

Revista Internacional de Ciencias de la Tierra

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

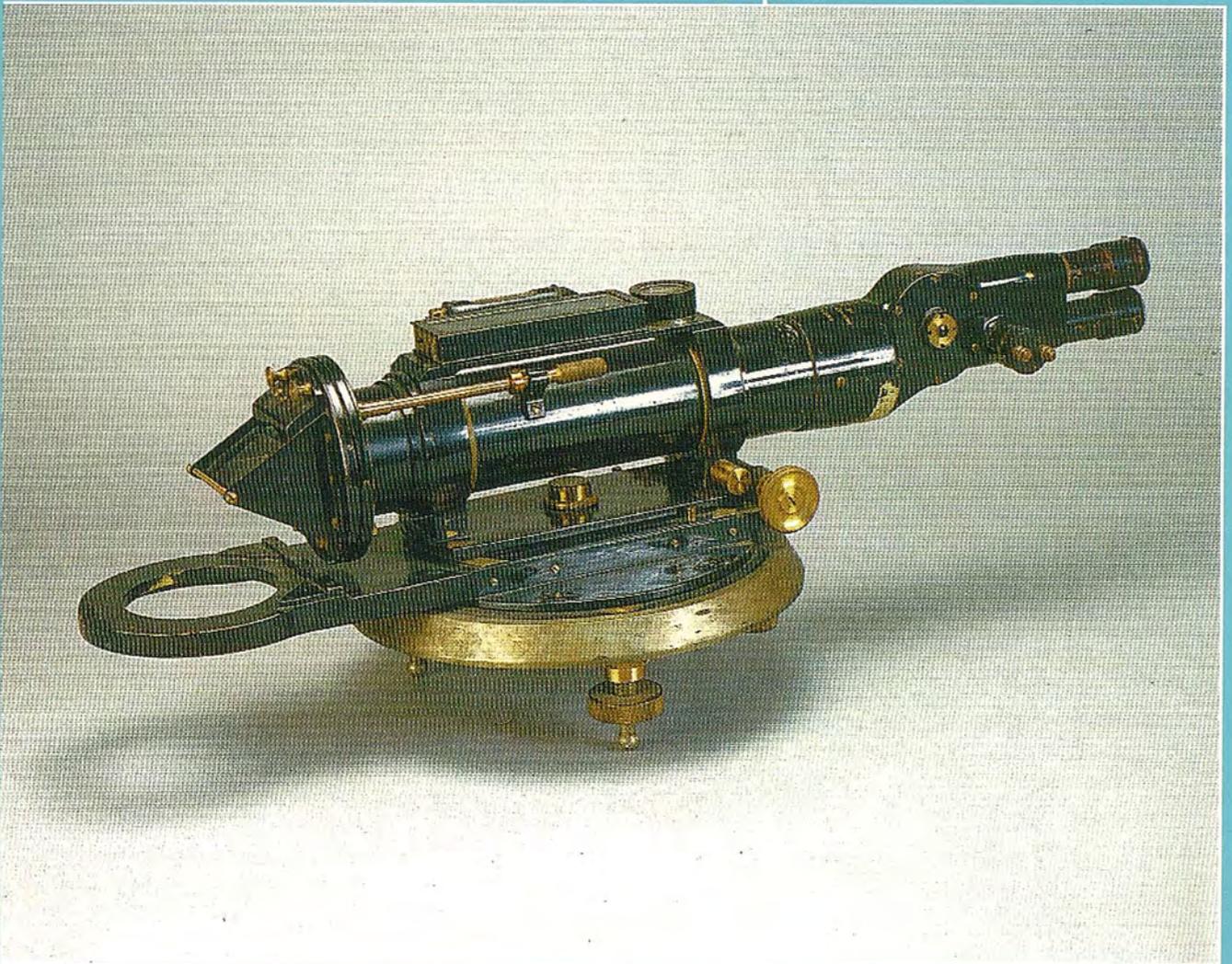
MEDIO AMBIENTE

TELEDETECCIÓN

CARTOGRAFÍA

CATASTRO

TURISMO



Geotronics y Trimble: Precisión, Tecnología y Fiabilidad.

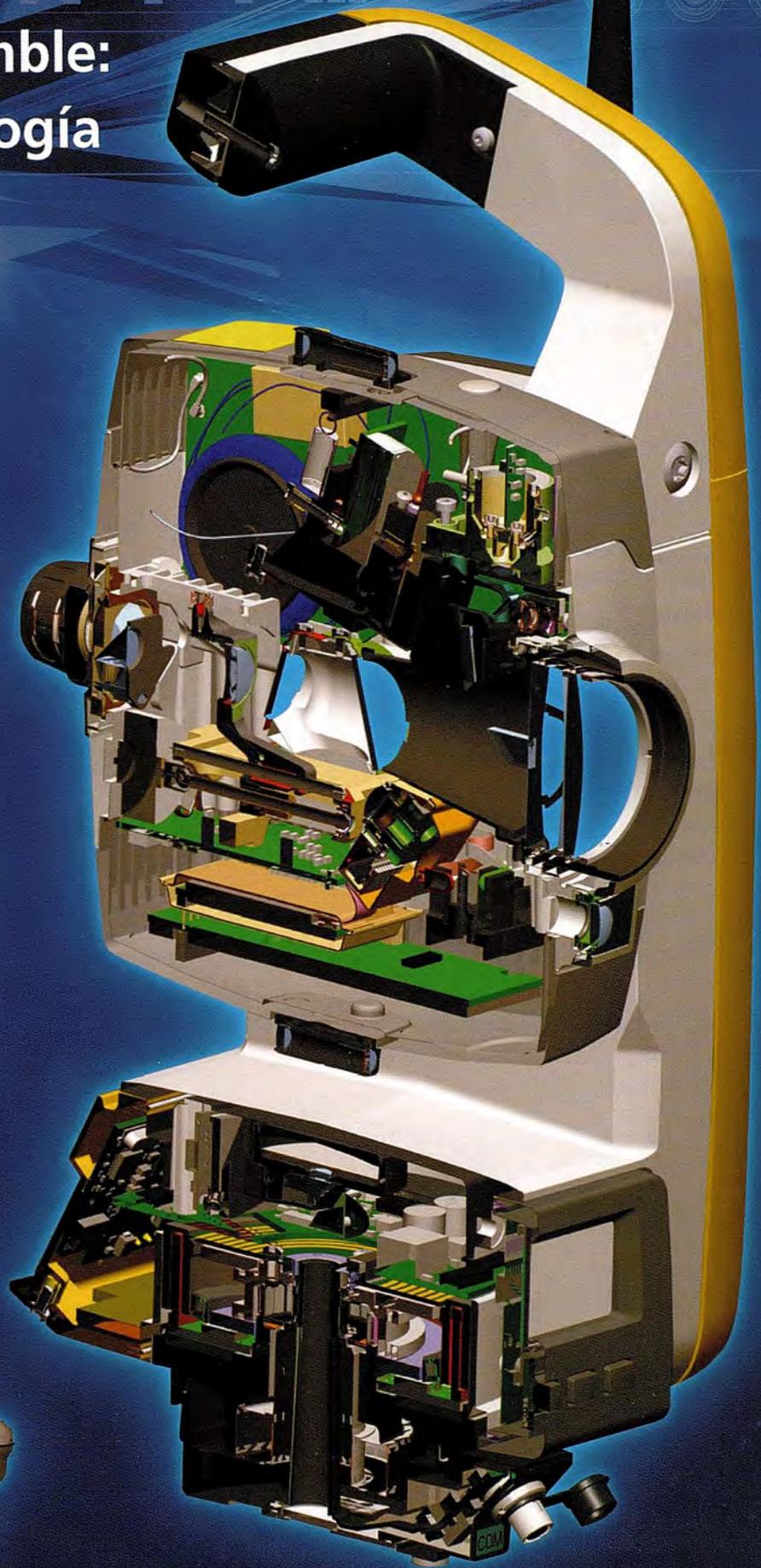
Geotronics es Distribuidor Oficial de Trimble *Survey* para la zona centro de España. Trimble está a la vanguardia de la Tecnología desde hace más de 60 años. **Geotronics** le acerca las soluciones Trimble para obtener los mejores resultados en sus proyectos.

Venta de instrumentos topográficos y accesorios

Servicio de equipos y configuraciones en alquiler

Servicio técnico oficial autorizado Trimble

Servicio de soporte postventa y formación



Geotronics, S.L. Calle Dublín, 1, planta 1ª
Polígono Európolis 28230 Las Rozas (Madrid) Tel. + 34 902 30 40 75
Fax. + 34 916 370 074 - www.geotronics.es - geotronics@geotronics.es

 **Geotronics**

 **Trimble**
Distribuidor Autorizado

MAPPING

COMITE CIENTIFICO

PRESIDENTE DE HONOR:

D. Rodolfo Nuñez de la Cuevas

EDITOR JEFE:

D. José Ignacio Nadal Cabrero

EDITOR:

D. Andres Seco Meneses

Universidad Pública de Navarra, España

MIEMBROS:

D. Javier González Matesanz

Instituto Geográfico Nacional, España

D. Benjamín Piña Paton

Universidad de Cantabria, España

D. Andrés Díez Galilea

Universidad Politécnica de Madrid, España

D. Stéphane Durand

École Supérieure de Géomètres

Et Topographes, Le Mans, Francia

Dña. Emma Flores

Instituto Geográfico, El Salvador

Dña. Tatiana Delgado Fernández

Grupo Empresarial Geocuba, Cuba

D. Luis Rafael Díaz Cisneros

Cesigma, Cuba

Dña. Sayuri Mendes

Instituto de Geografía Tropical, Cuba

Dña. Rocío Rueda Hurtado

Universidad de Morelos, México

Dña. María Iniesto Alba

Universidad de Santiago, España

Dña. Cleópatra Magalhaes Pereira

Universidad de Oporto, Portugal

D. Javier García García

Instituto Geográfico Nacional, España

D. Jorge Delgado García

Universidad de Jaén

SUMARIO

6 gvSIG en la Administración Local. Ayuntamiento de Bétera, Valencia

12 El río Artibonito en la República Dominicana y Haití

15 Nuevas funcionalidades en gvSIG Mobile 1.0

22 Usabilidad de las IDES para la docencia universitaria en el Espacio Europeo de Educación Superior

30 Análisis de antecedentes y estado actual de los Pueblos turísticos como alternativa para materializar el desarrollo local del turismo sostenible

38 Diseño y tecnología ambiental para la sustentabilidad: retos para la investigación

44 Caracterización física de los suelos del eje cafetalero San Agustín – Juasjuillar del municipio Caripe, Estado Monagas, Venezuela

58 La modelación numérica del oleaje. Su contribución al análisis de respuesta ante derrames de hidrocarburos

68 Migración a GVSIG en la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía

73 Impactos negativos de las inundaciones en Mayarí Arriba, municipio Il Frente en Santiago de Cuba

77 Información territorial para la planificación estratégica: Observatorio Socioeconómico de la provincia de Cáceres

86 La retención de carbono en plantaciones forestales. Estudio de caso: empresa forestal integral “Cienfuegos”

91 Reflexiones en torno a la práctica de la Planificación Territorial en América Latina

gvSIG en la Administración Local. Ayuntamiento de Bétera, Valencia

Antonio García Benlloch

Ing. en Geodesia y Cartografía. Ing. Técnico en Topografía.

Ayuntamiento de Bétera. Departamento de Urbanismo. Valencia, España

El Departamento de Urbanismo del Ayuntamiento de Bétera, crea el Sistema de Información Geográfica de Bétera que tiene como finalidad la recopilación, análisis, mantenimiento y puesta en conocimiento de la información municipal susceptible de ser georreferenciada, ya sea alfanumérica o gráfica.

La principal idea es obtener la interoperatividad entre administraciones públicas y departamentos del propio ayuntamiento ubicados en distintos edificios y en unidades móviles. Mostrando información actualizada mostrando esta información a través de Internet mediante Visores Web Cartográficos, Servicios WMS y zonas de descarga.

El uso de software libre y gratuito permite a la administración relacionar todo tipo de datos. Con gvSIG, se puede editar la cartografía (CAD, SHP, Postgis), cargar ortofotos, cartografía histórica o en formato papel, se gestionan las bases de datos (Access, Excel, Postgres), relacionar estos datos con tecnología móvil (gvsigmobile), y fuentes de datos externas (wms). El proceso finaliza con la puesta en conocimiento de algunos datos a través de Internet mediante un visor web Cartográfico (Apache, Mapserver, Ajax, Javascript) y servicios WMS.

Arquitectura del sistema:

El sistema de información geográfica se estructura en un servidor central en el que se almacenan todo tipo de datos alfanuméricos y gráficos. Este repositorio de datos se nutre de datos de los distintos departamentos:

URBANISMO:

- Cartografía Plan General de Ordenación Urbana:
- Cartografía clasificación, uso y calificación del suelo.
- Restitución a escala 1:5000 del término municipal, 1:2000 de los núcleos de población y 1:1000 del casco.

- Zonas con restricciones radioeléctricas, zona cercana y lejana al cuartel militar, zona de protección de carreteras, aguas, vías pecuarias, zonas de protección por BIC, ...

- Sectores del P.G.O.U.

- Catálogo de bienes de interés cultural protegidos.

- Ortofotografías de los años 2000, 2004, 2006, 2008 y 2009.

- Callejero actualizado.

- Licencias de obra mayor, menor, ocupación de vía pública, actividades, vallados, ...

- Levantamientos topográficos.

- Modelos digitales del terreno.

- Líneas de alta tensión y área de influencia.

- Mojoneros de término.

CATASTRO:

- Cartografía catastral con las bases de datos asociadas a las parcelas y a sus titulares.

- Cartografía catastral histórica de los años 1930, 1960 y 1990, así como información asociada a dichas parcelas y sus titulares.

- Diseminados.

OBRAS:

- Alcantarillado, alumbrado.

- Obras ejecutadas.

- Mobiliario.

PADRÓN:

- Partidas INE.

- Padrón de habitantes.

- Vados.
- Vehículos.

MEDIO AMBIENTE:

- Padrón de recogida de poda.
- Inventario de Árboles monumentales.
- Distribución de contenedores.

AGRICULTURA:

- Pozos.
- Trazados del canal de riego.
- Tomas del canal, tomas para cubas.
- Hidrantes.

POLICÍA LOCAL:

- Señalización de viales.
- Ocupaciones de la vía pública.

PATRIMONIO:

- Inventario de bienes de interés cultural susceptibles de ser protegidos.

En muy diversos formatos:

- Ficheros CAD.
- Ficheros Shapefile.
- Ortofotos en distintos formatos, ecw, tiff, ...
- Bases de datos en formato Access, Excel, Postgis.
- Inventarios.
- Datos de campo tomados por topografía clásica o GPS.

Este conjunto de datos expuesto en líneas generales, tratado adecuadamente por personal cualificado compone el sistema de información geográfica que permite obtener gran cantidad de datos de orígenes muy diversos relacionados en función de sus atributos y su ubicación geográfica.

Con el mantenimiento y actualización adecuados el SIG nos devuelve datos precisos y actuales permitiendo al interesado realizar sus tareas en un tiempo mínimo, por este motivo, los datos se comprueban por capas periódicamente.

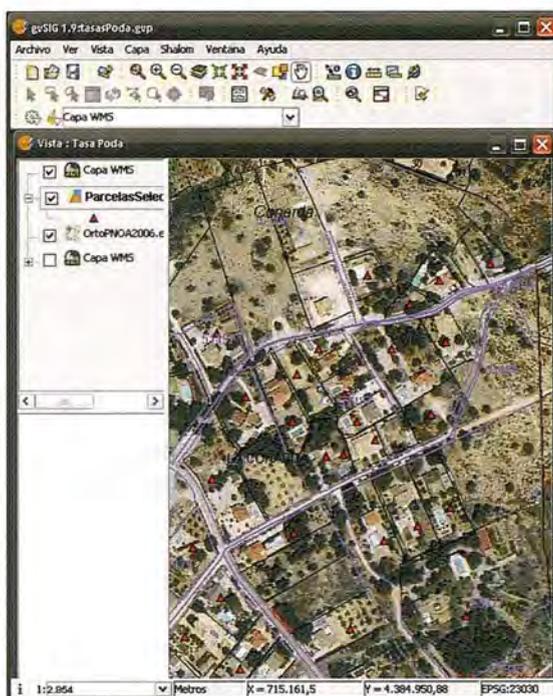


Figura 1: Detalle de las parcelas

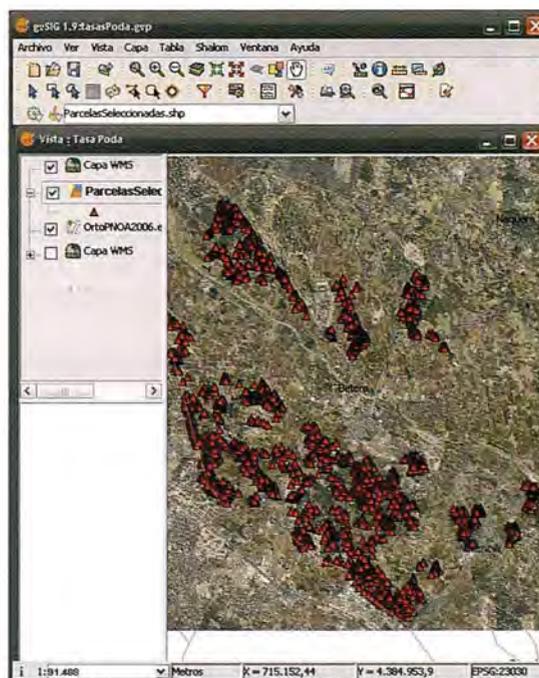


Figura 2: Parcelas con vegetación

Estudios realizados:

A partir de estas bases se han realizado estudios muy variados. Algunos de los estudios más interesantes son:

Padrón de poda:

A partir de imágenes satélite e información cedida por la Gerencia de Catastro podemos realizar un estudio de las urbanizaciones en el que se marquen las parcelas con vegetación. De este modo, se clasifican en función de la superficie de la parcela y se gestionan los residuos vegetales que



Figura 8: Consultando los datos asociados a los Bienes de Interés Cultural ubicados en el sector R-12

Del mismo modo podemos consultar otros elementos clasificados como pueden ser pozos, aljubs, abrevaderos, posición del canal de riego, hidrantes, tomas de agua para riego mediante cubas, árboles monumentales, ...

Licencias de obra:

Si ubicamos las licencias de obra, la policía local puede llevar a cabo un control de las actividades que se realizan, no siendo necesario solicitar las licencias por las distintas patrullas. El agente consulta por radio si existe una obra en la dirección indicada, o si existe alguna denuncia en la misma dirección, ya que al trabajar por turnos, pudiera darse el caso que sus compañeros del turno anterior hubieran denunciado una irregularidad.

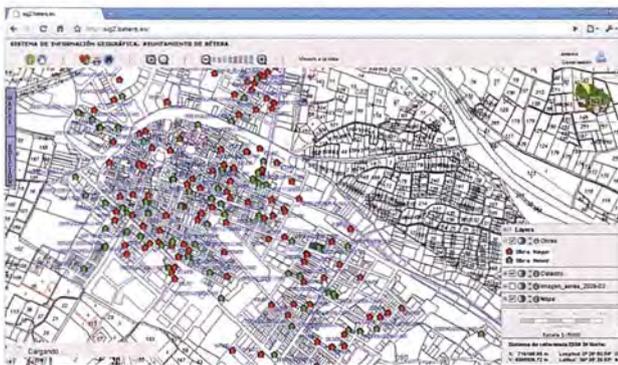


Figura 9: Plano de Licencias de Obra

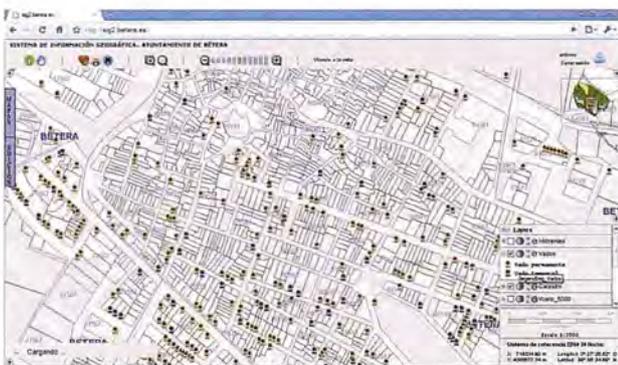


Figura 10: Plano de vados



Figura 11: Plano de vados a escala 1:50

Gestión de Vados:

El posicionamiento de los vados permite controlar la densidad de vados, así como el correcto posicionamiento de los mismos.

En el mapa urbanismo podemos ver el ancho de la calle a escala 1:50 en el que podemos ver la distribución de los vados, contenedores y esperamos tener todo el mobiliario urbano, alumbrado, colectores.

Estos son algunos de los ejemplos de la información georreferenciada, a los que podemos sumar entre otros:

- Vías pecuarias.
- Líneas de alta tensión con área de influencia.
- Zona de afección por cercanía al cuartel militar de la OTAN.
- Vías pecuarias.
- Omisiones catastrales.
- Viviendas construidas sin licencia de obra.
- Georreferenciación de la plaga de conejos que afecta a Bétera.
- ...

Uso de gvsig mobile:

Uno de los retos llevados a cabo gracias a gvsig-mobile es la gestión sobre el terreno tanto del mobiliario público: contenedores, farolas, alcanterillado, como de elementos susceptibles de ser georreferenciados correctamente sobre el terreno como pueden ser, comercios, vados, ...

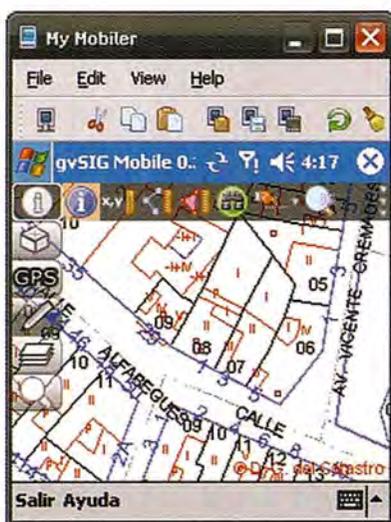


Figura 12

Servicios WMS:

Se han creado los servicios WMS con el fin de cumplir la Ley 11/2007.

- De acceso electrónico a los ciudadanos a los servicios públicos, dando a los ciudadanos y empresas accesibilidad a los datos obrantes en la administración pública.

- El proyecto busca la interoperatividad y se basa en las directrices Europeas de la directiva INSPIRE, utilizando estándares OGC y las normas ISO 19100 con el fin de permitir el acceso basado en estándares.



Figura 13: Servicios WMS raster y vectorial

Visor web cartográfico:

Como se ha apreciado en los últimos ejemplos la mayoría de la información se muestra a través de Internet de modo que gestionando a los usuarios estos podrán consultar toda la información relativa a sus tareas, permitiendo la edición de la misma.

El visor Web, se caracteriza por su completo formulario de búsquedas, edición en Internet permitiendo vincular atributos y documentos a elementos cartográficos, gestión de usuarios, gestión de mapas, vínculos con aplicaciones externas

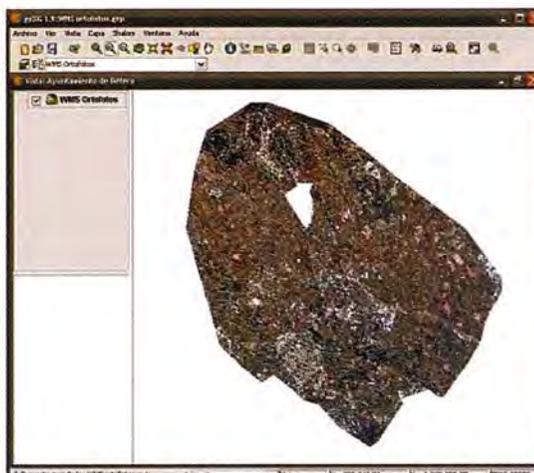


Figura 14: Servicios WMS raster y vectorial

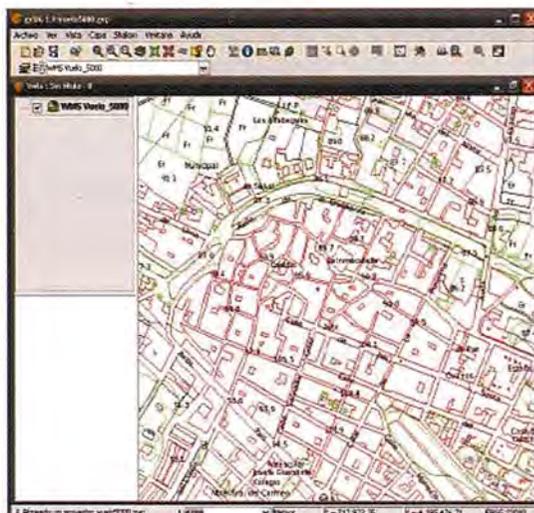


Figura 15: Servicios WMS raster y vectorial

públicas (Catastro, Consellerías, ...) y privadas (Google Maps, StreetView de Google, Bing, Google Earth).

Conclusiones:

Con la implantación de las nuevas tecnologías, haciendo uso de software libre, obtenemos soluciones tan versátiles como el Sistema de Información Geográfica de Bétera.

Este sistema se adapta con facilidad y rapidez a las diversas funciones que se le plantean en la Administración Local, gestionando, actualizando y publicando sus datos a través de Internet.

El SIG de Bétera, da servicio tanto a técnicos como a ciudadanos, y permite el acceso a los datos restringidos de forma controlada desde cualquier ubicación, ya sea otro Departamento ubicado en otro edificio o a través de dispositivos móviles. El Ayuntamiento se ha adaptado a la cartografía actual con servicios Web y servicios WMS, ampliando sus bases de datos cartográficas, gestionándolas y distribuyéndolas según los estándares, con el fin de obtener una mayor difusión e interoperatividad entre administraciones.

Sensores Lidar

¿Quiere ver el mundo con otra perspectiva?

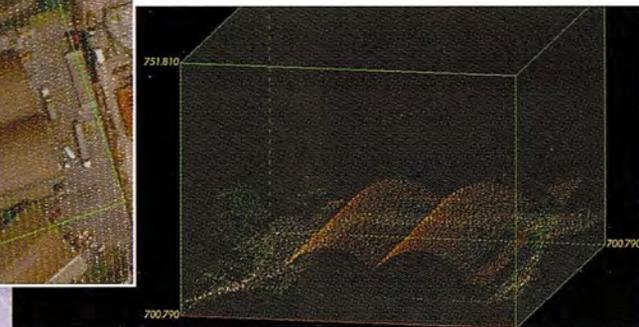
El sistema LIDAR (Light Detection and Ranging) es un sistema láser de medición a distancia, que permite la modelización rápida y precisa del terreno, compuesto por un receptor GPS y un sistema inercial (proporcionan la posición, trayectoria y orientación del láser), un emisor y un barredor (scanner) que permite obtener una nube muy densa y precisa de puntos con coordenadas XYZ.

Aplicaciones:

- Aplicaciones cartográficas
- Modelos hidráulicos
- Estudios forestales
- Modelos tridimensionales urbanos
- Seguimientos de costas
- Líneas eléctricas, inventario, puntos críticos

Productos derivados:

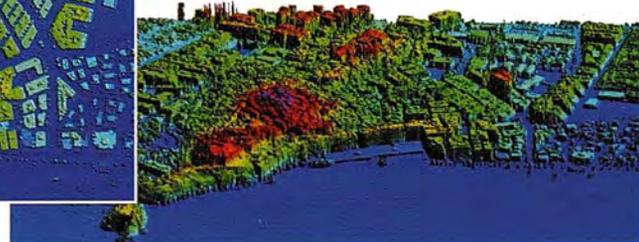
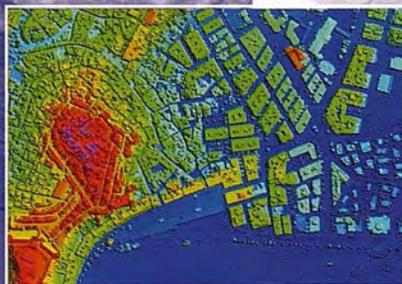
- Curvas de nivel
- Modelos hidráulicos
- TINs
- Cubicaciones
- Perfiles transversales o longitudinales
- Mapas de pendientes
- Mapas de exposiciones
- Visualización 3D



Vuelo digital + LIDAR. 18 cm, Comunidad de Madrid



Aeropuerto de Pamplona. Modelo Digital de Superficie generado por LIDAR - Malla de 2x2m



LIDAR en Almuñécar (Granada) para estudios de inundabilidad

Ventajas frente a otras técnicas:

- 1 **Precisión altimétrica:** 10-15 cm
- 2 **Densidad de puntos:** 0,5 a 8 puntos/m²
- 3 **Homogeneidad** en todas las áreas de un proyecto
- 4 **Obtención de MDT y MSD**
- 5 **Continuidad del MDT:** debajo de arbolado, debajo de edificación, eliminación de estructuras
- 6 **Precio:** Excelente relación precisión/precio
- 7 **Rapidez:** cortos plazos de entrega para grandes superficies



Paseo de la Habana, 200 • 28036 Madrid (Spain)
Tel: +34 91 343 19 40 • Fax: +34 91 343 19 41 • info@stereocarto.com

www.stereocarto.com



El río Artibonito en la República Dominicana y Haití

Dr. José Luis Batista Silva
Instituto de Geografía Tropical, Cuba

El río Artibonito es la corriente fluvial de mayor longitud y extensión en las Antillas Mayores (Puerto Rico, Cuba, Jamaica y La Española). Su nacimiento es en la Cordillera Central Dominicana, en la Loma Nalga de Maco, a una altura de 1 075 m.s.n.m. y en general presenta un curso con dirección Este – Oeste. En territorio dominicano inicialmente el cauce principal del río toma un rumbo Noroeste y luego torna su dirección hacia el Sur-Suroeste hasta la confluencia con el Macasia, por la margen izquierda, y el Guayamoc (en territorio haitiano) por la derecha. Estos últimos son dos importantes afluentes que aportan sus volúmenes de agua al Lago de Péligre, formado a partir de la presa del mismo nombre (Figura 1).



Figura 2: Río Artibonito en territorio dominicano

En territorio dominicano el Artibonito recibe su alimentación más importante debido a las abundantes precipitaciones que tienen lugar en la Cordillera Central. En la parte alta de la cuenca merecen citarse los tributarios Tocino, Gurabo y Joca. Por su parte, el río Macasia – caudaloso durante el período lluvioso – tiene sus afluentes Yacahueque y Yabonico por la margen derecha y el Guamuzal por la izquierda. Un tramo del río Artibonito, desde la parte alta del Gurabo hasta la confluencia Guayamouc – Macasia – Artibonito, sirve de frontera entre los dos países que ocupan espacialmente la isla de La Española (Figura 2).

En territorio haitiano el río – conocido por Artibonite – después del Lago de Péligre, se dirige hacia el Noroeste atravesando el Valle de Artibonite, donde, en su margen izquierda, se asientan las poblaciones de Mirebalais, Verrettes y Lafond, para finalmente desembocar en el “Golfo de la Gonave”. El recorrido total del cauce principal, desde su nacimiento en Nalga de Maco (República Dominicana) hasta la desembocadura (República de Haití) es de 346 Km. correspondiendo a un área de cuenca hidrográfica igual a 9 013 km² (Figura 3).

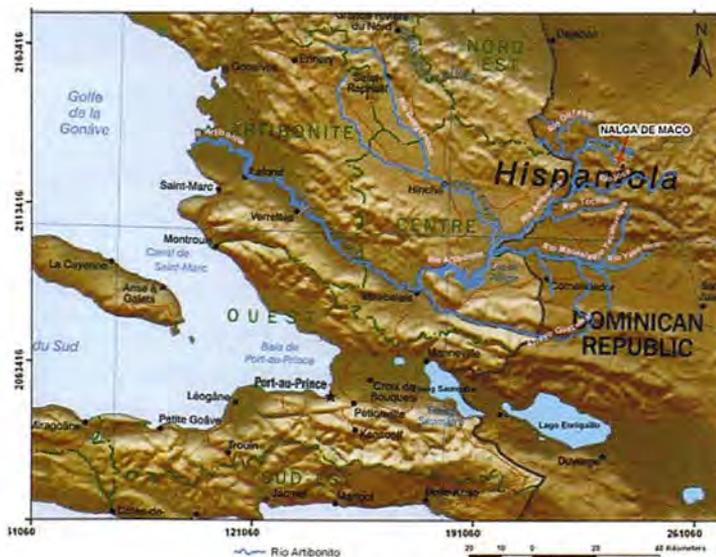


Figura 1: Red fluvial del río Artibonito

En la práctica hidrológica se toma como longitud de un río, la mayor distancia entre su nacimiento y la desembocadura. En este caso se ha señalado como el origen del Artibonito un punto en la Cordillera Central de la República Dominicana, teniendo en cuenta la fuente de alimentación que existe en ese territorio, debido a las abundantes precipitaciones que allí se registran anualmente. No obstante, podría asumirse también como nacimiento el río Guayamouc en territorio haitiano, resultando una longitud total de 365.6 Km. hasta la desembocadura.

No es objetivo de este artículo definir la longitud de esta corriente fluvial, que corre por el territorio de los dos países que ocupan La Española, lo cierto es que el río Artibonito es el



Figura 3: Río Artibonito en territorio haitiano

de mayor longitud entre todos los ríos de las Antillas Mayores, tanto por el largo de su cauce como por su cuenca hidrográfica (Figura 4). En segundo lugar, estaría el río Cauto, en Cuba, con un área total de 8 969.2 km² y una longitud de 343.4 Km.

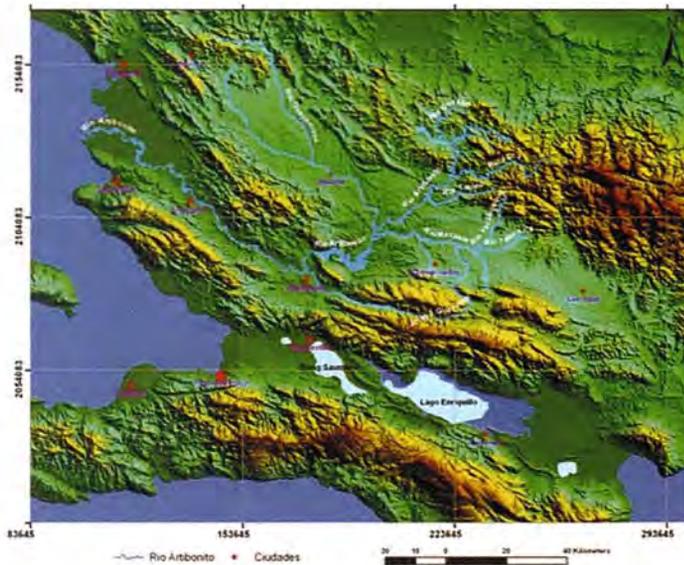


Figura 4: Cuenca del río Artibonito

Sólo con el objetivo de ilustrar el tema de la longitud del río Artibonito, en la Tabla 1 se ha incluido la distancia entre algunos tramos de este río, teniendo en cuenta la red fluvial en ambos países. Se asume el nacimiento del Guayamouc en La Forestiere (República de Haití) y el Artibonito en la Loma Nalga de Maco (República Dominicana).

DESDE	HASTA	DISTANCIA
Nacimiento (Nalga de Maco)	Confluencia con Macasia	96.7
Confluencia con Macasia	Desembocadura	249.3
Total		346.0
Nacimiento Guayamouc (La Forestiere)	Confluencia con Artibonito	112.1
Confluencia con Artibonito	Desembocadura	253.5
Total		365.6

Tabla 1: Tramos del río Artibonito en kilómetros

Es interesante el proceso de formación del Lago de Péligre. Es obvio que la construcción de un dique o presa para embalsar el agua, en el transcurso de los años el espejo de agua se convierte en un lago. Esta presa comenzó a construirse en el año 1930 y se terminó en el 1956, ejecutado como un proyecto para controlar las inundaciones del Artibonito. Al mismo tiempo se instaló una hidroeléctrica en el año 1971 para generar electricidad, pero actualmente el potencial agrícola y energético es bajo debido a la colmatación del embalse, por causa de la erosión del suelo y a la intensa deforestación que ha reducido la capacidad de agua embalsada (Figura 5).

