

CIENCIAS ESPACIALES

Publicación Semestral de la Facultad de Ciencias Espaciales (FACES)
Universidad Nacional Autónoma de Honduras | Volumen 6, Número 2 Otoño, 2013
ISSN: 2225-5249



Ueditorial
universitaria



UNAH
UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE HONDURAS

CIENCIAS ESPACIALES

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

Volumen 6, Número 2 Otoño, Año 2013. ISSN: 2225-5249

Portada:

Mapa de Honduras mostrando sus departamentos pixeleados

Fuente de imágenes: Elaborado por Antonio Carías

Directora

María Cristina Pineda de Carías

Edición

Yessica Sosa
Antonio Carías
Eduardo Moreno

Consejo Editor

Martha Talavera
Yessica Sosa
Eduardo Rodas
Alex Matamoros

Consejo Científico

Gustavo Buzai
Joaquín Bosque Sendra
Marcos Carías
Silvia Fernández

Diagramación y Maquetación

Michelle Sosa
Elizabeth Figueroa M., contenido
Editorial Universitaria, portada y contraportada
SEDI UNAH

Contacto:

Dra. María Cristina Pineda de Carías
Email: 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

Volumen 6, Número 2 Otoño, 2013

ARTÍCULO DE FONDO

Breve historia del ordenamiento territorial en Honduras

Rafael Enrique Corrales

Claudia Mondragón

6

CIENCIA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Caracterización agrícola del Municipio de La Virtud, Departamento de Lempira

Jessica Gabriela Villatoro

21

Variabilidad climática en las ciudades urbanas de Tegucigalpa y Comayagüela, Francisco Morazán, Honduras en el periodo comprendido entre los años 1975 – 2011

Antonio Carías

34

Análisis del comportamiento temporal de la biomasa en Pastos del Departamento de Olancho en el contexto del cambio global – Fase I

José David Cáceres

48

Cambio del uso del suelo de la Sub Cuenca del Río Mocal, Lempira, utilizando SIG y Teledetección, comprendido del año de 1988 al 2000

Yessica Sosa

61

Modelo de realidad virtual de edificios emblemáticos en la Ciudad Universitaria de la UNAH basado en Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica

Eduardo Moreno Segura

86

NOTAS INFORMATIVAS

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

96

ARTÍCULO DE FONDO

Breve historia del ordenamiento territorial en Honduras

Rafael Enrique Corrales Andino
Claudia Nataly Mondragón

Resumen

En América Latina el Ordenamiento Territorial (OT), ha sido de reciente historia, enmarcándose en la década de los ochentas (80's), siendo concebida de manera diversa y asociada a las políticas urbanísticas, ambientales de desarrollo económico regional y de descentralización. En la actualidad se hace cada vez más común y necesaria la aplicación de programas o proyectos de OT, especialmente para hacer frente a los evidentes desequilibrios territoriales que se experimentan con mayor evidencia en la región Latinoamericana. Con los elementos centrales de modelos de OT Europeos y Latinoamericanos, como patrones de juicio para fundamentar las decisiones o acciones en materia de OT, Honduras inició su política de OT en 1994, a través de la Secretaría de Planificación, Coordinación y Presupuesto en aquel entonces SECPLAN. En el país aún falta desarrollar un plan nacional de ordenamiento territorial que valore sus potencialidades referente a producción y ocupación, y respeten las limitaciones y la vulnerabilidad de los recursos naturales, en favor del desarrollo sostenible.

Palabras claves: Ordenamiento Territorial, Desarrollo Sostenible, Latinoamérica, Honduras.

Rafael Enrique Corrales Andino, (corrales.rafael@gmail.com) Departamento de Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica, Facultad de Ciencias Espaciales, Universidad Nacional Autónoma de Honduras. **Claudia Nataly Mondragón**, (cn.mondragonrivera@gmail.com). Departamento de Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica Facultad de Ciencias Espaciales, Universidad Nacional Autónoma de Honduras

Reseña Histórica de las Políticas de Planificación y Ordenamiento Territorial en Latinoamérica y Honduras.

A pesar que el Ordenamiento Territorial es reciente en Latinoamérica, a nivel mundial ya es una plataforma política sólida. Ejemplo de ello es que manejan un contexto interno (Nacional) como externo (Internacional), definiendo su papel en la organización y funcionamiento del espacio europeo y los escenarios de uso y ocupación de su territorio interno a diversas escalas y jerarquías, mientras que en el contexto internacional, el OT europeo, es guiado por la “Carta Europea de Ordenamiento del Territorio”, suscrita por todos los países de la Comunidad Europea, como resultado de la Conferencia de Ministros responsables del OT.

Entre los países latinoamericanos es Venezuela y Bolivia, los que cuentan con una experiencia significativa en este campo (Massiris, 2002), siendo este conocimiento de importancia para el apoyo de los procesos incipientes en nuestros países Centroamericanos. Venezuela fue el primer país en aprobar su Ley Orgánica de OT, en 1983. La cosmología del OT en Latinoamérica, fue el producto ante la respuesta de la región a un status de globalización sobre la problemática de medio ambiente y desarrollo, misma que se presentó en la Conferencia de Río de Janeiro en 1992, dentro de este contexto y con el auspicio del BID y el PNUD, se conformó la Comisión en cargada de elaborar dicha plataforma y los representantes fueron Costa Rica, México, Ecuador, Colombia, Guatemala, Brasil, Venezuela, Perú, Guyana y Argentina (Montes, 2001).

Con los Recursos Naturales como un enfoque a proteger, se define la unidad espacial para el estudio y acción de ordenar un territorio, conocida en Latinoamérica como ABRE's o Áreas bajo régimen especiales, junto a esto se aprovecha para tratar problemas limítrofes entre países, así que de esta forma el OT se plantea como una estrategia para desarrollar el desarrollo sostenible, basada en la distribución geográfica de la población y sus actividades de acuerdo con la integridad y potencialidad de los recursos naturales (Montes, 2001).

En Honduras uno de los patrones que se mantuvieron desde la época colonial hasta mediados del siglo XX, en temas de dinámica y desarrollo territorial, fue el crecimiento poblacional, lo que fue consolidando el sistema jerárquico de ciudades, con un vínculo muy fuerte a los diferentes polos agropecuarios del país, pero con el período de Reforma Liberal y el desarrollo de agroindustria, configurando la nueva organización política del Estado, pero predominada por una bipolaridad (Centro Político y Centro Económico) en la estructura urbana y jerarquía de ciudades, desde los períodos coloniales hasta la actualidad (Caballero, 2014).

Antecedentes de la planificación territorial en Honduras.

Entre 1962, con la Ley de Reforma Agraria y 1974 (Decreto 170), surgen muchas empresas asociativas campesinas y cooperativas agrícolas, que de forma colectiva tienen acceso a la tierra y compartiendo funciones en su mayoría productivas y habitacionales, proceso que se detuvo con las nuevas iniciativas de Modernización del Sector Agrícola, entre los años 1980 y 1990, se desarrollaron proyectos de producción comercial de viviendas, se establecen espacios del suelo para la industria maquiladora, generando un crecimiento poblacional en áreas rurales aledañas a estas zonas industriales, sin una reforma urbana (Trundle, 2012).

El Ordenamiento Territorial en Honduras es una política en elaboración, cuyos inicios se remontan a 1994, con el documento “Ordenamiento Territorial para el Desarrollo Sustentable en Honduras”, elaborado por la Secretaría de Planificación, Coordinación y Presupuesto (SECPLAN), en este contexto, el OT en Honduras propone establecer una plataforma para la adopción de políticas diferenciadas de intervención espacial que impulsen acciones nacionales en los ámbitos productivo, social y ambiental, incorporando agentes públicos como privados (Massiris, 2002).

Esta estructura de OT, consta de información territorial confiable, suficiente y actualizada hasta donde los recursos lo permiten, misma que puede ser degradada por componentes, que sirva de insumo a los instrumentos de planificación y promoción que se requiere establecer. En este sentido se da especial significado al montaje de Sistemas de Información Geográfica (SIG), como principal insumo en la elaboración de Planes de Ordenamiento Territorial (POT), destacándose inicialmente:

Ordenamiento demográfico (Sistema Nacional de Asentamientos)

Ordenamiento de cuencas hidrográficas

Ordenamiento de áreas costeras

Ordenamiento de áreas forestales

Ordenamiento de la infraestructura productiva.

El 31 de diciembre de 2003, fue adoptada por El Congreso Nacional la Ley de OT, y publicada en la Gaceta el 20 de enero del 2004, su Reglamento General adoptado en julio del mismo año, sus cuerpos consultivos y entidad supervisora instalados entre 2003 y 2004, se aplica en regiones, mancomunidades, departamentos y municipios (Ley de OT, 2003).

Espacialmente Honduras tiene un territorio de 112,492 Km² y su división político –administrativa consiste de 18 departamentos y 298 municipios. El país concentra importantes recursos naturales que es la base del desarrollo económico, donde destaca lo forestal, ganadero, minero, agrícola, pesquero y turístico, por ese orden. Todavía falta desarrollar un plan de ordenamiento territorial que valorice sus potencialidades referente a producción y ocupación, y respeten las limitaciones y la vulnerabilidad de los recursos naturales, en favor del desarrollo sostenible.

Esta debilidad en el ordenamiento y manejo del territorio y de los recursos naturales se evidenció claramente en octubre de 1998, cuando el Huracán Mitch causó miles de muertos y enormes daños económicos. Gran cantidad de los daños fueron debidos a la falta de planificación territorial: ubicación de desarrollos en áreas vulnerables (inundación fundamentalmente), falta de medidas de prevención y mitigación de desastres, inexistencia de una política territorial adecuada y coherente, entre otras.

No obstante han existido numerosas tentativas de planificación territorial que en muchos casos han resultado discontinuas, infructuosas y estériles, debido a la falta de continuidad de las políticas de estado (el gobierno entrante no continua ciertas líneas maestras de desarrollo del gobierno saliente), a la falta de la puesta en marcha y materialización de los proyectos (documentos de papel que quedan engavetados y no se aplican) y a la falta de una verdadera voluntad política (el ordenamiento territorial ha sido parte del programa de los últimos gobiernos pero los esfuerzos en la materia han sido insuficientes).

Así desde el inicio de la década de los ochenta, la Secretaría de Planificación, Coordinación y Presupuesto (SECPLAN) impulsó una serie de tareas encaminadas al planeamiento espacial. Con ese propósito, se elaboraron las “Orientaciones para el Desarrollo Regional 1979-83”, con las que se buscaba encauzar el ordenamiento territorial de las actividades socioeconómicas, dar orientaciones de largo plazo para la movilización del potencial productivo nacional, visualizar a futuro una eventual estructura regional, identificar áreas prioritarias de acción a corto plazo y determinar proyectos para la estructura del espacio y la complementariedad entre las actividades humanas y los recursos naturales. También se generó una regionalización del país, la cual no fue socializada ni implementada.

A finales de los años 80, se prepararon las bases de una estrategia de ordenamiento territorial, incluyendo un conjunto de lineamientos generales para políticas de desarrollo urbano, desarrollo rural, asentamientos humanos y protección del medio ambiente. Como parte de este esfuerzo, se logró identificar la información disponible y organizar una base de datos estadísticos y cartográficos sobre los componentes básicos del ordenamiento territorial: población, recursos naturales,

infraestructura, servicios, amenazas y riesgos a la vulnerabilidad del territorio. En estas experiencias, el límite más evidente fue la deficiente cantidad y calidad de la información disponible.

Durante los años 90 la situación mejoró con el establecimiento y desarrollo de bases de datos y creación de mapas sobre aldeas, cuencas, vegetación, etc. También surgieron una serie de iniciativas que están estrechamente relacionadas con el manejo de recursos naturales y el ordenamiento territorial. Entre ellos se puede mencionar el Programa de Apoyo a los Pequeños y Medianos Campesinos de Olancho (PROLANCHO), Plan de Desarrollo de la Región Centro Oriente (PRODERCO), Plan Trifinio (Zona fronteriza: Honduras, El Salvador y Guatemala), Proyecto de Ordenamiento Ecológico del Golfo de Fonseca (PROGOLFO), Proyecto de Desarrollo del Golfo de Honduras, Proyecto de Manejo ambiental de las Islas de la Bahía (PMAIB), Plan Maestro de Cuencas, Proyecto de Desarrollo de los Bolsones Fronterizos, Proyecto de Manejo de la Cuenca de El Cajón, Plan de Desarrollo de la Región Occidental (PLANDERO), Proyecto de Desarrollo del Bosques Latifoliado (PDBL), Programa Social Forestal de Honduras (PSF-PROFOR), Proyecto de Administración de Tierras de Honduras (PATH) y el Proyecto de Manejo de Áreas Protegidas.

Esfuerzos en el proceso de Ordenamiento Territorial en Honduras y la Región.

Durante el periodo 1998-2006 se han realizado grandes esfuerzos en materia de ordenamiento territorial entre los que destacan a nivel nacional:

- La Ley de Ordenamiento Territorial (DECRETO No. 180-2003) y su correspondiente Reglamento General (documento guía para el diseño e implementación del PLANOT) que propician un marco facilitador y orientador para reducir la vulnerabilidad del territorio, disminuir los riesgos de pérdidas recurrentes de vidas humanas, infraestructura y servicios, aumentar la participación de la sociedad civil en la toma de decisiones, acelerar la descentralización y mejorar la transparencia, de acuerdo a los lineamientos del Plan Maestro de Reconstrucción y Transformación Nacional. La Ley fue elaborada por la SGJ, mediante un proceso participativo, que incluye la consulta a todas las instituciones públicas relacionadas con el tema (en especial CONOT) y aprobada en la ciudad de Tegucigalpa Municipio del Distrito Central, en el Salón de Sesiones del Congreso Nacional, a los treinta días del mes de octubre de dos mil tres.
- El Documento de Bases del Programa Nacional de Ordenamiento Territorial (documento guía para el diseño e implementación del PLANOT), realizado por

la SERNA y la Secretaria de Gobernación y Justicia, con fondos donados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) con las siguientes componentes:

- Elaboración de una metodología de ordenamiento territorial;
- aplicación de procesos participativos de ordenamiento territorial en forma piloto al municipio de Comayagua, para su réplica en otras regiones del país
- asesoramiento sobre la legislación de ordenamiento territorial,
- e identificación y establecimiento de las bases de los instrumentos que se derivan del Programa y de la Ley, es decir, define qué instrumentos se deben diseñar (es el punto de partida del PLANOT entre otros) y como deberían ejecutarse: Plan Nacional de Ordenamiento Territorial Planes Regionales de Ordenamiento Territorial, Planes Municipales de Ordenamiento Territorial, Planes de Ordenamiento Territorial de Áreas Bajo Régimen Especial y otros planes; en la actualidad estos planes no han sido elaborados.

El PRONOT identifica los instrumentos necesarios para el desarrollo territorial de Honduras: Ley de OT, metodología, plan nacional (PLANOT), planes regionales y departamentales, planes municipales, planes especiales y sectoriales, y desarrolla 2: la Ley de OT y la metodología, dejando pendiente el diseño e implementación del resto de Planes, entre ellos el PLANOT.

Presupuesto: 500,000 \$, Duración: 12 meses; proceso participativo

- Proyectos de Ordenamiento Territorial y/o Desarrollo Integral: como,
 - Plan de Ordenamiento Territorial del Valle de Comayagua (BID), Presupuesto: 200,000 \$, Duración: 4 meses; proceso participativo
 - Plan de Ordenamiento Territorial de Amaratéca (AECI), Presupuesto: 200,000 \$, Duración: 6 meses; proceso participativo
 - Plan de Desarrollo Territorial del Departamento de Olancho (ACDI), Presupuesto: 240,000 \$, Duración: 4 meses; proceso participativo
- La Declaración de varios ABREs (Áreas Bajo Régimen Especial) figura de la Ley de OT; ABRE de Tela y ABRE de Islas de la Bahía.

Los esfuerzos en materia de ordenamiento territorial que se pueden destacar a nivel regional con temas integrales y sectoriales, vinculados al Ordenamiento Territorial; por citar algunos de ellos:

- A nivel de Mesoamérica, el Plan Puebla Panamá (carretera interoceánica logística e interconexión eléctrica centroamericana) y el Corredor Biológico Mesoamericano
- Al nivel de Centroamérica: SIECA, CCJ, PARLACEN, entre otros.
- Al nivel binacional. El Tratado de Libre Comercio (TLC), el proyecto trinacional de la cuenca del río Lempa etc.

En el año 2010 se aprueba la Ley de Plan de Nación/Visión de País, con una planificación por regiones basadas en las cuencas hidrográficas.

Problemas que el ordenamiento territorial intenta resolver en Honduras

Entre los principales problemas, que pretende solucionar la planificación territorial en Honduras es la **LIMITADA CAPACIDAD DE GESTIÓN DEL TERRITORIO**, lo que incide en los siguientes:

- **Problemas derivados del desequilibrio territorial**; este problema consiste en que hay ciertas regiones que concentran gran parte de la actividad socioeconómica del país mientras otras permanecen con un bajísimo nivel de desarrollo; en Honduras existen grandes desequilibrios que resolver, entre los que destacan:
 - **El desarrollo a través de las principales arterias de comunicación del país, (eje central, carretera de la costa norte y carretera panamericana) y el subdesarrollo de las regiones periféricas del país, en especial la oriental y occidental**; en Honduras el desarrollo se genera a partir del sistema de carreteras que presenta una estructura toral en forma de H girada y con un lado mayor que el otro, mientras que las regiones periféricas y las que quedan alejadas de las carreteras mencionadas anteriormente presentan un alto grado de subdesarrollo:

Áreas de mayor desarrollo

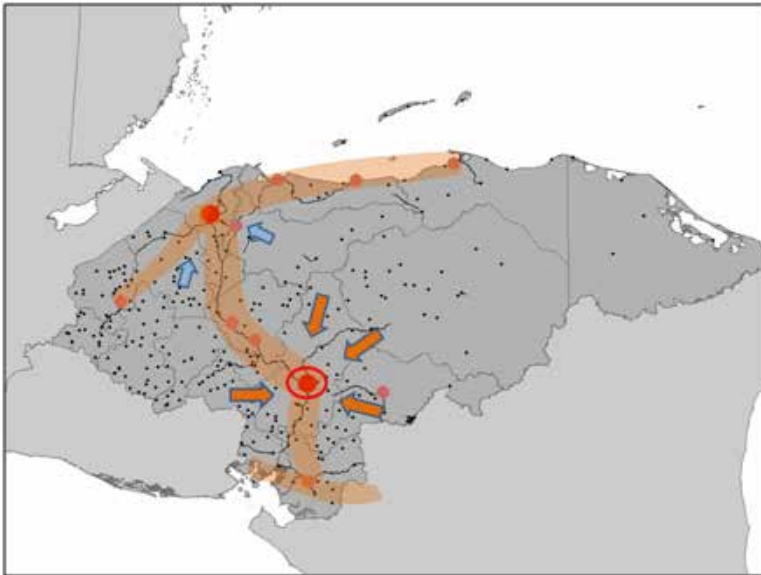
- Las ubicadas en el lado mayor de la H sería la carretera del litoral que une Omoa, Cortes, San Pedro, Tela, La Ceiba y termina en Trujillo, concentrando gran parte de la actividad agrícola, industrial y turística del país.

