

CIENCIAS ESPACIALES

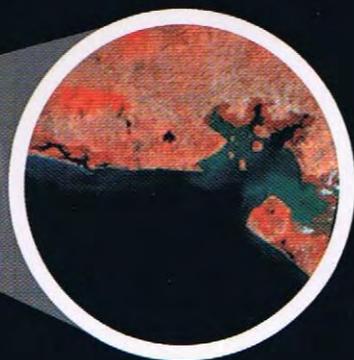
Publicación Semestral de la Facultad de Ciencias Espaciales (FACES)

Universidad Nacional Autónoma de Honduras | Número 2, Volúmen 3, Otoño 2010

ISSN: 2225-5249



Ciencia y Tecnologías
de la Información
Geográfica



Ueditorial
universitaria



UNAH
UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE HONDURAS

CIENCIAS ESPACIALES

Facultad de Ciencias Espaciales (FACES)
Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH)

No. 2 (Otoño), Volumen 3, Año 2010, ISSN: 2225-5249

Portada:

El planeta tierra destacando imágenes satelitales de Honduras, (Golfo de Fonseca y la costa norte del país).

Fuente de Imágenes: Landsat, GLCF, GLOVIS.

Directora

María Cristina Pineda de Carías

Edición

Lilliam Sofía Gómez

Consejo Editorial

Lilliam Sofía Gómez
Rafael Enrique Corales
Vilma Lorena Ochoa
Celina Michelle Sosa

Consejo Científico

Gustavo Buzai
Joaquín Bosque Sendra
Antonio Malpica
Marcos Carías
Silvia Fernández

Edición, Arte y Diagramación

Editorial Universitaria
SEDI UNAH

Contacto:

Dra. María Cristina Pineda de Carías
E-mail: mcpinedacarias@gmail.com

*Facultad de Ciencias Espaciales
El 17 de Abril de 2009, mediante
Acuerdo No. CU-O-043-03-2009 el
Consejo Universitario de la UNAH
creó la Facultad de Ciencias
Espaciales en reconocimiento al
funcionamiento del Observatorio
Astronómico Centroamericano de
Suyapa (OACS/UNAH).*

*La Revista Ciencias Espaciales es una publicación semestral de la Facultad de Ciencias Espaciales.
El contenido de cada artículo es responsabilidad de su(s) autor(es).
La suscripción de esta publicación es gratuita, solamente se cobrará el costo de su envío.*

Contenido

Presentación	5
--------------	---

Ciencia y tecnologías de la información geográfica

Establecimiento de una red Geodésica en Tegucigalpa (Honduras) mediante tecnologías GPS <i>Antonio Carías</i>	7
--	---

Estimación de cambios en la cobertura y uso del suelo de un sector de la zona sur de Honduras <i>Rafael Enrique Corrales</i>	25
---	----

La ciudad como modelo de planificación en la ordenación territorial <i>Francisco Maza Vázquez</i>	39
--	----

La maestría en ordenamiento y gestión del territorio y los proyectos de vinculación con la sociedad <i>Vilma Lorena Ochoa</i>	59
--	----

Modelo de realidad virtual del centro histórico del distrito central basado en análisis espacial con sistemas de información geográfica "parte II" <i>Eduardo Moreno</i>	71
---	----

Notas informativas

Revista Ciencias Espaciales, instrucciones a los autores y criterios para el diseño, diagramación y maquetación	91
---	----

Presentación

El departamento de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica (CTIG) y la Facultad de Ciencias Espaciales (FACES) de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras UNAH fueron declarados como tales en el 2009. Inicialmente la facultad fue creada como el Observatorio Astronómico de Suyapa creado en 1997 y el Departamento de CTIG como Laboratorio de Percepción Remota creado en el 2001. Desde ese entonces se vienen realizando investigaciones relacionadas a la Percepción Remota, Sistemas de Geoposicionamiento, Sistemas de Información Geográfica, Ordenamiento Territorial y tecnologías relacionadas.

El Departamento DCTIG además coordina la Maestría en Ordenamiento y Gestión del Territorio, con orientación en la investigación, y actualmente trabaja en la creación de una Licenciatura en Ciencias y Tecnologías de la Información Geográfica, que viene a ser la primera Licenciatura en Honduras que se orienta en dichas áreas. Es por ello que podemos decir que la FACES es precursora en la educación, investigación y formación en estas áreas.

La revista *Ciencias Espaciales* es una publicación semestral de la FACES que pretende presentar los resultados de las investigaciones realizadas por la misma u otras entidades que se relacionen con sus líneas de investigación. En este volumen se presentan proyectos de investigación específicos de las líneas del Departamento DCTIG, indicadas arriba.

ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA EN TEGUCIGALPA (HONDURAS) MEDIANTE TECNOLOGÍAS GPS

Joaquín Bosque Sendra, José Antonio Malpica Velasco, Francisco Maza Vázquez y Guadalupe Rodríguez Díaz, M^a Cristina Pineda de Carías, Yeny M. Castellanos, Mauricio González, Jimmy Pavón, Wenceslao Plata Rocha, Oscar Andrés Meza, Antonio B. Carías Arias, María Luisa Soriano Sanz, Juan Luis Bermúdez González

Universidad de Alcalá, Universidad Nacional Autónoma de Honduras
antoniocarias@gmail.com

Resumen

Una red geodésica constituye uno de los cimientos más importantes sobre los que se apoya toda una serie de disciplinas, tanto científicas como técnicas. Queda constituida por un conjunto de puntos perfectamente localizados en el terreno y materializados a base de señales adecuadas o monumentos, entre los que se han efectuado observaciones geodésicas con la finalidad de obtener sus coordenadas, su precisión y confiabilidad en términos relativos y absolutos respecto de un sistema de referencia establecido, sirviendo al mismo tiempo como base de los proyectos de desarrollo de un país.

El proyecto se encuadra en el objetivo de “desarrollo y gestión urbana”, en los sub-apartados: planificación de la utilización del suelo y sistemas de información geográfica.

Palabras clave: Red geodésica, Sistema de Posicionamiento Global (GPS), cartografía.

Abstract

A geodetic network is one of the most important foundation on which rests a range of both scientific and technical disciplines, and is constituted by a set of points superbly located on the ground-based materialized monuments, including geodetic observations have been made in order to obtain their coordinates, their accuracy and reliability in absolute and relative terms with respect to a reference set, while serving as a basis for development projects in a country.

The project is part of the objective "Urban development and management" in the sub-sections: planning, land use, geographic information systems.

Keywords: Geodetic network, Global Positioning System (GPS), mapping.

Introducción

Honduras y más en concreto su capital Tegucigalpa, no cuenta con una red geodésica oficial suficientemente densificada o fijada mediante tecnologías de GPS (Sistema de Posicionamiento Global), aun siendo este un recurso de vital importancia para el desarrollo económico de cualquier región.

Mediante técnicas de medición y post procesamiento adecuadas, se puede lograr un posicionamiento con exactitud de pocos centímetros. Esta capacidad de GPS es aprovechada para el establecimiento del Marco de Referencia Terrestre Internacional (ITRF), una de cuyas aplicaciones es unificar las referencias geométricas de los países a escala global con una exactitud centimétrica. Incluso con una metodología apropiada para el análisis de los residuos de ajuste de las observaciones GPS se puede aumentar la exactitud de los resultados.

Una red geodésica constituye uno de los cimientos más importantes sobre los que se apoya toda una serie de disciplinas, tanto científicas como técnicas. Queda constituida por un conjunto de puntos perfectamente localizados en el terreno y materializados a base de señales adecuadas o monumentos, entre los que se han efectuado observaciones geodésicas con la finalidad de obtener sus coordenadas, su precisión y confiabilidad en términos relativos y absolutos respecto de un sistema de referencia establecido, sirviendo al mismo tiempo como base de los proyectos de desarrollo de un país.

El proyecto se encuadra en el objetivo de "desarrollo y gestión urbana", en los sub-apartados: planificación de la utilización del suelo y sistemas de información geográfica.

En este contexto, la implantación de la red geodésica de Tegucigalpa será de vital importancia en la gestión y ordenación del territorio, así como en aplicaciones como la geodinámica, las comunicaciones, astronomía, topografía, fotogrametría, teledetección y SIG, con aplicación directa en los programas de desarrollo que a continuación se enumeran:

- **Actualización de la cartografía local y nacional:** Permitirá lograr una cartografía local y nacional de alto valor y precisión y servirá de apoyo en proyectos de levantamientos fotogramétricos y georreferenciación de imágenes de satélite.
- **Catastro urbano y rural:** La ubicación geoespacial de los predios rústicos y urbanos permitirá la depuración de los registros catastrales y la integración de una cartografía confiable, asimismo también permitirá la incorporación constante de las áreas de crecimiento urbano en la ciudad de Tegucigalpa, utilizando los levantamientos topográficos y geodésicos para estos fines.
- **Tenencia de la tierra:** El posicionamiento geográfico dará seguridad jurídica a la propiedad y fomentará la inversión local y extranjera en el municipio del Distrito Central.
- **Ordenamiento territorial:** Esta red geodésica permitirá definir los límites territoriales para determinar la dotación de servicios básicos y pago de impuestos, fomentando las interrelaciones entre caseríos y comunidades. Con esto se podrán resolver los derechos constitucionales o de propiedad de los habitantes en las áreas de frontera de las aldeas; ayudará a precisar las estadísticas regionales y permitirá el ahorro de recursos, la integración y delimitación de áreas protegidas; frenará el crecimiento desordenado de la ciudad e impulsará las áreas de crecimiento urbano como unidades habitacionales y fraccionamientos en una cartografía de alto valor para la adecuación y generación de planes de desarrollo urbano y rural, dentro del municipio y a posteriori, a nivel nacional, etc.
- **Seguridad pública:** Permitirá la utilización de cartografía confiable para el mapeo de zonas delictivas con el establecimiento de módulos estratégicos y patrullajes dirigidos para la prevención y el control de eventualidades.

- **Gestión de riesgos:** Ubicación exacta de las zonas de alto riesgo y seguimiento de fenómenos naturales para medidas de prevención y respuesta o evacuación del factor humano.
- **Apoyo a la red vial municipal:** La conformación de mapas de carreteras con la ubicación exacta permitirá la ampliación de la red vial municipal georreferenciada, además del control de desplazamiento de vehículos de carga y pasaje con el apoyo de receptores GPS.
- **Saneamiento básico e infraestructura:** Permitirá la georreferenciación de hospitales, centros de salud, escuelas, sistemas de agua potable, electricidad, etc., para la dotación de servicios y recursos de forma planificada dentro del municipio.

En definitiva, el establecimiento de esta red geodésica GPS en Tegucigalpa y su enlace con las redes oficiales de Centroamérica servirá para el desarrollo de proyectos comprometidos con la generación y utilización de información georreferenciada en la región, tanto a nivel nacional como internacional. La red GPS proporcionará el control básico esencial para el desarrollo de proyectos de ingeniería, catastro, cartografía, proyectos forestales, agrícolas, mineros, educativos, demarcación de fronteras nacionales estatales e internacionales, control de aeropuertos, represas hidroeléctricas, levantamientos batimétricos, proyectos científicos, etc.

Asimismo, dará respuesta al programa de reconstrucción en América Central originado por el huracán Mitch. En este sentido, el Servicio Geodésico Nacional de los Estados Unidos de América (NGS, año 1999) encargó el desarrollo de un marco geodésico para la navegación terrestre, marítima y aérea, trabajos de topografía, cartografía, catálogo o inventario de recursos naturales, levantamientos de ingeniería, catastro y aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica (SIG)¹.

El proyecto que se presenta ha sido posible gracias a la financiación otorgada por el Instituto de la Propiedad y la comunidad de Madrid. Su aportación económica ha resultado decisiva para el buen funcionamiento y desarrollo del referido proyecto.

1 Puede consultarse en: <http://www.ngs.noaa.gov/PROJECTS/Mitch/plan112399.htm>

Metodología

Para la construcción de la red geodésica ha sido necesario llevar una secuencia operativa que garantice que el trabajo de campo y el procesamiento de las mediciones realizadas cumplan con los requerimientos de precisión exigidos, para lo cual se realizó el siguiente proceso metodológico: anteproyecto, diseño y criterios de selección de vértices, reconocimiento del terreno, clasificación y monumentación, observaciones de campo, procesamiento de las mediciones, cálculo y ajuste, y resultados.

2.1.- Criterios de selección de vértices propuestos y reconocimiento sobre el terreno para su presencia en la red GPS

La etapa de diseño consistió en el establecimiento de las condiciones geométricas, técnicas y de fiabilidad que permitieron la elaboración de un anteproyecto base para realizar un levantamiento dado, teniendo en cuenta como factor determinante la orografía complicada de la ciudad. Fue destinado para satisfacer una determinada necesidad, tratando de que sus vértices cumplan con los siguientes requisitos:

- Que gocen de una configuración geométrica adecuada,
- que la distancia entre los mismos sea homogénea,
- que estén ubicados en zonas de fácil acceso,
- que se sitúen en zonas geológicamente estables,
- que tengan un horizonte que se encuentre lo mínimo posible obstruido, y
- que su situación tenga la menor interferencia posible de líneas de alta tensión, edificios, muros, etc.





Figura 1.- Imágenes de Tegucigalpa tomadas desde el cerro El Picacho. Fotos: Antonio Carías²

Una vez diseñada la red GPS se llevó a cabo un reconocimiento de campo con el fin de verificar los vértices colocados sobre la cartografía.



Figura 2.- Primera red geodésica proyectada

En esta etapa, se verificó la idoneidad de la ubicación de los vértices y al no resultar el mejor sitio para su construcción se buscaron sobre el terreno otras alternativas para una mejor ubicación. Llevado a cabo el reconocimiento de campo y verificada la ubicación y reubicación de los vértices se tuvo formado el proyecto definitivo de la red GPS.

² Todas las fotografías del artículo son responsabilidad del autor.

Para realizar el reconocimiento se contó con una brigada formada por personal del Instituto de la Propiedad de Honduras y por alumnos de la segunda promoción de la Maestría y Gestión del Territorio que se imparte desde la Facultad de Ciencias Espaciales de la Universidad Autónoma de Honduras. Sus responsabilidades fueron:

- a) Comprobación sobre el terreno de los sitios adecuados para el establecimiento de las marcas permanentes o hitos.
- b) Comprobación de las condiciones de observación en cada sitio y especificación, en su caso, de las plataformas elevadas de observación.
- c) Elaboración de los croquis y reseñas, descripción e itinerarios preliminares de los puntos.
- d) Descripción preliminar con designación del punto o vértice.
- e) Información de las características geográficas locales del sitio y del paisaje circundante, con énfasis sobre los aspectos de ubicación regional y direcciones para llegar al sitio.
- f) Fotografías de cada uno de los vértices.
- g) Otro tipo de información que pudiera afectar el desarrollo de los trabajos de observación.

El criterio seguido para el establecimiento de los vértices GPS está basado en una distribución geométrica apropiada para asegurar el recubrimiento local, de forma tal que cualquier punto ubicado dentro del casco urbano de Tegucigalpa cuente con la información de al menos dos estaciones de la red. Para tales efectos, se determinó un radio de cubrimiento de tres kilómetros por estación, completando un total de veintidós vértices.

2.2 Criterios de evaluación de vértices propuestos

Se elaboró una ficha informativa por la monografía de cada uno de los vértices propuestos, calificando con ello las fichas ya elaboradas.

Finalmente, se realizó el diseño final de la red, como se expresa en el mapa que se expone a continuación. En él además se incluyen los días de observación.

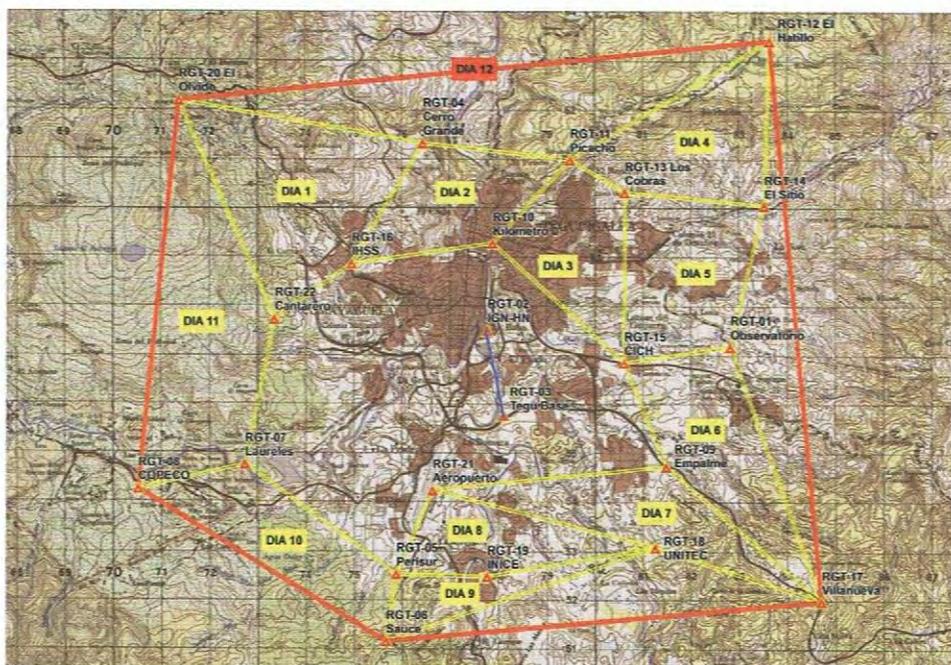


Figura 3.- Diseño definitivo de la red geodésica GPS de Tegucigalpa, con detalle de los días de observación

Dentro de las fichas se contenía una ponderación con un valor de uno (1) a tres (3), en donde los valores fueron:

- 1: bueno
- 2: regular
- 3: malo

Esta ponderación se hizo teniendo en cuenta aspectos como:

- Cercanía entre puntos
- Accesibilidad
- Visibilidad
- Interferencias o ubicación de antenas
- Ubicación estratégica (estabilidad y seguridad del terreno).

2.3.- Señalización y monumentación

Señalización:

Se utilizaron tres tipos de señalización:

- Señales existentes de redes anteriores bien señalizadas, que se han incluido en la red.



Figura 4.- Señal perteneciente al vértice del observatorio construida en la campaña geodésica de EE.UU. del año 1994

- El Instituto de la Propiedad dispone y habitualmente utiliza clavos de aluminio de unos 9 cm de tamaño por cabeza, sobre la que encuentra grabado una marca central de puntería, el nombre del vértice, el año de observación, Instituto Geográfico Nacional, Honduras C.A., y la prohibición de destruir la señal. A este tipo de señal, se le ha colocado una placa anexa de aluminio, donde se han grabado las entidades colaboradoras, además del número identificativo del vértice en la red, como se puede observar en la siguiente imagen:



Figura 5.- Clavo de aluminio grabado prototipo del IP

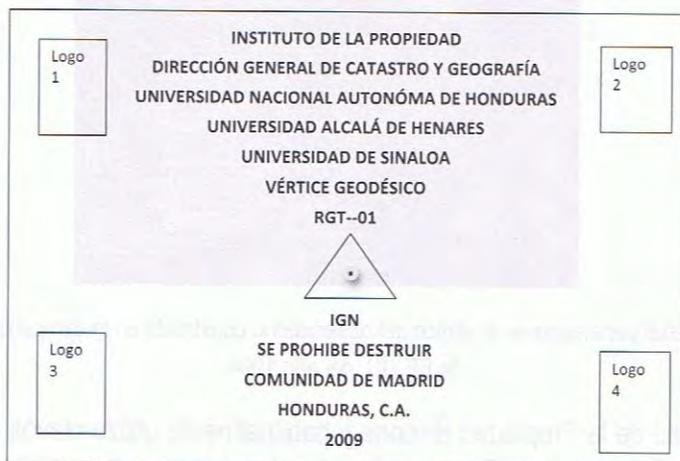


Figura 6.- Vértice COPECO, con clavo del IP y placa identificativa

- Clavos de aluminio con un nuevo diseño, similares a los del IP, de tamaño de cabeza de aproximadamente 9 cm., sobre la que se grabó todos los datos anteriormente indicados, sin necesidad de colocar la placa.



Figura 7.- Vértice observatorio, con clavo de nuevo diseño

Monumentación:

Cuando se decidió la ubicación de cada uno de los vértices geodésicos de la red, se tuvieron en cuenta los siguientes factores:

1. Un terreno accesible para aplicar nivelación diferencial.
2. Que no existieran señales de interferencia.
3. Que no hubieran obstrucciones más altas de diez grados con el horizonte.
4. Que no estuviera cerca de construcciones con superficies reflectivas (metal o agua).
5. Que fuese un área segura y preferiblemente en terreno plano.

Además de los condicionantes técnicos, se tuvo en cuenta que para conseguir la perdurabilidad de las señales en el terreno y evitar posibles actos vandálicos, una buena medida era la colocación de las mismas en recintos o parcelas pertenecientes a instituciones gubernamentales o municipales, a las que se les solicitó el oportuno permiso y consentimiento, como es el caso de los vértices del Comité Permanente de Contingencia (COPECO), del Instituto Hondureño de Seguridad Social (IHSS), de la Universidad Tecnológica (UNITEC), etc.



Figura 8.- Vértice del IHSS, en la azotea del edificio, acceso con escalera

Monumentación:

La monumentación es un proceso que se realiza para que el proyecto sea permanente en el tiempo, perdurable y estable. Se utilizaron dos métodos:

- Se aprovecharon las rocas naturales y las localizaciones estables de hormigón para perforar y posteriormente situar el clavo, recibiendo con cemento.



Figura 9.- Trabajos de monumentación

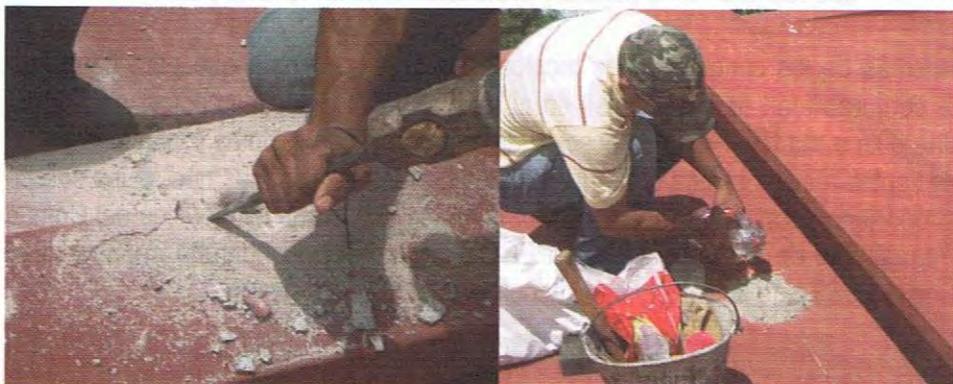


Figura 10.- Trabajos de monumentación

- Los clavos que fueron monumentados con un encofrado se instalaron con concreto hidráulico en una proporción adecuada. Se hicieron con materiales pétreos, libres de suciedades y de material arcilloso. En la parte superior, se colocó un disco metálico y una placa conmemorativa al proyecto.



