispersión, variaciones temporales; albedo, reflexión, ley de Snell, absorción, firmas espectrales, efecto fotoeléctrico, aislamiento
- 1.1.3 Características espectrales de los cultivos y la vegetación, los suelos y el agua, entre otras cosas
- 1.2 Plataformas, sensores y sistemas terrestres de teleobservación
- 1.2.1 Plataformas
- Panorama general de la teleobservación aérea: fotografía, formación de imágenes; ventajas y aplicaciones
- Teleobservación por satélite: clasificación por órbita, aplicaciones, ventajas y desventajas, tipo de observación, dinámica orbital
- Tipos de satélites: panorama general de los satélites de observación de la Tierra; panorama general de los satélites heliosincrónicos de teleobservación del infrarrojo óptico; panorama general de las plataformas polares y los satélites meteorológicos
- Satélites de alta resolución; satélites de radar; otras misiones: por ejemplo, hiperespectrales
- Futuros sistemas de satélites
- 1.2.2 Sensores
- Nociones fundamentales de la tecnología de la formación de imágenes: formación de imágenes/no formación de imágenes, activa/pasiva, ventajas y desventajas
- El concepto de resolución: espacial, espectral, radiométrica y temporal
- Sistemas de aerofotografía: fotográficos, históricos, sistemas de cámaras, tipos de película, fotografía multispectral, dispositivos cartográficos láser aerotransportados (ALTM)
- Analizadores de barrido/imaginizadores: sistemas de cámara de fotogramas, sistemas de análisis de barrido, analizadores de barrido de matriz de líneas, espectrómetros, dispositivos de acoplamiento de cargas (CCD), imaginizadores térmicos
- Sensores de microondas: principios del radar aerotransportado de banda lateral (SLAR), el radar de abertura sintética (RAS) y sus características
- Sensores/sistemas que no forman imágenes: radiómetro de infrarrojos, radiómetro de microondas, dispersómetro y altímetro, entre otros
- Otros sensores: hiperespectrales, formación de imágenes por láser y otros

<i>Módulo/ submódulo</i>	<i>Tema</i>
1.2.3	Sistemas terrestres Sistemas de recepción y preprocesamiento de datos y sus configuraciones Principios de los sistemas de recepción de datos, cadenas transmisoras y receptoras de datos; grabación; archivo; preprocesamiento: correcciones radiométricas y geométricas; tipos de productos de datos satelitales; productos de valor añadido Recogida y comprobación de datos sobre la realidad del terreno; errores en los datos de imágenes y su corrección
1.3	Interpretación de imágenes
1.3.1	Nociones fundamentales de interpretación aerofotográfica
1.3.2	Principios de interpretación de imágenes de datos satelitales ópticos, térmicos y de microondas
1.4	Fotogrametría
1.4.1	Introducción a la fotogrametría: aerofotografía, interpretación fotográfica, fotogrametría analógica, fotogrametría digital
1.4.2	Principios de evaluación de la exactitud y análisis de errores
1.5	Procesamiento digital de imágenes
1.5.1	Reseña de lenguajes de programación: C++ (lenguaje de programación orientado a objetos), visual básico (VB), lenguajes de macros
1.5.2	Conceptos estadísticos: promedio, mediana, moda, desviación característica, matriz de covarianzas, raíces características, vectores característicos, análisis de componentes principales, etc.
1.5.3	Realidad del terreno para el procesamiento digital de imágenes
1.5.4	Elementos de procesamiento y preprocesamiento digital de imágenes: correcciones radiométricas, geométricas y atmosféricas
1.5.5	Técnicas de realce de imágenes: histogramas, estiramiento de contrastes, funciones de transferencia, igualación de histogramas, especificación de histogramas
1.5.6	Filtrado: filtros de paso bajo y de paso alto, filtro ideal, filtro Butterworth, filtro exponencial, filtro trapezoidal, etc., suavización
1.5.7	Técnicas de clasificación: distancias espectrales, probabilidades, análisis de errores, conglomeración, áreas de aprendizaje, métodos de muestreo, extrapolación; clasificador por píxeles, clasificadores de probabilidad máxima (MXL)/bayesianos/paralelepípedo, etc., clasificador orientado a objetos, redes neurales, granulometría, fractales
1.5.8	Evaluación de la exactitud y análisis de errores

<i>Módulo/ submódulo</i>	<i>Tema</i>
1.5.9	Técnicas de fusión de imágenes
1.5.10	Técnicas de segmentación y extracción de características de imágenes: técnicas basadas en el conocimiento, inteligencia artificial, conceptos de imágenes difusas
1.5.11	Transformaciones y trenes de ondas de imágenes
1.5.12	Técnicas de procesamiento de imágenes en estéreo
1.5.13	Técnicas de análisis de imágenes de alta resolución
1.5.14	Principios de análisis de datos de radar de pequeña abertura, interferometría de radar de pequeña abertura y técnicas diferenciales-interferométricas de radar de pequeña abertura (INSAR)
1.5.15	Procesamiento de datos hiperespectrales, polarimétricos, dispositivos cartográficos láser aerotransportados (ALTM) y otros tipos de datos
1.6	Sistemas de procesamiento de imágenes
1.6.1	Configuración, opción y selección
1.6.2	Análisis integrado de imágenes y SIG
1.7	Sistema de información geográfica
1.7.1	Características y tipos de datos de SIG: tipos de datos; concepto de la información
1.7.2	Mapas y proyecciones: principios de cartografía, elipsoides, proyecciones cartográficas, sistemas, tipos y escalas de coordenadas; exactitud de los mapas
1.7.3	Conceptos, técnicas, sistemas y aplicaciones del GPS
1.7.4	Principios de SIG: conceptos y principios de SIG: modelos de SIG, componentes de SIG, insumos a SIG; diseño y organización de bases de datos de SIG; integración en SIG, consultas en SIG, productos y visualización de SIG, exactitud de los datos en SIG, errores de integración en SIG
1.7.5	SIG tridimensional: representación de la tercera dimensión en SIG, análisis y derivadas tridimensionales
1.7.6	Conceptos de SIG temporal, sistemas de apoyo de decisiones, modelización de SIG, técnicas de visualización, realidad virtual, cartografía móvil, SIG en la World Wide Web
1.7.7	Ilustraciones y panorama general de las aplicaciones de SIG

<i>Módulo/ submódulo</i>	<i>Tema</i>
1.7.8	Infraestructura de datos espaciales: metadatos, búsqueda/acceso, almacenamiento de datos, explotación de datos, normas, programas específicos de países (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)/Base de Datos sobre Recursos Mundiales (GRID), infraestructura digital de la Tierra, infraestructura mundial de datos espaciales (GSDI), cartografía mundial, etc.); normas comunes: SIG, ISO-TC211
2	Aplicaciones de la teleobservación (3 a 4 meses)
2.1	Panorama general de las aplicaciones de la teleobservación y los SIG (1 mes; módulo común para todos los itinerarios)
2.1.1	Aplicaciones de la teleobservación y los SIG para los recursos hídricos; la agricultura; el urbanismo; costas y océanos; medio ambiente; silvicultura; ecología; geología; cartografía y otras materias
2.1.2	Procesos de la Tierra
2.1.3	Meteorología satelital
2.1.4	Desastres naturales
2.1.5	Desarrollo sostenible y capacidad de sustentación
2.1.6	Análisis, vigilancia y gestión ambientales
2.1.7	Análisis de rentabilidad
2.1.8	Planificación y ejecución de proyectos
2.2	Itinerarios temáticos (2 a 3 meses)
2.2.1	Examen de planificación de proyectos y ejecución de proyectos experimentales
3	Proyectos experimentales que se han de ejecutar en el centro regional; el estudiante, en consulta con su organización patrocinadora y con la aprobación del centro, escoge los temas

Estructura del programa de estudios

El grupo de trabajo recomendó que se adoptara la siguiente división del tiempo en cada módulo:

<i>Módulo</i>	<i>Tema</i>	<i>Duración</i>
1	Nociones fundamentales de teleobservación y SIG	12 semanas, 400 horas
2	Aplicaciones de la teleobservación y los SIG en los estudios de los recursos naturales y el medio ambiente	12 semanas, 400 horas
3	Labor de proyecto, comprendida la recogida de datos sobre la realidad del terreno	12 semanas, 400 horas

En el siguiente cuadro se indica la división por módulo, submódulo y tipo de actividad.

**Cuadro
Duración del curso por tipo de actividad**

Módulo/ submódulo	Tema	Actividad (horas)				Total
		CM	CD+EP	TST	B+CI	
1	Nociones fundamentales de teleobservación y SIG					
1.1	Teleobservación	20	40	10	5	75
1.2	Interpretación de imágenes y análisis de imágenes	40	95	10	5	150
1.3	Fotogrametría	20	40	10	5	75
1.4	Geoinformática	<u>30</u>	<u>50</u>	<u>15</u>	<u>5</u>	<u>100</u>
	Total parcial	110	225	45	20	400
2	Aplicaciones de la teleobservación y los SIG en los estudios de los recursos naturales y en el medio ambiente					
2.1	Progresos de la teleobservación y los SIG	5			1	6
2.2	Meteorología satelital	5			1	6
2.3	Procesos de la Tierra	6			1	7
2.4	Desarrollo sostenible y gestión integrada de los recursos	7			1	8
2.5	Vigilancia y gestión de desastres naturales	6			1	7
2.6	Análisis, vigilancia y gestión del medio ambiente y cuestiones globales conexas	12	50		4	66
2.7	Aplicaciones de la teleobservación y los SIG en esferas temáticas (electivo en una de las siguientes disciplinas)	48	192	40	20	300
2.7.1	Agricultura y edafología					
2.7.2	Silvicultura y ecología					
2.7.3	Geociencias					
2.7.4	Asentamientos humanos					
2.7.5	Recursos hídricos					
2.7.6	Ciencias marinas					
	Total parcial	89	242	40	29	400
3	Labor de proyectos ^d					
3.1	Planificación de proyectos		50			50
3.2	Interpretación y análisis previos a la labor sobre el terreno		100			100

Módulo/ submódulo	Tema	Actividad (horas)				
		CM	CD+EP	TST	B+CI	Total
3.3	Recogida de datos sobre el terreno			100		100
3.4	Análisis de datos sobre el terreno		50			50
3.5	Informe de interpretación y análisis posterior a la labor sobre el terreno		100			100
	Total parcial	—	<u>300</u>	<u>100</u>	—	<u>400</u>
	Total	199	767	185	49	1 200

Nota: CM= clases magistrales; CD+EP= clases dirigidas y ejercicios prácticos;

TST = trabajo sobre el terreno; B+CI = biblioteca/clases de profesores invitados;

^aEn el módulo 3, CD + EP consta únicamente de ejercicios prácticos.

Notas

¹ L. Pyenson y S. Sheets-Pyenson, *Servants of Nature: a History of Scientific Institution, Enterprises and Sensibilities* (Nueva York, W.W. Norton and Company, 1999).

² *Informe de la Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Exploración y Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos, Viena, 9 a 30 de julio de 1999* (publicación de las Naciones Unidas, N° de venta S.00.I.3), cap. II, secc. G, párr. 220.

³ *Ibid.*, cap. I, resolución 1, apartado e) ii) del párr. 1. La Declaración puede consultarse también en la página de presentación de la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre (<http://www.oosa.unvienna.org>).

Anexo I

Especificaciones relativas al programa de estudios de los seis primeros cursos

Módulo 1: Nociones fundamentales de la teleobservación y los sistemas de información geográfica (SIG)

En el Centro de Formación en Ciencia y Tecnología Espaciales para Asia y el Pacífico se celebraron seis cursos de posgraduados, de nueve meses de duración en teleobservación y los sistemas de información geográfica (SIG). En el presente anexo se describe el programa de estudios de esos cursos.

En el Cuadro 1 figura un desglose del módulo 1 por tema y actividad y a continuación una lista detallada de las actividades y las lecturas recomendadas.

Cuadro 1
Módulo 1 por tema y actividad

Submódulo	Tema	Código	Actividad (horas)				Total
			Clases magistrales	Clases dirigidas y ejercicios prácticos	Trabajo sobre el terreno	Biblioteca/ clases de profesores invitados	
1.1	Teleobservación	RS	20	40	10	5	75
1.2	Análisis de imágenes	IA	40	95	10	5	150
1.3	Fotogrametría	PG	20	40	10	5	75
1.4	Geoinformática	GE	<u>30</u>	<u>50</u>	<u>15</u>	<u>5</u>	<u>100</u>
	Total		110	225	45	20	400

Teleobservación

Clases magistrales

Código	Descripción
RS 1	Definición y panorama de la teleobservación y de los sistemas de teleobservación
RS 2	Historia y evolución de la teleobservación
RS 3 y 4	Radiación electromagnética, términos y definiciones, leyes de la radiación, espectro electromagnético, fuentes de radiación electromagnética
RS 5	Interacción entre la radiación electromagnética y la materia, reflexión, absorción y transmisión
RS 6	Interacciones entre la radiación electromagnética y la atmósfera, ventanas atmosféricas

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>
RS 7 y 8	Sistemas de teleobservación: sistemas activos y pasivos, sistemas de formación de imágenes/no formación de imágenes, resolución (espacial, espectral y temporal)
RS 9	Órbitas y plataformas para la observación de la Tierra
RS 10	Satélites de observación de la Tierra (Satélite de Teleobservación Terrestre (Landsat), Satélite de Observación de la Tierra (SPOT), Indian Remote Sensing Satellite (IRS))
RS 11	Sensores utilizados en los satélites de observación de la Tierra y sus características geométricas y de otra índole
RS 12	Recepción y procesamiento de datos y generación de productos de datos
RS 13 y 14	Principios de la teleobservación térmica, incluidas sus utilidades
RS 15 y 16	Principios de teleobservación por microondas (formación de imágenes/no formación de imágenes)
RS 17 y 18	Correcciones geométricas y radiométricas y fuentes de errores en los datos satelitales
RS 19	Recogida de datos sobre la realidad del terreno—utilización de radiómetros y espectrofotómetros, etc.
RS 20	Reflectancia espectral y firma espectral para agua, tierra y vegetación

Ejercicios prácticos y trabajos sobre el terreno

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Ejercicios prácticos (horas)</i>	<i>Trabajos sobre el terreno (horas)</i>
EX.RS 1	Estudio de la anotación de las imágenes satelitales (información) Landsat, SPOT e IRS	4	
EX.RS 2	Estudio de datos satelitales, identificación de la escorrentía	5	
EX.RS 3	Estudio de datos satelitales, identificación y cartografía de distintas características de la superficie	5	
EX.RS 4	Estudio y utilización de instrumentos de medición de la radiación termicoinfrarroja	5	

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Ejercicios prácticos (horas)</i>	<i>Trabajos sobre el terreno (horas)</i>
EX.RS 5	Interpretación de datos de radar de abertura sintética (procedentes de satélites) para estudios de utilización de las tierras	5	
EX.RS 6	Estudio de los instrumentos de recogida de datos terrestres, radiómetros, espectrómetros, etc.	5	
EX.RS 7	Utilización y análisis de datos de microdensitómetro para una imagen determinada	5	
EX.RS 8	Estudio de los principios de color aditivos y substractivos	5	
EX.RS 9	Recogida de datos terrestres en una zona determinada con ayuda de radiómetros y espectrómetros		10

Lecturas recomendadas

American Society of Photogrammetry and Remote Sensing. Manual of remote sensing. v. I. and II. 2ª ed. Falls Church, Virginia, 1983.