- Las sitas en el segmento de unión de la H invertida que se corresponde con el eje central que va desde Puerto Cortés hacia el sur, atravesando San Pedro Sula, Siguatepeque, Comayagua, y Tegucigalpa entre otras, y que concentra la mayor parte de la actividad económica, de la población y del desarrollo del país
- Las que se corresponden con el lado menor de la H invertida que es la Panamericana que entra por Valle (El Amatillo) y Sale por Choluteca, (El Guasuale), aunque esta zona del país ya no es tan desarrollada

Áreas de menor desarrollo

- El resto de regiones periféricas a las citadas carreteras, es decir: Lempira, Ocotepeque, Intibucá, La Paz, Olancho, Gracias a Dios, Colón etc. presentan un fuerte subdesarrollo;
- **La macrocefalia de Tegucigalpa (municipio del Distrito Central) ubicada en una zona con pocas posibilidades para el desarrollo;** Tegucigalpa que es la capital del país, con más de 1 millón de habitantes es la zona de mayor desarrollo del mismo e imán poblacional, se ubica en un lugar cuya topografía, suelos, etc. la hacen poco apta para soportar la carga poblacional antes mencionada, así existen problemas de abastecimiento de agua, mal diseño urbanístico, problemas derivados de tráfico, un aeropuerto poco funcional y con fuertes riesgos, ruido, contaminación entre otras.
- **El desequilibrio ciudad-campo o espacio urbano y espacio rural;** mientras que en las principales ciudades del país (Tegucigalpa, San Pedro y su área metropolitana: Choloma, La Lima, El Progreso etc. y La Ceiba) presentan unas condiciones de desarrollo mínimas; empleo, renta, equipamientos y servicios públicos, entre otros, las áreas rurales adolecen de las mismas, presentado niveles bajísimos de desarrollo humano, y favoreciendo la emigración del campo a la ciudad, y el despoblamiento de determinadas áreas rurales.

ESQUEMA DE DESEQUILIBRIOS TERRITORIALES EN HONDURAS



Fuente: Elaboración propia.

También se deben considerar, otros como:

- El acelerado crecimiento poblacional en San Pedro Sula y ciudades aledañas causadas por el advenimiento repentino de la industria
- El desarrollo de las Islas de la Bahía (en especial turístico) y la destrucción de los ecosistemas.
- **Degradaciones ecológicas y despilfarro de los recursos naturales;** Uno de los graves problemas a solucionar con el PLANOT es la degradación de recursos naturales entre los que destacan: ocupación indiscriminada del suelo, deforestación, contaminación de aguas superficiales y subterráneas, incendios, acumulación de basuras de una manera espontánea y sin control, localización de cultivos de granos básicos en zonas montañosas de fuerte pendiente, y disminución de la flora y fauna autóctona, la destrucción de los manglares y arrecifes coralinos.
- **Ignorancia de los riesgos en la localización de actividades y usos del suelo;** la falta de una política preventiva y correctora de riesgos naturales, donde desa-

taca la ausencia de mapeo de riesgos detallado a escala 1:50,000 (principalmente inundación, incendios, y desprendimientos), escasez de planificación y medidas en los distintos niveles (nacional, departamental y municipal) y otras cuestiones transversales: pobreza, falta de acceso a la tierra etc. hace que parte de los desarrollos humanos espontáneos (infraviviendas y viviendas de escasos recursos principalmente) se ubiquen en zonas de riesgo; ante la aparición de una catástrofe natural como ya se vio en el pasado (Fifi, Mitch etc.), ocurren pérdidas enormes al país (infraestructuras, vidas, viviendas, etc.).

- **Mezcla de usos del suelo, y conflictos entre actividades y sectores;** uno de los problemas que pretende solucionar es la mezcla y superposición de usos, es decir en el territorio se solapan los distintos usos: agrícolas, industriales, urbanísticos, comerciales, infraestructuras etc. sin ningún tipo de criterio de localización ni planificación, de esta manera coexisten industrias en áreas urbanas (caso de Tegucigalpa por ejemplo), generando contaminación, ruido, problemas de tráfico etc. o zonas comerciales en zonas no aptas (La Ceiba y Puerto Cortés), desarrollos turísticos en zonas urbanas de baja calidad (Roatán, Tela y La Ceiba, entre otros), desarrollos urbanísticos que no respetan la línea costera (Omoa, Puerto Cortés, Tela, Trujillo y La Ceiba), ciudades con condiciones de ruralidad, donde no se cubren los servicios mínimos: agua, luz, teléfono, calles asfaltadas (Juticalpa, Danlí, Nacaome, y Catacamas, etc.), carreteras que parten en dos a las ciudades (Comayagua, La Paz, Catacamas, etc.), infraestructuras en lugares no adecuados con otros usos entremezclados como los urbanísticos, logísticos y comerciales (aeropuerto de Tegucigalpa), etc. etc.; lo anterior genera un mosaico desordenado y caótico de usos y actividades, que estrangula el desarrollo de las ciudades y del país.
- **Dificultades territoriales para dotar de equipamientos y servicios públicos;** una característica del sistema de asentamientos de Honduras es la dispersión; el país está regado por gran cantidad de pequeñas aldeas (más de 2,400) y case-ríos que inviabiliza la posibilidad de que el estado pueda dotarlos y atenderlos con los equipamientos y servicios necesarios.
- **Descoordinación de los organismos públicos y los organismos financieros y cooperantes;** en ocasiones se da que las competencias del estado no quedan bien delimitadas y así determinadas instituciones públicas quedan en conflicto; además existe una mezcla y superposición entre los organismos donantes,

cooperantes y financieros; de tal manera que se repite un proyecto similar en una zona por varias cooperaciones, mientras otras áreas quedan desiertas (esta problema está intentando resolverse por el G-17, grupo de trabajo de los mayores donantes de Honduras, de cara a la armonización y coordinación de las estrategias de cooperación en función del plan de gobierno, pero la realidad es que la falta del PLANOT dificulta en gran parte su trabajo).

- **Problemas de regionalización y descentralización del país;** uno de los problemas del país es la baja descentralización efectiva que existe en los niveles administrativos inferiores, es decir, departamento y municipio, así como la desintegración de los planes de desarrollo municipal, ya que la mayoría busca desarrollar todas las facetas socioeconómicas, obviando las ventajas comparativas que unos municipios tienen sobre otros.
- **Poca motivación para la inversión privada en proyectos de desarrollo: agrícolas, turísticos etc.** gran parte de los inversores hondureños e internacionales, ante la ausencia de ordenamiento territorial, la inseguridad jurídica y otras cuestiones transversales (inseguridad, falta de infraestructuras etc.) deciden no invertir en el país, buscando otros países y regiones del entorno (Florida, Méjico, Panamá, El Salvador y Costa Rica).

Resultados obtenidos de la implementación de los instrumentos de OT. Algunas reflexiones: características generales del ordenamiento territorial en Centroamérica.

Escasez de algunos datos básicos: cartografía y falta de datos históricos

Uno de los problemas que mayor incide en la debilidad de los planes de ordenamiento territorial en los países centroamericanos, es el déficit de información cartográfica y de algunas variables territoriales e indicadores (DBO, DBQ, deforestación etc.); si bien en los últimos años se ha incrementado la toma y análisis de datos de estudios y proyectos, financiados por los gobiernos o la cooperación bi y multilateral (BID, BM, BCIE, UE, AACID, GTZ etc.), todavía existe escasez de datos, sobre todo al nivel regional y municipal; además no existen datos históricos, por lo que se dificulta la fase de prospectiva, al desconocer la evolución de algunos indicadores. Todo ello incide en cierta debilidad de los planes, que se suele suplir, mediante análisis participativo y algunos métodos de medición cualitativos.

Sobre la falta de una visión regional de ordenamiento territorial

A pesar que se han realizado algunos intentos de armonización y cohesión de las políticas territoriales, en la actualidad no existe una visión centroamericana; además las tensiones políticas recientes han incidido negativamente en el proceso de integración centroamericana, marcada por algunos eventos: a) Golpe de estado de Honduras y crisis política hondureña, país que sigue sin estar reconocido por la OEA, b) situación de Nicaragua con unas reformas constitucionales polémicas, c) tensiones fronterizas entre Costa Rica y Nicaragua en el río San Juan, y d) salida de Panamá del Parlamento Centroamericano, entre otras.

No obstante, en mi modesta opinión, para el desarrollo territorial del área centroamericana es fundamental una visión supranacional, ante un mundo globalizado que se organiza y se defiende mediante grandes regiones económicas (UE, EEUU, MERCOSUR, ALBA etc.), máxime para estos países, de pequeño tamaño, que apenas llegan a los 100 mil Km², donde la historia, cultura, vínculos sociales y económicos, son comunes.

También cabe señalar que se han realizado algunos esfuerzos sectoriales, como el Plan Puebla-Panamá, con enfoque de desarrollo económico a lo largo de la carretera panamericana, o el Corredor Biológico Mesoamericano, para la interconexión de áreas protegidas; pero los mismos hasta la fecha han resultado infructuosos y estériles.

Los proyectos ejecutados al nivel regional, con temas integrales y sectoriales, vinculados al OT; por citar algunos de ellos:

- A nivel de meso América, el Plan Puebla Panamá (carretera interoceánica logística e interconexión eléctrica centroamericana) y el Corredor Biológico Mesoamericano
- Al nivel de Centroamérica: SIECA, CCJ, PARLACEN, entre otros.
- Al nivel binacional. El Tratado de Libre Comercio (TLC), el proyecto trinacional de la cuenca del río Lempa etc.

Sobre algunas confusiones y errores metodológicos

- **Diferencias de ordenamiento territorial y urbanismo**

No existe una clara separación entre los anteriores, por lo que sucede a menudo una gran confusión en los términos y en su aplicación.

- **Desconocimiento y falta de desarrollo de la fase de prospectiva**

De la experiencia en el desarrollo de estudios de ordenamiento territorial, y la lectura de informes, libros y otros, relacionados con la materia, se considera que es la fase más compleja y peor desarrollada en la región.

Aún considerando que existen diferentes planteamientos metodológicos, casi todos los autores relacionados con el tema, desarrollan tres grandes fases: diagnóstico o inicial, prospectiva o intermedia, y propuestas o final (también planificación o programación por otros); luego estas se subdividen en otras, y se plantean diferentes herramientas.

En la fase de diagnóstico existe mucha literatura, presentando coincidencias en cuanto alcances, objetivos y herramientas; en la fase de propuestas, aun existiendo obviamente mayores diferencias, también hay mucho desarrollado, y de buena calidad; sin embargo, la fase de prospectiva, o no se desarrolla (en Latinoamérica en muchos de los casos), o se desarrolla mal; existiendo gran diferencia en los planteamientos, graves errores en los conceptos, y un bajísimo nivel, si lo comparamos con otras etapas de los estudios; lo anterior obedece a cuestiones obvias, es más sencillo determinar el estado actual que el futuro; lo cual no quita, que es probablemente la etapa más importante en un estudio de ordenamiento territorial, constituyéndose en el alma de un plan; si no sabemos hacia dónde queremos ir ¿Cómo lo haremos?; es por ello que gran parte de los estudios son incompletos o tienen algunos fallos en su concepción, ya que no parten de un buen análisis prospectivo.

- **Confusión entre ordenamiento territorial y catastro (y registro de la propiedad)**

En algunos países como Honduras existe algún desconcierto ya que se confunde ordenamiento territorial con catastro y registro de la propiedad.

- **Otras. Realismo mágico.**

A lo largo de la experiencia en talleres participativos de procesos territoriales, se concluye que existe una gran confusión al nivel local, ya que los actores no

entienden la utilidad del instrumento; en ocasiones se suele asimilar a una mera planificación económica, y en otras, se considera un instrumento todopoderoso y omnipresente que lo resuelve todo.

Bibliografía

- Caballero, E. (2014) “Sistema y Jerarquía urbana en Honduras, desde la Colonia hasta la primera mitad del siglo XX” Maestría Gestión Social Urbana. Editorial Guaymurás, Tegucigalpa, Honduras. ISBN: 978-99926-54-45-3
- Massiris, A. (2002) “Ordenación del territorio en América Latina” en Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales [En Línea]. Vol. VI, Número 125, 1 de octubre de 2002, Universidad de Barcelona, España, disponible en:<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-125.htm> [Accesado el 17 de marzo de 2005].
- Montes, P. (2001) “El ordenamiento territorial como opción de políticas urbanas y regionales en América Latina y el Caribe”. Serie Medio Ambiente y Desarrollo 45, Santiago de Chile, CEPAL–ECLAC, División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos, Diciembre.
- Trundle, L. (2012) “De las Encomiendas al Mercado. Quinientos años de desigualdad” Derecho al suelo y la ciudad en América Latina, la realidad y los caminos posibles. Programa Regional de Vivienda y Hábitat – Centro Cooperativo Sueco, Costa Rica. Editorial Trilce, Montevideo, Uruguay. ISBN: 978-9974-32-606-4.
- Ley de Ordenamiento Territorial (2003, Diciembre 30). Honduras: Congreso Nacional de la República de Honduras (2003, Diciembre 30).
- Rubio, D. Fernández, J. (2009) “Diagnóstico del Plan Nacional de Ordenamiento Territorial de Honduras PLANOTH”. INYPSA, Unidad de Planificación y Ordenamiento Territorial (Junio 2009).

CIENCIA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Caracterización agrícola del Municipio de La Virtud, Departamento de Lempira

Jessica Gabriela Villatoro Escobar

Resumen

El presente trabajo tuvo el objetivo de caracterizar los tipos de agricultura y cultivos predominantes en el Municipio de La Virtud. Este se encuentra ubicado en el sur de Lempira con una superficie de 6822.1452 Ha y cuenta con afluentes que se unen a la Subcuenca de río Mocal.

Los pasos metodológicos realizados fueron: identificación de comunidades de estudio pertenecientes al Municipio de La Virtud, determinación de muestra, realización de encuesta a 40 productores de las comunidades de Tixila, la Trinidad y Solicor, caracterización y análisis de datos obtenidos de fuentes bibliográficas y encuestas. De los principales resultados obtenidos y analizados se determinó que la población rural del Municipio de la Virtud, siembra en mayor cantidad cultivos de maíz, frijol y sorgo. Por otro lado entre el año 1986 y 2009 se dio un aumento de la cobertura agrícola de la zona, sin embargo en la actualidad aún existen comunidades del Municipio de La Virtud que practican la agricultura tradicional, aunque perciben la agricultura Agroforestal como una buena práctica de cultivos. Se concluye que la metodología empleada permitió conocer como ha sido la situación pasada y actual de los tipos de agricultura empleadas por los productores del Municipio de La Virtud, misma que puede causar problemas en la cobertura de la tierra y en todo el medio ambiente. Con la caracterización obtenida del Municipio de La Virtud se procederá a una segunda etapa del estudio acerca de un análisis más exhaustivo que indique los cambios de cobertura agrícola vrs. Los tipos de agricultura empleadas.

Palabras Clave: Cobertura, cultivos, tipo de agricultura, Municipio, Caracterización

Jessica Gabriela Villatoro Escobar, (jessicavillatoro_escobar@yahoo.com) Departamento de Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica, Facultad de Ciencias Espaciales Universidad Nacional Autónoma de Honduras

Introducción

La subcuenca del río Mocal se encuentra ubicada en el Departamento de Lempira, conformada por 119,004.919 Ha y rodeada por 18 Municipios. Esta Subcuenca constituye fuente importante de desarrollo para los ciudadanos que viven en Lempira por lo que se prevé algunos proyectos futuros, como ser pago/compensación por servicios ambientales.

Los cambios de cobertura agrícola y tipos de agricultura empleadas pueden repercutir sobre el agua de la subcuenca del río Mocal. , por lo tanto es necesario conocer el comportamiento de la cobertura agrícola en un periodo de tiempo seleccionado. Es así que el estudio está permitiendo adquirir información que sirva en primera instancia para caracterizar la zona, posteriormente para establecer escenarios de cambios de cobertura agrícola.

Actualmente los datos están siendo recolectados en 6 Municipios de Lempira (Belen Gualcho, San Manuel de Colohete, San Marcos de Caiquín, Tomalá, La Virtud y Candelaria), Aun están en proceso de recolección, sin embargo ya se cuenta con algunos resultados del Municipio de La Virtud.

Se plantea como objetivo del presente trabajo la caracterización de los tipos de agricultura y cultivos predominantes en el Municipio de La Virtud. Los resultados obtenidos constituirán información básica utilizable como paso previo y de apoyo para los resultados finales del estudio de Prospección de Cambios de Cobertura Agrícola en la Subcuenca del río Mocal, así mismo para estudios posteriores.

Método

El estudio realizado es de tipo exploratorio y se comenzó con la identificación de comunidades a encuestar, en este caso se encuestaron comunidades de Tixila, La trinidad y Solicor, ya que son las comunidades que tienen afluentes a la subcuenca del Río Mocal.

- Determinación de la Muestra

La muestra fue determinada utilizando la fórmula estadística que se observa a continuación:

Fórmula empleada

$$n = \frac{n_o}{1 + \frac{n_o}{N}} \quad \text{donde:} \quad n_o = p^*(1-p)^* \left(\frac{Z(1-\frac{\alpha}{2})}{d} \right)^2$$

Para realizar la fórmula se tomó en cuenta la población del área rural del Municipio de la Virtud, obteniendo la aplicación de 40 encuestas con un grado de confianza del 90%.

- Encuesta a productores

Durante el mes de junio 2013 se llevaron a cabo encuestas a productores, solicitando básicamente que cultivos se siembran en la zona y el tipo de agricultura empleada, entre otros aspectos como prácticas agrícolas.

- Evaluación de las encuestas

Los datos obtenidos fueron digitados en el programa estadístico SPS y Excel, de lo cual se han obtenido algunas representaciones gráficas (histogramas). En tal sentido cabe mencionar que en la segunda etapa del estudio, se podrá reflejar la información Geográficamente a través de mapas elaborados en ArcGis, una vez recolectados más datos.

- Caracterización

A través de recuento bibliográfico, datos obtenidos de SINIT, INE y encuestas aplicadas, se ha realizado una breve descripción de la Zona de Estudio, a través de la Importancia Económica y potencialidad del sector agrícola, caracterización de tipo de agricultura, Clima, temperatura y precipitación.