Figura 11.- Trabajos de monumentación

2.4. Placa KM-0

En algunas ciudades del mundo se ha definido un punto de referencia como inicio a la descripción y medición de diferentes proyectos (carreteras, nivelaciones, mapas, etc.). Normalmente se encuentra ubicado en el parque central de cada país.

En el caso de Tegucigalpa, en un principio ese punto coincidía con el banco de nivel A-10 al lado de la estatua ecuestre de Francisco Morazán, ubicada en el Parque Central de Tegucigalpa, pero con la remodelación del parque el vértice fue movido a otro lugar con la nomenclatura A-10-1.



Figura 12.- Parque Central de Tegucigalpa

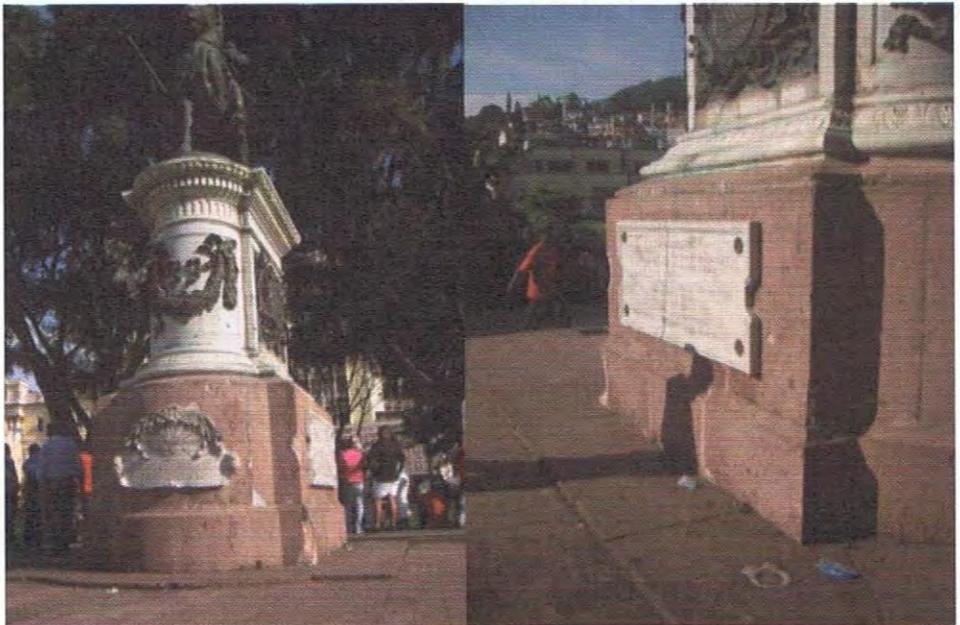


Figura 13- Estatua de Francisco Morazán, detalle del banco de nivelación A-10

Algunos ejemplos de kilómetros ceros



Figura 14.-Prototipos de Km-0 de otras ciudades

El diseño realizado para el KM 0 de nuestra red es el que a continuación se expone. Se implantará en el Parque Central de Tegucigalpa.

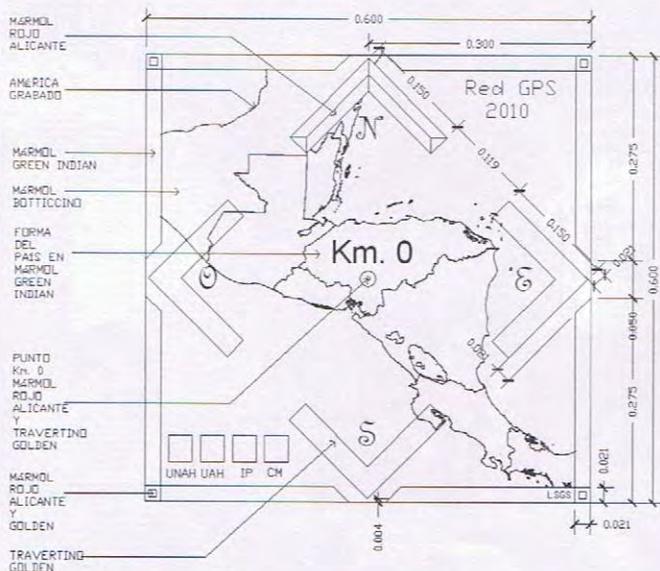


Figura 15.- KM 0 de red GPS de Tegucigalpa. Diseño: Lilliam Sofía Gómez

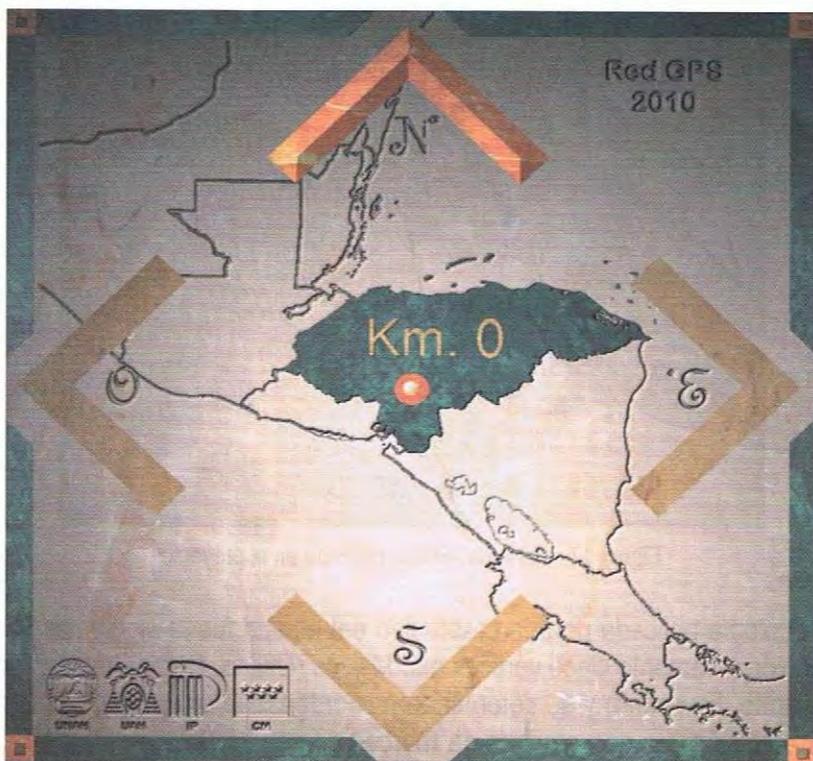


Figura 16.- KM 0 de red GPS de Tegucigalpa, diseño final. Diseño: Lilliam Sofia Gómez

2.5 Calibración del equipo

Antes de proceder a la etapa de la observación se procedió a la calibración de los instrumentos que se utilizaron, con el fin de que la medición cumpliera con los requisitos generales de precisión y exactitud.

El equipo destinado para realizar las mediciones fue adquirido por el Instituto de la Propiedad de Honduras en el año 2000. Desde esa época no se había realizado ningún tipo de verificación y ajuste para conservar las relaciones geométricas, electrónicas y recepción de señal entre los diversos componentes y las condiciones de operación durante el periodo de medición.

El equipo calibrado para la medición planimétrica está compuesto por seis receptores de doble frecuencia, colectoras de datos, antenas, trípodes, baterías y cargadores, todos de la marca **TRIMBLE 5700**.



Figura 17.- Parte del equipo utilizado en el proyecto

La metodología aplicada para la calibración del equipo fue la siguiente: Se escogieron cuidadosamente cinco vértices geodésicos (Olvido, Cerro Grande, Picacho, Observatorio, Empalme) y se determinaron coordenadas en las mismas condiciones de medición por dos equipos de marcas diferentes (LEICA Y TRIMBLE). El producto de ambas mediciones fue comparado entre sí y el resultado obtenido estuvo dentro de la tolerancia, por lo que se concluyó que el equipo estaba en óptimas condiciones para medir. De igual forma, estos datos fueron comparados con los anteriormente obtenidos en otras campañas de medición de las estaciones de Olvido y Observatorio. Además, se verificaron y rotaron las diferentes antenas de los diferentes receptores GPS.

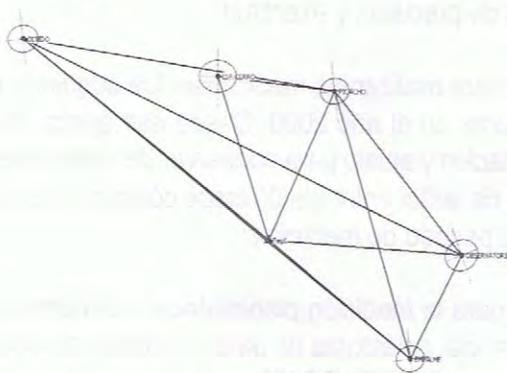


Figura 18.- Red geodésica de calibración y elipses de error

2.6 Observaciones de campo

La programación proyectada continuó ajustándose a las sesiones de observación, esto tras resolver determinadas incidencias. Por esta razón, hay dos grupos de días de observación:

El primero se corresponde con los días 194 (13-07-2010), 195, 204 y 207 (26-07-2010) y sirvieron para determinar las coordenadas del punto fundamental de la red TEG1 (apartado 2.5).

El segundo ciclo de observaciones es el que cubre la mayor parte de la red. La duración de cada sesión es de cinco horas, pero los registros en TEG1 son de veinticuatro horas. La tabla siguiente muestra el resumen de observaciones y en ella se aprecian la ocupación repetida de los diversos vértices, las líneas base medidas reiteradamente y aquellos vértices que se han repetido para enlazar unas sesiones con otras.

2.7 Procesamiento de las mediciones

Se han procesado las sesiones aisladamente, al igual que se hizo para determinar las coordenadas de punto fundamental TEG1 a fin de proceder posteriormente al ajuste de la red. El programa empleado ha sido TTC (Trimble Total Control). Se ha fijado para el cálculo una máscara de elevación de 10° y un intervalo de épocas libre para adaptarse al del registro original de los datos. A modo de verificación, se procesaron las cuatro primeras sesiones en base a las efemérides transmitidas y, también, con efemérides precisas, resultando innecesaria esta segunda precaución dado que la longitud de las líneas-base es pequeña: entre cinco y diez kilómetros de promedio.

Conclusiones

Es importante reforzar y reformular la red de monitoreo actual, aumentando o densificando la acción con monitores automáticos, en combinación con varios pasivos que refuercen y cotejen la información que levantan diariamente las estaciones automáticas.

Bibliografía

Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Instituto de la Propiedad y Dirección General de Catastro y Geografía de Honduras (2010) *Establecimiento de una red geodésica en Tegucigalpa (Honduras) mediante tecnologías GPS y enlace con las redes de referencia oficial de Centroamérica*. Universidad de Alcalá, Madrid, España.

ESTIMACIÓN DE CAMBIOS EN LA COBERTURA Y USO DEL SUELO DE UN SECTOR DE LA ZONA SUR DE HONDURAS

Rafael Enrique Corrales Andino

Depto. de Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica

Facultad de Ciencias Espaciales

Universidad Nacional Autónoma de Honduras

rafa504@yahoo.com

Resumen

El objetivo principal de este trabajo es la generación de cartografía de cobertura de suelos y su dinámica mediante técnicas y datos de percepción remota (teledetección). La metodología utilizada fue la implementación de un clasificador automático (ISODATA), así como del operador de matrices para la detección o dinámica de cambios entre las imágenes del sensor LandSat de la escena p18r51 en las fechas 1990 y 2002. Entre los resultados podemos decir que la clasificación generó las siguientes coberturas: bosques, matorrales, pastos, cultivos, suelo desnudo y agua. De la dinámica de cambios podemos decir que un 53.4% se mantuvo sin cambios, mientras que se produjo un 25.6% de cambio negativo y un 21.0% de cambio positivo.

Palabras clave: Cobertura y uso del suelo, dinámica de cambios, Honduras.

Abstract

The main objective of this work is the generation of mapping land cover and soil dynamics and techniques of remote sensing data. The methodology used was the implementation of an Automatic Classifier (ISODATA) and Matrix Operator and Dynamic Detection of Changes between Landsat images of the scene p18r51 the dates 1990 and 2002. Among the results we can say that the genre classification the following coverages: Forests, bush, pastures, crops, bare soil and water, the dynamics of change we can say that 53.4% remained unchanged, while there was a 25.6% exchange 21.0% negative and a positive change.

Keywords: Land cover & land use, change detection, Honduras.

Introducción

La clasificación es el proceso por el cual se agrupan los píxeles en un número determinado o finito de clases individuales, con base en los niveles digitales de los datos (Figura 1). Cuando un píxel cumple satisfactoriamente los requisitos (criterios), es asignado a la clase que corresponda a ese requisito (Corrales, 2004).

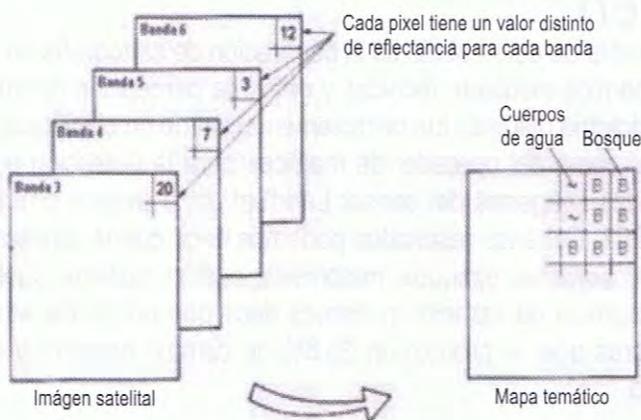


Figura 1.- Clasificación digital de imágenes. Fuente: Karszenbaum, 2007

La única restricción que se impone a la identificación de superficies mediante la teledetección deriva de la propia resolución espectral del sensor, el cual no es capaz de proporcionar un espectro continuo de la superficie observada sino de un número finito de bandas, dentro de cuyos intervalos espectrales no puede hacer distinción

alguna (Corrales, 2010). Las imágenes satelitales que van a ser utilizadas para realizar un estudio de detección de cambios, siempre deben pasar con la transformación de número de contaje electrónico a parámetros físicos de radiancia o reflectancia (Chávez, 1996). Existen dos tipos de clasificación: una supervisada, donde el intérprete asigna muestras de entrenamiento de las diferentes clases o clúster; y otra donde el intérprete asigna un número máximo de clases por cercanía espectral (Pinilla, 1995). En este proyecto hemos seleccionado el método no supervisado.

Métodología

Método ISODATA

- a) El clasificador ISODATA se usó para realizar una clasificación no supervisada. Utiliza la fórmula de la distancia espectral mínima para formar un clúster, comenzando arbitrariamente con un clúster promedio (de firmas espectrales existentes). Cada vez que se repite el proceso de formación de clúster, el promedio de estos se modifica. Los nuevos se usan para las siguientes iteraciones. La utilidad ISODATA se repite hasta que se ejecuta el número máximo de iteraciones o se alcanza el máximo porcentaje de asignaciones de píxeles sin cambios entre varias iteraciones.
- b) En este trabajo se generaron cien clúster, a un nivel de doce iteraciones. La combinación de bandas utilizada fue: banda TM4 en rojo, banda TM5 en verde y banda TM3 en azul. Se corrió una matriz de confusión para conocer su confiabilidad, siendo aprobada por presentar un valor más alto que el mínimo estándar ($\geq 85\%$) para clasificaciones con las características de las imágenes *LandSat*.
- c) Recodificación: constituye la fusión de las diferentes muestras de entrenamiento, una vez que estas se han analizado por separabilidad de banda espectral.
- d) Filtros: los filtros aplicados se basaron en la técnica de vecino más cercano con un *kernel* menor de 3×3 , para evitar pérdidas mayores de información. Luego se estableció un *Clump*, proceso intermedio de filtrado, para terminar con el *Eliminate*, en donde se establece el área mínima que se eliminará de las coberturas aisladas, lo que evita que la clasificación contenga efectos de salpicaduras (Chávez, 1996).

Método de dinámica de cambios

- a) Una vez obtenidas las dos imágenes clasificadas con la misma nomenclatura se pudo aplicar la detección de cambios desde **Interpreter/GIS Analysis/ Matrix**, del cual seleccionamos como vector 1 a la imagen de fecha 1, y para el vector 2 la imagen de fecha 2, generando una nueva imagen con los datos de la fecha 1 y la fecha 2 como relación de cambio. Por ello, fue necesario crear una nueva columna llamada "cambios", al igual que una de "área por hectáreas" y la asignación de color a cambios positivos, cambios negativos y áreas sin cambio (Sader, 2001).

Resultados

Los datos resultados de la clasificación por cobertura y uso del suelo (Petroglia, C. 2008) a nivel de familiarización de la imagen p18r51, tanto de 1990 como del 2002, fue la siguiente:

Bosque latifoliado: Predominio de árboles de hoja ancha, altura de la cobertura variable según la topografía y suelo, lo que favorece que los árboles alcancen una altura de 40 m. Especies predominantes: liquidámbar (*Liquidambar sp*), roble o encino (*Quercus sp*), aguacatillo (*Persea sp*), guayabillo (*Ficus*), varias especies de moráceas y helechos. En general, los árboles poseen una altura de 15 a 60 m. según su edad.

Bosque mixto: Los remanentes modificados del bosque original pueden presentar árboles dominantes con altura de 25 hasta 30 m., constituido principalmente por especies de pino y roble, acompañadas por árboles de nance, acacias, guayabas, entre otras.

Bosque de pino: Constituido por diferentes especies de pino ubicadas en el centro y oeste del país. Estas especies cambian según la altitud; generalmente, cubren suelos no agrícolas. Su heterogeneidad es debido a su madurez y al porcentaje de mezcla con otras coberturas. Las especies más frecuentes son: *Pinus maximinoii*, *P. oocarpa* y *P. pseudostrobus*.

Bosque seco: Constituido por especies arbustales deciduas latifoliadas, donde podemos encontrar algunas leguminosas como el carbón, se encuentra ubicada en las zonas poca altura (entre los 600 – 1000 m.) y con pendientes suaves.

Matorral: Cobertura que generalmente se encuentra en los bordes de bosques en los que ha ocurrido algún tipo de intervención. Las especies con frecuencia son una mezcla de arbustos rudimentarios así con especies del bosque original.

Pastizal: Cobertura constituida principalmente y casi de forma exclusiva por pastos de 1 a 2 m de alto. Este puede ser verde o seco, según la estación climática.

Cultivo: Esta cobertura puede definirse como tierra utilizada para la producción de alimentos y granos. Pueden ser zonas con cultivos a gran escala en suelos planos o con poca pendiente, generalmente cerca de los ríos y con sistema de riego permanente, o incluir áreas cultivadas en zonas de laderas sin mucha mecanización, con variedad de cultivos.

Suelo labrado: Son áreas preparadas para el cultivo, de siembra reciente o que han quedado expuestas después de la cosecha.

Suelo desnudo: Se incluyen todas las áreas desprovistas de cobertura, como playas de río, zonas de deslizamiento o zonas degradadas por efecto de la agricultura o la escorrentía.

Río: Cuerpo de agua que recorre las montañas, valles y desemboca en el mar. Generalmente se tomaron en cuenta ríos de cauce mayor de 10 m de ancho, identificables digital y visualmente, que siguen patrones lineales sinuosos y muchas veces son respuesta de la combinación de la cobertura vegetal asociada a los márgenes.

Suelo quemado: Esta clase incluye áreas afectadas por los incendios y/o que se encuentran en recuperación, con rastros de ceniza en la cobertura vegetal.

Humo: Esta categoría identifica aquellas áreas que al momento de adquirir la imagen, estaban siendo afectadas por el fuego.

De la anterior clasificación se agruparon algunas clases mientras que otras no quedaron dentro del área de estudio seleccionada para el análisis de la detección de las anomalías hidrotermales.

Urbano: Incluye áreas pobladas, como cabeceras municipales, pueblos y aldeas grandes, siendo la ciudad de Santa Rosa de Copán y otras comunidades las que digital y visualmente se observan.

Nube: Acumulación atmosférica de vapor de agua.

Sombras: Ausencia de reflectancia causada por nubes y montañas.

Bosque de manglar: Son áreas de vegetación arbustal salobres, se encuentra como barrera de playas.

Una vez reconocidos las diferentes coberturas que enmarcan la imagen completa, fue necesario reclasificar las coberturas para el área de interés, de la cual quedaron seis (6) coberturas a nivel uno (p. e.: en lugar de bosque de manglar, mixto, latifoliado, micro latifoliado o seco, la cobertura queda únicamente como *bosque*), lo que significa que se elaboró una clasificación conocida como de muchos a uno. El Cuadro 3.1 muestra dicha clasificación correspondiente a ambas fechas.

Clase	Color	Código de clase
Sin dato	Negro	00
Bosque	Verde oscuro	01
Matorral	Verde claro	02
Pasto	Tan	03
Cultivo	Amarillo	04
Suelo desnudo	Violeta	05
Agua	Azul	06

Tabla 1. Clasificación final para la cobertura y el uso el suelo a primer nivel Fuente: Elaboración propia.

Las imágenes resultantes de las clasificaciones ISOTADA necesitaron ser recodificadas, al identificar cuáles de las cien (100) clases pertenecían a las seis (6) clases del área de interés (Figura 3.1 y 3.2).

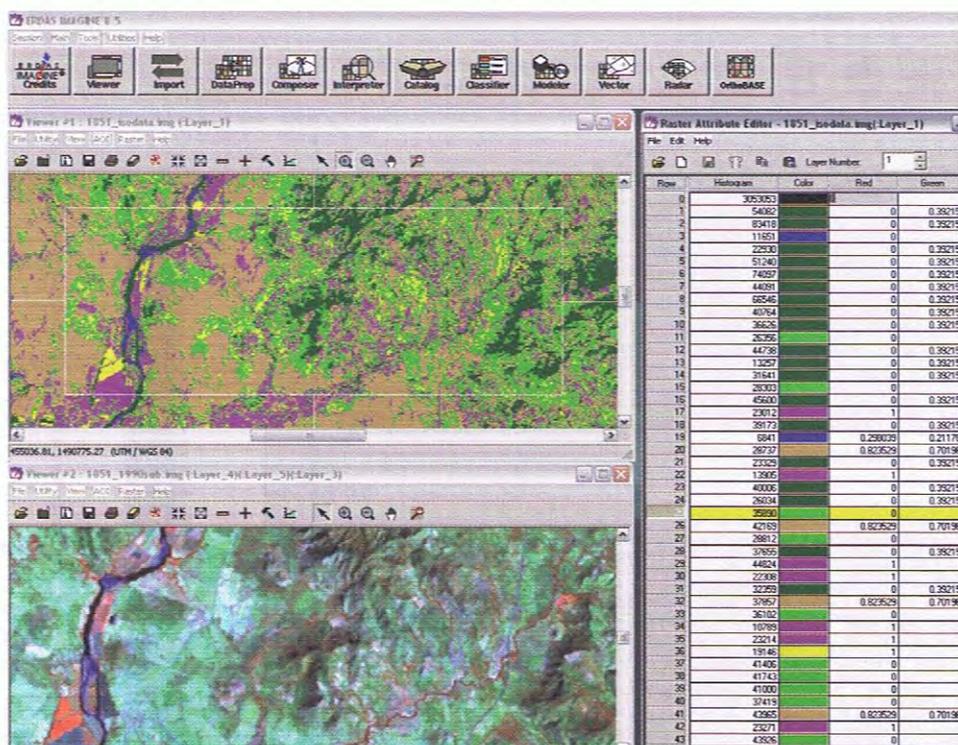


Figura 2.- Identificación de clases para aplicación de recodificación. Imagen superior: ISODATA 1990; imagen posterior: Sin clasificación 1990 y diálogo de atributos de cada clase.