Escurrimiento medio anual y distribución para distintas probabilidades.

En la cuenca hidrográfica del Artibonito se realizan observaciones sistemáticas de los caudales por parte del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos de la República Dominicana (INDRHI), pero no existen observaciones en el territorio Haitiano. En la Tabla 2 se aprecian los datos de las estaciones hidrométricas instaladas en la cuenca del río Artibonito, tomados de las páginas de caudales medios mensuales y anuales de Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana, 2006. Dada la magnitud del caudal en la Estación Hidrométrica Pedro Santana, se utilizará esta información para mostrar los cálculos del escurrimiento medio anual y para distintas probabilidades (Tabla 2).

Las observaciones en la estación "Pedro Santana" datan del año 1956 hasta el 2002 (47 años), sin embargo, sólo es posible utilizar una serie de 32 años por causa de los datos faltantes en las observaciones. De esta forma se realizarán los cálculos para determinar la escorrentía, su volumen y valores para distintas probabilidades. El área hidrográfica hasta la estación "Pedro Santana" es igual a 912 km². A continuación se describen los principales parámetros hidrológicos obtenidos hasta el cierre de esta estación, mediante el procesamiento de la serie:

– Número de años observados 32

– Caudal promedio de la serie 17.5 m³/s

– Módulo de escorrentía media anual 19.2 L/s.km²



Figura 5: Lago de Péligre

Escorrentamiento medio anual y distribución para distintas probabilidades

Estación	Código	Ubicación*		Serie	Caudal
Pozo Hondo	543101	237224	2101795	1966 – 1995	1.15
Ranchito	543003	246737	2123147	1956 – 2003	5.93
Pedro Santana	54002	216783	2114404	1956 – 2002	17.49
Puertecito	543001	235183	2071366	1956 – 1995	0.39
Cajuilito	542001	226381	2110721	1978 – 1995	0.80
El Corte	541002	222841	2118527	1957 – 1995	6.37

Tabla 2: Caudales promedios registrados (m³/s) en las Estaciones Hidrométricas del río Artibonito (según Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana, 2006)

*Sistemas de coordenadas UTM, NAD 27, Zona 19

– Volumen de escorrentía media anual
..... 551.6 x 10⁶ m³

– Coeficiente de variación (Cv)
..... 0.33

– Relación entre asimetría y variabilidad:
Cs=2Cv

El coeficiente de variación muestra la influencia de la alimentación pluvial en este río hasta el cierre seleccionado, denotando una variabilidad normal para los ríos de esta zona, donde está garantizado el volumen de escorrentía todo el año. No ocurre así en el territorio haitiano, donde el Artibonite llega a secarse durante el período menos lluvioso y el caudal disminuye considerablemente ante la ausencia de precipitaciones. En la Figura 6 puede verse la curva de probabilidades de los caudales medios anuales para un ajuste polinómico de grado 3 y un coeficiente de correlación igual a 0.99. En la Tabla 3, la distribución mensual y anual del volumen de escurrimiento para años secos, medios y húmedos.

Bibliografía

Batista Silva, J. L. (2010): Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos

en la República Dominicana”, Revista Mapping, abril – mayo, ISSN: 1.131-9.100), Madrid.

Batista Silva J. L. (1991): Distribución espacial y temporal del escurrimiento fluvial en Cuba, Revista Voluntad Hidráulica No 84, La Habana, pp. 21-29.

Consorcio Empaca-Redes (2010): Datos de archivos (2000 – 2010), Santo Domingo, República Dominicana.

INDRHI (2006): Las Estadísticas del Agua en la República Dominicana, 760 p.

INDRHI. (1999): Plan de Acción - 1999. Instituto Nacional de Desarrollo de Recursos Hidráulicos de la República Dominicana (<http://www.indrhi.gov.do/>). Santo Domingo.

Rodríguez Morillo, H. y Febrillet Huertas, J.F. (2006): Potencial hidrogeológico de la República Dominicana. Boletín Geológico y Minero, 117 (1): 187-200 ISSN: 0366-0176.

Troncoso, B. M, (1992): Regiones geomorfológicas de la Isla Española o de Santo Domingo, Ciencia y Tecnología, 81 p.

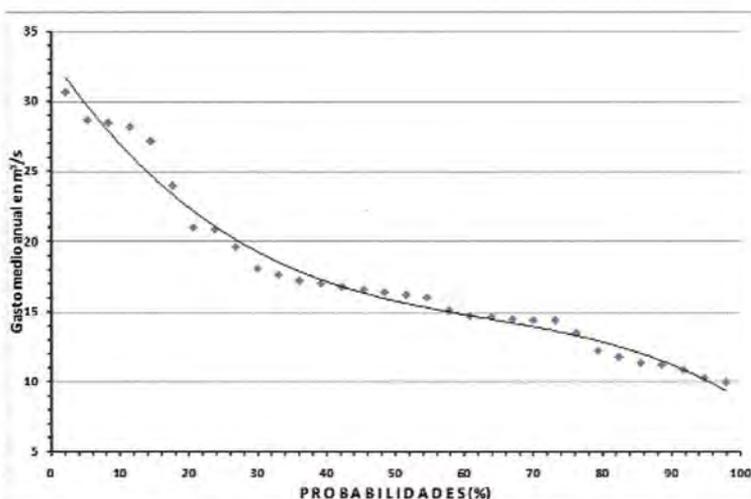


Figura 6: Curva de probabilidades del escurrimiento medio anual en Pedro Santana, río Artibonito

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Año
W _{25%}	19.9	18.5	18.0	31.5	96.1	75.3	52.4	57.4	93.1	99.0	68.6	30.9	660.8
W _{50%}	16.0	14.9	14.5	25.3	77.2	60.5	42.1	46.2	74.8	79.6	55.2	24.9	531.2
W _{75%}	12.6	11.8	11.4	20.0	61.0	47.8	33.3	36.5	59.1	62.9	43.6	19.7	419.7

Tabla 3.- Distribución mensual del volumen de escorrentía media anual en el río Artibonito, cierre Pedro Santana, para años húmedos (W_{25%}), medios (W_{50%}) y secos (W_{75%}), en 106m³

Nuevas funcionalidades en gvSIG Mobile 1.0

J. Carrasco, J.L. Dominguez y A. Del Rey
(1)Prodevelop SL,- Asociación gvSIG. Valencia, España.

Resumen

gvSIG Mobile es la aplicación de gvSIG Desktop para dispositivos móviles tipo PDAs, smartphones y Tablet PCs. Al igual que la aplicación gvSIG Desktop, gvSIG Mobile ha sido desarrollada en JAVA y distribuida bajo la licencia GPL.

Antes de la publicación de esta nueva versión, las funcionalidades de gvSIG Mobile permitían la edición gráfica de ficheros como shapefile, GML y KML, la visualización de ficheros ráster como ECW, la superposición de capas de información, la localización GPS, la creación y almacenamiento de puntos de interés (POIs) y tracklogs, la edición alfanumérica a través de formularios personalizados, etc.

Desde el lanzamiento del primer piloto el equipo de desarrollo de gvSIG Mobile ha estado trabajando en la línea de la versión 1.0, que se caracteriza por una arquitectura más estable y un mayor número de funcionalidades.

La versión 1.0 de gvSIG Mobile ha sido desarrollada utilizando el framework UI Lightweight, se ha hecho modular y extensible utilizando OSGi.

En cuanto a funcionalidades, se ha mejorado la simbología (incluyendo etiquetado), incrementado las funciones de edición y localización GPS, desarrollado un sistema extensible CRS, mejorado la búsqueda y almacenamiento de POIs, etc.

Se resalta que la arquitectura actual de gvSIG Mobile 1.0 es común a la de gvSIG Desktop, lo que permite mejorar el proceso de posibles migraciones de nuevas extensiones entre ambas aplicaciones.

En la ponencia se explicará la nueva arquitectura de gvSIG Mobile y se mostrarán las nuevas funcionalidades desarrolladas.

Palabras clave: gvSIG Desktop, dispositivos móviles, gvSIG Mobile, edición gráfica y alfanumérica, GPS, POI

Abstract

gvSIG Mobile is the mobile application of gvSIG Desktop focused on mobile devices such as PDAs, smartphones and Tablet Pcs. As gvSIG Desktop, gvSIG Mobile has been developed in JAVA and distributed under the license GPL.

Before the release of this new version, the previous functions of gvSIG Mobile allowed the edition of shapefiles, GML and KML files; the display of raster files such as ECW, the overlay of data layers; the GPS location; the creation and storage of Points of interest (POIs) and tracklogs; the alphanumeric editing through custom forms, etc.

The version 1.0 of gvSIG Mobile has been developed by using the UI Lightweight framework and it is modular and extensible by using OSGi.

In gvSIG Mobile 1.0 the function symbology has been improved (by including labelling) and the functions of editing and GPS Location have been increased. On the other hand, a CRS system has been developed and the search and storage of POIs have been improved.

It is pointed out that the current architecture of gvSIG Mobile is common to the architecture of gvSIG Desktop. This issue allows to improve the process of new extensions's migration between both applications.

In the conference, the new architecture of gvSIG Mobile and the new functionalities of gvSIG Mobile will be presented.

Key words: gvSIG Desktop, mobile devices, gvSIG Mobile, graphic and alphanumeric editing, GPS, POI

Introducción

gvSIG Mobile fue desarrollado dentro del marco del proyecto gvSIG [1] con el objetivo de satisfacer

las necesidades de los usuarios de Sistemas de Información Geográfica que carecían de dispositivos móviles que les facilitasen la toma de datos en campo para su posterior tratamiento en el SIG gvSIG. Por lo tanto, gvSIG Mobile es la aplicación de gvSIG Desktop orientada a dispositivos móviles tipo PDAs, smartphones y Tablet PCS. Al igual que la aplicación gvSIG Desktop, gvSIG Mobile fue desarrollada en JAVA, en concreto en J2ME CDC PP y distribuida bajo la licencia GPL.

La última versión estable de gvSIG es la 1.0, que se caracteriza por una arquitectura más estable y un mayor número de funcionalidades.

En esta última versión se ha añadido y mejorado las funcionalidades de las versiones previas: edición gráfica de ficheros como shapefile, GML y KML, la visualización de ficheros ráster como ECW, la superposición de capas de información, la localización GPS, la creación y almacenamiento de puntos de interés (POIs) y tracklogs, la edición alfanumérica a través de formularios personalizados, etc.

En este artículo se profundizará en la nueva arquitectura de gvSIG Mobile, las nuevas funcionalidades desarrolladas, así como las necesidades existentes y el modo de abordarlas que plantea el equipo de desarrollo de gvSIG Mobile.

Arquitectura de la versión 1.0

La arquitectura actual de gvSIG Mobile 1.0 es común a la de gvSIG Desktop 2.0, por lo que en la actualidad ambas aplicaciones comparten las principales bibliotecas y APIs.

Dos de los componentes principales de gvSIG Desktop 2.0 (el módulo DAL para acceso a datos y el modelo de geometrías) así como otros componentes menores (por ejemplo, el mecanismo de internacionalización y de persistencia de proyectos) pasan a tener código totalmente compartido entre ambas aplicaciones. Esto implica que cualquier nueva funcionalidad o mejora en estos ámbitos revierte inmediatamente en la otra aplicación (por ejemplo, si se implementa el acceso a un nuevo formato de datos GIS o si se optimiza el mecanismo de persistencia de metadatos del proyecto.)

De este modo, se ha mejorado el proceso de posibles migraciones de nuevas extensiones entre ambas aplicaciones, a la vez que se asegura la futura evolución de gvSIG Mobile.



Figura 1: gvSIG Desktop Core

Tecnologías utilizadas

La versión 1.0 de gvSIG Mobile ha sido desarrollada utilizando novedosas tecnologías, que se exponen a continuación:

Arquitecturas multi-hilo

La nueva arquitectura es multi-hilo [2], donde cada herramienta es ejecutada en su propio hilo, independiente del hilo de la GUI. La elección de esta arquitectura permitirá que las acciones lentas no bloquean la aplicación. Se genera un pool de

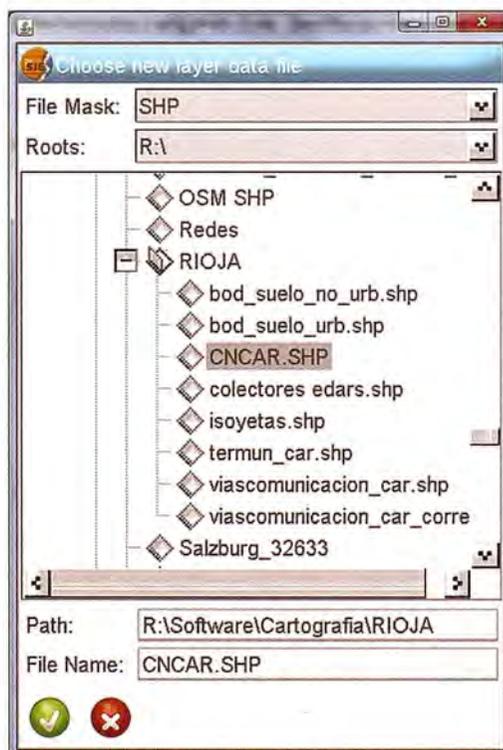


Figura 2: gvSIG Mobile GUI

hilos de modo que se limite el número de hilos y la necesidad de crear nuevos hilos.

Nuevo framework para la GUI

La interfaz de usuario para la versión 1.0 de gvSIG Mobile ha sido desarrollada utilizando el Lightweight UI Toolkit [3], que es un framework desarrollado por Sun, licenciado como GPL, para la creación de interfaces de usuario que se comporten igual en todos los dispositivos, de forma análoga a Swing en Java SE. De este modo el aspecto final no depende de la JVM (Java Virtual Machine). Este framework permite contemplar en el diseño de la GUI herramientas para seleccionar colores, explorador de ficheros, panel con pestañas, etc.

Extensibilidad basada en OSGi

Debido a que la aplicación gvSIG Mobile requiere un gran dinamismo por número de funcionalidades y al bajo acoplamiento que pueden proporcionar las arquitecturas orientadas a servicios construidas sobre el marco de desarrollo OSGi (Open Services Gateway Initiative) [4], en el desarrollo de gvSIG Mobile 1.0 se han aplicado mecanismos de extensibilidad basados en este tipo de tecnología.

La aplicación de este framework permitir gestionar un elevado número de funcionalidades en este tipo de dispositivos móviles de forma escalable, evitando las limitaciones habituales en el uso de recursos físicos (memoria, procesamiento, etc.)

Con ello se consigue un modelo de componentes abierto en el cual los servicios construidos sobre la plataforma se puedan integrar o componer con otros servicios proporcionados por otros desarrolladores de una forma flexible y dinámica.

OSGi permite convertir el dispositivo móvil en un servidor de aplicaciones independiente del Sistema Operativo. OSGi facilita que componentes o servicios nuevos se distribuyan e instalen "on the fly", gestiona el ciclo de vida y permisos, proporciona un bus de eventos compartido, así como servicios de monitorización y log.

De hecho, desde que OSGi incluye un contenedor de servlets, los bundles OSGi (componentes plugables) no se deben codificar necesariamente como aplicaciones Java ME, pueden ser servlets estándares viviendo en la red.

La versión gvSIG Mobile 1.0 ha sido testada mediante una implementación OSGi ya existente denominada Knopplerfish.

En el futuro habrá un repositorio de extensiones que podrá ser navegables desde gvSIG Mobile.

LibLocation

Se ha utilizado la biblioteca de localización LibLocation.[5]. La librería se fundamenta en las especificaciones JSR-179 -API de localización para J2ME- y JSR-293 -API de localización para J2ME v2.0-, proporcionando una interfaz uniforme a diferentes fuentes de localización, mediante funciones de alto nivel.

Se trata de una librería independiente del proyecto gvSIG y que por lo tanto, puede ser útil para otros proyectos. Esta librería permite que gvSIG Mobile pueda conectarse con dispositivos con distintos tipos de localización, ya sean vía GPS, vía Wifi, etc.

Por otra parte, el uso de esta librería permite almacenar los tracklogs, POIs y rutas generados mediante las funcionalidades GPS de gvSIG Mobile en una base de datos.

Se puede seleccionar el modo de recorrido para el registro de las posiciones capturadas en un tracklog, por ejemplo: coche, bici, a pie, etc.

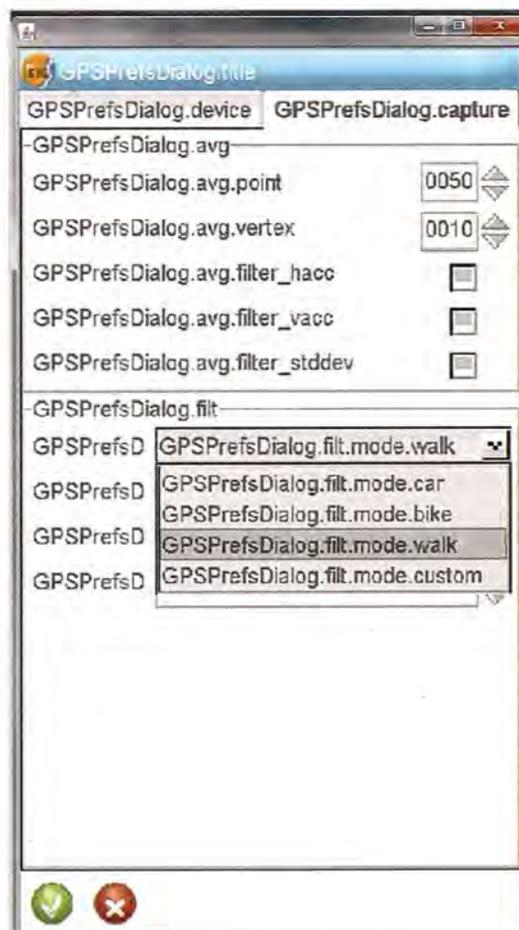


Figura 3: GPS Location

Nuevas funcionalidades

Se ha mejorado la funcionalidad de creación de simbología incluyendo etiquetado, se han incrementado las funciones de edición y localización GPS. Por otra parte, se ha desarrollado un sistema extensible CRS y mejorado la búsqueda y almacenamiento de POI's.

Simbología, etiquetados y leyendas

Se ha mejorado la simbología incluyendo etiquetado. Anteriormente solo se podían crear mapas temáticos por rango de valores y actualmente también por valores únicos.



Figura 4: Simbología y etiquetado en gvSIG Mobile

Esta nueva versión dispone de la posibilidad de etiquetar la información gráfica a partir de los datos alfanuméricos de la tabla. En lugar de usar los métodos para "dibujar palabras" que proporciona la plataforma Java, se ha optado por utilizar varios juegos de caracteres previamente vectorizados, de modo que la aplicación dibuja unas pocas líneas por cada letra, calculando previamente los extremos de cada línea. Esto tiene dos ventajas: mayor flexibilidad en los tipos de letra utilizados y mucho mejor rendimiento cuando se utilizan etiquetas rotadas.



Figura 4.1: Ejemplo de letra "G" vectorizada en 45 líneas simples

Incremento de las funciones de edición

Con las anteriores versiones se podían dibujar entidades puntuales, poligonales y lineales y añadir datos a las tablas asociadas mediante formularios personalizados. Esta nueva versión ha incrementado las funcionalidades de edición para:

- Crear, borrar y editar entidades
- Crear elipses, círculos, rectángulos, líneas, polígonos y punto, añadir trazado libre
- Copiar, pegar, escalar, rotar y trasladar
- Hacer y deshacer
- Modificar, borrar, seleccionar vértices y añadir vértices GPS



Figura 5: Edición en gvSIG Mobile



Figura 6: Acceso a WFS

- Modificar la tabla de edición, mediante la selección en la tabla de los registros que se desean editar.

Nuevo soporte de sistemas de referencia espaciales (SRS)

El soporte de sistemas de referencia en gvSIG Mobile 1.0 es totalmente nuevo. Sus características son:

- Utiliza la biblioteca Java Map Projection [6] que es un port a Java puro de la librería Proj4. Esto hace totalmente multi-plataforma y evita las dificultades asociadas al uso de funciones JNI. Pues que el campo de las proyecciones es poco dado a grandes novedades, no supone una gran desventaja el hecho de desvincularse de Proj4.

- Se podrá extender indefinidamente el número de sistemas de proyección soportados por la aplicación, puesto que un bundle de Osgi correctamente configurado podrá añadir nuevos SRS a la aplicación. Esto quiere decir que, tras haber instalado la aplicación en un dispositivo, será posible disponer de más o menos SRS según convenga con solo configurar los bundles correctamente, de manera sencilla y sin recompilar o reinstalar la aplicación.

Soporte a WFS

Se amplía el soporte a estándares OGC [7] mediante el soporte al servicio WFS (Web Feature Service) y por tanto la potencialidad de gvSIG Mobile como cliente de Infraestructura de Datos Espaciales. Se tiene contemplado en la hoja de ruta del proyecto el acceso al servicio WFS-T (Web Feature Service- Transactional).

Hoja de ruta del proyecto

- Mejorar el rendimiento. Se ha constatado que el nuevo módulo de acceso a datos (DAL, compartido con gvSIG Desktop 2.0) provoca una ralentización en el dibujo, por lo cual es necesario optimizar el algoritmo de dibujado.

- Mejorar la usabilidad de la edición. Puesto que se ha añadido gran cantidad de nuevas funcionalidades de edición, conviene optimizar el uso de los botones asociados y el flujo de trabajo durante una sesión con edición.

- Terminar la integración de libLocation. Los cambios en el acceso a datos y en la GUI obligan a rehacer buena parte del código que interactúa con LibLocation.

- Crear paquetes de instalación. Identificar los archivos imprescindibles para que el framework Osgi funcione en el dispositivo y empaquetar correctamente los bundles en un instalador básico.

- Publicar la beta

- Publicar la 1.0 (2011)

- WFS-T. Permitir la escritura a servidores WFS

- Repositorio de bundles. Montar la infraestructura necesaria para disponer de un repositorio de bundles remoto que permita la descarga y uso de nuevas funcionalidades desconocidas a priori, ya se añadiéndolas "en caliente" a la aplicación o bien añadiéndolas al conjunto de bundles que la aplicación maneja localmente, de modo que estarán activos en la siguiente ejecución de la aplicación.

Conclusiones

Aunque el complicado proceso de refactorización de la arquitectura de gvSIG Mobile con la de gvSIG Desktop 2.0 ha provocado que durante un periodo de tiempo, más largo de lo deseable, pareciese que el proyecto no estuviese activo, con esta gvSIG Mobile 1.0 se ha conseguido un aplicación a partir de la cual será posible mejorar el proceso de posibles migraciones de nuevas extensiones entre ambas aplicaciones y por tanto asegura el futuro avance y desarrollo de la misma.

Durante este tiempo se han tenido en cuenta las peticiones de los distintos usuarios que a través de las listas del proyecto sobre nuevas funcionalidades, que tras ser muy esperadas por lo mismos y

haber sido contempladas en GVSIG Mobile 1.0, convierten a gvSIG Mobile en una buena alternativa al software privativo.

Por otra parte, esta versión ha sido desarrollada con el objeto de facilitar el camino a aquellos desarrolladores que estén interesados en unirse a la comunidad de desarrolladores del proyecto gvSIG Mobile, mejorando las funcionalidades existentes o desarrollando nuevas funcionalidades.

Referencias

Web del proyecto gvSIG. <http://www.gvsig.org>

Pros & cons of multi-threading
http://en.wikipedia.org/wiki/Thread_%28computer_science%29

Introduction to the Lightweight UI Toolkit
http://java.sun.com/developer/technicalArticles/java/lwuit_intro/

OSGi (Open Services Gateway Initiative):
<http://www.osgi.org/Main/HomePage>

LibLocation : ALDSORO, J.; PLANELLS M. (2009), "libLocation: acceso a dispositivos de localización para gvSIG Desktop y Mobile". Instituto de Robótica, Universitat de València. III Jornadas de SIG Libre de Girona.

Java Map Projection Library.
<http://www.jhllabs.com/java/maps/proj/>

Open Geospatial Consortium: <http://www.opengeospatial.org/>

NOTICIAS

La nueva gama de equipos de impresión para entornos de baja producción de Xerox se caracterizan por su velocidad y eficacia

Xerox lanza una nueva gama de dispositivos para entornos de baja producción: la serie de copiadoras-impresoras D95/D110/D125 y las impresoras D110/D125, equipos que producen imágenes en blanco y negro de gran calidad con rapidez y eficiencia.

Esta gama de equipos está diseñada para satisfacer las demandas de impresión de los entornos de trabajo más exigentes. Facilita, por ejemplo, a los profesores la creación de materiales curriculares, directorios de alumnos, dossiers para cursos y material encuadernado. Además, la productividad puede ser incrementada con software de archivado y certificado que permite guardar documentos de forma electrónica. Esta funcionalidad resulta especialmente útil para usuarios de sectores como seguros, sanidad y consultoría legal, ya que garantiza su autenticidad

mediante códigos numéricos. Por otra parte, permiten en el mercado de la impresión comercial, bajo demanda, rápida, así como en franquicias, ofrecer más aplicaciones y servicios como los boletines, las publicaciones bajo demanda y los catálogos personalizados. Asimismo, los plazos de entrega se hacen más breves.

Estos nuevos modelos de copiadoras-impresoras de Xerox están disponibles en velocidades de 95, 100, 110 y 125 páginas por minuto (ppm), mientras que las impresoras D110/D125 están disponible en velocidades de 110 y 125 ppm. Estas últimas se orientan a entornos de impresión transaccional. Algunas de las ventajas que aportan estos equipos son:

Rápidez y sencillez: cuentan con un escáner de color estándar de una sola pasada y un escáner interno con capacidad de

hasta 200 imágenes por minuto

Herramientas de flujo de trabajo avanzadas: disponen de un controlador integrado de serie que permite un flujo de trabajo muy alto con una pantalla táctil y permite a los usuarios simplificar los procesos desde la pantalla.

Variedad de opciones de acabado: la amplia gama de opciones de acabado de las copiadoras-impresoras aporta un toque profesional a los documentos, desde la creación del folleto, hasta el plegado y su encuadernación.

"El escaneo rápido y la interfaz gráfica simplificada pueden ayudar a popularizar estos nuevos productos en entornos de baja producción, donde la facilidad de uso y una productividad asequible son la clave", afirma Jim Hamilton, director del grupo InfoTrends.

Cartografía de Calidad

Empresa certificada a la
calidad NOR ISO 9002



Avda. Hytasa, 38, Edificio Toledo, 1-4º
41006 SEVILLA
Tels.: 95 465 57 76 - 95 465 51 27 - Fax: 95 465 57 76
E-mail: invar@invarsl.com
www.invarsl.com

Usabilidad de las IDES para la docencia universitaria en el Espacio Europeo de Educación Superior

SDIs usability for university teaching in the European Higher Education Area

Carlos Carbonell Carrera, Antonio Manuel González Marrero, José Luis Saorín Pérez y Jorge de La Torre Cantero

Universidad de La Laguna. España

Resumen

En la docencia de ciencias geográficas, la elaboración de estrategias docentes adaptadas al nuevo Espacio Europeo de Educación Superior precisa de una revisión y actualización de contenidos y metodologías de aprendizaje. En este sentido, las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación en el ámbito Geográfico ofrecen grandes posibilidades.

Nuestro trabajo aborda la tarea de estudiar la usabilidad de las Infraestructuras de Datos Espaciales, Geoportales en formato de SIG abierto, de acceso libre y gratuito y de sencillo uso, creados a partir de la iniciativa INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe), analizando su posible aplicación como estrategia docente en educación superior a través de estudios de eficiencia, eficacia y satisfacción de usuario.

Palabras clave: Espacio Europeo de Educación Superior, Geoportal, Infraestructura de Datos Espaciales.

Abstract

In the teaching of Geographic Sciences, educational strategies adapted to the new European space for higher education requires a revision and update of content and learning methodologies. In this sense, the new information technologies and communication in the geographic field offer great possibilities.

Our work addresses the task of studying the usability of the Spatial Data Infrastructure (SDI), Geoportals in open GIS format, freely accessible and easy to use, created from the INSPIRE initiative (Infrastructure for Spatial Information in Europe),

analysing their possible application as a teaching strategy in Higher Education through studies of efficiency, effectiveness and user satisfaction.

Keywords: European Space for Higher Education, Geoportal, And Spatial Data Infrastructure

Introducción

La Geografía es una de las disciplinas que mayor impacto ha experimentado con la aparición de Internet y las posibilidades que ofrece en la difusión de información geográfica (Capel, 2009)

La aparición de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el ámbito geográfico y cartográfico supone un cambio de formato del profesional con su entorno de trabajo. Los nuevos interfaces y soportes digitales de información territorial constituyen un escenario en el que geógrafos, ingenieros y demás colectivos relacionados con la cartografía y ciencias afines comparten información georeferenciada a través de los Sistemas de Información Geográfica.

Este nuevo escenario entendemos que implica una actualización en la docencia Universitaria de la Geografía orientada hacia el uso de estas plataformas, atendiendo a los requerimientos de cambios en las metodologías docentes contemplados en el nuevo Espacio Europeo de Educación Superior.

A tal efecto se diseña un Taller IDE en torno a este nuevo interface de información geográfica, las Infraestructuras de Datos Espaciales, en el que participan estudiantes universitarios.

El presente artículo recoge la experiencia realizada con alumnos universitarios analizando, me-

dianterecogida de fichas de datos y encuestas de satisfacción, el grado de usabilidad de la plataforma al objeto de diseñar una nueva tecnología aplicada a la docencia de ciencias geográficas adaptada a la disponibilidad de información espacial que ofrecen las Infraestructuras de datos espaciales.

La validación de la estrategia se hará en base a los resultados obtenidos en las encuestas para la medición de la usabilidad, en términos de eficacia, eficiencia y satisfacción de usuario.

Nuevas Tecnologías de Información Geográfica (TIG): las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE)

La información Geográfica ha sido hasta ahora un recurso de costosa producción y difícil acceso por motivos de formato, modelo, política de distribución, estándares... El concurso de las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el marco de la información geográfica ha dado lugar a diversos soportes de información geográfica: Sistemas de Información Geográfica (SIG), Infraestructuras de datos espaciales (IDE), Virtual Globes como Google Earth, Google Maps... etc, acuñando el término Tecnologías de Información Geográfica (TIG). Pueden considerarse como parte de las TIG todas aquellas disciplinas que permiten generar, procesar o representar información geográfica, entendiendo por información geográfica cualquier variable que está, o es susceptible de estar, geo-referenciada en el espacio (mediante coordenadas x,y,z). (Bosque, 1999).

A nivel europeo, la iniciativa INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) de la Comisión Europea (Directive 2007/2/CE of the European Parliament and of the Council of March 2007) regula los estándares, protocolos de tipo técnico, aspectos organizativos y de coordinación, políticas de información referentes al acceso de los datos y la creación y mantenimiento de la información espacial.

Al amparo de esta directiva se ha desarrollado el INSPIRE geoportal (<http://inspire.jrc.ec.europa.eu/>), que integra nodos y geoportales de recursos relacionados con la información espacial y a través del cual se ofrece a los usuarios, de forma libre y gratuita, la posibilidad de acceso on-line a todas las bases de datos geográficos e información geográfica, metadatos, conjuntos y servicios de datos espaciales procedentes de las distintas organizaciones de los estados miembros.

Cada estado, en consonancia con esta normativa, desarrolla dentro de su ámbito territorial, sus

propios portales de infraestructura de datos espaciales, tanto de ámbito nacional como regional. En España disponemos de la IDEE (Infraestructura de Datos Espaciales de España).

Una infraestructura de datos espaciales es un sistema de información geográfico (GIS) integrado por un conjunto de recursos (catálogos, servidores, programas, datos, aplicaciones, páginas web...) dedicados a gestionar Información Geográfica (mapas, ortofotos, imágenes de satélites, topónimos, información temática...) disponibles en internet que cumplen una serie de condiciones de interoperabilidad (normas, especificaciones, protocolos e interfaces contemplados en la normativa INSPIRE) que permiten al usuario, a través de un navegador, utilizar esta información y combinarla según sus necesidades. (http://www.idee.es/show.do?to=pideep_pidee.ES)

La adquisición y mantenimiento de software SIG precisa de un importante desembolso (Sinton, 2009). En este sentido, la gratuidad que ofrece la plataforma INSPIRE supone una gran ventaja para su implantación.

Prueba piloto: diseño de un taller IDE empleando Infraestructura de Datos Espaciales

Justificación e hipótesis de trabajo

Este estudio piloto se diseña para cumplir un doble objetivo:

- Obtener datos objetivos sobre la usabilidad del Geoportal en el colectivo universitario.

- Validar, mediante la medición de eficacia, eficiencia y satisfacción del usuario una metodología de enseñanza basada en el uso de esta Tecnología de Información Geográfica (TIG) al objeto de incorporarla al contenido docente de materias que forman parte de las nuevas titulaciones de Grado en las que se contemple el uso de información geográfica.

El conocimiento de estos factores constituirá un dato de gran valor para el diseño de estrategias de innovación docente en torno a los nuevos escenarios de información territorial.

Las hipótesis de trabajo de las que partimos son las siguientes:

- Hipótesis 1; Un Taller IDE utilizando Infraestructuras de datos espaciales es una herramienta vá-

lida para adoptarla dentro de una nueva metodología docente.

- Hipótesis 2: El alumno va a responder positivamente al empleo de esta herramienta.

Para obtener datos objetivos sobre las hipótesis planteadas se han realizado estudios de usabilidad.

Metodología

El Taller IDE se ha realizado con una población de cincuenta y dos estudiantes de la Universidad de La Laguna, En Tenerife, España, alumnos de primer curso de Grado de Geografía e Ingeniería agrónómica, colectivos que hacen un uso frecuente de información territorial. Las edades están comprendidas entre los dieciocho y los veintitrés años de edad, distribuidos en treinta y un hombres y veintidós mujeres.

La metodología consiste en:

- Recogida de datos de la población a través de formularios (ficha de datos del alumno)
- Realización del Taller IDE.
- Realización de encuestas de usabilidad.

Hardware y Software

El trabajo se ha desarrollado sobre ordenadores Pentium IV a 2.80 GHz y 512 Mb de RAM, con sistema operativo Windows XP, en el aula de informática del Departamento de Expresión Gráfica en Arquitectura e Ingeniería de la Universidad de La Laguna.

El software empleado, dentro del ámbito geográfico en el que se desarrolló la experiencia (Islas Canarias), es el geoportal de la Infraestructuras de datos espaciales de Canarias, IDE Canarias (<http://www.idecan.grafcan.es/idecan/>).

Programación y contenidos del Taller IDE

El Taller IDE está dividido en tres sesiones: seis horas de trabajo en clase en dos jornadas de tres horas y dos horas de trabajo individual del alumno en casa

Fase 1. Iniciación

- Nivel 1. Introducción (3h): Descripción de la plataforma IDE Canarias y explicación de las aplicaciones.

- Nivel 2. Perfeccionamiento (2 horas): Este nivel se diseña al objeto de que el alumno practique en casa con las herramientas que ha manejado en clase. Se le propone analizar la evolución geográfica de una zona a elegir por el estudiante aportando un documento consistente en un máximo de diez hojas entre cartografía e imágenes. En este documento deberán quedar reflejados los cambios que una determinada zona ha ido experimentando a lo largo del tiempo, su impacto en el territorio. De este modo, el participante se familiariza con las distintas opciones de visualización en dos formatos: cartográfico e imágenes.

Fase 2. Perfeccionamiento

- Nivel 1. Revisión de trabajos realizados (1/2 hora): Se revisan conjuntamente con los alumnos los trabajos ejecutados por los alumnos sobre la cuestión planteada en el nivel dos proyectándolos en pantallas con cañón de vídeo.