Resultados y Discusión

- Localización

La virtud está ubicada en el Sur de Lempira, colinda al norte con el Municipio de Valladolid, Al Sur y Este con El Salvador y al Oeste con los Municipios de Gualcinco y Mapulaca. (fig. 1)



Figura 1. Localización del Municipio de La Virtud

- Importancia Económica y potencialidad del sector agrícola

El sector agrícola ha ejercido un papel importante en la economía de los Municipios de Lempira, ya que influyen sobre el PIB (producto interno bruto) del país. Ciertamente existen periodos de sequía a nivel nacional, las cuales afectan la agricultura, esto ha generado impactos negativos sobre la economía del Departamento de Lempira, en especial de los pequeños productores ubicados en zonas de ladera. (Fernandez, Liliana; Navarro, Edgardo; FAO, 2005)

Indicador económico que refleja la implementación del sistema
Quesungual mejorado

Indicador	Quema (N= 23)	Quema químicos (N=20)	con Sistema agroforestal Quesungual (N=30)
Producto Bruto (Valor total producción) **	3433.80 Lps.	4561.22 Lps.	5412.80 Lps.
Maíz qq/mz **	14qq	26qq	32qq
Maicillo qq/mz	12qq	10qq	10qq
Valor leña por mz*	346.95 Lps.	262.67 Lps.	285.33 Lps.
Valor rastrojo por Mz**	58 Lps.	112 Lps.	144 Lps.
Valor tusa por mz*	44 Lps.	49 Lps.	73 Lps.
Costos en insumos/ mz	108.40 Lps. **	1022.77 Lps.	1139.31 Lps
Días trabajados por mz **	61 días	57 días	50 días
Costos totales por mz*	3370.09 Lps	4383.49 Lps	4261.01 Lps
Ingreso del capital por mz **	63.69 Lps	178.72 Lps	1151.78 Lps
Retorno mano de obra por día trabajado	59 Lps	64 Lps	88 Lps
Relación B/C	1.10	1.08	1.32

** Diferencias significativas para un rango de 95% de confianza

* Diferencias significativo para un rango de 80% de confianza

Figura 2. Indicador económico sobre el sistema Quesungual. Fuente Tejeda 2013.

En el cuadro anterior se puede observar como el Sistema Agroforestal Quesungual mejora no solo el ingreso de los personas sino también los días trabajados y nacionalmente el producto interno bruto.

Los sistemas agrícolas predominantes en el área del proyecto de PESA/FAO son granos básicos (maíz, frijol, maicillo). Además existen cultivos de arroz, ajonjolí, sandía, caña de azúcar y variedades de musáceas .

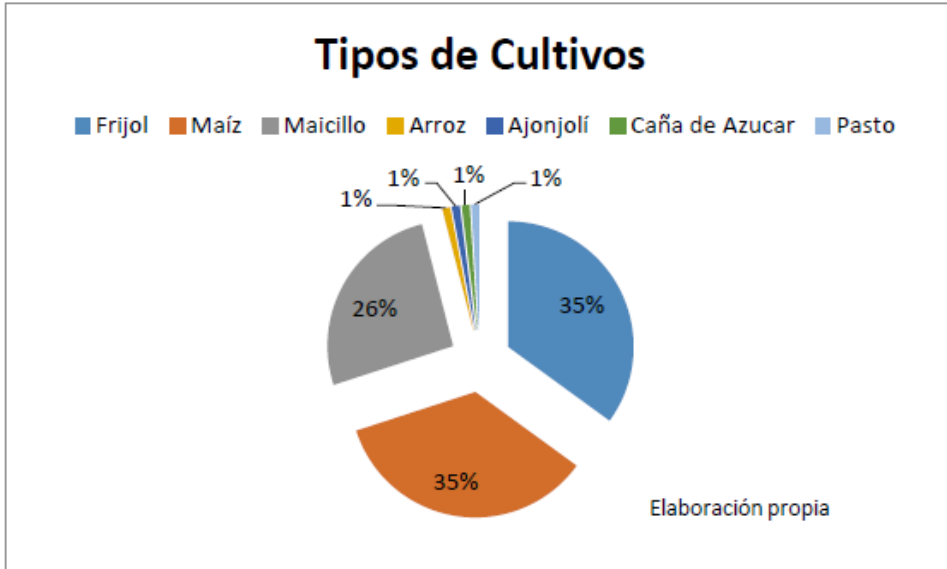


Grafico 1. De las 40 encuestas aplicadas a productores se puede apreciar que en la actualidad la mayoría de familias en la zona rural del Municipio de La Virtud produce maíz y frijol, en menor cantidad otros cultivos como: arroz, ajonjolí, caña de azúcar y pasto (toreño)

- Caracterización de Tipos de Agricultura

El uso inadecuado de la tierra ha sido un problema ambiental que ha afectado los suelos del Municipio de la Virtud, generando graves procesos de erosión, pérdida de fertilidad del suelo, deforestación, deterioro de los pastizales y la subutilización de la tierra de buena calidad, sin embargo, con la implementación del sistema Quezungual, la cual es una práctica tradicional agroforestal en la zona baja de Lempira implementada por PESA-FAO, a través de los años se ha aumentado la productividad de la parcela, se ha conservado la humedad del suelo, se ha creado soporte para la cosecha de maíz y frijol a través de las podas, en general se ha detectado recuperación del suelo desnudo, en donde hoy en día se ha dado reemplazo de vegetación .

FAO a través de PESA ha promovió tres tipos de agricultura: la de conservación, la orgánica y el manejo biológico integrado de los suelos, con el fin de sacar el máximo provecho a los sistemas de cultivos, siendo los principales cultivos agrícolas de la región de Lempira el maíz, frijol y café . (Figura 3)

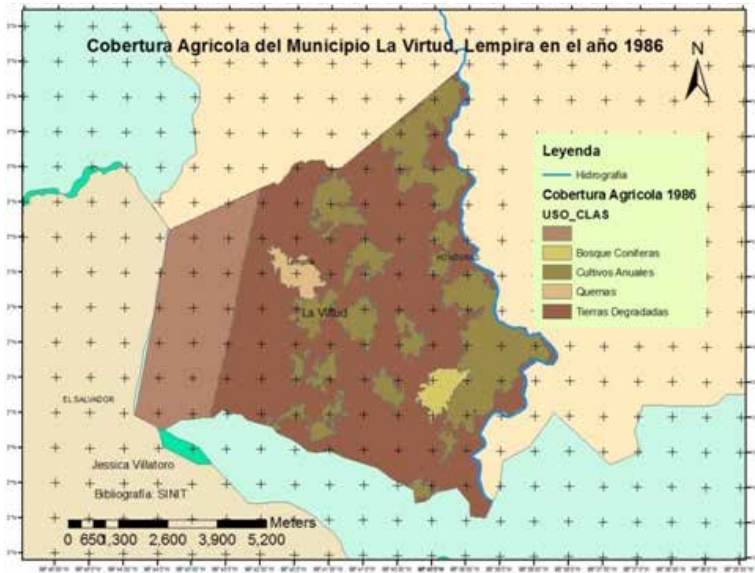


Figura 3. Cobertura Agrícola del Municipio de La Virtud, año 1986

En el año 1986 el área de cultivos anuales era menor, observando la existencia predominante de tierras degradadas probablemente debido a malas prácticas agrícolas.



Figura 4. Cobertura agrícola del Municipio de La Virtud, año 2009

A medida la población crece y mejora sus prácticas agrícolas, Observamos en el 2009 un aumento de la cobertura agrícola y forestal.



Figura 5. Tipos de Agricultura en la Subcuenca del Río Mocal, año 2002

Comparando la Agricultura Tradicional-Matorral y Agricultura Técnica-Semitecnificada a través de la Subcuenca del río Mocal se puede decir según datos del SINIT que hasta el 2002 el tipo de agricultura en la parte alta, media y baja de la Subcuenca es de tipo Tradicional-Matorral, solo 92.97 Ha ubicada en la parte alta de la Subcuenca, en el Municipio de Belén Gualcho se practica agricultura Técnica-Semitecnificada.

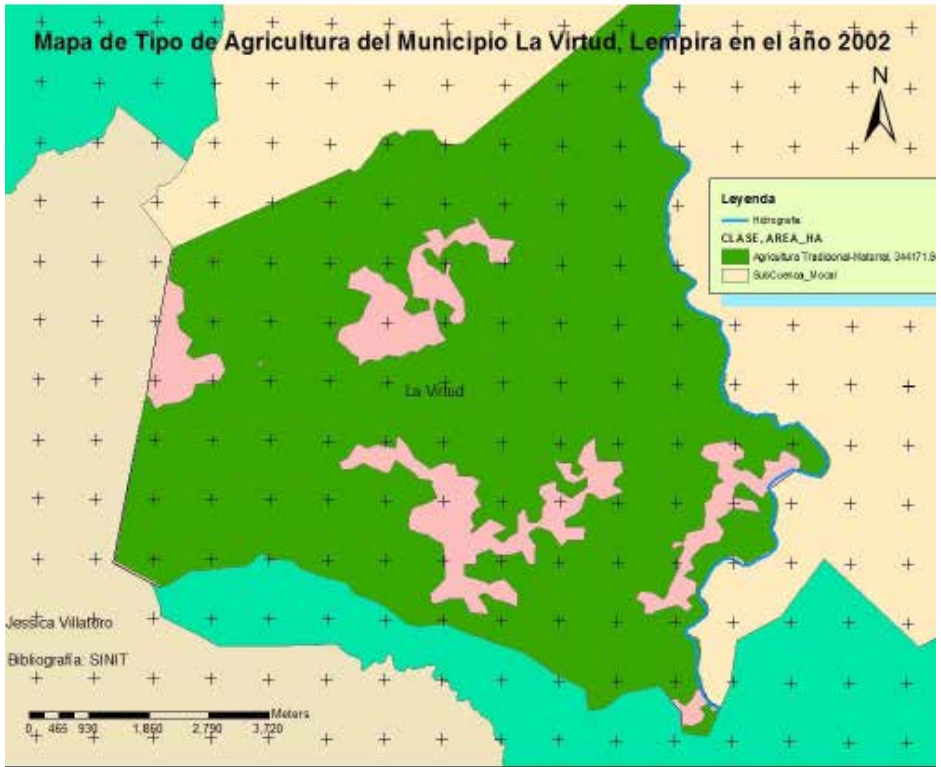


Figura 6. Mapa de tipo de agricultura del Municipio de La Virtud, año 2002

En el mapa se puede observar que en el año 2002 el tipo de agricultura que predomina en el Municipio de La Virtud es la Tradicional- Matorral.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Muy mala	2	5.0	5.0	5.0
	Regular	13	32.5	32.5	37.5
	Buena	23	57.5	57.5	95.0
	muy buena	2	5.0	5.0	100.0
	Total	40	100.0	100.0	

Cuadro 1. Tipo de agricultura agroforestal

La mayoría de personas encuestadas (57.5%) perciben la agricultura agroforestal (quezungual) como buena, esto indica que aunque en el Municipio de La Virtud no todos la practican este tipo de agricultura, tienen claro que es una de las mejores alternativa para cuidar el suelo.

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Tradicional	40	100.0	100.0	100.0

Cuadro 2. Tipo de Agricultura tradicional

Al preguntar qué tipo de agricultura se practicaba, se indicaron tres opciones: tradicional, agroforestal y silvopastoril, por tanto, según los resultados obtenidos vemos que en las comunidades de La Trinidad, Tixila y Solicor la mayoría de productores práctica la agricultura tradicional, misma que puede estar afectando la cobertura del suelo.

- Clima:

El clima en La Virtud, Lempira es de tipo lluvioso con invierno muy seco y se caracteriza por lluvias distribuidas de manera irregular entre mayo a diciembre. Los meses más lluviosos son junio y septiembre y los más secos: diciembre, enero y febrero. Las condiciones de clima permiten una amplia gama de especies de cultivos adaptadas a estas condiciones.

En las últimas décadas se está dando el fenómeno del cambio climático cuyos efectos son indiscutibles. Se estima que las emisiones de gases invernadero del pasado significaron calentamiento inevitable, aproximadamente incrementos de 1.6-2 grados centígrados a fin de siglo XX.

Se prevé fenómenos de fuertes precipitaciones, olas de calor en gran porcentaje de los ecosistemas terrestres y contrariamente, épocas de sequía en grandes áreas, facturando al sector agrícola especialmente por stress por calor, erosión, saturación hídrica, y otros .



Figura 7. Temperatura máxima y mínima del Municipio de La Virtud

Con respecto al comportamiento de la temperatura, los datos registrados por el SINIT, muestran que la tendencia de la temperatura mínima en el Municipio de la Virtud es de 26 grados centígrados y máxima de 28 grados centígrados. Siendo uno de los Municipios más calientes de Lempira.

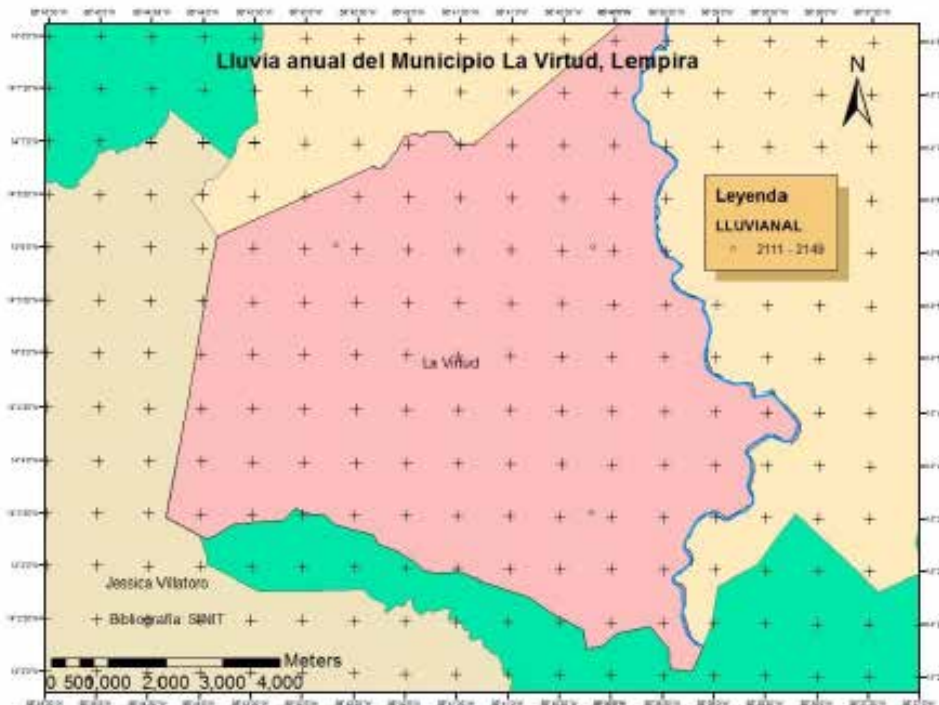


Figura 8. Lluvia anual del Municipio de La Virtud

Según datos del SINIT. La precipitación anual del Municipio de La Virtud varía entre 2111-2149 metros cúbicos, siendo los meses más lluviosos septiembre y octubre.

Conclusiones

1. La metodología empleada permitió conocer que actualmente productores del Municipio de La Virtud practican agricultura tradicional, misma que puede causar problemas en la cobertura de la tierra y en todo el medio ambiente.
2. Se puede determinar que en el Municipio de La Virtud se siembra maíz, frijol y maicillo, siendo la dieta básica de la mayoría de familias de la zona.
3. La caracterización del Municipio de La Virtud es solo el principio de un primer diagnóstico de la zona de la Subcuenca del río Mocal, lo que permitirá hacer un análisis más exhaustivo y analizar un estudio que indique los cambios de cobertura agrícola vrs. Los tipos de agricultura empleadas.

Bibliografía

- Argeñal, F. J. (2010). Variabilidad Climática y Cambio Climático en Honduras. Tegucigalpa: PNUD.
- Benites, J. R., & Álvarez Welchez, L. (1994). Ordenación Integrada de Recursos Naturales con Énfasis en Suelo, Agua y Nutrientes de Plantas. Candelaria: FAO.
- FAO. (16 de abril de 2005). Depósitos de FAO, Departamento de Agricultura. Obtenido de Agricultura y Desarrollo Rural Sostenible: <http://www.fao.org/do-crep/meeting/009/j4236s/j4236s00.HTM>
- Fernández, Liliana; Navarro, Edgardo; FAO. (2005). El Sistema Agroforestal Quesungual. Tegucigalpa: Litografía López.
- Nájera, Bojórquez, Lemus, Marcelleño. (2010). Cambio de cobertura y uso del suelo en la cuenca del río Mololoa, Nayarit. Biociencias, 29.
- Tejeda, M. J. (18 de agosto de 2013). "HONDURAS SI SE PUEDE" Asegurar sus alimentos cambiando sus sistemas de producción tradicionales en laderas. Obtenido de http://mildred-tejada.rds.hn/honduras_si_puede.pdf

Variabilidad climática en las ciudades urbanas de Tegucigalpa y Comayagüela, Francisco Morazán, Honduras en el periodo comprendido entre los años 1975 – 2011

Antonio Carías

Resumen

En este trabajo se estudia la variabilidad climática urbana del Distrito Central en Honduras lo cual comprende a Tegucigalpa la capital y a Comayagüela como ciudad vecina, el espacio temporal del análisis abarca las fechas de 1975, 1987, 2000 y 2011. En la primera etapa se estudia el patrón de crecimiento urbano lo que nos muestra que han ocurrido varios cambios en los primeros años de estudio, esta etapa del análisis se elaboró mediante imágenes satelitales del sensor LandSat, a estas imágenes se les calculó el índice de vegetación (NDVI) el cual separa las zonas vegetales de las desprovistas de vegetación lo cual nos hace un extracto de las zonas urbanas y así extraerlas con mayor facilidad, luego se evaluó los resultados de los análisis de la banda 6 del satélite LandSat que corresponde a la banda térmica con la cual podemos sacar temperatura del suelo en el momento en que fue tomada la imagen, es importante mencionar que las imágenes corresponden al primer trimestre del año y en este análisis no contamos con el año 1975 ya que el sensor no tenía instalada esa capacidad en esos momentos; sumado a estos procesos se analizó ciertas estaciones de monitoreo atmosférico y se procesaron mediante geoestadística lo cual arroja un dato no tan local ya que las estaciones estaban muy separadas para arrojar un análisis un poco más particular. La suma de todas estas variables es el principal aporte a este estudio para guiar de alguna manera estudios de la temática de variabilidad climática y crecimiento urbano.

Palabras clave: Clima, Geo-estadística, Sensores Remotos, Temperatura, Urbano.