La validación de la clasificación se realizó con el *Accuracy Assessment*, de la cual se generó una matriz de error, la precisión total de la clasificación y el índice kappa, para la imagen LandSat p18r51 con fecha seis de febrero de 1990 y la imagen p18r50 con fecha seis de mayo de 2002.

Imagen LandSat	Matriz de error	Precisión total	Índice Kappa
Fecha 1 (1990)	90%	90%	86%
Fecha 2 (2002)	87%	87%	87%

Tabla 2.- Resultados de Accuracy Assessment de las imágenes LandSat de las fechas 1990 y 2002. Fuente: Elaboración propia.

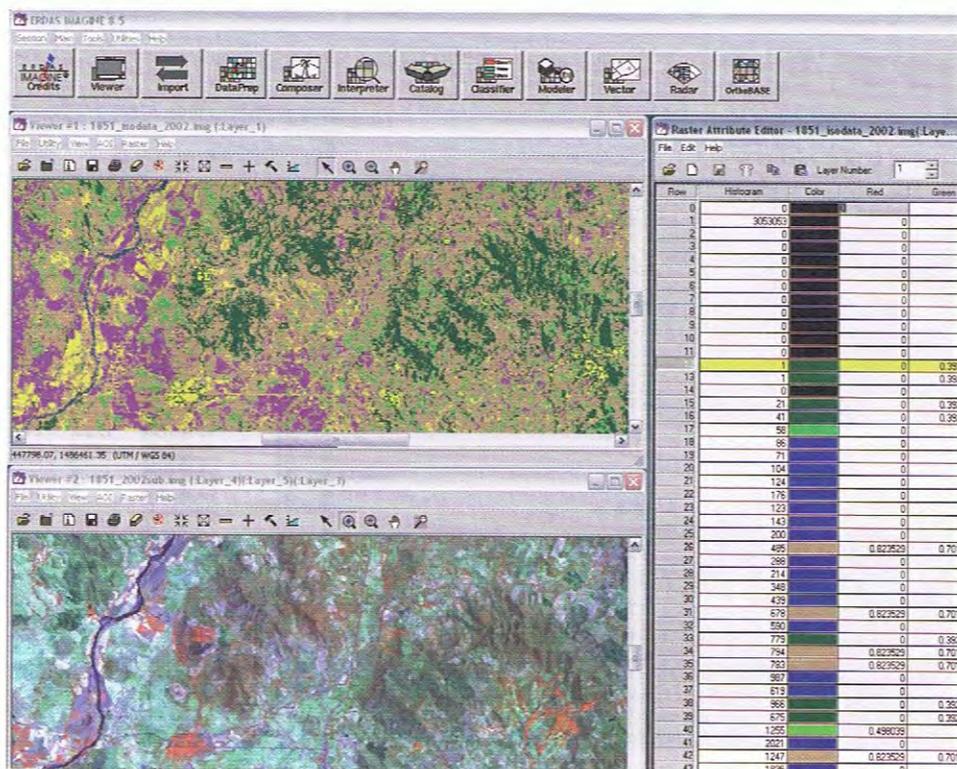


Figura 3.- Identificación de clases para aplicación de recodificación. Imagen superior: ISODATA 2002; imagen posterior: sin clasificación 2002 y diálogo de atributos de cada clase

Discusión

El área total de la zona de estudio es de 293,378.04 ha. Los resultados obtenidos para la dinámica en el cambio de las coberturas del suelo no tuvieron cambio cuando la cobertura se mantuvo de una fecha 1 (1990) a una fecha 2 (2002); hubo cambio negativo cuando en la fecha 1 tuvimos una cobertura ecológicamente mayor, y en la fecha 2 pasó a una cobertura de menor grado ecológico; hubo cambio positivo cuando en la fecha 1 tuvimos una cobertura de menor grado ecológico, y en la fecha 2 pasó a un nivel ecológico más alto, lo que se conoce como alcanzar el estado clímax. En total tenemos treinta y seis combinaciones, ya que son seis coberturas (Figura 4).

Los matorrales se mezclan con los pastos debido a las condiciones ecológicas presentes en el área de estudio del Valle de Cholulteca.

Los datos de ambas clasificaciones fueron comprobadas con las visitas de campo y con el levantamiento de las coberturas colectiva de coordenadas geográficas y toma de fotografías de las coberturas.

En este caso, los resultados indican que los matorrales se mezclan con los pastizales, esto se debe a que se encuentran en un ecosistema seco, donde tanto bosque, matorral y pastizal se mantienen en condiciones de humedad muy parecidas, siendo muy difíciles de separar, aún con las giras de campo. El resultado se mantuvo en todas las estadísticas de esta clasificación, pero de forma general se logró alcanzar una precisión del 87%, siendo aceptable en términos de cobertura a nivel de imágenes LandSat.

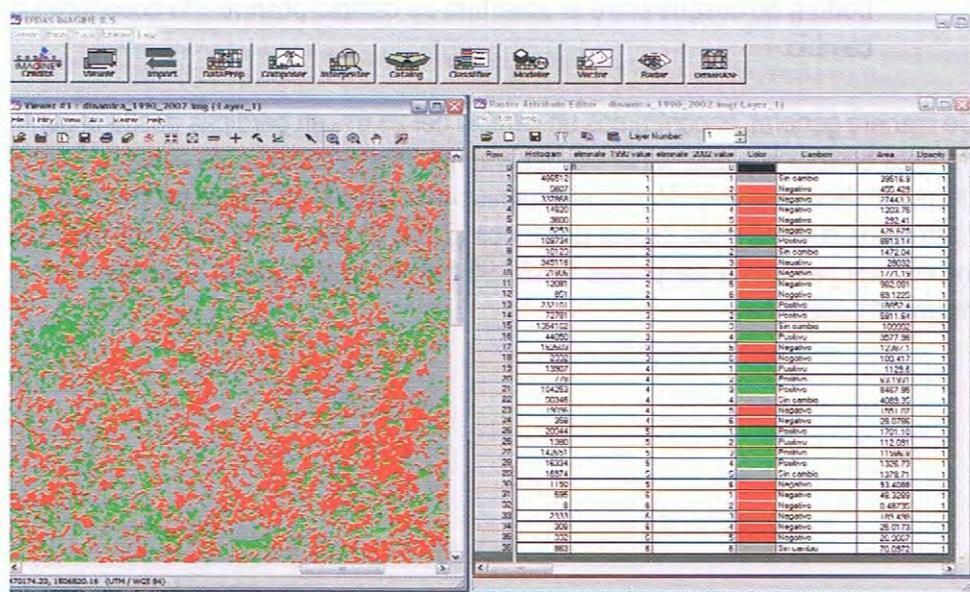


Figura 4.- Matriz de cambios entre imágenes p18r51 de 1990 y 2002

La tasa en la dinámica de cambio de las coberturas para aproximadamente doce años, fue la siguiente:

- Tasa en la dinámica de cambio negativo en la cobertura fue del 25.6%, lo que quiere decir que tiene la cantidad de 75,147.26 ha.
- Tasa en la dinámica de cambio positivo en la cobertura fue del 21.0%, o 61,642.71 ha.

- Tasa sin cambios en la dinámica del suelo fue de 53.4%, o la cantidad de 156,518.95 ha.

Cuando vemos los datos de la cobertura correspondiente a los bosques, misma que ecológicamente se encuentra en una posición más alta que las demás coberturas. Notamos los siguientes resultados:

- La tasa de ganancia de bosque fue de 44.2%, o 30,644.65 ha.
- La tasa de pérdida de cobertura de bosque fue del 43.0%, o la cantidad de 29,821.60 ha.
- Se mantuvo un 12.8% sin cambios, por lo que tenemos un 57.0% de cobertura de bosque entre la cobertura de cambio positivo y la cobertura sin cambio.

De manera general, encontramos un cambio del 25.6% en pérdidas desde el punto de vista ecológico y una ganancia general del 74.4% del área de estudio. Dentro del punto de vista antropológico, el dinamismo de las coberturas se centra entre los pastos, los cultivos y los suelos desnudos (Tabla 3), en donde la mayor parte de los cultivos pasaron a ser pastos (8,467.95 ha), lo mismo que el suelo desnudo a pastos (11,586.8 ha).



Raster Attribute Editor

R

Row	Histogram	eliminate_1990	value	eliminate_2002	value	Color	Cambios	Row	Area	Opacity
0	0	0	0	0	0			0	0	1
1	486512	1	1	1	1		Sin cambio	1	39516.9	1
2	5607	1	1	2	2		Negativo	2	455.429	1
3	337868	1	1	3	3		Negativo	3	27443.3	1
4	14820	1	1	4	4		Negativo	4	1203.75	1
5	3600	1	1	5	5		Negativo	5	292.41	1
6	5253	1	1	6	6		Negativo	6	426.675	1
7	109734	2	2	1	1		Positivo	7	8913.14	1
8	18123	2	2	2	2		Sin cambio	8	1472.04	1
9	345116	2	2	3	3		Negativo	9	28032	1
10	21806	2	2	4	4		Negativo	10	1771.19	1
11	12091	2	2	5	5		Negativo	11	982.091	1
12	851	2	2	6	6		Negativo	12	69.1225	1
13	232101	3	3	1	1		Positivo	13	18852.4	1
14	72781	3	3	2	2		Positivo	14	5911.64	1
15	1354162	3	3	3	3		Sin cambio	15	109992	1
16	44050	3	3	4	4		Positivo	16	3577.96	1
17	152503	3	3	5	5		Negativo	17	12387.1	1
18	2332	3	3	6	6		Negativo	18	189.417	1
19	13907	4	4	1	1		Positivo	19	1129.6	1
20	778	4	4	2	2		Positivo	20	63.1931	1
21	104253	4	4	3	3		Positivo	21	8467.95	1
22	50346	4	4	4	4		Sin cambio	22	4089.35	1
23	19096	4	4	5	5		Negativo	23	1551.07	1
24	358	4	4	6	6		Negativo	24	29.0786	1
25	20944	5	5	1	1		Positivo	25	1701.18	1
26	1380	5	5	2	2		Positivo	26	112.091	1
27	142651	5	5	3	3		Positivo	27	11586.8	1
28	16334	5	5	4	4		Positivo	28	1326.73	1
29	16974	5	5	5	5		Sin cambio	29	1378.71	1
30	1150	5	5	6	6		Negativo	30	93.4088	1
31	595	6	6	1	1		Negativo	31	48.3289	1
32	6	6	6	2	2		Negativo	32	0.48735	1
33	2333	6	6	3	3		Negativo	33	189.498	1
34	308	6	6	4	4		Negativo	34	25.0173	1
35	332	6	6	5	5		Negativo	35	26.9667	1
36	863	6	6	6	6		Sin cambio	36	70.0972	1
Count	37	37	37	37	37	37		Count	37	37
Total	3611918	126	126	126	N/A	N/A		Total	293378	37
Mean	97619	3.40541	3.40541	3.40541	N/A	N/A		Mean	7929.14	1
Minimum	0	0	0	0	N/A	N/A		Minimum	0	1
Maximum	1354162	6	6	6	N/A	N/A		Maximum	109992	1
Stddev	240606	1.80215	1.80215	1.80215	N/A	N/A		Stddev	19543.2	0

Tabla 3.- Dinámica de cambio de las seis coberturas entre 1990 y 2002, correspondiente al Valle de Cholulteca

Código de cobertura: 1= Bosques, 2 = Matorrales, 3 = Pastos, 4 = Cultivos, 5 = Suelo desnudo y 6 = Agua.

Conclusiones

La percepción remota o teledetección se ha vuelto una de las herramientas aliadas en muchas disciplinas científicas, sobre todo en las emplean la cartografía para generar nuevas formas de análisis, así como de las demás técnicas aplicadas por las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG).

En conclusión, podemos decir que tanto una clasificación supervisada como una no supervisada, brindan resultados satisfactorios cuando se sabe qué es lo que se

quiere obtener. Para este trabajo de investigación se utilizó la clasificación por el método ISODATA, con cien *clúster*, y apoyo de campo para su precisión.

Se logró clasificar la cobertura a primer nivel con grandes categorías: bosques, matorrales, pastos, cultivos, suelo desnudo y agua. Aunque la mayoría de los autores no incluyen el agua en sus clasificaciones, la razón de incluirlo en nuestro estudio fue la presencia de un aumento en el caudal del cuerpo de agua entre ambas fechas en la zona norte del área de estudio.

La clasificación fue lo suficientemente confiable para concluir que en el área se produjo un cambio menor al que se esperaba en las coberturas, ya que la dinámica indicó que un 53.4%, o 156,518.95 ha. se mantuvieron sin cambio, mientras que el cambio positivo fue del 21.0%, para un total de 74.4%, en relación al 25.6% de cambio negativo.

También podemos decir que fueron los pastos los que interactuaron con mayores porcentajes, tanto con los cultivos como con el suelo desnudo. Puede tanto ser suelo labrado, como propiamente desnudo, con algún porcentaje de erosión. En otras palabras, los pastos vienen a ser zonas de descanso o barbecho, combinadas para la agricultura y para la pastura de ganado vacuno y caprino.

En el caso de los bosques, estos no representan un atractivo directo en las poblaciones humanas nativas, ya que es un bosque microlatifoliado seco con muchas leguminosas adaptadas al déficit de precipitación y a altas temperaturas. Por ello, es razonable que los números indiquen un 57.0% de ganancia de cobertura de bosque, entre lo que no cambió y lo que cambió de manera positiva desde el punto de vista ecológico.

Cabe apuntar que los bosques secos se encuentran en peligro de extinción y que hay proyectos propuestos para comenzar a protegerlos y para educar a los pobladores locales respecto a los beneficios de este tipo de bosques a nivel ecológico y eco turístico.

Bibliografía

Corrales, R. (2004) *Caracterización y detección de cambios en catorce áreas protegidas de Honduras, a partir del estudio de datos geoespaciales*. Tesis de licenciatura, UNAH.

Corrales, R. (2010) *Caracterización de alteración hidrotermal y dinámica de cobertura de suelos mediante métodos de teledetección, en el Valle de Choluteca, Honduras*. Tesis de maestría, UNAH.

Chávez P. (1996) *Image-based atmospheric corrections revisited and improved*. Photogram. Eng. Rem. Sens. 62, 1025-1036.

Karszenbaum, A. (2007) "Necesidad de modelos electromagnéticos y aplicaciones en teledetección". *Giambiagi Winter School*. Disponible en: <http://gea.df.uba.ar/giambiagi/material/karszenbaum.pdf>

Petroglia, C., Acosta & Sergio Lara (2008) *Sistema de clasificación de la cobertura de la tierra*. Food and Agricultural Organization (FAO).

Pinilla, C. (1995) *Elementos de teledetección*. Rama: Madrid.

Sader, E., D., Hayes, D. Irwin, S., Saatchi (2001) *Preliminary forest cover change estimates for Central America (1990's), with reference to the proposed Mesoamerican Biological Corridor*. Proceedings of the Year 2001, Annual Conference of the American Society of Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. St. Louis, MO. 11p.

Anexo A

Mapa de clasificación por cobertura y uso del suelo, y dinámica de cambio. Imágenes LandSat de 1990 y 2002

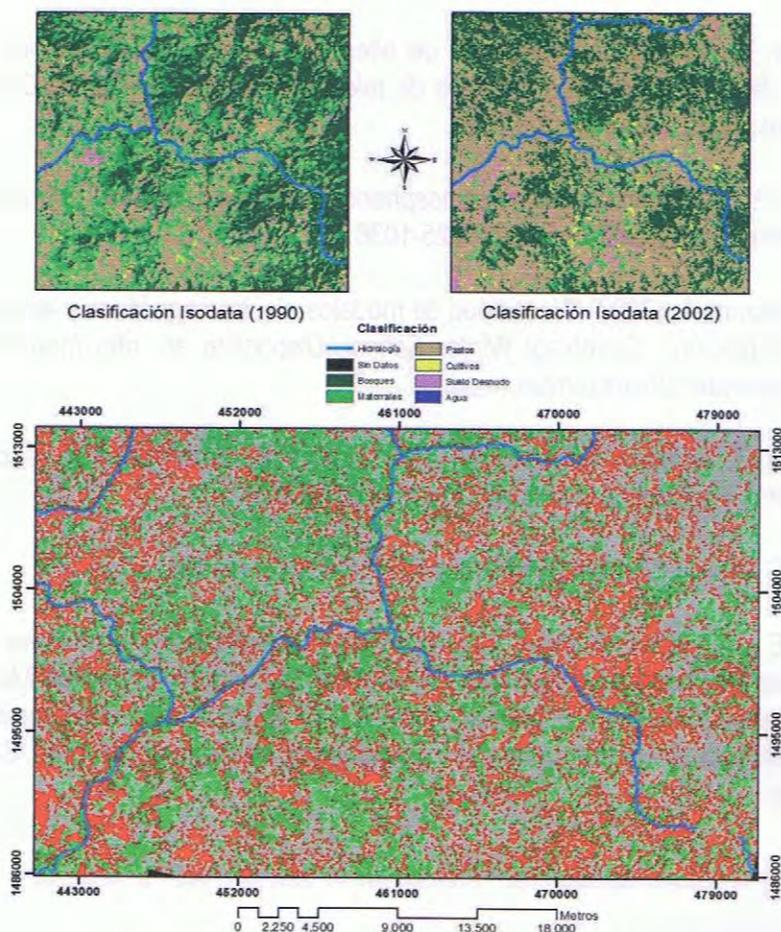


Imagen de Dinámica de Cambios entre las Coberturas de la imagen de 1990 y la imagen de 2002. El color gris, indica que no hay cambios, el color rojo que los cambios son negativos y el color verde que los cambios son positivos.

Dinámica de cambios entre las coberturas de la imagen de 1990 y la imagen de 2002.

El color gris indica que no hay cambios, el color rojo que los cambios son negativos y el color verde que los cambios son positivos.

LA CIUDAD COMO MODELO DE PLANIFICACIÓN EN LA ORDENACIÓN TERRITORIAL

Francisco Maza Vázquez
Universidad de Alcalá
Departamento de Arquitectura
Área de Expresión Gráfica Arquitectónica
francisco.maza@uah.es

Resumen

En el presente artículo nos introducimos en la ciudad como protagonista de una ordenada vida colectiva. Se hace a través de definiciones que dan de ella eminentes autores, hasta desembocar en la organización espacial y en un análisis profundo de los diferentes espacios y modelos urbanos. La intensidad de estos espacios urbanos obliga a la implementación de mecanismos de planificación y gestión en el manejo del suelo y de sus recursos.

Se expresa con claridad la función que desempeña la ordenación territorial y el uso de los espacios urbanos, sin olvidar el desarrollo sostenible que debe perseguir cualquier proceso planificador.

PALABRAS CLAVE: Ciudad, desarrollo urbano, ordenación territorial.

Abstract

In this article we introduce ourselves to the city as the protagonist of an orderly community life, through the definitions of eminent authors, to result in the spatial organization and in-depth analysis of the different spaces and urban models. The

intensity of these urban spaces requires the implementation of mechanisms for management planning and management of the land and its resources.

It explains clearly the role of territorial planning and the use of urban spaces, without forgetting to mention the sustainable development that must follow any planning process.

Keywords: City, urban development, planning territorial.

Introducción

La ciudad

La sociedad actual se encuentra inmersa en una gran cantidad de problemas mayoritariamente geográficos, tanto físicos como humanos, que afectan al espacio. Un ejemplo de ello, son los problemas de urbanización y de crecimiento de población de una ciudad, factores que son consecuencia de la actuación de los seres humanos (Estébanez, J., 1988).

La ciudad se considera como un organismo social en donde el comportamiento individual y la organización social rigen la evolución y el desarrollo urbano. La ciudad, como creación del ser humano, es una obra compleja y difícil de analizar. Es dinámica; lo que hoy existe, mañana desaparece y es sustituido como consecuencia de diversas actividades humanas, en un proceso de renovación social permanente, dentro de un marco medioambiental preexistente.

La ciudad, fábrica del hombre, es una realidad en continua evolución y, precisamente por ello, objeto de transformaciones que se configuran en el tiempo (Rossi, A., 1995). La ciudad es una obra permanentemente inconclusa (Lynch, K., 1998), es un ente con expresiones diferentes en cada etapa de su construcción. Sin embargo, sustitución, superposición o adición, como formas que puede adoptar el proceso de cambio, no ocultan del todo cuánto es deudor cada momento de los que le han precedido, aunque a veces las mutaciones sean tan profundas que pueda parecer irrelevante cualquier herencia del pasado (García Bodega, A., 2007).

Por otra parte, cada elemento urbano particular, considerado como elemento activo en la transformación permanente de la ciudad, debe ser analizado desde las perspectivas que nos ofrecen las diferentes teorías urbanas, con la ayuda de indicadores, como consumo o uso del suelo que, en cada caso, nos ofrecen los

empiristas, para valorar su influencia específica y las repercusiones, si las hubiera, en la organización espacial.

La ciudad, su organización y su evolución se pueden estudiar desde distintos puntos de vista. Goitia (1993) nos dice que resulta “un tema tan sugestivo, amplio y difuso que resulta difícil de abordar para un hombre solo, si se tiene en cuenta la masa de saberes que habría de acumular”.

Son diversas las definiciones que se han dado de la ciudad, sobre todo si partimos de la base de que su estudio se puede abordar desde infinitos ángulos. Para Aristóteles “una ciudad es un cierto número de ciudadanos”, de modo que debemos considerar quién es un ciudadano..., y añade, “llamamos ciudadano de una ciudad al que tiene la facultad de intervenir en las funciones de una ciudad...”

Alfonso X, el Sabio, define la ciudad como “todo aquel lugar que es cerrado de los muros con los arrabales y los edificios que se tiene con ellos”. Se trata de la ciudad medieval, la cual no se concibe sin muros que la defiendan de la amenaza exterior.

Ortega y Gasset (1916) se define a la ciudad como “un ensayo de secesión que hace el hombre para vivir fuera y frente al cosmos, tomando de él funciones selectas y acotadas”. Para él, la ciudad por excelencia es la clásica y mediterránea, donde el elemento fundamental es la plaza. “La urbe, dice, es una plazuela, ágora, lugar para la conversación, la disputa, la elocuencia y la política”.

Ratzel ya en el año 1891, en su obra *Anthropogeographie* consideraba a la ciudad como “una condensación permanente o asentamiento denso de individuos y viviendas que cubre un área considerable y situada en la convergencia de diferentes rutas de transporte”. En esta definición, se observa la importancia que el autor otorga en la ciudad, en primer lugar a los ciudadanos, a sus edificios y a la superficie que ocupa, y además introduce un nuevo factor: “las comunicaciones”, característica inalterable de la situación y el emplazamiento.