- Nivel 2: Ejercicio práctico. (2h30m): Se propone un ejercicio en el que se plantean cinco bloques de preguntas, cada uno de ellos pensado para que el alumno maneje todos los comandos y realice consultas a la base de datos de la IDE Canarias:

o Bloque I: Medición. En este bloque al alumno se le preguntan cuestiones en las que ha de operar con los comandos de medición de distancias, superficies y desniveles

o Bloque II. Consulta. Consistente en un bloque de preguntas en las que el alumno debe acceder a los contenidos de la base de datos georeferenciada. Se le preguntan datos en torno a variables contempladas en la base de datos de la IDE Canarias.

o Bloque III. Escenario posicional: en este apartado se le plantea elegir entre distintos formatos 2d y 3d en torno a una localización estática, es decir, un lugar determinado.

o Bloque IV. Escenario dinámico: al igual que en el caso anterior, se plantea al alumno elegir entre distintos formatos de visualización 2d y 3d pero sobre un determinado recorrido que ha de seguir.

La medida de la usabilidad

La medida de la usabilidad la afrontamos desde un doble enfoque:

- Por un lado, para diseñar una nueva metodología docente basada en un Taller IDE es preciso

evaluar la usabilidad del Taller y de los materiales didácticos empleados.

- Por otro lado, es necesario, a su vez, analizar la usabilidad de la plataforma que hemos elegido en el diseño de la metodología docente: la Infraestructura de Datos Espaciales.

Coloquialmente entendemos como usabilidad a la facilidad de uso, ya sea de una página web, una aplicación informática o cualquier otro sistema que interactúe con el usuario.

La usabilidad tiene relación con el desarrollo de interacciones con productos (pueden ser sistemas, tecnologías, herramientas, aplicaciones o dispositivos) que sean fáciles de aprender, efectivos y de uso agradable desde la perspectiva del usuario (Preece, Rogers, & Sharp, 2002).

La norma ISO 9241-11 proporciona las directrices relativas a la usabilidad de un determinado producto, y es la que ha servido de modelo en este trabajo. Esta norma define el concepto de usabilidad como "la medida en que los usuarios de los productos son capaces de trabajar de manera eficaz, eficiente y con satisfacción", y los principios en los que según esta norma se basa la usabilidad son:

- **Facilidad de aprendizaje:** es la facilidad con que los usuarios pueden adquirir los conocimientos de una forma efectiva. Está relacionada con la familiaridad, la consistencia, el entorno amigable...

- **Flexibilidad:** se refiere a la variedad de posibilidades con las que el usuario y el sistema/producto pueden intercambiar información. También abarca la posibilidad de diálogo, la multiplicidad de vías para realizar la tarea, similitud con tareas anteriores y la optimización entre el usuario y el sistema.

- **Robustez:** es el nivel de apoyo al usuario que facilita el cumplimiento de sus objetivos. Está relacionada con la capacidad de observación del usuario, de recuperación de información y de ajuste de la tarea al usuario.

Bevan, (1999) y (2006), en consonancia con la norma ISO, define las componentes de la usabilidad:

- **Eficacia:** "Exactitud e integridad". Un producto es eficaz según el grado de exactitud con que se realizan las tareas y cumple con los objetivos para los que está diseñado.

- **Eficiencia:** "Los recursos asignados". Un producto es eficiente cuanto más rápido puede realizar las tareas para las que ha sido diseñado.

- **Satisfacción:** "Cumplir con las expectativas". Es la libertad del usuario para mostrar su conformidad/disconformidad y sus actitudes hacia la utilización del producto.

A través de herramientas de medida capaces de cuantificar estas componentes hemos realizado el estudio de usabilidad. A tal efecto se han diseñado encuestas que tienen como objetivo recoger datos referentes a la eficacia, eficiencia y satisfacción del usuario, tomando como referencia el Nielsen's Heuristic Evaluation (Nielsen, 1993), el Nielsen's Attributes of Usability (Nielsen, 1993), el Perceived Usefulness and Ease of Use (Davis, 1989), el After Scenario Questionnaire (Lewis, 1995), el Purdue Usability Testing Questionnaire (Lin et al, 1997) y el Use Questionnaire (Lund, 2001).

Las preguntas se han creado utilizando una escala tipo Likert según la cual, a cada pregunta, el encuestado le asignará una valoración numérica, valor que indica el grado de acuerdo o desacuerdo con respecto a la pregunta en una escala de cinco puntos. De esta forma se responde al cuestionario valorando con precisión el grado de acuerdo sobre las afirmaciones (Brooke, 1996).

Brevan (2006) menciona que para hacer estimaciones fiables de los resultados de satisfacción son necesarios entre ocho y diez participantes, aunque muestras más grandes ofrecen un valor más significativo de los resultados, como es el caso que nos ocupa, en el que han participado cincuenta y dos estudiantes.

Análisis de datos y resultados

Resultados de Usabilidad del Taller IDE

Para poder validar un Taller IDE hacemos un análisis de usabilidad estudiando su contenido, la dificultad y la utilidad que el alumno percibe tras la realización del mismo a través de un cuestionario (Tabla 1)

Los resultados de la encuesta de usabilidad del Taller IDE en función de los parámetros analizados son (Figura 1):

- **Eficacia.** Valor promedio: 4,30 sobre 5,00

Los contenidos tanto teóricos como prácticos del Taller IDE han sido muy bien valorados. El estu-

Parámetro	N.	Pregunta
EFICACIA	1	El contenido teórico del Taller IDE está bien estructurado
	2	El contenido práctico del Taller IDE está bien estructurado
	3	Los ejercicios propuestos se adecúan a los contenidos de la IDE
	4	Los ejercicios propuestos se plantean de forma clara
	5	Es sencillo acceder a los materiales del Taller IDE
EFICIENCIA	6	El número de ejercicios es suficiente para las horas de trabajo propuestas
	7	Me he sentido capaz de resolver los ejercicios planteados
	8	Me ha dado tiempo a resolver los ejercicios propuestos
	9	El nivel de dificultad de los ejercicios planteados en el Taller IDE ha sido adecuado
	10	Con este Taller IDE he asimilado rápidamente el funcionamiento de la IDE
SATISFACCIÓN	11	El Taller IDE ofrece un contenido útil
	12	El Taller IDE me ha ayudado a comprender mejor el concepto de escala de un plano
	13	Ahora interpreto mejor el relieve tanto en 2d como en 3d
	14	Ahora comprendo mejor el concepto de coordenadas (tanto coordenadas geográficas Longitud y Latitud como coordenadas U.T.M.)
	15	En términos generales, estoy satisfecho con el Taller IDE

sido diseñado: los participantes se han sentido capaces de hacer los ejercicios propuestos dentro del tiempo del que han dispuesto.

- Satisfacción. Valor promedio 4,20 sobre 5,00

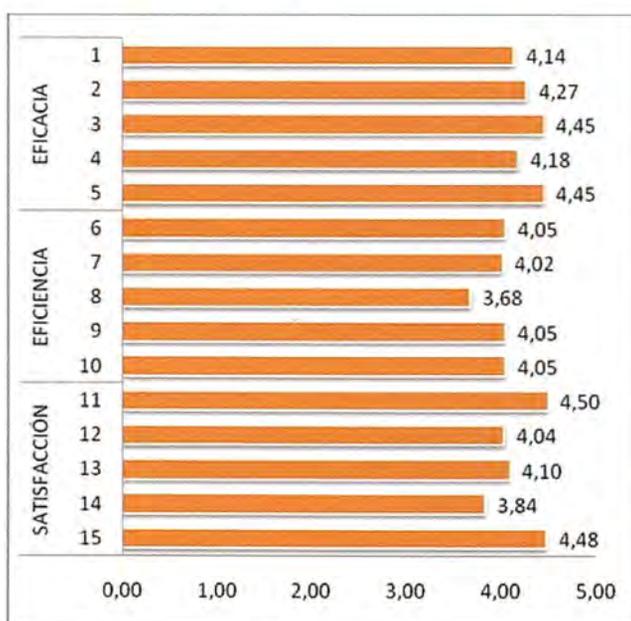
Las opiniones vertidas en la encuesta arrojan un alto grado de satisfacción del usuario respecto del Taller IDE, pues cumple con las expectativas. El alumno opina que le ha ayudado a

dante accede con sencillez a los materiales del Taller IDE y trabaja con unos ejercicios adecuados a las potencialidades de la plataforma que además encuentra bien planteados.

- Eficiencia. Valor promedio: 3,97 sobre 5,00

Podemos considerar, a la luz de los resultados, que los contenidos del Taller IDE son eficientes, pues permite realizar las tareas para las que ha

Prámetro	N.	Pregunta
EFICACIA	1	El manejo de Cartografía con la IDE es fácil e intuitivo
	2	La IDE es una potente herramienta en la búsqueda de información geográfica georeferenciada
	3	El funcionamiento de la IDE es estable, no se bloquea
	4	El acceso a la Información geográfica es totalmente libre y gratuito
	5	En la consulta de información no se producen errores
EFICIENCIA	6	Me ha resultado fácil y rápida la consulta de mapas, orotofotos y datos temáticos
	7	Me ha resultado fácil y rápido generar cartografía temática
	8	Me ha resultado fácil y rápido medir distancias y superficies
	9	La velocidad de respuesta de Cartografía de la IDE es adecuada
	10	La velocidad de respuesta de datos temáticos de la IDE es adecuada
SATISFACCIÓN	11	Creo que la IDE es una potente herramienta para mi desarrollo como estudiante
	12	Creo que la IDE es una potente herramienta para mi desarrollo como profesional
	13	Creo que seré mejor profesional manejando Infraestructuras de datos espaciales
	14	Estoy satisfecho con el funcionamiento de la IDE
	15	Es fácil y rápido aprender a utilizar la IDE



asimilar conceptos tales como la escala y los diferentes sistemas de coordenadas empleados en cartografía. Percibe, a su vez, que interpreta mejor el relieve ayudándose de los distintos formatos de visualización que ofrece la Infraestructura de Datos Espaciales.

Las puntuaciones obtenidas sobre el grado de satisfacción general del Taller IDE (4.48) así como de la utilidad del mismo (4.50) son indicadoras de la medida de la satisfacción general del usuario.

Resultados de Usabilidad del Geoportal de Infraestructura de Datos Espaciales

Analizamos, a su vez, a través de un cuestionario (Tabla 2) la validación de la herramienta utilizada estudiando su usabilidad en factores como la facilidad de manejo, su rapidez, el acceso a informa-

ción georeferenciada y sus posibilidades de aplicación en el aprendizaje y posterior uso profesional.

Los resultados de la encuesta de usabilidad del Geoportal en función de los parámetros analizados son (Figura 2):

- Eficacia. Valor promedio: 4,19 sobre 5,00.

El alumno percibe en todo momento que la IDE cumple con los objetivos de búsqueda y recuperación de información geográfica georeferenciada y comprueba que es un sistema de acceso totalmente libre (ni siquiera es preciso registrarse). En las puntuaciones de las cuestiones referentes a la estabilidad y la presencia de errores en la IDE (preguntas 3 y 5) se observan valores (3.59 y 3.91 respectivamente) por debajo de la media (4.19). Esto es debido a problemas puntuales de la conexión a internet en el aula donde se desarrolló la experiencia, ajenos al funcionamiento intrínseco de la IDE.

- Eficiencia. Valor promedio 4,08 sobre 5,00

La rapidez con que el alumno resuelve las tareas de consulta y edición de información cartográfica y temática así como la velocidad de respuesta de la IDE indican que nos encontramos frente a una plataforma eficaz, con una puntuación media de 4.08.

- Satisfacción. Valor promedio 4,45 sobre 5,00

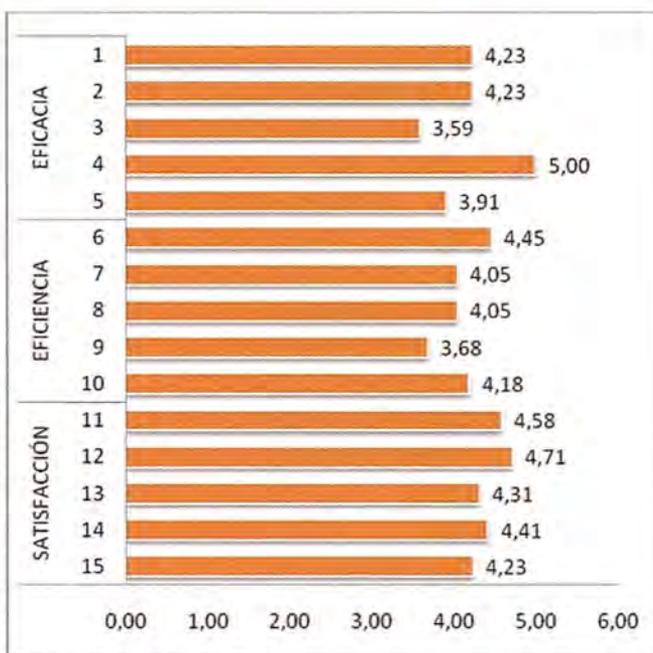
El alumno muestra su conformidad respecto a la utilización de la IDE calificándolo como una herramienta potente tanto de aprendizaje como de ejercicio profesional. Está satisfecho con el funcionamiento de la IDE (4.41).

Conclusiones y futuros trabajos

Una vez finalizado el Taller IDE, y a la vista de los resultados obtenidos en las encuestas de satisfacción, podemos concluir:

En respuesta a la hipótesis 1:

- Los resultados de las encuestas destinadas a medir la usabilidad del Taller IDE sobre la plataforma de Infraestructura de Datos Espaciales de Canarias, con un valor promedio de usabilidad de 4.16 sobre 5.00 (eficacia 4.30, eficiencia 3.97, satisfacción 4.20), ponen de manifiesto que se puede validar, y por lo tanto incorporar la experiencia como herramienta de innovación docente acorde con los propósitos del Espacio Europeo de Educación Superior.



- Las Infraestructuras de datos espaciales son servicios de información geográfica de acceso libre y gratuito que arrojan unos elevados valores en cuanto a su usabilidad a nivel académico, con un valor promedio de 4.24 sobre 5.00 (eficacia 4.19, eficiencia 4.08, satisfacción 4.45)

En respuesta a la hipótesis 2:

- El estudiante acoge con alto grado de satisfacción (4.45) la incorporación de nuevas tecnologías de la información geográfica (TIG) tanto en el futuro ejercicio profesional como en su proceso de aprendizaje. En este sentido, es importante destacar el alto grado de autoaprendizaje que ofrecen las Infraestructuras de datos espaciales, orientadas a un público no profesional.

Consideramos, por tanto, que las Infraestructuras de Datos Espaciales constituyen un novedoso y potente recurso de información geográfica actualizada de acceso libre y gratuito con una gran respuesta por parte de los colectivos profesionales que hacen uso de información georeferenciada: según los datos facilitados por el Gobierno de Canarias, se reciben una media de un millón y medio de peticiones diarias de información en la IDE Canarias.

En cuanto a su usabilidad como herramienta docente, como cada Comunidad Autónoma dispone de su propia IDE, sería preceptivo analizar la usabilidad de cada una por separado, aunque dado

que todas ellas funcionan bajo iguales protocolos, estándares e interfaces, los resultados obtenidos podrían ser extrapolables desde el punto de vista de su aplicación como metodología de innovación educativa.

Familiarizar al alumno con esta Tecnología desde el aula entendemos que es oportuno y necesario en el contexto del Espacio Europeo de Educación Superior.

Es preciso significar, no obstante, que para la implantación de esta estrategia se necesita disponer de un aula equipada con el suficiente número de ordenadores con una conexión a internet estable y de alta velocidad.

En el contexto de esta investigación se plantean analizar otros servicios de difusión de información geográfica como los denominados Virtual Globes (Google Google Maps, etc). Dada su sencillez de uso y su gran popularidad como tecnología geoespacial (Gewin, 2004) así como el creciente número de posibilidades que ofrecen al usuario consideramos que también podrían resultar una adecuada herramienta en la docencia universitaria para introducir al alumno en los Sistemas de Información Geográfica.

Bibliografía

Bevan, N. (1999) Quality in Use: Meddting user needs for quality. *Journal of System and Software*, 49 (1), pp. 89-96.

Bevan, N., & Macleod, (1994) M. Usability measurement in context. *Behaviour and information technology*, 13, pp. 132-145.

Bevan, N. (2006) Practical Issues in usability measurement. *Interactions*, 13(6), pp. 42-43.

Bosque, J. (1999) La Ciencia de la Información Geográfica y la Geografía VII Encuentro de Geógrafos de América latina. Accesible en <http://www.geogra.uah.es/joaquin/articulos.html> (accessed october, 2010)

Bosque, J (1999) Nuevas perspectivas en la enseñanza de las tecnologías de la información geográfica. *Serie Geográfica*, 8, pp.25-34

Brooke, J. (1996) A quick and dirty usability scale. *User information Architecture A/D Group*. Digital

Equipment Co. Accesible en: [http:// www.usability.serco.com/trump/documents/Suschapt.doc](http://www.usability.serco.com/trump/documents/Suschapt.doc) (accessed november, 2010).

Capel, H. (2010) Geografía en red a comienzos del Tercer Milenio. Por una ciencia solidaria y en colaboración. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 313(1) Accesible en: <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-313.htm> (accessed September 2010).

Davis, F.D. (1989) Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use and User Acceptance of Information Technology, *MIS Quaterly*, 13 (3), pp.319-340

Gewin, V. (2004) Mapping opportunities, *Nature*, 427, pp. 376-377. ISO 9241. (1998) Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)- Part 11: Guidance on usability. ISO 9241-1.

Irish Infraestructuras de datos espaciales Consultation Document (2008) What is a Infraestructuras de datos espaciales? Accesible en: <http://www.irishspatialstrategy.ie/isdi/Part2ISDIBackgroundIssues/1WhatisaSpatialDataInfrastructure/> Lin et al. (1997) A Proposed Index of Usability: A method for Comparing the Relative Usability of Different Software Systems, *Behaviour and Information Technology*, 16 (4/5), PP. 267-278

Ministerio de la presidencia. (2005) Real Decreto 55/2005 de 21 de enero. *Boletín Oficial del Estado*. Accesible en: http://www.boe.es/aeboe/consultas/bases_datos/doc.php?id=BOE-A-2005-1255

Ministerio de la presidencia. (2007) Real Decreto 1393/2007 de 29 de octubre. *Boletín Oficial del Estado*. Accesible en: http://www.boe.es/aeboe/consultas/bases_datos/doc.php?id=BOE-A-2007-18770 (accessed Novembre 2010).

Nielsen, J. (1993) *Usability Engineering* (Morgan Kaufmann, San Francisco)

Preece, J., Rogers, Y., & Sharp, H (2002). *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction*. John Wiley & Sons sed.West Sussex, England.

Sinton, D. (2009) Roles for GIS within Higher Education, *Journal of Geography in Higher Education*, 33(1), pp. 7 – 16.

Análisis de antecedentes y estado actual de los Pueblos turísticos como alternativa para materializar el desarrollo local del turismo sostenible

*MsC. Yunia Espinosa Garcés
Escuela de Altos Estudios de Hotelería y Turismo. Cuba*

*MsC. Robiel Álvarez García
Ministerio de Turismo. Cuba*

*Dr. Fidel Vera Bueno.
Delegación Territorial del Ministerio de Ciencia Tecnológica y Medio Ambiente. Cuba*

*Dra. Isabel Valdivia Fernández.
Facultad de Geografía. Universidad de la Habana. Cuba*

Resumen

Se realiza un análisis de antecedentes y estado actual de los Pueblos turísticos como alternativa para materializar el desarrollo local del turismo sostenible. Se constata que ya suman más de cuarenta años de que se iniciara juiciosamente la discusión sobre los problemas ambientales y los esfuerzos para resolverlos. Ante esta situación, una propuesta que ha generado mayor conciencia y apoyo de los diferentes sectores de la sociedad es el desarrollo sostenible y basados en sus principios las diferentes alternativas para su materialización. Se concluye que en Cuba a pesar de evidenciarse una tendencia proyectada hacia el aprovechamiento y uso sostenible del patrimonio natural y cultural, e introducción de novedosas modalidades turísticas, y se incursiona en el desarrollo de Pueblos Turísticos, hasta la fecha no se han declarado oficialmente ninguno, y que el análisis de las diferentes referencias teóricas, empíricas y tendenciales sobre el desarrollo de esta modalidad turística evidencia que a pesar de ser múltiples las experiencias prácticas a escala internacional y con magníficos resultados, existen carencias en su constructo teórico, epistemológico y metodológico.

Palabras claves: Desarrollo del Turismo Sostenible, Desarrollo Local, Pueblo Turístico

Abstract

An analysis is made of the antecedents and the present state of tourist towns as an alternative to make real the local development of a sustainable tourism. It is confirmed that for over forty years there have been judicious discussions about environmental problems and ways to solve them. Taking this into account, the proposal which has generated a higher conscience and support in the various spheres of society is the sustainable development based on its principles to put into practice the alternatives. It is concluded that Cuba, in spite of the projected trend towards the accomplishment of a sustainable use of the natural and cultural patrimony, the introduction of newly tourist modalities, and the recent entrance in the development of Tourist Towns, so far there has not been any town officially declared as such, and that the analysis of the several theoretical empiric and trend references about the development of this tourist modality assures regardless of its multiple worldwide practical experiences and its wonderful results, there are still shortcomings from the theoretical, epistemological and methodological viewpoints.

Key words: Development of Sustainable Tourism, Local Development, Tourist Town

Introducción

Como ya se ha escrito en varios textos, a partir de la década de los 70, los ochenta, y con más fuerza en los 90, ha emergido, como complemento de las políticas tradicionales de desarrollo un nuevo enfoque basado en el aprovechamiento de los recursos y potencialidades endógenas como punto de partida para un nuevo tipo de desarrollo basado en lo local.

La industria del turismo se considera un instrumento para alcanzar el desarrollo de regiones mediante el impulso de su economía y, en los últimos años, para contribuir a disminuir la pobreza en comunidades que han permanecido marginadas históricamente, como lo manifiesta la Organización Mundial del Turismo en diversos documentos y, por supuesto, la sostenibilidad se ha incorporado a esta actividad, propiciando un replanteamiento de los modelos turísticos tradicionales y a la configuración y concepción de otros que lejos de poner en peligro la conservación del medio ambiente, contribuyan a conservarlo y a considerarlo consecuentemente como la base fundamental en la que se asienta la actividad turística y su desarrollo acertado en el tiempo.

A partir de incorporar la dimensión ambiental y el modelo de desarrollo del turismo sostenible se han venido desarrollando múltiples iniciativas relacionadas con diversas modalidades y productos turísticos e incluso se han publicado numerosas guías metodológicas para elaborar proyectos turísticos que contribuyan a garantizar esta sostenibilidad y que toman en consideración la puesta en valor del patrimonio natural, cultural y social; en correspondencia con ello se registran según la información científica procesada, diversos antecedentes tanto en el ámbito internacional como nacional.

En Argentina, nace en el año 2008 en el seno de la Subsecretaría de Turismo Social y Comunitario, conjuntamente con El Banco de la Provincia y El Ministerio de Asuntos Agrarios, el Programa "Pueblos Turísticos", que tiene como propósito: "Promover e incentivar el desarrollo de actividades y emprendimientos turísticos sostenibles en las pequeñas localidades de la Provincia de Buenos Aires, generando identidad, fuentes de empleo, recursos genuinos y favoreciendo el arraigo".

Su diseño y funcionamiento responden a una lógica intercultural, intersectorial, descentralizada y

esencialmente participativa. Esto último constituye un eje estratégico de las acciones que se desarrollan.

El Programa, busca poner en valor todos aquellos recursos patrimoniales y/o extrapatrimoniales existentes en las pequeñas localidades y generar emprendimientos turísticos autos sustentables y sostenibles, donde los pobladores locales sean los protagonistas activos del proceso.

En México se desarrolla por la Secretaría de Turismo (Sectur) un programa similar con el nombre "Programa Pueblos Mágicos de México"; en el Plan Nacional 2001-2006 de Desarrollo de México se establecen los objetivos, estrategias y acciones para el desarrollo del Sector Turismo. Este programa tiene como finalidad apoyar e impulsar proyectos estratégicos a favor de la actividad turística local.

En síntesis, el Programa "Pueblos Mágicos" se origina como un programa de desarrollo turístico integral para localidades que en un diferente nivel de desarrollo, crecimiento, o en riesgo de declive; requieren una nueva orientación para hacer del turismo una actividad de contribución real para elevar los niveles de bienestar, mantener y acrecentar el empleo, fomentar y hacer rentable la inversión, así como fortalecer y optimizar el aprovechamiento racional de los recursos y atractivos naturales y culturales. Uno de los principios básicos del programa es el involucramiento y participación de las comunidades receptoras y sociedad en su conjunto.

Este programa se institucionalizó a partir del quinquenio 2001- 2006 y se ratificó para el quinquenio 2007-2012, ha venido incorporando localidades de todas partes de la República y consolidando sus resultados.

Existen además ejemplos de Pueblos Turísticos declarados en otros países, incluido el continente europeo, los que aunque no se incluyen dentro de los programas antes mencionados, en alguna medida poseen sinergias en sus concepciones y modos de desarrollo, ejemplos de ellos lo constituyen:

El Pueblo Turístico " Tabay", Colombia; " Peribeca", Venezuela; " Esquièze-Sère ", Francia; "Gaucin" ,España; "Uribelarrea " ,Argentina. Entre muchos otros.

Esta modalidad turística se desarrolla con mucha fuerza y surgen precisamente como una alternativa de solución a las demandas y tendencias de la industria turista actual, comprometida con el cuidado y conservación del medio ambiente, los valores sociales y culturales de cada país y territorio en particular.

Antecedentes de turismo sostenible en Cuba

En aras de lograr el desarrollo sostenible del turismo en el país, en la Gaceta Oficial de la República de Cuba del Ministerio de Justicia se decreta el artículo 139 de la Ley de Medio Ambiente el cual hace referencia a que el desarrollo sostenible del turismo se fundamenta en que éste se efectúe de modo tal que armonice el empleo eficaz de las potencialidades estéticas, recreativas, científicas, culturales y de cualquier otra índole de los recursos naturales que constituyen su base, con la protección de éstos y la garantía de que puedan proporcionar iguales o superiores beneficios a las generaciones futuras.

Se hace referencia además, al respeto a la cultura nacional y sus expresiones territoriales y en la integración de las poblaciones locales al desarrollo de sus actividades, contribuyendo así a la elevación de la calidad de vida de los seres humanos.

En Cuba durante la década del 70 se crean las bases para la conformación de un sistema de áreas protegidas tanto en el aspecto práctico como en el teórico, el que sentó las bases para la planificación y el manejo integral de las áreas protegidas.

En los años 80 continúan realizándose estudios cada vez más profundos relacionados con la conservación y protección de los recursos naturales. A partir de 1989 comienzan a desarrollarse una serie de talleres participativos que han marcado la pauta en el diseño del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP).

La década del noventa fue una etapa de consolidación institucional para este Sistema, se propició el impulso final a la constitución del SNAP y estuvo caracterizado por la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), la Agencia de Medio Ambiente, el Centro Nacional de Áreas Protegidas, el Centro de Información, Ges-

ción y Educación Ambiental y el Centro de Control e Inspección Ambiental, estos tres últimos, dependencias de la Agencia del Medio Ambiente.

Estas entre otras acciones evidencian la manera en que Cuba asume el paradigma de desarrollo sostenible, e incorpora una nueva relación entre hombre, sociedad y naturaleza, comprendiendo que la naturaleza es la que sustenta y provee la base de recursos para el desarrollo de la humanidad y por consiguiente, todo deterioro ambiental disminuye la calidad de vida. De ahí, la ocupación en la búsqueda de soluciones para equilibrar el desarrollo turístico del país y su relación con la preservación y protección de los recursos naturales y del medio ambiente en general.

Materializar este desarrollo requiere la conjunción y participación de todos los sectores sociales y especialmente de los diferentes actores que se involucran de una u otra forma como decisores y como ejecutores de las políticas, modelos, estrategia, programas y proyectos relacionados directa o indirectamente con su ejecución.

A partir de 1990 en Cuba se proyectó y aprobó el Programa de Desarrollo Cultural Nacional que sería viable a todos los municipios del país, para promover y fortalecer los valores medio ambientales y culturales, creando un entorno económico y social que favoreciera la utilización del potencial de desarrollo endógeno, impulsando la dimensión sociocultural con sus valores e instituciones locales sirviendo de base al proceso de desarrollo, aprovechando los recursos naturales, medioambientales, patrimoniales e histórico-culturales en función de elevar la cultura de masas, con ello y entre otras cosas contribuir al desarrollo en las comunidades.

Existen múltiples y valiosas experiencias en el trabajo sociocultural dirigido a la satisfacción de necesidades inmediatas o de propuestas de transformación y desarrollo comunitario que agradan y recrean al pueblo a la vez que lo instruyen.

Los ejemplos que a continuación se relacionan son proyectos consolidados y validados por sus excelentes resultados en diferentes territorios del país:

- Proyecto Socio-cultural Comunidad San Lázaro, Pinar del Río, Cuba.

- Proyecto Socio-cultural de la comunidad Los Basultos. "De Palo y Piedra" Cienfuegos, Cuba.
- Proyecto Socio-cultural "La Estación". Paradero de Camarones, Las Villas, Cuba.
- Declaración de Jibara como Ciudad Turística, Holguín, Cuba.

En este contexto, se concibe el desarrollo de la modalidad Pueblos Turísticos, la que se proyecta de manera coherente con los planteamientos antes expresados. Se parte de aceptar que en el desarrollo del turismo sostenible se entrelazan hechos y fenómenos culturales, sociales y naturales, donde se considera al ambiente como una totalidad interdependiente, donde se asume la necesidad de internalizar saberes emergentes de un conjunto de disciplinas, tanto de las ciencias naturales como sociales, para construir un conocimiento capaz de captar la multicausalidad y las relaciones de interdependencia de los procesos de orden natural y social que determinan cambios socioambientales, así como para construir un saber y una racionalidad social orientados hacia objetivos de un desarrollo sostenible.

Las diferentes referencias teóricas abordadas, demuestran la solidez en experiencias prácticas afines con la modalidad Pueblos Turísticos; en Cuba se evidencia el avance del trabajo comunitario con una tendencia proyectada hacia el aprovechamiento y uso sostenible de su patrimonio, experiencias que guardan algún grado de relación al tipo de desarrollo de la modalidad planteada; aunque se considera importante destacar que de acuerdo a los resultados de las búsquedas bibliográficas, documental y electrónicas realizadas se puede plantear que no existen antecedentes en Cuba de constitución de Pueblos Turísticos y a escala internacional a pesar de ser múltiples las experiencias prácticas, en el plano teórico es muy pobre su fundamentación, al extremo de no aparecer un concepto claramente definido. Motivo por el cual en el año 2005, los investigadores de la temática. Álvarez, R., y Espinosa, Y., definieron PUEBLO TURISTICO como:

Espacio geográfico con atractivos turísticos donde está enclavada una comunidad o asentamiento poblacional, reordenado para introducir y

desarrollar un turismo responsable con la conservación del medio ambiente, las tradiciones, los valores sociales y comunitarios, con una concepción urbanística y estilo arquitectónico integrados al contexto local e histórico, introduciendo tecnologías ecológicas, autosuficiente en su uso mixto turístico – comunidad. (Álvarez, R., y Espinosa, Y. 2005).

Estos autores, con el objetivo de enriquecer los fundamentos teóricos de esta modalidad turística, establecieron algunos aspectos que precisan lo que implica convertirse en un Pueblo Turístico:

1. Una alternativa de introducción del turismo y desarrollo local planificado.
2. Un instrumento de protección ambiental y de asignación de un uso óptimo del territorio.
3. La expresión espacial de las políticas económicas, sociales, culturales y ecológicas de la comunidad.
4. Un enfoque interdisciplinario y global, que asume la organización física del espacio según el concepto rector.
5. Un modelo democrático, integrador y prospectivo donde se toma en consideración la participación ciudadana, las tendencias del turismo y evolución de los aspectos económicos, sociales, culturales y ambientales que inciden en el territorio.

El hecho de convertirse en un Pueblo Turístico representa una posibilidad de mejora del nivel y la calidad de vida de los habitantes siendo estos los protagonistas de su propio desarrollo a través de la introducción del turismo, que evidentemente sería un vehículo para el establecimiento de nuevas relaciones entre visitantes y residentes generando nuevas fuentes de empleo, derivado de un desarrollo planificado del pueblo, donde se da respuesta a las demandas y expectativas de sus habitantes y se interrelacionan las dimensiones ecológica, social y cultural.

Un Pueblo Turístico debe funcionar como un movimiento organizado y estable con actividades de rescate de las tradiciones, historia, memoria colectiva, afirmación y defensa del patrimonio cultural y natural del pueblo. (Álvarez, R., y Espinosa, Y., 2005):

Concepción de las manifestaciones artísticas y los servicios para un Pueblo Turístico

Las manifestaciones artísticas afrontarán una dinámica de desarrollo endógeno que implicará, mantener, rediseñar y mejorar las existentes, en este caso resulta muy importante conservar el funcionamiento estable de medios de difusión masiva que transmitan programas locales, la realización de eventos culturales, científicos y comerciales, la actuación de aficionados con pequeños formatos, así como la implementación del calendario folklórico. A estas manifestaciones se propone sumar la formación de clubes que agrupen diferentes sectores sociales, la organización de peñas y tertulias literarias donde se aborden diferentes temas de interés comunitario, la formación de grupos danzarios, teatrales y musicales, tanto con aficionados como con profesionales que puedan convertirse a través de sus actividades en verdaderos exponentes de la cultura artística autóctona, de igual forma debe fomentarse el desarrollo de las artes plásticas en sus diferentes modalidades. La organización, control y promoción de las manifestaciones artísticas deben ser rectoradas por la casa de cultura del pueblo, regida por la política cultural del país.

En la esfera de los servicios, se debe desarrollar al unísono el sistema tradicional de alojamiento en instalaciones hoteleras y el sistema familiar o de integración comunitaria en las viviendas de los habitantes, deben existir instalaciones extrahoteleras que oferten servicios de recepción, restauran, tienda, ciber café, alquiler de jeep, motos y ciclos, para realizar actividades de recreación y esparcimiento de diferentes tipos de acuerdo a las características geográficas, socioculturales y recursos turísticos que posea el pueblo y su entorno.

El sistema culinario estará constituido sobre la base de comida típica tradicional e internacional. Referente a la gastronomía, se plantean en correspondencia con esta modalidad, el servicio a la americana, a la francesa y a la española. Las asistencias de salud se desarrollarán en áreas específicas destinadas para estos fines con personal facultativo (consultorio de médico de familia y puestos médicos en zonas hoteleras).

Los servicios de recreación y ocio se desarrollarán en club sociales, fitness center polivalentes, canchas deportivas, plazas, parques y en centros de visitantes se concentrarán servicios de guías lo-

cales, coctelería y expoventas. De esta manera se crean otros servicios que se implementarán ubicándose en áreas microlocalizadas y diseñadas para ello (bulevares, chiringuitos de playa, paseos marítimos, estacionamientos, puntos náuticos, puntos que forman parte de itinerarios de senderos, excursiones y rutas) siendo su ejecución y diseño coherente con el entorno y la concepción básica de Pueblo Turístico.

Fundamentos metodológicos: materiales y métodos

Desarrollar esta investigación desde las Ciencias Geográficas resultó muy acertado tomando en consideración que el turismo no constituye una ciencia y por lo tanto carece de métodos propios de análisis, las investigaciones a realizar en esta temática demandan la multi, inter, y transdisciplinariedad, en ellas se reconoce que el desarrollo del turismo es una problemática multisectorial, condicionado por un conjunto de procesos a los que el hombre debe buscar una solución viable.

La metodología empleada cumple los requerimientos del paradigma ambientalista, posibilitando concretar en espacio y tiempo las características del medio ambiente como sistema y la dialéctica de las formaciones y categorías espaciales como totalidad, comprendiendo de manera general al desarrollo como un proceso de totalización.

Se trabajó con las categorías geográficas: Espacio geográfico, Territorio y Región.

Para el análisis de la categoría espacio geográfico se asume la noción de propuesta por Mateo (2007g) y Milton Santos (1996), los que lo consideran como un sistema de objetos y un sistema de acciones, donde se asume a la historia natural como uno de los elementos en su formación, reflejando una visión dialéctica para entender esta categoría. De esta manera la noción de espacio, adquiere un carácter multidimensional que concibe a la naturaleza como una totalidad. Se considera que el espacio geográfico, estaría formado entonces por la articulación entre el espacio natural y el espacio sociocultural, considerados como totalidad.