Campbell, J. B. Introduction to remote sensing. 2ª ed. Londres, Taylor and Francis, 1996.

Curran, P. J. Principles of remote sensing. Essex, Longman Scientific and Technical Group, 1985.

Deekshatulu, B. L., and P. S. Roy. Human resource development in space technology applications. *Space forum* (Amsterdam) 5:239, 2000.

Kumar, M. Remote sensing. Nueva Delhi, National Council for Educational Research and Training, 2001.

Lillesand, T. M., and R. W. Keifer. Remote sensing and image interpretation. 4ª ed. Nueva York, John Wiley and Sons, 2000.

Sabins, F. F. Remote sensing principles and interpretation. San Francisco, W. H. Freeman, 1987.

Interpretación y análisis de imágenes

Clases magistrales

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>
IA 1	Principios de interpretación visual de fotografías aéreas e imágenes satelitales
IA 2	Elementos de reconocimiento y claves para la interpretación visual
IA 3	Técnicas de interpretación visual
IA 4	Equipo básico de interpretación
IA 5	Interpretación de fotografías aéreas
IA 6	Interpretación de imágenes multiespectrales
IA 7	Interpretación de imágenes térmicas
IA 8	Interpretación de imágenes de radar de banda lateral aerotransportado
IA 9	Interpretación de imágenes de radar de abertura sintética
IA 10	Principios de la transferencia de datos y evaluación de la exactitud de la interpretación
IA 11	Introducción al procesamiento de imágenes digitales
IA 12	Nociones fundamentales de informática y de los sistemas de procesamientos de datos
IA 13 y 14	Estadísticas: conceptos básicos
IA 15 y 16	Estadísticas: teoría de la probabilidad
IA 17 y 18	Estadísticas: teoría bayesiana
IA 19 y 20	Estadísticas: técnicas de muestreo
IA 21	Nociones fundamentales del análisis de imágenes y del formato de datos digitales
IA 22 y 23	Nociones fundamentales de rectificación y registro de imágenes
IA 24	Técnicas de realce de imágenes
IA 25	Realce de contrastes, realce de contornos y filtraje
IA 26	Realces espaciales de Fourier y racionamiento espectral
IA 27	Análisis de los elementos principales
IA 28	Técnicas de transformación de la intensidad, la tonalidad cromática y la saturación y de fusión de imágenes
IA 29	Análisis de textura
IA 30	Principios de clasificación de la imagen y de clasificación supervisada
IA 31	Clasificación supervisada

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>
IA 32 y 33	Clasificación no supervisada
IA 34	Exactitud de la clasificación
IA 35	Modelo digital de elevación (MDE)
IA 36	Generación de imágenes estereosatelitales
IA 37 y 38	Técnicas de procesamiento de datos por microondas
IA 39 y 40	Estudio avanzado del procesamiento de imágenes digitales

Ejercicios prácticos y trabajos sobre el terreno

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Ejercicios prácticos (horas)</i>	<i>Trabajos sobre el terreno (horas)</i>
EX.IA 1	Identificación de características en fotografías aéreas verticales únicas	2	
EX.IA 2	Identificación de detalles a partir de pares estereoscópicos	2	
EX.IA 3	Estudio de una zona determinada en fotografías en blanco/negro, blanco/negro infrarrojo y en color infrarrojo	6	
EX.IA 4	Estudio de fotografías multispectrales utilizando un visor de colores aditivos	4	
EX.IA 5	Estudio de imágenes satelitales (blanco/negro) en distintas bandas e interpretación visual	4	
EX.IA 6	Estudio de imágenes térmicas, interpretación de diversas características y trazado de las isotermas	4	
EX.IA 7	Estudio de imágenes de radar y de radar de abertura sintética (microondas) e interpretación de las características	4	
EX.IA 8	Estudio de imágenes obtenidas con ayuda de un explorador modular multispectral (M ² S)	4	
EX.IA 9	Interpretación de detalles agrícolas a partir de imágenes satelitales de diferentes orígenes (IRS, SPOT, Landsat)	4	
EX.IA 10	Familiarización con los sistemas de procesamiento de imágenes, procedimientos de puesta en marcha	4	

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Ejercicios prácticos (horas)</i>	<i>Trabajos sobre el terreno (horas)</i>
EX.IA 11	Carga y presentación de imágenes, identificación de objetos en pantallas de video, presentación de histogramas	4	
EX.IA 12	Técnicas de realce de imágenes: realce de contrastes, racionamiento de bandas, realce de contornos, filtraje, coloreado de sectores y funciones de transferencia	12	
EX.IA 13	Registro de imágenes: imagen a mapa, imagen a imagen, imagen a coordenadas del usuario	8	
EX.IA 14	Técnicas de clasificación de imágenes: con supervisión y sin supervisión	12	
EX.IA 15	Análisis digital de datos por microondas	4	
EX.IA 16	Análisis digital de datos satelitales estereográficos	6	
EX.IA 17	Recogida de datos terrestres para juegos de capacitación en sistemas de procesamiento de imágenes con fines de clasificación de imágenes		10

Lecturas recomendadas

American Society of Photogrammetry and Remote Sensing. Manual of remote sensing. v. I and II. 2^a ed. Falls Church, Virginia, 1983.

Avery, T. E., and G. L. Berlin. Interpretation of aerial photographs. Minneapolis, Burgen, 1985.

Gonzalez, R. C., and R. E. Woods. Digital image processing. Nueva York, Addison Wesley, 1983.

Jensen, J. R. Introductory digital image processing: a remote sensing perspective. 2^a ed. Saddle River, New Jersey, Prentice Hall, 1996.

Lillesand, T. M., and R. W. Keifer. Remote sensing and image interpretation. 4^a ed. Nueva York, John Wiley and Sons, 2000.

Richards, J. A., and Jia Xiuping. Digital image analysis. 3^a ed. Nueva York, Springer, 1999.

Teleobservación

Clases magistrales

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>
PG 1	Nociones fundamentales de fotogrametría aérea
PG 2	Cámaras aéreas
PG 3	Procesamiento de películas en blanco/negro, color, infrarrojas en blanco/negro, infrarrojas en color, densidad de la película y curvas características
PG 4	Planificación de vuelos
PG 5	Características geométricas básicas de las fotografías aéreas
PG 6	Escala, cobertura y resolución de las fotografías aéreas, desplazamiento por inclinación y relieve
PG 7	Estereovisión, estereomodelos y estereoscopios
PG 8	Medición de la altura con fotografías aéreas, paralaje y medición del paralaje
PG 9	Sensores satelitales para cobertura estéreo y barrido estéreo longitudinal y transversal
PG 10 y 11	Principios de estereofotogrametría
PG 12	Principios de fotogrametría satelital
PG 13	Principios de radargrametría e interferometría de radar de apertura sintética
PG 14 y 15	Instrumentos de trazado (estereorestitutores)
PG 16 y 17	Aerotriangulación, control aéreo y cartografía aérea
PG 18 y 19	Principios de fotogrametría digital
PG 20	Principios de cartografía y levantamiento de mapas

Ejercicios prácticos y trabajos sobre el terreno

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Ejercicios prácticos (horas)</i>	<i>Trabajos sobre el terreno (horas)</i>
EX.PG 1	Prueba estereoscópica	2	
EX.PG 2	Orientación de modelos estereoscópicos bajo estereoscopios de espejos	4	
EX.PG 3	Preparación de índices fotolineales y determinación de la escala de la fotografía	6	

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Ejercicios prácticos (horas)</i>	<i>Trabajos sobre el terreno (horas)</i>
EX.PG 4	Utilización de una barra de paralaje y determinación de las alturas y la inclinación	8	
EX.PG 5	Preparación de un mapa de base a partir de una carta topográfica	4	
EX.PG 6	Orientación en el estereorestitutor y el trazado de detalles	4	
EX.PG 7	Utilización de planímetros y proyectores de fotoreflexión	4	
EX.PG 8	Estudio y utilización del teodolito de instrumentos electrónicos de medición de distancias	4	
EX.PG 9	Familiarización con los sistemas fotogramétricos digitales	4	
EX.PG 10	Recogida de datos terrestres y verificación en fotografías aéreas		10

Lecturas recomendadas

American Society of Photogrammetry and Remote Sensing. Photogrammetry. v. I and II. 2ª ed. Falls Church, Virginia, 1983.

Kilford, W. Elementary air survey. 4ª ed. Londres, Pitman Publishing, 1979.

Wolf, P. R. Elements of photogrammetry. Nueva York, McGraw-Hill, 1974.

Geoinformática

Clases magistrales

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>
GE 1	Introducción a los SIG
GE 2	Soporte lógico y soporte técnico necesarios para los SIG
GE 3 y 4	Estructuras y formatos de las bases de datos
GE 5	Estructuras de datos vectoriales
GE 6	Estructuras de datos en trama
GE 7	Entrada, edición y topología de datos en los SIG
GE 8	Integración de los datos espaciales y no espaciales
GE 9 y 10	Proyecciones cartográficas y transformaciones de datos en los SIG

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>
GE 11 y 12	Análisis de datos espaciales (vectoriales)
GE 13 y 14	Análisis de datos espaciales (en trama)
GE 15	El modelo digital de elevación (MDE) y sus aplicaciones
GE 16	Integración de los datos de teleobservación y de los SIG
GE 17	Evaluación de los errores y de la exactitud en los SIG (calidad de los datos y fuentes de errores)
GE 18 y 19	Análisis de redes en los SIG
GE 20	Características de las bases de datos relativas a grandes superficies, mundiales y regionales
GE 21 y 22	Sistemas de apoyo a las decisiones
GE 23, 24	Panorama de los actuales conjuntos SIG
GE 25, 26	Tendencias en geoinformática
GE 27	Nociones fundamentales del sistema mundial de determinación de la posición (GPS)
GE 28 y 29	Tipos de GPS, satélites GPS, constelación de satélites GPS
GE 30	Aplicaciones de los GPS a los estudios de recursos, a la cartográfica y a la navegación

Ejercicios prácticos y trabajos sobre el terreno

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Ejercicios prácticos (horas)</i>	<i>Trabajos sobre el terreno (horas)</i>
EX.GE 1	Familiarización con el soporte lógico de los sistemas SIG	4	
EX.GE 2	Digitalización de las entradas de datos (espaciales)	4	
EX.GE 3	Entrada de datos: edición	4	
EX.GE 4	Entrada de datos (no espaciales)	4	
EX.GE 5	Enlazamiento entre los datos espaciales y no espaciales	4	
EX.GE 6	Creación y registro de bases de datos	4	
EX.GE 7	Generación de modelos digitales de elevación	4	
EX.GE 8	Análisis y modelización de datos	8	

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Ejercicios prácticos (horas)</i>	<i>Trabajos sobre el terreno (horas)</i>
EX.GE 9	Generación de productos con los SIG	4	
EX.GE 10	Familiarización con diferentes tipos de receptores GPS	2	
EX.GE 11	Verificación de las coordenadas cartográficas existentes mediante la utilización de un GPS único	4	
EX.GE 12	Cálculo de las coordenadas con receptores GPS diferenciales	4	
EX.GE 13	Recogida de datos sobre la realidad del terreno: espaciales y no espaciales para el análisis y la modelización de una superficie determinada		10
EX.GE 14	Estudio de una pequeña superficie con ayuda de receptores GPS		5

Lecturas recomendadas

Burroughs, P. A. Geographical information systems for land resources assessment. Oxford, Clarendon Press, 1986.

Chou, Y. H. Exploring spatial analysis in geographical information systems. Santa Fe, Nuevo Mexico, Onward Press, 1997.

Laurini, R., and D. Thompson. Fundamentals of spatial information systems. Londres, Academic Press, 1992.

Longley, P. A., M. F. Goodchild, D. J. Maguire and D. W. Rhind. Geographical informatics systems. v. 1 and 2. 2ª ed. Nueva York, John Wiley, 1997.

Módulo 2: Aplicaciones de la teleobservación y los SIG en los estudios de los recursos naturales y el medio ambiente

En el cuadro 2 figura un desglose del módulo 2, submódulos 2.1 a 2.6, por tema y actividad y a continuación listas detalladas de las actividades y lecturas recomendadas. Más entrado el presente Anexo, figuran cuadros y detalles respecto de los submódulos 2.7.1 a 2.7.6.