Richard Cantillón (1730), primer gran economista teórico del siglo XVIII, imagina así el origen de una ciudad: “si un príncipe o un señor, fija su residencia en un lugar grato, y si otros señores acuden allá y se establecen para verse y tratarse en agradable sociedad, este lugar se convertirá en una ciudad”. Indirectamente, en su definición, nos muestra una *ciudad organizada, ordenada*, y como consecuencia de ello incorpora el término “agradable sociedad”. Es precisamente eso lo que per-

sigue la planificación y ordenación de un territorio o de una ciudad: la organización placentera y dentro de un orden.

Otros como Claval, P. y Wieber, J.C. (1969), apuntan que “la historia de las ciudades, es en gran medida, la de las organizaciones”. Estos autores creen que el análisis que permite hacer del espacio urbano nos lleva inexorablemente a entender las causas y los motivos de las desigualdades.

Por otra parte, en la actualidad, el avance de las telecomunicaciones, las nuevas tecnologías y la posibilidad de comunicarse en un corto espacio de tiempo, incluso a larga distancia, es un factor determinante en la vida social de las ciudades (A.S. Bailly, 1978), y las organizaciones espaciales son parte de una amplia y compleja red de comunicaciones que están íntimamente relacionadas con el sistema urbano.

Modelos de desarrollo urbano

Parece conveniente, en este momento, definir el concepto de organización espacial. Para autores como Brunet, R. (1980), una organización espacial es un “conjunto coherente de lugares relacionados”. Entender el funcionamiento y la estructura de ese espacio no es tarea fácil debido a la gran complejidad que presenta el mundo real. Sí es posible comprender los mecanismos más elementales que conforman esa realidad para poder combinarlos y jugar con ellos, mediante la planificación de ese espacio. Sin embargo, es imposible llegar a comprender algunos factores, elementos o hechos y relaciones que la componen, pues el individuo o cualquier elemento que integra el espacio de un determinado territorio es único e irrepetible, cuyas actuaciones no se van a desarrollar igual en uno u otro lugar, ni en una u otra época.

Aun así, no debemos centrar nuestro interés en las individualidades, sino en conocer las características del conjunto y de los fenómenos que afectan, en su evolución, al mundo real (Chorley, R.J., y Hagget, P., 1971), pronosticando o prediciendo posibles actuaciones. Dicho de otra forma, ordenando ese espacio, que es lo mismo que elaborar modelos urbanos.

A este respecto, ha habido científicos que han realizado estudios profundos y clasificaciones de modelos de ordenación y desarrollos urbanos. Así, algunos de ellos expresan que “el modelo urbano exige un perfecto conocimiento de la realidad con el fin de ejecutar hipótesis de trabajo sujeta a verificaciones”, para otros “los

modelos urbanos son necesarios para salvar las diferencias entre el nivel de observación y la teoría; y les corresponde la simplificación, reducción, concreción, experimentación, acción, extensión globalización y explicación de teorías" (Chorley y Hagget, 1971).

Autores, como G. Molinés y V. Cuadrado (1997), aseveran que un modelo urbano permite experimentar y valorar hipótesis de trabajo, así como expresar gráficamente el resultado de la investigación, mostrando estructuras del espacio. Incluso, el modelo urbano permite pasar de una realidad aparentemente desorganizada a una realidad interpretada, convirtiéndose en un instrumento de planeamiento que integra el espacio en su construcción. Estas son las dos funciones, adquisitiva y organizativa expuestas por R.J. Chorley y P. Haggett, quienes diferencian varios tipos de modelos urbanos: descriptivos, normativos, teóricos, simbólicos, conceptuales, según expresen aspectos relacionados con la descripción estilística de la realidad, o determinadas condiciones, o definiciones simbólicas.

Para M. Pavolini (1997) existen cuatro tipos de modelos urbanos: matemáticos, económicos, sistemáticos y gráficos. Los *matemáticos*, son modelos cartográficos, con un grado de abstracción muy variable (Córdoba, J., 1999), estudian el espacio urbano mediante expresiones en términos cuantitativos de los fenómenos territoriales (mapa de densidades); los *económicos* son deterministas y funcionales, como los de Von Thünen; los *sistemáticos* expresan relaciones entre diversos fenómenos territoriales; y los *gráficos* muestran esos fenómenos mediante "grafos", como los modelo de centro - periferia (Reynaud) o modelos turísticos (Miosesec).

Existen otros tipos de modelos de desarrollo urbano, como los modelos urbanos instrumentales. Entre estos se encuentran el modelo analógico, que representa el mundo real pero con distintas propiedades (plano topográfico); y el modelo icónico, cuando las propiedades del mundo real se reproducen tan solo con un cambio de escala (imagen de satélite).

Según P. Haggett (1988), la construcción y puesta en práctica de un modelo de desarrollo urbano es un proceso que se divide en tres etapas y cada etapa representa un nivel de abstracción superior al anterior

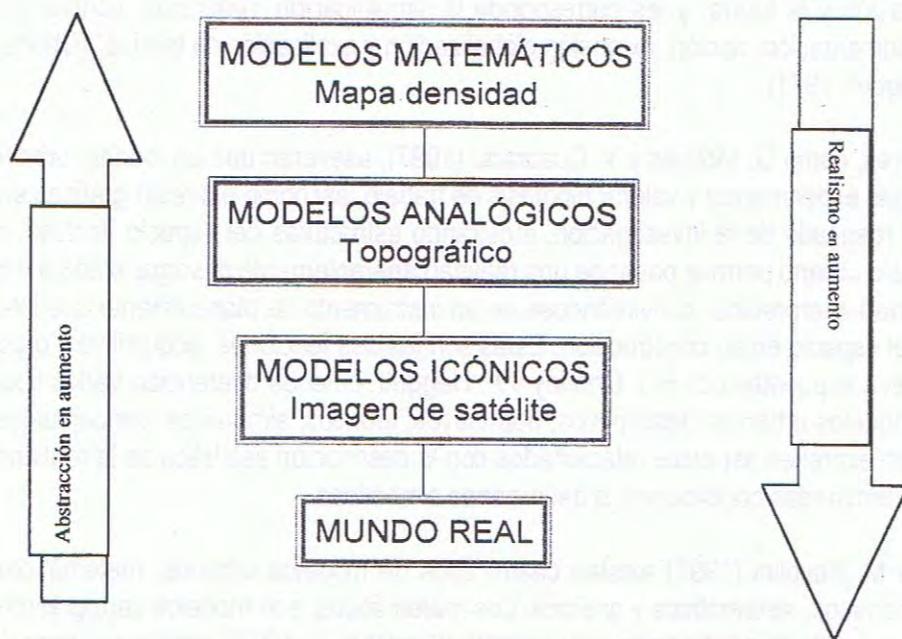


Figura 1.- Construcción de modelos de desarrollo urbanos. Fuente: P. Haggett (1988)

En cada etapa se pierde información y el modelo de desarrollo urbano propuesto se va haciendo menos realista y más general.

Si diferenciamos los modelos urbanos en función de la escala, podemos establecer otros cuatro tipos, que según R. Brunet (1980) se encuentran desigualmente practicados. Estos son: modelos generales, regionales, específicos y espacial-elementales, que representan la organización espacial de una sociedad con la infinita diversidad de situaciones reales.

Pero, para analizar el origen de la evolución de un territorio o de una ciudad, es preceptivo encontrar los factores de localización que determinen el desarrollo urbano. Así lo expresa R. Blanchard en el prólogo de su obra sobre la ciudad de Grenoble (Suiza): "La idea básica no es otra que la de explicar el origen y desenvolvimiento de una ciudad como consecuencia de las condiciones físicas de su situación" (1911).

Ese origen puede nacer con la aparición de un grupo o uso de un determinado suelo que lleva implícito la desaparición de otros grupos humanos anteriores y la

sucesión de vestigios y usos de suelo anteriores. Es el principio de sucesión descrito por Estébanez (1988): *“Secuencia ordenada de cambio a través de la cual una comunidad pasa en el curso de su desarrollo desde un estadio primitivo y relativamente inestable a un estadio relativamente estable.”*

Este cambio en la organización del espacio se puede presentar bajo tres formas o modelos (Baylly, S.A., 1978):

- 1.- Modelos que explican las regularidades y la estructura de un fenómeno, denominados modelos descriptivos y morfológicos, en los que se basan algunos autores como E.W. Burgess (1926) y H. Hoyt (1939).
- 2.- Modelos que explican las regularidades que la organización urbana manifiesta, para lo cual utilizan técnicas matemáticas diversas. Son los modelos analíticos y probabilísticos que promulgan autores como J. Estébanez (1988).
- 3.- Modelos culturalistas, que presentan aquello que es mejor para la sociedad, como por ejemplo el modelo de la Ciudad Jardín de Howard.

Existen, igualmente, otros modelos de desarrollo y evolución urbana, como los que promulgan S.A. Bailly (1978), R. J. Chorley y P. Haggett (1971), que se basan en la renta, en actividades residenciales, en transportes, etc. Estos son modelos de desarrollo más actuales, que tratan de conceptos tales como el medio ambiente, la percepción del paisaje, resultado de un conjunto de factores formados por la naturaleza, el medio humano y las relaciones subjetivas entre el ser humano y su medio.

Es a partir de la segunda mitad del siglo XX cuando se produce un cambio importante en la evolución y desarrollo urbano en general, sobre todo en países desarrollados. La población, el empleo y poder político aumenta en áreas suburbanas en detrimento del centro de las ciudades (C.D. Harris, 1975). Dicho efecto se produce fundamentalmente por los siguientes factores:

- Cambio en las preferencias residenciales de la población. Se produce un aumento de vivienda extensiva, con gran disponibilidad de espacio.
- Establecimiento de coche propio.
- Políticas de financiación desarrolladas por agencias del Estado.
- El empleo aumenta mucho más en las áreas suburbanas que en el centro.

- Incremento de redes de transporte, como carreteras.
- Construcción de zonas de aparcamiento para ciudadanos que vayan a trabajar en coche propio.
- Agrupación de familias con otras familias que tienen similares viviendas, necesidades comunes y características sociales económicas.

Esta nueva evolución y desarrollo urbano plantea la necesidad de crear un modelo periférico que supla los modelos de zonas concéntricas (C.D. Harris, 1997). Un cinturón periférico, que se desarrolla en torno al área metropolitana y fuera del área central, difiere del modelo de zonas concéntricas en que las pautas y los patrones son definidos, no en términos de distancia al área central, sino en sus relaciones con otras partes de la periferia. La periferia, en la mayoría de las ocasiones, está vinculada con el centro por una red de carreteras o una autovía que ofrece una descongestión de tráfico.

El mercado y el valor del suelo en la organización de este espacio urbano comienzan a tener importancia. Carter, H. (1987) argumenta esta afirmación con la siguiente frase: "Puesto que el valor del suelo depende de la renta económica y esta de la localización y la localización de la conveniencia, y esta de la proximidad, podemos eliminar las partes intermedias del razonamiento y afirmar que el valor del suelo depende de la proximidad". Es decir, el autor relaciona los precios del suelo urbano con la accesibilidad y por tanto con la proximidad al centro y a los principales ejes que a él conducen.

Los factores que determinan la renta que se pagará por la utilización de un espacio son diversos, pero la localización es el factor más determinante (Chorley, R.J., y Haggett, P., 1971), y los valores de suelo más altos están asociados a localizaciones de gran accesibilidad y viceversa (Ratcliff, R.V., 1949).

Insignes urbanistas han analizado el desarrollo urbano, según otros estándares, como por ejemplo el modelo concéntrico. Este modelo de zonas concéntricas, propuesto por W. Burgess y denominado por ello como "Burgess theory" fue invalidado y muy criticado en la teoría de modelos concéntricos. Unas veces son los accidentes geográficos los que impiden el sistema concéntrico, y otras son la ubicación de las industrias que junto con la localización de las vías de ferrocarril se sitúan en contacto lineal y no en anillo homólogo. La teoría de Burgess, por otro lado, contradecía el tipo de expansión de múltiples ciudades a lo largo de grandes arterias de circulación, e incluso tampoco resolvía el desarrollo de ciudades con varios cen-

tros, como ocurre en las de gran tamaño cuando se forman núcleos comerciales en los centros de barriada, denominado modelo de núcleos o centros múltiples (Harris, C.D., 1975).

En el modelo de desarrollo urbano de sectores o sectorial, la ciudad se expande también de una manera circular desde un centro, siendo este el núcleo comercial y de los negocios. Sin embargo, en lugar de hacerlo por anillos, lo realiza por sectores de círculo, correspondiendo a cada sector distritos especialmente caracterizados desde el punto de vista social. Otro modelo de desarrollo urbano es el derivado de la teoría de las densidades urbanas (Bailly, A.S., 1978). Este es un modelo donde la disminución de la densidad es una función exponencial negativa de la distancia al centro urbano: Se expresa:

$$P_d = P_c e^{-gd}, \text{ donde}$$

P_d = densidad a una distancia d del centro

P_c = densidad en el centro

g = pendiente o gradiente de la curva de disminución de densidad

Este modelo trata de sustituir un esquema demasiado ideal por algo capaz de encontrar una base empírica. Mediante este modelo se analiza el grado de una variante social cualquiera en relación a un centro de dominación; por ejemplo, el grado de pobreza, de delincuencia... según su mayor o menor distancia al centro.

Investigadores como P.A. Longley (1999, en Pacione, M., 1999), estudian el modelo urbano actual y afirman que los modelos clásicos de estructura urbana, los derivados de los usos del suelo y los modelos de gradientes de densidad, perduran en la actualidad porque su poder esencial es abstraer las características básicas reales de los sistemas urbanos.

Otros autores combinan a la perfección diversas teorías de modelos urbanos con las densidades que se pueden dar en las ciudades. Así lo hace Berroir, S. (1996) en su obra *L'espace des densités dans la ville: théories et modelisations. L'espace géographique*.

Uno de los modelos de desarrollo actual es el que da explicación a las estructuras urbanas mediante la utilización de fractales. La geometría fractal fue desarrollada por B. Mandelbrot a partir de los años ochenta.

Fractal significa "romper en pedazos", "fragmentar" y "de forma irregular". Las formas fractales se definen como "entes geométricos distintos e infinitos" o también "objeto matemático de dimensión no entera" (1997). Las formas fractales se generan a través de iteraciones, repeticiones de un patrón geométrico establecido como fijo.

La definición matemática se basa en la dimensión de Hausdorff (D), que es una extensión de las dimensiones euclídeas (las de toda la vida: una curva tiene una dimensión; una superficie dos; un volumen tres) a una dimensión genérica no entera. Siendo $D = \ln(N) / \ln(1/L)$ con N el número de partes en que lo vamos dividiendo y L el factor que escala respecto del generador. A partir de esto diremos que un conjunto posee estructura fractal si su dimensión de Hausdorff es mayor que la euclídea. Así, una curva será fractal si $1 < D \leq 2$ el caso $D=2$ se presenta con la curva de Peano que rellena el plano.

Los fractales se presentan en multitud de formas en la naturaleza desde galaxias, costas marítimas, montañas, bosques, árboles, nubes, relámpagos... y en multitud de procesos físicos como la cristalización, movimiento de partículas en un fluido, electrolisis... (Tabares, Diego, 2001). Una forma intuitiva de ver lo que es un fractal es porque presenta autosimilitud, esto es: si ampliamos o disminuimos la escala tanto como queramos, la estructura será similar y presentará el mismo detalle.

Una de las aplicaciones más útiles de los fractales y de la geometría fractal se encuentra en la compresión de imágenes. Es también una de las ideas más controvertidas. El concepto básico detrás de la compresión fractal de imágenes es tomar una imagen y expresarla como un Sistema de Funciones Iteradas (SFI). Un SFI es el conjunto de funciones que describen partes de un fractal que, una vez juntas, recrean dicho fractal en su totalidad. Si un fractal puede ser descrito por un número pequeño de funciones, el SFI es una descripción bastante compacta del fractal. La imagen puede ser rápidamente desplegada y a cualquier grado de magnificación con infinitos niveles de detalle fractal. El mayor problema detrás de esta idea es encontrar el SFI que describa la imagen.

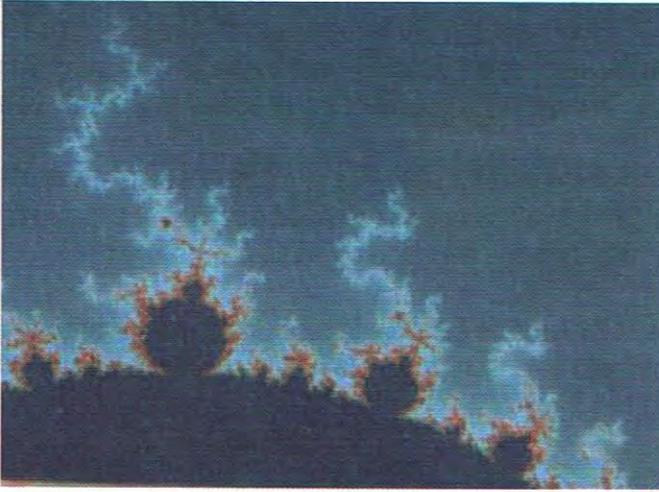


Figura 2.- Geometría fractal. Fuente: <http://www.geocities.com/serabat2001/fractal.htm>

Los objetos fractales se estudian en una nueva rama de las matemáticas, llamada geometría fractal, con la que se están realizando gran número de descubrimientos, debido al gran interés despertado y por el número de investigadores dedicados a este campo.

Algunos de ellos son: Javier Barrillo Calonge, que ha escrito obras como el libro *Geometría fractal. Algoritmos y representación* (1993). También destacan Miguel de Guzmán, Miguel Ángel Martín, Manuel Morán y Miguel Reyes, que con su obra *Estructuras fractales y sus aplicaciones* (1993), analizan la teoría fractal, centrándose en programas de representación de conjuntos.

Todos los autores basan la teoría fractal en el estudio de las formas naturales que Euclides descarta por ser "amorfas" o "informes". Es una teoría que nos permite describir e identificar muchas de las formas que nos proporciona la estructura urbana como irregulares o fragmentadas.

Esta teoría ha tenido gran relevancia en el análisis de la cartografía del espacio urbano (D. Dorling y D. Fairbairn, 1997), así como en el análisis de los transportes urbanos públicos en París (S. Appleby, 1996), y en temas relacionados con la climatología (Dauphine, A, 1998). Otros autores, como R. Wallace (1994), aplican la teoría fractal a la transmisión del sida en comunidades con características sociales específicas.

Sin embargo, y como rasgo más interesante para el tema que nos ocupa, la geometría fractal es utilizada para planear la forma de las ciudades, mostrando mediante técnicas informáticas el crecimiento de las mismas. Si este crecimiento se estudia en forma fractal, la posible irregularidad y el desorden van a desaparecer.

En definitiva, es una nueva fórmula para el planeamiento de la ciudad (Batty, M. y Longley, P.A., 1994) que nos enseña cómo es ocupado el espacio urbano y lo que es más importante, con qué densidad de población.

La Escuela de Ingenieros de Telecomunicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia ha utilizado esta técnica para la ordenación de ciudades, entre las que se encuentra Londres.³

La ordenación territorial

Conocidos los modelos de desarrollo urbano, podemos analizar cuál de ellos interesa al territorio por ordenar. Para ello, es preciso realizar dos operaciones expuestas por Molinés, G. y Cuadrado, V. (1997):

- Operación primera: Analizar la realidad del territorio o ciudad sobre la que se va actuar (operación de abstracción).
- Operación segunda: Transcodificar ese territorio o ciudad en un modelo gráfico.

En primer lugar, pues, debemos seleccionar de la realidad aquellas variables que resulten más representativas, cuidando que las elegidas sean las más importantes (Chorley, R.J. y Haggett, P, 1971). En esta operación el grado de certeza o de probabilidad es variable y las condiciones de aplicación son, en algunos casos, restringidas.

Este suele ser el mayor problema que se puede plantear, y que Molinés, G. y Cuadrado, V. (1997) lo definen como “superar el estadio descriptivo para entrar en la significación estructurante”. De cualquier forma el análisis entre la teoría y el modelo de desarrollo urbano a planificar nos debe de llevar a “elaborar un orden en el caos aparente” (D. Harvey, 1983).

3 Puede consultarse en: <http://www.etsit.upv.es/depart/dtmat/project/fractal.htm>

El interés por la ordenación territorial surge del análisis locacional del territorio y de la metodología y propósitos de la ciencia espacial (Johnston, R.J., et al., 2000). El análisis locacional estudia la disposición espacial de los fenómenos que se dan en el territorio sobre el que se va actuar y su metodología es la ciencia espacial. P. Haggett, define esta ciencia como "aquella que se basa en la función que tiene el espacio geográfico como una variable fundamental", el cual actúa tanto en la organización de la sociedad como en el comportamiento de sus miembros. En definitiva, la planificación y la ordenación del territorio tratan de promocionar la búsqueda del orden locacional como meta principal.

Como anteriormente señalábamos, es a partir de los años sesenta-setenta del siglo pasado, cuando se comenzó a estudiar la estructura urbana ordenada de un territorio. Surge una cooperación interdisciplinar entre arquitectos, ingenieros, geógrafos, urbanistas, cartógrafos, economistas, etc., que tratan de estudiar los fenómenos que participan en la ordenación territorial, así como la percepción y el comportamiento de las personas que habitan en ese medio inestable y dinámico, que es la ciudad.

Se produce una discusión, entre estos grupos de equipos profesionales, de gran profundidad conceptual sobre la organización del espacio geográfico y los modelos de desarrollo, bien en forma de "campos" continuos, o mediante la previa definición de "objetos geográficos" (Goodchild, 1992). Algunos autores llegan a la conclusión de que las transformaciones que cada hecho urbano conlleva -en las que el individuo y el grupo social son a la vez promotores y "objeto" de los cambios sucesivos-, son esencialmente históricas, pero remiten, a uno y a otro, a un intrincado complejo de relaciones, de datos, de fenómenos, que no siempre se perciben como una realidad única.

Estas reflexiones nos invitan a introducirnos más en profundidad en la ordenación territorial. Se la puede definir como la disciplina que afecta a todas las actuaciones públicas con incidencia territorial, dándole un tratamiento integrado (Gómez Orea, D., 1994). La gran diversidad de sectores relacionados a la ordenación del territorio, ha generado en la definición de esta, múltiples enfoques, reconociéndola, entre otras, como "una política, una disciplina científica o una técnica administrativa". Incluso se la considera como una "norma jurídica", en cuanto que forma parte del ordenamiento jurídico administrativo, condiciona y limita las posibilidades de actuación de los propietarios del suelo y establece el modelo territorial o la ordenación del ámbito sobre el que se actúa.

No se puede considerar como una disciplina nueva, ya que la humanidad siempre ha tratado de “ordenar” su espacio, aunque a veces se producen desequilibrios. A tal efecto, la ordenación territorial es un método planificado que trata de prevenir los problemas planteados por los desequilibrios territoriales, la ocupación y el uso desordenado.

La planificación u ordenación territorial desempeña una función básica para la sociedad, como instrumento de planificación y de asignación de un uso óptimo al territorio, teniendo en cuenta sus características propias. Utiliza, de forma multidisciplinar, conocimientos científicos en el diseño técnico del modelo territorial y en su gestión.

El profesor Campos Venutti en su obra *La administración del urbanismo* (1994), define la ordenación territorial como “la relación inseparable del urbanismo y la sociedad en cada momento”, ya que de lo que trata es de comprender los fundamentos comunes entre las personas y el territorio donde habitan y que las rodea en un determinado período urbanístico, las causas que han provocado los fenómenos característicos de ese período, y los recursos con los que la sociedad ha gestionado sus actividades urbanísticas.