Para el análisis de la categoría territorio, éste se asume como la porción del espacio geográfico sobre el cual se ejerce o se pretende ejercer el control político según Mateo (2007h). La territorialidad como forma de representación espacial, se

manifiesta en que el territorio es un espacio de pertenencia. Desde una perspectiva dialéctica, esta noción implica considerar como el espacio, incluyendo a los sistemas naturales, es ocupado y apropiado por los diferentes actores y agentes económicos y sociales, teniendo al Estado, como el mediador de esos procesos.

Para el análisis de la categoría región; se considera la idea de que en la región geográfica, es dónde se materializa la relación plena de encuentro entre hombre, cultura y naturaleza; se ha interpretado a la región como un objeto sintético que podría resolver la dicotomía entre la Geografía Física y la Geografía Humana. (Costa, 1995; Mateo 2007i). Existen diferentes tipos o categorías de regiones: (naturales, culturales, económicas, turísticas).

• Métodos utilizados:

Del nivel teórico: Histórico y lógico, análisis y síntesis, sistémico estructural, inducción – deducción, holístico dialéctico, modelación, simulación

Del nivel empírico: Análisis de documentos, observación (no participativa), el criterio de expertos, la técnica de entrevistas y encuestas

Estadísticos-matemáticos: Se utilizó la estadística descriptiva (valores promedios, cálculo porcentual) y de la Estadística no paramétrica: el método Delphi.

Conclusiones

1. El análisis de las diferentes referencias teóricas, empíricas y tendenciales sobre el desarrollo de Pueblos Turísticos, evidencian que a pesar de ser múltiples las experiencias prácticas a escala internacional, existen carencias en su constructo teórico, epistemológico y metodológico.

2. En Cuba se evidencian avances en el trabajo comunitario con una tendencia proyectada hacia el aprovechamiento y uso sostenible del patrimonio, e introducción de novedosas modalidades turísticas, experiencias que guardan algún grado de relación con el tipo de desarrollo que este trabajo plantea; aunque es de destacar que de acuerdo a los resultados de las búsquedas bibliográficas, documental y electrónicas realizadas se puede afirmar que no existen antecedentes en Cuba de constitución de Pueblos Turísticos.

Referencias bibliográficas

1. Álvarez García, R. (2005). Diseño Conceptual sobre bases ambientales para concebir al poblado «Cocodrilo» como Pueblo Turístico, Isla de la Juventud. Tesis de Maestría en opción al título de Master en Ciencias Geográficas, Universidad de La Habana. Cuba.

2. Álvarez, R., Espinosa Y. (2005). Pueblo Turístico. Diccionario - Léxico Términos Turísticos: Extraído 8 de octubre 2010, de <http://www.boletin-turistico.com/diccionario/default.asp>

3. Álvarez, R., Espinosa Y. (2008). Turismo y desarrollo local. Proyecto para convertir “cocodrilo” en pueblo turístico sostenible en un área protegida de la isla de la juventud (cuba). Cuadernos de turismo, nº 22, 2008, pp.9-33. Issn: 1139-7861.

4. Ayala Castro, H. (2002). Medio siglo de transformaciones del turismo en Cuba. Apuntes. Suplemento monográfico, no. 6. enero-junio.

5. Barolet, E. y P. J. Sheldon (2008) Tourism in Archipelagos. Hawai and the Balearics, *Annals of Tourism Research*, Vol. 35, No. 4, pp. 900–923.

6. Carpio Martín, José (2008), Nuevos enfoques teóricos y metodológicos del Desarrollo Local, Material del curso: La Gestión del Desarrollo Local y la Cooperación en América Latina, Escuela Complutense Latinoamericana, Universidad Complutense de Madrid.

7. Coraggio, José Luis (2006), Acerca de algunas relaciones entre la teoría y la práctica del desarrollo local, incluido en Adriana Rofman (comp.), *Universidad y Desarrollo Local. Aprendizajes y desafíos*, UNGS/Prometeo, Buenos Aires.

8. D'Angelo, O. (2002). Cuba y los retos de la complejidad, subjetividad social y desarrollo. *Revista Temas*, No.28, pp.90 – 105.

9. Díaz, P. (2004). Turismo Sostenible. Garantía de prosperidad para el Caribe. *Excelencias Turísticas del Caribe*. Edita: ELA. c/Magdalena, Nro. 51. pp. 21-26. España.

10. Enkerlin Hoeflich, E. (2000). Vida, ambiente y desarrollo en el siglo XXI: lecciones y acciones. Grupo Editorial Iberoamericana, México, p.20

11. Espinosa Garcés, Y (2005). Diseño de Proyecto Ecosociocultural del poblado «Cocodrilo» para concebirlo como Pueblo Turístico en la Isla de la Juventud. Tesis de Maestría en opción al título de Máster en Ciencias Geográficas, Universidad de La Habana. Cuba.
12. Foladori, G. (2000). El pensamiento ambientalista. Tópicos en Educación Ambiental, México D.F. vol. 2, No.5, pp. 21 – 38.
13. Go, F. and Govers, R. (2000). Integrated Quality Management for Tourist Destinations: a European Perspective on Achieving Competitiveness. *Tourism Management*, (21), pp. 79- 88.
14. Goeldner, Ch. R.; Ritchie, J. R. Brent y McIntosh, R. W. (2002). Turismo: principios, prácticas, filosofías. Porto Alegre. Bookman,
15. Gómez Orea, D. (2004). Ordenación del territorio. Una aproximación desde el medio físico; Editorial Agrícola Española S.A., Madrid, pp.345.
16. Instituto de Investigaciones Turísticas (IIT). (2003). Estado Actual del conocimiento teórico acerca del Desarrollo Turístico. Universidad La Salle. Cancún. En Teoría y Práctica del Turismo. Anexos. Centro de Estudios Turísticos, Universidad de La Habana. Editado por la Escuela de Altos Estudios de Hotelería y Turismo de La Habana. Ciudad de La Habana. Cuba: s/p.
17. Más Herrera, M.J. (2005). Desarrollo Endógeno. Cooperación y competencia (una aproximación sin fronteras); Caracas, Venezuela. Editorial Panapí,
18. McIntyre, G. et al. (1993). Desarrollo turístico sostenible. Guía para planificadores locales. España. Ed. Organización Mundial de Turismo, pp. 1-215.
19. Medlik, S. and Middleton, V.J.C. (1973). Product Formulation in Tourism. En: *Journal Tourism and Marketing: theory and practice*. Estados Unidos, pp.13-78.
20. Mendez, E. (2000). Ordenamiento territorial – ambiental: desarrollo responsable y sostenible. *Revista Geográfica Venezonala*. Mérida, Venezuela, vol. 41, No. 2, pp. 281 – 30.
21. Organización Mundial del Turismo (OMT). (2000). Desarrollo Turístico Sostenible: Una Compilación de Buenas Prácticas. Madrid.
22. Pantaleón Orozco, Boris. (2001). Análisis metodológico para el Plan Especial de Ordenamiento Territorial de los Polos Turísticos. VII Curso Internacional de Ordenamiento Territorial Regional y Urbano. Eje Temático 3. Planeamiento del Turismo. Instituto de Planificación Física. Ciudad de La Habana. Cuba: 12 p.
23. Poria, Y., A., Reichel and A. Biran (2006) Heritage Site Management. Motivations and Expectations, *Annals of Tourism Research*, Vol. 33, No. 1, pp. 162–178.
24. Salinas Chávez, E. (2003). “Geografía y Turismo”. Aspectos Territoriales del manejo y gestión del Turismo. Ediciones SI-MAR S.A., Nuevo Vedado, Ciudad de la Habana, Cuba.
25. Salinas, E., P. Acevedo, Y. Del Risco, R. Remond, R. Tortajada Y F. Alonso (2004) Viñales: una agenda local 21 para el desarrollo sostenible. Convención Trópico 2004, La Habana (formato digital), 14 p.
26. Salinas, Eduardo y José A. La O (2006) Turismo y sustentabilidad: de la teoría a la práctica en Cuba. Cuadernos de Turismo 17, Murcia, pp. 203-223.
27. Sepúlveda, S. (2001). Desarrollo Sostenible Microregional. Métodos para Planificación Local. San José de Costa Rica, IICA.
28. Urry, J. (2007). “The tourist gaze and the «environment»”. *Theory, Culture & Society*. London: Sage Publications, 2da ed. 200. p.
29. Vera, F., F. López Palomeque, M. Marchena y S. Antón (2011) Análisis Territorial del Turismo y Planificación de Destinos Turísticos, Editorial Tirant lo Blanch, Valencia, 473 p.
30. Vergara, P (2004). El enigma del desarrollo: endogeneidad en un mundo globalizado. En: “Planeamiento territorial e Desenvolvimento Regional”; Edi UECE, Fortaleza.
31. Weaver, D. (2006) Sustainable Tourism: Theory and Practice, Elsevier New York, 240 p.

Nuevo láser **FARO FOCUS 3D**

- 5 veces más pequeño.
- 4 veces más ligero (solo 5 kg).
- Más preciso.
- Más rápido.



CARTO  **GALICIA**

TOPOGRAFIA

servicios de alquiler y venta
www.cartogalicia.com

Diseño y tecnología ambiental para la sustentabilidad: retos para la investigación

Pablo Torres Lima

Departamento de Producción Agrícola y Animal, UAM-X y Global Environment Program. México

María del Carmen Hernández Ramírez

Departamento de Métodos y Sistemas, UAM-X. México

Manuel Lerín Gutiérrez

Departamento de Métodos y Sistemas, UAM-X. México

Resumen

El diseño ambiental ha abordado la complejidad de la interdisciplinariedad de las ciencias de la tierra mediante diversas prácticas y actividades profesionales. Particularmente, las disciplinas del diseño enfrentan el reto de contribuir a la transición hacia las sociedades sustentables mediante la generación de nuevos conocimientos. Este trabajo presenta una exploración de los retos de investigación respecto a las áreas de estudio del diseño y de la tecnología ambiental, sobre todo bajo el marco de su aplicación para la sustentabilidad, los cuales están obligando a redefinir su propia identidad y el rol cultural que actualmente ocupan.

Palabras clave: Diseño ambiental, tecnología, sustentabilidad, investigación interdisciplinaria

Abstract

Environmental design has focused on the interdisciplinary complexity of earth sciences by different practices and professional activities. Particularly, design disciplines face the challenge of making a contribution on the transition towards sustainable societies by new knowledge production. This paper presents an exploration of the research challenges in regards to the study fields of environmental design and technology, with emphasis in their application for the sustainability, which are inducing to redefine their own identity and cultural role that currently present.

Keywords: Environmental design, technology, sustainability, interdisciplinary research.

Introducción

Los retos que la crisis ambiental y sus múltiples roles, valores y procesos poseen para el diseño

ambiental de quienes producen, modifican, usan, ocupan y habitan los objetos, los espacios y las imágenes reales y virtuales a fin de obtener un determinado grado de confort, ha sido reconocida en diferentes políticas y guías de acción locales, regionales, nacionales e internacionales (i.e. guías para la evaluación ambiental de edificios, tales como GBTool, LEED, BREEAM, GREEN STAR, y CASBEE). En la medida que la agenda de discusión internacional sobre el desarrollo de la humanidad implica la comprensión del carácter de las interacciones entre naturaleza y sociedad, el trabajo y acercamiento acerca de las diferencias metodológicas y filosóficas de las ciencias naturales y sociales es esencial para abordar la colaboración interdisciplinaria y entendimiento de la relación entre la propia acción humana y el medio ambiente (Phillipson et al., 2009). Consecuentemente, el mundo de la investigación es requerida para desarrollar marcos metodológicos interdisciplinarios apropiados para el estudio de las interrelaciones entre los factores del medio ambiente natural (biogeofísico), los factores del medio ambiente humanizado y los factores del usuario del diseño ambiental, provocando con ello un debate de qué significa interdisciplina y cómo es posible facilitar tal aproximación. En este trabajo se examinan algunas posibilidades en las cuales el diseño ambiental es abordado desde el enfoque interdisciplinario y puesto en práctica de los quehaceres cotidianos de la investigación. Así, se considera que los debates acerca de la construcción de conocimiento en diseño demandan diversas aproximaciones interdisciplinarias en orden de promover la colaboración y el aprendizaje institucional para enfrentar la complejidad de las ciencias de la tierra y de la incertidumbre de los problemas de la calidad de vida de las poblaciones y sus territorios; del uso y manejo de sus recursos naturales; y de los procesos socioeconómicos de apropiación y conservación de recursos, entre otros. Este trabajo

presenta una exploración de la investigación que ocurre en la actualidad respecto a las áreas de estudio del diseño y de la tecnología ambiental, sobre todo bajo el marco de su aplicación para la sustentabilidad, la cual les está obligando a redefinir su propia identidad y el rol cultural que ocupan.

Diseño ambiental e investigación interdisciplinaria bajo el enfoque de sistemas

Es reconocido que en el campo del diseño existen diferentes tipos de conocimiento, en los cuales ocurre una relación epistemológica de las disciplinas del diseño con el objeto de conocimiento (Chiapponi, 1998). Esto implica la competencia de distintos saberes teóricos, metodológicos y técnicos sobre la historia, cultura, política, economía, pedagogía, comunicación, psicología y biología vistos desde la funcionalidad, comunicabilidad y creatividad de quienes producen, modifican, usan, ocupan y habitan los objetos, los espacios y las imágenes reales y virtuales para obtener un determinado grado de confort (Carvalho y Dong, 2009). Es posible abordar el diseño desde la ciencia, la tecnología y el arte, y puede abarcar tanto la evolución de las sociedades y las organizaciones, como las funciones y usos de los espacios y objetos públicos y privados. Actualmente, la literatura invocando la interdisciplinariedad como tópico para la teoría, la investigación, la educación y la política es vasta. El propio diseño confirma la premisa de que el interés académico por la interdisciplinariedad es muy amplio (Frodeman et al., 2009). Así, el diseño es considerado como un sistema abierto de pensamiento que posee elementos que interaccionan dialécticamente entre sí, tales como los actores, el espacio, la habitabilidad y el confort. En los últimos años, el aumento considerable de la investigación en diseño ha ampliado las fronteras de las prácticas y dominios del propio diseño llevándolo hacia la complejidad de la interdisciplinariedad donde se articulan diversas disciplinas y actividades profesionales (Michel, 2007).

En tanto que el ser humano se encuentra en el centro del objeto de estudio del diseño, se concibe que éste ocupa un espacio para hacerlo habitable. En este sentido, en diseño el área de conocimiento humanística es esencial, en virtud de que responde no sólo a la necesidad de crear la infraestructura de habitabilidad del quehacer humano, sino a la de humanizar, a la de socializar las condiciones concernientes al medio ambiente y a la calidad de vida, tales condiciones se expresan y dimensionan bajo el marco de un soporte espacio-temporal. Tiempo y espacio, como dimensiones fi-

sico-simbólicas, son insolubles en el plano de la existencia del ser humano, el cual ocupa un estar en el mundo a partir de una clasificación genérica en la cual se establecen sitios o entornos, objetos físicos o virtuales. La habitabilidad es el elemento obligatorio, estructural y definitorio del diseño en la medida de que mejora nuestro entorno visual, hace el mundo inteligible y precisamente aumenta la calidad de vida (Costa, 2003); al mismo tiempo que aporta información y mejora los objetos y espacios que usamos. De esta manera, el confort es una representación mental-cognitiva (introspectiva) de bienestar aplicable a cualquier disciplina del diseño.

Particularmente, el tema de diseño desde las ciencias de la tierra resulta un poco ambiguo por su énfasis técnico-científico y pudiera ser sinónimo de conceptos como planeación ambiental o variantes de lo que se conoce como ordenamiento ecológico y planificación territorial (Potter, 2009). En estos campos del quehacer ambiental se diseña continuamente, pero no como un fin en sí mismo, sino como un proceso necesario para transitar hacia el desarrollo sustentable. De esta forma, desde las disciplinas tradicionales del diseño, particularmente la arquitectura y el desarrollo de productos, se ha ejercido en la investigación y el ejercicio profesional una visión sistémica que ubica el quehacer de proyectación del mundo material con relación al medio ambiente natural y social que le rodea (Monzon, 2005). Hoy en día existe una gran variedad de enfoques que se agrupan bajo el término "Environmental Design", los cuales incluyen el diseño sustentable, arquitectura sustentable, eco-diseño, diseño ambiental sustentable, etc. Sin embargo, la mayor parte de estos enfoques continúan muy acotados a la incorporación de temas ambientales a la práctica profesional de proyectación de edificios, ciudades, productos (Maciel et al., 2007), y del diseño arquitectónico de ambientes físicos, en algunos casos de manera intergeneracional (Kaplan et al., 2007). Se refiere que las actividades de diseño y la organización de la investigación en este enfoque deben de redefinir su propia identidad y el rol cultural que ocupan (Vezzoli y Manzini, 2008). En otro extremo de la discusión respecto a la crisis ambiental mundial, se ha referido que los propios procesos naturales evolutivos son ejemplos de diseño de sistemas y organismos bajo condiciones medioambientales cambiantes (Costanza, 2009).

De cualquier modo, el campo de acción del diseño ambiental no es nuevo en la práctica, aunque sí lo es en la denominación y en el enfoque sistémico que se llega a utilizar. Particularmente, se ha

sustentado que la propia construcción de la teoría del diseño requiere de un pensamiento sistemático sobre los procesos y procedimientos para el abordaje de un objeto que resulte finalmente en conocimiento (Basa, 2009; Friedman, 2003). Integrar lo ambiental al diseño no es un asunto trivial, ya que se requiere abordar distintos campos temáticos que rebasan por mucho el dominio de las ciencias básicas naturales o sociales o incluso el de las disciplinas técnico-científicas como la ingeniería (Goh y White, 2003). Por ejemplo, en el caso de las disciplinas tradicionales del diseño, y en particular el diseño creativo, tiene gran potencial el incidir en la búsqueda de soluciones a problemas ambientales, ya que su participación es crucial en la modificación de la cultura productiva, así como en la disminución de los efectos ambientales derivados de patrones de consumo y niveles de vida insostenibles. La innovación en el diseño del entorno material puede brindar frutos de manera casi inmediata frente a los problemas ambientales. Asimismo, el diseño ambiental concebido como un proceso de planificación frente a la problemática ambiental contemporánea, puede abarcar un amplio rango de posibilidades, ya sea desde la generación de tecnologías alternativas para el cuidado del ambiente, el diseño de acciones para manejar residuos, el diseño de campañas para promover el uso eficiente de la energía o del agua; hasta la adaptación al cambio climático.

Como interdisciplina, la conceptualización de diseño ambiental tiene dos importantes orígenes; 1) el objetivista, el cual se atribuye a las cosas materiales de que son hechos los objetos y espacios que usamos los seres humanos, tal y como lo son el suelo, la madera y el papel, entre otros; y 2) el subjetivo, que se origina en la mente de los individuos y se manifiesta en la asignación de valores y preferencias, reales o virtuales, por el uso y ocupación de los propios objetos y espacios. Por ejemplo, en las profesiones relacionadas con el diseño ambiental los sistemas de valores tienen como fuente las categorías de la estética, lo social y el medio ambiente (Thompson, 2000). Traer la atención del campo de conocimientos del diseño a la discusión de las teorías, métodos y técnicas para aclarar la noción de uso y apropiación del medio ambiente conlleva nuevos enfoques que consideren ambas, tanto las propiedades y calidades intrínsecas objetivas biofísicas de los recursos ecológicos (objetos de valor) como la evaluación subjetiva por parte del usuario o actor de estos recursos (Straton, 2006).

Para la construcción de conocimiento y la propia práctica del diseño ambiental, un marco de expli-

cación de sistemas complejos puede ayudar a incorporar la realidad material de los objetos y espacios que sirven para la reproducción de los seres humanos (calidad intrínseca), y la noción de habitabilidad, como una evaluación subjetiva a los seres humanos de los objetos y espacios. El enfoque de sistemas complejos puede considerar a la habitabilidad como el resultado de una serie de conexiones entre y dentro de: a) los sistemas de los objetos y espacios (biofísicos), los cuales se sustentan en teorías de la ecología, física, ingeniería, entre otras; b) los sistemas basados en valores humanos (valor subjetivo), que se basa en teorías de la psicología, sociología, economía, etc.; y c) un conjunto de interacciones entre los dos anteriores que puede ser referido como la estructura conectiva del campo de conocimiento interdisciplinario del diseño ambiental. De esta forma, la habitabilidad para el diseño ambiental puede ser considerado un sistema complejo compuesto de dos subsistemas: el objetivo, llamémosle el biofísico, y el subjetivo, denominado como el proceso de toma de decisiones individuales o sistema de evaluación basado culturalmente (Chaudhury y Mahmood, 2008).

Diseño y tecnología ambiental para la sustentabilidad

Actualmente, la agenda de discusión internacional sobre desarrollo sustentable implica la construcción de una ciencia de la sustentabilidad, la cual involucra que a través de la investigación científica e institucional se fortalezca nuestra habilidad para guiar las interacciones entre naturaleza y sociedad hacia trayectorias sustentables al mismo tiempo que se promueve el aprendizaje social necesario para transitar hacia ello. Como parte de la ciencia de la sustentabilidad, la propia complejidad del desarrollo sustentable forzosamente implica: 1) una escala de la economía que se relacione a su sistema ecológico de vida, 2) una distribución equitativa de recursos y oportunidades entre las generaciones presente y futuras, y 3) una eficiente asignación de recursos que refuerce el capital natural, es decir, recursos naturales no renovables y renovables así como servicios ambientales.

El reto del desarrollo sustentable no provee de un sello ideológico para todos acerca de la una sociedad futura, sino que involucra a cada uno en crearla. Así, la sustentabilidad ensambla una serie de principios y objetivos que se relacionan con la prioridad normativa de distribuir la justicia y riqueza de manera intra e inter-generacional, lo cual refiere a la necesidad de cubrir servicios equivalentes del medio ambiente para las generaciones

futuras y acceso equitativo a los recursos mundiales como un derecho del ser humano al uso de los recursos, como una herencia común. Desde esta perspectiva, se nos obliga a ampliar los criterios de diseño, por ejemplo desde el punto de vista ambiental no sólo de deben evitar los compuestos tóxicos y mejorar la eco-eficiencia de los materiales sino de limitar y finalmente reducir la generación de entropía resultante del uso de recursos de nuestras economías. Por ejemplo, se refiere a la reducción y eficiencia del consumo de energía y materiales como una estrategia de “desmaterialización”, la cual forzosamente implica diferentes enfoques de diseño (Spangenberg, et al., 2010). Desde la perspectiva social, un reto de la sustentabilidad, en este caso que la eliminación de la pobreza promueva el acceso a los bienes y servicios necesarios para el logro de una calidad de vida digna en su respectiva sociedad, se convierte en un problema para el diseño en la medida que se requieren productos y servicios accesibles, infraestructura pública y provisión de bienes comunes.

Desde los discursos de la sustentabilidad o el consumo sustentable, el diseño ha sido un campo ignorado como un factor importante o bien ha sido considerado como parte del problema en vez de ser una posible contribución para generar soluciones. El diseño ha sido reconocido como un factor relevante en la competitividad de las empresas o bien el ecodiseño ha sido un factor crucial en el liderazgo de generación de tecnologías verdes o crecimiento ambiental. Particularmente, el enfoque de ecodiseño tiene que ver con los efectos ambientales y económicos, (ecoeficiencia), los cuales se basan en el análisis de ciclo de vida de los costos e impactos.

En virtud de que dentro de todos los sistemas técnicos, la producción edilicia es única en función del tiempo de vida que destina el ser humano dentro de ellos, además del patrón de uso de materiales y de consumo energético, se ha identificado que el mejoramiento de su diseño, construcción y operación, así como demolición, debe contribuir al desarrollo de una antropósfera que incluya mejores rastros de sustentabilidad. Para tal fin, se debe mejorar la calidad interna de las construcciones sin que resulte en un mayor impacto ambiental externo. Así, por ejemplo, el concepto de eficiencia ambiental, el cual ha sido generalmente definido como la calidad obtenida por los usuarios de los edificios versus el impacto ambiental a través del ciclo de vida de éste, recientemente ha sido aplicado en Suecia bajo un esquema metodológico llamado “EcoEffect”. Este enfoque sistemático y holístico intenta identificar qué se debe evaluar en

términos del desempeño de la producción edilicia; cómo llevar a cabo su evaluación; y cómo comunicar los resultados de la evaluación a los diferentes involucrados mediante la clasificación de los edificios (Assefa et al., 2010).

Por otra parte, respecto a la revisión contemporánea de la conceptualización de diseño existen diversos reportes recientes que abordan diversos procesos técnicos para desarrollar lo siguiente:

a) Artefactos tecnológicos, los cuales son culturalmente construidos e interpretados. Esto significa que se presenta cierta flexibilidad no sólo en cómo la gente piensa o interpreta artefactos, sino que también involucra la flexibilidad en cómo los artefactos fueron diseñados, es decir, no existe una sola o mejor vía para diseñar un artefacto. Los artefactos tecnológicos no incluyen solo objetos tales como bicicletas o lámparas, o procesos específicos, i.e. el modelaje de acero, sino implica lo que la gente conoce y hace, es decir el ‘know-how’, que refiere al proceso de diseño de la propia bicicleta o un instrumento ultrasónico para uso médico (Elle et al., 2010); y

b) Modelos tecnológicos que pretenden hacer eficiente diversos sistemas técnicos considerando el costo debido a los daños socio-ambientales causados, en los cuales se logra la mejor solución en la optimización de resultados, tales como los sistemas de energía solar, calefacción y aire acondicionado residencial e industrial (Wang et al., 2010; Chan et al., 2010; Shibata et al., 2010).

En ambos casos, el contexto tecnológico del diseño comprende todos los elementos que tiene influencia en las interacciones dentro de grupos sociales relevantes que se dirigen a la atribución de significados de los propios artefactos técnicos, lo que finalmente se constituyen en tecnológicos. Estos elementos incluyen las metas, los problemas, las estrategias de resolución de problemas, los requerimientos, las teorías, el conocimiento, los procedimientos técnicos y los propios criterios y métodos de diseño. En este sentido, el uso de tecnologías ambientalmente limpias, bajo el marco de economías de baja producción de carbono, principalmente para los países en desarrollo quienes demandarán el 90% de la energía mundial para el año de 2030, deberá dirigirse no hacia la adopción y adaptación de pre-existentes tecnologías de mercado, sino mediante un desarrollo e innovación de tecnologías locales (Tan, 2010). De ahí que existan propuestas específicas para el desarrollo de sistemas de diseño de productos de bajo carbón en los cuales el diseñador pueda evaluar alternativas

para calcular la emisión de gases de efecto invernadero de productos específicos (Song y Lee, 2010).

Mientras tanto, el diseño para la sustentabilidad debe abordar todas las dimensiones y sistemas del desarrollo sustentable, sobre todo lo relacionado con los procesos de producción y consumo, es decir, mediante la consideración de los efectos de la eficiencia de los satisfactores respecto a la propia eficiencia de la oferta y de los productos. Por ejemplo, el diseño en la ingeniería se ha abocado a producir para la sociedad de consumo diversos productos y servicios que sirven como medios para expresar identidades individuales. Al respecto, el diseño para la sustentabilidad debe ofrecer alternativas mediante la provisión de satisfactores sustentables y a través de la mejora de la efectividad de la satisfacción. Este tipo de diseño implica considerar lo que significa cambiar la conducta del consumidor hacia un consumo sustentable de recursos materiales (reales) y simbólicos (mediados). En virtud de que los estilos de vida dependen de contextos y de hábitos, así como debido a que los cambios requieren al menos tres condiciones (1. Personal motivación e información; 2. La habilidad para cambiar dadas ciertas restricciones del contexto social, entre ellas imagen, identidad de grupo, aceptación etc. y 3. La oportunidad o disponibilidad de alternativas a precios competitivos, así como intencionalidad social y económica), cambios en la demanda de productos y servicios pueden ser observados en función de la eficiencia del satisfactor con referencia al contexto social y de su eco-eficiencia. En este sentido, a pesar de la influencia de diferentes agentes sociales y económicos, el diseño juega un papel significativo en la regulación de los recursos materiales y simbólicos mediante el cambio en la percepción de su valor, aumentando su alerta de uso, en la "forma de proveer" y mediante la integración de estos elementos.

Consideraciones finales

La investigación y ciencia de la sustentabilidad se debe enfocar desde el enfoque de sistemas, donde se exploren las interacciones de los elementos del sistema y las propiedades emergentes de los propios sistemas. Este integral u holístico enfoque debe ser alcanzado mediante aproximaciones interdisciplinarias, a través de la integración de metodologías y en la práctica de proyectos transdisciplinarios. Particularmente, las temáticas de diseño ambiental requieren de una plataforma de explicación e interpretación analítica que capture las relaciones entre los sistemas socioeconómicos

y los ambientales desde una nueva perspectiva de entendimiento. Este nuevo esquema epistemológico debe emerger de escenarios de colaboración e integración de teorías, métodos y datos. Así, la coexistencia de enfoques y procesos de investigación requiere de interpretaciones mutuas entre diversos campos de conocimiento de diferentes disciplinas y de una coherente reconfiguración de los fenómenos y problemas de atención. De esta manera, la interdisciplinariedad implica la definición conjunta de preguntas de investigación para alcanzar junto con los diferentes actores (consumidores o usuarios finales de los resultados del diseño) romper con los esquemas de cada disciplina. Con ello se logra la ampliación o extensión de la "comunidad de diseño", lo que se ha dado por llamar el co-diseño.

El diseño y tecnología ambiental para la sustentabilidad debe perfilar no sólo el conocimiento de las ciencias de la tierra y las artes, sino proveer de soluciones complejas mediante el involucramiento de actores, participantes y consumidores en el proceso del propio diseño. Los objetos del diseño cruzan diferentes esferas de la vida del ser humano y de los mismos componentes de eco-eficiencia de los productos y servicios. Los diseñadores requieren de una visión integral no sólo de la sociedad del futuro y de su papel en ella, sino de sus posibles contribuciones y responsabilidades en la transición hacia el desarrollo sustentable. Es evidente que, sin la contribución del diseño, el potencial de la producción y consumo sustentable, y por lo tanto la sustentabilidad, no es factible de llevarse a cabo. Del mismo modo, sin una perspectiva de sustentabilidad, el potencial del diseño no se puede lograr. Por lo anterior, la práctica de la investigación interdisciplinaria para construir conocimientos y tecnologías en diseño ambiental debe ser guiada bajo principios organizacionales y bajo una estructura conceptual diversificada de interdependencia metodológica y práctica para atender sistemáticamente problemas de mayor complejidad, como son los correspondientes a las ciencias de la tierra.

Fuentes consultadas

Assefa, G., Glaumann, M., Malmqvist, T. y Eriksson, O. (2010) Quality versus impact: Comparing the environmental efficiency of building properties using the EcoEffect tool. *Building and Environment* 45:1095–1103.

Basa, I. (2009) Environmental discourse of architecture. *International Journal of Environmental Studies* 66(2):271-279.

Carvalho, L. and Dong, A. (2009) Legitimizing design: a sociology of knowledge account of the field. *Design Studies* 30:483-502.

Chaudhury, H. y Mahmood, A. (2008) Introduction: Immigrants' residential experience; An overlooked area in environmental design research. *Journal of Architectural and Planning Research* 25:1.

Chan, H., Riffat, S. y Zhu, J. (2010) Review of passive solar heating and cooling technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14:781-789.

Chiapponi, M. (1998) Environmental design and industrial design: Integrating knowledge around urgent issues. *Design Issues* 14(3):74-84.

Costa, J. (2003) Diseñar para los ojos. Grupo Design. Bolivia.

Costanza, R. (2009) Evolution is intelligent design. *Trends in Ecology and Evolution* 24(8):414-415.

Elle, M., Dammann, S., Lentsch, J., Hansen, K. (2010) Learning from the social construction of environmental indicators: From the retrospective to the pro-active use of SCOT in technology development. *Building and Environment* 45:135-142.

Friedman, K. (2003) Theory construction in design research: criteria: approaches, and methods. *Design Studies* 24 (2003) 507-522.

Frodeman, R., Klein, J. and Mitcham, C. (eds.) (2009) *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity*. Oxford University Press. Oxford.

Goh, E. and White, B. (2003) Reliability-based environmental design of erosion for efficient engineered landscape profiling. *Journal of Environmental Engineering* 129(7):620-628.

Kaplan, M., Haider, J., Cohen, U. and Turner, D. (2007) Environmental design perspectives on inter-generational programs and practices. An emergent conceptual framework. *Journal of Intergenerational Relationships* 5(2):81-110.

Maciel, A., Ford, B. and Lamberts, R. (2007) Main influences on the design philosophy and knowledge basis to bioclimatic integration into architectural design. The example of best practices. *Building and Environment* 42:3762-3773.

Michel, R. (ed.). (2007) *Design research now: Essays and selected projects*. Birkhäuser, Switzerland.

Monzon, C. (2005) Ethical construction of environmental design practice. *Ethics, Place and Environment* 8(2):181-200.

Phillipson, J., Lowe, P. and Bullock, J. (2009) Navigating the social sciences: interdisciplinarity and ecology. *Journal of Applied Ecology* 46: 261-264.

Potter, E. (2009) A new environmental design: Sustainable place making in postcolonial Australia. *Continuum: Journal of Media & Cultural Studies* 23(5):697-707.

Shibata, N. Kajikawa, Y. y Sakata, I. (2010) Extracting the commercialization gap between science and technology. Case study of a solar cell. *Technological Forecasting & Social Change* 77:1147-1155.

Song, J. y Lee, K. (2010) Development of a low-carbon product design system based on embedded GHG emissions. *Resources, Conservation and Recycling* 54: 547-556.

Spangenberg, J., Fuad-Luke, A., Blinco, K. (2010) Design for Sustainability (DfS): the interface of sustainable production and consumption *Journal of Cleaner Production* 18:1485- 1493.

Straton, A. (2006) A complex systems approach to the value of ecological resources. *Ecological Economics* 56:402-411.

Tan, X. (2010) Clean technology R&D and innovation in emerging countries—Experience from China. *Energy Policy* 38:2916-2926.

Thompson, I. (2000) Sources of values in the environmental design professions: The case of landscape architecture. *Ethics, Place and Environment* 3(2):203-219.

Vezzoli, C. and Manzini, E. (2008) *Design for environmental sustainability*. Springer-Verlag, London.

Wang, C., Nordgren, S., Lindblom, B., Savonen, S., Hedpalm, T., Larsson, M. y Hansson, R. (2010) Conceptual design of an integrated heating system at LKAB Malmberget with consideration of social-environmental damage costs. *Journal of Cleaner Production* 18:944-951.

<http://www.ecoeffect.se>, (consultado 4 octubre, 2010).