Cuadro 2

Desglose del módulo 2, por tema y actividad

<i>Submódulo</i>	<i>Tema</i>	<i>Código</i>	<i>Actividad (horas)</i>			<i>Total</i>
			<i>Clases magistrales</i>	<i>Clases dirigidas y ejercicios prácticos</i>	<i>Biblioteca/ clases de profesores invitados</i>	
2.1	Conceptos superiores de teleobservación y SIG	ARG	5	-	1	6
2.2	Meteorología por satélite	SM	5	-	1	6
2.3	Procesos terrestres	EP	6	-	1	7
2.4	Desarrollo sostenible y gestión integrada de los recursos	SD	7	-	1	8
2.5	Vigilancia y gestión de las actividades para hacer frente a los desastres naturales	ND	6	-	1	7
2.6	Análisis del medio ambiente, gestión de la vigilancia y cuestiones globales	EA	<u>12</u>	<u>50</u>	<u>4</u>	<u>66</u>
Total			41	50	9	100

Módulo 2 Clases magistrales

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>
ARG 1 y 2	Progresos realizados en materia de procesamiento de imágenes digitales (fusión de imágenes, segmentación de imágenes, etc.)
ARG 3	Progresos realizados en materia de tecnología de los SIG (SIG orientado a los objetos, modificación de los SIG, SIG) en la Red, etc.
ARG 4	Espectrometría con formación de imágenes y su aplicación
ARG 5	Nuevos sensores satelitales (láser; espectroscopía por fluorescencia) y su aplicación
SM 1 y 2	Función de los satélites meteorológicos y de los sistemas a bordo para evaluar los ciclones y tifones, la pluviosidad, el perfil de humedad atmosférica, etc.
SM 3	Análisis, previsión y modelización meteorológicos

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>
SM 4	Estimación por satélite del color del océano, productividad primaria neta, aerosol por encima del océano
SM 5	Agrometeorología satelital
EP 1	Ciclos biogeoquímicos y función de la teleobservación
EP 2	Ciclo hidrológico y función de la teleobservación
EP 3	Gases de invernadero y su química atmosférica
EP 4	Calentamiento del planeta y cambio climático
EP 5	Programa de la biosfera y la geosfera de la Indian Space Reserch Organization
EP 6	Repercusiones del cambio climático en los ecosistemas terrestres
SD 1	Conceptos de desarrollo sostenible y de capacidad de resistencia
SD 2	Gestión integrada de los recursos para el desarrollo sostenible, modelos de desarrollo sostenible en diferentes regiones bioclimáticas
SD 3	Hidrología de las cuencas hidrográficas y planificación integrada de los suelos y de la conservación de las cuencas
SD 4	Inventario de los recursos del suelo y evaluación de las tierras para una planificación agrícola sostenible
SD 5	Ordenación integrada de las zonas costeras
SD 6	Planificación de los recursos urbanos conforme a un enfoque integrado
SD 7	Análisis del hábitat de la flora y la fauna y gestión de las zonas protegidas
ND 1 y 2	Desastres geológicos (desprendimientos de tierra, terremotos y volcanos, etc.)
ND 3 y 4	Sequías e inundaciones
ND 5	Desastres agrícolas (plagas y enfermedades, desertificación, etc.)
ND 6	Incendios forestales
EA 1	Problemas de ordenación del medio ambiente, perspectivas, respuestas y cuestiones socioeconómicas
EA 2 y 3	Conservación y gestión de la biodiversidad
EA 4	Sistema de información ambiental
EA 5	Contaminación del aire, el agua y la tierra y su supervisión
EA 6	Repercusiones de la industrialización y de las influencias andrógenas en el medio ambiente

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>
EA 7 y 8	Repercusiones de los proyectos en valles fluviales en el medio ambiente
EA 9 y 10	Evaluación del impacto ambiental
EA 11 y 12	Sistemas de observación de la Tierra para estudios del cambio global

Como parte del módulo 2 también hubo 50 horas de ejercicios prácticos relativos al procesamiento de imágenes digitales y los SIG y la planificación de proyectos.

Lecturas recomendadas

Bent, D., and A. Young. Soil survey and land evaluation. Londres, George Allen and Unwin, 1989.

Ecangman, E. T., and R. J. Gurney. Remote sensing in hydrology. Londres, Chapman and Hall, 1991.

Heywood, V. H. Fundamental of ecology. Cambridge University Press, 1971.

Kidder, S. Q., and T. H. Vondar Harr. 1995, Satellite meteorology—an introduction. San Diego, Academic Press, 1995.

Singh, O. P., and D. C. Pande. Development planning: theory and practice. Nainital, Gyanodaya Prakashan, 1990.

Rao, U. R. Space technology for sustainable development. Nueva Delhi, Tata McGraw-Hill, 1996.

Rao, U. R., M. G. Chandrasekhar and V. Jayaraman. Space and Agenda 21—caring for the planet Earth. Bangalore, Prism Books, 1995.

Toselli, F., ed. Application of remote sensing to agrometeorology. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1989.

Deekshatulu, B. L., and P. S. Roy. Human resource development in space technology applications. *Space forum* (Amsterdam) 5:239, 2000.

En el cuadro 3 figura un desglose del submódulo 2.7.1 por tema y actividad y a continuación una lista detallada de las actividades y lecturas recomendadas

Cuadro 3
Teleobservación y aplicaciones de los SIG a la agricultura y los suelos
(submódulo 2.7.1)

Submódulo	Tema	Código	Actividad (horas)				Total
			Clases magistrales	Clases dirigidas y ejercicios prácticos	Trabajo sobre el terreno	Biblioteca/ clases de profesores invitados	
2.7.1.1	Inventario de los cultivos y utilización de las tierras	CL	12	48	10	5	75
2.7.1.2	Estudio y cartografía de los edafológicos	SM	12	48	10	5	75
2.7.1.3	Agrometeorología y ordenación de las aguas agrícolas	AW	12	48	10	5	75
2.7.1.4	Evaluación de las tierras y planificación de la conservación de los suelos	LC	<u>12</u>	<u>48</u>	<u>10</u>	<u>5</u>	<u>75</u>
Total			48	192	40	20	300

Inventario de los cultivos y utilización de las tierras (submódulo 2.7.1.1)

Clases magistrales

Código	Descripción	Nº de clases
CL 1	Antecedentes e introducción a la teleobservación en materia de agricultura	1
CL 2	Características espectrales de los cultivos	1
CL 3	Cartografía edafológica y análisis de los cambios utilizando técnicas de teleobservación	1
CL 4	Principios de identificación de los cultivos y estimación de la superficie utilizando técnicas de teleobservación	2
CL 5	Modelización del rendimiento de los cultivos utilizando la teleobservación	1
CL 6	Aplicaciones de la teleobservación por microondas al inventario de cultivos	1
CL 7	Evaluación del estado de los cultivos y de las presiones a que se ven sometidos utilizando técnicas de teleobservación	1

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de clases</i>
CL 8	Aplicaciones de los SIG al inventario de cultivos y al análisis de la utilización de las tierras	1
CL 9	Utilización de la teleobservación hiperespectral en el inventario de cultivos	1
CL 10	Aplicaciones de los SIG en la modelización del rendimiento de los cultivos	1
CL 11	Agricultura de precisión	1

Ejercicios prácticos, clases dirigidas y trabajos sobre el terreno

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Ejercicios prácticos</i>	<i>Trabajos sobre el terreno</i>
EX.CL 1	Cartografía de la utilización de las tierras agrícolas mediante datos aeroespaciales	9	
EX.CL 2	Cartografía de la utilización de las tierras agrícolas con la ayuda de técnicas digitales	6	
EX.CL 3	Recogida de datos sobre la realidad del terreno para el análisis de la utilización de las tierras agrícolas (trabajos sobre el terreno)		10
EX.CL 4	Identificación de los cultivos, estimación de la superficie cultivada utilizando técnicas digitales	5	
EX.CL 5	Demostración del equipo lógico CAPEMAN para el inventario de cultivos	5	
EX.CL 6	Demostración de datos hiperespectrales (estudio monográfico MOS)	3	(Profesor invitado)
EX.CL 7	Evaluación de las presiones a que se ven sometidos los cultivos	6	
EX.CL 8	Creación de una base de datos espaciales y no espaciales respecto de la utilización de las tierras y el inventario de cultivos mediante los SIG	10	
EX.CL 9	Cambios en la utilización de las tierras y análisis del inventario de cultivos mediante los SIG	7	

Lecturas recomendadas

Navalgund, R. R., J. S. Parihar, Ajai and P.P.N. Rao. Crop inventory using remotely sensed data. *Current science* (Londres) 61:162, 1991.

Steven, M. D. and J. A. Clark, eds. Applications of remote sensing in agriculture. Londres, Butterworths, 1990. 169.

Toselli, F., ed. Applications of remote sensing to agrometeorology. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1989.

Johansen, C. J. Precision farming: farming by the inch. *The Earth Observer* (Greenbelt, Maryland) 6:24, 1994.

Sharma, T., and R. R. Navalgund. Integrated use of remote sensing and GIS for crop yield modeling. In proceedings of the Symposium on Remote Sensing of Environment with Special Emphasis on Green Revolution. Indian Society of Remote Sensing, 1995.

Vibay, F. T. Microwave responses of vegetation. *Advances in space research* (Amsterdam) 1:55, 1990.

Sitios web

<http://www.SAA.NOAA.gov/>

<http://www.boku.ac.at/imp/agromet/agrar1.htm>

<http://www.apsru.gov.au>

<http://www.ciesin.org>

<http://edcwww.cr.usgs.gov/landdace>

<http://daac.gsfc.nasa.gov>

<http://eosweb.larc.nasa.gov>

<http://ghx.insfa.nasa.gov>

Estudios y cartografía edafológicos (submódulo 2.7.1.2)

Clases magistrales

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de clases</i>
SM 1	Aspectos generales e introducción a la teleobservación en los estudios edafológicos	1
SM 2	Características espectrales de los suelos	1
SM 3	Análisis fisiográfico y cartografía edafológica utilizando datos aéreos y de teleobservación por satélite	2
SM 4	Sistema de información sobre los suelos	1
SM 5	Utilización de la teleobservación hiperespectral en el inventario de los recursos de los suelos	1

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de clases</i>
SM 6	Variabilidad espacial de los suelos	1
SM 7	Edafomorfología y clasificación de los suelos	3
SM 8	Técnicas de procesamiento de imágenes digitales para la cartografía de los recursos de los suelos	1
SM 9	Modelización digital del terreno para el análisis de la inclinación del terreno, su aspecto y fisiografía; con fines cartográficos	1

Ejercicios prácticos, clases dirigidas y trabajos sobre el terreno

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Ejercicios prácticos (horas)</i>	<i>Trabajos sobre el terreno (horas)</i>
EX.SM 1	Análisis fisiográfico y cartografía edafológica mediante datos aeroespaciales	10	
EX.SM 2	Edafomorfología y clasificación de los suelos	7	
EX.SM 3	Recogida de datos sobre la realidad del terreno para análisis fisiográficos, clasificación y cartografía edafológicas y demostración del radiospectrómetro para el análisis de datos hiperespectrales		10
EX.SM 4	Cartografía edafológica y análisis fisiográfico utilizando técnicas digitales	6	
EX.SM 5	Creación de bases de datos espaciales y no espaciales de fisiografía, de los suelos, de la inclinación, etc., utilizando los SIG	12	
EX.SM 6	Generación de modelos digitales del terreno y análisis de la inclinación, el aspecto y la fisiografía utilizando los SIG	9	

Referencias

Reflectancia de los suelos

Baumgardner, M. F., L. F. Silva, L. L. Biehl and E. R. Stoner. Reflectance properties of Soils. *Advancers in agronomy*. 38:1, 1985.

Ben-Dor, E., J. R. Irons and G. F. Epema. Soil reflectance. Remote sensing for Earth sciences: Manual of remote sensing, Rencz A. N., ed. 3ª ed. 3:111. Nueva York, John Wiley and Sons, 1998.

Condit, H. R. The spectral reflectance of American soils. *Photogrammetric engineering and remote sensing*. 36:955-966, 1970.

Mulders, M. A. Remote sensing in soil science. *Developments in Soil Science* (Amsterdam) 379, 1987.

Rao, B.R.M., *et al.* Spectral behavior of salt-affected soils. *International journal of remote sensing*. 16:2125, 1995.

Stoner, E. R., and M. F. Baumgardner. Characteristic variations in reflectance of surface soils. *Journal of the Soil Science Society of America*. 45:1161, 1981.

Estudio de los suelos y evaluación de las tierras

Burrough, P. A. Principles of geographical information systems for land resources assessment. Nueva York, Oxford Univ. Press, 1986.

Dent, D., and A. Young. Soil survey and land evaluation. Londres, George Allen and Unwin, 1981.

Olson, G. W. Soils and the Environment. Nueva York, Chapman and Hall, 1981.

Soil survey division staff. Soil survey manual. U.S.A. Department of Agriculture (Washington, D.C.) Handbook 18, 1993.

Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos. Keys to soil taxonomy, 8^a ed. Washington, D.C., Government Printing Office, 1998.