Sin embargo, cada territorio está dotado de unas características propias que le hacen ser diferente a cualquier otro, y por tanto su ordenación, si se pretende que sea equilibrada, debe de servir solo para él mismo. Quizás, por este motivo, Venutti en su obra titulada *Medio siglo de urbanística en Italia* (1997), apunta:

“No quiero presentar ejemplos o modelos para nadie (...) ya que estoy profundamente convencido de que cada situación cultural y política debe encontrar en su propio interior la solución positiva a sus problemas”; a pesar de ello, afirmaba- “las cuestiones urbanísticas italianas pueden tener un particular interés para España: porque en el territorio de España como en el de Italia, el régimen inmobiliario capitalista está fundado sobre las rentas urbanas y de la construcción, que tienen un peso notable sobre el resto del sistema económico, bastante más fuerte que en otros países de la Europa occidental”.

De estas palabras se desprende la influencia e importancia que tiene la ordenación territorial, pues de una forma directa parece como si fuera el motor que impulsara a la sociedad.

Patrizia Gabellini (2001) explica que al territorio hay que considerarlo como un bien público, en el que los modos del uso de su suelo, y por tanto su planificación, deben estar subordinados a políticas de distribución de la riqueza entre regiones, sectores económicos y grupos sociales y políticos.

A este respecto, también en la *Carta europea de ordenación del territorio* de 1983, se manifiesta sobre la ordenación territorial y es definida como "la expresión espacial de las políticas económicas, sociales, culturales y ecológicas de la sociedad. Es a la vez una disciplina científica, una técnica administrativa y una política concebida como un enfoque interdisciplinario y global, cuyo objetivo es un desarrollo equilibrado de las regiones y la organización física del espacio según un concepto rector".

La ordenación territorial, según lo estipula la referida carta debe cumplir además con participación ciudadana y no un modelo impuesto por las autoridades. Igualmente, señala que debe ser global, pues debe ser coordinadora e integradora de políticas sectoriales, y funcional, ya que debe adaptarse a las distintas conciencias regionales.

En otro sentido, la ordenación del uso de los espacios urbanos, está siendo cada vez más intenso, por lo que la implementación de mecanismos de planificación y gestión en el manejo del suelo y los recursos del suelo es una necesidad cada vez más imperante, que debe contribuir a evitar el aumento de los conflictos propios de la competencia entre actividades excluyentes y proteger el medio ambiente de la contaminación ambiental y antrópica, permitiendo un desarrollo sostenible.

Se entiende por desarrollo sostenible "aquel que intenta satisfacer las necesidades de desarrollo actual de una población en su territorio, partiendo de recursos endógenos y sin que ello suponga limitar el desarrollo de generaciones futuras" (Hortelano Herrera, 1999). Esta definición es discutible, pues entendemos que se pueden satisfacer las necesidades del desarrollo de recursos que parten del exterior.

Más exacta es la exposición emitida por la Comisión Europea de Medio Ambiente (1996), que apunta cómo el desarrollo sostenible es un concepto complejo que incorpora principios de sostenibilidad, cada uno de los cuales es aplicable a las distintas modalidades de la relación naturaleza-sociedad:

- La sostenibilidad social requiere que el desarrollo aspire a fortalecer la identidad de las comunidades y a lograr el equilibrio demográfico y la erradicación de la pobreza.

- La sostenibilidad ambiental exige que el desarrollo sea compatible con el mantenimiento de los procesos ecológicos.
- La sostenibilidad económica demanda que el desarrollo sea económicamente eficiente y equitativo dentro y entre generaciones (Carrizosa, 1993).

También el término de desarrollo sostenible lleva implícito un concepto dinámico que abarca el crecimiento y desarrollo económico y social dentro de los límites determinados por la naturaleza (LEADER, Magazine nº 6, 7/94). No se trata de una teoría del desarrollo ni de un modelo de crecimiento, sino de un enfoque que es imprescindible aplicar en la ordenación territorial.

El Informe sobre los Recursos Mundiales elaborado en el año 1992 por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) enfoca el desarrollo sostenible como un proceso de ordenación que requiere un progreso simultáneo en las diversas dimensiones: económica, humana, ambiental y tecnológica.

La ordenación territorial debe tomar en consideración las tendencias y evolución a largo plazo de los aspectos económicos, sociales, culturales y ambientales que inciden en el territorio. El proceso de ordenamiento territorial, está necesariamente orientado al desarrollo sustentable, pues debe buscar favorecer el crecimiento económico, elevar las condiciones de vida de la población en pos de la equidad, y mantener viva y sólida la sustentabilidad de los ecosistemas y recursos naturales del territorio.

A este respecto, la también llamada sostenibilidad de un territorio se basa en que el planeamiento urbano pueda reconocer las funciones de ciudad, de acuerdo con las clasificaciones de suelo, urbano, urbanizable, programado industrial o residencial y suelo rústico; cuantificando las extensiones superficiales previstas y ocupadas para cada una de estas tipologías edificatorias y reconociendo la positiva integración de lo urbano en lo que antes era rústico o entorno natural, o lo que es lo mismo reconociendo la evolución urbana del territorio.

El libro verde sobre ambiente urbano que la Comisión Europea publicó en el año 1991, define estrategias de planificación urbana. Con el proyecto "Ciudades sostenibles" se trataba de hacer una reflexión sobre la compatibilidad ambiental del urbanismo en Europa y de la misma forma, el informe técnico de la Tercera Conferencia Europea sobre ciudades sostenibles que tuvo lugar en Hannover (Alemania) del 9 al 12 de febrero de 2000 estudia, en profundidad, el papel que juega el planeamiento urbanístico en una ciudad sostenible, en los aspectos social, económico y ambiental.

En definitiva, la planificación y el desarrollo urbano deben implicar una voluntad de sostenibilidad del territorio que se ordena y en todo territorio urbano debe existir un principio de prevención, por lo que se hace necesario establecer políticas conscientes de las limitaciones ambientales y hacer ver que los recursos naturales pueden llegar a alcanzar situaciones irreversibles.

Conclusiones

Lo que se busca en los modelos de planificación urbanos o en modelos de desarrollo urbanos es la representación más aproximada del mundo real, para realizar posteriormente la planificación territorial urbana y el análisis de su evolución. Sin embargo, la gran cantidad de los modelos urbanos y complejidad de su desarrollo ha hecho desaparecer los viejos principios de estructura urbana y obliga a realizar análisis de nuevos enfoques de estructuras urbanas.

En el análisis de los modelos de planificación donde se pondera la búsqueda de soluciones a los problemas urbanos, se debe concebir a las ciudades como sistemas, en los que cada unidad geográfica interrelacionada debe funcionar globalmente como un todo.

Los aspectos seleccionados de los sistemas urbanos se representan, mediante la planificación, en modelos urbanos, usando fundamentalmente datos cuantitativos que a la vez se utilizan para representar características de los sistemas.

El objetivo final de la ordenación territorial es conseguir una relación armónica entre el medio (la ciudad) y los asentamientos humanos, con el propósito de disminuir las desigualdades y lograr un desarrollo sostenible en ese territorio.

Estas consideraciones nos deben llevar a esta última conclusión: "El servicio que nos proporciona el urbanismo, la ordenación de la ciudad y del territorio nos sirve para impulsar un modelo de desarrollo urbano que sea capaz de satisfacer las necesidades sociales, ambientales y económicas, garantizando la sostenibilidad de los ecosistemas naturales".

Bibliografía

- Aldo Rossi (1995) *La arquitectura de la ciudad*. Editorial Gustavo Gili: Barcelona.
- Appleby, S. (1996) "Multifractal Characterization of the Distribution Pattern of the Human Population", *Geographical Analysis*, 28, 2, pp., 147-154.
- Bailly, A. (1978) *La organización urbana. Teorías y modelos*. IEAL: Madrid.
- Batty, M. y P. Longley (1994) *Fractal Cities*. Academia Press: Londres.
- Berroir, S. (1996) "L'espace des densités dans la ville: théories et modelisations", *L'espace géographique*, 4, pp.353-368. Géographie-Cités: Paris.
- Blanchard, R. (1911): *Grenoble*. Grenoble.
- Brunet, R. (1980) "La composición de los modelos en el análisis espacial", *L'espace géographique*, 4, pp. 253-265. Géographie-Cités: Paris.
- Campos Venutti, G. (1994) *La administración del urbanismo*. Editorial Gustavo Gili: Barcelona.
- Campos Venutti, G. (1997) "Medio siglo de urbanística en España". *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*. Universidad de Barcelona. N^o 18-26 de abril.
- Carrizosa, J. (1993) *Colombia, de lo imaginario a lo complejo. Reflexiones y notas acerca de ambiente y desarrollo y paz*. Instituto de Estudios Ambientales: Bogotá.
- Carter, H. (1987) *El estudio de la geografía urbana*. IEAL: Madrid.
- Chorley, R.J. y P. Hagget (1971) *La geografía y los modelos socioeconómicos*. IEAL: Madrid.
- Chueca Goitia, F. (1998) *Breve historia del urbanismo*. Alianza Editorial: Madrid.
- Claval, P. y Wieber, J.C. (1969) "La cartographie thématique comme méthode de recherche", *Cahiers de Géographie de Besançon*, 18-19. 2 vols.: I, 188 pp.; II (documents), 125 pp.

Córdoba, J. (1999) "Elementos para la definición de un modelo de red de transportes en España". En: J. Antón (Ed). *La geografía de los servicios en España*. Universidad Complutense de Madrid, Asociación de Geógrafos Españoles: Madrid.

Dauphine, A. (1998) *Chaos, fractales et dynamiques en géographie*. GIP RECLUS: París.

Dorling, D. y Fairbairn, D. (1997) *Mapping ways of representing the world*. Addison Wesley Longman Limited: Londres.

Estébanez, J. (1988) *Geografía humana*. Cátedra: Madrid.

Gabellini, P. (2001) "Planificación del territorio y del ambiente", *Técnicas urbanísticas*. Carocci: Roma.

García Bodega, A. (2007) *Guadalajara y los ingenieros militares*. Colegio Oficial de Arquitectos de Castilla, La Mancha: Guadalajara.

Gómez Orea, D. (1994) *Ordenación del territorio: una aproximación desde el medio físico*. Instituto Tecnológico Geominero: Madrid.

Goodchild, M.F. (1992) "Geographical information science" *International Journal of Geographical Information Systems*, vol. 6, No. 1, pp.31-45.

Haggett, P. (1988) *Geografía, una síntesis moderna*. Omega: Barcelona.

Harris, C.D. (1975) *Modelos de desarrollo urbano*. OIKOS-TAU: Barcelona.

Harvey, D. (1983) *Teorías, leyes y modelos en geografía*. Alianza Editorial: Madrid.

Johnston, R.J. et al (2000) *Diccionario Akal de geografía humana*. Akal: Madrid.

Longley, P.A. y V. Mesev (1999) "On the measurement and generalisation of urban form", *Environment and Planning A*, 32(3) pp. 473 – 488.

Lynch, Kevin (1998) *La imagen de la ciudad*. Editorial Gustavo Gili: México.

Mandelbrot, B. (1997) *La geometría fractal de la naturaleza*. Tusquest: Barcelona.

Molines, G. y V. Cuadrado (1997) "La modélisation et la géographie enseignée", *L'Information Géographique*. 61, pp. 144-153.

Pavolini, M. (1997) "L'utilizzazioni dei modelli in Geografia." *Geografia nelle Scuole*, Anno XIII, 4, pp. 98-104.

Ratcliff, R.V. (1949) "Urban Land Economics", *Economic Journal*, vol. 60.

Ratzel, F. (1891) "Anthropogeographie" citado por Chabot, G, *Les villes*. A. Colin, 1948. Labor: Barcelona.

Wallace, R. (1994) "A fractal model of HIV transmission on complex socio-geographic networks. Part 2: Spread from a ghettoized 'core group' into a 'general population'", *Environment and Planning A*, 26, pp. 767-778.

LA MAESTRÍA EN ORDENAMIENTO Y GESTIÓN DEL TERRITORIO Y LOS PROYECTOS DE VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD

Msc. Vilma Lorena Ochoa López
Universidad Nacional Autónoma de Honduras
Maestría en Ordenamiento y Gestión del Territorio
vl_ochoa@yahoo.com.mx

Resumen

En el programa de Maestría en Ordenamiento y Gestión del Territorio (MOGT) de la Facultad de Ciencias Espaciales (FACES/UNAH), las actividades de vinculación con la sociedad constituyen un eje fundamental del pensum académico y/o son parte de los requisitos de graduación establecidos por la universidad. En la MOGT, las actividades de vinculación se realizan a través del servicio social comunitario y la práctica profesional aplicada al ordenamiento territorial, actividades orientadas a la aplicación de los conocimientos adquiridos en casos reales de ordenamiento territorial. Para la Segunda Promoción (MOGT2), las autoridades del programa establecieron como área de intervención el departamento de Francisco Morazán y los veintiocho municipios que lo conforman. El proceso de vinculación universidad-sociedad de la MOT2, comprendió cuatro etapas: a) Generación del sistema de información territorial para cada uno de los municipios y el departamento b) Conformación de la unidad técnica departamental de ordenamiento territorial c) Capacitación al personal técnico municipal en el uso del sistema de información territorial, y d) Elaboración y validación del diagnóstico y propuesta de zonificación municipal.

La MOGT2 a través de sus actividades de vinculación, brindó asistencia a la gobernación y las municipalidades del departamento de Francisco Morazán. Los principales resultados fueron: a) veintiocho SIG municipales y un SIG departamental, b) una propuesta de organización de la unidad técnica de ordenamiento territorial, c) manuales para la manipulación de los sistemas de información geográfica de los municipios y del departamento de Francisco Morazán d) veintisiete técnicos municipales capacitados, y e) catorce municipios con diagnósticos y propuestas de zonificación municipal. En conclusión, a través del modelo de vinculación con la sociedad establecido para la MOGT2, se beneficiaron las instituciones locales, sin embargo, es importante monitorear y analizar la apropiación de los productos recibidos por las instituciones beneficiarias.

Palabras clave: Vinculación con la sociedad, SIG, capacitación, validación, propuestas de ordenamiento territorial.

Abstract

In the Master of Planning and Land Management (MOGT) of Faculty of Spatial Sciences (FACES / UNAH), link activities with the society is a cornerstone of the academic curriculum and / or are part of the graduation requirements established by the university. In the MOGT link activities are conducted through the Community Social Service and Professional Practice Applied to Land, activities aimed at the implementation of the acquired knowledge on actual land use. For the Second Promotion (MOGT2), the authorities established as program intervention area the Department of Francisco Morazán and the 28 municipalities that comprise it. The process of link university – society MOGT2, comprised four stages: a) Generation of the Territorial Information System for each of the municipalities and the Department, b) Formation of the Technical Unit Department of Land, c) Training technical staff use municipal Land Information System, and d) Development and Validation of the Diagnostic and Municipal Zoning Proposal. The MOGT2 through its link activities, I provide assistance to the Government and the Municipalities of the Francisco Morazán Department, and the main findings were: a) twenty-eight (28) Municipal GIS and GIS Department, b) a proposal for Organization Technical Unit of Land, c) manual handling of Geographic Information Systems of the municipalities and the Department of Francisco Morazán, d) 27 trained local technicians, e) 14 Municipalities with Diagnostics and Municipal Zoning Proposals. In conclusion, through the model of connection with society established for MOGT2, benefit local institutions, however

it is important to monitor and analyze the appropriation of the products received by the beneficiary institutions.

Keywords: Bonding with the company, GIS, training, validation, land management proposals

Introducción

La Maestría en Ordenamiento y Gestión del Territorio (MOGT), es un programa académico de la Facultad de Ciencias Espaciales, que se desarrolla conjuntamente con el Departamento de Geografía de la Universidad de Alcalá de Henares, España. El programa académico cumple con los objetivos de docencia, investigación y vinculación con la sociedad.

Las actividades de vinculación universidad-sociedad para la MOGT, representan un trabajo de aplicación que puede implicar el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), la percepción remota y sus tecnologías asociadas, desarrollado en base a casos reales de administración y gestión territorial, en zonas de interés geográfico, sectorial y/o temático, y que se aborda a través de dos vías: el Servicio Social Comunitario (SSC) y la Práctica Profesional aplicada al Ordenamiento Territorial (PPOT).

Para los estudiantes de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), el SSC es una actividad de vinculación que se implementó en 1998, como una de las respuestas de la UNAH a la crisis generada por el paso del huracán Mitch. Posteriormente, el Consejo Universitario lo instituyó como un requisito de graduación de todo el estudiantado de la UNAH. La PPOT es un componente del plan de estudios de la MOGT (UNAH/UAH, 2005), consiste en desarrollar trabajos de aplicación elaborados en base a casos reales de administración y gestión territorial a nivel nacional, regional, municipal y particularmente en zonas de interés geográfico y/o sectorial o temático, implicando el uso de SIG y sus tecnologías asociadas, incluyendo trabajo de campo.

En julio de 2009, la dirección académica del programa a partir la segunda promoción (MOGT2), define como eje fundamental para la vinculación con la sociedad proporcionar apoyo técnico a las instituciones que dirigen o trabajan en el campo del ordenamiento territorial en el país; establece alianza estratégica con el Consejo

Departamental de Ordenamiento Territorial (CODOT) del departamento de Francisco Morazán; y selecciona al departamento como el territorio piloto para el desarrollo de las actividades de vinculación con la sociedad.

Objetivo: Colaborar con el Consejo Departamental de Ordenamiento Territorial de Francisco Morazán (CODOT-FM) en el desarrollo de la agenda propuesta de ordenamiento territorial 2009-2010, particularmente en el eje referido a la elaboración, actualización y seguimiento de los planes municipales de ordenamiento territorial de los veintiocho municipios del departamento, incluyendo la conformación y puesta en funcionamiento de una Unidad Técnica de Ordenamiento Territorial (UDOT).

Área de Estudio

El departamento de Francisco Morazán se ubica en la región central de la República de Honduras, su cabecera departamental es el Distrito Central, conformado por las ciudades de Tegucigalpa y Comayagüela (Figura 1). Limita al norte con los departamentos de Yoro, Comayagua y Olancho, al sur con Olancho y el Paraíso, y al oeste con los departamentos de Comayagua y la Paz. Fue fundado el 28 de junio de 1825 con una extensión territorial de 8,618.78 km². Cuenta con una población de 1,433,810 ha., estimada a partir del censo de población y vivienda del año 2001. El departamento está conformado por 28 municipios, 245 aldeas y 2300 caseríos (INE, 2001; IGN-SOPTRAVI, 1987).

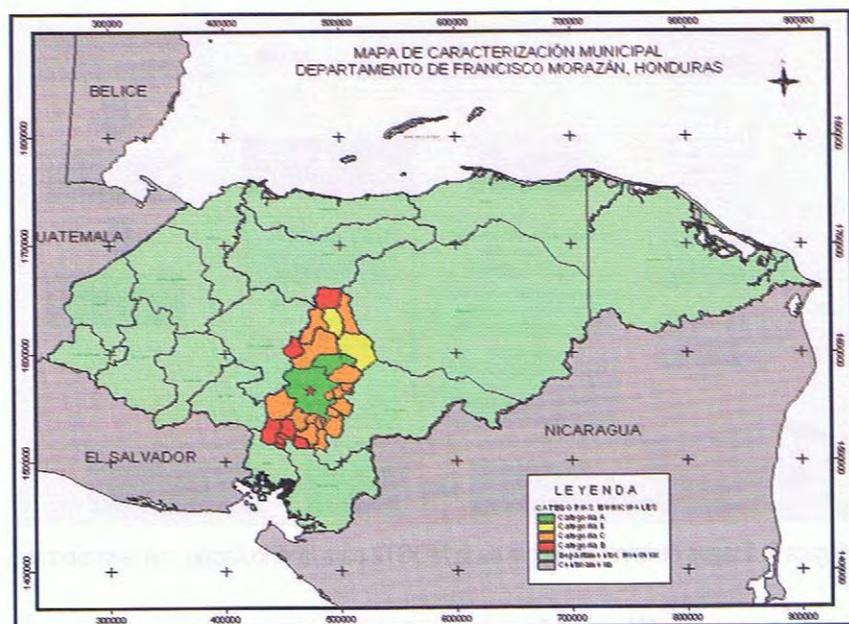


Figura 1. Ubicación del departamento de Francisco Morazán. Fuente: Pineda de Carías y Jiménez, 2010.

Metodología

La vinculación con la sociedad de la MOGT2 se realizó en dos grandes etapas: el servicio social comunitario y la práctica profesional aplicada al ordenamiento territorial, que comprendieron las fases de 1) sensibilización y registro, 2) ejecución, y 3) divulgación y entrega de resultados.

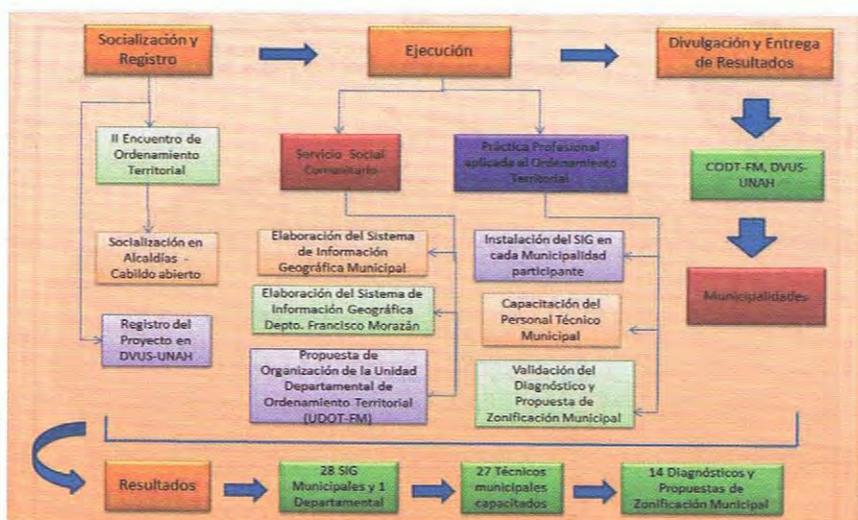


Figura 2. Etapas de la metodología de la MOGT2 para la vinculación con la sociedad.

Fase de sensibilización y registro

Consistió en la socialización de la propuesta del proyecto con los diferentes actores: CODOT-FM, alcaldes municipales y los estudiantes MOGT2. En colaboración con la gobernación política departamental y Dirección de Vinculación Universidad - Sociedad (DVUS), se organizó una jornada de trabajo con participación de alcaldes, personal técnico de catastro y medio ambiente y representantes de los veintiocho municipios del departamento, miembros del CODOT-FM, los estudiantes de la MOGT2, autoridades de la DVUS y profesores de la MOGT.