Caracterización física de los suelos del eje cafetalero San Agustín – Juasjuillar del municipio Caripe, Estado Monagas, Venezuela

Physical characterization of soil coffee zone of San Agustín – Juasjuillar, Caripe municipality, Monagas state, Venezuela

Grecia Josefina Romero Martinez

Universidad de Oriente. Escuela de Ingeniería Agronómica. Campus Los Guaritos, Maturín, estado Monagas. Venezuela

Renny Barrios Maestre

INIA Monagas. San Agustín de La Pica, Vía Laguna Grande. Maturín, estado Monagas. Venezuela

Ramón Silva–Acuña

*INIA Monagas. San Agustín de La Pica, Vía Laguna Grande. Maturín, estado Monagas. Venezuela
Comisión de Servicios en FUNDACITE-Monagas*

Iván Maza

Universidad de Oriente. Escuela de Ingeniería Agronómica. Campus Los Guaritos, Maturín, estado Monagas. Venezuela

Resumen

El café es el cultivo más importante de la zona alta de los estados Monagas, Sucre y Anzoátegui, y su carácter de cultivo conservacionista le confiere una importancia estratégica en la preservación de las cuencas hidrográficas de la Región Nor-Oriental. Con el objetivo de caracterizar la condición física de los suelos del eje cafetalero San Agustín – Juasjuillar, municipio Caripe, estado Monagas, se realizó un muestreo estratificado a la profundidad de 0 – 10 cm. Se visitaron 153 fincas comerciales y se colectaron dos muestras inalteradas por cada finca a través del barreno Uhland. Se determinaron las variables: porosidad, macroporosidad, densidad aparente, porcentaje de humedad, conductividad hidráulica, estabilidad estructural, textura y materia orgánica. Las muestras fueron procesadas en el laboratorio de suelo de la Universidad de Oriente Núcleo Monagas, Campus Los Guaritos, a excepción de la textura que fue determinada en el laboratorio del INIA Guarico. Las fincas y sectores fueron agrupados a través del análisis multivariado del tipo de agrupamiento (Cluster) utilizando la distancia Euclidiana como medida de la matriz de distancia y como criterio de agrupación jerárquica los

promedios de las propiedades físicas. Se definieron seis grupos con condiciones similares de suelos, conformados de la siguiente manera: Grupo I: Sector San Agustín, Grupo II: Sector La Guanota, Grupo III: Sector Altamira, Grupo IV: Sector Culantrillar, Grupo V: Sectores Corozal, Monagal y Cinco Cruces y el Grupo VI: Sectores Barrio Colorado y Juasjuillar. En términos generales, los suelos presentan propiedades físicas adecuadas para la actividad agrícola. Para la variable porosidad los valores promedios oscilan entre 37,6 y 51,6%, para la macroporosidad entre 4,5 y 10,8%, la de conductividad hidráulica entre 0,09 y 0,79 cm.h-1, el porcentaje de humedad entre 16,8 y 27,8%, la densidad aparente entre 1,20 y 1,35 g/cm³. La estabilidad estructural es baja, por lo cual existe alto riesgo de degradación al producirse un cambio de uso. El promedio de materia orgánica varió entre 3,94 y 8,44%, arena 36-55%, limo 24-32%, arcilla 20-40%, con texturas que van desde F.A hasta F.A.a. Los resultados obtenidos confirman el potencial de los suelos del eje cafetalero San Agustín – Juasjuillar para el sistema de producción de café ya que mantiene las propiedades físicas del suelo.

Palabras clave: Porosidad, estabilidad estructural, degradación, materia orgánica, textura.

Abstract

In order to determine the physical characteristics to the fertility of the soil Shaft coffee Juasjuillar-San Augustin that can be linked to diagnose conditions more suitable for coffee cultivation, examined 153 samples to determine porosity and macro porosity, bulk density, moisture, hydraulic conductivity and 153 samples for structural stability, texture, organic matter. For the analysis of soil, the first 153 took to the Umland at a depth of 10 cm. And the other 153 were extracted with Palin, taking 100 g for the study of structural stability, processed in the laboratory floor University of East Nucleus Monagas, the Guaritos Campus and the rest was sent to determine texture and organic matter in the laboratory of the INIA Guarico. The multivariate analysis and interpretation of the type of cluster (Cluster) using the Euclidean distance as a measure of the distance matrix and as a criterion of hierarchical grouping averages of physical properties, in the soils of the coffee belt. For the variable of porosity and the average values range from 37,55-51,63% and macro 4,45-10,77%, the hydraulic conductivity between 0,09-0,79 cm/h-1, the percentage Moisture between 16,82-27,77%, the apparent density between 1,20-1,35 g/cm³. Structural stability in the No. sieves 0.5% between 0-3, No. 1 between 3-12%, No. 2 between 5-14%, to the No. 4 between 19-70%, the percentage of organic matter between 3,94-8,44%, 36-55% sand, silt 24 → 32%, clay 20-40%, with textures ranging from FA until FAA The findings suggest the potential use of land for growing coffee, as this is well suited to the physical conditions that the axis presents.

Introducción

La producción de café es una de las actividades de gran importancia en el país. La producción de este rubro se ha incrementado en comparación a los años anteriores, aunque los resultados no son los más deseados, en muchos casos se debe a la falta de información sobre como incrementar los rendimientos, para estabilizar los ingresos del productor. El café es un cultivo fundamental para la conservación de las cuencas hidrográficas, en la economía, y es además un cultivo de importancia social. Sus rendimientos actuales son relativamente bajos, y una manera de mejorarlos sustancialmente es aplicando planes de fertilización ajustados a las necesidades de cada sistema suelo-planta-manejo (Solórzano, 2001).

Dentro de las limitaciones de la caficultura se tiene: 1) La existencia de grandes áreas sembradas con cafetos viejos de poca producción; 2) La desorganización de los Planes de Desarrollo Cafetalero; 3) El uso inadecuado de los fertilizantes en cuanto al no empleo del análisis de suelo y el uso de mezclas o formulas que no satisfacen los requerimientos del cultivo.

En un estudio reciente (Silva-Acuña et al., 2007) sobre la situación de la caficultura del municipio Caripe del Estado Monagas, se constato que en 37,93 % de los productores objeto de la muestra aplican fertilizante y el 62,07 % no aplican ningún tipo de producto con el objetivo de recuperar la fertilidad del suelo o favorecer la productividad de los cultivos allí establecidos.

La fertilización juega un papel importante para alcanzar altos rendimientos y un producto de buena calidad que es fundamental en este rubro, sin embargo, hoy en día los rendimientos de las plantaciones de cafetos no son los esperados con la aplicación de fertilizantes, probablemente por una o más limitantes físicas del suelo, que no permite una mayor eficiencia de los nutrimentos, esto sería por el lavado de los elementos, retención por materia orgánica, textura, baja retención de agua u otra.

Las características físicas para analizar en los suelos del eje cafetalero San Agustín-Juasjuillar son: textura, estructura, consistencia, densidad real y aparente, retención de humedad y estabilidad de los agregados. Con las condiciones físicas, además de la profundidad efectiva del suelo, se puede determinar la productividad y la susceptibilidad del suelo a la erosión y deducir el uso y manejo adecuado de este. Según Vélez (1988), las condiciones físicas y químicas del suelo y agroclimáticas, son las que determinan qué cultivo y manejo se debe realizar.

Los parámetros físicos son importantes para interpretar el movimiento, balance y retención del agua en el suelo, ya que el agua es el medio que transporta los nutrimentos para que la planta los pueda absorber y realice sus funciones metabólicas.

Además cabe destacar que el volumen radical de las plantas de cafeto debe ser amplio, que permita explorar tanto en profundidad como lateralmente para tomar los nutrimentos por la intercepción radical, flujo de masas y difusión. Esta red subterránea del cafeto es influenciada por los numerosos factores físicos ya antes mencionados como los son la textura, la estructura, la porosidad, la estabilidad estructural, que muchas veces no le permiten su total desarrollo y por consiguiente pueden llegar a causar la muerte de la planta.

Objetivos

Objetivo general

Caracterizar físicamente los suelos del eje cafetalero Juasjuillar-San Agustín del Municipio Caripe

Estado Monagas.

Objetivos específicos

- Evaluar las limitantes físicas como la profundidad efectiva del café en suelos de fincas cafetaleras en el eje Juasjuillar-San Agustín del Municipio Caripe.

- Determinar la densidad aparente en suelos pedregosos de la finca cafetalera del eje Juasjuillar-San Agustín.

- Determinar la textura en suelos cafetaleros del eje Juasjuillar-San Agustín.

- Determinar la conductividad hidráulica, % de humedad y porosidad en suelos cafetaleros.

- Determinar la estabilidad estructural de los suelos cafetaleros del eje Juasjuillar-San Agustín.

- Determinar % de materia orgánica de los suelos cafetaleros del eje Juasjuillar-San Agustín.

- Analizar las interrelaciones de los parámetros físicos en la producción de café de las fincas cafetaleras del eje Juasjuillar-San Agustín del Municipio Caripe.

Materiales y métodos

Ubicación

La zona de muestreo corresponde al eje cafetalero Juasjuillar-San Agustín, que involucra los caseríos de: Juasjuillar, las Cinco Cruces, Barrio Colorado, Culantrillar, Corozal, Monagal, Altamira, la Guanota y San Agustín, estas localidades representan el área de mayor importancia de la caficultura del Municipio Caripe, Estado Monagas, Venezuela y se ubica entre coordenadas de 10° 04'-10°19' N y 63°11'- 63°37' W. (Figura 1).

Clima

Esta clasificado como Bosque Húmedo Premon-tano. En esta zona la temperatura oscila entre 12 y 24 °C, la precipitación es del orden de 1.124 mm como promedio anual y la altitud es de 1050 m (MARNR, 1997).

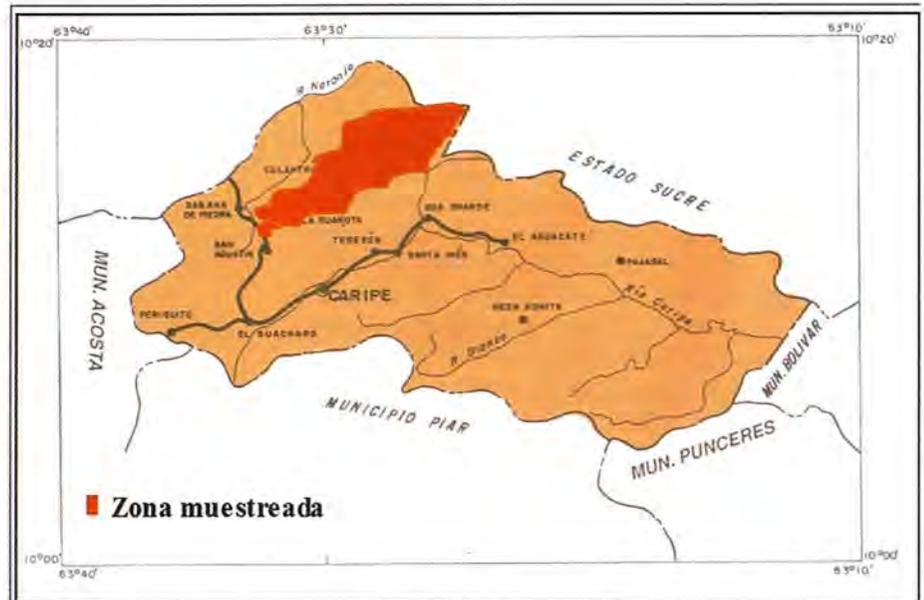


Figura 1. Mapa del Municipio Caripe, ubicación de la zona muestreada

Suelo

Los suelos donde se llevo a cabo el ensayo están ubicados dentro del paisaje montañoso de la serranía Turimiquire. Suelos pocos evolucionados y fértiles que se clasifican como Tropepts-Orthents, moderadamente profundos y algunas veces vinculados con afloramientos rocosos, con pendientes entre 45-60% y superiores al 60%. Vocación de uso para plantaciones agrícolas, actualmente con cultivos permanentes (café y cítrico) y cultivos de ciclo cortos (hortalizas).

Esquema de muestreo

Para la obtención del material de suelo se procedió a realizar en la zona de estudio un muestreo estratificado. En cada una de las unidades de producción, con el uso del Uhland se tomaron ciento cincuenta y tres (153) muestras no alteradas: con profundidad de hasta 10 cm, para realizar el cálculo de conductividad hidráulica, densidad aparente, porosidad, macroporosidad y condición de humedad del suelo.

Para las mismas unidades de producción se procedió a extraer ciento cincuenta y tres (153) muestras empleando el palín, las cuales se desmenuzaron, una parte de ella fue enviada al laboratorio de suelo del INIA en el estado Guarico, para determinar textura y porcentaje de materia orgánica y, el restante se proceso en el laboratorio de suelo de la Universidad de Oriente, Núcleo Monagas, Maturín, para la determinación de estabilidad estructural.

En cada punto de muestreo se evaluaron las siguientes variables:

1. Conductividad Hidráulica en suelos saturados:

Se utilizó el método de Darcy (Forsythe, 1980) para realizar pruebas de conductividad hidráulica en suelos saturados.

2. Densidad aparente

Con cilindros de aproximadamente 269,39 cm³ de volumen, procediéndose luego a la determinación del peso seco de la muestra mediante el secado en estufa a una temperatura de 105°C, según metodología descrita por Blake y Hartge (1965). La evaluación se efectuó a profundidades de 0-10 cm.

3. Porosidad

$$D_a = \frac{P_{ss}}{v}$$

Las muestras inalteradas de suelo colectadas se saturaron con agua para obtener el espacio poroso total, y se procedió a la discriminación de poros con diámetro mayor a 15 µm (macroporosidad) a través de una succión de 100 cm (10 Kpa) en la mesa de tensión aplicando el método descrito por Pla (1983).

$$P = \frac{P_t - (P_c + P_{ss})}{v} \times 100$$

$$P_{15\mu} = \frac{P_t - P_{sh}}{v} \times 100$$

4. Textura

La evaluación se realizó por el método de Bouyoucos modificado (Day, 1965), realizado por el laboratorio de suelo del INIA-Guarico.

5. Estabilidad estructural

Para evaluar esta variable se utilizó el método de Yoder descrito por Jaramillo (2002), el cual consiste en someter una muestra de suelo, sin disturbar, a agitación en agua por 30 minutos; la muestra se coloca en un juego de tamices de diferentes diámetros de perforación y, al final del proceso, se establece el porcentaje de agregados de los diferentes tamaños sin destruir. Los tamaños de los agregados que se tomen para hacer las interpretaciones varían según las aplicaciones que se vayan a hacer. Esta determinación se desarrolla de la siguiente manera:

1. Se toma una muestra de suelo sin disturbar y se pesan 100 g.

2. Se ensambla un juego de tamices de 4-2-1 - 0,5 mm de tamaño de abertura; se coloca la muestra de suelo pesada de 100 g sobre el primer tamiz del tándem, humedeciéndolo con un atomizador y luego dejándolo que se sature lentamente, por capilaridad, durante unos 15 minutos, para evitar la explosión de agregados por presión de aire atrapado en los poros.

3. Se coloca el juego de tamices con la muestra saturada, sumergiéndolos dentro del agua en el recipiente cilíndrico, hasta que los hilos del tamiz superior queden a ras con el nivel del agua (ver Figura 2).



Figura 2. Tamices con la muestra saturada

4. Se sumerge por 30 minutos, a un ritmo de 6 ciclos por cada 5 min., al cabo de los cuales se retiran los tamices, se deja escurrir y se colocan dentro del recipiente, luego de haber transcurrido los 30 minutos, se retira del recipiente y se dejan escurrir por 5 minutos (ver figura 3), se traslada su contenido a recipientes adecuados y se ponen a secar en horno a 105 °C, durante 24 a 36 horas, para luego pesar los agregados secos que quedaron retenidos en cada uno de los tamices (ver Figura 4).



Figura 3. Tamices con muestra escurriéndose

5. Se calcula la cantidad de agregados que quedaron en cada tamiz en porcentaje, con respecto a la cantidad inicial de muestra utilizada, con la relación [3.1].



Figura 4. Muestras en el horno por 24 horas para el cálculo de estabilidad estructural

$$\% \text{ Retenido en el tamiz} = \frac{\text{Peso suelo retenido en el tamiz}}{\text{Peso de la muestra seca al horno}} \times 100$$

6. Materia orgánica

Para evaluar esta variable se utilizó el método de Walkley y Black modificado (Page et al., 1982). Realizado por el laboratorio de suelo del INIA-Guárico.

Resultados y discusión

La Figura 5 muestra el dendograma correspondiente a las diferentes localidades evaluadas en el eje cafetalero San Agustín-Juasjuillar, Municipio Caripe, estado Monagas. La separación de los grupos se realizó a una distancia euclidiana de 3,4; lo cual dio origen a un total de 6 conglomerados.

Para Cuadro 1 se resumen las propiedades físicas de los 6 grupos conformados en el dendograma de la Figura 5.

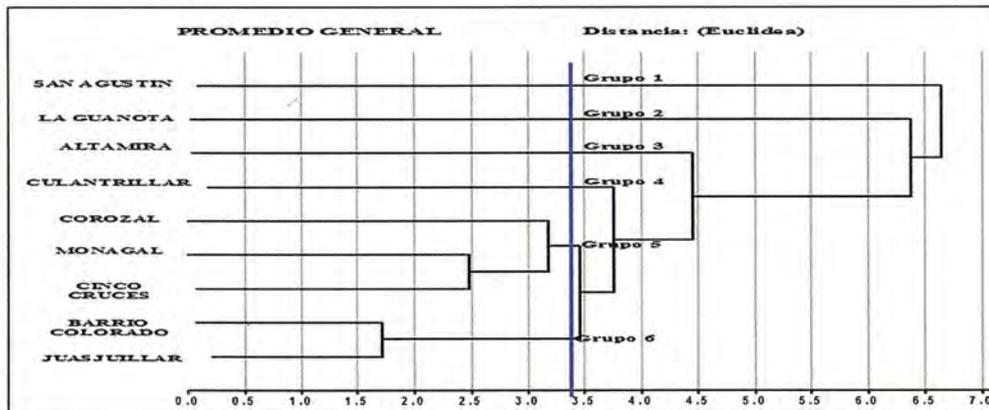


Figura 5. Dendograma de agrupamiento de las localidades del eje cafetalero San Agustín-Juasjuillar, Municipio Caripe, estado Monagas.

1. Comportamiento entre grupos

El primer grupo está conformado por el sector San Agustín, el cual presentó porosidad de 37,55%; macroporosidad de 5,63%; conductividad hidráulica de 0,56 cm/h-1; humedad del suelo de 16,82%; densidad aparente de 1,31 g/cm³; agregados estables al agua mayores a 4mm de 19%; materia orgánica de 8,44%; arena de 36%; limo de 24%; arcilla de 40%; de textura franco arcilloso (F.A).

Este grupo presentó el más alto promedio de materia orgánica, de acuerdo con la FAO (2000) favorece la formación de una estructura estable de agregados en el suelo por medio de la estrecha asociación de las arcillas con la materia orgánica; sin embargo, estos suelos presentan bajo promedio de estabilidad estructural, probablemente debido a que la materia orgánica no se ha incorporado al perfil del suelo.

Grupos	Localidades	P (%)	P15μ (%)	Ks (cm/h ⁻¹)	%W	Da	Estabilidad Estructural				M.O (%)	Are (%)	Lim (%)	Arc (%)	Textura
							0,5	1	2	4					
1	-San Agustín	37,55	5,63	0,56	16,82	1,31	3	12	14	19	8,44	36	24	40	F.A
2	-La Guanota	43,59	7,06	0,79	19,91	1,31	0	6	14	23	8,15	39	32	29	F.A
3	-Altamira	50,17	7,98	0,37	25,33	1,20	3	6	11	39	6,86	54	24	22	F.A.a
4	-Culantrillar -Corozal	46,39	7,29	0,37	22,57	1,27	2	4	6	59	5,86	49	26	25	F.A.a
5	-Monagal -Cinco Cruces -Barrio	44,76	6,98	0,25	20,56	1,35	2	4	7	55	4,83	55	25	20	F.A.a
6	Colorado -Juasjuillar	51,63	7,08	0,09	27,77	1,33	1	3	5	70	3,94	50	26	24	F.A.a

P%= Porosidad; P15μ= Macroporosidad; Ks= Conductividad Hidráulica en cm/h-1; %W= porcentaje de Humedad del suelo; Da= Densidad aparente en g/cm³; Estabilidad estructural números de tamices= 0,5;1;2;4 mm; M.O %= Porcentaje de materia orgánica; Are%= porcentaje de arena; Lim%= porcentaje de limo; Arc%= porcentaje de arcilla; F.A= franco arcilloso; F.A.a= franco arcillo arenoso.

La estabilidad estructural controla las interrelaciones entre las diferentes fases físicas del suelo y la dinámica de líquidos y gases en él, ya que tiene una influencia directa en propiedades como porosidad, densidad aparente, humedad, conductividad hidráulica, distribución de la materia orgánica (Jaramillo, 2002).

A pesar de ser suelos con alto contenido de arcilla, su densidad aparente es de 1,31 g/cm³ se encuentra entre los rangos ade-

cuados para este tipo de textura, según Cortes y Malagón (1984) los cuales dicen que los suelos con texturas medias deben ser menores a 1,40 g/cm³ de densidad aparente, ya que superiores a este rango podría presentar una ligera compactación natural.

El segundo grupo esta conformado por el sector La Guanota, el cual presentó porosidad de 43,59%; microporosidad de 7,06%; conductividad hidráulica de 0,79 cm/h-1; humedad del suelo de 19,91%; densidad aparente de 1,31 g/cm³; agregados estables al agua mayores de 4 mm de 23%; materia orgánica de 8,15%; arena de 39%; limo de 32%; arcilla de 29% y textura franco arcilloso (F.A).

Este grupo muestra el mayor promedio de conductividad hidráulica, de acuerdo con Jaramillo (2002) es clasificada como moderadamente alta. (Reichardt, 1985) dice que la conductividad hidráulica es afectada por la textura y estructura del suelo.

Estos suelos presentaron texturas medias y de acuerdo con Cortes y Malagón (1984) probablemente no presentaron problemas naturales de compactación, ya que estos suelos no superan el rango de 1,40 g/cm³ de densidad aparente.

También se puede notar el alto contenido de materia orgánica de 8,15% superior al rango de 4-5% los cuales son los ideales para el cultivo de café según Amaya (1988).

El tercer grupo esta conformado por el sector Altamira, el cual presento porosidad de 50,17%; macroporosidad de 7,98%; conductividad hidráulica de 0,37 cm/h-1; humedad del suelo de 25,33%; densidad aparente de 1,20 g/cm³; agregados estables al agua mayores a 4mm de 6,86%; materia orgánica 8,15%; arena de 54%; limo de 24%; arcilla de 22% y textura franco arcillo arenoso (F.A.a).

Los resultados observados para el grupo 3 muestran claramente baja densidad aparente en comparación al resto de los grupos, sin embargo es un suelo ideal ya que se encuentra entre el rango de 1,20-1,30 g/cm³ densidad aparente Casanova (2005), en donde posiblemente hay mayor aireación en el suelo y la movilidad del agua es mucho mas rápida.

La porosidad para este grupo es superior al 50%, el cual seria ideal para el cultivo de café Según OIRSA (2001), por lo que existirá un mayor desarrollo de las raíces, permitiendo que el agua contenida en los poros sea fácilmente drenada.

Para este grupo también se observa que el contenido de la materia orgánica de 6,86% no es el de mayor promedio en comparación al resto de los grupos; sin embargo, se encuentra entre los rangos exigidos por el cultivo de café superior al 5% según OIRSA (2001). Debido al contenido de materia orgánica, los nutrientes del suelo se encontraran con mayor disponibilidad para las plantas debido a su capacidad de intercambio de cationes.

El cuarto grupo esta conformado por el sector Culantrillar, el cual presento porosidad de 46,39%; macroporosidad de 7,29%; conductividad hidráulica de 0,37 cm/h-1; humedad del suelo de 22,57%; densidad aparente de 1,27 g/cm³; agregados estables al agua mayores a 4 mm de 59%; materia orgánica de 5,86%; arena de 49%; limo de 26%; arcilla de 25% y textura franco arcillo arenoso (F.A.a).

Estos suelos muestran un alto contenido de arena de 54%, sin embargo el contenido de arena no es superior al 70% para que pueda dominar sobre la textura (Jaramillo, 2002), por lo que se clasifica como un suelo con textura media y de acuerdo con Cortes y Malagón (1984) este presenta una adecuada densidad aparente ya que no supera el rango de 1,40 g/cm³.

Se puede notar en este grupo un contenido de materia orgánica de 5,86%, el cual es superior al exigido por el cultivo, y una conductividad hidráulica moderadamente alta de 0,37 cm/h-1, notándose la teoría de Free et al (1940) quienes sostuvieron que cualquier aumento en el contenido de la materia orgánica en la superficie del suelo o en el subsuelo, significa una elevación en la conductividad hidráulica.

También se observa un alta estabilidad estructural de 59% Moliné (1986) dice que la materia orgánica contribuye considerablemente en la formación de estructura del suelo, disminuyendo posible riesgo de compactación y mejora la macroporosidad del mismo, afirma que la materia orgánica tiene la capacidad de aumentar el grado de agregación de las partículas finas de la capa superficial, aumentando su estabilidad, mejorando su porosidad.

El quinto grupo esta conformado por los sectores Corozal, Monagal y Cinco Cruces, los cuales presentaron porosidad de 44,76%; macroporosidad de 6,98%; conductividad hidráulica de 0,25 cm/h-1; humedad del suelo de 20,56%; densidad aparente de 1,35 g/cm³; agregados estables al agua de 55%; materia orgánica de 4,83%; arena de 55%; limo de 25%; arcilla de 20% y textura franco arcillo arenoso (F.A.a).

Para este grupo se muestra un contenido de materia orgánica el cual se encuentra entre el rango de 4-5% exigido por el cultivo según Amaya (1988), con una estabilidad estructural alta superior al 12 %, por lo que son suelos que tiende a ser bien estructurados, permitiendo el desarrollo del cultivo del café.

A pesar de presentar la más alta densidad aparente de 1,35 g/cm³, probablemente no tendrá problemas de compactación, ya que su espacio poroso no es menor al 40%, es un suelo con textura fina ya que no supera densidad de 1,40g/cm³.

El sexto grupo esta conformado por los sectores Barrio Colorado y Juasjuillar, los cuales presentaron porosidad de 51,63%; macroporosidad de 7,08%; conductividad hidráulica de 0,09 cm/h-1; condiciones de humedad del suelo de 27,77%; densidad aparente de 1,33 g/cm³; agregados estables al agua mayores a 4 mm de 70%; materia orgánica de 3,94%; arena de 50%; limo de 27%; arcilla de 24% y textura franco arcillo arenoso (F.A.a).

Se observa para el grupo 6 el más bajo promedio de conductividad hidráulica en comparación al resto de los grupos, por lo que el movimiento de agua en el suelo es moderadamente bajo, favoreciendo la teoría de Free et al (1940) quien sostuvo que a medida que disminuye el porcentaje de materia orgánica la conductividad hidráulica es baja.

A pesar de ser un suelo que presenta características físicas apropiadas para el cultivo de café, también presenta una limitante como lo es el bajo contenido de materia orgánica, el cultivo de café es muy exigente en cuanto este ultimo. (Rincón, 1983) dice que el porcentaje de materia orgánica menor al 6% es escasa para el cultivo, sin embargo otras literaturas como Amaya (1988) y OIRSA (2001) hablan de que un cultivo de café exige porcentajes superiores al 4-5% de materia orgánica, para este grupo 3,94% es muy bajo.

Moliné (1986) afirma que la materia orgánica tiene la capacidad de aumentar el grado de agregación de las partículas finas de la capa superficial, aumen-

tando su estabilidad estructural, a pesar de no presentar el mas alto contenido de materia orgánica este suelo es el mas estructurado ya que su promedio es de 70% superior al resto de los grupos, por lo que posiblemente es un suelo resistente a la erosión. A mayor contenido de arcilla y de materia orgánica, hay mayor estabilidad (Ingelmo y Cuadrado, 1986).

2. Condiciones favorables para el cultivo de café

De acuerdo con los resultados observados para los grupos antes mencionados, se realizará análisis y discusión el grupo considerado el de mejor características físicas de los suelos como lo es el grupo 3 conformado por el sector de Altamira, ya que para este grupo las características físicas presentan condiciones equilibradas.

La Figura 6 muestra el dendograma correspondiente a las diferentes fincas evaluadas en el sector Altamira del eje cafetalero San Agustín-Juasjuillar, Municipio Caripe, estado Monagas. La separación de los grupos se realizo a una distancia euclidea de 4,2; lo cual dio origen a un total de 5 conglomerados.

Para Cuadro 2 se resumen las propiedades físicas de los 5 grupos conformados en el sector Altamira en el dendograma de la Figura 6.

El grupo 1 esta conformado por las fincas de Aquiles Rivas, José Lisett, Jesús Lisett, Paúl Rengel y Saúl Gutiérrez, los cuales presentaron porosidad de 45,08%; macroporosidad de 7,31%; conductividad hidráulica de 0,29 cm/h-1; humedad del suelo de 21,62%; densidad aparente de 1,33 g/cm³; agregados estables al agua mayores a 4 mm de 16%; materia orgánica de 4,69%; arena de 79%; limo de 12%, arcilla de 9%; y una textura franco arenoso (F.a).

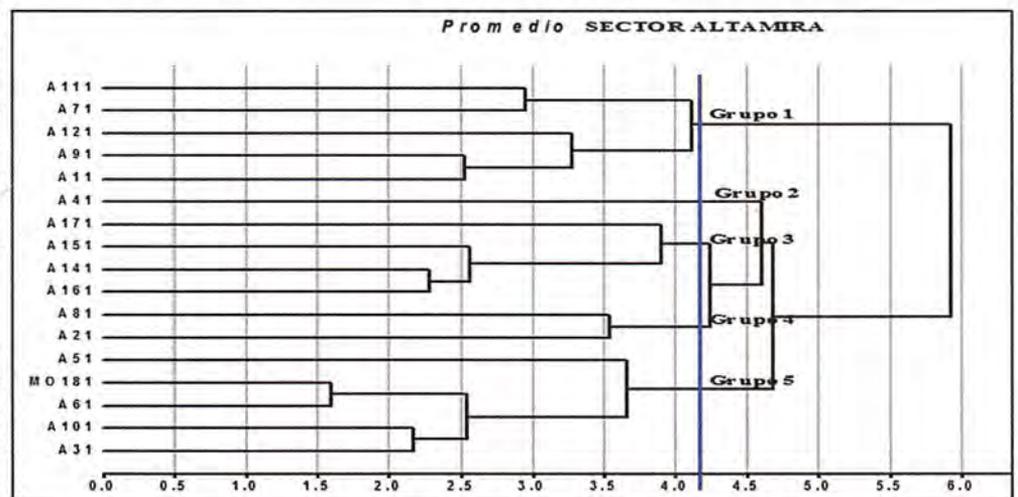


Figura 6. Dendograma de agrupamiento de las fincas del sector Altamira San del eje cafetalero Agustín-Juasjuillar, Municipio Caripe, estado Monagas

Se observa para este grupo la más baja estabilidad estructural, con textura en donde el porcentaje de arena domina, debido al rango superior al 70%, y un promedio de arcillar baja de 9% de acuerdo con Amaya (1988) la textura junto con la estabilidad estructural determinan la facilidad de penetración de las raíces.

A pesar de estas limitantes físicas, estos suelos presentan una conductividad hidráulica moderadamente rápida lo que expresan la rapidez en la cual se mueve el agua en el suelo, aunque en algunos casos se vea límite la penetración del agua en el mismo de acuerdo con Grassi (1976).

El grupo 2 esta conformado por la finca de Manuel Marcano, el cual presento porosidad de 58,21%; macroporosidad de 9%; conductividad hidráulica de 0,02 cm/h-1; humedad del suelo de 39,76%; densidad aparente de 1,18 g/cm3; agregados estables al agua mayores a 4 mm de 22%;

materia orgánica de 6,3%; arena de 60%; limo de 24%; arcilla de 16% y una textura franco arenoso (F.a).

Este grupo muestra una alta porosidad de 58,21% y una microporosidad de 9%, es posible que en estos suelos el desarrollo radicular sea superior al resto de los grupos, debido a su mayor espacio poroso. Buckman y Brady (1965) indican que la zona de mayor desarrollo de raíces, contiene aproximadamente un 50% de espacios porosos. El café por estar desprovista de pelos radicales, es extremadamente exigente en la buena aireación del suelo, de su textura, estructura y la cantidad y relación entre los macro y microporos (Küpper, 1981).

Cuadro 2. Resumen de las propiedades físicas del las fincas en el sector Altamira del eje cafetalero San Agustín-Juasjuillar de los 5 grupos conormados en el dendograma de la Figura 6.

Grupo	Propietarios	P (%)	P15 μ (%)	Ks (cm/h ⁻¹)	%W	Da	Estabilidad Estructural				MO (%)	Are (%)	Lim (%)	Arc (%)	Textura
							0,5	1	2	4					
1	-Aguiles Rivas														
	-Jose Lisett	45,0			21,6	1,3		1							
	-Jesus Lisett	8	7,31	0,29	2	3	5	1	6	16	4,69	79	12	9	F.a
	-Paul Rangel														
	-Saul Gutierrez														
2	-Manuel Marcano	58,2			39,7	1,1			1						
		1	9	0,02	6	8	5	5	7	22	6,3	60	24	16	F.a
3	-Arcangel Gómez														
	-Aldo Paparoni	55,6			30,2	1,1			1						
	-Luis Piamo	3	8,61	0,66	2	3	2	4	9	36	9,91	36	34	31	F.A
4	-Gilberto Rivas														
	-Luis Beltrán	61,9			29,8	0,9									
5	-Juan Suárez				5	2	1	1	7	71	9,05	54	24	22	F.A.a
	-Pedro Mosqueda														
	-Isaura Sotilllett														
	-José Chacón	44,5			20,4	1,2									
	-Gregorio Torres	7	7,21	0,09	5	5	2	4	9	59	5,84	44	28	28	F.A
	-Luis Leonett														

P%= Porosidad; P15μ= Microporosidad; Ks= Conductividad Hidráulica en cm/h⁻¹; %W= porcentaje de Humedad del suelo; Da= Densidad aparente en g/cm³; Estabilidad estructural números de tamices= 0,5; 1; 2; 4; mm; MO %= Porcentaje de materia orgánica; Are%= porcentaje de arena; Lim%= porcentaje de limo; Arc%= porcentaje de arcilla.

También se observa un contenido de materia orgánica superior al 5%, observándose un equilibrio entre las características físicas de los suelos para este grupo, ya que la materia orgánica mejora la estabilidad en agua de los agregados, reducen la densidad aparente, aumentan los espacios porosos y la humedad disponible (Sánchez, 1976).

El grupo 3 esta conformado por las fincas de Arcángel Gómez, Aldo Paparoni, Luis Piamo y Gilberto Rivas, los cuales presentaron porosidad de 55,63%; macroporosidad de 8,61%; conductividad hidráulica de 0,68 cm/h-1; humedad del suelo de 30,22%; densidad aparente de 1,13 g/cm³; agregados estables al agua mayores de 4 mm de 37%; materia orgánica de 9,9%; arena de 36%; limo de 34%; arcilla de 31% y una textura franco arcilloso (F.A).

Para este grupo se muestra una conductividad hidráulica en el suelo moderadamente rápido de acuerdo con Jaramillo (2002).

Según CSCIENTIFIC (2008) estos suelos son favorables para el cultivo del café, debido a que su porcentaje de humedad es superior al 20%.

Suelos con altos contenidos de materia orgánica, en donde se incrementa el movimiento de agua en el suelo, disminuye la densidad aparente y favorece a la formación estructural según Moliné (1986) y Free et al (1940).

El grupo 4 esta conformado por las fincas de Luis Beltrán Rivas y Juan Suárez, los cuales presentaron porosidad de 61,99%; macroporosidad de 9,74%; conductividad hidráulica de 0,90 cm/h-1; humedad de 29,85%; densidad aparente de 0,92 g/cm³; agregados estables al agua mayores a 4 mm de 71%; materia orgánica de 9,05%; arena 54%; limo 24%; arcilla de 22% y una textura franco arcillo arenoso (F.A.a).

Estos resultados muestran un suelo ideal para el cultivo de café, ya que se observan de forma equilibrada las características físicas de los suelos, en donde la porosidad es superior al 50%, su conductividad hidráulica es moderadamente alta, con humedad del suelo superior al 20%, densidad aparente baja, alta estabilidad estructural y alto contenido de materia orgánica, lo cual indica la gran influencia que ejerce la incorporación de la materia orgánica en los mismos, permitiendo posiblemente un desarrollo adecuado de las raíces del café. (Sánchez, 1976) afirma que las características físicas estructurales de los suelos son mejoradas por la materia orgánica, la estabilidad en agua de los agregados, reducen la densidad aparente,

aumentan los espacios porosos y la humedad disponible.

El grupo 5 esta conformado por las fincas de Pedro Mosqueda, Isaura Sotillett, José Antonio Chacon, Gregorio Torres y Luis Leonett, los cuales presentaron porosidad de 44,57%; macroporosidad de 7,21%; conductividad hidráulica de 0,09 cm/h-1; humedad del suelo de 20,45%; densidad aparente de 1,25 g/cm³; agregados estables al agua mayores a 4 mm de 59%; materia orgánica de 5,84%; arena 44%; limo de 28%; arcilla de 28% y una textura franco arcilloso (F.A).

Este grupo muestra suelos con estabilidad estructural alta y un promedio de materia orgánica superior al 5%, el café es extremadamente exigente en la buena aireación del suelo, de su textura, estructura y la cantidad y relación entre los macro y microporos (Küpper, 1981).