Abstract

In this paper we study the climatic variability in Honduras Central District which includes the capital Tegucigalpa and Comayagüela as neighboring city, temporary space analysis covers the dates 1975, 1987, 2000 and 2011. In the first stage examines urban growth pattern which shows that there have been several changes in the first years of study, this stage of analysis is produced by sensor Landsat satellite images, these images will be calculating the vegetation index (NDVI) which separates the plant areas devoid of vegetation which makes us an excerpt from urban and thus remove them more easily, then evaluated the results of the analysis of Landsat satellite band 6 which corresponds to the thermal band with which we can draw soil temperature at the time the image was taken, it is important to mention that the images correspond to the first quarter of the year and in this analysis do not have the year 1975 because the sensor was not installed that capacity at the time; joined these analyzes was analyzed certain atmospheric monitoring stations and worked through geostatistics which throw a figure not so local as the stations were too far apart to shed a little more specific analysis. The sum of all these variables is the main contribution of this study to guide studies somehow the topic of climatic variability and urban growth.

Key words: Climate, Geo-statistics, Remote Sensing, Temperature, Urban.

Antonio Carias, Departamento de Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica,
Facultad de Ciencias Espaciales, Universidad Nacional Autónoma de Honduras

Introducción

La rápida urbanización de las comunidades en estos últimos 50 años ha generado un aumento a la exposición a desastres naturales. El crecimiento urbano avanza hacia la frontera con los recursos naturales, lo que implica la extracción de recursos, consumo de energía y aumento de la polución ambiental. Esta degradación ambiental que ocurre en estas áreas urbanas incrementa los contaminantes atmosféricos lo cual aumenta los niveles de calor lo cual incrementa el consumo de energía en la utilización de sistemas de enfriamiento, estos impactos sumados a las demás ciudades se reflejan a escalas globales alterando los patrones de lluvias, la presencia de gases de invernadero, alteración de la humedad y de la disponibilidad de agua potable.

Es por ello que es necesario contar con una cuantificación de la expansión urbana y así mismo hacer una relación entre expansión y su comportamiento con el clima, para promover medidas que nos lleven a mitigar estos impactos ambientales que deterioran la salud de toda la biología circundante.

Materiales y métodos.

En los últimos años el estudio de asentamientos humanos y su respectivo crecimiento ha generado un notable interés, es por ello que se han generado diversos modelos espaciales utilizados por los urbanistas y ambientalistas para buscar el desarrollo de las regiones. (Herold, 2005)

Esta necesidad de establecer o descubrir estas tendencias, se hacen más fácil mediante los usos y procesamiento computacional con sistemas de información geográfica, esta es una herramienta vital para estos análisis ya que ella arroja resultados para las futuras tomas de decisiones. Para las interpretaciones territoriales es necesario contar con imágenes satelitales de la zona de estudio, como parte del modelo a trabajar en la planificación. Una caracterización territorial mediante sensores remotos es una técnica que acelera el dinamismo de la investigación espacial del crecimiento urbano esta da una diferente visión del territorio desde las regiones del espectro electromagnético y procesarlas de una fácil manera mediante medios digitales. (Lu, 2004)

La Municipalidad del Distrito Central comprende las ciudades de Tegucigalpa y Comayagüela, que hasta 1938 tenían organización administrativa independiente como municipios. En el Decreto 2, promulgado por el Honorable Congreso Nacional el 9 de diciembre de 1937, se ratifica el Decreto 53 del 30 de enero de

1937, el cual declara en el Artículo 1. Reformar el Artículo 179 de la Constitución Política de 1936, en el que se dice que los actuales Municipios de Tegucigalpa y de Comayagüela, formarán un Distrito central, cuya creación, organización y funcionamiento será objeto de una ley especial.

En la actualidad, el Distrito Central ocupa un área de 1 396.5 km², divididos en un sector urbano (127.35 km²) y el resto en un sector rural (44 aldeas y 294 caseríos). La denominación municipal no corresponde a lo urbano, por el contrario, los municipios incluyen mayoritariamente áreas rurales y un número de poblados que se clasifican en escala desde aldeas y caseríos hasta áreas metropolitanas.

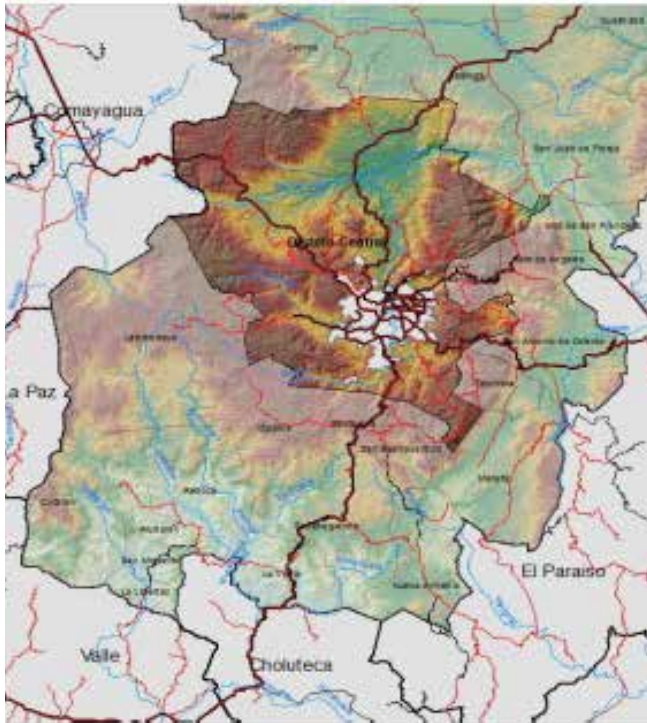


Figura 1 Delimitación del área de estudio

La ciudad de Tegucigalpa y sus municipios vecinos se encuentra ubicada en la Cuenca Alta del Río Choluteca, que vierte hacia el océano pacifico y que en su totalidad abarca unos 6510 km². En la actualidad esta cuenca como sus principales subcuencas (Guacerique, Río Grande, Sabacuante, Tatumbla y Río del Hombre) se encuentran en un fuerte proceso de degradación.

La topografía del territorio tiene un rango de pendiente entre el 16 y el 30%, con características geomorfológicas de bajo a alto riesgo, suelos poco profundos, que sumados a las fallas geológicas existentes da lugar a terrenos inestables.

Tiene un clima tropical lluvioso en las partes bajas, y templado húmedo en las partes altas. Por ubicarse en un altiplano situado a una altura entre los 900 y 1050 metros sobre el nivel del mar (msnm), en el arranque de una cadena montañosa de la que forman parte los cerros El Berrinche, El Picacho y el Pedregal, presenta un clima templado con temperaturas promedio mensuales que varían desde los 19.4 grados centígrados en diciembre hasta los 23.5 grados en Mayo.

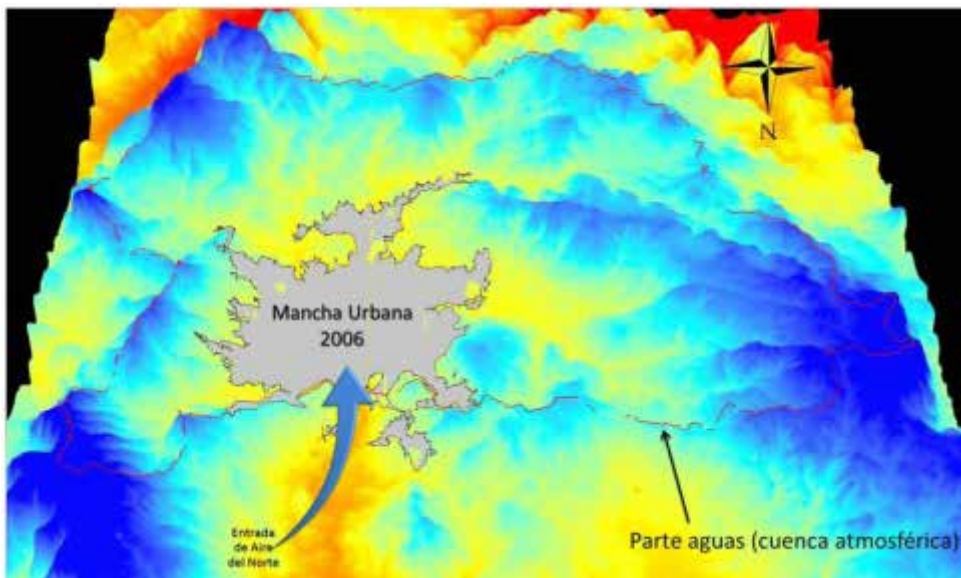


Figura 2 Cadena montañosa formando la cuenca atmosférica

En los últimos 25 años, el área urbana de Tegucigalpa se ha triplicado en tamaño. La mayor parte de esta expansión se produjo entre mediados de 1970 y finales de 1980. Impulsado por el rápido crecimiento de la población, el área urbana de la ciudad creció de aproximadamente 2.360 hectáreas en 1975 a 6.020 hectáreas en 1987. Durante este período, la ciudad experimentó la disminución de la densidad de población, ya que el por ciento de crecimiento en la expansión urbana (155%) superó el por ciento de crecimiento de la población (83%).

En 1987 el consumo per cápita de la tierra había crecido a más de 0,01 ha / persona de aproximadamente 0.007 ha / persona en 1975. Tegucigalpa continuó

creciendo entre 1987 y 2000, la expansión de aproximadamente 2.340 hectáreas. Sin embargo a diferencia del período anterior, el porcentaje de crecimiento de la expansión urbana (39%) fue sólo ligeramente inferior al porcentaje de crecimiento de la población (42%). El aumento de la densificación en este período se hizo evidente en la caída de 2% en el consumo de suelo per cápita, pasando de 0,0103 ha / persona en 1987 hasta 0,0101 ha / persona en 2000 (Princeton University, 2004).

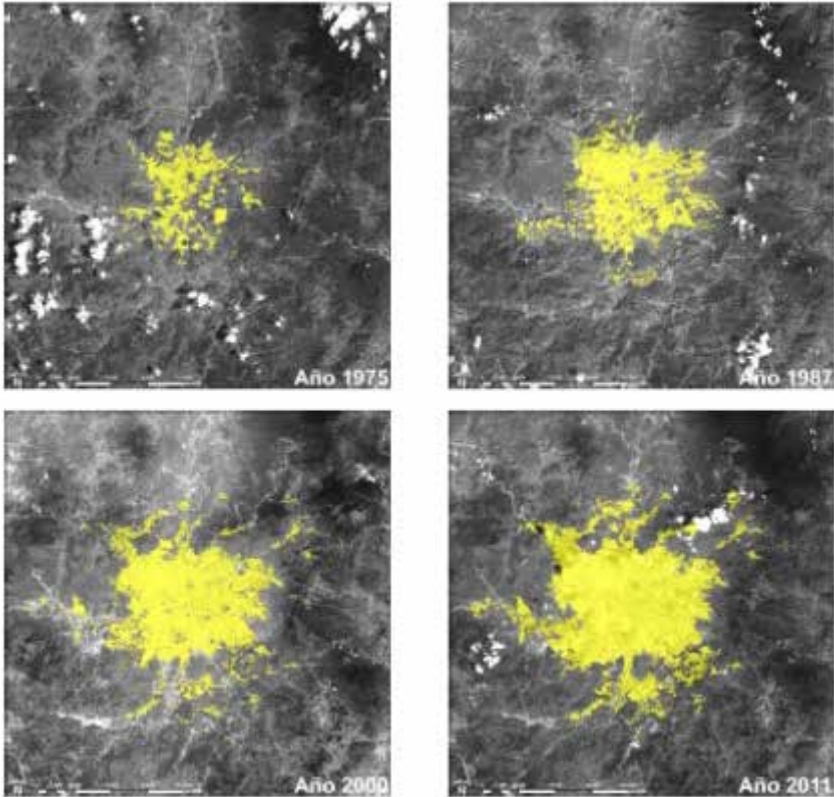


Figura N

Marco Metodológico

Las imágenes que se trabajaron fueron unas LandSat TM adquiridas para los años de 1975, 1987, 2000, 2011 todas ellas pertenecientes al primer trimestre de cada año, tiene una resolución espacial de 30 metros y la termal de 120 metros.

Primero hay que obtener las reflectancias de la superficie de estudio luego de pre procesar y calibrar dichas radiaciones atmosféricas y correcciones geométricas, se obtiene la imagen mediante un corte procesado de radiometría.

Obteniendo el NDVI

Teniendo la imagen principal con las correcciones correspondientes se procede a extraer el NDVI (Índice de vegetación de diferencia normalizada) el cual su valor mínimo es el valor del suelo puro o desprovisto de vegetación. La emisión de la superficie es calculada mediante la siguiente formula:

$$\varepsilon = 0.98 - 0.042\rho$$

Donde es ρ la reflectancia para el espectro rojo.

Y cuando el valor del NDVI es máximo significa que el pixel demuestra pura vegetación y la emisión de la superficie es igual a 0.986.

Cuando el valor del NDVI es menor o igual al NDVI máximo y mayor o igual al NDVI mínimo el valor de pixel es una mezcla y esta se deriva de la siguiente formula:

$$\varepsilon = \varepsilon_v P_v + \varepsilon_s (1 - P_v) + d\varepsilon$$

Los parámetros ε_v ε_s representan las reflectancias de la vegetación y suelo.

Expresa la diferencia de reflectancia causada por la distribución geométrica del efecto superficial y está en muchos casos el valor el cero. Refiere a la composición de vegetación expresada por la fórmula:

$$P_v = \left[\frac{NDVI - NDVI_{\min}}{NDVI_{\max} - NDVI_{\min}} \right]^2$$

Obteniendo la Temperatura de la Superficie del Terreno (LST)

Para calcular la temperatura de brillo de la radiación () que está compuesta por la emisión de calor del objeto y energía de la radiación del ambiente expresada como la diferencia de la temperatura del suelo se calcula con la siguiente fórmula:

$$L_{\lambda} = (Gain * DN) + Bias$$

En esta fórmula los datos de *Gain* y *Bias* son adoptados del archivo cabecera de la imagen satelital, él es el número digital que representa el valor numérico de cada pixel en la imagen.

Para calcular la temperatura T_d del suelo se utiliza la siguiente ecuación (Wukelic, 1989):

$$T_d = \frac{K_2}{\ln\left(1 + \frac{K_1}{L_{\lambda}}\right)}$$

Los parámetros K_1 y K_2 de la ecuación son valores constantes en grados Kelvin para cada uno respectivamente 60.776K y 1260.56K.

Calculando la temperatura de la superficie del terreno (David A Artis, 1982):

$$T_s = \frac{T_d}{1 + (\lambda / \rho) \ln \epsilon}$$

Importante recalcar que el resultado que obtenemos en P_v la es en grados Kelvin por lo cual debemos convertirlo a grados Centígrados usando esta fórmula:

$$T = T_s - 273$$

Obteniendo mapa geo estadístico mediante información ambiental

Para generar dichos mapas se partió de información de estaciones meteorológicas las cuales fueron procesadas para generar el Índice de Severidad de Sequia (ISS) los cuales fueron interpolados mediante La media ponderada por el inverso de la distancia, denominada en inglés inverse distance waited (IDW), asume que hay una relación entre distancias, los valores cercanos a un punto tienen más parecido que los que están más lejos. (JOHNSTON et al., 2001)

Para predecir un valor de un lugar no muestral, utilizara los valores de los lugares muestrales que haya alrededor del lugar que se va a predecir.

Los valores de los lugares más próximos al que se va a predecir tendrán más influencia y por lo tanto más peso que los que están más lejos. Este peso disminuye con la distancia. La fórmula general es:

$$Z(S_0) = \sum_{i=1}^N \lambda * Z(S_i)$$

Donde $Z(S_0)$ es el valor que intentamos predecir para el lugar S_0 . N es el número de puntos muestrales alrededor del lugar que se va a predecir y que serán tenidos en cuenta en la predicción. λ_i es el peso asignado a cada punto muestral que vamos a usar. Estos pesos decrecen con la distancia. $Z(S_i)$ es el valor observado del lugar S_i .

La fórmula para determinar los pesos es:

$$\lambda_i = d_{i0}^{-p} / \sum_{i=1}^n d_{i0}^{-p}$$

A medida que la distancia se hace más grande, el peso es reducido por un factor p . Es decir, que a medida que se incrementa la distancia entre los puntos observados y el punto calculado, el peso que tendrá un punto muestral sobre el predicho decrecerá exponencialmente. d_{i0} es la distancia entre el lugar de predicción S_0 y cada lugar muestral, S_i . Los pesos de los lugares utilizados para la predicción serán escalados de tal forma que su suma sea 1, es decir,

$$\sum_{i=1}^N \lambda_i = 1$$

El óptimo valor de p se determina haciendo mínimo el error de predicción o error cuadrático medio, que tiene la siguiente fórmula:

$$EMC = \sqrt{\sum_{i=0}^n \frac{(\hat{z}(s_i) - z(s_i))^2}{n}}$$

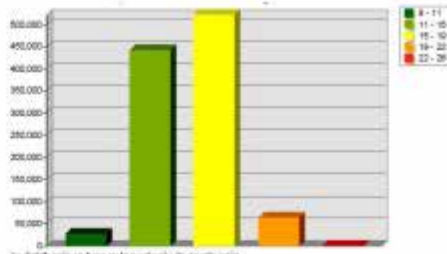
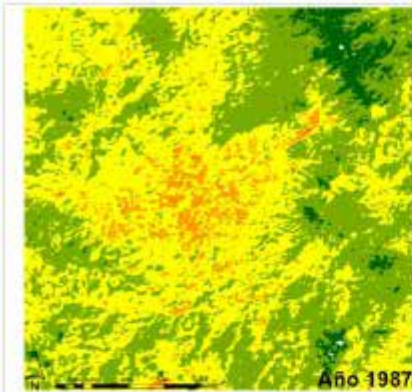
El analista geoestadístico utiliza potencias más grandes que 1. Por defecto usa $p=2$ que se conoce como distancia inversa al cuadrado.

Otra cuestión importante es determinar el número de vecinos a tener en cuenta para calcular el valor predicho. Esto dependerá del tipo de datos y de la superficie que intentemos crear.

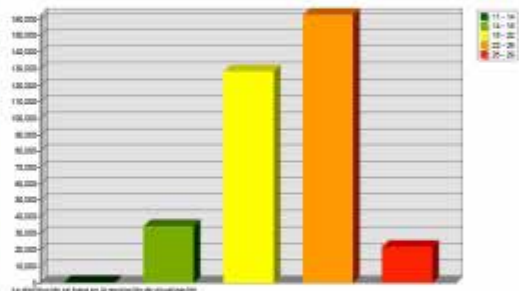
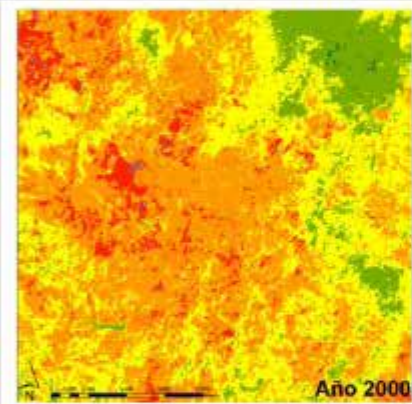
La superficie calculada usando la media ponderada por el inverso de la distancia (IDW) dependerá de la potencia del parámetro p y de la estrategia de búsqueda de vecindad. El IDW es un interpolador exacto, donde los valores máximos y mínimos en la superficie interpolada pueden solamente ocurrir en los puntos muestrales.