Con la finalidad de alcanzar una mejor eficiencia se decidió regionalizar el departamento en tres áreas de trabajo: 1) Municipios del sur de Francisco Morazán: Alubarén, Curarén, La Libertad, La Venta, Maraita, Nueva Armenia, Ojojona, Reitoca, Sabanagrande, San Buenaventura, San Miguelito y Santa Ana 2) Municipios del centro de Francisco Morazán: Distrito Central, Santa Lucía, Valle de Ángeles, Villa de San Francisco, Tatumbla, San Antonio de Oriente y Lepaterique, y 3) municipios del norte de Francisco Morazán: Marale, El Porvenir, San Ignacio, Orica, Vallecillo, Cedros, Guaymaca, Talanga y Cantarranas (antes San Juan de Flores).

Los estudiantes realizaron visitas a las alcaldías municipales con la finalidad de familiarizarse con la región, presentar el proyecto a las autoridades municipales y dar a conocer la propuesta de proyecto de vinculación. En las municipalidades, se

socializó el proyecto de vinculación con las corporaciones municipales y en algunas municipalidades, en asamblea de cabildo abierto, se discutió la aceptación de la participación de la municipalidad en el proyecto.

Registro del proyecto: La inscripción oficial del proyecto de vinculación se realizó siguiendo los lineamientos y formatos establecidos por la DVUS/UNAH.

Fase de ejecución: El apoyo técnico que el programa de maestría proporcionó al CODOT-FM y las municipalidades, se ejecutó en dos etapas del proyecto:

1. Servicio Social Comunitario (SSC), realizado de octubre a diciembre de 2009.
2. Práctica Profesional aplicada al Ordenamiento Territorial (PPOT), desarrollada en el periodo de marzo a julio de 2010.

Durante la ejecución del proyecto los estudiantes MOGT2 fueron responsables de:

1. Colaborar con la organización y puesta en funcionamiento de la unidad técnica departamental de ordenamiento territorial
2. Colaborar con las corporaciones municipales en la recopilación y sistematización de la información territorial.
3. Capacitar al personal municipal responsable del manejo de la información territorial.
4. Elaboración de los diagnósticos municipales, la zonificación municipal, y la preparación, actualización y seguimiento de los planes municipales de ordenamiento territorial.

El número de estudiantes participantes fue de dieciocho (18) en SSC y catorce (14) en PPOT.

Los datos utilizados en la sistematización de la información territorial fueron los disponibles en el SIG de la Facultad de Ciencias Espaciales (antes Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa OACS/UNAH), información sectorial disponible en el CODOT e información procedente de las mismas municipalidades.

Las actividades que se desarrollaron en la PPOT, tuvieron como base los resultados alcanzados en el SSC y en las asignaturas de CTE-541 Administración del Territorio y CTE-542 Planificación Territorial del Ciclo de Ordenamiento Territorial. En los casos correspondientes, los estudiantes realizaron la verificación de campo.

Fase de divulgación y entrega de resultados: Esta consistió en presentar a las autoridades municipales, de la gobernación política, del CODOT-FM, y de la Dirección de Vinculación Universidad – Sociedad/UNAH los productos alcanzados a través del SSC y la PPOT. Esta fase se cumplió en dos momentos: 1) En 2009, cuando se entregaron los resultados del SSC y, 2) En 2010, al finalizar la PPOT.

Resultados

Los resultados alcanzados en el proyecto de vinculación con la sociedad de la MOGT2, se agrupan en dos categorías de resultados: 1) del servicio social comunitario, y 2) de la práctica profesional aplicada al ordenamiento territorial.

Del Servicio Social Comunitario (SSC)

Los estudiantes MOGT2 trabajaron la información territorial de los veintiocho municipios del área de estudio y se alcanzaron cuatro resultados:

1. **El sistema de información geográfica municipal.** Se elaboraron los sistemas de información geográfica de los veintiocho municipios del departamento de Francisco Morazán; los SIG municipales comprendían información sobre cartografía básica, asentamientos humanos, aspectos biofísicos, aspectos económicos, infraestructura, equipamiento y servicios, gestión de riesgos (Figura 3). Los SIG fueron entregados en versión digital (DVD) e instalados en la computadora de la gobernación departamental de Francisco Morazán; además se depositó una copia en la DVUS/UNAH.
2. **Sistema de información geográfica del departamento de Francisco Morazán.** Partiendo de los sistemas de información geográfica de los veintiocho municipios se obtuvo el SIG del departamento.
3. **Manual para la manipulación de los sistemas de información geográfica de los municipios y del departamento de Francisco Morazán.** Documento que representaba una guía paso a paso, para instalar el software ArcReader, la instalación del SIG y por último como cargar las vistas para su visualización, consultas e impresión.
4. **Propuesta de Organización de la Unidad Departamental de Ordenamiento Territorial de Francisco Morazán (UDOT-FM).** Un grupo de cuatro estudiantes fue responsable de la elaboración de la propuesta, que contenía: a) detalle y

términos de referencia de personal técnico y de servicio, perfil de cada uno de los puestos propuestos; b) lineamientos generales para la organización de la UDOT (instalaciones, equipos de oficina, audiovisual, de computación y de comunicaciones, software y materiales), y c) estimación del presupuesto mensual promedio para el funcionamiento de la unidad.

Los productos elaborados en el SSC fueron depositados en la gobernación departamental de Francisco Morazán, el CODOT-FM y la DVUS-UNAH, entregados en formato DVD e instalados en el equipo designado por la gobernación departamental.

0812 Nueva Armenia

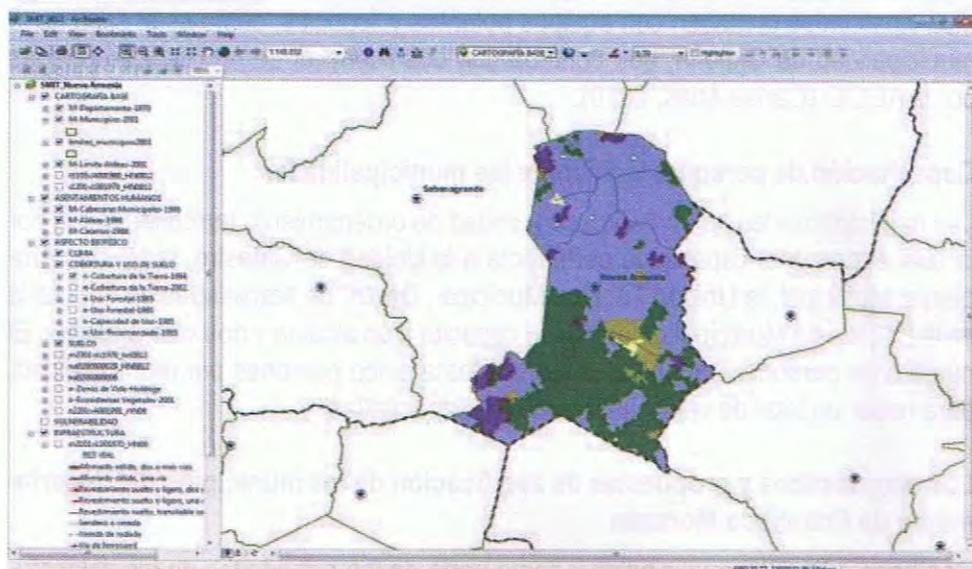


Figura 3. Ejemplo de una de las imágenes del SIG del municipio de Nueva Armenia

De la Práctica Profesional aplicada al Ordenamiento Territorial (PPOT)

En esta etapa solo participaron catorce estudiantes y cada uno fue responsable de un municipio en particular. Los municipios participantes y beneficiarios de los resultados de la PPOT fueron: Alubarén, Cantarranas, Curarén, Distrito Central, El Porvenir, Guaymaca, La Venta, Maraita, Marale, Ojojona, Sanagrande, Santa Lucía, Valle de Ángeles y Vallecillo. Los resultados alcanzados en esta etapa fueron:

Instalación del Sistema de Información Geográfica (SIG) en cada municipalidad participante

Los SIG municipales fueron diseñados en formato ArcGis 9.2, la mayoría de las municipalidades no contaban con la licencia ni con los recursos para adquirir el software, razón por la cual el SIG fue instalado en formato AcrReader o gvSIG (Velásquez González, 2010). Además, se entregó en cada municipalidad un manual o guía de usuario del SIG.

Se instalaron catorce SIG en las municipales participantes. La disponibilidad y características del equipo de cómputo fue variable de una municipalidad a otra, en algunas el equipo era muy básico y/o se encontraba subutilizado, en cambio otras municipalidades contaban con equipos potentes y licencias, como es el caso de la municipalidad de Ojojona, que contaba con dos licencias de ArcGis 9.2 donadas por la AECID (Carías Arias, 2010).

Capacitación de personal técnico de las municipalidades

Las municipalidades no contaban con unidad de ordenamiento territorial, razón por la cual el personal capacitado pertenecía a la Unidad de Catastro, la Unidad Ambiental Municipal, la Unidad Técnica Municipal, Depto. de Administración Tributaria y la Secretaría Municipal; además, se capacitó a un alcalde y dos vice-alcaldes. El número de personas capacitadas fue de dos a cinco personas por municipalidad, para hacer un total de veintisiete personas capacitadas.

Los diagnósticos y propuestas de zonificación de los municipios del departamento de Francisco Morazán

Con base a los SIG municipales y como parte de las actividades de las asignaturas CTE-541 Administración del Territorio y CTE-542 Planificación Territorial, se elaboraron catorce diagnósticos municipales y catorce propuestas de zonificación municipal. En cada municipalidad se validaron los diagnósticos y las propuestas de zonificación correspondiente.

Los productos alcanzados en la PPOT fueron entregados en formato impreso y digital a los alcaldes municipales e instalados en los equipos asignados para estos fines.

Conclusiones

La vinculación con la sociedad es un eje importante en la formación de los estudiantes. Permite la interacción de los estudiantes con instituciones que participan en la implementación de los procesos de ordenamiento territorial.

El SSC y la PPOT constituyen un modelo de vinculación con la sociedad integral donde se benefician las instituciones locales participantes. El proyecto de vinculación de la MOGT2 alcanzó resultados satisfactorios. En el SSC, se alcanzaron todos los resultados propuestos: el SIG de los veintiocho municipios y el SIG departamental, la propuesta de conformación de la unidad técnica de ordenamiento territorial y los manuales de manipulación de los SIG. Igualmente, en la PPOT, se instaló el SIG en las catorce municipalidades participantes, se capacitó al personal técnico y se entregaron los diagnósticos y propuestas de zonificación territorial validadas.

La metodología implementada para la vinculación – universidad sociedad de la segunda promoción de la MOGT es replicable y puede ser validada en próximas promociones del programa académico, además permitiría dar seguimiento al trabajo iniciado y esto contribuiría a la solución de otras necesidades de las instituciones participantes.

Bibliografía

Carías Árias, A. (2010) *Informe de Práctica Profesional aplicada al Ordenamiento Territorial en el municipio de Ojojona, Francisco Morazán*. UNAH: Tegucigalpa.

IGN-SOPTRAVI (1987) *Mapa del departamento de Francisco Morazán: División política territorial departamental*. SOPTRAVI: Tegucigalpa.

INE (2001) *Censo de población y vivienda*. Instituto Nacional de Estadística: Tegucigalpa.

Pineda de Carías, M.C. (2009) *Segunda jornada de trabajo de la agenda de gestión y promoción de ordenamiento territorial del departamento de Francisco Morazán*. Documento de Trabajo SGJ-Gobernación Departamental de Francisco Morazán/ UNAH: Tegucigalpa.

Pineda de Carías, M.C. (2009) *Programa general del proyecto de servicio social comunitario. Promoción MOGT2*. Maestría en Ordenamiento y Gestión del Territorio.

Pineda de Carías, M.C. y A. Jiménez (2010) *Informe de proyecto de servicio social comunitario. Promoción MOGT2*. Informe Técnico. Maestría en Ordenamiento y Gestión del Territorio. UNAH: Tegucigalpa.

UNAH (s.f.e.) *Reglamento interno de la práctica profesional aplicada al ordenamiento territorial de la maestría en ordenamiento y gestión del territorio*. UNAH: Tegucigalpa.

UNAH-UAH (2005) *Plan de estudios de la carrera de Ordenamiento y Gestión del Territorio en el grado de maestría*. UNAH: Tegucigalpa.

Velásquez González, M.A. (2010) *Informe de Práctica Profesional Aplicada al Ordenamiento Territorial en el municipio de Sabanagrande, Francisco Morazán*. UNAH: Tegucigalpa.

MODELO DE REALIDAD VIRTUAL DEL CENTRO HISTÓRICO DEL DISTRITO CENTRAL BASADO EN ANÁLISIS ESPACIAL CON SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (PARTE II)

Eduardo L. Moreno Segura

Departamento de Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica,
Facultad de Ciencias Espaciales, Universidad Nacional Autónoma de Honduras.
eddmorse7@gmail.com

Resumen

El presente proyecto es la continuidad al proyecto *Modelo de realidad virtual del centro histórico del Distrito Central* basado en análisis espacial con el SIG para la gestión de centros históricos desarrollado en el marco de la beca básica de investigación No.07-BBI-2007, patrocinada por la Dirección de Investigación Científica de la UNAH. El propósito de este proyecto es mostrar recorridos interactivos y de realidad virtual en 3D referentes al estado de conservación de las principales edificaciones consideradas patrimonio histórico y arquitectónico dentro del límite del centro histórico del Distrito Central. Con el fin, además, para proponer y promover proyectos de conservación educativos y turísticos así como de mejoramiento y desarrollo que tengan dentro de su área de estudio el centro histórico de Tegucigalpa y Comayagüela. En esta nueva fase del proyecto, se incorpora como área de estudio y aplicación metodológica, las edificaciones comprendidas dentro del campus de la Ciudad Universitaria, con miras a contribuir al proceso de plan maestro de desarrollo físico de la UNAH, ordenamiento territorial y gestión de los mismos.

La visualización fotorrealística 3D se aplica a áreas como la arquitectura, arqueología, cartografía, ingeniería civil, medicina, entre otras, y como herramienta de investigación, conservación, gestión y divulgación de patrimonio histórico y turístico. Tal es el caso de los modelos generados en este proyecto, los cuales pueden ser usados por técnicos y restauradores con el fin de hacer estudios, análisis o futuras predicciones sobre planes de actuación.

Palabras clave: Centro histórico, realidad virtual, modelo 3D, sistemas de información geográfica.

Abstract

This project is to continue the project virtual reality model of the Central District Historical Center based on spatial analysis with GIS for the Management of Historic Centres developed in the framework of the Basic Research Grant No.07-2007 BBI-sponsored Scientific Research Directorate of the UNAH. The purpose of this project is to show paths of virtual reality and interactive 3D, concerning the state of conservation of the main buildings considered historic architectural heritage within the limits of the Central District Historical Center also serve to propose and promote conservation projects, educational and tourism as well as improvement and development that are within your area of study the History Center Comayagüela Tegucigalpa and also in this new phase of the project is incorporated as an area of study and methodological application to buildings on campus including the City University in order to contribute to the process of physical development master plan of the UNAH, Land Planning and managing them.

The 3D photorealistic visualization is applied in areas such as architecture, archeology, cartography, civil engineering, medicine among others, and as a tool for research, conservation, management and dissemination of cultural heritage and tourism. Such is the case of the models generated in this project, which can be used by technicians and restorers in order to make studies, analyzes or predictions about future action plans.

Keywords: Historical center, virtual reality, 3D model, GIS

Introducción

La investigación -importante activo capaz de hacer avanzar el desarrollo de metodologías que integran las tecnologías de información y de visualización en 3D aplicadas al ámbito de variedad de disciplinas como son la arquitectura, la historia, la planificación urbana, ordenamiento territorial o simplemente aplicadas al conocimiento de la ciudad-, es nuestro punto de partida en este trabajo.

Se sabe que las tecnologías de realidad virtual compatibles con las de un Sistema de Información Geográfica (SIG), proporcionan a los investigadores la infraestructura fundamental para comenzar a construir ciudades virtuales que pueden recrear un entorno interactivo de simulación y análisis de los lugares urbanos con auténtico realismo, y a la vez pueden integrar todo el conjunto de parámetros medioambientales (físicos sociales y económicos) que requiere la planificación urbana.

En esta nueva fase del proyecto *Modelo de realidad virtual del centro histórico del Distrito Central basado en análisis espacial con Sistemas de Información Geográfica, parte II*, aplicamos la metodología diseñada a nuevas áreas de estudio como ser el campus de Ciudad Universitaria de la UNAH, obteniendo modelos tridimensionales y fotorrealistas cuyos aportes de información contribuirían a las investigaciones y proyectos desarrollados para el ordenamiento territorial, la gestión, conservación de edificios y desarrollo del centro histórico, así como la posibilidad de verlos proyectados de una forma comprensible e interactiva, dando paso a una buena promoción y divulgación educativa en diferentes niveles del conocimiento.

Metodología

Basado en la metodología desarrollada en la primera fase de este proyecto, se aplicó la misma de la siguiente manera:

Identificación y selección del área de estudio

En esta nueva fase del proyecto se seleccionaron dos áreas de estudio para la aplicación de la metodología:

Centro histórico de Tegucigalpa: Se añadió a los trabajos en el centro histórico del Distrito Central de Honduras hechos en la primera fase del proyecto. Las edificaciones fueron seleccionadas por su relevancia y trascendencia histórica. Estas fueron: edificio de la Catedral de Tegucigalpa, Iglesia "Los Dolores" de Tegucigalpa,

antigua Casa Presidencial (Museo Histórico de la República), Teatro Nacional "Manuel Bonilla" y el edificio del Congreso Nacional.

Ciudad Universitaria (UNAH): En esta nueva fase del proyecto, se agregó como área de estudio los edificios más emblemáticos dentro del campus Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (antigua nomenclatura de edificaciones): Vicerrectoría de Orientación y Asuntos Estudiantiles (VOAE), edificio de Registro, Auditorio Central, edificio de Química y Farmacia, edificio 1, Facultad de Derecho, edificio L1, edificio L2, Facultad de Ciencias Económicas, edificio 6, edificio de aulas 4A y 4B, edificio administrativo, Facultad de Ciencias Espaciales (FACES)⁴.

Levantamiento, ubicación geográfica y fotografías de fachadas de todas las edificaciones seleccionadas en el área de estudio

En esta actividad se realizó un trabajo de campo donde fue necesario fotografiar (Figura 2.1) y medir cada una de las edificaciones dentro del campus universitario; se evitó en la mayor medida la perspectiva visual, para solamente capturar los detalles en forma *orthogonal*. En los casos en que fue posible, se solicitaron los planos de fachadas de las edificaciones y monumentos para una mejor proyección. Para las edificaciones seleccionadas en el centro histórico este proceso ya se había realizado en la primera parte del proyecto.

4 En la actualidad, la nomenclatura de los edificios es la siguiente: Edificio de Química y Farmacia (E1), edificio 1 (A1), edificio L1 (B1), edificio L2 (B2), edificio 6 (C3), edificio de aulas 4A (F1) y 4B (D1). Se puede ver el mapa completo más adelante.

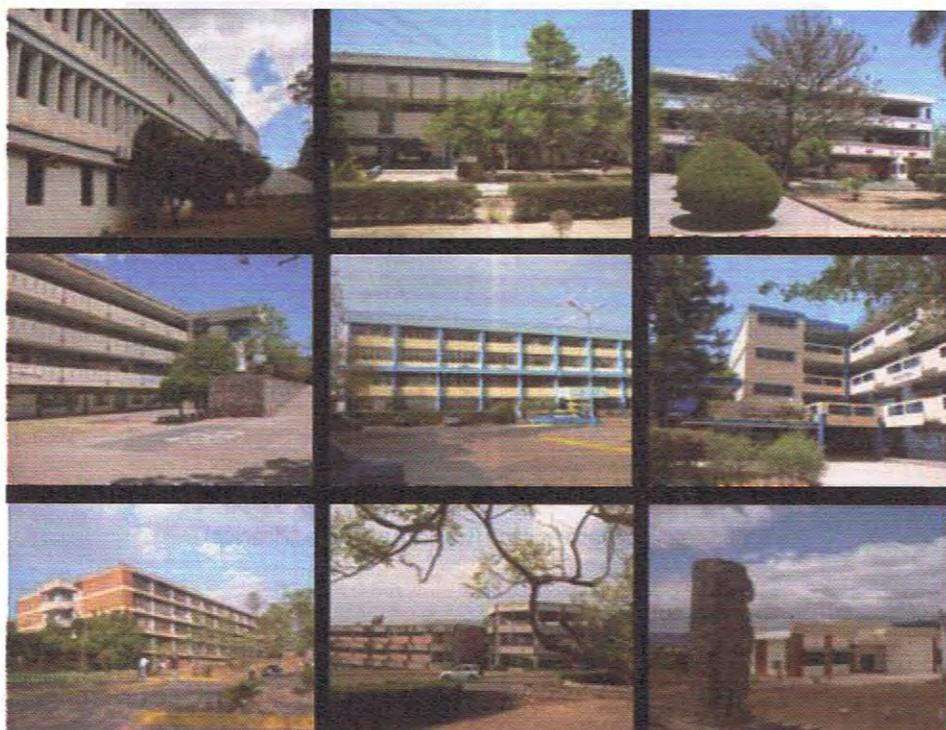


Figura1.- Fotografías de edificios dentro del campus universitario

Proceso de edición de imágenes de fachadas (ortorrectificación y limpieza digital de imágenes)

Luego de tomadas las fotografías, fue necesario seleccionarlas para posteriormente procesarlas digitalmente y transformar la proyección de perspectiva a proyección plana. Después se les dio una limpieza digital con un programa de edición de imágenes (Adobe Photoshop o Corel PhotoPaint) con el objetivo de eliminar de la fotografía todo elemento que dificulte la visibilidad y apreciación clara de la fachada (Figura 2).



Figura 2.- Izquierda: fotografía original (perspectiva).
Derecha: fotografía editada (limpieza y ortorrectificación)

Digitalización de fachadas

Se digitalizaron de manera precisa todas las fachadas, considerando la escala, componentes y detalles arquitectónicos. Esto se hizo haciendo uso de un programa CAD (Figura 3).

En esta etapa se hizo uso del documento *Levantamiento e inventario de los edificios de la Ciudad Universitaria*, proporcionado por la VOA E, en el cual se muestran las características físicas de cada edificio dentro de la UNAH. También se utilizó, en los casos que fue necesario, la información vectorial del SIG del Departamento de Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica en la Facultad de Ciencias Espaciales.

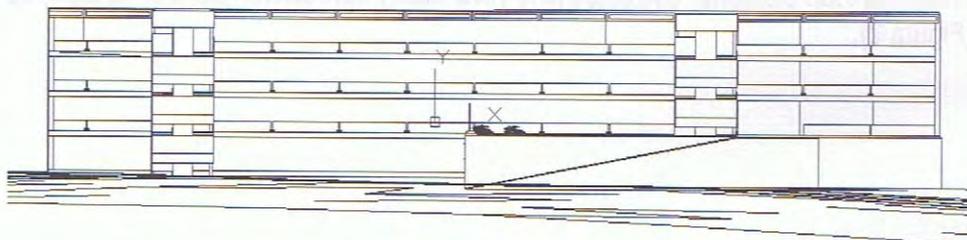


Figura 3.- Digitalización de fachadas mediante sistema CAD (edificio de Derecho UNAH)

Generación de volúmenes en 3D

En esta actividad se generó el volumen de cada edificación (Figura 4) a partir de la planta de techos digitalizada para cada edificio. Esto se realizó utilizando el programa Sketchup 7.0, en el cual se importó previamente el MDT desde Google Earth, lo que permitió referenciar cada planta de edificios a un sistema de coordenadas real.