Estos suelos presentan densidades ideales ya que su rangos están entre los 1,20-1,30 g/cm³ según Casanova (2005).

Los suelos del sector de Altamira en su mayoría son suelos con alto contenido de materia orgánica, superior a lo exigido por el cultivo, con estabilidad estructural alta y un promedio de porosidad en la mayoría de las fincas superiores al 40%, por lo que es probable que el desarrollo radicular sea mayor en estos suelos en comparación al resto de los sectores.

Condiciones restrictivas para el cultivo de café

Considerado el sector de Juasjuillar como el de condiciones físicas restrictivas para el cultivo del café, se describirá y se analizará.

La Figura 7 muestra el dendograma correspondiente a las diferentes fincas evaluadas en el sector Juasjuillar del eje cafetalero San Agustín-Juasjuillar, Municipio Caripe, estado Monagas. La separación de los grupos se realizó a una distancia euclídeana de 4,2; lo cual dio origen a un total de 7 conglomerados.

Para Cuadro 3 resumen las propiedades físicas de los 7 grupos conformados en el sector Juasjuillar en el dendograma de la Figura 7, en donde se muestra los promedios de P%= Porosidad; P15μ= Microporosidad; Ks= Conductividad Hidráulica en cm/h-1; %W= Humedad del suelo; Da= Densidad aparente en g/cm³; Estabilidad estructural números de tamices= 0,5;1;2;4 mm; M.O %= materia or-

gánica; Are%= arena; Lim%= limo; Arc%= arcilla; F.L= franco limoso; F.A.a= franco arcillo arenoso; F= franco; F.a= franco arenoso.

El grupo 1 esta conformado por la finca de Ramón Órense, el cual presento porosidad de 52,71%; macroporosidad de 8,53%; conductividad hidráulica de 0,25 cm/h-1; humedad del suelo de 25,60%; densidad aparente de 1,16 g/cm3; agregados de 79%; materia orgánica de 3,81%; arena de 28%; limo de 52%; arcilla de 20% y textura franco limoso (F.L).

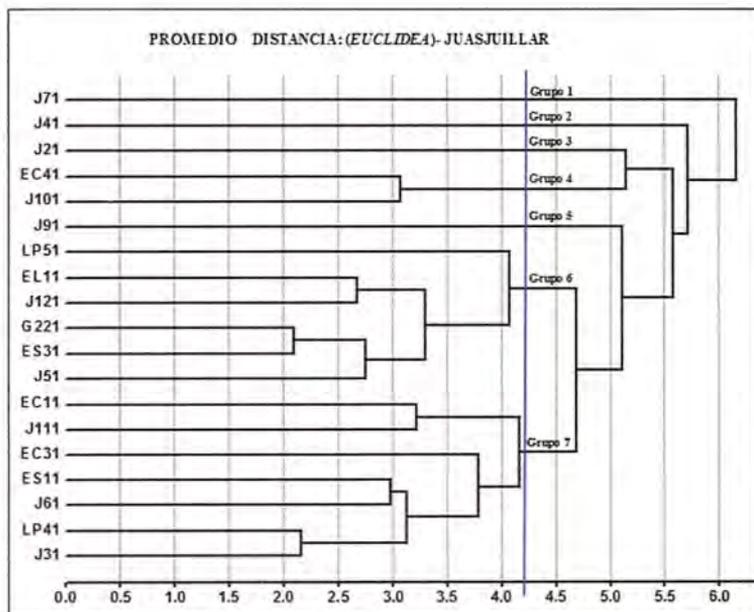


Figura 7. Dendrograma de agrupamiento de las fincas del sector Juasjuillar del eje cafetalero Agustín-Juasjuillar, Municipio Caripe, estado Monagas.

Ver tabla 3

Para este grupo, se observa un promedio de porosidad superior al 50%, conductividad hidráulica moderadamente rápida de acuerdo con Jaramillo (2002), un promedio superior al 20% de humedad, por lo que el suelo es ideal para el cultivo del café según CSCIENTIFIC (2008), densidad menor al 1,20 g/cm3, es considerada baja y generalmente, equivale a más porosidad y mayores agregados del suelo Ecoplexity (2008), el promedio de la materia orgánica es inferior a lo requerido por el cultivo, presentando textura franco limoso.

El grupo 2 esta conformado por la finca de Dimas Ordaz, el cual presento porosidad de 56,79%; macroporosidad de 7,79%; conductividad hidráulica de 0,23 cm/h-1; humedad del suelo de 24,51%; densidad aparente de 1,24 g/cm3; agregados estables al agua mayores a 4 mm de 17%; materia orgánica de 3,81%; arena de 46%; limo de 28%; arcilla de 26% y textura franco arcillos arenoso

(F.A.a).

Los resultados muestran un suelo con porosidad, conductividad hidráulica, humedad del suelo y densidad aparente ideales para el cultivo; sin embargo, su estabilidad estructura es baja, por lo que son suelos susceptibles a la erosión, también presentan un bajo promedio de materia orgánica requerido para el cultivo.

El grupo 3 esta conformado por la finca de Osvaldo Antón, el cual presento porosidad de 33,61%; macroporosidad de 5,71%; conductividad hidráulica de 0,02 cm/h-1; humedad del suelo de 19,19%; densidad aparente de 1,48 g/cm3; agregados estables al agua mayores a 4 mm de 50%; materia orgánica de 2,18%; arena de 50%; limo de 30%; arcilla de 20% y textura franca (F).

Los resultados para el grupo 3 del sector Juasjuillar, muestran el mas bajo contenido de materia orgánica, a pesar de ser suelos bien estructurados, presentan moderado movimiento de agua en el suelo de acuerdo con Jaramillo (2002), alta densidad aparente y baja porosidad, por lo que son suelos que presentan dificultad para el desarrollo de las raíces y que tiende a compactarse.

El grupo 4 esta conformado por las fincas de Luís García y Carmen Uvalda, los cuales presentaron porosidad de 53,53%; macroporosidad de 6,84%; conductividad hidráulica de 0,03 cm/h-1; humedad de 32,77%; densidad aparente de 1,39 g/cm3; agregados estables al agua mayores a 4 mm de 37%; materia orgánica de 3,40%; arena de 62%; limo de 24%; arcilla de 14% y textura franco arenoso (F.a).

Se observa para este grupo una porosidad superior al 50%, valores de bajo y moderada promedio de conductividad hidráulica, humedad del suelo superior al 20%, alta densidad aparente de acuerdo con Casanova (2005), y normal de acuerdo con su textura media, ya que no supera el 1,40 g/cm3 según Cortés y Malagón (1984) estabilidad estructura moderado.

El grupo 5 esta conformado por la finca de Enrique Tepedino, el cual presento porosidad de 51,42%; macroporosidad de 9,35%; conductividad hidráulica de 0,09 cm/h-1; humedad del suelo de 39,21%; densidad aparente de 1,25 g/cm3; agregados estables al agua mayores de 87%; materia orgánica de 3,02%; arena de 56%; limo de 24%; arcilla de 20% y textura franco arenosa (F.a).

Grupos	Proprietarios	P (%)	P15 μ (%)	Ks (cm/h ⁻¹)	%W	Da	Estabilidad Estructural				M.O (%)	Are (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Textura
							0,5	1	2	4					
1	-Ramon Orense	52,71	8,53	0,25	25,60	1,16	1	1	5	79	3,81	28	52	20	F.L
2	-Dimas Ordaz parte posterior primera finca	56,79	7,79	0,23	24,51	1,24	4	9	2	17	3,81	46	28	26	F.A.a
3	-Oswaldo Anton	33,61	5,71	0,02	19,19	1,48	1	5	21	50	2,18	50	30	20	F
4	-Luis Garcia -Carmen Uvalde	53,53	6,84	0,03	32,77	1,39	3	16	13	37	3,40	62	24	14	F.a
5	-Enrique Tepeño -Hugo Blanco -Julian Vasquez -Las Brisas -Jose Borja -Patiño-Hernandez	51,42	9,35	0,09	39,21	1,25	0	1	1	87	3,02	56	24	20	F.a
6	-Dimas Ordaz parte delantera primera finca -Los Farios -Luis Cordero -Pilar Rivas -Angel Rincones -Jose Dimas segunda finca parte posterior -Hugo Blanco	52,28	7,46	0,02	25,57	1,48	2	4	4	79	2,96	55	24	21	F.A.a
7	-Jose Dimas Segunda finca parte delantera	55,66	7,04	0,11	30,43	1,20	1	1	5	75	4,42	44	25	30	F.A.a

P%= Porosidad; P15 μ = Microporosidad; Ks= Conductividad Hidráulica en cm/h⁻¹; %W= porcentaje de Humedad del suelo; Da= Densidad aparente en g/cm³; Estabilidad estructural números de tamices= 0,5;1;2;4 mm; M.O %= Porcentaje de materia orgánica; Are%= porcentaje de arena; Limo%= porcentaje de limo; Arc%= porcentaje de arcilla.

De acuerdo a lo observado en el grupo 5 del sector Juasjuillar, se hace notar una densidad aparente ideal entre los rango 1,20-1,30g/cm³, una humedad del suelo superior al 20%, promedio de la conductividad hidráulica moderadamente bajo, estabilidad estructura alto, por lo que es un suelo resistente a la erosión, también un bajo contenido de materia orgánica.

El grupo 6 esta conformado por las fincas de Hugo Blanco, Julián Vásquez, las Brisas, José Borja, Patiño-Hernández y Dimas Ordaz, los cuales presentaron porosidad de 52,28%; macroporosidad de 7,46%; conductividad hidráulica de 0,02 cm/h-1; humedad del suelo de 25,57%; densidad aparente de 1,48 g/cm³; agregados estables al agua mayores a 4 mm de 79%; materia orgánica de 2,96%; arena de 55%; limo de 24%; arcilla de 21% y textura franco arcillo arenoso (F.A.a).

Se observa para el grupo 6 un suelo con estabi-

lidad estructural alta, con bajo contenido de materia orgánica, una densidad aparente alta, un porcentaje de humedad superior al 20%, promedio de porosidad superior al 50% y conductividad hidráulica moderadamente bajo.

El grupo 7 esta conformado por las fincas de Los Farios, Luis Cordero, Pilar Rivas, Ángel Rincones, José Dimas Ordaz, Hugo Blanco y José Dimas Ordaz segunda finca, los cuales presentaron porosidad de 55,66%; macroporosidad de 7,04%; conductividad hidráulica de 0,11 cm/h-1; humedad del suelo de 30,43%; densidad aparente de 1,20 g/cm³; agregados estables al agua mayores a 4 mm de 75%; materia orgánica de 4,42%; arena de 44%; limo de 25%; arcilla de 30% y textura franco arcillo arenoso (F.A.a).

Se observa para este grupo características físicas casi ideales para el cultivo de café de acuerdo a las anteriores literaturas; sin embargo, presenta

una limitante debido a su bajo contenido de materia orgánica, ya que el café es un cultivo que requiere un contenido superior al 5% de acuerdo con OIRSA. (2001).

Los suelos del sector de Juasjuillar, se caracterizan principalmente por estar muy estructurados y ser resistentes a la erosión, con porosidades superiores al 50%, por lo que existe mayor espacio para el agua y el aire en suelo de acuerdo con los resultados observados, dificultando el desarrollo de las raíces en el suelo.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos se tiene:

- Los suelos de este eje son altamente estructurados resistentes a la erosión, debido al alto promedio de agregados.
- Los suelos con textura franco arcillo arenoso (F.A.a) y franco arcilloso (F.A.) predominan en el eje cafetalero San Agustín-Juasjuillar.
- Las condiciones físicas de los suelos de los sectores de Juasjuillar y Barrio Colorado presentan restricciones por el bajo promedio de materia orgánica.
- Las propiedades físicas de conductividad y densidad aparente de los suelos de Juasjuillar limitan el crecimiento de las raíces y limitan el volumen radical, disminuyendo la expansión de las mismas.
- El sector que presenta las mejores condiciones físicas del suelo para el desarrollo y crecimiento del cultivo de café es Altamira.
- A pesar de las restricciones por condiciones físicas del suelo, el cultivo del café se adapta muy bien en los suelos del eje Juasjuillar-San Agustín.

Recomendaciones

- Incrementar el contenido de materia orgánica para mejorar la estructura del suelo, sembrando plantas como el Bucare (*Eritrina poeppigiana*), que puedan generar sombra e incorporación de materia orgánica en los suelos desnudos del sector Barrio Colorado y Juasjuillar.
- Mantener cubierta la superficie del suelo para evitar la pérdida de este por erosión en los sectores Barrio Colorado y Juasjuillar.

Referencias

1. Aristizabal, G. 2005. *Fisiología, nutrición y fertilización del café*. [on-line]. Disponible en: <http://www.sws.uiuc.edu/warm>. [Fecha de consulta:

febrero de 2007].

2. Blake G. R y K. H. Hartge. 1965. *Bulk density*. In *Methods of soil analysis, Part I* (A. Klute, ed), Agronomy N° 9. Madison, WI. Am. Soc. Agron.

3. Buckman, H., and Brady, N. C. 1965. *The Nature and Properties of Soils*. The MacMillan Company, New York.

4. Brito, O., Méndez, J. y Barrios, R. (2006). *Caracterización de variables de 17 progenies de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) en el estado Monagas, Venezuela*.

5. Carvajal, J. F. 1972. *Cafeto-Cultivo y fertilización*. Instituto Internacional de la Potasa, Berna.

6. CENICAFE, 1988. *Tecnología del cultivo del café*. Segunda edición. Editado por litografía cafetera LTDA. Manizales-Caldas-Colombia.

7. Céspedes, J. 2004. *La fascinante historia del café*. [on-line]. Disponible en: <http://www.historiacocina.com/historia/cafe/cafel.htm>. [Fecha de consulta: junio de 2007].

8. Copyrights S.A. *Café Imperial*. 2002. *Historia del café en Venezuela*. [on-line]. Disponible en: http://www.cafeimperial.com/venezuela_esp.php. [Fecha de consulta: marzo de 2007].

9. Coste, R. 1969. *El café*. Colección agricultura tropical. Editorial Blume, Barcelona-España.

10. Cortés, A. y D. Malagón. 1984. *Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples*. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá.

11. CSCCIENTIFIC. 2008. *La Humedad En el Café es Igual a la Calidad*. [on-line]. Disponible en: www.cscscientific.com. [Fecha de consulta: julio de 2007].

12. Dokaestate. 2001. *Manual de café orgánico factores edáficos en el cultivo del café*. [on-line]. Disponible en: http://dokaestate.com/espanol/articulos/manual_cafe_organico_2001/7_factores.html. [Fecha de consulta: mayo de 2007].

13. Duicela, L., Corral, R. y Farfán, D. 2002. *El clima en las zonas de producción de café arábigo del Ecuador*. [on-line]. Disponible en: www.cofenac.org/documentos/Climacafe.pdf. [Fecha de consulta: julio de 2008].

14. Ecoplexity. 2008. *Teaching ecological complexity*. [on-line]. Disponible en: <http://ecoplexity.org/node/596>. [Fecha de consulta: julio de 2007].

15. FAO. (2000). *Los principales factores ambientales y de suelos que influyen sobre la productividad y el manejo*. Manual on integrated soil management and conservation practices. [Online]. <http://mazinger.sisib>. [Fecha de consulta: mayo de 2007].

16. Fassbeber, H. y Bomemisza, E. 1985. *Química de suelos con énfasis en suelos de América*, 5ta edición.

17. Forsythe, W. 1980. *Física de suelos*. Manual de laboratorio. Editorial IICA, Costa Rica.

18. Free, G; Browning, G; & Musgrave, G. 1940. *Relative infiltration and related physical characteristics of certain soils*. USDA. Tech. Bull.
19. Gaillard, A. 1699. *El café ha conquistado el mundo*. [on-line]. Disponible en: <http://www.mundodelcafe.com/historia.htm>. [Fecha de consulta: junio de 2007].
20. García, J. y Montoya, J. 2000. *Relación entre el balance de agua en el suelo y el rendimiento del café (Coffea arabica) en Turrialba, Costa Rica*. [on-line]. Disponible en: http://www.redpavfpolar.info.ve/agrotrop/v24_1/v241a002.html. [Fecha de consulta: junio de 2007].
21. Gavande, S. 1987. *Física de suelos, principios y aplicaciones*. Editorial limusa, S.A. de C.V., México D.C.
22. Gil, J., Rengel, L., y Velásquez, J. 1998. *Manejo y tecnificación del cultivo de café*. Editado por E.T.A. Caripe.
23. Hillel, D. 1998. *Environmental soil physics*. Academic Press. San Diego.
24. Instituto Brasileiro do Café. 1977. *Manual de recomendações cultura de café no Brasil*. Ministerio da industria e do comercio. 2ª edición.
25. Jaramillo, J. 1996. *El café en Venezuela*. Ediciones de la biblioteca. Caracas.
26. Jaramillo, D. 2002. *Introducción a la ciencia del suelo*. Universidad Nacional De Colombia Facultad De Ciencia. Medellín.
27. Küpper, A. 1981. *Fatores climáticos e edáficos na cultura cafeeira*. In *Nutrição e adubação do cafeeiro*. Ed. E. Malavolta, T. Yamada e J. A. Guidolin. Instituto da Potassa & Fosfato, Piracicaba.
28. Lozano, M. 1966. *Los suelos y su manejo*. Publicada por agricultura de las Ameritas.
29. Maestri, M. and Barros, R. S. 1977. *Coffee*. In *Ecophysiology of Tropical Crops*. Ed. P. de T. Alvim e T. T. Kozlowski. Academic Press, New York. Chapter 9.
30. Malavolta, E. 1980. *Nutrição mineral e adubação do cafeeiro*. Ultrafertil, 2 y 3 Edición.
31. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables. 1997. *Atlas del estado Monagas*. Estados Monagas. Venezuela.
32. Moraes, F. 1963. *Medio ambiente e práticas culturais*. V. In: *Cultura e adubação do Cafeeiro*. Editado por Instituto Brasileiro de Potassa. Sao Paulo.
33. Narro, E. 1994. *Física de Suelos con Enfoque Agrícola*. Editorial Trilla's, México.
34. Ohep, C. 1994. *Influencia de la labranza en algunas características físicas en un suelo de la serie Uribeque del Yaracuy Medio y sus incidencias sobre el crecimiento y producción del cultivo de maíz (Zea mays L.)*. Trabajo de Ascenso. UCLA, Decanato de Agronomía.
35. OIRSA. 2001. *Un encuentro con el café*. [on-line]. Disponible en: <http://www.dokaestate.com>. [Fecha de consulta: mayo de 2008].
36. PALMAVEN. 1988. *Fertilización en cafeto*. Publicaciones de divulgación agrícola Caracas.
37. Pérez, J. 2005. *Manejo sostenible de suelos*. Universidad de Ciego de Avila. Cuba. [Online]. <http://www.monografias.com/trabajos15/manejo-de-suelos/manejo-de-suelos.shtml>. [Fecha de consulta: enero de 2008].
38. Pla, I. 1983. *Metodología para la caracterización física con fines de diagnóstico de problemas de manejo y conservación de suelos en condiciones tropicales*. Revista de la Facultad de Agronomía.
39. PROCAFE. 2006. *Fundación Salvadoreña para la Investigación del Café*. [on-line]. Disponible en: <http://www.procafe.com>. [Fecha de consulta: mayo de 2007].
40. Ramírez. 2008. *Cambios en la conductividad hidráulica y su relación con otras variables físicas de un andisol bajo diferentes sistemas de manejo, en el municipio de marinilla (antioquia)*. Disponible en: <http://www.unalmed.edu.co>. [Fecha de consulta: julio de 2007].
41. Reichardt, K. 1985. *Processos de transferência no sistema solo-planta-atmósfera*. 4ed. Piracicaba. Fundação Cargill.
42. Rincón, O., Mestre, A., Valencia, A. y López, R. 1983. *Manual Practico El cultivo del Café*. Segunda edición.
43. Rincón, O., Mestre, A., Valencia, A. y López, R. 1989. *Manual Practico El cultivo del Café*. Tercera edición.
44. Sadeghian E., Murgueitio, J. y Rivera, M. (2008). *Características de Suelos en Sistemas Agropecuarios y Forestales para el Ordenamiento Territorial en el Departamento del Quindío (Colombia)*.
45. Sánchez, P. A. 1976. *Properties and Management of Soils in the Tropics*. J. Wiley and Sons, New York
46. Silva-Acuña, R; García, M.; Salcedo, C. F. 2007. *Situación actual de la caficultura en el municipio Caripe del estado Monagas*.
47. Solórzano, P. 2001. *Manual Para La Fertilización de Cultivos en Venezuela*. Agroisleña C.A.
48. Soil Survey Laboratory (SSL). 1996. *Methods manual*. Soil Survey Investigations Report N° 42. Version 3.0. United States Department of Agriculture (USDA). Lincoln.
49. Soil Survey Laboratory (SSL). 1995. *Information manual*. Soil Survey Investigations Report N° 45. Version 1.0. USDA. Lincoln.
50. Unex. 2005. *Lección 5 Propiedades del suelo propiedades físicas densidad*. [on-line]. Disponible en: <http://www.unex.es/edafo/ECAP/ECAL5PF Densidad .htm>. [Fecha de consulta: mayo de 2007].
51. Valencia, G. 1999. *Fisiología, Nutrición y Fertilización del Cafeto*. Disponible en: www.ppi-ppic.org/ppiweb/ltamn.nsf. (Consultada en: Abril 2007).
52. Vélez, J. 1988. *Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Tecnología del Cultivo del Café*. Centro de Investigaciones del Café. CENICAFE. Segunda Edición. Edición: I.A.



X TOPCART 2012

CONGRESO IBEROAMERICANO DE GEOMATICA Y CIENCIAS DE LA TIERRA

Madrid, del 16 al 19 de octubre 2012. Pabellón de la Pipa



www.top-cart.es

La modelación numérica del oleaje. Su contribución al análisis de respuesta ante derrames de hidrocarburos

The numerical modeling of wave fields, its employ in oil spill response analysis

Amilcar E. Calzada Estrada, Yunit Juantorena Alén, Osvaldo Enrique Pérez López, Reinaldo Casals Taylor, Raúl Rodríguez Bencomo, Nilo Hernández Orozco, María del C. Larrinaga Suárez y Nidia Rodríguez Fuentes

Centro de Meteorología Marina, Instituto de Meteorología de Ciudad de La Habana, Cuba

Resumen

En el presente trabajo se obtiene el campo de la altura de la ola como herramienta principal en la elección de la respuesta ante un posible derrame de petróleo en el mar. Se emplea la versión 40.41 del modelo SWAN (Simulating WAVes Nearshore) en modo cuasiestacionario sobre una base batimétrica de elevada precisión, correspondiente a los mares adyacentes a Cuba. La selección de la resolución espacial final (desde 60 metros hasta 18.5 Km) dependió de las dimensiones de los dominios de cálculo empleados. Se diseñaron seis zonas, dos a escala regional y cuatro a escala local.

Se logró emplear el modelo atmosférico GFS (con resolución de $0.5^\circ \times 0.5^\circ$) con la descarga y el procesamiento de la información, considerando el formato establecido. Las salidas de SWAN fueron visualizadas y procesadas por varios programas elaborados en MATLAB (versión 7.0).

Se trabajó con ocho casos, eligiéndose los cuatro más representativos, dentro de la clasificación de ciclón tropical, frente frío y zona de convergencia. Los resultados se ajustaron a lo esperado, con la gran posibilidad de ofrecer elementos objetivos y contribuir a la toma de la mejor respuesta.

Palabras claves: Respuestas contra derrames de hidrocarburos, modelación numérica de la ola.

Abstract

In this paper the wave height field is obtained like main tool in the selection of the best answer against an oil spill in the sea. It is employed SWAN model version 40.41 (Simulating Waves Nearshore) in quasystationary regime that runs on a high

accuracy bathymetric scheme corresponding to the adjacent seas to Cuba. The selection of final spatial resolution (since 60 meters to 18.5 Km) depends on the calculus domain employed. Six zones, two in regional scale and four in local scale were designed. It was employed the atmospheric model GFS (resolution: $0.5^\circ \times 0.5^\circ$) with the data downloading and processing considering the format established. The SWAN outputs were visualized and processed by various elaborate programs in MATLAB (version 7.0). We worked with eight cases and four most representative were chosen, inside the following classification: Tropical Cyclone, Cold Front and Convergence Zone (area where exists convergence of winds caused by the proximity between two systems, for example an extratropical low and an anticyclone). The results were adjusted to it expected, with the great possibility to offer the objective elements and to contribute to it takes of the best answer.

Key words: Answer against an oil spill, the wave simulation, SWAN.

Introducción

Los notables impactos que produce el oleaje, asociados a eventos meteorológicos extremos que afectan las costas cubanas y el hecho de que más de un millón de personas viven en zonas costeras, han sido los principales hechos, tenidos en cuenta para elaborar el presente trabajo.

Estas ondas en el mar se desarrollan en la capa superficial del mar como resultado de la interacción entre la atmósfera y el océano. Resulta evidente que las olas en el mar se generan producto al viento que sopla sobre la superficie marina. La importancia de contar con un campo de viento lo más

rigurosamente calculado que se aproxime a la realidad, resulta vital para posteriormente calcular el oleaje generado.

En Cuba se han desarrollado varios trabajos sobre el cálculo de la ola (Mitrani et al., 1984; Salas et al., 1992; Pérez et al., 1995; Mitrani et al., 2000; Juantorena, 2001 y Juantorena et al., 2004) y en cada uno se realizaron aportes de interés que garantizaron la evolución paulatina de la temática. En la generalidad de los casos, los parámetros del viento se determinaron de forma empírica, empleando los métodos de cálculo propuestos en los manuales de protección de costa para determinar el viento geostrofico, y en otros, los resultados se apoyaron en métodos analíticos. Ya se imponía la necesidad de utilizar los resultados de un modelo de viento para calcular el oleaje generado a partir de este campo y constituir así las condiciones iniciales de los modelos de olas.

La información del campo de oleaje, tanto en zonas profundas como en las someras, es muy útil para concebir la respuesta ante un derrame de petróleo en el mar, porque hay muchos procesos físicos en la mancha que dependen de la perturbación existente en la superficie marina. En el presente trabajo se emplea el modelo SWAN Ciclo 3 v40.41 para calcular los parámetros de la ola, en presencia de eventos meteorológicos peligrosos. Se pretende, de esta manera, contribuir a la toma de decisiones ante desastres tecnológicos y poder sugerir a los directivos las acciones más oportunas, partiendo de la relación de la altura de la ola significativa con el estatus espacio – temporal de la mancha.

Materiales y métodos

A continuación se presenta un conjunto de subpígrafos encaminados a brindar los elementos de la metodología empleada.

Descarga y empleo de las bases batimétricas

Para confeccionar la base de datos batimétricos, necesaria para la ejecución del modelo de olas, se realizó un levantamiento de las cartas batimétricas y de línea de costa, disponibles en el Centro de Meteorología Marina del Instituto de Meteorología, tanto en formato raster (cartas náuticas impresas) como vectorial. Toda la información batimétrica presente en formato raster fue originada en el antiguo Instituto Cubano de Hidrografía (ICH). Las actualizaciones sucesivas ejecutadas por equipos

de trabajo cubano - soviéticos durante las décadas de 1970 y 1980 se llevaron a cabo principalmente en aguas jurisdiccionales cubanas. El Mapinfo v8.5 fue el programa de Sistema de Información Geográfica seleccionado por ser práctico y sencillo.

Se emplearon además datos provenientes de las Cartas Batimétricas Internacionales del Mar Caribe y del Golfo de México (International Bathymetric Chart of the Caribbean Sea and the Gulf of Mexico) disponibles en el sitio www.ngdc.noaa.gov/mgg/ibcca. Como se puede apreciar en la figura 1, la información está estructurada por áreas o sectores de trabajo y contempla datos de batimetría, línea de costa, datos topográficos generales, información de cuerpos de agua (como ríos, lagos y mares) en proyecciones tanto geográficas como métricas, con revisiones y actualizaciones hasta el año 2005.

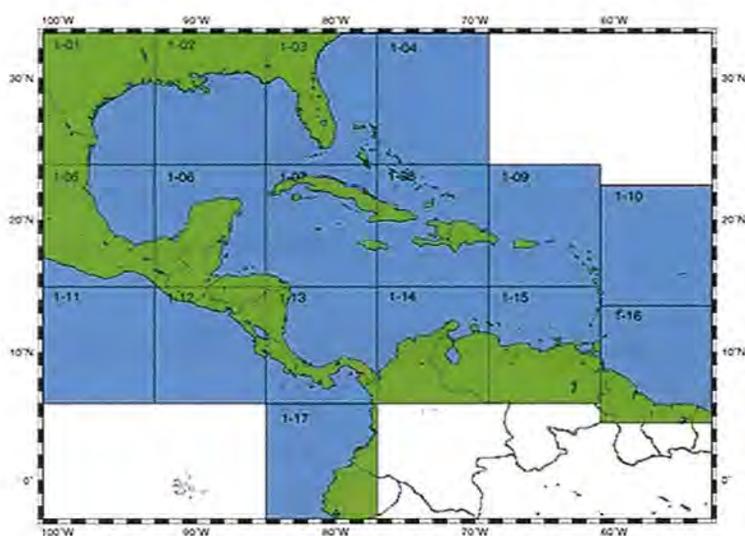


Figura 1. Cartas batimétricas internacionales del Golfo de México y Mar Caribe

El área de información está comprendida entre los 60 y 100 grados de longitud Oeste y los 5 y 40 grados de latitud Norte, proyectada en el Sistema Mundial de Coordenadas Geográficas (World Geographic System WGS 1984) que tiene una resolución espacial de 0.01745 grados (1.94 kilómetros aproximadamente). Luego se completó la información batimétrica con datos disponibles en la cartografía náutica sobre las aguas poco profundas, de la plataforma insular cubana, a una escala de 1:250 000, que es la requerida para simular las transformaciones del oleaje por el modelo de olas empleado. Con estas acciones se asegura la confección de la base batimétrica para la zona de los mares adyacentes a Cuba, concebida como imprescindible en la modelación de los parámetros del oleaje. Del mismo modo, podrán evaluarse fenómenos como la propagación de las ondas a escala local, siendo oportuno el empleo de mapas

con mayores escalas para cumplir con tal propósito.

Diseño de las zonas de trabajo

Para el estudio se emplean varias zonas de trabajo. Las características de cada una se representan en la siguiente tabla.

Tabla 1. Marco regional de las zonas de análisis

ZONA	AREA QUE COMPRENDE	DOMINIO MATEMATICO
1	Golfo de México, el mar Caribe, Las Bahamas y parte del océano Atlántico.	Desde los 100 a 50 grados de longitud Oeste y entre los 5 a 40 grados de latitud Norte.
2	Golfo de México y el mar Caribe occidental.	Desde los 98 a 73 grados de longitud Oeste y entre los 16 a 30 grados de latitud Norte.
3	Litoral de la ciudad de La Habana.	Desde los 82.55 a 82.1 de longitud Oeste y entre los 23.05 a 23.22 grados de latitud Norte.
4	Litoral de la ciudad de Baracoa.	Desde los 74.51 a 74.465 grados de longitud Oeste y entre los 20.34 a 20.367 grados de latitud Norte.
5	Litoral de la ciudad de Cienfuegos.	Desde los 80.65 a 79.88 grados de longitud Oeste y entre los 21.5 a 22.2 grados de latitud Norte.
6	Litoral del golfo de Batabanó.	Desde los 84.0 a 81 grados de longitud Oeste y entre los 21.4 a 22.7 grados de latitud Norte.

La primera de estas zonas es útil para el análisis de aquellas situaciones meteorológicas que se forman en el Atlántico y que afectan a cualquiera de las costas de Cuba como los ciclones tropicales. La segunda se emplea para las situaciones meteorológicas que se forman en el Golfo como los sistemas frontales. Las restantes presentan en común que fueron diseñadas a una mayor escala, por tratarse de áreas más locales. Con esta idea se seleccionaron los sitios cubanos con mayor vulnerabilidad ante fenómenos meteorológicos peligrosos y con presencia de ciudades de importancia para el país.

Para la ciudad de La Habana se incorporó la información adquirida por el Centro de Meteorología Marina en la empresa GEOCUBA Estudios Mari-

nos. Luego se logró complementar con los cuatro tramos costeros de la ciudad que aparecen a continuación: Santa Fé – Reparto Náutico a escala 1: 5000, Reparto Náutico – Ensenada de la Chorrera a escala 1: 2000, Ensenada de la Chorrera – Playa el Chivo a escala 1: 1000 y Playa el Chivo – Guanabo 1: 10 000.

Posteriormente estos datos fueron unidos y homogeneizados. Estas operaciones dan garantía a la continuidad de la batimetría desde las aguas profundas hasta la línea de costa. Este mismo procedimiento fue aplicado para mejorar el esquema batimétrico del área marina adyacente a las zonas 4, 5 y 6.

Con las zonas diseñadas y con la base batimétrica recopilada, se llevó a cabo, por medio del Vertical Mapper v3.11 acoplado al Mapinfo, la interpolación de los datos, proceso necesario para llevar a cabo la generación del oleaje y su propagación hasta las aguas poco profundas. Las resoluciones espaciales empleadas pueden verse en la tabla 2.

Descarga y procesamiento de los datos de viento

Los datos seleccionados para la entrada de las condiciones iniciales del modelo de ola empleado en este trabajo provienen del modelo GFS. Se obtienen de

la dirección url: http://nomad1.ncep.noaa.gov/cgi-bin/ftp2u_gfs0.5.sh, en NOMADS (NOAA's Operational Model Archive Distribution System) y a partir de ella se extrae la información trihoraria de las componentes u y v del viento a 10 metros de altura sobre el nivel del mar, que se presenta en formato binario. Es por ello que hay que convertir los ficheros correspondientes en formato texto, con la ayuda del programa wgrib.

Una vez cumplido este proceso, fue necesario acomodarlos en forma de matriz. Con tal propósito se crearon cuatro programas en MatLab v7.0, uno para cada área de trabajo. Para los casos de la ciudad de La Habana, Baracoa y Cienfuegos, el viento se considera espacialmente constante por ser muy pequeñas comparadas con la resolución del modelo. Para estos casos se toma el valor del

nodo del modelo atmosférico más cercano a la zona. Para el golfo de Batabanó, las corridas se llevaron a cabo con los datos de los nodos ubicados en la zona.

superficie marina sin perturbar. Esta idea es importante para que los resultados no subvaloren la realidad. En la tabla 2 se muestran los datos generales de cada corrida.

Empleo del modelo SWAN

El SWAN es un modelo de tercera generación de oleaje (Booij et al., 2004) que incluye los procesos de generación de olas por el viento, la redistribución de la energía por interacciones no lineales, la difracción y la disipación por "whitecapping" y por rompiente de la ola al sentir el fondo. Puede simular también la propagación del oleaje a través del espacio geométrico en aguas poco profundas, los procesos de refracción y "shoaling" (debido a la variación de profundidad e interacción con los campos de corrientes marinas) así como la reflexión contra diversos obstáculos en puntos de la malla.

En esta oportunidad, el modelo SWAN se corre en modo cuasiestacionario y se ha acondicionado para que emplee las salidas del viento del modelo GFS, con intervalos de tiempo en los plazos de pronósticos de 3 horas, si el límite es hasta 180 horas. Los intervalos se extienden a 6 horas, si el límite es hasta 384 horas.

Debido a la poca extensión de las cuencas marinas, SWAN es capaz de comportarse bien como un modelo de olas de aguas profundas en las zonas de trabajo 1 y 2. Al mismo tiempo tiene la facilidad de adaptarse a las rejillas más finas de los dominios locales sin necesidad de anidarlas, sólo estableciendo condiciones de frontera en los programas de cálculo. Este proceso se empleó para las zonas 3, 4, 5 y 6. Para imponer estas condiciones es necesario haber corrido con antelación el modelo de oleaje en la zona 1 o 2. Esto tiene por objetivo obtener datos en puntos de la salida de estas rejillas primarias, haciéndolos coincidir con los límites de las cuatro rejillas nuevas más finas. Con este procedimiento se obtienen los parámetros del espectro, necesarios para la simulación de la propagación y transformación del oleaje sobre aguas someras hasta la línea de costa, a través de las corridas sobre los dominios de las zonas en cuestión.