Resultados

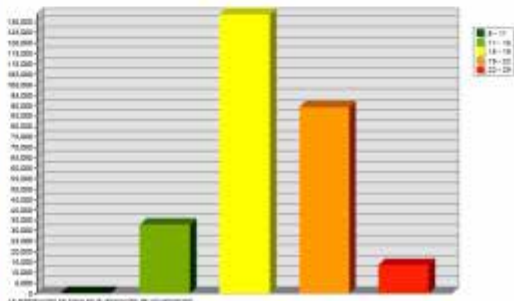
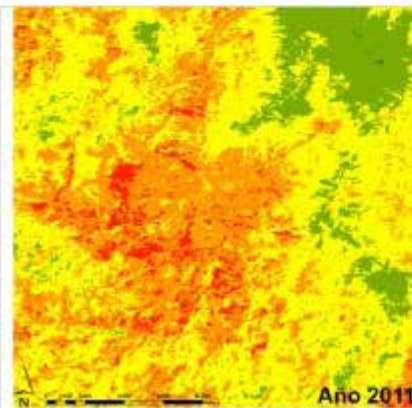
Los resultados obtenidos del procedimiento LST corresponden a las fechas de los años 1987, 2000 y 2011 todos pertenecientes al primer trimestre del año respectivo los cuales se muestran a continuación:



La distribución de la temperatura en Grados Centígrados



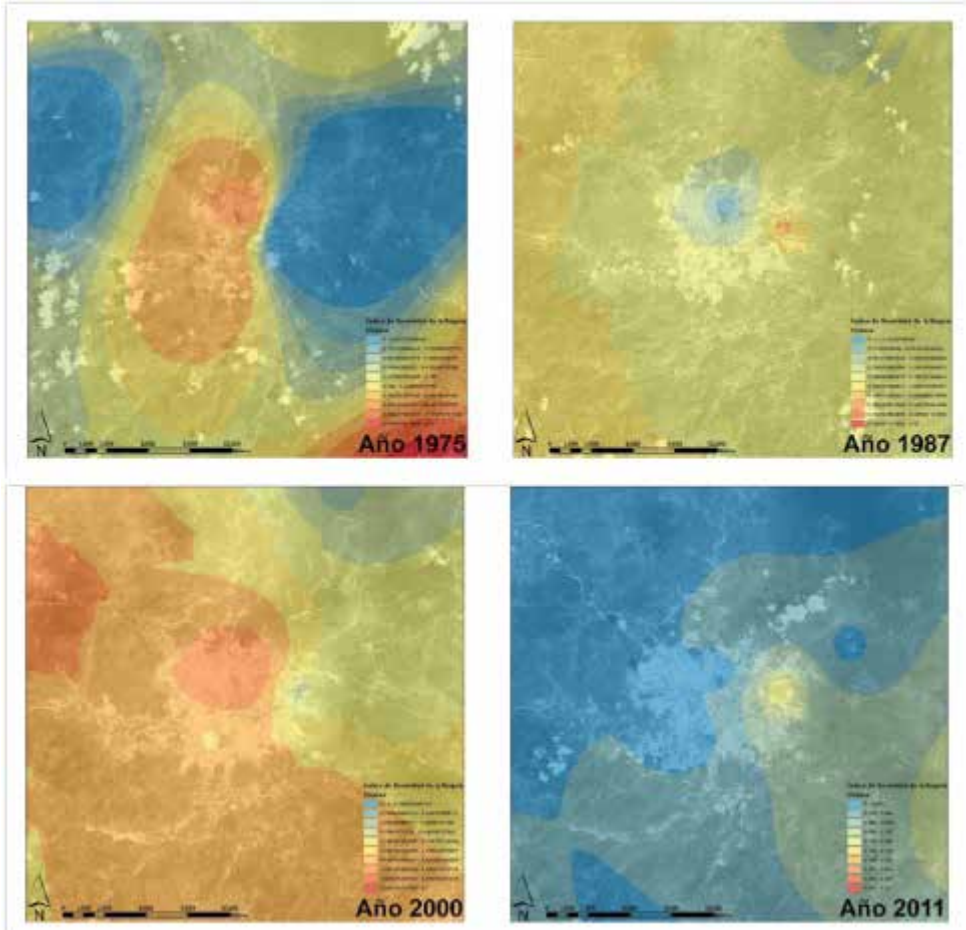
La distribución de la temperatura en Grados Centígrados



La distribución de la temperatura en Grados Centígrados

Como se muestra en las gráficas junto al mapa vemos para el año 1987 que el comportamiento de la temperatura está dentro de los rangos de 11°C – 19°C por el año 2000 están entre 18°C – 26°C y para el año 2011 entre 15°C – 22°C

Utilizando los métodos estadísticos de interpolación IDW tenemos los siguientes mapas mostrando las zonas con un índice de severidad de sequía el cual fue desarrollado para medir la intensidad, duración y extensión espacial de la sequía, estos valores derivan de las medidas de precipitación, temperatura del aire y humedad del suelo local.



Conclusiones

Con los estudios obtenidos con las diferentes modelos (NDVI, LST e IDW), sus respectivas comparaciones, y a pesar de que los espacios temporales son considerables se deduce que el crecimiento del Distrito Central ha afectado en medida y se estima de que hay una tendencia aparente de un aumento de temperatura en

los pasados 35 años y las correlaciones con los diferentes modelos estadísticos corresponden en todos los años.

Cabe destacar que en los últimos años se muestran un descenso de la temperatura ya sea en el análisis estadístico como en el cálculo de temperatura de superficie, lo cual de alguna manera satisface el estudio ya que vemos una correlación positiva en ellos.

Es importante contar con programas de revegetación urbana, programas educativos de la gestión del riesgo, fortalecer los planes de ordenamiento territorial correspondientes a planeamiento urbano ecológico, tratar de reducir al máximo los efectos negativos que incurre en un avance urbanístico sin planificación ecológica para guardar la salud de los ciudadanos y los peligros naturales ya sean epidémicos o de polución.

Bibliografía.

- Barredo, J. I. (2003). Modeling dynamic spatial processes: simulation of urban future scenarios through cellular automata. En *Landscape and Urban Planning* (págs. 145-160).
- David A Artis, W. H. (September de 1982). Survey of emissivity variability in thermography of urban areas. Terre Haute, Indiana, U.S.A.
- Herold, M. H. (2005). The role of spatial metrics in the analysis and modeling of land use change. *Environments and Urban Systems*, 369-399.
- Jantz, C. A. (2003). Using the SLEUTH urban growth model to simulate the impacts of future policy scenarios on urban Land use in the Baltimore metropolitan area. Washington.
- JOHNSTON et al. (2001). Using ArcGIS geostatistical analyst. New York: ESRI.
- Lu, D. P. (2004). Change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*, 2365-2407.
- Princeton University. (February de 2004). Rapid Urbanization in Tegucigalpa, Honduras. Princeton, NJ.

- White, Engelen R., y G. Uljee. (1997). The use of constrained cellular automata for high resolution modeling of urban land dynamics. En *Environmental Plannig* (págs. 323-343).
- Wukelic, G. E. (1 de Jun de 1989). Radiometric calibration of Landsat Thematic Mapper Thermal Band. Richland, United States.

Análisis del comportamiento temporal de la biomasa en Pastos del Departamento de Olancho en el contexto del cambio global – Fase I

José David Cáceres

Resumen

Según la guía de buenas prácticas del Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC), las técnicas de teledetección son adecuadas para la estimación de los sumideros de carbono a partir de la estimación de la biomasa. En este trabajo, concebido en dos fases, se utilizará una serie temporal de imágenes Landsat para estimar la cantidad de biomasa del pasto en el Departamento de Olancho. En la fase I, se ha delimitado la zona de estudio derivada del análisis de información territorial suministrada por el Sistema Nacional de Información Territorial (SINIT), así como análisis visual de imágenes Landsat e imágenes de alta resolución. Se obtuvo un área de cobertura de pastos de 670,749.79 ha lo que representa aproximadamente un 28% de la extensión total del Departamento. Se elaboraron protocolos de radiometría de campo para la estandarización y fiabilidad de la información recopilada por personal del Laboratorio de Radiometría del Departamento de Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica.

Palabras Clave: Landsat; pastos; radiometría; biomasa; stocks de carbono

Abstract

According to the guide of good practices Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), remote sensing techniques are suitable for the estimation of carbon sinks from the biomass estimate. In this work, conceived in two phases, a time series of Landsat images will be used to estimate the amount of grass biomass in the Department of Olancho. In phase I, the study area has been derived from the analysis of spatial information provided by the National Land Information System (SINIT) and visual analysis of Landsat images and high resolution images. We obtained an area of grass cover in the department of Olancho 670,749.79 ha representing approximately 28% of the total area of the Department. Measurement protocols

were developed for field radiometry standardization and reliable survey information collected by staff of the Radiometry Laboratory of the Department of Science and Geographic Information Technologies.

Keywords: Landsat; pastures; radiometry; biomass carbon stocks

José David Cáceres, (jcaceres@unah.edu.hn), Departamento de Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica, Facultad de Ciencias Espaciales, Universidad Nacional Autónoma de Honduras

Introducción

Las masas forestales juegan un papel fundamental en el ciclo del carbono, fijándolo de la atmósfera y almacenándolo en su biomasa, y constituyen, por ende, uno de los más importantes sumideros de carbono. Ante los compromisos suscritos por los países, incluido Honduras, para la mitigación del cambio climático en la Convención Marco de Las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), la cuantificación del balance de carbono se presenta como uno de los principales desafíos al permitir considerar la fijación de carbono como un objetivo más de la gestión forestal. Esto conlleva la estimación del carbono almacenado en la biomasa, así como el seguimiento de la evolución de estos stocks a diferentes escalas temporales.

La estimación de los stocks de carbono en zonas heterogéneas, como sabanas o potreros, utilizando sensores remotos, representa desafíos únicos debido a la presencia de dos estratos de vegetación con un comportamiento muy diferenciado, el pasto y los árboles. (Todd et al. 1998)

Este estudio se basa en el uso de índices espectrales, derivados de imágenes Landsat, para estimar biomasa en una zona de pastos en el momento de máxima actividad vegetativa, que corresponde con la época de primavera (marzo-mayo). A partir de una serie temporal de mediciones de campo obtenidas de un sitio con características similares a la zona de estudio propuesta e imágenes Landsat se generará un modelo empírico para la estimación de biomasa en pastos en el Departamento de Olancho.

En enero de 2010 surge lo que se llama Plan de Nación y Visión de País la cual declara 16 principios orientadores del desarrollo el cual el sexto está alineado con la educación y desarrollo humano para la generación de oportunidades. En su objetivo el No.3 “Una Honduras productiva, generadora de oportunidades y empleo, que aprovecha de manera sostenible sus recursos y reduce la vulnerabilidad ambiental.”, nos enmarca en la importancia de la gestión sostenible de nuestros recursos naturales, esta visión de país lleva de la mano un proceso basado en el desarrollo territorial el cual define a Honduras como un territorio ambiental, cultural y territorialmente diverso debido a estas características se establece el Modelo de Desarrollo Regional el cual establece en La Ley de Visión de País y Plan de Nación 16 Regiones de Desarrollo, delimitadas por las cuencas principales del país.

El lineamiento estratégico número 11 de este documento nos resalta la importancia de contar con información que permita dirigir los esfuerzos hacia la

adaptación y mitigación al cambio climático, siendo la estimación de los stocks de carbono, a través de la biomasa, un pilar fundamental en la consecución de este objetivo. Dentro de las prioridades de investigación de la UNAH, este proyecto se encuentra enmarcado en la Prioridad No. 11: Cambio Climático y Vulnerabilidad.

El objetivo general de este estudio consiste en construir un modelo estadístico para la estimación de biomasa en pastos en la zona oriental del país. Para la consecución de este objetivo se ha dividido el estudio en dos fases y han planteado varios objetivos específicos, los cuáles se mencionan a continuación:

- Elaborar protocolos para el uso del laboratorio y la toma de información espectral de especies de pastos en campo utilizando el radiómetro. (Fase I)
- Utilizar la capa de Uso del Suelo elaborada por el Sistema Nacional de Información Territorial (SINIT), para las zonas con cobertura de pastos (sistema agrosilvopastoril). (Fase I)
- Elaborar un mapa de la zona de estudio del proyecto. (Fase I)
- Realizar campañas de mediciones periódicas del comportamiento espectral de los pastos. (Fase II)
- Comparar las firmas espectrales recolectadas con el comportamiento espectral de las zonas identificadas para validar la presencia de pastos. (Fase II)
- Construir un modelo de regresión lineal para la estimación de biomasa en pastos a partir de índices espectrales. (Fase II)

Metodología

La metodología descrita en este apartado corresponde al desarrollo de la Fase I del presente proyecto.

- ***Diseño Metodológico***

Para la consecución de los objetivos planteados, se definió un esquema metodológico en 3 etapas (Figura 1). En primer lugar, se procedió a la delimitación del área de estudio. La definición del área se realizó utilizando como base la cartografía generada por el Sistema Nacional de Información Territorial (SINIT), identificando y seleccionando la zona correspondiente a la cobertura Agropecua-

rio, se realizó una depuración realizando un análisis visual de las coberturas de la imagen satelital de referencia del sensor TM, empleando una combinación en falso color mejorado (4-5-3), así como información de apoyo como ser imágenes de alta resolución disponibles a través de la plataforma Google Earth. Luego se sobrepuso la capa de red vial, se realizó un buffer de 6 metros sobre esta capa y se procedió a eliminar de la capa de Uso Agropecuario todas las áreas que cayeran dentro del área de influencia creada para la capa de red vial, obteniéndose así el área de estudio final. La segunda etapa corresponde a la composición del Mapa del área de estudio utilizando el software especializado. En la última etapa, aunque en paralelo a las dos anteriores, se procedió a la elaboración de un protocolo de medición de radiometría de campo utilizando como referencia la experiencia personal y los protocolos utilizados por el Laboratorio de Espectro-radiometría y Teledetección Ambiental del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) - Centro de Ciencias Humanas y Sociales (CCHS).

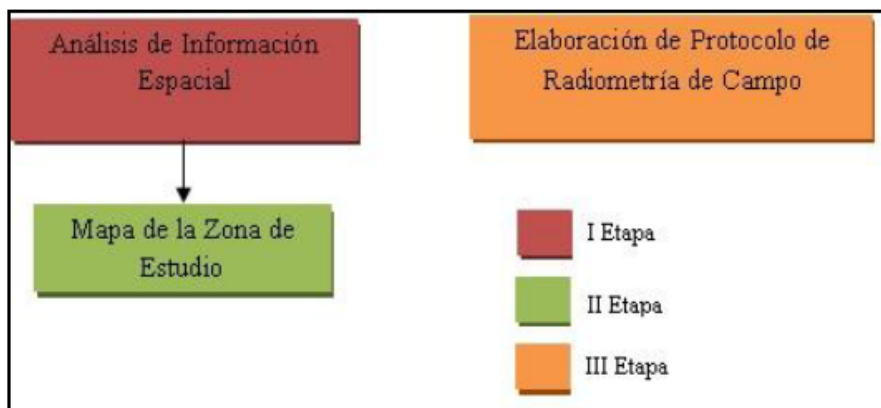


Figura 1. Diagrama de las Etapas de la Me

Antecedentes

En la última década, la teledetección ha brindado información esencial sobre la variación espacial y temporal de las cubiertas vegetales, contribuyendo a la estimación de importantes variables biofísicas y bioquímicas. Hasta el momento se han aplicado con éxito enfoques empíricos basados en índices de vegetación que han obtenido un nivel de precisión satisfactorio para estimar importantes parámetros biofísicos de la vegetación como el contenido en clorofila (Blackburn 1998; Broge y Mortensen 2002) y nitrógeno (Hansen y Schjoerring 2003; Martin et al. 2008). Otras aproximaciones basadas en el uso de modelos físicos de transferencia radiactiva han demostrado igualmente su utilidad para la estimación de variables de

interés como el contenido de agua de la vegetación (Trombetti et al. 2008; Yebra y Chuvieco 2009).

En este contexto se inscriben las actividades del proyecto Biospec (<http://www.lineas.cchs.csic.es/biospec/>), que explora el uso de la teledetección próxima y remota para estimar diversos parámetros biofísicos de la vegetación en una zona de dehesa localizada al Noreste de la provincia de Cáceres (España). Para ello se ha realizado una intensa campaña de campo que ha permitido recopilar un conjunto muy importante de datos sobre el estado de la vegetación y sobre su comportamiento espectral, los cuales están siendo utilizados para calibrar y validar modelos empíricos y físicos para la estimación de variables biofísicas a partir de datos de teledetección obtenidos a diversas escalas espaciales y temporales. Debido a la similitud entre los ecosistemas estudiados, se pretende extrapolar los resultados obtenidos con las mediciones de campo realizados en la zona de Cáceres (España) y aplicarlos sobre la zona de estudio propuesta en el presente estudio.

En las últimas décadas la teledetección ha sido utilizada ampliamente para la estimación de biomasa en pasto (Cho et al. 2007; Edirisinghe et al. 2012; Kogan et al. 2004; Malmstrom et al. 2009; Todd et al. 1998). A escala continental, sensores de baja resolución espacial, tales como NOAA AVHRR (Kogan et al. 2004) y MODIS (Muukkonen y Heiskanen 2007), han sido muy utilizados debido a su adecuada cobertura espacial y frecuencia de adquisición. Sin embargo, para cuantificar biomasa a escalas locales, es necesario contar con información obtenida por sensores con una resolución espacial más fina, como la obtenida por Landsat TM y ETM+ (Malmstrom et al. 2009; Meng et al. 2007; Todd et al. 1998). En este caso, el enfoque más frecuente consiste en relacionar índices de vegetación con datos de biomasa tomados en campo a través de modelos estadísticos (Cho et al. 2007; Edirisinghe et al. 2012; Malmstrom et al. 2009; Meng et al. 2007; Muukkonen y Heiskanen 2007; Todd et al. 1998).

Para la estimación de los stocks de carbono a partir de la biomasa, la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) propone aplicar una fracción de carbono (Marklund y Schoene 2006) cuyo valor varía entre el 45% y 53%, utilizándose por defecto, generalmente, un valor de 50%. Cuando se tiene información de la especie sobre la que se quiere estimar el contenido de carbono se pueden aplicar fracciones más acordes a las mismas (García et al. 2010). En el departamento de Olancho, la ganadería, es de los rubros de mayor importancia económica y social, tanto por su aporte a la alimentación de la población como por su contribución en la generación de divisas y empleo en el área rural y en el campo de la agroindustria. Existen en el país 86,829 explotaciones dedicadas a la

crianza de ganado bovino, de las cuales un 21.5% (18,648) existen en Olancho y de estas más del 50% son menores de 5 has, el inventario ganadero bovino del departamento es de 453,294 cabezas, que representan 24.4% del total nacional (Quiel y Pineda 2010).