Sitios web

<http://www.statlab.iastate.edu:80/soils/soiltax/>

<http://www.research.umbc.edu/~tbenja1/leblon/module9.html>

http://www.itc.nl/~rossiter/teach/SoL3_K5_links.html

http://www.itc.nl/~rossiter/research/rsrchs_s.html

http://wwwscas.cit.cornell.edu/landeval/le_notes/lecnot.htm

<http://wwwscas.cit.cornell.edu/landeval/landeval.htm>

Agrometeorología y gestión de las aguas agrícolas (submódulo 2.7.1.3)

Clases magistrales

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de clases</i>
AW 1	Nociones fundamentales de agrometeorología y su importancia en la agricultura	1
AW 2	Agrometeorología por satélite (evapotranspiración, albedo, insulación, precipitaciones, etc.)	2
AW 3	Utilización de la teleobservación por satélite en climatología de la superficie terrestre	2
AW 4	Recogida de parámetros agrometeorológicos sobre la base de análisis avanzados de datos satelitales	1

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de clases</i>
AW 5	Evaluación de la humedad de los suelos utilizando datos ópticos y de microondas	1
AW 6	Evaluación y vigilancia de las sequías mediante la teleobservación	1
AW 7	Aplicaciones de los SIG a la delimitación de zonas agroclimáticas y agroecológicas	1
AW 8	Modelización del balance hídrico regional	1
AW 9	Aplicaciones de los SIG en ordenación de las aguas agrícolas	1
AW 10	El cambio climático global y la agricultura	1

Ejercicios prácticos/clases dirigidas y trabajos sobre el terreno

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Ejercicios prácticos (horas)</i>	<i>Trabajos sobre el terreno (horas)</i>
EX.AW 1	Inventario de las tierras de cultivo de regadío y de secano utilizando datos satelitales, y estimación de las necesidades de agua para cultivos mediante los SIG	15	
EX.AW 2	Estudio de las características espectrales de los suelos bajo un contenido de humedad variable utilizando un radiómetro de superficie	6	
EX.AW 3	Recogida de datos sobre la realidad del terreno para el inventario de tierras de cultivo de regadío y la ordenación de las sequías		10
EX.AW 4	Análisis digital de la humedad de los suelos, evaluación agrometeorológica y evaluación de las sequías	12	
EX.AW 5	Creación de bases de datos relativas a la agrometeorología y a las tierras y análisis de la delimitación de zonas agroecológicas mediante los SIG	15	

Referencias

- Jensen, M. E., R. D. Burman and R. G. Allen, eds. Evapotranspiration and irrigation water requirements. *ASCE manual and reports on engineering practice* (Reston, Virginia) 70, 1994.
- Stewart, J. B., E. T. Engman, R. A. Feddes and R. A. Ken. Scaling up in hydrology using remote sensing. Nueva York, John Wiley and Sons, 1996.
- Mavi, H. S. Introduction to agrometeorology. Oxford, IBH Publishing, 1994.
- Mutreja, K. N. Applied hydrology. Nueva Delhi, Tata McGraw-Hill, 1986. 314.
- Perrier, A. Land surface processes: vegetation. Land surface processes in atmospheric general circulation models. Nueva York, Cambridge University Press, 1982.
- Sellers, P. J., S. I. Rasool and H. J. Bolle. A review of satellite data algorithm for studies of land surface. *Bulletin American Meteorological Society*. 71(10):1429, 1990.
- Burman, R. D., R. H. Cuenca and A. Weiss. Techniques for estimating irrigation water. *Advances in irrigation*. v. 2. Hiller, D., ed. Nueva York, Academic Press, 1983. 335.
- Bausch, W. C. Remote sensing of crop coefficients for improving irrigation scheduling of corn. *Agriculture water management*. 27:55, 1995.
- Doorenbos, J., and W. O. Pruitt. Guidelines for predicting crop water requirements. Irrigation and drainage paper No. 24. Rome, 64. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1997.
- Seguin, B. Use of surface temperature in agrometeorology. Application of remote sensing to agrometeorology. F. Tosseli, ed. Dordrecht, Kluwer Academic Publications, 1989. 221.
- Seguin, B., D. Coaranet and M. Guerif. Satellite thermal IR data applications in agricultural meteorology. *Advances in space research* (Amsterdam) 5:207, 1993.

Sitios web

- <http://www.SAA.NOAA.gov/>
- <http://www.boku.ac.at/imp/agromet/agrar1.htm>
- <http://www.apsru.gov.au>
- <http://www.ciesin.org>
- <http://edcwww.cr.usgs.gov/landdace>
- <http://daac.gsfc.nasa.gov>
- <http://eosweb.larc.nasa.gov>
- <http://ghx.insfa.nasa.gov>

**Evaluación de las tierras y planificación de la conservación de los suelos
(submódulo 2.7.1.4)**

Clases magistrales

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de clases</i>
LC 1	Concepto y enfoques de la evaluación de las tierras	3
LC 2	Identificación y cartografía de las tierras degradadas	2
LC 3	Modelización de la erosión de los suelos y evaluación de los riesgos	1
LC 4	Modelización de la erosión de los suelos en función de los procesos	1
LC 5	Análisis de las cuencas hidrográficas y establecimiento de prioridades	2
LC 6	Planificación de la conservación de los suelos	1
LC 7	Sistema de apoyo a las decisiones para la planificación de la utilización de las tierras	1
LC 8	Planificación óptima de la utilización de las tierras para el desarrollo sostenible	1

Ejercicios prácticos, clases dirigidas y trabajos sobre el terreno

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Ejercicios prácticos (horas)</i>	<i>Trabajos sobre el terreno (horas)</i>
EX.LC 1	Cartografía de las tierras degradadas mediante datos aeroespaciales	6	
EX.LC 2	Cartografía de las tierras degradadas mediante técnicas digitales	10	
EX.LC 3	Recogida de datos sobre la realidad del terreno respecto de los parámetros de las cuencas hidrográficas y las tierras degradadas		10
EX.LC 4	Aplicaciones de los SIG al inventario de la erosión de los suelos	10	
EX.LC 5	Evaluación de las tierras y análisis de su idoneidad	12	
EX.LC 6	Análisis de las cuencas hidrográficas: establecimiento de prioridades y medidas recomendadas de conservación de los suelos	10	

Lecturas recomendadas

Bocco, G., J. Palacio and C. R. Valenzuela. Gully erosion modeling using GIS and geomorphic knowledge. *ITC Journal*. 3:253, 1990.

Csillag, F., L. Pasztor and Biehl. Spectral band selection for the characterization of salinity status of soils. *Remote sensing of environment*. 43:231, 1993.

Dwivedi, R. S., and K. Sreenivas. Image transforms as a tool for the study of soil salinity and alkalinity dynamics. *International journal of remote sensing*. 19(14):605, 1998.

Melternicht, G., and J. A. Zinck. Spatial discrimination of salt and sodium affected soil, soil surfaces. *International journal of remote sensing*. 18(12):2571, 1997.

Natural resources management—a new perspective. Karale, R. L., ed. Bangalore, National Natural Resources Management System, 1992.

Verma, K. S., R. K. Saxena, A. K. Barthwal and S. N. Deshmukh. Remote sensing techniques for mapping salt affected soils. *International journal of remote sensing*. 15:1901, 1994.

En el cuadro 4 figura un desglose del submódulo 2.7.2 por tema y actividad y a continuación una lista detallada de las actividades y lecturas recomendadas.

Cuadro 4

Aplicaciones de la teleobservación y de los SIG a la silvicultura y la ecología (submódulo 2.7.2)

Submódulo	Tema	Código	Actividad (horas)				Total
			Clases magistrales	Clases dirigidas y ejercicios prácticos	Trabajo sobre el terreno	Biblioteca/ clases de profesores invitados	
2.7.2.1	Clasificación y cartografía forestal	FCM	12	48	10	5	75
2.7.2.2	Inventario forestal	FI	12	48	10	5	75
2.7.2.3	Ordenación forestal	FM	12	48	10	5	75
2.7.2.4	Análisis de los ecosistemas	EA	<u>12</u>	<u>48</u>	<u>10</u>	<u>5</u>	<u>75</u>
Total			48	192	40	20	300

Clasificación de los bosques y cartografía forestal (submódulo 2.7.2.1)

Clases magistrales

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de clases</i>
FCM 1	Técnicas de interpretación de las fotografías aéreas	1
FCM 2	Levantamiento de mapas forestales mediante fotografías aéreas	2
FCM 3	Respuesta espectral de la vegetación	1
FCM 4	Índices espectrales para el análisis de la vegetación	1
FCM 5	Interpretación de imágenes satelitales (visuales) para el levantamiento de mapas forestales	2
FCM 6	Interpretación de imágenes satelitales (digitales) para el levantamiento de mapas forestales, incluida la utilización de datos hiperespectrales	2
FCM 7	Detección y vigilancia de los cambios forestales	1
FCM 8	Detección de las enfermedades forestales	1
FCM 9	Teleobservación por microondas aplicada a los bosques	1

Ejercicios prácticos y trabajos sobre el terreno

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Ejercicios prácticos (horas)</i>	<i>Trabajos sobre el terreno (horas)</i>
EX.FCM 1	Levantamiento de mapas forestales mediante fotografías aéreas	6	3
EX.FCM 2	Medición de las firmas espectrales de la cubierta vegetal y su interpretación	3	1
EX.FCM 3	Interpretación visual de las imágenes satelitales para el levantamiento de mapas forestales	9	6
EX.FCM 4	Interpretación digital de imágenes satelitales para el levantamiento de mapas forestales	15	
EX.FCM 5	Detección de los cambios forestales	9	
EX.FCM 6	Detección de las enfermedades forestales	6	

Lecturas recomendadas

American Society of Photogrammetry and Remote Sensing. Manual of Remote Sensing. v. I and II. 2ª ed. Fall Church, Virginia, 1983.

Champion, H. G. Revised forest types of India. Nueva Delhi, Government of India Publications, 1968.

Howarth, P. J., and C. M. Wicks. Procedure of change detection. *International journal of remote sensing*. 2:277, 1981.

Roy, P. S., *et al.* Tropical forest type mapping and monitoring using remote sensing. *International journal of remote sensing*. 12(11):2205, 1991.

Roy, P. S., K. P. Sharma and A. Jain. Stratification of density in dry deciduous forest using satellite remote sensing digital data: an approach based on spectral indices. *Journal of biosciences*. 21(5):723, 1996.

Singh, H., *et al.* Vegetation cover mapping using hybrid approach in digital classification. *Asian journal of geoinformatics*. 2(2):57, 2001.

Tomar, M. S., and A. R. Maslekar. Aerial photographs in land use and forest surveys. Dehradun, Jugal Kishore and Sons, 1974.

Inventario forestal (submódulo 2.7.2.2)

Clases magistrales

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de clases</i>
F 1	Principios del inventario forestal	1
F 2	Técnicas de muestreo forestal	2
F 3	Levantamiento de mapas del plantel para la preparación de planes de ordenación	2
F 4	Planificación del inventario forestal	2
F 5	Técnicas modernas de procesamiento de datos	3
F 6	Evaluación de la leña y el forraje en los bosques	1
F 7	Dispositivo aerotransportado de medición de distancias (LIDAR) para la estimación de la altura de la extensión forestal	1

Ejercicios prácticos y trabajos sobre el terreno

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Ejercicios Prácticos (horas)</i>	<i>Trabajos sobre el terreno (horas)</i>
EX.FI 1	Medición de la altura de los árboles y de la densidad de las copas en fotografías aéreas	10	4
EX.FI 2	Técnicas de muestreo forestal	8	6
EX.FI 3	Análisis de datos sobre el terreno	8	
EX.FI 4	Estimación del plantel	22	

Lecturas recomendadas

Chacko, V. J. A manual on sampling techniques for forest surveys. Nueva Delhi, Government of India Publications, 1965.

Freese, F. Elementary forest sampling, Agriculture handbook No. 232. Washington, D.C., Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos, 1962.

Vries, P. G. de. Sampling theory for forest sampling. Berlin, Springer-Verlag, 1986.

Hamilton, G. J. Forest mensuration handbook. Delhi, Periodical Expert Book Agency, 1992.

Loetsch, F., and K. E. Haller. Forest Inventory. Munich, BLV Verlag, 1973.

Ordenación forestal (submódulo 2.7.2.3)

Clases magistrales

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de clases</i>
FM 1	Análisis de la idoneidad de las tierras para la silvicultura	2
FM 2	Revisión y actualización de los mapas de rodales	2
FM 3	Ordenación forestal sostenible y ordenación forestal conjunta	2
FM 4	Determinación de zonas con peligro de incendios forestales	2
FM 5	Planificación del aprovechamiento de las tierras yermas	2
FM 6	Sistema de información sobre los recursos forestales	2

Ejercicios prácticos y trabajos sobre el terreno

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Ejercicios Prácticos (horas)</i>	<i>Trabajos sobre el terreno (horas)</i>
EX.FM 1	Análisis de la idoneidad de las tierras para la silvicultura	9	6
EX.FM 2	Revisión y actualización de los mapas de rodales	9	4
EX.FM 3	Creación de una base de datos SIG para la ordenación forestal	30	

Lecturas recomendadas

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Land evaluation for forestry. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1984.

Tomar, M. S. Use of aerial photographs in working plans. *Indian forester*. 102(2):98, 1979.

Singh, I. J., and P. S. Roy. Growing stock estimation through stratified random sampling. *Photonirvachak*. 18:29, 1990.

Kushwaha, S.P.S. Remote sensing for forest surveys and management. Proceedings. Varanasi, International Society for Tropical Ecology, 1987.

Roy, P. S. Tropical forest type mapping and monitoring using remote sensing. *International journal of remote sensing*. 12(11), 2205, 1991.

Análisis de los ecosistemas (submódulo 2.7.2.4)

Clases magistrales

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de clases</i>
EA 1	Análisis de paisajes y ecología de conservación	3
EA 2	Caracterización de la diversidad biológica	2
EA 3	Evaluación del impacto ambiental	2
EA 4	Análisis de los ecosistemas forestales	2
EA 5	Análisis de los ecosistemas de los pastizales	1
EA 6	Evaluación del hábitat de la flora y la fauna	1
EA 7	Análisis de los ciclos del carbono y de la productividad	1

Ejercicios prácticos y trabajos sobre el terreno

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Ejercicios Prácticos (horas)</i>	<i>Trabajos sobre el terreno (horas)</i>
EX.EA 1	Análisis de los paisajes	12	
EX.EA 2	Índice de perturbación y riqueza biológica	15	
EX.EA 3	Análisis de la vegetación forestal	10	4
EX.EA 4	Estimación de la biomasa	11	6

Lecturas recomendadas

Odum, E. P. Fundamentals of ecology. Filadelfia, W. B. Saunders, 1976.