Cada corrida es ejecutada con un proceso de calentamiento de seis horas, para no partir de una

Tabla 2. Dimensiones de las áreas de trabajo empleadas y características del espectro de energía

Zonas de trabajo.	Resolución en el espacio geográfico.		Resolución en el espectro de frecuencias.	Resolución en el espectro de direcciones.
1	$DX=18.5$	$DY=18.5$ km	$f_{max} = 0.0416$	$D\theta = 5^\circ$
2	$DX=10$ km	$DY=10$ km	$f_{max} = 0.41$	$\theta = 72$
Ciudad de La Habana (3)	$DX=90$ m	$DY=90$ m		
	$X=527$	$Y=194$		
Baracoa (4)	$DX=60$ m	$DY=60$ m		
	$X=75$	$Y=46$		
Cienfuegos (5)	$DX=180$ m	$DY=180$ m		
	$X=355$	$Y=148$		
Batabanó (6)	$DX=500$ m	$DY=500$ m		
	$X=539$	$Y=169$		

Metodología general

Sobre la aplicación del modelo SWAN en el área operativa se dedica este epígrafe en el que se muestran, de forma muy sencilla, los pasos a seguir para la obtención final de los campos de oleaje:

1. Extraer los datos de las componentes u y v del viento a partir de la página de internet http://nomad1.ncep.noaa.gov/cgi-bin/ftp2u_gfs0.5.sh, en los horarios deseados. Se recomienda extraer los datos de las 12 z y las 00z, y dentro de estas corridas los campos correspondiente a las primeras 72 horas.

2. Convertir el formato de los datos a tipo texto, empleando el wgrib.exe (programa para manipular, inventariar y decodificar ficheros de datos binarios).

3. Acomodar los datos en forma de matriz con el empleo de los programas viento.m para la zona de trabajo 1 y vientosgolfo.m para la 2.

4. Correr el modelo SWAN con los ficheros de batimetría y de viento para las zonas de trabajo 1 y 2.

5. Visualizar los resultados de la modelación con el empleo de los programas ola.m y olagolfo.m

6. Empleo de SWAN sobre las zonas 3, 4, 5 o 6 en el caso de ser necesario.

7. Visualizar los resultados de la modelación con el empleo de los programas olaCH.m, olabara-coa.m, olacienfuegos.m y olabatabano.m

Análisis de los Casos de Estudio

La metodología comentada, se aplicó para una selección de ocho situaciones meteorológicas extremas que afectaron al archipiélago cubano desde el 2005 hasta el 2008 (Juantorena et al., 2009). De estos casos se comentarán los resultados de cuatro eventos representativos de tres categorías: Frente Frío, Zonas de Convergencia (área donde existe convergencia de vientos causados por la cercanía entre dos sistemas como una baja extratropical y un anticiclón) y Ciclones Tropicales. A continuación se hacen mención:

1. El huracán Wilma (día 24 de octubre de 2005).

2. El frente frío que afectó el 14 de enero de 2006.

3. La zona de convergencia que generó inundaciones costeras por penetraciones del mar en Baracoa el 19 de marzo de 2008.

4. El huracán Ike (día 7 de septiembre de 2008).

Como resultado de estos análisis se obtendrá una caracterización de lo ocurrido en cada evento que incluye el aporte de las salidas obtenidas por medio de SWAN.

Comparación con las mediciones y observaciones reales

Como no se dispone de una población de datos suficiente, no se puede hablar de un proceso de validación. En su ausencia se mostrará una comparación entre los resultados de los cálculos del SWAN por un lado y las mediciones de las boyas, unidas a las observaciones de barcos y estaciones costeras, por otro. La información real se representará en un mapa, mediante el Digital Atmosphere 2000 v1.0a mediante el asentamiento de los datos en las estaciones de la región.

A pesar de analizar situaciones meteorológicas extremas (cuyas zonas de afectación, los barcos tratan de evitar en su trayectoria), se logró agrupar una información valiosa para las

comparaciones. Se eligieron dos patrones de asentamiento: para representar las alturas de la ola significativa en un caso (siempre registrada en pies) y las alturas de la ola de viento y del primer tren de leva, en otro caso (registradas en metros). El patrón elegido será el que mayor información aporte en cada oportunidad. En los casos donde tomó el patrón número 1, se calculó la altura de la ola significativa, partiendo de las medidas como la raíz cuadrada de los cuadrados de las mismas (Juantorena et al., 2009).

Por no coincidir, en la generalidad de los casos, la ubicación de la observación con los puntos de rejilla del modelo, se eligieron los nodos más cercanos y se tomaron los intervalos de variación de sus valores. Este método es más prudente que interpolar con cualquier función que no considere la dinámica y características de las zonas.

Resultados y discusiones

Análisis de los eventos seleccionados para la reconstrucción de los campos de olas

* Huracán WILMA, octubre de 2005 (Detalles de la evolución de los campos de olas).

Se muestra un ejemplo de la salida del modelo en la zona de trabajo 2, cuando el huracán Wilma se hallaba al norte de la ciudad de La Habana en tránsito hacia la península de la Florida.

En la situación presentada el 24 de octubre a la 1:00 am, Hora Local (HL), ilustrada en la figura 2, aparece que la altura máxima de la ola generada por el huracán (en la cercanía de su centro) fue de 9 metros. Se propagó desde el Nortenoroeste, dirección que abarcó toda la mitad oriental del golfo de México. Este escenario, unido a las características del área, permitió que olas entre 5 y 6 metros llegaran cerca a las costas de la ciudad de La Habana.

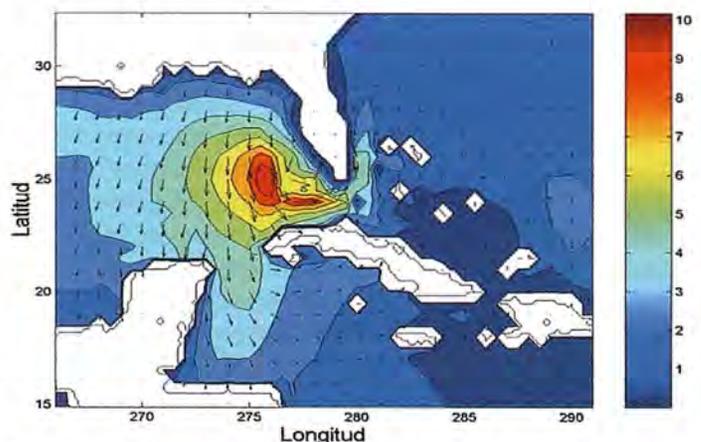


Figura 2. Alturas de olas significativas en metros y dirección de propagación asociadas al huracán Wilma, el 24/10/2005 a la 1:00 am HL

Los resultados del oleaje obtenido de la corrida de SWAN para la zona fueron empleados para simular el comportamiento del oleaje en la zona costera de la ciudad de La Habana (zona 3). Estos resultados se muestran en la figura 3.

La situación abordada muestra que alturas de olas superiores a 4 metros comienzan a acercarse en algunos sectores del litoral, como en el fondo de la caleta de San Lázaro y en los bajos de Santa Ana. Al mismo tiempo, comienza a aparecer junto a la costa una franja con olas de altura algo superior a la existente en mar profundo, que corresponde a la zona donde la cresta de la ola se eleva súbitamente e incrementa su pendiente delantera antes de romper. Esto es claramente observable a lo largo de toda la costa.

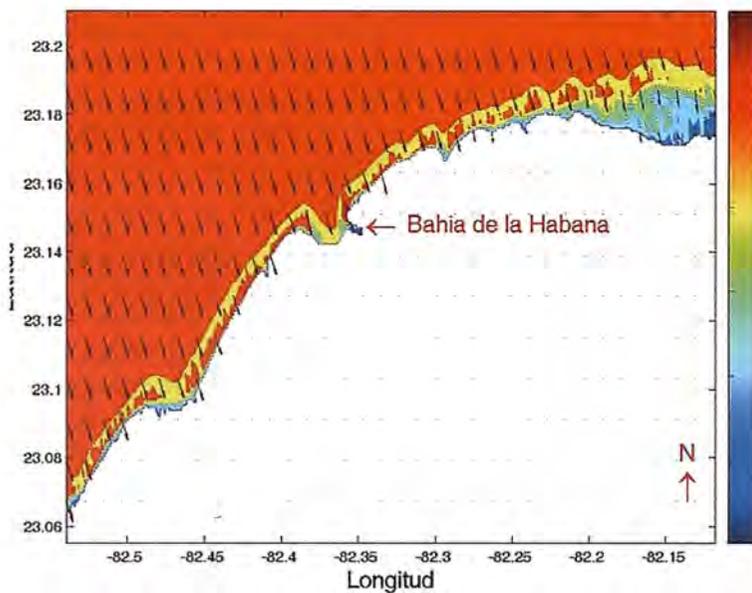


Figura 3. Alturas de olas significativas en metros y dirección de propagación asociadas al huracán Wilma, el 24/10/2005 a las 7:00 am HL

Del análisis de los resultados de la modelación, se puede concluir que la afectación del oleaje generado por el huracán Wilma, para la ciudad de La Habana, tuvo una persistencia de unas 36 horas, con los máximos valores ocurridos el día 24 de octubre, en horas de la mañana.

* Frente frío del 14 de enero de 2006 (Detalles de la evolución de los campos de olas).

La aplicación del modelo SWAN reproduce olas de 3 a 3.5 metros, que se vienen desplazando desde la mitad norte del golfo de México hacia el sudeste. La distribución del campo de direcciones en la propagación, simula la dispersión angular de la mar de leva hasta que cubre todo el Golfo.

En la corrida del día 13 se observa, que la variable en cuestión, en el litoral norte de la región occidental de Cuba, posee valores de 1.5 metros (en

la noche del 13 de enero), hasta 2 metros (en la mañana del día 14). La figura 4 muestra el campo para la última parte de este período. Para todos estos escenarios del caso, la variación de la altura de la ola en el espacio es mucho menor para áreas profundas, que para el anterior. (Ver figura 4)

* Zona de convergencia, 19 de marzo del 2008 (Detalles de la evolución de los campos de olas).

Una vez formado el oleaje en la zona de generación por la acción del viento (al este de las Bahamas y en el Atlántico Norte), se propagó hasta la costa nororiental de Cuba como mar de leva, llegando a la zona de aguas profundas, próximas al litoral. Los resultados de la corrida evidencian la extensión que experimentó el campo con alturas de olas superiores a 4 metros desde el borde exterior del Gran Banco de las Bahamas hasta la costa norte de las provincias orientales en 36 horas (Juantorena et al., 2009).

En la figura 5 se ilustran mayores detalles del campo en la zona de Baracoa, luego de calcular la sobreelevación del nivel medio del mar por efecto del oleaje (wave set up) y por la marea astronómica. Con esta combinación, el nivel del mar calculado ascendió a un máximo de 1.89 m, valor similar a lo evidenciado en la zona, días después. (Ver figura 5)

* Huracán Ike, septiembre 2008 (Detalles de la evolución de los campos de olas).

En las siguientes figuras se muestran los resultados de la aplicación del modelo SWAN en la costa de Cienfuegos (zona 5) y en la costa sur de la región occidental de Cuba (zona 6), a través de los resultados obtenidos en la zona de trabajo 2. La figura 6 muestra un análisis espacial de la variable en las costas adyacentes a la ciudad de Cienfuegos, con la presencia de marejadas con alturas de 4 a 5 metros. Obsérvese también, hacia el extremo inferior de la imagen, que en la zona de Casilda se evidencia la transformación de la altura de las olas en la zona poco profunda. (Ver figura 6)

En la figura 10 se observa la simulación de la generación de oleaje por el huracán Ike en el golfo de Batabanó, zona 6. Su salida al mar (en la costa sur) la efectúa con dirección al golfo de México, con velocidades máximas en el viento, que lo ubicaban en el tránsito de las categorías 1 y 2. Los resultados mostraron la presencia de olas de 2 metros. En cualquier caso, el resultado estaría di-

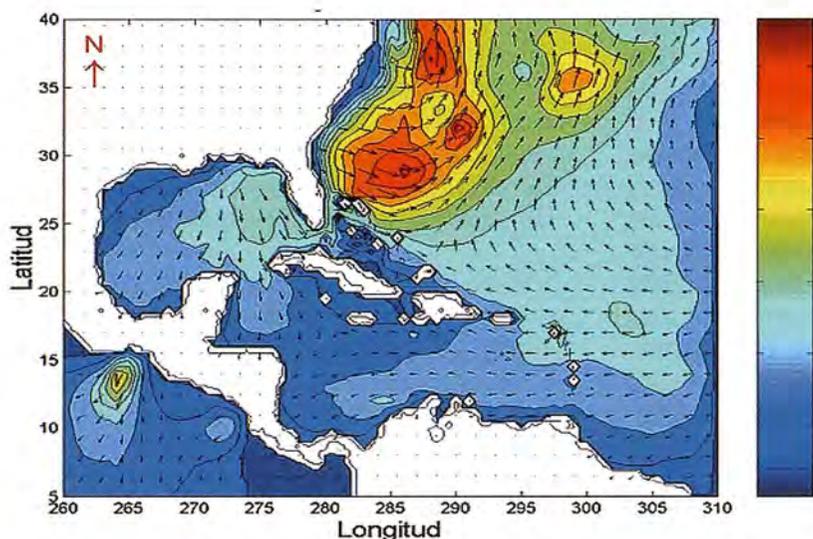


Figura 4. Alturas de olas significativas en metros y dirección de propagación asociadas al frente frío, el 14 de enero de 2006 a las 7:00 am HL

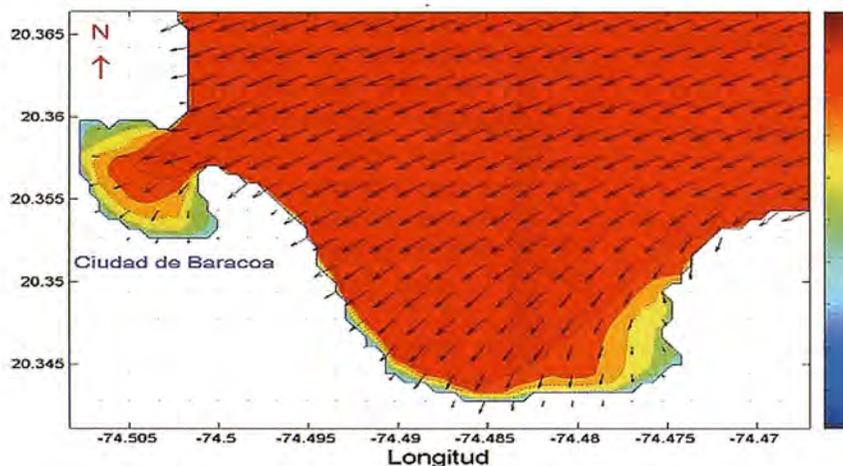


Figura 5. Salida del modelo SWAN, válida para el día 20 de marzo en horas de la madrugada

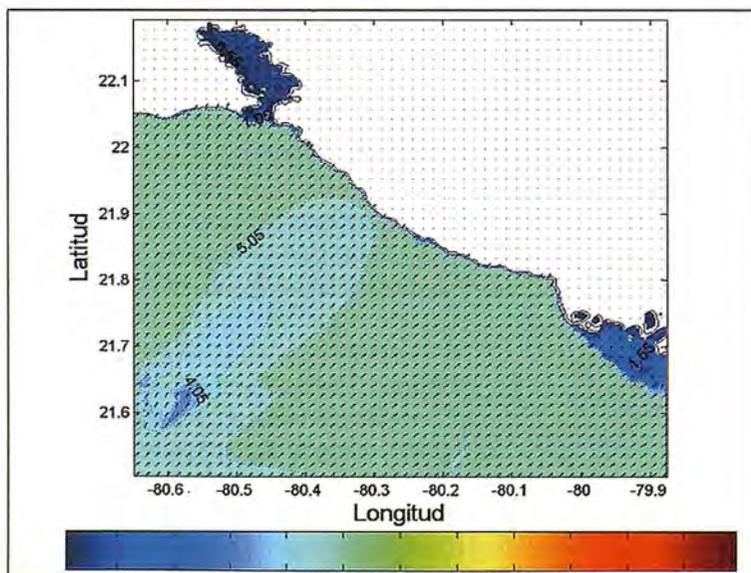


Figura 6. Alturas de olas significativas en metros y dirección de propagación asociadas al Huracán Ike, el día 9 de septiembre de 2008 a las 1:00 am HL

rigido a la ocurrencia de inundaciones en la costa sur de la provincia la Habana (nombre en la división político administrativa vigente en el año 2010), durante su trayectoria por el sur de Cuba. (Ver figura 7)

Análisis comparativo con los datos observacionales

Caso Huracán Wilma: Se eligió la hora 7:00 am del día 24 para llevar a cabo la comparación por tener mayor cantidad de información registrada. Existe una tendencia en el modelo (corrido con este modo) a subvalorar la altura cuando hay presencia de valores altos. La coincidencia entre lo observado y lo calculado ocurre hasta los 3.5 m de altura de la ola (Juantorena et al., 2009).

Caso Frente Frío: En los patrones de asentamiento analizados, los mapas de mayor información se encuentran a las 7:00 am del día 14. Existe coincidencia hasta los 2.9 m, mientras tanto presenta elementos ligeramente discordantes, para valores más altos (Juantorena et al., 2009).

Caso Zona de Convergencia: Se eligió el instante más representativo de la situación el día 17 a las 7:00 PM HL. El modelo coincide con las observaciones para los valores de hasta 3.7 m de altura (Juantorena et al., 2009). A partir de los 3.7 m, los valores de las observaciones salen, aunque en pequeña medida, de los intervalos establecidos.

Caso Huracán Ike: Se tomaron los datos de la 1:00 am del día 9. Para esta situación estuvo bien limitada la cantidad de datos para efectuar las comparaciones, existiendo coincidencia entre los cálculos y las observaciones hasta los 3.5 m de la altura (Juantorena et al., 2009).

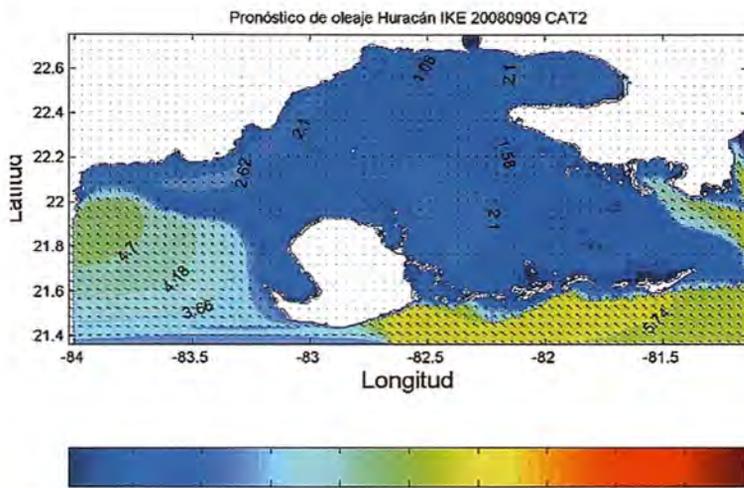


Figura 7. Simulación de alturas de olas significativas en metros y dirección de propagación asociada al Huracán Ike el 9 de septiembre de 2008, con categoría 2

Consideraciones finales

Teniendo en cuenta los casos analizados, se concluye que existe confianza en los resultados de las corridas efectuadas, siempre y cuando los valores se encuentren por debajo de los 3.5 m de altura (análisis realizado por la intersección de los intervalos de duda). Para asegurar que el modelo se ajuste a valores mayores, habría que correr todos los casos concebidos con un proceso de calentamiento optimizado. Unido a ello se debe mencionar que el modo cuasiestacionario, no tiene necesariamente que ser representativo para los casos simulados, principalmente cuando el campo de viento varía rápidamente en el tiempo.

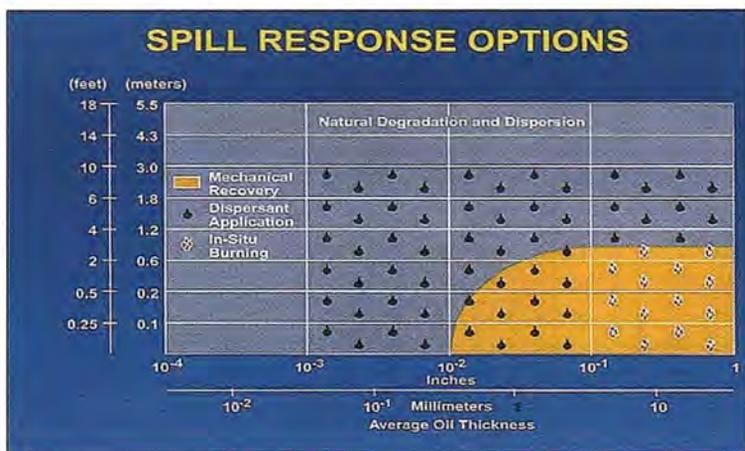


Figura 8. Mejores valores de altura de la ola para aplicar técnicas de respuesta a un posible derrame

A pesar de no estar ajustados los cálculos del modelo (en todo el espectro del oleaje) a las mediciones reales, el análisis realizado no deja de constituir una poderosa herramienta para cumplir los

objetivos propuestos. Los detalles de tal afirmación se expondrán a continuación.

La figura 8 ilustra valores de la altura de la ola para los que se pudiera efectuar el empleo de las técnicas más reconocidas y establecidas con buenos resultados. Se va a concentrar la discusión para los casos de manchas con mayor grosor (donde se conciben las tres respuestas y por ser resultado de accidentes o sucesos de mayor envergadura).

Para aplicar la recuperación mecánica (con barreras flotantes) y la quema in situ, con éxito, es necesario que la variable altura de la ola se encuentre entre 0 y 1.0 m. Para llevar a cabo el empleo de dispersantes debe ocurrir que la ola mida entre 1.0 y 3.0 m. Por esta razón las mayores precisiones de los resultados se deben dirigir a valores inferiores a los 3.0 metros, intervalo donde se han obtenido coincidencias muy buenas entre las salidas del SWAN y las mediciones reales. Ello justifica, el empleo del modelo de oleaje con las características mencionadas. Se afirma además, que para el rango de valores donde el modelo no sostuvo niveles altos de efectividad (con el método empleado), la respuesta sería el no empleo de técnica de respuesta alguna. En este último caso sólo podría acudir a los métodos artesanales. De esta manera se prueba que bajo cualquier condición, la herramienta que se propone, conduciría a una respuesta segura.

A continuación se ilustra un análisis espacial de la altura del oleaje en Petro-mar, figura 9, conjuntamente con la concentración de petróleo en un instante prefijado por el usuario (Calzada et al., 2009). De esta manera se puede afirmar que, sin tener en cuenta valoraciones ambientales, el empleo de dispersantes es el ideal, en la mayor parte de la mancha, exceptuando la parte superior de su extremo oriental. En este sitio la superficie marina no tiene la perturbación necesaria, proponiéndose el empleo de la recuperación mecánica. (Ver figura 9)

Conclusiones

1. Se llevó a cabo el acoplamiento de las salidas del modelo GFS con el modelo de olas SWAN sobre dos zonas de escala regional y cuatro de escala local, con un procesamiento efectivo, previo a las corridas.

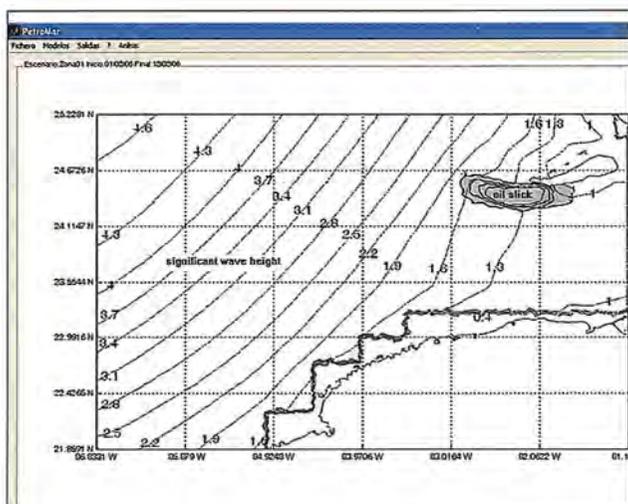


Figura 9. Análisis espacial que favorece la elección de la respuesta óptima

2. Se logró aumentar la resolución espacial de las bases batimétricas de cada zona de trabajo, incluyendo los obstáculos, lo que permitió una simulación más real de los procesos de generación, propagación y disipación del oleaje.

3. A través de la escala 1:250 000 se puede observar los detalles preliminares de la variable altura de la ola significativa en las zonas 1 y 2.

4. Las escalas para el trabajo de las zonas 3, 4, 5 y 6 permiten definir óptimamente la distribución de la variable, sin embargo en el área correspondiente al mar profundo no se evidencian detalles adicionales.

5. Las comparaciones arrojaron como resultado, la coincidencia entre los cálculos y las observaciones para valores en la altura de la ola inferiores a 3.5 metros.

6. Con la fiabilidad de la altura de la ola inferior a 3.5 metros, se puede proponer eficientemente, la técnica de respuesta para mitigar el efecto de un derrame de petróleo sobre el mar, con el método empleado.

Recomendaciones

Se recomienda realizar las corridas del modelo SWAN para los casos analizados, con el calentamiento necesario y en modo no estacionario. Se sugiere emplear las salidas del modelo MM5 (implementado en el INSMET), con la rejilla de resolución de 9 Km, para los análisis a escala local y de 27 Km a escala regional.

Referencias

1. Booij, N., Haagsma, I. J. G., Holthuijsen, L. H., Kieftenburg, A. T. M. M., Ris, R. C., van der Westhuisen, A. J., and Zijlema, M. (2004). "SWAN Cycle III Version 40.41 Users Manual," Delft University of

Technology, Delft, The Netherlands, 118 p, <http://fluidmechanics.tudelft.nl/swan/index.htm>

2. Calzada Estrada, Amilcar E.; Fernández Castillo, Karelía; Guilarte Rojas, Yanisley; Rodríguez Bencomo, Raúl; Casals Taylor, Reinaldo; Yudmila Ambuaje Diogo; Rodríguez Fuentes, Nidia; Pérez Osorio, Pedro J.; Larrinaga Suárez, Carmen; Ramos Aguilera, Altagracia; 2009; Resultado: Matemática del Transporte de Manchas de Hidrocarburos en las Aguas Profundas del Golfo de México y Mar Caribe; PROYECTO RAMAL: SIMULACIÓN NUMÉRICA DE LAS CORRIENTES MARINAS Y CAMPOS DE OLEAJE, SU INFLUENCIA SOBRE LOS DERRAMES Y EL TRANSPORTE OCEÁNICO DE HIDROCARBUROS.

3. Juantorena, Y. (2001). Desarrollo de un método de cálculo de los elementos de olas en los mares adyacentes y costas de Cuba mediante técnicas espectrales. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Meteorológicas, UDICT – INSMET, La Habana, 166 pp. Anexos.

4. Juantorena, Y.; Casals R.; Hernández N.; Ramos A.; 2004; Modelación numérica del oleaje y estudio de su afectación ante los posibles incrementos del nivel del mar por Cambios Climáticos en algunos cayos en desarrollo y la ciudad de La Habana. Informe Final de Resultado, UDICT – INSMET, ciudad de La Habana, 91 pp.

5. Juantorena, Y.; Pérez O. E.; Calzada, A. E.; Casals, R.; Hernández, N.; Larrinaga, M. del C.; Rodríguez, R.; Rodríguez, N.; 2009; Resultado: Simulación Numérica de los Campos de Oleaje, su Acoplamiento con Modelos de Viento en los Mares Próximos y Costas de Cuba; PROYECTO RAMAL: SIMULACIÓN NUMÉRICA DE LAS CORRIENTES MARINAS Y CAMPOS DE OLEAJE, SU INFLUENCIA SOBRE LOS DERRAMES Y EL TRANSPORTE OCEÁNICO DE HIDROCARBUROS.

6. Mitrani, I.; Fontova M.; Maqueira, I.; González, J.; 1984; Determinación del régimen de la ola y viento en la costa norte de La Habana. Documentación y Divulgación de las BTJ, Código D5625, 15 pp.

7. Mitrani, I.; Pérez, R.; García O.; Salas, I.; Juantorena, Y.; Ballester, M.; Beauballet, P.; Pérez, A. L.; Rodríguez, C.; 2000; Las zonas más expuestas a las inundaciones costeras en el territorio cubano y su sensibilidad al posible incremento del nivel medio del mar por cambio climático; Revista Cubana de Meteorología; Vol. 7, No. 1; 2000; 45 pp.

8. Pérez, Pedro J.; Casals, Reynaldo; del Sol Acasia; 1995; Oleaje generado por la baja extratropical del 6 de febrero de 1992 y sus consecuencias para el malecón habanero. Boletín SOMETCUBA. Vol. 1, No. 2.

9. Salas, I.; Moreno, A.; Mitrani, I.; Lezcano, J. C.; 1992; Oleaje máximo y régimen hidroclimático en la costa sur de la región oriental. Revista Cubana de Meteorología; No. 1, Vol. 5; 12 – 16 pp.

Migración a GVSIG en la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía

Migration to GVSIG at the Department of the Environment. Andalusian Regional Government

Rafael Ayerbe Bernal y Daniel Martín Cajaraville
Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. España

José Ángel Henares López,
SADIEL Tecnologías de la Información. España

Antonio González Romero,
Emergya. España

Resumen

En los últimos años, la adopción de soluciones basadas en software libre y el empleo de estándares abiertos en el ámbito de las Administraciones públicas ha pasado de ser una opción más a convertirse en el único camino viable para ganar en eficiencia, independencia tecnológica e interoperabilidad, al mismo tiempo que sirve de apoyo al desarrollo económico e innovador del tejido empresarial más cercano.

La consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, como entidad pionera en el empleo de SIG desde la década de los 80, siguiendo las directrices de apuesta por el Software Libre y con el respaldo del Esquema Nacional de Interoperabilidad (RD 4/2010) [1], continúa el proyecto de migración de sistemas incorporando una herramienta SIG de escritorio basada en gvSIG al conjunto de herramientas puestos a disposición de los técnicos ambientales que ejercen su labor en las distintas dependencias de la Consejería distribuidas a lo largo de la geografía Andaluza.

El principal objetivo de este proyecto consiste en disponer de una herramienta versátil, capaz de dar respuesta a las necesidades de la mayor parte de los usuarios y técnicos ambientales de La Consejería de Medio Ambiente. Esta herramienta permitirá consultar, explotar, modificar y compartir fácilmente la información disponible en la red ambiental de Andalucía (REDIAM) haciendo uso del sistema de permisos establecido a nivel corporativo y sin las limitaciones en el número de puestos de usuario propias de las soluciones privativas.

Palabras clave: medio ambiente, administraciones públicas, software libre, migración, gvsig, sig, rediam

Migración a GVSIG en la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía

Antecedentes

La Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (en adelante CMA) es una gran organización, en la que el uso de herramientas SIG está muy extendido, con varios cientos de técnicos repartidos por todas las provincias de la Comunidad Autónoma. Históricamente ha sido pionera en el tratamiento de la información espacial, desde los tiempos del SINAMBA hasta la actual Red de Información Ambiental de Andalucía (en adelante REDIAM) [2], creada por la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (GICA), que tiene como objeto la integración de toda la información sobre el medio ambiente andaluz generada por todo tipo de centros productores de información ambiental en la Comunidad Autónoma.

Para dar respuesta a esta necesidad, en el 2005 se lanzó el proyecto del SIG Corporativo de la CMA, que durante los cuatro años siguientes ha dotado a la Consejería de los servicios y herramientas que componen su infraestructura SIG [3]. La apuesta inicial de la Consejería, dentro de este proyecto, fue la de instalar la suite de productos de ESRI (ArcSDE, ArcIMS, ArcGIS) como núcleo del SIG Corporativo.

En estos momentos, se está produciendo una evolución hacia el uso de plataformas de software libre, guiada por la política de la Junta de Andalucía (JA) en general y por el proyecto del SIG Corporativo de la JA en particular [4]. Las orientaciones principales que surgen de este proyecto son:

- El uso de una arquitectura modular, en la que el sistema está compuesto por piezas de distinta procedencia (software libre, propietario o desarrollos a medida), engranadas bajo unas normas comunes de funcionamiento.
- El cumplimiento de estándares internacionales que aseguren la interoperabilidad del sistema hacia afuera, y también permita la sustitución de uno de los módulos internos por otro, que cumpla la misma interface basada en protocolos estándar.

En la CMA, convencidos que este era el camino de futuro, hemos empezado esta evolución hacia el mundo del software libre, para adaptar nuestros sistemas a estos nuevos requerimientos, en varias fases:

El primer paso ha sido la migración de los servidores de mapas desde la plataforma de ESRI hacia una solución de open source, que nos proporcionara más flexibilidad a la hora de publicar, mayor rendimiento y mejor adaptación a los estándares internacionales. El resultado es que actualmente tenemos más de 100 servicios WMS publicados al exterior usando MapServer y estamos empezando a publicar servicios WFS con GeoServer.

El siguiente paso es dar una alternativa a los clientes de escritorio propietarios con una solución basada en una herramienta de software libre. En este ámbito se enmarca el presente estudio, en el que se exponen los puntos claves del proceso de implantación de gvSIG dentro de la CMA.

Como último paso y en el futuro nos planteamos la posibilidad de cambiar la tecnología de la geodatabase corporativa desde la combinación Oracle + SDE a una SGBD de software libre con capacidades espaciales (p. e. PostGIS).

Dentro de esta estrategia general se encuentra el proyecto de implantación de una cliente SIG de escritorio en la CMA que describiremos en este artículo. Los objetivos fundamentales de este proyecto de implantación pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Conseguir un mejor aprovechamiento de las licencias del software comercial, ya que la mayor parte de los requerimientos de los usuarios quedarían cubiertos por esta herramienta. Dejando para las tareas más especializadas el uso del software comercial.

- En un futuro, cuando el uso de este tipo de herramientas se extienda por la CMA, se podrá reducir el número de licencias del software comercial. Con el consiguiente ahorro en los costes de mantenimiento.

- El uso de una arquitectura modular, partiendo de la idea del SIG Corporativo de la JA, en la que el mapa de sistemas está compuesto por piezas de distinta procedencia (software libre, propietario o desarrollos a medida), engranadas bajo unas normas comunes de funcionamiento.

- El uso de herramientas que funcionen en base a estándares internacionales que aseguren la interoperabilidad del sistema hacia fuera, y también permita la sustitución de uno de los módulos internos por otro que cumpla la misma interface estándar.

Solución adoptada

Particularidades

La implantación de un proyecto tan ambicioso como este en una gran corporación como la CMA lleva asociada una serie de riesgos. En este caso, los riesgos identificados durante el estudio de viabilidad estaban más relacionados con la resistencia al cambio por parte de los usuarios que con carencias funcionales o tecnológicas de la solución basada en gvSIG, que cubría con creces las exigencias de la mayor parte de puestos de trabajo.

Los siguientes puntos resumen las particularidades que se han detectado durante este proyecto:

- No hay un perfil claro de usuario final. La información de SIG Corporativo es explotada por técnicos muy diversos, con distinto grado de preparación tecnológica.

- La difusión es un aspecto muy importante, para dar a conocer los objetivos del proyecto y promover el uso de la herramienta.

- Es necesario que la migración tecnológica del SIG de escritorio sea poco traumática, proporcionando todos los medios para que la adaptación al nuevo SIG de escritorio no suponga un impacto en el trabajo diario que deben desempeñar en el día

a día los usuarios finales.

Solución tecnológica

La solución tecnológica adoptada para la integración de gvSIG en el SIG Corporativo de la CMA ha consistido en la construcción de un módulo formado por una extensión de gvSIG y un conjunto de servicios Web de integración. Esta solución se caracteriza por:

Permitir el acceso a la información de la RED de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM) de forma intuitiva, a la vez que integra el cliente de escritorio con otros sistemas corporativos como la Gestión de Permisos y Sistema de Gestión Documental.

- Es modular y escalable.