La producción de leche es mayor en invierno, con una producción diaria de leche de 452,539 litros, (con una producción promedio de 4.3 litros), con un valor aproximado de 1.33 millones de lempiras, en comparación con la producción del verano que es de 264,830 litros (con una producción promedio de 3.5 litros), con un valor de 1.23 millones de Lempiras.

La actividad ganadera y lechera se concentra especialmente en el Valle del Guayape, este valle tiene una superficie de 93,000 has, cuenta con un total de 10,108 fincas de doble propósito, que producen cerca del 70% de la producción del departamento y un 12% de la producción nacional. Existen alrededor de 49 plantas industriales procesadoras de leche, que producen aproximadamente 40,000 libras diarias de lácteos, entre ellos quesillo, queso en sus diferentes modalidades y mantequilla, como resultado del procesamiento de 112, 270 litros de leche por día, generando un valor de 264.7 millones de Lempiras anualmente (Quiel y Pineda 2010).

El ganado bovino está ligado a la industria de transformación de sus productos. En relación a la industria de lácteos, se comercializan tanto en los principales plazas del país como en el mercado salvadoreño, en cuanto a la carne también se vende en el mercado local e internacional, para citar un ejemplo, existe una empacadora de carne denominada C&D localizada en Catacamas, que comercializa sus productos a nivel local, en las grandes plazas de mercados del país y en mercados externos principalmente a Estados Unidos y Puerto Rico.

La Ganadería es un rubro muy importante para la generación de ingresos en los municipios de: Catacamas, Juticalpa, Culmí, San Esteban, Gualaco, San Francisco de la Paz, San Francisco de Becerra, Salamá y Guayape.

Área de Estudio

El área de estudio abarca las zonas de pastos del Departamento de Olancho (Oriente de Honduras).

La climatología de la Región de Olancho es variada, predominando las variantes lluvioso de altura (25.8 %) y muy lluvioso de transición (24.2 %). De acuerdo con la clasificación climática elaborada por el meteorólogo hondureño Edgardo Zúñiga Andrade, la provincia climática "lluvioso de altura" se caracteriza por presentar un período lluvioso de seis meses siendo los más lluviosos junio y septiembre y los más secos febrero y marzo. La humedad relativa es de 72 a 74% con temperaturas de 21°C y 10°C. Por su parte, en la provincia "muy lluvioso de transición" los meses más lluviosos son junio y octubre y los menos lluviosos marzo y abril. La precipitación promedio anual es de 250 a 1200 mm con una humedad relativa de 86% (ANED 2013).

Las precipitaciones son muy variadas, el rango extremo de precipitaciones oscila entre 900 mm en los valles occidentales y los 3000 mm de las áreas más orientales. La diferencia estriba en que los primeros están situados en las cuencas intramontañosas a sotavento de los vientos húmedos del este. Por el contrario, las planicies orientales, pertenecientes a las cuencas de los ríos Patuca, Coco o Segovia, están abiertas a la influencia directa del mar Caribe debido a su cercanía y a la ausencia de relieves montañosos apreciables. No obstante el intervalo más común de precipitaciones está comprendido entre los 1300 y los 1700 mm, distribuidos en 8 a 10 meses, siendo Marzo y Abril los meses más secos (ANED 2013).

Las temperaturas medias progresan paulatinamente de oeste a este de la Región Valles de Olancho, desde los 23,4° C hasta alcanzar los 27° C. Las zonas más calientes son las áreas del valle de Azacualpa y Patuca. Las zonas más frías corresponden con las áreas montañosas de Agalta, y sierra de Patuca. El descenso estacional es de pocos grados pero suficientes para generar brumas y nieblas en áreas elevadas y para generar bosques nublados en los principales sistemas montañosos (ANED 2013).

La evapotranspiración sigue un patrón inverso a las temperaturas anuales, las zonas montañosas, especialmente en la Sierra Agalta, tienen la evapotranspiración más baja, con valores inferiores a los 1100 mm anuales, mientras que las cuencas bajas de los ríos Patuca y Segovia en la región Biosfera, tienen los valores más altos, con más de 1800 mm anuales. Salvo en áreas orientales muy localizadas, la evapotranspiración en los meses secos supera claramente los valores de precipitación, ocasionando un déficit hídrico estacional. La vegetación en este caso también presenta una estacionalidad en sus formas de vida con una marcada diferenciación fenológica (floración y fructificación en los meses de verano) (ANED 2013).

El relieve de la Región Valles de Olancho se caracteriza por presentar áreas planas asociadas a valles fluviales de relativa poca altitud, con pendientes menores del 3%, así como zonas onduladas (3 a 60 %) y escarpadas (mayores del 60%). Las áreas con mayor pendiente se encuentran en la franja norte de la región, específicamente en la sierra de Agalta, mientras que las zonas onduladas se ubican en su mayoría hacia el oriente de la región (ANED 2013).

La altitud de la Región de Olancho oscila entre los 100 msnm de las partes más bajas de las cuencas de los ríos Coco y Patuca, en el extremo oriental del municipio de Catacamas hasta los 2590 msnm de las cumbres de la sierra de Agalta. Se puede observar un promedio de altura por municipio decreciendo desde Guaimaca hasta Catacamas en su parte sur y central (penetrando en el Valle de Olancho) y creciendo según el mismo eje en la franja norte (Sierra de Agalta). A pesar de su relieve montañoso, no se encuentran mesetas ni altiplanos excepto en la parte central de Guaimaca (ANED 2013).

Resultados

Una vez analizada la información del Sistema Nacional de Información Territorial (SINIT), y aplicados los procesos correspondientes para la identificación del área de estudio, se obtuvo una cobertura de pastos para el Departamento de Olancho de 670,749.79 ha lo que representa aproximadamente un 28% de la extensión total del Departamento.

La composición del mapa de la zona de estudio se presenta en la Figura 2.

Basado en la experiencia personal y en algunos procedimientos utilizados por otros laboratorios se elaboró el Protocolo de Radiometría de Campo del Laboratorio de Radiometría del Departamento de Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica – FACES/UNAH, el cual, debido a su contenido, se presenta como anexo a este artículo.

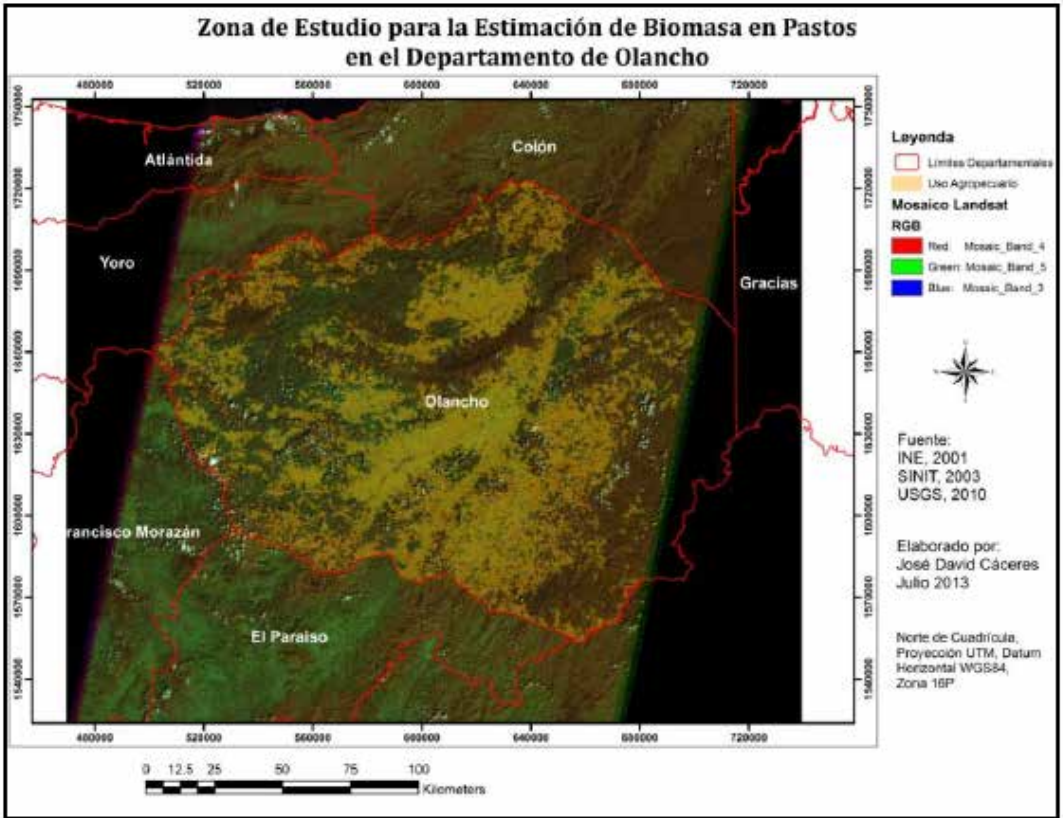


Figura 2. Zona de Área de Estudio

Conclusiones

- El contar con un protocolo de medición de radiometría de campo permitirá que los procedimientos para la toma de datos con el equipo que posee el Laboratorio de Radiometría del Departamento de Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica sean estandarizados, lo que proporcionará una mejor comparación entre los modelos generados a partir de estas muestras.
- La cobertura de pastos en el Departamento de Olancho cubre una parte significativa del territorio (aproximadamente 28% de su superficie) lo cual permite obtener un panorama general y representativo del comportamiento de los pastos a nivel nacional.

- La información territorial con la que dispone el Sistema Nacional de Información Territorial (SINIT) constituye un insumo fundamental para el análisis de coberturas y para la gestión del territorio en general.

Agradecimientos

Al Sistema Nacional de Información Territorial (SINIT) por la disponibilidad de la información espacial del territorio hondureño. Al Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) por la disponibilidad gratuita de las imágenes Landsat.

Bibliografía

- ANED (2013). Plan de Desarrollo Regional con Enfoque de Ordenamiento Territorial de la Región Valles de Olancho. In SEPLAN (Ed.). Honduras
- Blackburn, G.A. (1998). Quantifying chlorophylls and carotenoids at leaf and canopy scales; an evaluation of some hyperspectral approaches. *Remote Sensing of Environment*, 6, 273-285
- Broge, N.H., & Mortensen, J.V. (2002). Deriving green crop area index and canopy chlorophyll density of winter wheat from spectral reflectance data. *Remote Sensing of Environment*, 81, 45-57
- Cho, M.A., Skidmore, A., Corsi, F., van Wieren, S.E., & Sobhan, I. (2007). Estimation of green grass/herb biomass from airborne hyperspectral imagery using spectral indices and partial least squares regression. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 9, 414-424
- Edirisinghe, A., Clark, D., & Waugh, D. (2012). Spatio-temporal modelling of biomass of intensively grazed perennial dairy pastures using multispectral remote sensing. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 16, 5-16
- García, M., Riaño, D., Chuvieco, E., & Danson, F.M. (2010). Estimating biomass carbon stocks for a Mediterranean forest in central Spain using LiDAR height and intensity data. *Remote Sensing of Environment*, 114, 816-830

- Hansen, P.M., & Schjoerring, J.K. (2003). Reflectance measurement of canopy biomass and nitrogen status in wheat crops using normalized difference vegetation indices and partial least squares regression. *Remote Sensing of Environment*, 86, 542-553
- Kogan, F., Stark, R., Gitelson, A., Jargalsaikhan, L., Dugrajav, C., & Tsooj, S. (2004). Derivation of pasture biomass in Mongolia from AVHRR-based vegetation health indices. *International Journal of Remote Sensing*, 25, 2889-2896
- Malmstrom, C.M., Butterfield, H.S., Barber, C., Dieter, B., Harrison, R., Qi, J., Riaño, D., Schrotenboer, A., Stone, S., Stoner, C.J., & Wirka, J. (2009). Using Remote Sensing to Evaluate the Influence of Grassland Restoration Activities on Ecosystem Forage Provisioning Services. *Restoration Ecology*, 17, 526-538
- Marklund, L.G., & Schoene, D. (2006). Global assessment of growing stock, biomass and carbon stock. In FAO (Ed.), *Forest resources assessment programme 2005. Working paper 106*. Rome (Italy): Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)
- Martin, M.E., Plourde, L.C., Ollinger, S.V., Smith, M.L., & McNeil, B. (2008). A generalizable method for remote sensing of canopy nitrogen across a wide range of forest ecosystems. *Remote Sensing of Environment*, 12, 3511-3519
- Meng, Q., Cieszewski, C.J., Madden, M., & Borders, B. (2007). A linear mixed-effects model of biomass and volume of trees using Landsat ETM+ images. *Forest Ecology and Management*, 244, 93-101
- Muukkonen, P., & Heiskanen, J. (2007). Biomass estimation over a large area based on standwise forest inventory data and ASTER and MODIS satellite data: A possibility to verify carbon inventories. *Remote Sensing of Environment*, 107, 617-624
- Quiel, P., & Pineda, G. (2010). Dinámicas territoriales en Olancho entre los recursos naturales y la agricultura. In Honduras: Rimisp – Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural
- Todd, S.W., Hoffer, R.M., & Milchunas, D.G. (1998). Biomass estimation on grazed and ungrazed rangelands using spectral indices. *International Journal of Remote Sensing*, 19, 427-438

- Trombetti, M., Riaño, D., Rubio, M.A., Cheng, Y.B., & Ustin, S.L. (2008). Multitemporal vegetation canopy water content retrieval using Artificial Neural Networks for the USA. *Remote Sensing of Environment*, 112, 203–215
- Yebra, M., & Chuvieco, E. (2009). Linking ecological information and radiative transfer models to estimate fuel moisture content in the Mediterranean region of Spain : Solving the ill-posed inverse problem. *Remote Sensing of Environment*, 113, 2403–2411

Cambio del uso del suelo de la Sub Cuenca del Rio Mocal, Lempira, utilizando SIG y Teledetección, comprendido del año de 1988 al 2000.

Yessica Yamileth Sosa Reyes

Resumen

Este estudio se enmarca en dar a conocer como, a través de las tecnologías de la información geográfica como la Teledetección y los Sistemas de Información Geográfica, son punto de partida para el desarrollo de actividades encaminadas a mejorar las condiciones de los Recursos Naturales, y resuelven considerablemente con los resultados información para tomar decisiones que contribuyen el Ordenamiento Territorial.

Para el desarrollo de este estudio se utilizaron imágenes satelitales del sensor Landsat, recolectado imágenes comprendidas entre los años 1988, 1998 y 2000, las que fueron debidamente corregidas para obtener a través de una clasificación no supervisada, la cuantificación del cambio del uso del suelo del Rio Mocal, en el departamento de Lempira.

Los cambios del uso del suelo fueron evidentes como resultado se observó que bosque Latifoliado va en aumento en un 18%, el bosque mixto en un 37%, el matorral tubo un aumento del 7%, el pasto tubo un descenso y la agricultura se mantiene en su rango.

Palabras Clave: Usos del suelo, imágenes, teledetección, Sistemas de Información Geográfica.

Yessica Yamileth Sosa Reyes, (yessica.sosa@unah.edu.hn, yessica.sosa04@gmail.com), Departamento de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica, Facultad de Ciencias Espaciales, Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Teléfono 22394948.

Introducción

El desarrollo de esta investigación se enmarca en el analizar los cambios del uso del suelo de la Sub cuenca del Río Mocal, Lempira, mediante la interpretación digital de imágenes satelitales de tipo Landsat 5 y 7, de los años 1988, 1998 y 2000, realizando clasificación no supervisada, obteniendo como resultados tasas de cambio de del uso del suelo en los tres periodos de tiempo, desarrollando cartografía que muestra los cambios en el uso del suelo que ocurrieron en ese periodo de tiempo.

Con este estudio se pretende que las organizaciones insertas en la zona de la Sub cuenca del Río Mocal como la FAO, ICF, Municipalidades, organizaciones de segundo grado entre otras interesadas en la sostenibilidad de los recursos naturales de la zona, tenga insumos necesarios para la toma de decisiones para el pago por servicios ambientales a través de técnicas de mejoramiento de las condiciones ambientales como lo es el Ordenamiento Territorial a través de tecnologías de la Información Geográfica.

En los municipios del sur del departamento de Lempira, de acuerdo a el programa PESA-FAO HN, ha venido realizando varias actividades encaminadas a la conservación, sostenibilidad y el manejo de los recursos naturales, prácticas como la disminución de las quemadas agrícolas, aumento de la cobertura, disminución de la erosión y de la tala, así como el aumento a la producción y de la biodiversidad, lo que ha contribuido convincentemente al aumento del caudal en los ríos que abastecen al Río Lempa.

En la subcuenca del Río Mocal no existe información geoespacial del uso del suelo en el periodo de 12 años que demuestre que ha sido perjudicial o satisfactorio para el desarrollo de la subcuenca.

Para lograr este objetivo es necesario conocer los elementos cartográficos y temáticos que permitan analizar el cambio del uso del suelo, y que este análisis conlleve a crear una herramienta necesaria en la toma de decisiones para el manejo sostenible de los recursos naturales a través de un criterio de Ordenamiento territorial.

Metodología

El enfoque de este proyecto se basará en un enfoque cuantitativo en donde se esperan obtener características que ahondan los cambios ocurridos en el

periodo de 12 años con evaluaciones de los años 1988, 1988 y 2000. Utilizando estadísticas de las variables de tiempo y tipo de suelo, teniendo como resultado adicional a estos cambios un análisis probabilístico de casusa-efecto. Mediante un proceso secuencial que varía de acuerdo a los tres años de análisis, deductivo de acuerdo a las observaciones visuales en el terreno y observaciones visuales en las imágenes satelitales y probatorio de los diferentes tipos de uso del suelo en los tres periodos de tiempo establecidos para esta investigación.

Este proyecto de investigación se basa en un tipo de estudio no experimental ya se observaran los fenómeno tal y como ocurren naturalmente de los usos del suelo en la Subcuenca del Río Mocal.

Para realizar esta investigación la metodología utilizara los siguientes instrumentos detallados en las diferentes actividades que se describen a continuación:

Para el logro de los objetivos de este estudio se pretende realizar el análisis del cambio del uso del suelo para el Ordenamiento Territorial, mediante la aplicación de tecnologías de la Información Geográfica, a través de imágenes de satélite. Se utilizarán imágenes de satélite tipo LANDSAT de diferentes años (1988, 1998 y 2000) apoyándose del programa especializados para el Procesamiento y análisis de la Imagen y el procesamiento de la cartografía digital a través de programas especializados en sistemas de información geográfica. (Programas proporcionados por el laboratorio de pregrado del departamento de ciencia y tecnología de la información geográfica)

Se realizarán observaciones geo-referenciadas de campo, documentando con fotografías el estado actual del uso del suelo (Agricultura, Bosques, Plantaciones, Áreas ganaderas, cursos de agua, entre otros).