Ambasht, R. S., and N. K. Ambasht. A handbook of ecology. Varanasi, Students Friends and Company, 1996.

Forestry and Ecology Division. Manual on biodiversity characterization at landscape level using remote sensing and GIS. Dehradun, Indian Institute of Remote Sensing, 1999.

Roy, P. S., and S. Ravan, Biomass estimation using satellite remote sensing—an investigation on possible approaches for natural forest. *Journal of biosciences*. 21(4):535, 1996.

Porwal, M. C., P. S. Roy and V. Chellamuthu. Wildlife habitat analysis for ‘sambar’ (cervus unicolor) in Kanha National Park using remote sensing. *International journal of remote sensing*. 17(4):2683, 1996.

Roy, P. S., and S. Tomar. Biodiversity characterization at landscape level using geospatial modelling technique. *Biological conservation*, 95.

Roy, P. S., and S. Ravan. Landscape cover dynamics pattern in Meghalaya, *International journal of remote sensing*. 22(18):3813, 2001.

En el Cuadro 5 figura un desglose del submódulo 2.7.3 por tema y actividad y a continuación una lista detallada de las actividades y lecturas recomendadas.

Cuadro 5

Teleobservación y aplicaciones de los SIG a las geociencias (submódulo 2.7.3)

Submódulo	Tema	Actividad (horas)				Total
		Clases magistrales	Clases dirigidas y ejercicios prácticos	Trabajo sobre el terreno	Biblioteca/ clases de profesores invitados	
2.7.3.1	Teleobservación y SIG en geología	12	51	7	5	75
2.7.3.2	Teleobservación y SIG en geomorfología	12	51	7	5	75
2.7.3.3	Teleobservación y SIG en hidrogeología	12	51	7	5	75
2.7.3.4	Teleobservación y SIG en geología aplicada	<u>12</u>	<u>51</u>	<u>7</u>	<u>5</u>	<u>75</u>
	Total	48	204	28	20	300

Principios de teleobservación en geología (submódulo 2.7.3.1)

Clases magistrales

Código	Descripción
L 1 y 2	Teleobservación en geología—panorama
L 3	Interpretación de las fotografías aéreas y las imágenes satelitales en la interpretación litológica
L 4	Interpretación de las fotografías aéreas y las imágenes satelitales en análisis estructural
L 5	Interpretación geológica de datos de teleobservación térmica
L 6	Interpretación geológica de datos de teleobservación por microondas

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>
L 7	Teleobservación hiperespectral para el levantamiento de mapas litológicos y la exploración minera
L 8	Organización y diseño de datos geocientíficos espaciales y no espaciales en un entorno SIG
L 9 y 10	Integración de datos geocientíficos en un entorno SIG
L 11	Teleobservación y SIG en la exploración minera y petrolera
L 12	Teleobservación y SIG en la exploración y gestión mineras
L 13 y 14	Principios de geoestadística y sus aplicaciones a las geociencias

Ejercicios prácticos y sobre el terreno y otros trabajos

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>
GE-P 1 a 6	Levantamiento de mapas geológicos mediante fotografías aéreas
GE-P 7 a 15	Levantamiento de mapas geológicos mediante imágenes satelitales
GE-P 16 a 21	Interpretación geológica de los datos de teleobservación por microondas
GE-P 22 a 33	Aplicaciones geológicas de los datos de teleobservación a la exploración petrolera y minera
GE-P 34 a 44	Análisis de imágenes digitales y SIG en las geociencias Biblioteca (3 horas) Trabajos sobre el terreno: recogida de datos estructurales y litológicos (7 horas) Examen (7 horas)

Libros de texto

- Burrough, P. A. Principles of GIS for land resources assessment. Oxford, Claredin Press, 1986.
- Gupta, R. P. Remote sensing geology. Berlín, Springer-Verlag, 1991.
- Sabins, F. F., Jr. Remote sensing, principles and interpretation. 2^a ed. San Francisco, W. H. Freeman, 1978.
- Jenson, J. R. Introductory digital image processing. 2^a ed. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall, 1996.

Lecturas recomendadas

American Society of Photogrammetry and Remote Sensing. Manual of photographic interpretation, Washington, D.C., 1960.

American Society of Photogrammetry and Remote Sensing. Manual of remote sensing. v. I and II. 2ª ed. Falls Church, Virginia, 1983.¹

Allan, T. D., ed. Satellite microwave remote sensing. Chichester, Ellis Horwood, 1983.

Drury, S. A. Image interpretation in geology. Londres, Allen and Unwin, 1987.

Goetz, A.F.H., B. N. Rock and L. C. Rowan. Remote sensing for exploration: an overview. *Bulletin of the Society of Economic Geologists*. v. 78. 4:573, 1983.

Halbouty, M. T. Application of Landsat imagery to petroleum and mineral exploration, *The American Association of Petroleum Geologists bulletin*. v. 60. 5:745-793, 1976.

Lueder, D. R. Aerial photographic interpretation—principles and applications. Nueva York, McGraw-Hill, 1959.

Lillesand, T. M., and R. W. Kiefer. Remote sensing and image interpretation. 4ª ed. Nueva York, John Wiley and Sons, 2000.

Mekel, J.F.M. The use of aerial photographs and other images in geological mapping. ITC textbook of photo interpretation. v. VIII. Enschede, International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, 1970.

Miller, V. C. Photogeology. Nueva York, McGraw-Hill, 1961.

Ray, R. G. Aerial photographs in geologic interpretation and mapping. US Geological Survey paper. 373:230, 1960.

Trevett, J. W. Imaging radar for resource surveys. Londres, Chapman and Hall, 1986.

Ulaby, F. T., R. K. Moore and A. K. Fung. Microwave remote sensing—fundamentals and radiometry. Reading, Massachusetts, Addison-Wesley, 1981.

Principios de teleobservación en geomorfología (submódulo 2.7.3.2)

Clases magistrales

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>
L 1	Aspectos básicos de geomorfología—panorama
L 2 y 3	Análisis geomorfológico basado en la interpretación de datos satelitales aéreos
L 4	Morfometría y análisis de la inclinación de las cuencas de captación
L5 y 6	Teleobservación para la cartografía y la evaluación geomorfológica

¹ Véanse los capítulos 9 y 16, revisados desde la primera edición de 1975.

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>
L7 y 8	Morfoestructura/morfotectónica/neotectónica
L 9 y 10	Evaluación digital integrada del terreno mediante los SIG
L 11 y 12	Análisis de los sistemas terrestres
L 13 y 14	Conferencia de profesores invitados

Ejercicios prácticos y sobre el terreno y otros trabajos

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>
P 1 a 12	Interpretación geomorfológica de fotografías aéreas e imágenes satelitales para análisis geomorfológicos
P 13 a 18	Morfometría y análisis de la inclinación de las cuencas de captación
P 19 a 27	Análisis morfotectónico/neotectónico
P 28 a 33	Teleobservación para el levantamiento de mapas geomorfológicos
P 34 a 44	Evaluación integrada del terreno mediante la teleobservación— análisis de imágenes digitales y SIG
	Biblioteca (3 horas)
	Trabajos sobre el terreno: recogida de datos sobre la realidad del terreno respecto de distintos fenómenos geomorfológicos (7 horas)
	Examen (7 horas)

Libros de texto

Cooke, R. U., and J. C. Doornkamp. *Geomorphology in environmental management—a new introduction*. Oxford, Clarendon Press, 1990.

Lueder, D. R. *Aerial Photographic Interpretation—Principles and Applications*. Nueva York, McGraw-Hill, 1959.

Strahler, A. N. *Modern physical geography*. 3ª ed. Nueva York, John Wiley and Sons, 1978.

Townshend, J.R.G. *Terrain analysis and remote sensing*. Londres, George Allen and Unwin, 1981.

Lecturas recomendadas

American Society of Photogrammetry and Remote Sensing. *Manual of remote sensing*. v. I and II. 2ª ed. Falls Church, Virginia, American Society of Photogrammetry and Remote Sensing, 1983.

Doornkamp, J. C., and C.A.M. King. *Numerical analysis in Geomorphology—an introduction*. Londres, Edward Arnold, 1971.

Demek, J., ed. Manual of detailed geomorphological mapping. Praga, Academia de Ciencias de Checoslovaquia, 1972.

Fairbridge, R. W., ed. The encyclopedia of geomorphology. Nueva York, Reinhold Book Corporation, 1968.

Horton, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. *Bulletin of the Geological Society of America*. 56:275, 1945.

Hails, J. R., ed. Applied geomorphology. Amsterdam, Elsevier, 1977.

Leopold, L. B., *et al.* Fluvial processes in geomorphology. Nueva Delhi, Eurasia Publishing House, 1964.

Machatshek, F. Geomorphology. Clayton, K. M., ed. Edimburgo, Oliver and Boyd, 1969.

Maguire, D. J., M. F. Goodchild and D. Rhind. Geographic information system, principles and applications. v. II. Nueva York, John Wiley and Sons, 1993.

Ollier, C. D. Weathering. Londres, Longman, 1976.

Thornbury, W. D. Principles of geomorphology. Nueva York and Londres, John Wiley and Sons, 1991.

Verstappen, H. Th. Fundamentals of photogeology/geomorphology. ITC textbook of photo interpretation. Delft, International Training Centre for Aerial Survey, 1963.

Verstappen, H. Th. Remote sensing in geomorphology. Amsterdam, Elsevier Scientific Publishing, 1977.

Way, D. S. Terrain analysis. Dowden, Pensilvania, Hutchinson and Boss, 1973.

Principios de teleobservación en hidrogeología (submódulo 2.7.3.3)

Clases magistrales

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>
L 1 y 2	Principios de teleobservación en levantamiento de mapas geohidrológicos y exploración de las aguas subterráneas
L 3 y 4	Importancia del levantamiento de mapas geológicos de las rocas y de las estructuras y sus propiedades hidrológicas en la exploración de las aguas subterráneas
L 5	Importancia del levantamiento de mapas de diferentes fenómenos geomorfológicos y sus propiedades hidrológicas en la exploración de las aguas subterráneas
L 6 y 7	Teleobservación y SIG en la exploración y ordenación de las aguas subterráneas en el caso de los materiales no consolidados y las rocas duras
L 8 y 9	SIG para modelización de las aguas subterráneas

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>
L 10	Ordenación de las aguas, reposición artificial y recogida de agua de lluvia
L 11	Recursos de aguas subterráneas y su estimación
L 12	Calidad de las aguas subterráneas
L 13 y 14	Conferencia de profesores invitados

Ejercicios prácticos y sobre el terreno y otros trabajos

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>
GH-P 1 a 9	Interpretación geológica y geomórfica de fotografías aéreas para la exploración de las aguas subterráneas
GH-P 10 a 15	Interpretación geológica y geomórfica de imágenes satelitales para la exploración de las aguas subterráneas
GH-P 16 a 31	Selección de las aguas subterráneas en diferentes tipos de tierras (no consolidadas, semiconsolidadas y de roca dura)
GH-P 32 a 44	Teleobservación y SIG para la exploración y el ordenamiento de las aguas subterráneas
	Biblioteca (3 horas)
	Trabajos sobre el terreno: recogida de datos sobre la realidad del terreno en lo relativo a las condiciones hidrogeomorfológicas correspondientes a diferentes tipos de tierras, nivel hidrostático/calidad de agua, etc. (7 horas)
	Examen (7 horas)

Libros de texto

- Fetter, C. W. Applied hydrogeology. 2ª ed. Columbus, Ohio, Charles E. Merrill, 1988.
- Karant, K. R. Groundwater assessment, development and management. Nueva Delhi, Tata McGraw-Hill, 1987.
- Ragunath, H. M. Groundwater. 2ª ed. Nueva Delhi, Wiley Eastern, 1990.
- Todd, D. K. Groundwater hydrology. Nueva York, John Wiley and Sons, 1959.

Lecturas recomendadas

- American Society of Photogrammetry and Remote Sensing. Manual of photographic interpretation. Washington, D. C., 1960.
- American Society of Photogrammetry and Remote Sensing. Manual of remote sensing. v. I and II. 2ª ed. Falls Church, Virginia, 1983.
- Davis, S. N., and R.J.M. De Wiest. Hydrogeology. Nueva York, John Wiley and Sons, 1966.

Eaton F. M. Significance of carbonated in irrigation water. *Soil sciences*. v. 69. 1950.

Heath, R. C., and F. W. Trainer. Introduction to groundwater hydrology. Nueva York, John Wiley and Sons, 1968.

Indian Standard Institution. Indian standard specification for drinking water. No. 10500. Nueva Delhi, 1991.

Lueder, D. R. Aerial photographic interpretation—principles and applications. Nueva York, McGraw-Hill, 1959.

Meijerink, A.M.J. Photo-interpretation in hydrology—geomorphic approach. Enschede, International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences, 1970.

Nefedov, K. E. and T. A. Popova. Deciphering of groundwater from aerial photographs. Nueva Delhi, Amerind Publishing, 1972.

Sabins, F. Jr. Remote sensing—principles and interpretation. San Francisco, W. H. Freeman, 1997.

Organización Mundial de la Salud. Guidelines for drinking water quality. vol. 1. Recommendations. 2. ed. Ginebra, 1993.