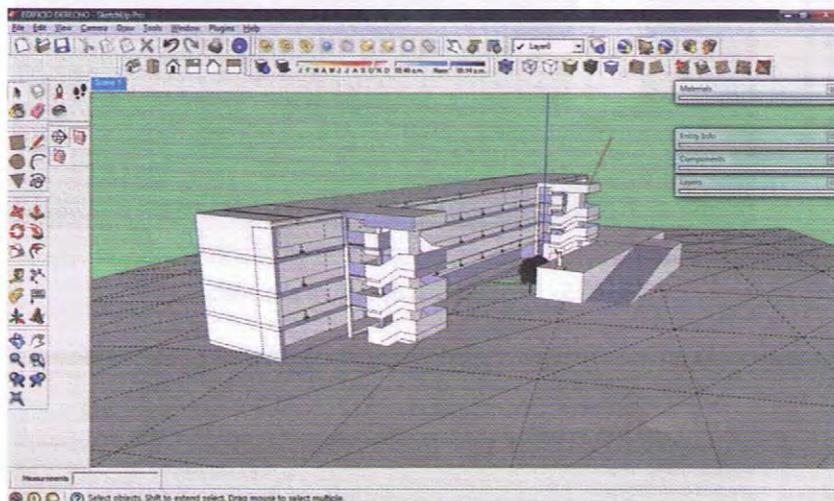


Figura 4.- Modelado 3D del edificio de la Facultad de Derecho

Renderizado de materiales y texturas fotográficas rectificadas

Una vez generado el volumen del edificio, se procedió a importar las texturas de cada fachada desde las fotografías editadas hasta cada una de las caras del modelo ajustando su posición y escala (Figura 5).

Luego se procedió a ocultar las aristas de la geometría del modelo con la opción "Hidden Geometry" del programa Sketchup (Figura 6).

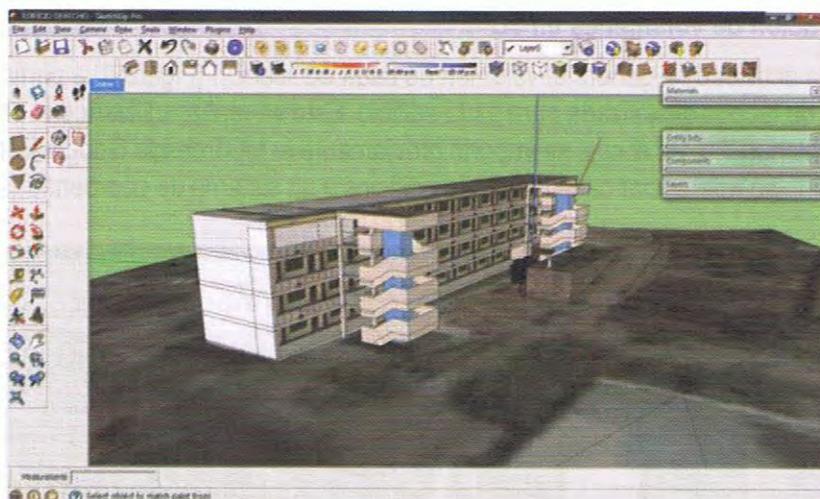


Figura 5.- Incorporación de textura al modelo

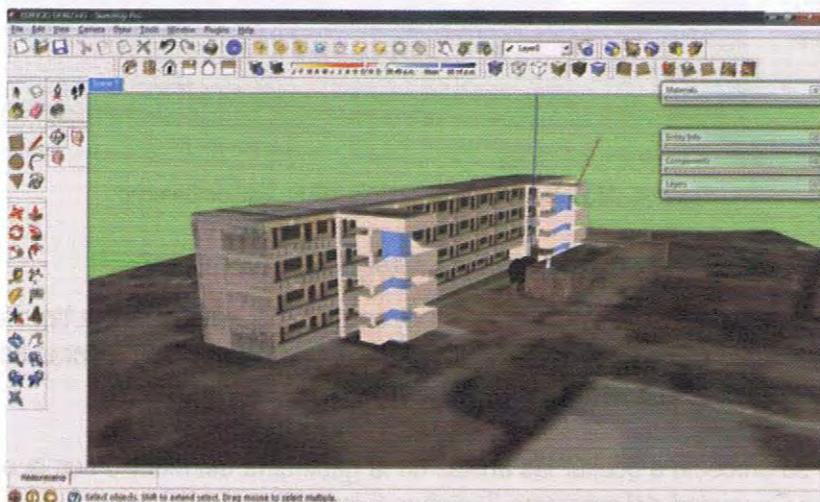


Figura 6.- Modelo con geometría oculta

Además de lo anterior, fue necesario depurar todos los elementos duplicados e innecesarios generados durante el modelado así como los *layers* o capas que no se utilizan, esto con el propósito de reducir lo más posible el tamaño del archivo.

Completado de la escena

Se procedió a la creación y edición de diferentes entornos: desde fondos artificiales con una determinada iluminación, hasta entornos reales construidos en base a mo-

delos de elevación que representan fielmente la orografía del terreno. En este caso se utilizó el entorno tridimensional y fotorrealista de la plataforma *Google Earth*, donde se puede percibir el horizonte montañoso de la zona (Figura 7).

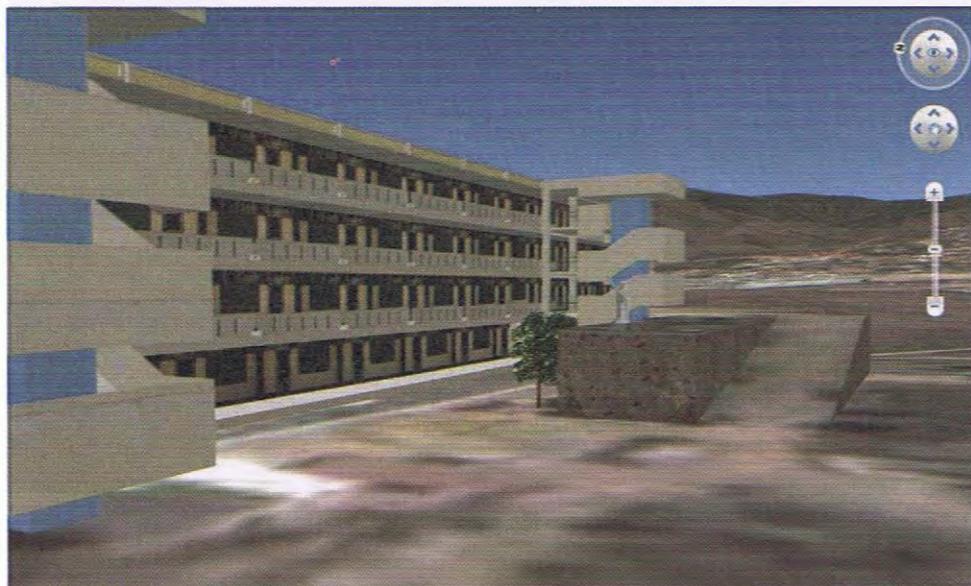


Figura 7.- Entorno fotorrealista del modelo proporcionado en la plataforma de Google Earth

Incorporación al SIG de los modelos tridimensionales de edificaciones

En esta etapa se procedió a exportar los volúmenes 3D de las edificaciones al modelo de terreno desarrollado en el SIG. Para esto se utilizaran puntos (X, Y) de ubicación en cada una de ellas, definidas en un sistema de coordenadas, el cual puede estar asociado a un determinado modelo 3D: sistema local, o a un grupo de modelos 3D: sistema global, que nos permitirán cualquier manipulación espacial: rotación, escalado y traslación de los mismos (Figura 8).

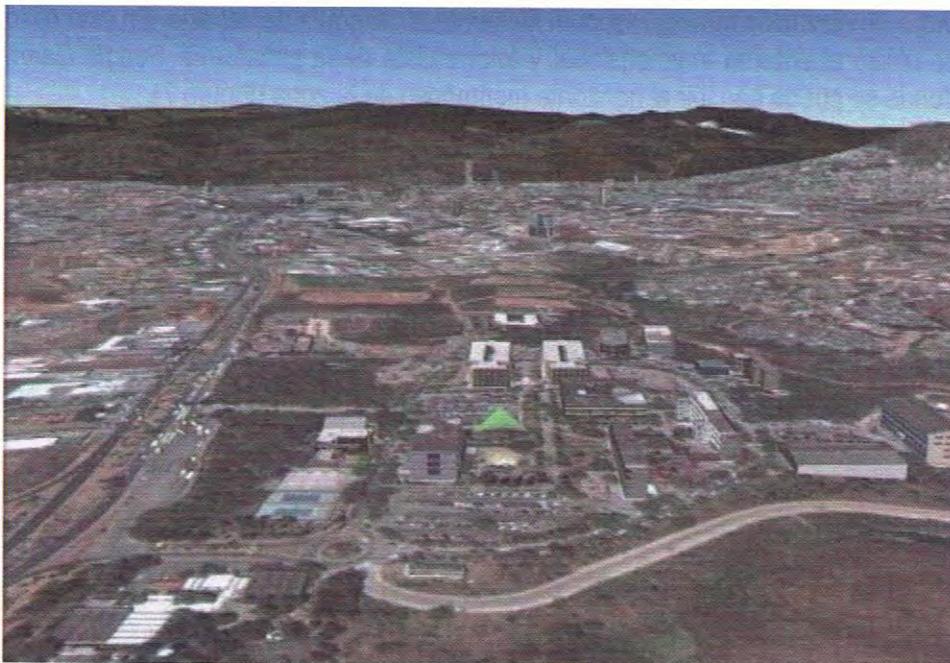


Figura 8.- Incorporación a modelo digital de terreno

Tomas del movimiento y recorridos sobre el modelo

En esta etapa se procedió a definir las rutas del recorrido y ambientación por las diferentes calles proyectadas en el modelo 3D en el SIG. Para esto se utilizaron opciones especializadas en el programa de SIG que permiten grabar el movimiento y definir rutas.

La inmersión en la escena de una cámara virtual y la manipulación de sus diferentes parámetros: focal, eje fotográfico y punto de vista nos permite obtener fotografías virtuales desde cualquier posición en la escena 3D, el fotograma virtual resultante puede ser almacenado y utilizado en posteriores análisis de perspectiva.

Esto comprendió que una vez exportados todos los edificios modelados a la plataforma de Google Earth (MDT y entorno fotorrealista), fue posible generar marcas de posición (Figura 9) que permitieron realizar recorridos virtuales sobre el campus universitario. Mediante un programa de captura de video (Camtasia Studio) se lograron generar tomas de movimiento en formato .avi o .mpeg-4 (Figura 10).

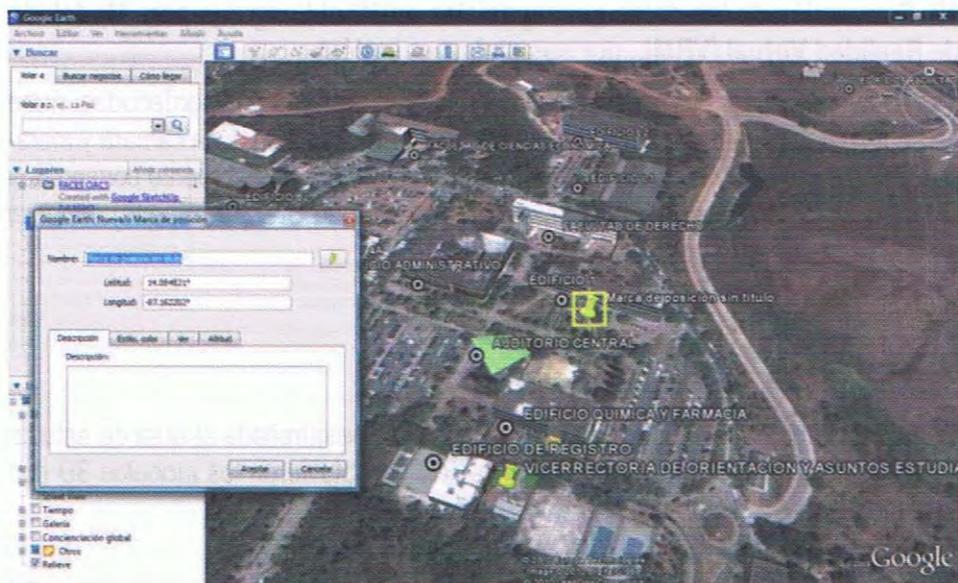


Figura 9.- Colocación de marcas de posición a cada edificio

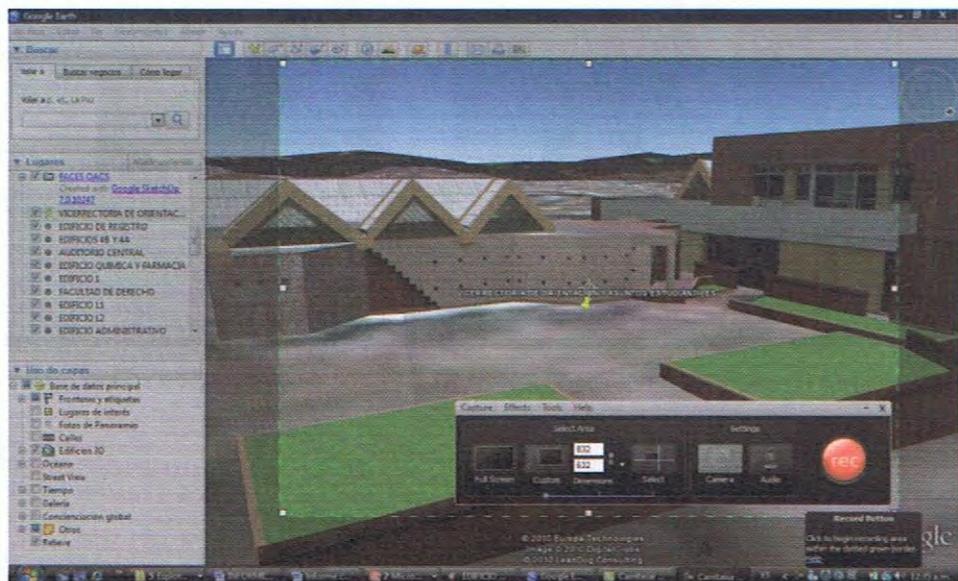


Figura 10.- Captura de video con el programa Camtasia Studio

10. Conversión de los datos geospaciales en 3D al Lenguaje para Modelado de Realidad Virtual (VRML, por sus siglas en inglés)

Los datos geospaciales fueron constituidos por: el sistema de coordenadas, nube de puntos, líneas de fuga, entidades geométricas, información de la cámara y metadatos como colores y materiales. Igualmente, fueron automáticamente convertidos al lenguaje VRML exportándolos desde el programa de SIG (Arc Scene) especial para la representación de modelos en 3D.

Resultados

Como resultado de la aplicación de la metodología desarrollada al área de estudio seleccionada, en esta nueva fase del proyecto se obtuvieron los modelos 3D con aspecto fotorrealistas de las siguientes edificaciones:

A. En el centro histórico de Tegucigalpa

Edificio de la Catedral de Tegucigalpa



Figura 11.- Izquierda: fotograma de modelo #D. Derecha: fotografía real del edificio

Iglesia “Los Dolores” de Tegucigalpa



Figura 12.- Izquierda: fotograma de modelo #D. Derecha: fotografía real del edificio

Antigua Casa Presidencial (Museo Histórico de la República)

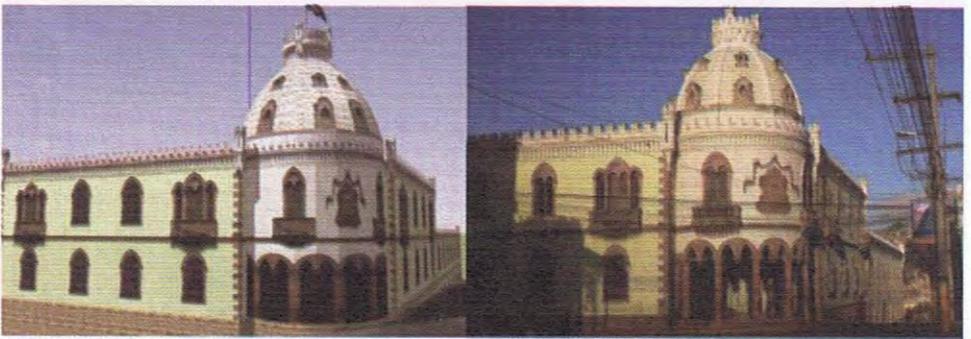


Figura 13.- Izquierda: fotograma de modelo #D. Derecha: fotografía real del edificio

Teatro Nacional “Manuel Bonilla”



Figura 14.- Izquierda: fotograma de modelo #D. Derecha: fotografía real del edificio

Edificio del Congreso Nacional



Figura 15.- Izquierda: fotograma de modelo #D. Derecha: fotografía real del edificio

B. En Ciudad Universitaria

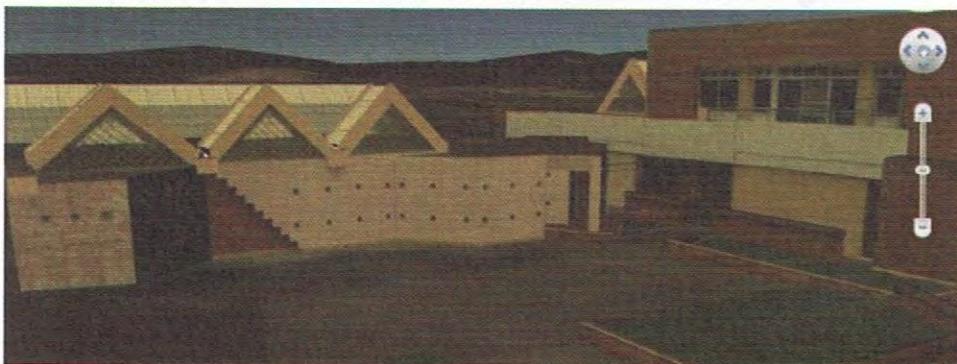


Figura 16.- Vicerrectoría de Orientación y Asuntos Estudiantiles (VOAE)

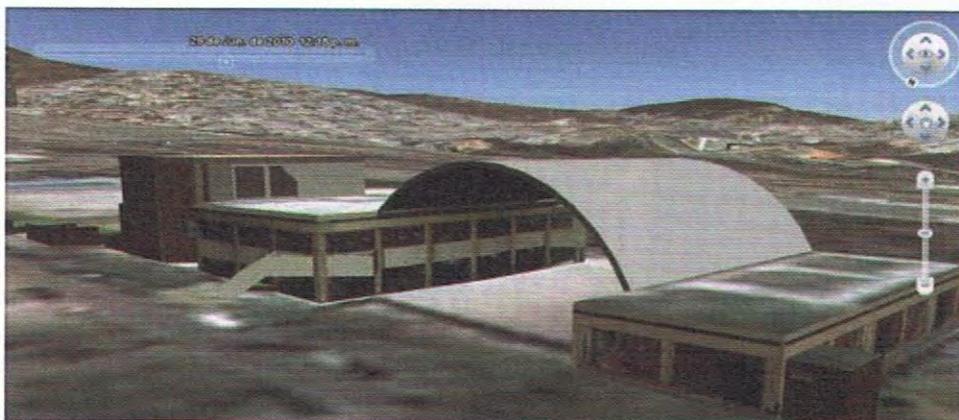


Figura 17.- Edificio de Registro



Figura 18.- Auditorio Central "Juan Lindo"



Figura 19.- Antigua edificación de Química y Farmacia

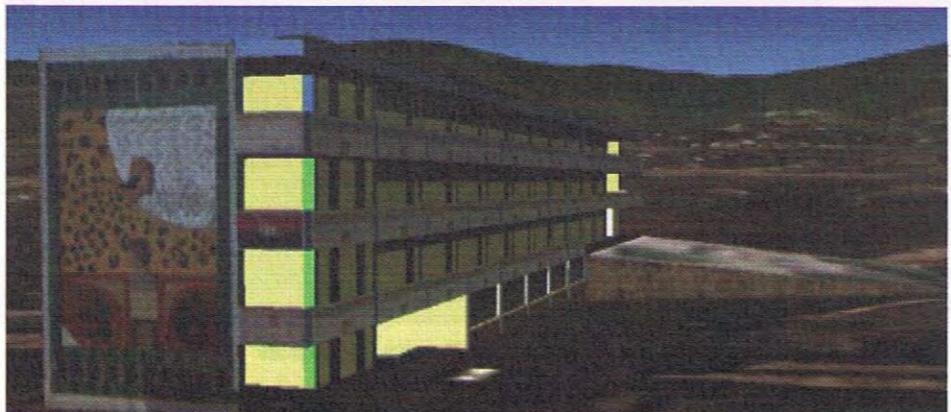


Figura 20.- Edificio 1

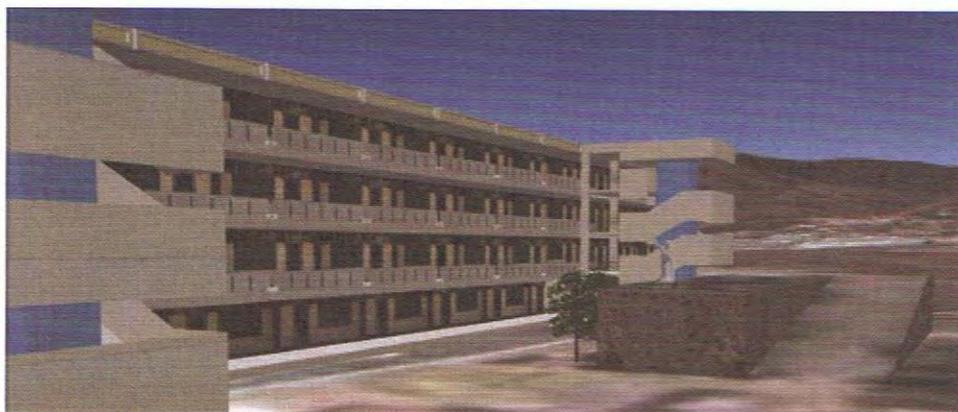


Figura 21.- Facultad de Derecho



Figura 22.- Edificio L1 y L2

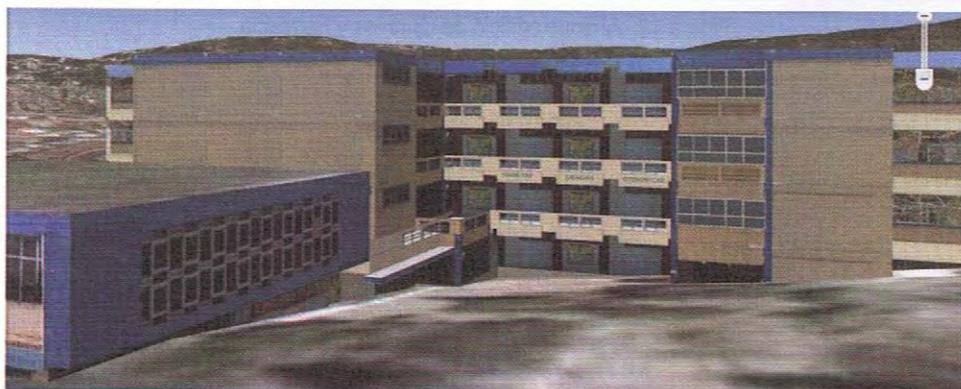


Figura 23.- Facultad de Ciencias Económicas

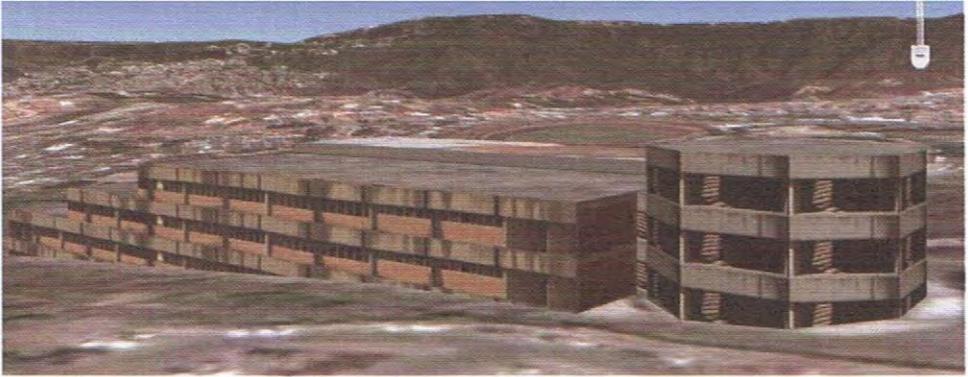


Figura 24.- Edificio 6



Figura 25.- Edificios de aulas 4A y 4B



Figura 26.- Edificio Administrativo

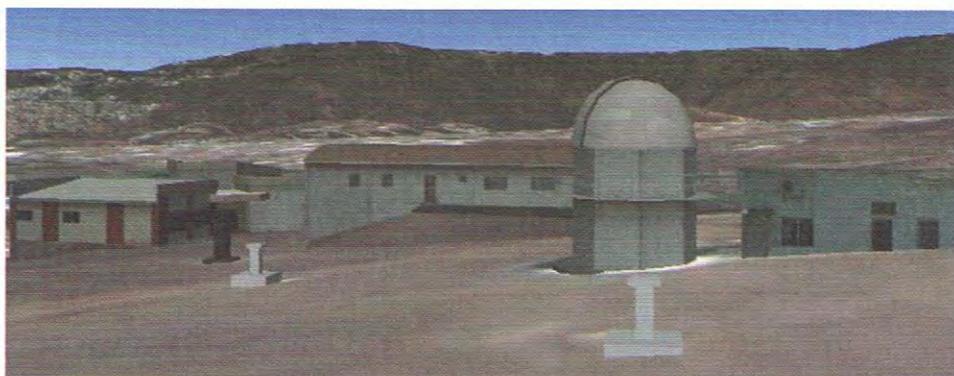


Figura 27.- Facultad de Ciencias Espaciales (FACES)

Además de los modelos 3D de cada una de las edificaciones seleccionadas se conformó una base de datos fotográfica de cada uno de los edificios registrando visualmente cada uno de los componentes y detalles arquitectónicos de su exterior.