Para ello se plantean diferentes etapas de la investigación definidas de la siguiente manera:

- Selección del área de Estudio
- Para este estudio se tomará en cuenta la sub cuenca del Río Mocal,
- Selección de Imágenes satelitales tipo LANDSAT de la Zona de estudio
- En este proceso se entrará a la página oficial de GLOVIS (<http://glovis.usgs.gov/>) para la obtención de las imágenes satelitales, ya procesadas, correspondientes a la zona y del periodo de 1988, 1998 y 2000.

- **Procesamiento Digital de las imágenes**

Se aplicarán los procesos de correcciones geométricas, radiométricas, entre otras que ayuden a mejorar la calidad y evaluación de las coberturas de la tierra y del suelo.

- **Interpretación visual de imágenes**

- La interpretación visual de las imágenes para determinar los cambios de la cobertura de la tierra y uso del suelo, así como cuantificar esos cambios.

- **Levantamiento de datos y validación en campo**

- Que serán elementos para la identificación de puntos estratégicos para determinar los cambios del suelo y sus posibles causas de ese cambio.

- **Interpretación y análisis de resultados**

- **Comparación de las imágenes satelitales.**

- **Detección de cambios del uso del suelo de las imágenes satelitales de la cuenca del Rio Mocal.**

- **Elaboración de Mapas de Cobertura de Usos del Suelo.**

Esta metodología basada en el análisis Multitemporal de teledetección (Chuvieco, 2002).

La población y muestra definida para este estudio es: el uso del Suelo

Resultados obtenidos

- *FASE I: Definición del Área de Estudio*

En base a la metodología establecida se realiza el siguiente análisis:

En la realización de esta fase se tomó en cuenta la participación de diferentes miembros de la sociedad de los municipios verdes del sur de Lempira y Ocotepeque, así mismo se contó con la participación de Instituciones relacionadas al Manejo de los Recursos Naturales como ser: El Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA), el Instituto de Conservación Forestal, Áreas protegidas y Vida Silvestre (ICF), la Mancomunidad de Municipios del Parque Nacional (Ver figura 1).



Figura 1. Reunión de trabajo para selección de área de estudio

Montaña de Celaque (MAPANCE), Cooperación Alemana (GIZ), Comité Central Pro Agua para el desarrollo Integral de Lempira (COCEPRADIL), EL Instituto Técnico Comunitario (ITC), Miembros de las Municipalidades de la Subcuenca del Rio Mocal, entre otros de Interés.

Se analizaron entre todos los participantes sobre cuál es el área prioritaria para desarrollar el análisis del cambio del Uso del Suelo, lo cual se llegó a la conclusión sería la de toda la Subcuenca del Rio Mocal que desemboca al Rio Lempa, por su interés ambiental, económico y social.

- *Delimitación del Área de Estudio*

Determinada el área de interés se procede mediante la técnica de delimitación de Cuencas, Sub Cuencas y/o Microcuencas, el cual se desarrolla mediante la línea divisoria de la Sub cuenca con ayuda de una red Hídrica de ríos que confluencia al Rio Mocal y una red de Curvas a nivel que con ayuda de un programa especializado se delimita utilizando la herramienta de creación de Shapefiles para disminuir el error de acuerdo a su fotografía a lo que común mente se le llama delimitación por el parte aguas (Ver figura2)



Figura 2 y 3. Delimitación de Área de Estudio

Teniendo como resultado el área de influencia de la Sub cuenca del Rio Mocal Figura con la inclusión de los 18 municipios los cuales se desglosan en el cuadro 1 .

Haciendo un total de 1190.004 km2

OBJECTID	GEOCODIGO	NOMBRE	Area_Mocal	Shape_Area	SEX_H	SEX_M	E
178	130100	Gracias	6893360.28285	449054321.155	15908	15514	
180	130300	Candelaria	4086067.76503	53198597.7189	2951	3041	
181	130400	Cololaca	3050037.07669	225357053.819	2807	2594	
182	130500	Erandique	29175131.4794	296660521.078	5794	5632	
183	130600	Gualcince	71410662.5578	162780511.977	4715	4593	
184	130700	Guarita	2614713.41612	180342835.285	3970	3799	
189	131200	La Virtud	68221453.0431	88965642.4045	2946	3032	
191	131400	Mapulaca	12808371.8932	32489439.643	1884	1888	
193	131600	San Andres	245706559.187	246831236.281	5264	4960	
196	131900	San Manuel Colohete	124476783.146	182941272.387	5419	5236	
198	132100	San Sebastian	206194433.271	221954101.068	4098	3737	
199	132200	Santa Cruz	96556582.3992	151348024.396	2501	2314	
201	132400	Tambla	43655661.3845	58569090.9099	1142	1115	
202	132500	Tomala	47659807.0195	47659807.0195	2673	2503	
203	132600	Valladolid	63304878.8717	78310748.9438	1777	1776	
205	132800	San Marcos de Caiquin	62130687.7055	96581008.8698	2112	1928	
207	140200	Belen Gualcho	97863338.841	156387451.786	5709	5636	
218	141300	San Marcos	4240659.48864	169224322.962	6832	7197	

Cuadro 1. Listado de Municipios en Subcuenca del Rio Mocal

FASE II. Selección de imágenes Satelitales y Correcciones Básicas

Selección de imágenes Satelitales

El periodo de análisis del cambio del Uso del suelo de la Subcuenca del Río Mocal comienza en el año de 1988, periodo en el cual da como inicio el proyecto Lempira sur en donde se pretende identificar como era el estado de la Cobertura y Uso del suelo de la Subcuenca del Río Mocal, pasando por un periodo de 10 años, 1998, momento antes del acontecimiento atmosférico como lo fue el Huracán Mitch, seguido del comportamiento ante este fenómeno en el año 2000. Conociendo todas estas características y definiendo cual sería el recurso disponible, se seleccionaron las imágenes del Sensor Landsat el cual teniendo en cuenta que el comiendo de este análisis parte del año de 1988, lo cual son las únicas imágenes satelitales que contienen este tipo de información.

Actualmente se encuentran activos el landsat 5 Thematic mapper (TM), 7 EnhancedThematicMapperPlus ETM+ y 8, los que son administrados por la NASA (National Space and Space Administration), en tanto que la producción y comercialización de las imágenes depende del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGC). Las imágenes Landsat están compuestas por 7, 8 y hasta 11bandas espectrales, que fueron elegidas especialmente para el monitoreo de la vegetación, para aplicaciones geológicas, para el estudio de los recursos naturales.

En este sentido se procede a la selección de imágenes disponibles en el servido de GLOVIS, el cual proporciona imágenes gratuitas en especial las de tipo Landsat, se procede a su descarga, teniendo como resultado 4 imágenes las cuales se describen y se muestran a continuación (Ver Figuras 4, 5 y 6) (Cuadro 2):

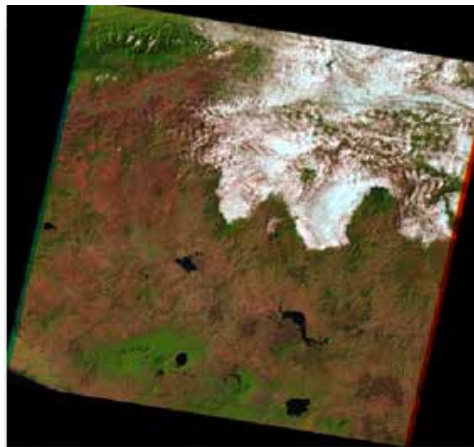


Figura 4. Imagen año 1988

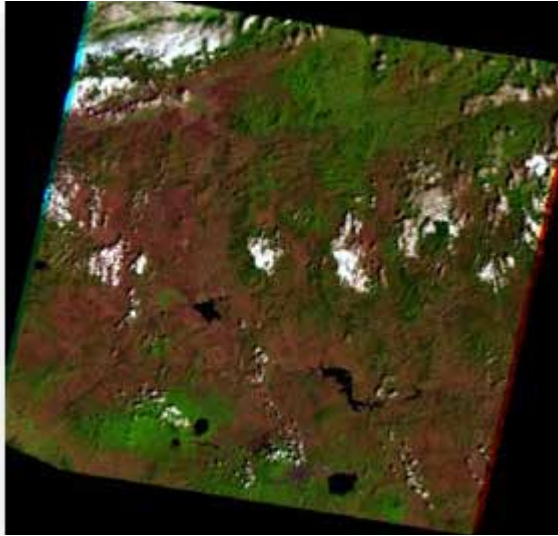


Figura 5. Imagen año 1998

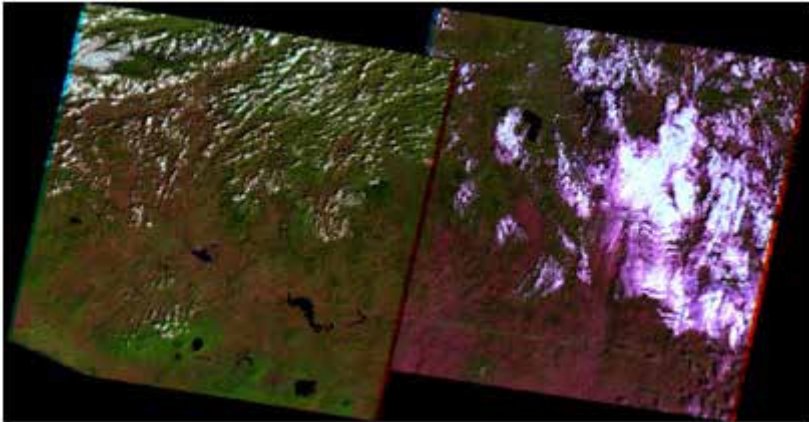


Figura 6. Imagen año 2000

Número Imagen	Tipo de Sensor	Fecha
LT40190501988031XXX08	Landsat 4	1988/01/31
LT50190501998034AAA01	Landsat 5	1998/03/02
LE70180502000025EDC00	Landsat 7	2000/01/25
LT50190502000008XXX02	Landsat 5	2000/01/08

Cuadro 2. Características de las Imágenes descargadas

Correcciones Básicas

Corrección Geométrica

La corrección geométrica consiste en el proceso de ajuste de una imagen incluyen cualquier cambio en la posición que ocupan los píxeles que la forman. Por contraposición con las correcciones radiométricas, modificando únicamente la posición (coordenadas).

Este proceso se corrige mediante la evaluación el error geométrico de la imagen a partir de una serie de puntos con coordenadas conocidas a partir de una imagen previamente corregida mediante puntos de control realizados en campo, a partir de lugares o características que han perdurado por años como ser puentes, iglesias o carreteras, los cuales se les denomina puntos de control.

Como lo muestra la imagen las correcciones geométricas se realizan en el programa ERDAS a partir de la imagen 2000 en donde previamente se verifica y corrige con puntos tomados en campo.

Calculo de Radiancia

Este es un término muy genérico, que designa aquellas técnicas que modifican los ND (Numero Digital de cada Pixel) originales, con objeto de acercarlos a los que habría presentes en la imagen (Chuvieco, 2012) (Ver Figura 7)

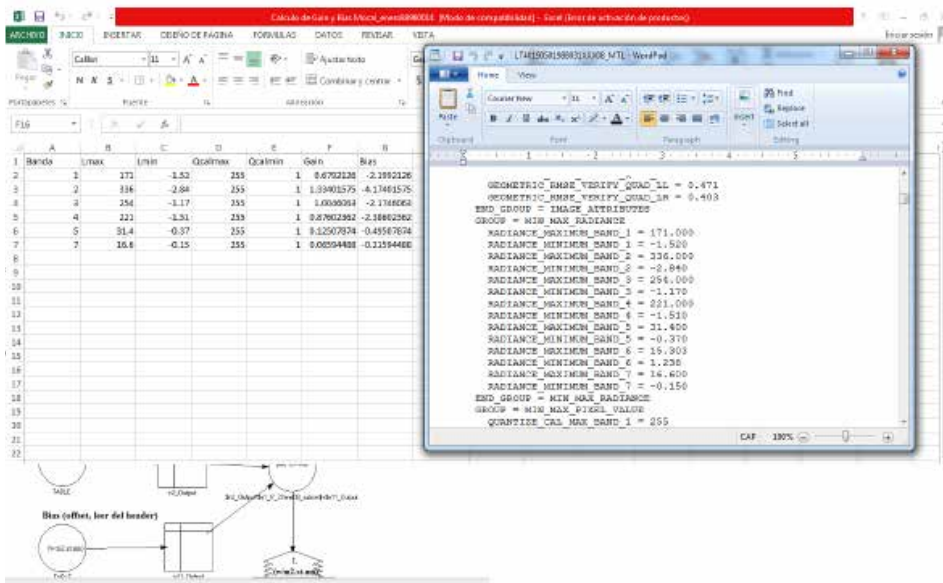


Figura 7. Proceso para el cálculo de Radiancia (IAFE, 2005)

Corrección Atmosférica

El procedimiento para abordar estas correcciones con exactitud es muy laborioso y requieren datos sobre las condiciones de la atmosfera en el momento de tomar la imagen, que no suelen estar disponibles. Para ello se generó el procedimiento mediante modelos físicos de transferencia radiativa, que suele basarse en una serie de atmosferas estándar.











FASE III Clasificación

- Clasificación no supervisada (K-Medias)

Es una técnica multivariante que permite agrupar los casos o variables de un archivo de datos en función del parecido o similitud existente de ellos. Esta técnica se desarrolla en el programa ERDAS Imagine 2013, el cual requiere de su procedimiento para pasar a la clasificación no supervisada.

- Reconocimiento y validación en campo

Efectuar giras de campo en las que se capturen información de las diferentes coberturas de la tierra y usos del suelo en diferentes puntos de la Subcuenca del Río Mocal. Una vez teniendo los resultados resulta obligatorio verificar la calidad de los mismos, mediante una tabulación cruzada o matriz de confusión, el cual para verificar una imagen clasificada, la recogida de la imagen de referencia y la extracción del valor de la imagen permitirá obtener un listado de puntos de verificación, para los que poseemos tanto su cobertura real como la deducida por la clasificación (Ver cuadro 3).

Descripción	Fotografía	Imagen
Latifoliado		
Bosque Mixto		
Matorral		
Pasto		
Agricultura		

Cuadro 3. Descripción de la cobertura

Resultado de la Clasificación de las imágenes

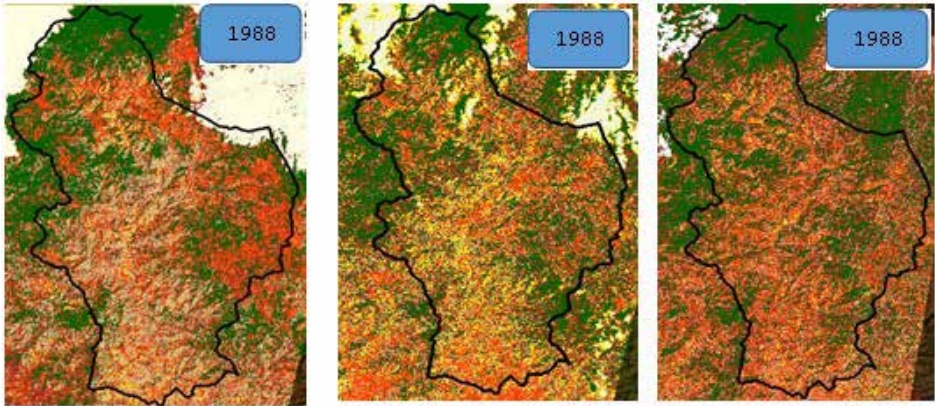


Figura8.Resultado de asignación de clases a cada una de las Imágenes

Cuadro resumen de cambios del Uso del Suelo por Año en Hectáreas			
Tipo de Uso	1988 M2	1998 M2	2000 M2
Bosque Latifoliado	342628200	368080200	295653600
Bosque Mixto	211787100	195590700	589847400
Matorral	292105800	289348200	206707500
Pasto	288741600	191195100	72562500
Agricultura	33972300	124479900	25301700
Nubes	20838600	21379500	0
TOTAL	1190073600	1190075598	1190072700
Cuadro resumen de cambios del Uso del Suelo por Año en Hectáreas			

Conclusiones

- Es evidente que con solo la clasificación no supervisada que se le dio a cada imagen, los cambios que han ocurrido en los años 1988, 1998 y 2000, se aprecia que realmente existen cambios.
- En el cuadro resumen se aprecia los cambios en el caso del Bosque Latifoliado está teniendo un descenso, significando que las coberturas de bosque Latifoliado han disminuido en un 13 % con respecto a la cobertura que existía en el Año de 1988, en donde las intervenciones de la FAO aun no estaban establecidas.
- En cambio en el Bosque Mixto el porcentaje de cobertura aumento en más del 100% lo que nos indica que la cobertura del bosque Mixto está ganando áreas que quizá en su momento fueron o destinados a la agricultura o ganando áreas ya sea de agricultura o matorral.
- Las áreas de Pasto igualmente presenta un aumento de más del 100%.
- Y en cuanto a la Agricultura, al inicio del 88' presenta una área bastante acaparada, debido a la principal actividad de la zona como lo es agricultura teniendo un descenso de más del 100% entre los años de 1988 y 1998, mas sin embargo en el año 2000 aumenta en un 25% con respecto al año inicial.

Recomendaciones

- Se recomienda hacer el estudio más profundo en donde se muestren las pérdidas y ganancias de la Sub cuenca, creando criterios de cambios positivos y negativos en cuando a los usos del suelo de la zona.
- También se recomienda abundar en cuanto conocer cuáles han sido las causas que han provocado esos cambios en el uso que se le ha dado al suelo, conocer de parte de la población si esos cambios han sido significativos en el desarrollo de las comunidades insertas en la sub cuenca del Rio Mocal.

Bibliografía

- Emilio Chuvieco, S. (2002). Teledetección Ambiental, la Observación de la Tierra desde el Espacio. Barcelona, España: Ariel.

- IAFE, S. d. (2005). Protocolo para el procesamiento de Imagenes Satelitales para Aplicaciones de la Administracion de Parques Nacionales. Buenos Aires, Argentina.
- REDD-CCAD-GIZ, P. (2011). TIPOS DE BOSQUES Y CONTEXTO DEL MAPEO DE LA COBERTURA FORESTAL. Obtenido de http://www.reddccadgiz.org/documentos/doc_1170376601.pdf

Modelo de realidad virtual de edificios emblemáticos en la Ciudad Universitaria de la UNAH basado en Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica

Eduardo L. Moreno Segura

Resumen

En la actualidad la Universidad Nacional Autónoma de Honduras se encuentra impulsando fuertemente y con pasos muy significativos el proceso de desarrollo físico en la ciudad Universitaria y sus campus regionales, en tal sentido es necesario el uso de la tecnología para optimizar la planificación, gestión y ordenamiento de su territorio para lo cual la forma de representar sus datos e información viene a tener un alto grado de importancia a la hora de modelar propuestas y tomar decisiones. Una de las representaciones de este tipo de información que en la actualidad ha sido muy efectiva es el modelado fotorrealista 3D que aunado a un sistema de información Geográfica permite modelar futuras afectaciones al contexto y viabilidad de los proyectos entre otros.