Teleobservación y SIG en geología aplicada (submódulo 2.7.3.4)

Clases magistrales

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>
L 1	Teleobservación para estudios de geología aplicada
L 2 y 4	Teleobservación para investigaciones relativas a materiales de construcción y estimación de la resistencia de la masa rocosa
L 4 y 5	Teleobservación para levantamiento de mapas de la erosión y del proceso de movimiento de las masas
L 6	Teleobservación para estudios de trazado de carreteras
L 7	Teleobservación para la investigación de los proyectos en los valles fluviales
L 8 a 10	Teleobservación y SIG para la modelización y delimitación de los riesgos naturales
L 11 y 12	Aplicación de la interferometría al análisis de los riesgos geológicos
L 13 y 14	Conferencia de profesores invitados

Ejercicios prácticos y sobre el terreno y otros trabajos

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>
P 1 a 12	Teleobservación para investigaciones relativos a los materiales de construcción y estimaciones de la resistencia de la masa rocosa

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>
P 13 a 24	Teleobservación para el estudio de los procesos de erosión y de los procesos de movimiento de las masas
P 25 a 27	Teleobservación para estudios del trazado de carreteras
P 28 a 30	Teleobservación para la investigación de los proyectos en valles fluviales
P 31 a 44	Teleobservación y SIG para el estudio de los riesgos geológicos Biblioteca (3 horas) Trabajos sobre el terreno (7 horas) Examen (7 horas)

Libros de texto

Anderson, M. G., and K. S. Richards, eds. *Slope stability*. Nueva York, John Wiley and Sons, 1987.

Crozier, M. J. *Landslides: causes, consequences and environment*. Londres, Croons Helm, 1986.

Kennie, T.J.M., and M. C. Mathews. *Remote sensing in civil engineering*. Nueva York, John Wiley and Sons, 1985.

Townshend, J.R.G., *Terrain evaluation and remote sensing*. Sydney, George Allen and Unwin, 1981.

Lecturas recomendadas

Babkov, V., and M. Zamakhayer. *Highway engineering*. Moscú, Mir, 1967.

Brunsdon, D., and D. B. Prior. *Slope instability*. Nueva York, John Wiley and Sons, 1984.

Burrough, P. A. *Principles of geographic information system for land resource assessment*. Oxford, Clarendon Press, 1986.

Carrara, A. Multivariate models for landslide hazard evaluation. *Mathematical geology*. v. 15. 1983.

Carrara, A. Landslide hazard mapping by statistical methods: a "black box" model approach. *Proceedings of the International Workshop on Natural Disasters in European-Mediterranean Countries, Perugia, Italia, 27 de junio a 1º de julio de 1988*.

Davis, J. C. *Statistics and data analysis in geology*. Nueva York, John Wiley and Sons, 1973.

Gee, M. D. Classification of landslide hazard zonation methods and a test of prediction capability. *Proceedings of the Sixth International Symposium on Landslides*. Christchurch, Nueva Zelandia, vol. 2.

Krynine, D. P., and W. R. Judd. *Principles of engineering geology and geotechniques*. Londres, McGraw-Hill, 1957.

- Legget, R. F. *Geology and engineering*. Nueva York, McGraw-Hill, 1962.
- Lueder, D. R. *Aerial photographic interpretation—principles and applications*. Nueva York, McGraw-Hill, 1959.
- Lahee, F. H. *Field geology*, Nueva York, McGraw-Hill, 1952.
- Hills, E. S. *Outlines of structural geology*. Nueva York, John Wiley and Sons, 1953.
- Woods, K. B. *Highway engineering handbook*. Nueva York, McGraw-Hill, 1960.
- Van Westen, C. J. *Application of geographic information systems to landslide hazard zonation*. Enschede, ITC Publication No. 15. International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, 1993.
- Massonnet, D., and K. L. Feigl. Radar interferometry and its application to changes in the Earth's surface. *Reviews on geophysics*. 36(4):441, 1998.
- Rocca F., C. Prati, and A. Ferretti. An overview of ERS-SAR Interferometry. Proceedings of the 3rd ERS Symposium. París, Agencia Espacial Europea, 1997. SP—414:1.

En el cuadro 6 figura un desglose del submódulo 2.7.4, por tema y actividad y a continuación una lista detallada de las actividades y lecturas recomendadas.

Cuadro 6

Aplicaciones de teleobservación y los SIG al análisis de los asentamientos humanos (submódulo 2.7.4)

Submódulo	Tema	Actividad (horas)				Total
		Clases magistrales	Clases dirigidas y ejercicios prácticos	Trabajo sobre el terreno	Biblioteca/ clases de profesores invitados	
2.7.4.1	Aplicaciones de la teleobservación al análisis, el levantamiento cartográfico y la planificación regional y urbana	12	48	10	5	75
2.7.4.2	Aplicaciones de la teleobservación a la ordenación de las tierras urbanas y a la vigilancia de las zonas urbanas	12	48	10	5	75
2.7.4.3	Aplicaciones de la teleobservación a la gestión de los recursos urbanos, los servicios urbanos y la evaluación de las tierras	12	48	10	5	75
2.7.4.4	Aplicaciones de la teleobservación a la planificación física de los medios urbano y regional	<u>12</u>	<u>48</u>	<u>10</u>	<u>5</u>	<u>75</u>
Total		48	192	40	20	300

Planificación, cartografía y análisis urbanos y regionales (submódulo 2.7.4.1)

Clases magistrales

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de clases</i>
L 1	La teleobservación y sus productos de datos para la planificación urbana y regional	1
L 2	Interpretación de imágenes, principios y técnicas de la interpretación de imágenes visuales y digitales	2
L 3	Interpretación y análisis de las zonas urbanas mediante imágenes satelitales y fotografías aéreas	2
L 4	Aplicaciones de la teleobservación al levantamiento de mapas en gran escala para bases de datos catastrales y zonas urbanas	1
L 5	Información catastral digital de alta resolución	1
L 6	Evaluación de las zonas residenciales	
L 7	Métodos de estimación de la población mediante la teleobservación	1
L 8	Detección, interpretación, delimitación y análisis de barrios de viviendas improvisadas y de asentamientos precarios	1
L 9	Estudios del tráfico y el aparcamiento con fotografías aéreas	2

Ejercicios prácticos

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de clases</i>
P 1	Identificación de objetos urbanos en fotografías aéreas de distintas escalas	6
P 2	Interpretación de las zonas urbanas en imágenes satelitales	6
P 3	Interpretación y análisis de las zonas urbanas A. Interpretación de zonas residenciales B. Estudios del tráfico y el aparcamiento	12
P 4	Estimación de la población	12
P 5	Vigilancia del crecimiento urbano	6
P 6	Identificación de objetos en zonas urbanas y verificación de datos terrestres	6

Lecturas recomendadas

American Society of Photogrammetry and Remote Sensing. Manual of remote sensing. 2ª ed. Falls Church, Virginia, 1983.

- Avery, T. E., and G. L. Berlin. Interpretation of aerial photographs. 4^a ed. Minneapolis, Burgen, 1985.
- Jupenlatz, M. Cities in transformation. Hong Kong, University of Queensland Press, 1970.
- Sundaram, K. V. Urban and regional planning in India. Nueva Delhi, Vikas Publishing House, 1977.
- Krishna Babu, P. Regional planning in India. Allahabad. Chugh Publications, 1988.
- Kadiyali, L. R. Traffic engineering and transport planning. Nueva Delhi, Khanna Publishers, 1978.
- Lo, C. P. Applied remote sensing. Essex, Longman, 1986.
- Adeniyi, P. O. An aerial photographic method for estimating urban population. Photogrammetric Engineering of Remote Sensing. v. 49. 4:545, 1983.
- Branch, M. C. City planning and aerial information. Cambridge, Harvard University Press, 1971.
- Centro de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. Survey of slums and squatter settlements. Development studies series. vol. 1. Dublin, Tycooly International, 1982.
- GIM International. Cadastre in the 21st century. *GIM international*. vol. 15. 1-7, 2001.

Planificación de la utilización de las tierras urbanas y vigilancia de las zonas urbanas (submódulo 2.7.4.2)

Clases magistrales

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de clases</i>
L 1	Fundamentos de la planificación, principios de planificación del desarrollo de las zonas urbanas y de la ordenación de las tierras	2
L 2	Sistemas de clasificación del uso de las tierras en las zonas urbanas, interpretación, vigilancia y análisis de detección de los cambios mediante imágenes satelitales y fotografías aéreas	2
L 3	Cartografía y análisis de la utilización de las tierras en las zonas urbanas mediante imágenes satelitales y fotografías aéreas: ventajas y limitaciones	1
L 4	Cartografía y análisis de la utilización de las tierras en las zonas urbanas mediante imágenes satelitales y fotografías aéreas: estudios monográficos	1
L 5	Función de la fotografía aérea de pequeño formato en la vigilancia de los cambios en la utilización de las tierras en las zonas urbanas y los planes de desarrollo	1

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de clases</i>
L 6	Cartografía del terreno por láser aerotransportado para el levantamiento de mapas de utilización del espacio	1
L 7	Conservación de las tierras de las zonas urbanas mediante la teleobservación	1
L 8	Sistema de información urbano para la planificación de los recursos y el desarrollo integrado mediante insumos de teleobservación	2
L 9	Gestión de la información urbana	1

Ejercicios prácticos

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de horas</i>
	Clasificación de las zonas urbanas	12
	Supervisión de la planificación urbana y detección de los cambios	12
	Cartografía y clasificación de las tierras en las zonas urbanas	12
	Cartografía de la ordenación de las tierras en las zonas urbanas y recogida de datos terrestres para verificación y actualización	12

Lecturas recomendadas

Rhind, D., and R. Hudson. Landuse. Nueva York, Methuen Publishers, 1980.

Lillesand, T. M., and R. W. Kiefer. Remote sensing and image interpretation. 2ª ed. Nueva York, John Wiley and Sons, 1987.

Sokhi, B. S., and S. M. Rashid. Remote sensing and urban environment. Nueva Delhi, Manak Publishers, 1999.

Chapin, F. S., and E. I. Kelser. Urban land use planning. Chicago, University of Illinois, 1979.

Ratcliffe, J. An introduction to town and country planning. 2ª ed. Londres, Hutchinson, 1976.

Gallion, A. B., and S. Eisner. The urban pattern. 4ª ed. Nueva Delhi, BS Publishers and Distributors, 1984.

American Society of Photogrammetry. Manual of remote sensing. 2ª ed. Falls Church, Virginia, 1983.

Breese, G. Urbanization in newly developing countries. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall, 1966.

Aplicaciones de la teleobservación a la gestión de los recursos urbanos, a los servicios urbanos y a la evaluación de las tierras (submódulo 2.7.4.3)

Clases magistrales

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de clases</i>
L 1	Diseño de bases de datos para el análisis vectorial o en trama y estadístico de los recursos urbanos o regionales y la ordenación de las tierras urbanas (imágenes en trama)	1
L 2	Diseño de bases de datos para el análisis vectorial o en trama y estadístico de los recursos urbanos o regionales y la ordenación de las tierras (imágenes vectoriales)	2
L 3	Geomorfología urbana para la identificación de riesgos	1
L 4	Evaluación de las tierras y análisis de idoneidad por lo que respecta al desarrollo urbano	2
L 5	Técnicas de levantamiento de mapas de las zonas urbanas, incluida la cartografía con fotografías y ortofotografías	1
L 6	Imágenes ortográficas digitales	1
L 7	Detección de tendencias urbanísticas en la cartografía y el análisis mediante la teleobservación, los SIG y el GPS	1
L 8	Medio ambiente, servicios y planificación de los servicios públicos (agua, luz y gas) en las ciudades	2
L 9	Cartografía de las instalaciones urbanas	1

Ejercicios prácticos

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de horas</i>
P 1	Cartografía, zonificación y clasificación de las zonas urbanas	9
P 2	Vigilancia del medio urbano	9
P 3	Planificación de las zonas urbanas—Cartografía de las instalaciones	9
P 4	Evaluación de las tierras y análisis de la idoneidad de las tierras de las zonas urbanas	12
P 5	Recogida de datos sobre el terreno respecto de los servicios públicos y de otra índole en las zonas urbanas	9

Lecturas recomendadas

Herbert, D. T, and R. J. Johnston. Geography and the urban environment. vol. I-IV, Nueva York, John Wiley and Sons, 1984.

- Marsh, W. M. Environmental analysis for landuse and site planning. Nueva York, McGraw-Hill, 1978.
- Rubenstein, H. M. A guide to site and environmental planning. 2ª ed. Nueva York, John Wiley and Sons, 1980.
- Ramesh, A. Resource geography. Nueva Delhi, Heritage Publishers, 1984.
- Mahavir. Modelling settlement patterns for metropolitan regions: inputs from remote sensing. ITC publication No. 35. Enschede, International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, 1996.
- Lynch, K., and G. Hack. Site planning. 3ª ed. Cambridge, Massachusetts, MIT Press, 1985.
- Erb, T. L., *et al.* Analysis of landfills with historic airphotos, photogrammetric engineering and remote sensing. vol. 47. 9:1363, 1981.
- Burrough, P. A. Principles of geographical information systems for land resource assessment. Oxford, Clarendon Press, 1986.
- Saini, N. S. Urban and regional information system. Nueva Delhi, School of Planning and Architecture, 1986.
- Lo, C. P. Geographical applications of aerial remote sensing. Nueva York, Crow, Russak and Co., 1978.
- Rame Gowda, K. S. Urban and regional planning: principles and case studies. Mysore, Prasaranga, 1986.
- Monnier, J. B. Digital orthophotos and facilities management. *GIM international*. vol. 13. 5, 1999.