Discusión

Los modelos acá generados han permitido la comparación del estado actual de las edificaciones y su evolución en el tiempo, siendo esto uno de los instrumentos y temas de análisis dentro de la disciplina de la conservación y restauración de monumentos. También esto se vuelve un instrumento muy útil para futuras actuaciones sobre el patrimonio tangible de una ciudad, como sucede en de la reorganización funcional de edificios, remodelación y planes de desarrollo urbano. Tal es el caso particular de la Ciudad Universitaria (tomada como área de estudio dentro de esta fase) que, durante se desarrolló este proyecto, se ejecutaba fuertemente y con pasos muy significativos el proceso de desarrollo físico en la Ciudad Universitaria y sus centros regionales, lo cual además de la construcción y restauración de muchos edificios derivó en una nueva nomenclatura para cada uno de ellos (Figura 28).

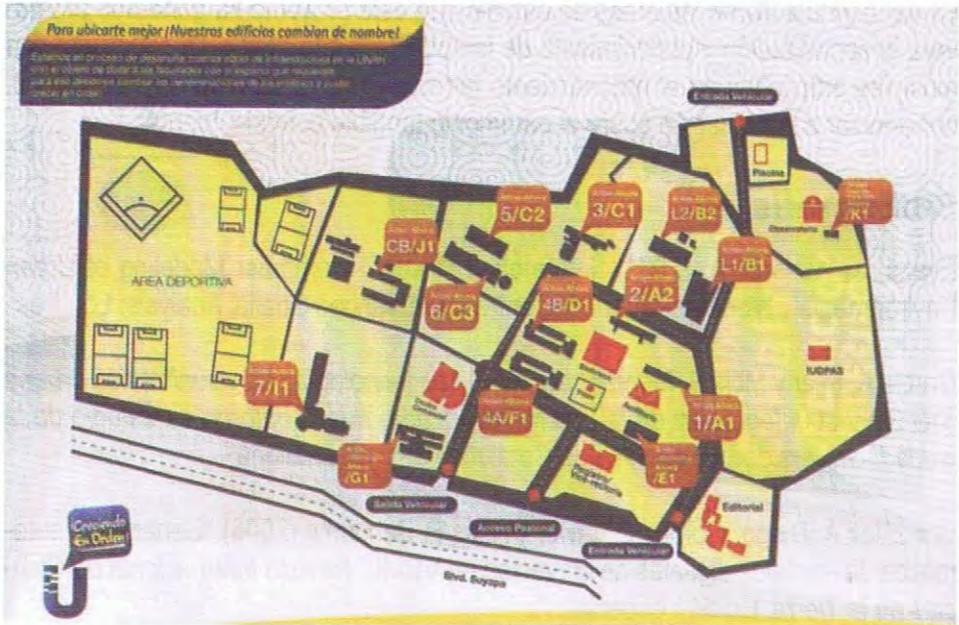


Figura 28.- Mapa de Ciudad Universitaria con la nueva nomenclatura de los edificios.

En este sentido, se vislumbra que el modelado de realidad virtual vinculado al SIG para la gestión de centros históricos brinda una plataforma excelente para el estudio de urbes históricas y conjuntos urbanos, ya que potenciar la aplicabilidad de las herramientas de análisis y visualización geoespacial.

Conclusiones

La historia arquitectónica de las edificaciones dentro del centro histórico de Tegucigalpa y la Ciudad Universitaria de la UNAH puede ser mejor ilustrada a través de estos modelos 3D y mejor descrita y analizada con su incorporación a los sistemas de información geográfica.

El modelo tridimensional georreferenciado de las instalaciones de la UNAH representa una herramienta muy útil en el proceso de desarrollo físico de la misma, ya que en él se puede proyectar y analizar infraestructura nueva y remodelaciones que se pretendan desarrollar en el futuro.

La visita virtual 3D de las áreas de estudio que este proyecto ha generado promoverá la socialización y conocimiento de las edificaciones dentro de cada una, con múltiples propósitos en el ordenamiento territorial, con el objetivo de, entre otros, concienciar a la población sobre el patrimonio tangible con que cuenta.

Bibliografía

Evans, S, Hudson, A. (2001) "Information Rich 3D Computer Modeling of Urban Environments". *Working Paper 35*. Centre for Advanced Spatial Analysis: Londres.

García A, Pilar y Moix B. Montserrat (2003) *Las tecnologías de visualización urbana SIG 3D y su integración en la Internet avanzada, nuevo entorno de estudio de la ciudad*. Universidad Politécnica de Cataluña (UPC): Barcelona.

González A. Diego, Gómez L. Javier y Arias P. Benjamín (2006) "Generación automática de modelos digitales de elevación en VRML" *Revista Internacional de Ciencias de la Tierra*. Edición especial.

Moreno E. (2009) "Modelo de realidad virtual del centro histórico del Distrito Central basado en análisis espacial con sistemas de información geográfica" *Revista Ciencia y Tecnología*. UNAH: Tegucigalpa.

REVISTA CIENCIAS ESPACIALES, INSTRUCCIONES A LOS AUTORES Y CRITERIOS PARA EL DISEÑO, DIAGRAMACIÓN Y MAQUETACIÓN

Historia

La Facultad de Ciencias Espaciales (FACES) de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras fue creada por el Consejo Universitario en Abril de 2009, en reconocimiento al funcionamiento del Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa (OACS) que venía funcionando desde la década anterior. Está organizada en los departamentos académicos de Astronomía y Astrofísica, Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica, Arqueoastronomía y Astronomía Cultural y Ciencias Aeronáuticas. Un departamento es la unidad académica básica y fundamental de la Universidad que agrupa a una comunidad de docentes especializados en un campo determinado del conocimiento, que trabaja organizadamente en equipo en la docencia, la investigación, la vinculación con la sociedad, la asesoría y gestión académica.

Desde su creación, ha sido política de la FACES el desarrollo de la investigación científica como una de sus actividades académicas más importantes. En consecuencia todos los profesores de sus departamentos, participan y desarrollan proyectos de investigación científica incluidos como parte de la Carga Académica, participando con grupos de investigadores nacionales y extranjeros.

En el año 2009, la producción científica de los profesores de la FACES empezó a hacerse evidente por lo que la Dirección de Investigación de la UNAH dedicó toda la temática de la Revista Ciencia y Tecnología, Número 4, Segunda Época, Junio 2009 (ISSN: 1995 – 9613) para publicar los resultados de los proyectos de inves-

tigación científica realizados por el OACS ahora Facultad de Ciencias Espaciales, como un reconocimiento a su esfuerzo y a la integración sistemática de la investigación al trabajo académico universitario.

La motivación para publicar una revista propia de la Facultad de Ciencias Espaciales estaba dada. En 2009, coincidiendo con la celebración del Año Internacional de la Astronomía, en la FACES se creó la Revista Ciencias Espaciales. Esta sería una publicación semestral, dedicando el primer número del año, denominado *primavera* a la producción científica de los diferentes campos del conocimiento trabajados en la FACES; y el segundo número, denominado *otoño*, dedicado exclusiva y rotativamente a uno de los campos que desarrolla la Facultad.

Descripción de la Revista

La Revista Ciencias Espaciales es una publicación semestral de la Facultad de Ciencias Espaciales de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Cada año calendario se publica un Volumen que consta de dos Números. El primero, Número 1, llamado *Primavera*, incluye artículos de los campos de Astronomía y Astrofísica, Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica, Arqueoastronomía y Astronomía Cultural, y Ciencias Aeronáuticas. El segundo, el Número 2, llamado *Otoño*, se dedica rotatoriamente por años, a cada uno de los campos que trabaja la Facultad. Para distinguir cada uno de los campos temáticos, el fondo de la Revista cambia de: azul espacio para Astronomía y Astrofísica, verde tierra para Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica, rojo ladrillo para Arqueoastronomía y Astronomía Cultural, azul cielo para Ciencias Aeronáuticas.

La Revista Ciencias Espaciales tiene un Director y un Consejo Editorial integrado por los profesores de los Departamentos de la Facultad y otros profesores visitantes. Ellos son los encargados de recibir y gestionar el proceso de selección de los artículos, edición y publicación de la Revista. Dependiendo del campo temático del año, rotatoriamente un Editor coordina el Consejo Editorial. La Revista Ciencias Espaciales cuenta además con un Consejo Científico Internacional responsable de velar por la calidad del contenido de la Revista. En el interior de la Portada se publican los nombres del Director, Editor, Miembros del Consejo Editorial y del Consejo Científico.

La Revista Ciencias Espaciales publica artículos de autores nacionales y extranjeros, residentes dentro o fuera del país. Los artículos publicados pueden estar

referidos a investigaciones originales en el campo de la Astronomía y la Astrofísica, la Ciencia y las Tecnologías de la Información Geográfica, la Arqueoastronomía y la Astronomía Cultural, y las Ciencias Aeronáuticas. El contenido de cada artículo es responsabilidad de sus autores.

El arte y diagramación de la Revista Ciencias Espaciales es aprobado por la Secretaría Ejecutiva de Desarrollo Institucional de la UNAH y la Editorial Universitaria. Las dimensiones de cada ejemplar son de 23.4x16cm.

Instrucciones a los autores

Cada artículo que se remita para ser publicado en la Revista Ciencias Espaciales debe organizarse en los siguientes apartados: Título del artículo; Nombre de los autores, filiación, dirección y correo electrónico; Resumen y palabras clave, en idioma español e inglés. El texto del documento debe contener un Introducción, descripción de la metodología utilizada, presentación de resultados, discusión y conclusiones. Al final del documento se deben incluir las referencias bibliográficas, seguidas de las Tablas y Figuras utilizadas.

El título

- Debe escribirse con letra inicial mayúscula.
- Debe ser conciso, pero informativo. Su objetivo es dar a conocer al lector lo esencial del artículo. No debe exceder de 15 palabras.

Los autores

- El nombre completo de cada uno de los autores debe acompañarse de su grado académico más alto, institución a la que pertenece y cargo que ocupa.
- Indicar el nombre del departamento, institución o instituciones a las que se debe atribuir el trabajo.
- Dirección electrónica, teléfono y la dirección del autor responsable de la correspondencia a la que puede dirigirse avisos sobre el artículo.

Resumen y palabras clave

- El Resumen debe contener un máximo de 250 palabras.
- Debe contener los objetivos del estudio; metodología, técnicas o procedimientos básicos utilizados; los resultados más destacados y las principales conclu-

siones. Hará hincapié en aquellos aspectos del estudio o de las observaciones que resulten más novedosas o de mayor importancia.

- Después del Resumen se deben incluir de 3 a 5 palabras clave las cuales facilitaran el indizado del artículo.
- El Resumen y las palabras clave deben también ser presentadas en idioma Inglés.

Introducción:

La finalidad de esta sección es ubicar al lector en el contexto en el que se realizó la investigación, por lo que debe mencionar claramente los siguientes aspectos:

- El propósito o finalidad de la investigación: es importante que quede claro cuál ha sido el problema estudiado, y cuál es la utilidad del producto de la investigación (para qué sirve, a quien le sirve, donde se puede usar, etc.).
- Se debe enunciar de forma resumida la justificación del estudio.
- Los autores deben aclarar que partes del artículo representan contribuciones propias y cuales corresponden a aportes de otros investigadores, incluyendo en estos casos las referencias bibliográficas apropiadas.
- En esta sección se describirá de manera muy general la metodología empleada, resultados y las conclusiones más importantes del trabajo.
- Se pueden enunciar los retos que conllevó la realización de la investigación y una explicación breve de cómo se superaron.

Metodología:

En términos generales, es la manera estructurada por medio de la cual se ha logrado obtener conocimiento o información producto de la investigación. En términos prácticos, es la manera seleccionada para solucionar el problema estudiado.

Aquí se describe el diseño del método o del experimento (aleatorio, controlado, casos y controles, prospectivo, etc.). Se indicará con claridad cómo y por qué se realizó el estudio de una manera determinada. Se ha de especificar cuidadosamente el significado de los términos utilizados y detallar de forma exacta cómo se recogieron los datos. Estos métodos se describirán también en el resumen del artículo.

Se describe el área de estudio, población u objetos sobre los que se ha hecho la investigación. Describe el marco y cómo se ha hecho su selección. Describe con claridad cómo fueron seleccionados los sujetos, objetos o elementos sometidos a observación.

Se indica el entorno dónde se ha hecho el estudio. Procure caracterizar el lugar o ubicación escogida.

Se describen las técnicas, tratamientos (siempre utilizar nombres genéricos), mediciones y unidades, pruebas piloto, aparatos y tecnología, etc. Describa los métodos, aparatos y procedimientos empleados con el suficiente grado de detalle para que otros investigadores puedan reproducir los resultados.

Resultados:

Presente los resultados auxiliándose de tablas y figuras, siguiendo una secuencia lógica. No repita en el texto los datos de las tablas o figuras; destaque o resuma tan solo las observaciones más importantes. Recuerde que las tablas y figuras deben tener una numeración correlativa y siempre deben estar referidos en el texto.

Los resultados deben ser enunciados claros, concretos y comprensibles para el lector; y por supuesto, se deben desprender del proceso investigativo enmarcado en el artículo.

Discusión:

Haga hincapié en aquellos aspectos nuevos e importantes del estudio y en las conclusiones que se derivan de ellos. No debe repetir, de forma detallada, los datos u otras informaciones ya incluidas en los apartados de introducción y resultados. Explique en éste apartado el significado de los resultados, las limitaciones del estudio, así como sus implicaciones en futuras investigaciones. Si es posible se compararán las observaciones realizadas con las de otros estudios pertinentes.

Conclusiones:

Son proposiciones o ideas producto o resultado de la investigación realizada, de modo que se deben relacionar con los objetivos del estudio. Evite afirmaciones poco fundamentadas o subjetivas y conclusiones insuficientemente avaladas por los datos.

Agradecimientos:

De manera opcional, al final puede incluir los agradecimientos. Este debe ser un apartado muy breve, en donde se agradece a las personas que han colaborado con la investigación, pero que no cumplan los criterios de autoría. Por ejemplo, se pue-

de dar gracias a los que colaboraron con la ayuda técnica recibida, o en la escritura del artículo. También puede incluir en los agradecimientos el apoyo financiero y los medios materiales recibidos.

Bibliografía:

Este apartado se construye de acuerdo a las normas internacionales APA, distinguiendo si la cita se refiere a un solo autor o a varios autores de un artículo, al autor de un libro, sección o capítulo de un libro, a una referencia de una publicación periódica u obtenida en Internet. En tal sentido, es necesario incluir todas las fuentes que sustentan la investigación realizada y que se usaron directamente en el trabajo.

Tablas, Figuras y leyendas de las figuras

Tablas

- Se enumeran correlativamente desde la primera hasta la última. Asígneles un breve título a cada una, pero no dentro de estas.
- En cada columna figurará un breve encabezamiento.
- Las explicaciones o información adicional se pondrán en notas a pie de la Tabla, no en el título de la tabla. En estas notas se especificarán las abreviaturas no usuales empleadas, para hacerlo se usarán como llamadas.
- Identifique las unidades de medida utilizadas. Asegúrese de que cada Tabla se halle citada en el texto, recuerde que sin esa referencia su presencia en el artículo no tiene validez.

Figuras

- Las figuras se numerarán consecutivamente según su primera mención en el texto, desde la primera hasta la última. El formato, letras, números y símbolos usados en las figuras, serán claros y uniformes en todos los que aparezcan en el artículo.
- Los títulos y las explicaciones detalladas se incluirán en las leyendas de las figuras y no en las mismas figuras.
- Si se emplean fotografías de personas, figuras o imágenes que no son de elaboración propia, se deberá incluir el permiso por escrito para poder utilizarlas.
- Todas las figuras, fotografías e ilustraciones debe tener un pie de imagen que las identifique.

Unidades de medida

Las unidades de medida se deben expresar en unidades del sistema métrico decimal. Se debe tomar como referencia el Sistema Internacional de Unidades.

Abreviaturas y símbolos

En las siglas, abreviaturas y símbolos, use únicamente las normalizadas. Evite las abreviaturas en el título y en el resumen. Cuando en el texto se emplee por primera vez una abreviatura o sigla, esta irá precedida del término completo, salvo si se trata de una unidad de medida común.

Recomendaciones generales para presentar el artículo

- Todo el artículo debe presentarse con letra Arial Narrow, tamaño 12.
- Inicie cada sección o componente del artículo después de donde terminó el anterior.
- La extensión total del artículo tendrá un máximo de 17 páginas, a doble espacio.
- Las tablas deben enviarse en formato digital, una tabla por página.
- Las figuras deben enviarse en formato digital, con la mayor resolución posible y en un formato jpg. Una figura por cada página.
- Incluya las autorizaciones para la reproducción de material anteriormente publicado, para la utilización de figuras o ilustraciones que puedan identificar a personas o para imágenes que tengan derechos de autor. Adjunte la cesión de los derechos de autor y formularios pertinentes.
- Todo el artículo se imprimirá en papel blanco tamaño carta, con márgenes de 2 cm a cada lado (superior, inferior, derecho e izquierdo). El papel se imprimirá en una sola cara.
- Las páginas se numeran consecutivamente comenzando por el título. El número de página se ubicará en el ángulo inferior derecho de cada página.
- En la copia en soporte electrónico (en CD, memoria o correo electrónico) se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones: a) Cerciorarse de que se ha incluido la misma versión del artículo impreso; b) Incluir en el CD, memoria o correo electrónico, solamente la última versión del manuscrito; c) Especificar claramente el nombre del archivo; d) Etiquetar el CD, memoria o el correo electrónico correctamente; e) Facilitar la información sobre el software y hardware utilizado, si procede.

Criterios para el diseño, diagramación y maquetación de la revista ciencias espaciales

De la Portada:

Texto:

- Ciencias Espaciales. Tipo: Times New Roman. Tamaño: 48. Color: blanco.
- Publicación semestral de la Facultad de Ciencias Espaciales FACES.
- Universidad Nacional Autónoma de Honduras.
- Número, Volumen, Año, Temporada.
- ISSN: 2225 – 5249
- Tipo: Arial Narrow. Tamaño: 14. Color: blanco.

Imágenes y logos:

- Logo de la UNAH
- Imagen alusiva al contenido

Color de fondo:

- Revista Ciencias Espaciales de Astronomía y Astrofísica: Azul espacio. R:42, G:75, B:106.
- Revista Ciencias Espaciales de Arqueoastronomía y Astronomía Cultural: Rojo ladrillo. R:130, G:47, B:44.
- Revista Ciencias Espaciales de Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica: Verde Tierra. R:0, G:124, B:103.
- Revista Ciencias Aeronáuticas: Azul cielo. R:160, G:199, B:230.

Dimensiones:

- 23.4 x 16 cm. Grosor varía.

Del Lomo:

Texto:

- Ciencias Espaciales. Tipo: Times New Roman. Tamaño: 12, Color: Blanco.
- Número x, Volumen x, Año xxxx, Mes xxxxxxxx, Temporada xxxxx.

De la Contraportada:

Imágenes y logos:

- UNAH.
- Facultad de Ciencias Espaciales.

Del interior de la Revista

Texto:

- Tipo de letra: Arial Narrow. Tamaño: 12.
- Espaciado: Anterior 0 puntos. Posterior 10 puntos. Interlineado: mínimo.
- Márgenes: superior: 0.8 pulgadas, izquierdo: 0.8 pulgadas, inferior: 1 pulgadas, derecho: 0.5 pulgadas.
- Figuras: Tipo de letra: Arial Narrow. Tamaño: 12.

Las páginas de la derecha deben llevar:

- En la parte superior el nombre del artículo.
- En la parte inferior Facultad de Ciencias Espaciales y el número de página.

Las páginas de la izquierda deben llevar:

- En la parte superior: Revista Ciencias Espaciales, Número x, Volumen x, Año xxxx, Mes xxxxxxxx, Temporada xxxxx.
- En la parte inferior Facultad de Ciencias Espaciales y el número de página.

Fecha última actualización: Septiembre, 2014.



Facultad de Ciencias Espaciales
Edificio K-2, Ciudad Universitaria
Tel/fax: (504) 2239-4948
web: www.faces.unah.edu.hn