El propósito de este proyecto es mostrar mediante modelado 3d, recorridos de realidad virtual interactivos sobre un Sistema de Información Geográfica, referente al estado de conservación arquitectónico de las principales edificaciones dentro del Campus de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras que sirva además para analizar proponer y promover proyectos de: Infraestructura dentro del proceso de plan maestro y desarrollo físico de la UNAH, Ordenamiento Territorial del campus y gestión del mismo.

La metodología utilizada comprende la recopilación de información detallada por cada edificio como ser antecedentes, tipología, planos, fotografías y mediciones entre otras, las cuales fueron procesadas y usadas como insumo para el desarrollo de los modelos 3D georreferenciado incorporado en un SIG, desde el cual se procesarán los análisis de acuerdo a las necesidades así como la manipulación en tiempo real y consultas al modelo.

Los modelos generados como producto en este proyecto, podrán ser usados por planificadores, técnicos, restauradores entre otros, con el fin de hacer estudios, análisis, divulgación de proyectos o futuras predicciones sobre planes de actuación dentro del Campus Universitario.

Palabras clave: Realidad Virtual, Modelo 3d, Sistemas de Información Geográfica, Ordenamiento Territorial.

Abstract

Today the National Autonomous University of Honduras is promoting heavily and very significant steps the process of physical development in University City and its regional campus, in this sense the use of technology to optimize planning, management and planning is necessary of its territory for which the way of representing data and information comes to have a high degree of importance in shaping proposals and decisions. One of the representations of this type of information today has been very effective is the photorealistic 3D modeling which together with a geographic information system allows modeling of future damages to context and feasibility of projects among others.

The purpose of this project is to show by 3d modeling, interactive virtual reality tours on a Geographic Information System, regarding the state of architectural conservation of the main buildings within the campus of the National Autonomous University of Honduras which also serve to analyze and propose promote projects of Infrastructure in the process of planning master and physical development of the UNAH. The methodology includes the collection of detailed information for each building such as history, typology, plans, photographs and measurements among others, which were processed and used as input for the development of 3D models georeferenced incorporated into the GIS, the which by analysis will be processed according to the needs and the real-time manipulation and queries the model.

The models generated as a product in this project may be used by planners, technicians, restaurateurs and others, in order to make studies, analysand, reporting of projects or predictions about future plans of action within the University Campus.

Keywords: Virtual Reality, 3d model, GIS, Land Management.

Eduardo L. Moreno Segura (eddmorse7@gmail.com), Departamento de Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica, Facultad de Ciencias Espaciales, Universidad Nacional Autónoma de Honduras

Introducción

Considerando que la investigación como 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

Las tecnologías de realidad virtual compatibles con las de un Sistema de Información Geográfica, proporciona 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, que a la vez pueden integrar todo el conjunto de parámetros medioambientales (físicos sociales y económicos) que requiere la planificación urbana.

En este proyecto “MODELO DE REALIDAD VIRTUAL DE EDIFICIOS EMBLEMÁTICOS EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNAH BASADO EN ANÁLISIS ESPACIAL CON SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA”, aplicamos la metodología diseñada tomando como área de estudio el campus Ciudad Universitaria de la UNAH obteniendo modelos tridimensionales y fotorealistas 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 de verlos proyectados de una forma comprensible e interactiva, dando paso a una buena promoción y divulgación educativa, en diferentes niveles del conocimiento.

Metodología

La metodología a implementar se basa en un estudio de tipo descriptivo ya que se busca a través de la representación tridimensional de la información geoespacial vinculada a un SIG la descripción y análisis de la infraestructura y crecimiento físico de ciudad universitaria. Es decir que mediante la información descriptiva representada tridimensionalmente y con capacidad de consulta a una base de datos geográfica, se pretende analizar las características particulares como ser el uso e intervención sobre las edificaciones en un periodo de tiempo (2007-2014) y la potencialidad y ventajas que permite este tipo de modelos para los procesos de gestión de patrimonio y desarrollo físico.

La metodología a seguir comprende 5 grandes aspectos:

- Recopilación y procesado de los datos
- Diseño del Sistema de Información geográfica y modelos 3d de las edificaciones y ambientes físicos construidos dentro de ciudad Universitaria.
- Procesamiento y Análisis de la información utilizando el SIG vinculado a la representación tridimensional de las edificaciones en un espacio de comparación temporal de 7 años (2007-2014).
- Generación de recorridos virtuales con manipulación en tiempo real.
- Divulgación y publicación de resultados.

Variables y su operacionalización:

Las variables a investigar son: Construcción, Remodelación, Uso, Área y Altura. En el cuadro siguiente se define y operacionalizan las variables.

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional
Construcción	Se refiere a la fecha exacta en que la edificación fue construida comprende las dimensiones de Fecha de Inicio de la edificación y fecha de terminación de la edificación.	Fecha de construcción
Remodelación	Se refiere a la fecha de restauración arreglo o modificación de la edificación.	Fecha de remodelación.
Uso	Se refiere al uso que cada edificación tiene y en las dimensiones de uso original y uso actual	Uso de la Edificación
Área	Se refiere al área o superficie de construcción de la edificación	Área de construcción
Altura	Se refiere a la altura máxima de la edificación tomando como referencia el nivel de piso terminado +-0.00	Altura del edificio
Unidad Académica	Se refiere a la unidad académica al que pertenece cada edificación	Unidad Académica a que pertenece

Cuadro 1. Operacionalización y conceptualización de variables.

Universo, población y muestra:

El Universo de análisis para esta investigación es la Universidad Nacional Autónoma de Honduras. La Población: son los diferentes edificios que comprenden la Ciudad Universitaria. La Muestra, será el campus de ciudad Universitaria.

La Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (C.U.) es el conjunto de edificios y espacios que conforman el campus principal de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), la cual está ubicada en la zona noroeste de la capital, entre el boulevard Suyapa y el Anillo periférico. Se comienza a construir en 1965



Fotografía marzo 1968.

Fuente: <http://www.skycrascercity.com/showthread.php?p=101390655>

Instrumentos:

Los instrumentos de recolección de la Información serán:

- Cintas métricas para medición de edificaciones en levantamientos directo de campo.
- Receptores GPS para ubicación georreferenciada y altura de edificaciones,
- Cámara Fotográfica digital para levantamiento fotográfico de información.
- Software especializado en SIG, para conformación de la base de datos Geográfica y análisis especial (gvSIG-ArcGIS).
- Software para el modelado 3D (SketchUp, AutoCAD)
- Software Google Heart para la representación tridimensional.
- Software para diseño gráfico y tratamiento digital de imágenes (GIMP),

Procedimientos y técnicas

En la investigación comprendió el siguiente procedimiento y técnicas:

1. Recopilación y procesado de los datos

- Recolección de datos Geoespaciales y Tabulares
- Se parte de la existencia de la información procesada en el proyecto Modelo de realidad virtual del Centro Histórico del Distrito Central basado en análisis espacial con el SIG para la gestión de centros históricos “parte II”, en donde ya se ha logrado la estandarización y clasificación de los datos en parámetros de:
- Identificación: área, zona de estudio (predio de ciudad universitaria-UNAH).
- Calidad de los datos: precisión, fiabilidad.
- Organización de los datos espaciales: vector, raster.
- Referencia espacial: proyección, datum, sistemas de coordenadas.
- Entidad y atributos: información acerca de entidades, atributos, dominio de valores de los atributos.
- Distribución: distribuidor, formatos, precio, otros.
- Referencia de los metadatos: nivel de actualización, institución o persona responsable, otros.

Para la zona de estudio se contempla en primera instancia la selección de las siguientes edificaciones (antigua nomenclatura de edificios de la UNAH):

- 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 5
- Edificio 6
- Edificio de Aulas 4B
- Edificio de Aulas 4ª
- Edificio Administrativo
- Facultad de Ciencias Espaciales (FACES)

Recolección de información para el desarrollo de vistas de fachadas:

En esta actividad se seleccionan las edificaciones emblemáticas y de patrimonio Histórico a las cuales se les aplicará la metodología para el desarrollo del modelo. Luego se harán levantamientos directos de campo, como ser medición de fachadas y toma de fotografías de fachadas tratando de evitar lo más posible la perspectiva visual y solamente capturar los detalles en forma ortogonal, en los casos que fuese posible se solicitarán los planos de fachadas de las edificaciones y monumentos que los tengan.

2. Diseño del Sistema de Información geográfica y modelos 3d de las edificaciones y ambientes físicos construidos dentro de ciudad Universitaria.

- *Conformación de la base de datos Geográfica*

En esta actividad se diseña conceptualmente la base de datos geográfica declarando los dominios y rangos que permitirán definir las variables seleccionadas así como la configuración del sistema de referencia y cartografía base.

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

En esta actividad se realizará un trabajo de campo donde es necesario ubicar con GPS, fotografiar y medir cada una de las instalaciones dentro del campus Universitario, con el propósito de cotejar y validar los datos que se tienen en gabinete.

Proceso de edición de imágenes de fachadas (Orto rectificación y limpieza digital de Imágenes).

Luego de tomar las fotos es necesario procesarlas seleccionándolas y transformando la proyección de perspectiva a proyección plana, para luego darles una limpieza digital con un programa de edición de imágenes (por ejemplo Adobe Photoshop o Corel Photo-paint) con el objetivo de eliminar de la fotografía todo elemento que dificulte la visibilidad y apreciación clara de la fachada. Se configuran aspectos como niveles, contraste, brillo y tonalidad de las imágenes.

- *Digitalización de fachadas*

Se digitalizan de manera precisa todas las fachadas considerando la escala, componentes y detalles arquitectónicos, esto se hace haciendo uso de un programa CAD.

En esta etapa se contará con el documento “Levantamiento e inventario de los edificios de la ciudad universitaria 2008” proporcionado por la Vicerrectoría de Orientación y asuntos estudiantiles en el cual se muestran las características físicas de cada edificio dentro de la UNAH. También se utilizara 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.

- *Generación de volúmenes en 3D*

En esta actividad se genera el volumen de cada edificación a partir de la planta de techos digitalizada para cada edificio, utilizando el programa Sketchup-Pro en el cual se importará previamente el MDT desde Google Earth lo que permitirá referenciar cada planta de edificios a un sistema de coordenadas real.

- *Renderizado de materiales y texturas fotográficas rectificadas.*

Una vez generado el volumen del edificio se procederá a importar las texturas de cada fachada desde las fotografías editadas hasta cada una de las caras del modelo ajustando su posición y escala, luego se ocultan las aristas de la geometría del modelo mediante procesos digitales del programa. Esta etapa comprende la incorporación de texturas en edificaciones que han sido remodeladas (texturas pertenecientes a diferentes momentos de su estado físico), lo cual permitirá hacer un análisis comparativo.

- *Completado de la escena.*

Comprende la creación y edición de diferentes entornos: desde fondos artificiales con una determinada iluminación, hasta entornos reales construidos en base a modelos de elevación que representan fielmente la orografía del terreno. En este caso se utilizará el entorno tridimensional y foto realista de la plataforma Google Earth.

Análisis de los datos

Análisis de la información utilizando el SIG vinculado a la representación tridimensional de las edificaciones en un espacio de comparación temporal de 11 años (2002-2013).

- Incorporación de los modelos tridimensionales de edificaciones en el modelo digital del terreno (MDT) en el SIG.

Se exportan los volúmenes 3d de las edificaciones al modelo de terreno desarrollado en el SIG para esto se utilizaran puntos (X, Y) de ubicación para 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.

Para esta etapa se utilizara las potencialidades de la herramienta SIG para generar capas producto del análisis de la información para luego ser representados cartográficamente.

En lo que sigue se ve un estudio comparativo multitemporal donde se ve un despegue significativo en el crecimiento en cuanto a infraestructura a partir del año 2010.

(Ciudad Universitaria-UNAH)



(Ciudad Universitaria-UNAH)



(Ciudad Universitaria-UNAH)

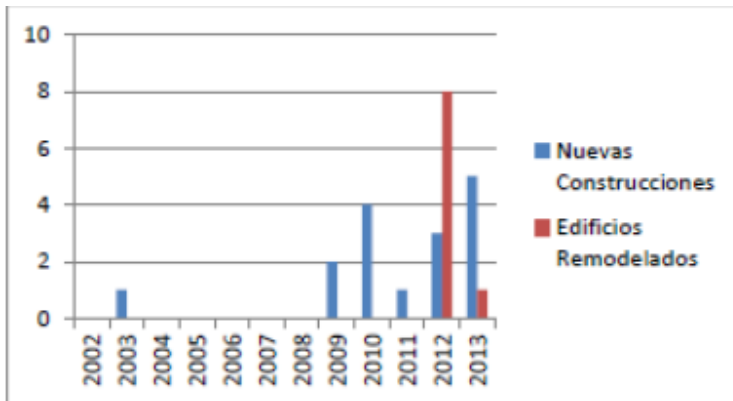


(Ciudad Universitaria-UNAH)





En el siguiente grafico se puede observar que la mayor cantidad de nuevas construcciones y remodelación de edificios antiguos despega significativamente entre los años 2010 y 2013.



Fotos aéreas de alta resolución no ortorectificadas de ciudad universitaria 2012-2014.



Modelado tridimensional de edificios en ciudad Universitaria

1. VECTORIZACIÓN DE EDIFICACIONES



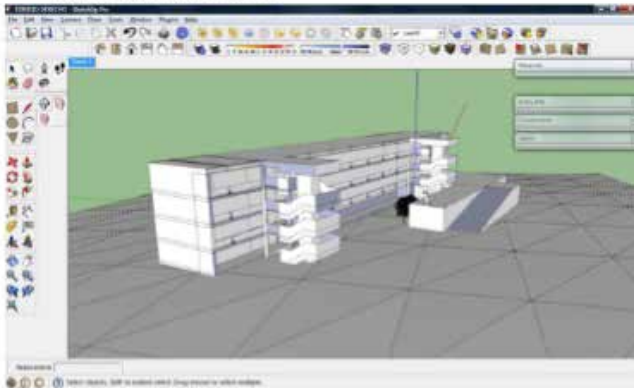
2. LEVANTAMIENTO, UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y FOTOGRAFÍAS DE FACHADAS DE LAS EDIFICACIONES



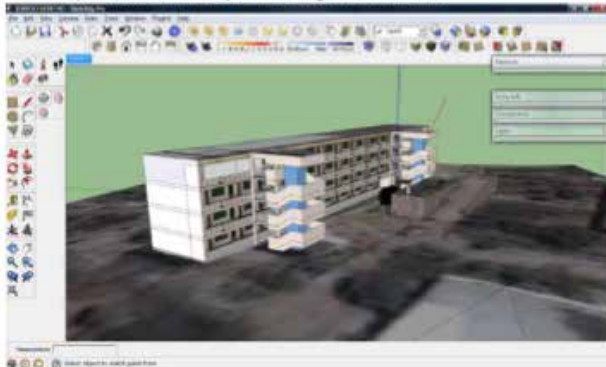
3. PROCESO DE EDICIÓN DE IMÁGENES DE FACHADAS (ELIMINACIÓN DE PERSPECTIVA Y LIMPIEZA DIGITAL DE IMÁGENES).



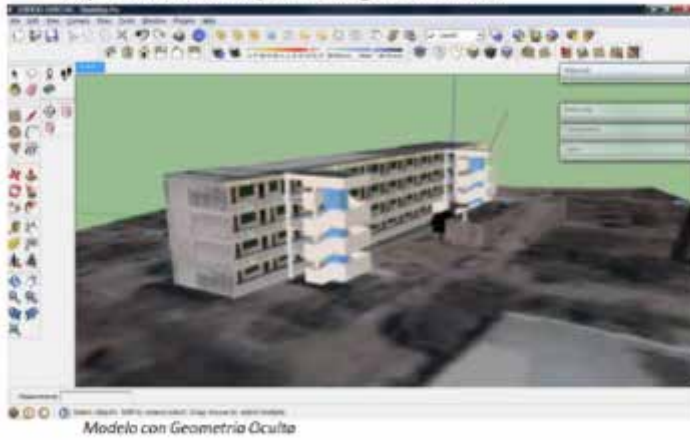
4. Generación de volúmenes en 3d



5. Aplicación de materiales y texturas fotográficas rectificadas.



5. Aplicación de materiales y texturas fotográficas rectificadas.



Modelo con Geometría Oculta

6. Completado de la escena



Se procede a la creación y edición de diferentes entornos: desde fondos artificiales con una determinada iluminación, hasta entornos reales construidos en base a modelos de elevación que representan fielmente la orografía del terreno. En este caso se utilizó el entorno tridimensional y foto realista de la plataforma Google Earth. Donde se puede percibir el horizonte montañoso de la zona

7. Incorporación de los modelos tridimensionales al conjunto



Generación de recorridos virtuales con manipulación en tiempo real.

- Tomas del movimiento y recorridos sobre el modelo.

En esta etapa se procede a definir las rutas del recorrido y ambientación por las diferentes calles proyectadas en el modelo 3D en el SIG para esto se utilizaran opciones especializadas en el programa de SIG que permite 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 permitirá obtener fotografías virtuales desde cualquier posición en la escena 3D. El fotograma virtual resultante podrá ser almacenado y utilizado en posteriores análisis de perspectiva.

8. Tomas del movimiento y recorridos sobre el modelo.



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 a 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 miras entre otras cosas a concienciar la población sobre el patrimonio tangible con que cuenta.

Bibliografía

- ALEGSA. (2010). Diccionario de Informática. Recuperado el 16 de octubre de 2013, de <http://www.alegsa.com.ar/Dic/modelo%20en%203d.php>
- Barrera, G. (2009). Realidad Virtual. Recuperado el 15 de octubre de 2013, de <http://giselle9229.blogia.com/2009/102701-...realidad-virtual....php>.
- BOSQUE SENDRA, J. (1992) Sistemas de Información Geográfica. Madrid. Rialp.
- Consejo de Europa, Conferencia Europea de Ministros responsables de Ordenación del Territorio (CEMAT). (1983). Carta Europea de Ordenación del Territorio. Torremolinos, España.
- Goodchild, M.F., and K.K. Kemp, eds. (1990). NCGIA Core Curriculum in GIS. National Center for Geographic Information and Analysis, University of California, Santa Barbara CA.
- S. Castromonte, J., (2010). Realidad Virtual. Recuperado el 3 de octubre de 2013, de <http://style4ce.blogspot.com/>

NOTAS INFORMATIVAS

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 investigación 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 Arqueoastro-

nomía 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 conclusiones. 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 puede 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 salvo si se trata de una unidad de medición 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

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.

Crterios para el diseo, 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: Rojodrillo. 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 pulgada, 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.