Aplicaciones de la teleobservación en la planificación física del medio urbano y regional (submódulo 2.7.4.4)

Clases magistrales

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de clases</i>
L 1	Aplicaciones de la teleobservación a la planificación regional y de distrito	1
L 2	Proceso relativo al medio construido: análisis integrado utilizando técnicas de teleobservación	1
L 3	Planificación del uso de las tierras urbanas y evaluación	1
L 4	Virtualización del mundo real en tres dimensiones para el diseño de ciudades	1
L 5	Modelo digital de superficie	1
L 6	Trazado de carreteras	1
L 7	Modelización para el análisis del impacto ambiental en las zonas urbanas	1
L 8	Evaluación de la aplicación del plan de desarrollo	1

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de clases</i>
L 9	Análisis de la salud humana y el medio ambiente	1
L 10	Estudio de la estructura urbana y de los transportes	1
L 11	Utilización de las tierras incompatible con la topografía	1
L 12	Peligros urbanos y gestión de los riesgos	1

Ejercicios prácticos

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de horas</i>
EX. 1	Creación de bases de datos para el análisis de las zonas urbanas—creación de bases de datos espaciales	24
EX. 2	Aplicaciones de los SIG y de los sistemas de información sobre las tierras (SIT)	24
	- planificación de los servicios públicos	
	- vigilancia del crecimiento urbano	
	- ordenación del uso de las tierras	
	- planificación del desarrollo, etc.	

Lecturas recomendadas

White, R. R. *Urban environmental management*. Nueva York, John Wiley and Sons, 1994.

Sokhi, B. S., and S. M. Rashid. *Remote sensing of urban environment*. Nueva Delhi, Manak Publishers, 1999

Bandhu, D. *Environmental management*. Nueva Delhi, Indian Environmental Society, 1981.

Singh, V. N. *Spatial urban pattern and growth of urbanization*. Nueva Delhi, Inter-India Publications, 1986.

Rashid, S. M., ed. *Remote sensing in geography*. Nueva Delhi, Manak Publications. 1993.

Johnson, J. H. *Suburban growth: geographical process at the edge of the western city*. Londres, John Wiley and Sons, 1974.

Mayer, H. M., and F. K. Clyde. *Readings in urban geography*. Allahabad, Castral Bank Depot, 1967.

Government of India. *Report of National Commission on Urbanization*. vol. IV:93-301, 1988.

Jordan, L. *Virtualising the 3-D real world*. *GIM international*. Vol. 14. 4-7, 2000.

Holm, M. Automatic creation of mosaics and surface models, *GIM international*. vol. 13, 5, 2000.

Krupnik, A. Dem from SPOT images. *GIM international*. vol. 13, 5, 1999.

En el cuadro 7 figura un desglose del submódulo 2.7.5 por tema y actividad y a continuación una lista detallada de las actividades y lecturas recomendadas.

Cuadro 7

Aplicaciones de la teleobservación y los SIG a las ciencias marinas (submódulo 2.7.5)

Submódulo	Tema	Código	Actividad (horas)				Total
			Clases magistrales	Clases dirigidas y ejercicios prácticos	Trabajo sobre el terreno	Biblioteca/clases de profesores invitados	
2.7.5.1	Aplicaciones de la teleobservación a la geomorfología costera y a los procesos de las zonas costeras	CGCP	12	48	10	5	75
2.7.5.2	Aplicaciones de la teleobservación a la ecología marina y de las zonas costeras	CME	12	48	10	5	75
2.7.5.3	Oceanografía por satélite	SO	12	48	10	5	75
2.7.5.4	Aplicaciones de los SIG a la oceanografía	GISO	<u>12</u>	<u>48</u>	<u>10</u>	<u>5</u>	<u>75</u>
Total			48	192	40	20	300

Aplicaciones de la teleobservación a la geomorfología costera y a los procesos de las zonas costeras (submódulo 2.7.5.1)

Clases magistrales

Código	Descripción	Nº de clases
CGCP 1	Nociones fundamentales de geología y geomorfología submarinas	2
CGCP 2	Zona costera: definición, conceptos y problemas	1
CGCP 3	Elementos de geomorfología costera	2
CGCP 4	Dinámica temporal y espacial de la geomorfología de las zonas costeras, análisis de la geomorfología de las zonas costeras, cambios en la línea del litoral, etc.	2

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de clases</i>
CGCP 5	Principios de las técnicas de interpretación visual en geomorfología costera	2
CGCP 6	Principio de la batimetría y del estudio de las profundidades y métodos de recogida de datos sobre la batimetría costera mediante datos de teleobservación visible, de radares de antena sintética y de LIDAR	2
CGCP 7	Nociones fundamentales de las mareas y de los regímenes de circulación	1

Ejercicios prácticos y clases vigiladas

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de horas</i>
EX.CGCP 1	Interpretación de imágenes satelitales para la identificación y delimitación de la geomorfología de las zonas costeras	6
EX.CGCP 2	Análisis de la geomorfología de las zonas costeras y cartografía de los cambios en la línea del litoral	6
EX.CGCP 3	Técnicas de procesamiento de imágenes digitales para el levantamiento de mapas de la geomorfología de las zonas costeras	10
EX.CGCP 4	Técnicas de procesamiento de imágenes digitales aplicadas a la medición de la densidad de las zonas costeras, a los regímenes de circulación, a la batimetría, al análisis de los sedimentos suspendidos, etc.	26

Referencias

Garrison, T. Essentials of oceanography. Boston, Wadsworth Publishing Company, 1995.

Thornbury, W. D. Principles of geomorphology. Nueva York, John Wiley and Sons, 1969.

Holmes, A. Principles of physical geology. Londres, Thomas Nelson and Sons, 1944.

Cracknell, A. P. Selected topics of coastal zone color scanner data evaluation in remote sensing applications in marine science and technology. Dordrecht, D. Reidel, 1983.

Aplicaciones de la teleobservación a la ecología marina y de las zonas costeras (submódulo 2.7.5.2)

Clases magistrales

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de clases</i>
CME 1	Nociones fundamentales de ecología marina	2
CME 2	Aplicaciones de la teleobservación a la ecología marina y de las zonas costeras	2
CME 3	Aplicaciones de la teleobservación a la cartografía y la vigilancia de los recursos biológicos (pesquerías y acuicultura), estimación cuantitativa de la clorofila utilizando datos cromáticos del océano	2
CME 4	Principios de teleobservación del mar, sensores satelitales y teleobservación hiperespectral para la identificación de las características de las zonas costeras	3
CME 5	Aplicaciones de la teleobservación en las marismas y su vigilancia	1
CME 6	Cartografía y vigilancia del ecosistema costero, modificación del nivel del mar e impacto en el ecosistema costero	2

Ejercicios prácticos y clases dirigidas

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de horas</i>
EX.CME 1	Cartografía y vigilancia de los recursos biológicos mediante datos satelitales (pesquerías)	12
EX.CME 2	Levantamiento de mapas de las marismas mediante datos satelitales	12
EX.CME 3	Cartografía y vigilancia de los recursos biológicos mediante datos satelitales (acuicultura)	12
EX.CME 4	Vigilancia de la contaminación	12

Referencias

Nybakken, J. W. Marine biology, an ecological approach. Nueva York, Harper and Row, 1982.

Cracknell, A. P. Remote sensing applications in marine science and technology. Dordrecht, D. Reidel, 1982.

Barrow, C. J. Environmental management, principles and practices. Londres, Routledge, 1999.

Robinson, I. S. Satellite oceanography. Nueva York, Ellis Horwood, 1985.

Oceanografía por satélite (submódulo 2.7.5.3)

Clases magistrales

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de clases</i>
SO 1	Interacción de la radiación electromagnética con el agua, física de la radiación infrarroja y principios de la radiometría pasiva	2
SO 2	Nociones fundamentales de óptica oceanográfica y su utilidad en la teleobservación cromática de los océanos	2
SO 3	Aplicaciones de datos visibles de teleobservación a la evaluación de la calidad del agua y la estimación de la productividad primaria	4
SO 4	Aplicaciones de la teleobservación al levantamiento de mapas de la temperatura de la superficie del mar	1
SO 9	Teleobservación activa por microondas del mar	1
SO 10	Estimación de los parámetros de las olas, las corrientes y las mareas mediante la teleobservación	1
SO 11	Aplicaciones de la teleobservación a la recogida de datos sobre los vientos y los intercambios de calor entre el aire y el mar	1

Ejercicios prácticos y clases dirigidas

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de horas</i>
EX.SO 1	Recuperación de datos sobre la temperatura de la superficie del mar	10
EX.SO 2	Corrección atmosférica de los datos cromáticos del océano	8
EX.SO 3	Cartografía de la temperatura de la superficie de los océanos	10
EX.SO 4	Estimación de los parámetros relativos a los vientos, las olas, las corrientes y las mareas	10
EX.SO 5	Cartografía cromática y de pigmento de las zonas costeras y estimación de la productividad	10

Referencias

- Maul, G. A. Introduction to satellite oceanography. Dordrecht, Martinus Nijhoff, 1985.
- Robinson, I. S. Satellite oceanography. Nueva York, Ellis Horwood, 1985.

Cracknell, A. P. Remote sensing applications in marine science and technology. Dordrecht, D. Reidel, 1982.

Jerlov, N. G. Marine optics. Amsterdam, Elsevier, 1976.

Asrar, G. Theory and applications of optical remote sensing. Nueva York, John Wiley and Sons, 1989.

Aplicaciones de los SIG en oceanografía (submódulo 2.7.5.4)

Clases magistrales

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de clases</i>
GISO 1	SIG: conceptos, modelos y sistema de información y diseño de bases de datos relativas a las zonas costeras	2
GISO 2	Aplicaciones de los SIG a la geomorfología costera integrada en la dinámica espacial temporal del relieve de las tierras de las zonas costeras	3
GISO 3	Aplicaciones de los SIG a la vigilancia y ordenación de los recursos biológicos de las zonas costeras	1
GISO 4	Aplicaciones de los SIG a la modelización física de los análisis meteorológicos y climatológicos de los procesos naturales	1
GISO 5	Aplicaciones de los SIG a la modelización de los procesos naturales sedimentarios de las zonas costeras	1
GISO 6	Aplicaciones de los SIG a la modelización física de los procesos naturales (aumento del nivel del mar, temperatura de la superficie del mar), a las proyecciones respecto de las pesquerías y a la vigilancia de la contaminación de las zonas costeras	3
GISO 7	Sensores futuros para el medio ambiente de las zonas costeras y la oceanografía	1

Ejercicios prácticos y clases dirigidas

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de horas</i>
EX.GISO 1	Creación de bases de datos espaciales y no espaciales	12
EX.GISO 2	Aplicaciones de los SIG: vigilancia de los cambios geomórficos y de las modificaciones de la línea del litoral	12
EX.GISO 3	Aplicaciones de los SIG: vigilancia de los recursos biológicos	12
EX.GISO 4	Aplicaciones de los SIG: temperatura de la superficie del mar y pesquerías	12

Referencias

Cicin-Sain, B., and R. W. Knecht. Integrated coastal and ocean management concept and practices. Washington, D.C., Island Press, 1998.

Adalberto, V. Sea management: A theoretical approach. Londres, Elsevier, 1992.

Frankel, E. B. Ocean environmental management: a primer on the role of oceans and how to maintain their contributions to life on Earth. Saddle River, New Jersey, Prentice Hall, 1995.

Barrow, C. J. Environmental management, principles and practices. Londres, Routledge, 1999.

Sudarshana, R., *and others*. Subtle issue in coastal management. Dehhdun: Indian Institute of Remote Sensing, 2000.

En el Cuadro 8 figura un desglose del submódulo 2.7.6 por tema y actividad y a continuación una lista detallada de las actividades y lecturas recomendadas.

Cuadro 8

Aplicaciones de la teleobservación y de los SIG a los recursos de agua (submódulo 2.7.6)

Submódulo	Tema	Actividad (horas)				Total
		Clases magistrales	Clases dirigidas y ejercicios prácticos	Trabajo sobre el terreno	Biblioteca/ clases de profesores invitados	
2.7.6.1	Evaluación de los recursos de agua	12	48	10	5	75
2.7.6.2	Caracterización de las cuencas hidrográficas	12	48	10	5	75
2.7.6.3	Desarrollo de los recursos de agua	12	48	10	5	75
2.7.6.4	Ordenación de los recursos de agua	<u>12</u>	<u>48</u>	<u>10</u>	<u>5</u>	<u>75</u>
	Total	48	192	40	20	300

Aplicaciones de la teleobservación a la evaluación de los recursos de agua (submódulo 2.7.6.1)

Clases magistrales

Código	Descripción	Nº de clases
L 1 y 2	Principios de teleobservación en la evaluación de los recursos de agua	2
L 3 y 4	Elementos y cuantificación hidrológicos mediante teleobservación: recogida, transferencia y procesamiento de mediciones hidrológicas	2

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de clases</i>
L 5 y 6	Exploración de las aguas subterráneas en tierras de materiales consolidados o de rocas duras	2
L 7 y 8	Exploración de las aguas subterráneas en tierras de materiales no consolidados: tierras aluviales	2
L 9	Inventario de las aguas de superficie	1
L 10	Características espectrales y calidad del agua	1
L 11 y 12	Hidrología de la nieve, modelización de la escorrentía de la nieve fundida e inventario de los glaciares	2

Ejercicios prácticos, clases vigiladas y trabajos sobre el terreno

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de horas</i>
P 1 y T 1	Interpretación de imágenes satelitales a diferentes escalas relativas a los recursos de agua: (se interpretarán fotografías aéreas, imágenes satelitales y lineales de autoexplorador (LISS) III, cartografía temática, LISS II, datos pancromáticos de la misma zona)	11 plus 1
P 2 y T 2	Identificación de las aguas subterráneas en distintos tipos de rocas (se utilizarán fotografías aéreas e imágenes satelitales para identificar las aguas subterráneas)	11 plus 1
P 3 y T 3	Cartografía de masas de agua superficiales (interpretación visual y procesamiento de imágenes digitales para el levantamiento de mapas, de las cisternas de riego, los estanques, los embalses, los lagos, etc.	11 plus 1
P 4 y T 4	Cuantificación de elementos hidrológicos (se determinarán y computadorizarán diversos componentes del ciclo hidrológico mediante la teleobservación, los SIG y modelos matemáticos)	11 plus 1
FW 1	Respuesta espectral de distintas características del agua	10

Lecturas recomendadas

American Society of Photogrammetry and Remote Sensing. Manual of remote sensing. vol. II. Falls Church, Virginia, 1983.

Philip, S., and M. D. Shirley. Remote sensing: the quantitative approach. Nueva York, McGraw-Hill, 1978.

Engman, E. T., and R. J. Gurney. Remote sensing in hydrology. Londres, Chapman and Hall, 1991.

Kennie, T.J.M., and M. C. Matthews. Remote sensing in civil engineering. Nueva York, John Wiley and Sons, 1985.

Balakrishnan, P. Issues in water resources development and management and the role of remote sensing. Technical report ISRO-NNRMS-TR-67-86. Bangalore, Indian Society of Remote Sensing, 1986.

Archer, D. R., *et al.* The potential of satellite remote sensing of snow over Great Britain in relation to cloud cover. *Nordic Hydrology* (Kongens Lyngby, Dinamarca) 25, 1994.

Brunengo, M. J. A method of modeling the frequency characteristics of daily snow amount for stochastic simulation of rain-on-snowmelt events. Proceedings of the Western Snow Conference. 58, 1990.

Singh, P., *et al.* Snow and glacier contribution in the Ganga river at Devprayag. National Institute of Hydrology, Roorkee, India, 1994.

Aplicaciones de la teleobservación a l caracterización de las cuencas hidrográficas (submódulo 2.7.6.2)

Clases magistrales

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de clases</i>
L 1	Hidrología de las cuencas hidrográficas y procesos físicos en ellas	1
L 2	Principios de interpretación de fotografías aéreas e imágenes satelitales en la identificación litológica y el análisis estructural	1
L 3 y 4	Organización y diseño de datos espaciales y no espaciales en la ingeniería de recursos de agua	2
L 5 y 6	Modelización de la erosión, la susceptibilidad a la erosión y la producción de sedimentos y establecimiento de prioridades respecto de las cuencas hidrográficas	2
L 7 y 8	Caracterización de las cuencas hidrográficas y modelización hidrológica	2
L 9 y 10	Planificación de la conservación de las cuencas hidrográficas	2
L 11 y 12	Aplicaciones del modelo digital de elevación a los recursos de agua	2

Ejercicios prácticos, clases dirigidas y trabajos sobre el terreno

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de horas</i>
P 1 y T 1	Creación de bases de datos de los recursos de agua: bases de datos espaciales y no espaciales: entrada de datos espaciales y no espaciales y rectificación y producción de mapas temáticos, que servirán de insumo para otros análisis SIG	11 plus 1
P 2 y T 2	Identificación de las zonas sujetas a erosión en las cuencas hidrográficas (se utilizarán fotografías aéreas e imágenes satelitales, así como técnicas visuales y digitales para identificar las zonas sujetas a erosión)	11 plus 1
P 3 y T 3	Aplicaciones del modelo digital de elevación a los recursos de agua (dirección de la corriente, acumulación de la corriente, delimitación automática de las cuencas submarinas, etc.)	11 plus 1
P 4 y T4	Modelización hidrológica con los SIG (se demostrará la capacidad del modelo HEC-1 del Hydrologic Engineering Centre y del modelo de fuentes agrícolas no puntuales)	11 plus 1
FW 2	Recogida de datos sobre los recursos en las pequeñas cuencas hidrográficas	10

Lecturas recomendadas

Gregory, K. J., and D. E. Walling. Drainage basin form and process: a geomorphological approach. Londres, Edward Arnold, 1973.

Murty, V.V.N. Land and water management engineering. Nueva Delhi, Kalyani, 1985.

Mutreja, K. N. Applied hydrology. Nueva Delhi, Tata McGraw-Hill, 1990.

Pimentel, D. ed. World soil erosion and conservation. Cambridge, Cambridge University Press, 1993.

Rodda, J. C. Facets of hydrology. Londres, John Wiley and Sons, 1976.

Singh, G., *and others*. Manual of soil and water conservation practices. Nueva Delhi, Oxford and IBH Publishing, 1990.

Chow, V. T., D.R. Maidment and L. W. Mays. Applied hydrology. Singapur, McGraw-Hill, 1988.

**Aplicaciones de la teleobservación en la explotación de los recursos de agua
(submódulo 2.7.6.3)**

Clases magistrales

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de clases</i>
L 1 y 2	Planificación de los proyectos en valles fluviales	2
L 3 y 4	Consideraciones de geoingeniería aplicables a la investigación de los recursos hidroeléctricos	2
L 5 y 6	Morfología de los ríos	2
L 7 y 8	Cartografía de las zonas anegadas y salinizadas en el perímetro irrigado	2
L 9	Evaluación de la ordenación de las aguas en el perímetro irrigado	1
L 10 y 11	Establecimiento de calendarios de riego y planificación de las aguas provisionalmente almacenadas en acuíferos	2
L 12	Evaluación del impacto ambiental de los proyectos de recursos de aguas	1

Ejercicios prácticos, clases dirigidas y trabajos sobre el terreno

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de horas</i>
P 1 y T 1	Cartografía de geoingeniería para la investigación de los recursos hidroeléctricos (se utilizarán fotografías aéreas e imágenes satelitales (cámara pancromática))	10 plus 1
P 2 y T 2	Identificación de las características geomorfológicas de ríos y deltas	10 plus 1
P 3 y T 3	Clasificación de grupos de tierras hidrológicas y de irrigabilidad (a partir de un mapa edafológico se procederá a una reclasificación para obtener un mapa de los grupos de suelos hidrológicos, mediante la utilización de los SIG)	10 plus 1
P 4 y T 4	Cartografía del perímetro irrigado (se utilizarán multisensores y datos multidados para levantar un mapa del perímetro irrigado)	10 plus 1
P 5 y T 5	Evaluación de las necesidades de aguas agrícolas (se determinarán las distintas pérdidas, debidas a la evotranspiración, la infiltración y el transporte con ayuda de la teleobservación y los SIG para evaluar las necesidades de aguas agrícolas)	3 plus 1
FW 3	Recogida de datos para el desarrollo de los recursos de agua	10

Lecturas recomendadas

Doorenbos, J., and W. O. Pruitt. Guidelines for predicting crop water requirements. Irrigation and drainage paper No. 24. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1977.

Ministerio de Riego. A guide for estimating irrigation water requirements. Technical series No. 2, rev. 144. Nueva Delhi, Ministerio de Riego de la India. División de ordenación de las aguas, 1984.

Ministerio de Riego. Groundwater estimation methodology. Report of the Groundwater Estimation Committee. Nueva Delhi, Gobierno de la India, 1984.

Ritchie, J. T. A model for predicting evaporation from a row crop with incomplete cover. *Water resources research*. 8:5, 1972.

Veeranna, M. Groundwater resources and development potential of Karimnagar District, Andhra Pradesh. Central Ground Water Board, Ministerio de los recursos de agua, Gobierno de la India, 1990.

Aplicaciones de la teleobservación en la ordenación de los recursos de agua (submódulo 2.7.6.4)

Clases magistrales

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de clases</i>
L 1 y 2	Modelización de las aguas subterráneas	2
L 3 y 4	Vigilancia de las sequías y estimación de la evapotranspiración utilizando datos satelitales	2
L 5	Sedimentación de los embalses	1
L 6 y 7	Cartografía de las zonas inundables y evaluación de los daños, aplicación de datos por microondas al estudio de las inundaciones	2
L 8	Balance hídrico	1
L 9 y 10	Análisis de la idoneidad de los sitios para las obras de captación de agua: utilización de la teleobservación y de los SIG	2
L 11 y 12	Ordenación integrada de las cuencas hidrográficas para el desarrollo sostenible	2

Ejercicios prácticos, clases dirigidas y trabajos sobre el terreno

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Nº de horas</i>
P 1 y T 1	Modelización de las aguas subterráneas (se demostrará el modelo módulos tridimensionales de diferencia finita del flujo de las aguas subterráneas (MODFLOW) para determinar la profundidad de las aguas subterráneas; también se crearán capas SIG)	11 plus 1
P 2 y T 2	Vigilancia de las sequías, estimación de la evapotranspiración (creación de diversos índices, en particular el índice de las diferencias normalizadas (NDVI), el índice de la humedad de los cultivos (CMI), etc.; estos índices se crearán a partir de datos multidados para vigilar las sequías)	11 plus 1
P 3 y T 3	Balance hídrico (se determinarán los distintos elementos de la ecuación del balance hídrico utilizando la teleobservación y los SIG)	11 plus 1
P 4 y T4	Análisis de los datos SIG para la delimitación de las zonas de riesgo de inundación (se utilizarán diversos modelos estadísticos para un período determinado, en combinación con un modelo digital de elevación para levantar mapas de las zonas inundables)	11 plus 1
FW 4	Recogida de datos para la ordenación de las cuencas hidrográficas	10

Lecturas recomendadas

Bonham-Carter, G. F. Geographic information systems for geoscientists: Modelling with GIS. Kidlington, Pergamon Press, 1994.

Laurini, R., and D. Thompson. Fundamentals of spatial information systems. Apic series No. 37. Nueva York, Academic Press, 1994.

Meijerink, A.M.J., *et al.* Introduction to the use of geographic information systems for practical hydrology. París, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 1994.

Goel, R. K. Tutorial on GIS basics (preconference). Ahmedabad, Indian Society of Geoinformatics, 1996.

de Brouder, J.A.M. Flood study in the Meghna-Dhonagoda polder, Bangladesh. Paper presented to the 15th Asian Conference on Remote Sensing, Bangalore, India, 17 a 23 de noviembre de 1994.

Comisión Económica y Social para Asia y el Pacífico. Integrated approach to flood disaster management and rural area development. *Water resources journal*. Bangkok, 1991

Durga Rao, K.H.V., P.L.N. Raju and P. Sharma. Application of GIS in flood alarming and flood hazard area zoning. Proceedings of the International Conference on Operationalisation of Remote Sensing, 16 a 20 de agosto de 1999. Enschede, International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences, 1999.

Durga Rao, K.H.V., V. Hariprasad and P. S. Roy. A suitable site for water harvesting: technology of remote sensing and GIS. Making water everybody's business. Aggarwal, A., S. Narain and I. Khurana, eds. Nueva Delhi, Center for Science and Environment.

Mahamood, V., and K.H.V. Durga Rao. Groundwater modelling using remote sensing and GIS: a case study of Visakhapatnam, India. Proceedings of the International Conference on Remote Sensing and GIS/GPS. vol. I, 162. Hyderabad, India, 1° a 4 de diciembre de 2000.

Gobierno de la India. Handbook of hydrology. Nueva Delhi, Ministerio de Agricultura, 1972.

National Remote Sensing Agency. Integrated mission for sustainable development: technical guidelines. Departamento del Espacio, Gobierno de la India, 1975.

Thorntwait, C. W and J. R. Mather. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. Publications in climatology. vol. 10, Centerton, New Jersey, 1957.

Vijayalakshami, K., K.P.R. Vittal and R. P. Singh. Water harvesting and reuse. Decade of dryland agriculture research in India (1971-1980). Hyderabad, All India Coordinated Research Project for Dryland Agriculture, Council of Agriculture Research, 1987.

C. Módulo 3: Trabajos del proyecto, incluida la recogida de datos en Tierra

En el Cuadro 9 se indican las distintas etapas del proyecto por tema y actividad y a continuación una lista detallada de las actividades.

Cuadro 9
Proyecto piloto

Submódulo	Tema	Actividad (horas)		
		Ejercicios prácticos	Trabajo sobre el terreno	Total
3.1	Planificación del proyecto	50	--	50
3.2	Interpretación y análisis previos a los trabajos sobre el terreno	100	--	100
3.3	Recogida de datos del terreno	--	100	100
3.4	Análisis de datos del terreno	50	--	50
3.5	Interpretación y análisis después de los trabajos sobre el terreno	100	--	100
	Total	300	100	400

Actividades

Planificación del proyecto: definición del problema, determinación de los datos necesarios (teleobservación, datos colaterales, etc.), enfoque, método de análisis e interpretación.

Interpretación y análisis de los datos de teleobservación: preparación de productos, mapas, estadísticas, etc.

Recogida de datos del terreno: verificación de los resultados, modificaciones.

Interpretación y análisis finales de los datos, finalización de los mapas y de los informes sobre los resultados sobre la base de la verdad terrestre.

Anexo II

Evaluación del rendimiento académico

Se indican las notas máximas para cada actividad.

Código	Tema	Notas			Total
		Teoría	Ejercicios prácticos	Clases dirigidas	
Módulo 1					
1.1	Teleobservación	50	30	20	100
1.2	Fotogrametría	50	30	20	100
1.3	Análisis de imágenes	100	60	40	200
1.4	Geoinformática	100	60	40	200
	Total parcial				600
Módulo 2					
2.1 a 2.6	Análisis y ordenación del medio ambiente (asignatura común a las distintas secciones)	200			200
2.7	Aplicaciones de la teleobservación y los SIG a las esferas temáticas (optativas) (dos trabajos)				
	Trabajo 1	100	70	30	200
	Trabajo 2	100	70	30	200
	Total parcial				600
Módulo 3					
3.1	Planificación del proyecto				50
3.2	Recogida de datos del terreno				150
3.3	Análisis de los datos resultantes de la teleobservación y de los obtenidos por los SIG				150
3.4	Análisis, productos e informes finales				150
3.5	Preparación y presentación de los seminarios				100
	Total parcial				600
	Total				1 800

Se darán las notas siguientes:

A+ (sobresaliente)	75% o más
A (notable)	de menos del 75% al 60%
B (aprobado)	de menos del 60% al 50%