- Se ha cuidado la interacción del módulo construido con gvSIG, para favorecer las actualizaciones de versiones de gvSIG sin que ello suponga un impacto en el esfuerzo necesario para llevar a cabo tal acción.

- La facilidad en su distribución, ya que se disponen de paquetes autoinstalables que pueden ejecutarse desde un usb, descargarse de recursos compartidos o distribuirse a partir de la plataforma

de instalación corporativa.

La extensión desarrollada sobre gvSIG para integrarlo con su SIG Corporativo, proporciona las siguientes funcionalidades:

- Acceso mediante login, integrado con los credenciales establecidos en los sistemas corporativos de La Consejería.

- Posibilidad de configurar espacios de trabajo.

- Acceso al Catálogo de la REDIAM, presentando la información de forma estructurada.

- Gestión para el acceso a Servicios de Cartografía.

- Funciones de búsqueda y acceso directo a la información

- Acceso a herramienta de administración, para aquellos usuarios con perfil de administración, que permite la gestión y publicación de servicios de mapas y entornos de trabajo.

La importancia de la difusión

Uno de los aspectos críticos para éxito del pro-

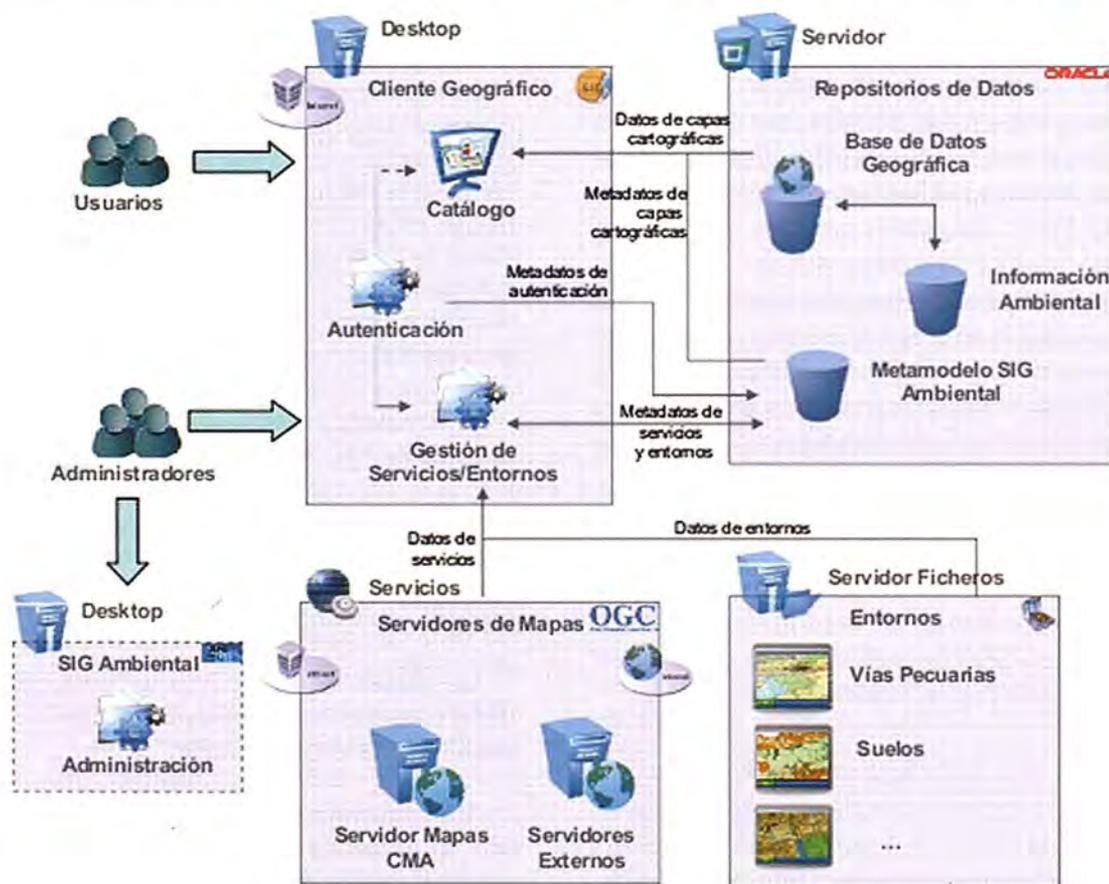


Figura 1: Arquitectura de la solución

yecto es su difusión. En este sentido, se ha realizado una apuesta ambiciosa para tratar de conseguir los objetivos marcados, realizando actividades dirigidas en dos sentidos:

a) Difusión: Los medios utilizados para dar a conocer a los usuarios potenciales los objetivos del proyecto han sido:

- Impartición de Seminarios a las distintas delegaciones. Esta experiencia fue enriquecedora, ya que se obtuvo de primera mano información que se utilizó a posteriori durante el desarrollo del proyecto.

- Publicación de información relacionada con el proyecto a través de los canales de difusión de la Intranet Corporativa.

- Se ha habilitado el acceso a manuales y documentación de gvSIG desde los canales de difusión de la CMA.

b) Formación: Se han impartido cursos presenciales para todas las delegaciones y se han desarrollado varios cursos de teleformación con distinto nivel de profundidad técnica, de forma que los usuarios que necesiten un uso básico de la aplicación puedan centrar su esfuerzo en adquirir el conocimiento de las herramientas más habituales, y aquellos usuarios que necesiten un conocimiento en profundidad o experto, puedan explotar la aplicación con funcionalidades avanzadas.

Además de las actividades de difusión y formación, se ha puesto a disposición de los usuarios un soporte para que puedan resolver las dudas relacionadas la utilización de la aplicación. Este canal, también se ha utilizado como observatorio y como medio de retroalimentación para identificar posibles mejoras funcionales o de usabilidad de la aplicación que facilitar el trabajo diario de los usuarios.

Impacto económico: TCO y ROI

La adopción de soluciones basadas en Software Libre por parte de la Administración está justificada por los beneficios que proporciona cuanto a independencia tecnológica, interoperabilidad, reutilización de desarrollos y empleo de estándares y formatos abiertos. Sin embargo, otro de los motivos de peso que invitan a la adopción de este tipo de soluciones son las ventajas económicas por el

ahorro en el coste de licencias comerciales, que aportan sostenibilidad a medio y largo plazo.

En este punto se realiza un análisis del impacto económico del proyecto, tomando como referencia uno de los diversos modelos de cálculo del coste total de propiedad de aplicables a sistemas de información (TCO), en el que se propone una distinción inicial de los costes derivados del proyecto entre directos e indirectos. La tabla a continuación recoge, en líneas generales, una descripción de los distintos conceptos atendiendo a estos criterios. Debido al carácter comparativo de este estudio, no se incluyen en modelo de cálculo de costes aquellos derivados de la adquisición, mantenimiento y renovación de hardware, asumiendo que éstos se ejecutarían con independencia del esce-

Tabla 1: Clasificación de costes

Costes directos	Costes indirectos
Costes de licencias y mantenimiento anual caso de mantener el sistema privativo	Downtime: tiempo en que los usuarios no podrán realizar su actividad habitual a causa de la formación, implantación y soporte.
Costes de proyecto de migración <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de extensiones funcionales • Desarrollo de nuevos servicios • Integración con servicios corporativos • Pruebas 	Autoformación de usuarios: tiempo invertido hasta poner en práctica los conocimientos adquiridos.
Implantación	
Soporte <ul style="list-style-type: none"> • Soporte a usuarios • Desarrollo de nuevas funcionalidades 	
Formación y difusión <ul style="list-style-type: none"> • Seminarios • Formación presencial • Contenidos plataforma e-learning • Difusión interna del proyecto 	

nario elegido.

Un factor decisivo a la hora de optar por una solución basada en software de fuentes abiertas es medir convenientemente la inversión necesaria para poner en marcha el proyecto, la sostenibilidad económica del proyecto desde su implantación y el periodo necesario para recuperar la inversión realizada. La figura a continuación recoge de forma agrupada la forma en que se distribuyen los costes del proyecto, tanto directos como indirectos.

La figura a continuación recoge una evolución de la inversión realizada en licencias cliente antes de la migración (año N-1), y la evolución prevista para los tres años posteriores a la puesta en marcha del proyecto en términos proporcionales. A lo largo de este estudio no se tienen en cuenta los costes derivados de la adquisición inicial de licencias que, aunque significativos, no se consideran relevantes

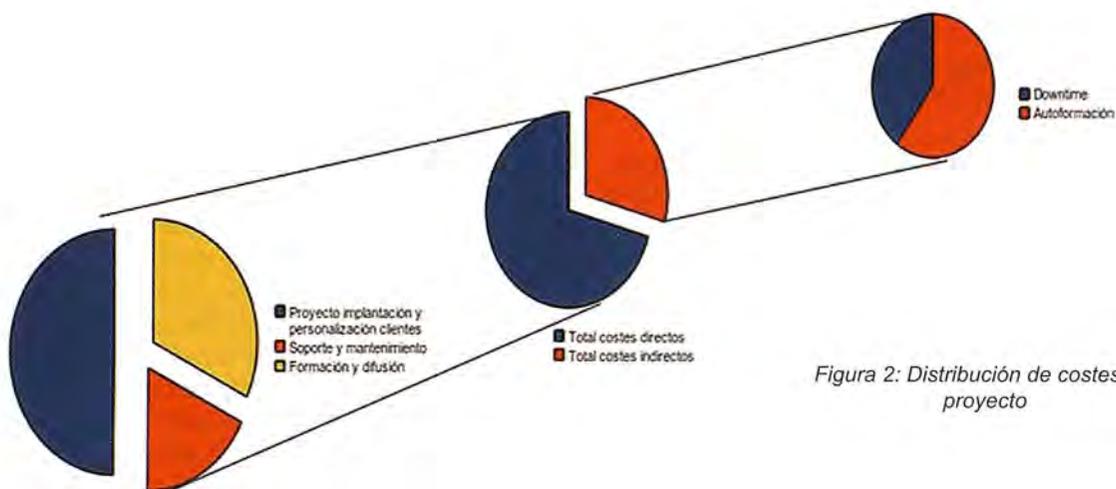


Figura 2: Distribución de costes del proyecto

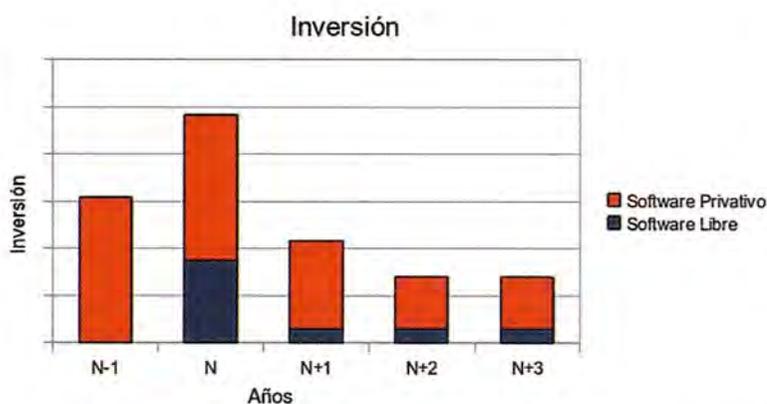


Figura 3: Evolución de la inversión prevista a 4 años para los objetivos perseguidos.

Como puede observarse, el proyecto de migración en el caso de la Consejería requiere una inversión inicial en torno al 50% adicional a la inversión anual en licencias de uso en la Consejería. El objetivo a corto plazo consiste en reducir progresivamente el número de licencias de este tipo de software, limitando su uso a perfiles específicos que hagan un uso frecuente de funcionalidades que no se encuentren disponibles en la solución libre seleccionada (en torno al 20% de los usuarios) y algunos servicios. Con este planteamiento se consigue una reducción del 60% en el coste de licencias de uso, manteniendo una inversión mínima en concepto de soporte y asistencia técnica a usuarios de la solución libre durante los años siguientes.

Conclusiones

Las soluciones basadas en Software Libre aplicadas al ámbito GIS han evolucionado en los últimos años hasta convertirse en una alternativa real desde el punto de vista tecnológico. Esta evolución permite a día de hoy cubrir con solvencia el 80% de las necesidades de una organización como la Consejería de Medio Ambiente, vinculada históri-

camente al tratamiento de información geográfica.

La inversión en un proyecto de migración de soluciones GIS a Software Libre requiere de un estudio previo de costes que mediante el empleo de las metodologías adecuadas, sirva de guía para determinar los parámetros del proyecto y el impacto económico en la organización, especialmente cuando la motivación de cambio y adopción de soluciones libres se base en criterios económicos.

Es posible obtener un retorno de la inversión de un proyecto de migración aproximadamente en los dos años posteriores al proyecto de migración, reduciendo los costes directos vinculados a la prestación del servicio que dependen del mantenimiento de licencias en un 60% a partir de ese momento.

Referencias

Real Decreto 4/2010 (2010): «Esquema Nacional de Interoperabilidad en el ámbito de la Administración Electrónica».

Moreira Madueño, J. M. (2006): "El sistema de información geográfica-ambiental de Andalucía. Del SINAMBA a la Red de Información Ambiental de Andalucía", GeoFocus (Recursos), nº 6, p. 4-10, ISSN: 1578-5157

Carmen Guerrero de Mier, Rafael Ayerbe Bernal (2006): "La información geográfica en la Consejería de Medio ambiente. Modernización e integración con los sistemas de gestión administrativa". Ponencias del Tecnimap 2006.

Rafael Ayerbe Bernal, Daniel Martín Cajaraville (2010): « Uso de software libre aplicado a los SOG. Un caso práctico en la Consejería de Medio Ambiente». Jornadas SIG libre Girona 2010.

Impactos negativos de las inundaciones en Mayarí Arriba, municipio Il Frente en Santiago de Cuba

MSc. Sandra Rosabal Domínguez, Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas (CENAI), Santiago de Cuba

Esp. Niovis Negret Vera, CITMA Municipal de Il Frente

Esp. Odalis Sáname, Centro de Gestión de Riesgos del municipio Il Frente

Resumen

Con el paso del huracán Ike del 2008 por la isla de Cuba, el poblado de Mayarí Arriba cabecera municipal de Il Frente, quedó incomunicado por el impacto de las aguas. Al realizar la identificación de los impactos negativos los factores ambientales más afectados fueron los viales, salud e higiene, paisaje, aguas superficiales, suelos y la comunidad. Por último se realizan recomendaciones para el manejo de los residuales sólidos en la cuenca hidrográfica del río Mayarí.

Palabras claves: Inundación, impactos negativos, residuales sólidos.

Introducción

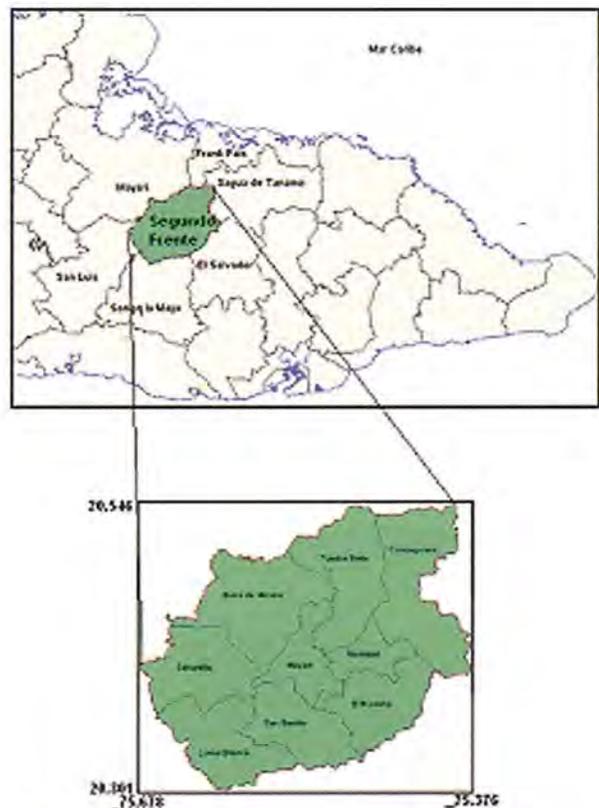
La localidad de Mayarí Arriba, cabecera municipal de Il Frente, es cruzada de este a oeste por el río Mayarí y ha sido impactada negativamente en reiteradas ocasiones en el ámbito social, económico y ecológico por las inundaciones fluviales.

El río Mayarí influye en el funcionamiento interno de este núcleo poblacional, ha fraccionado al territorio en varias zonas, incidiendo directamente en la comunicación interna, que se desarrolla a través de puentes colgantes, siendo estos uno de los elementos vulnerables ante las inundaciones.

Ubicación geográfica

El municipio de Il Frente, se ubica en la región Oriental del país, en el extremo noreste de la provincia Santiago de Cuba, (ver Figura 1). Las coordenadas geográficas del municipio son:
Latitud Norte: 20. 301–20. 546
Longitud Oeste: _75. 678 - _75.376.

Figura 1. Ubicación geográfica de Mayarí, cabecera municipal de Il Frente. Santiago de Cuba. Cuba. Tomado de Rosabal et al, 2010.



Antecedentes

Se realiza una breve descripción del paso del huracán IKE, del 2008 por el municipio de Il Frente. Las intensas precipitaciones, que según registros del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos acumularon más de 200 milímetros en la provincia Santiago de Cuba, provocaron la crecida de ríos, cañadas y arroyos, que además de arrastrar todo a su paso condenaron al aislamiento a varias comunidades entre ellas Il Frente. Así el poblado de Mayarí Arriba, asentamiento cabecera del histórico

II Frente, amaneció este lunes incomunicado, pues el río Mayarí, su principal afluente, se salió del cauce y penetró en el pueblo, provocando no pocas dificultades. (www.juventudrebelde).

La Figura 2, muestra una imagen de satélite con una vista detallada de la zona central del consejo popular Mayarí, con el fondo habitacional, espacios públicos (tramo del curso del río Mayarí que atraviesa el núcleo poblacional, área deportiva, stadium) y carretera principal que comunica al municipio II Frente con la ciudad de Santiago de Cuba.

La Figura 3. Muestra el mapa de peligro por inundación de la zona central del consejo popular Mayarí y la ubicación de las instalaciones de la salud, escuelas y viviendas, etc.



Figura 2. Vista detallada de la zona central del consejo popular Mayarí, cabecera municipal de II Frente. Tomado de <http://www.googleearth.com>

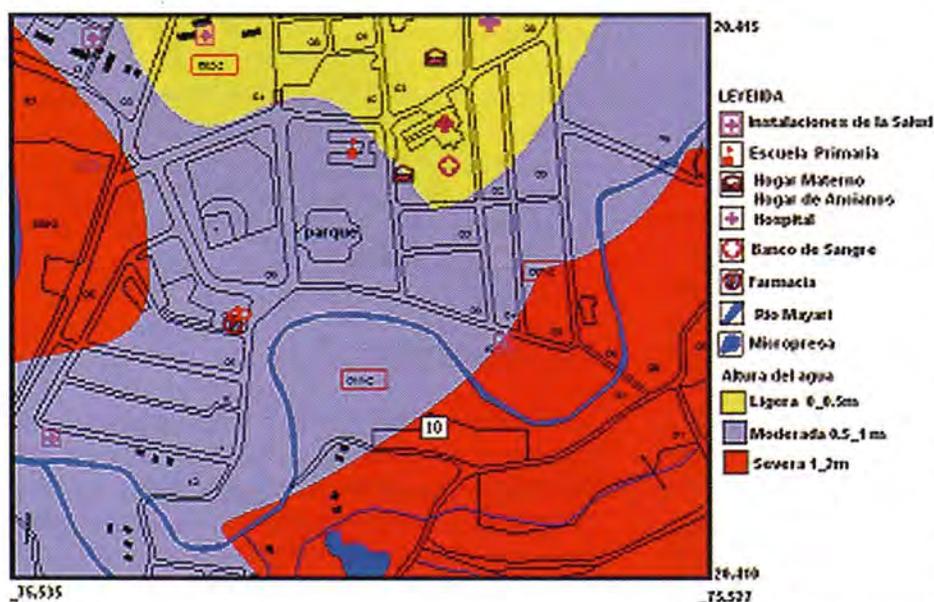


Figura 3. Mapa de Inundación de la zona central del consejo popular Mayarí, con la ubicación de las instalaciones de la salud y educación. Tomado de Rosabal et, al, 2010.

Impactos negativos de las inundaciones en Mayarí Arriba

Los impactos negativos son aquellos cuyos efectos se traducen en pérdidas de valor naturalístico, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión o colmatación y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológica-geográfica, el carácter y la personalidad de una zona determinada.

Los principales impactos después del huracán IKE del 2008, en el poblado de Mayarí se concentraron en los viales, la comunidad, el paisaje, el suelo y la salud e higiene.

Viales: derribo de puentes colgantes que permitían la comunicación interna entre las diferentes zonas del consejo popular Mayarí (ver Foto 1). Daños en puentes de hormigón armado de la (Foto 2) carretera principal.

Paisaje: fue afectado directamente, al ocurrir la inundación de viviendas, patios, calles, (ver Foto 3 y 4) parques, instalaciones deportivas, centros de educación y la salud entre otros sitios.

Suelo: saturación de los suelos, arrastre de material de todo tipo y sedimentos (ver foto 5).

Contaminación de las aguas: producto al vertimiento de residuales sólidos urbanos en las márgenes del río Mayarí y la ubicación geográfica de otras fuentes contaminantes muy próximas (Ver Foto 6) que vierten directamente sus residuales líquidos sobre el río Mayarí y sus afluentes.

Incremento de material a transportar en tiempo de avenidas, obstaculizando el paso del fluido, favoreciendo el represamiento en algunas zonas por la acumulación de material de arrastre trayendo consigo la posible destrucción de alcantarillas por taponamiento, además en estas áreas se concentran animales transmisores.



Foto 1: Puente colgante momento antes de ser derribado por la fuerza de las aguas. (Cortesía de Negret, N, 2008.)



Foto 2. Destrucción de las barandas de hormigón hidráulico del Puente a la entrada del poblado de Mayarí por la crecida del río Mayarí.



Foto 3. Transformación del paisaje durante las inundaciones provocadas por el huracán Ike, 2008, calles y patios inundados en el consejo popular Mayarí. (Cortesía de Negret, N, 2008.)



Foto 4. Calles inundadas en Mayarí, después del paso del huracán Ike del 2008. (Cortesía de Negret, N, 2008.)



Foto 5. Gran parte de la localidad de Mayarí Arriba quedó cubierta de sedimentos por la inundación producida por el huracán, Ike, 2008



Foto 6. Vertimiento libre de residuales sólidos en las márgenes del río Mayarí, puente hacia el municipio de Sagua de Tánamo de la provincia de Holguín



Foto 7: Acumulación de material de todo tipo, taponeando una alcantarilla

res de enfermedades tales como: los insectos y las ratas. (Ver Foto 7).

Comunidad: es la más afectada durante las inundaciones, por la contaminación de las aguas, la ocurrencia del aislamiento interno y externo debido a la destrucción de los puentes colgantes y por la interrupción del paso vehicular hacia la ciudad de Santiago de Cuba.

Salud e higiene: posible aparición de focos de mosquitos producto de la acumulación de agua o creación de charcos y la posible proliferación de enfermedades infecto-contagiosas.

Los vertimientos de residuales sólidos impactan negativamente el paisaje, la salud e higiene de la localidad. Provocan el aterramiento del cauce del drenaje, trayendo como consecuencias inundaciones locales. Afectando directamente a las cuencas de los ríos Mayarí Jarahueca y Soledad, que sirven de fuente de abasto a esta comunidad, la utilización del agua puede afectar a la población por presencia de bacterias, repercutiendo negativamente en la salud e higiene producto de la aparición de brotes diarreicos por contaminación de las aguas.

Medidas de Mitigación

- Realizar trabajos permanentes de limpieza de tragantes, alcantarillas, desagües y canales en el área de estudio.
- Que los residuales sólidos sean llevados hacia el vertedero municipal de Mayarí.
- Prohibir el vertimiento de residuales sólidos en las márgenes del río Mayarí.

Conclusiones

Después de las inundaciones dejadas por el paso del huracán IKE, en el consejo popular Mayarí, los

factores ambientales que más se afectaron fueron: aguas superficiales, paisaje, suelo, viales, salud e higiene y la comunidad.

Referencias

CITMA. (2008): *Evaluación de los impactos ambientales provocados por el paso de los huracanes Gustav e Ike Provincia Santiago de Cuba. Informe de las principales afectaciones provocadas por el Huracán IKE a la Provincia. Santiago de Cuba.* Conesa Fernández Vitora, V.,(1995): *Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental.* 3a. Edición, Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España. 390 pp.

Munn, R. E. 1975. *Environmental impact assessment. Principles and procedures.* Wiley, Toronto.
Negret, N (2005): *Diagnostico estratégico para la administración del riesgo en II Frente.* CITMA Municipal de II Frente.

Periódico Granma. 11 de Septiembre de 1998. *La sequía es secuela de la variedad del Clima.*

Periódico Granma. 25 de Septiembre de 1998. *Recorrió Raúl el municipio de Segundo Frente.*

Periódico Granma. 12 de Octubre de 1999. *Octubre célebre por sus grandes huracanes.*

Periódico Sierra Maestra. 16 de Septiembre de 1979. *Efectuaron reunión para evaluar los daños por las lluvias en Santiago de Cuba y adoptar soluciones.*

Periódico Granma. 25 de Noviembre de 1993. *Información de la Defensa Civil sobre intensas lluvias en la Zona Oriental del País.*

Periódico Granma. 26 de Noviembre de 1993. *Intensas lluvias en el Oriente del País.*

PLAN GENERAL DE ORDENAMIENTO URBANO (PGOU). (2000): *Regulaciones Urbanas de II Frente.* Departamento de Planificación Física Municipal.

Revista Bohemia. 18 de Octubre de 1963. *La trágica Herencia del Huracán Flora.*

Revista Verde Olivo. (1980): *Los Huracanes Tropicales.* No. 4, 27 de Enero. Pp 44-45.

Rosabal, S.; Zapata, J.; Negret, N.; Rivera, Z.; Chuy, T.; Arango, E.; Infante, Y. (2009): *Caracterización general del área de estudio. Proyecto territorial (3041): Evaluación de escenarios en el municipio Segundo Frente. Caracterización de riesgos múltiples.* Fondos del CENAI. Pp 92.

Información territorial para la planificación estratégica: Observatorio Socioeconómico de la provincia de Cáceres

David Lagar Timón

Organismo Autónomo para el Desarrollo Local, Diputación de Cáceres

Resumen

La Diputación de Cáceres presta sus servicios de promoción del empleo y del desarrollo local a través del Organismo Autónomo para el Desarrollo Local, que en su labor de difusión de las principales variables socioeconómicas, genera una serie de información estadística actualizada acerca de la situación y perspectivas futuras en los diferentes ámbitos que conciernen al desarrollo socioeconómico del territorio. Para ello crea un Observatorio Socioeconómico, que nace con el fin de ofrecer apoyo e información al diagnóstico provincial, y permitir conocer cómo evolucionan las principales actividades económicas de la provincia para el apoyo a la planificación de actuaciones. Todo ello con la administración de la información a partir de la explotación de dos aplicaciones interactivas, una base de datos alfanumérica y un Sistema de Información Geográfica.

Palabras clave: Diputación de Cáceres, Observatorio Socioeconómico, Planificación, Sistema de Información Geográfica.

Introducción

Desarrollo y conocimiento son conceptos que en las sociedades modernas están intrínsecamente unidos a la convivencia. No se concibe que un territorio o una sociedad sea capaz de desarrollarse (económica, social, política, culturalmente, etc.) sin un cada vez mayor conocimiento del mismo (Morales Caridad et al., 2006). El mercado de trabajo, el tejido empresarial, las necesidades de nuevas competencias o de nuevas capacidades personales están en continuo cambio, son dinámicas (Muñoz i Torrent, 2003). Se hace necesario contar con sistemas que permitan almacenar información que permita aumentar el conocimiento y con ello la inteligencia en la toma de decisiones al servicio de la sociedad (Yépez et al., 2007).

La Diputación de Cáceres presta sus servicios de promoción del empleo y del desarrollo local a través del Organismo Autónomo para el Desarrollo Local (OADL). Lo hace en un contexto provincial, dirigiéndose a las personas y a las empresas en acciones concertadas con los Municipios Cacerenses y sus Mancomunidades y con los Grupos de Desarrollo Rural. El OADL, en su labor de difusión de las principales variables socioeconómicas, genera una serie de información estadística actualizada acerca de la situación y perspectivas futuras en los diferentes ámbitos que conciernen al desarrollo socioeconómico del territorio.

El análisis territorial forma parte del proceso de planificación y antecede a la toma de decisiones sobre las actuaciones que se llevarán a cabo. Para poder desarrollar el análisis de un espacio, independientemente de la escala que se vaya a utilizar, se hace necesario el diagnóstico de ese territorio, que surgirá siempre a partir de la información recabada con anterioridad.

Desde el departamento de Análisis Territorial del OADL se trabaja en la línea de apoyar y orientar los procesos de planificación en el territorio, con especial atención a la planificación de la formación para el empleo. También se realizan estudios del mercado laboral, tanto a nivel provincial, mancomunado o municipal, así como análisis de sectores económicos, tendencias de crecimiento y estudios sectoriales de, por ejemplo, turismo y dependencia. La cantidad de información necesaria para tales fines hace ineludible la creación de herramientas que administren la información territorial y faciliten su uso. El Observatorio Socioeconómico Provincial se crea con ese fin, pretendiendo ser esa herramienta de administración de la información basada en mecanismos de bases de datos y en Sistemas de Información Geográfica.



Figura 1. Esquema de las líneas de trabajo del departamento de Análisis Territorial del OADL

La utilización de las nuevas tecnologías de la información geográfica y sus potencialidades de aplicación para la planificación y la gestión territorial a escala local está fuera de cualquier duda, y es posible afirmar que son herramientas casi indispensables para tal fin. Sin embargo, el acceso a las mismas por parte de las administraciones locales de muchos municipios, mancomunidades, grupos de acción local, agencias de empleo y desarrollo local y otras entidades públicas o privadas, que trabajan en estos ámbitos locales, es bastante reducido. Las causas que intervienen en esta situación son: la ausencia de personal técnico cualificado en estas tecnologías, los escasos recursos económicos, deficiencias tanto a nivel de software como de hardware, complejidad de manejo de estas tecnologías y desconocimiento casi absoluto de qué son y para qué sirven.

Si bien, las herramientas tecnológicas permitirán una mejor administración de la información, éstas no garantizarán la eficacia en su uso mientras no se defina la información utilizada para la realización del diagnóstico. Por consecuencia, otra de las tareas imprescindibles consistirá en determinar las necesidades prioritarias a satisfacer, la utilidad de la información y las decisiones que se pretenden tomar. Para ello, un primer paso necesario será definir la información y delimitar el tipo de variables que se requerirán.

Observatorio Socioeconómico Provincial

El Observatorio Socioeconómico nace por la necesidad de contar con una herramienta generadora de información de una manera continua y ordenada. La cantidad de información integral existente hace ineludible la creación de herramientas que administren la información territorial y faciliten su uso. Se trata, por tanto, de un instrumento de análisis y de diagnóstico de la realidad de la provincia por medio de información territorial integral, entendida ésta como el conjunto de datos, tablas, gráficos y mapas que pueda explicar los fenómenos que se relacionan con la actividad humana en el territorio. (Ver figura 2)

Objetivos

El principal objetivo del Observatorio Socioeconómico es conocer y analizar la situación real y actual en que se encuentran las distintas unidades territoriales de la provincia. De este modo se identifican las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades futuras. Este análisis del territorio sirve como punto de referencia para establecer las líneas estratégicas de un plan de actuación, en función de los factores diagnosticados. Por lo tanto, se trata de una herramienta de trabajo para la actuar en el posterior plan de desarrollo.



Figura 2. Portada con la dirección web del Observatorio Socioeconómico Provincial

Otro objetivo que persigue el Observatorio es el de crear una base de datos que almacene de una manera estructurada toda la información que dispone el OADL. Así se consigue atomizar toda la información, con el consiguiente aumento de eficiencia, facilidad de acceso de la información, así como una mejora en la actualización continua de los datos. En definitiva, se trata de un sistema informático de apoyo a la planificación espacial, que, a través de un navegador de Internet, permita a cualquier usuario, experto o no, acceder a información abierta y manejar datos y cartografía temática de las distintas variables territoriales.

La información territorial

La información territorial y estadística utilizada para la construcción del Observatorio Socioeconómico tiene una estructura temática similar a la que dispone el OADL para organizar su información territorial, dividiéndose en bloques temáticos (véase Figura 3), que a su vez se subdivide en agrupaciones de variables. Esta información puede ser consultada por cualquiera de las agrupaciones

comarcales definidas en nuestra provincia por las distintas administraciones: Mancomunidades Integrales, Grupos de Acción Local, Áreas de Salud, Comarcas Agrarias, Partidos Judiciales y Centros de Empleo.

La colaboración y firma de acuerdos con las entidades responsables de estos conjuntos de información (SEXPE, INE, Junta de Extremadura, INSS y la propia Diputación de Cáceres) permite al OADL contar con la información actualizada en cada momento, ajustándose la periodicidad con la que se recoge la información a la emisión que hace cada uno de los organismos distribuidores de datos.

El Observatorio se compone de un visualizador geográfico (Arcgis Server - Esri), que posibilita el suministro de información espacial o mapas temáticos a partir de una aplicación web. Este sistema está alimentado por un Sistema de Gestión de Base de Datos (SGBD), que se conecta a través de un Sistema de Gestión de Datos Espaciales (ArcSDE - Esri). Al mismo tiempo, el SGBD genera informes estadísticos a partir de un formulario de consultas interactivas (Figura 4).

El sistema de consultas interactivas permite seleccionar aquellos campos de las variables que deseamos extraer, como la fecha, el



Figura 3. Organización temática de los datos en el Observatorio Socioeconómico



Figura 4. Tipos de bases de datos que componen el Observatorio Socioeconómico

ámbito territorial o el formato de fichero requerido. En la Figura 5 se muestra el aspecto del formulario de consulta.

La aplicación web que permite la visualización de la información geográfica genera servicios Web Map Server (WMS) con mapas temáticos (ejemplo en la Figura 6).

A este tipo de mapas se le incorporan algunas características geográficas que posibiliten ciertas decisiones, por ejemplo carreteras y caminos rurales, ríos, centros urbanos, zonas de riesgos o zonas forestales, etc. Conclusiones

En consecuencia, dicha herramienta tecnológica debe tomar un papel importante en una organización con planteamientos metodológicos innovadores, que pretende una gestión eficaz y eficiente de del conocimiento para poder anticiparse a la toma de decisiones.

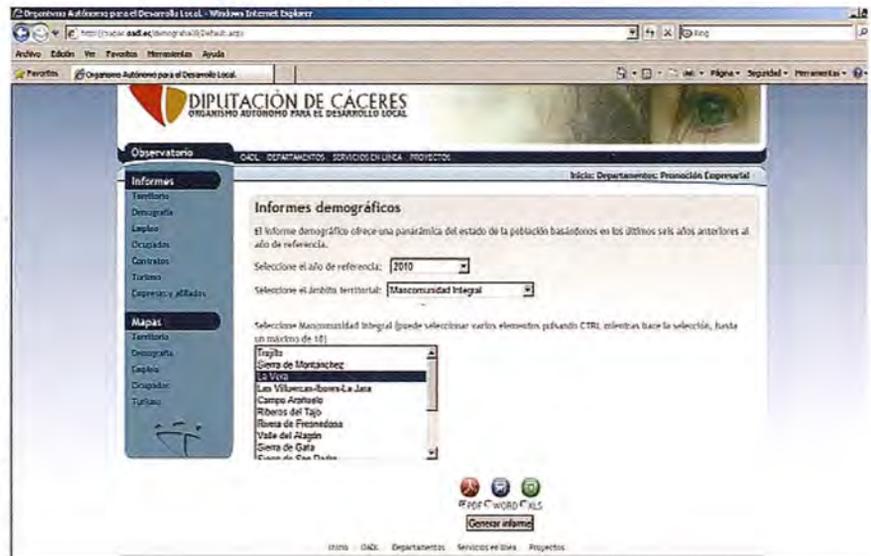


Figura 5. Formulario de consultas a la SGBD del Observatorio Socioeconómico

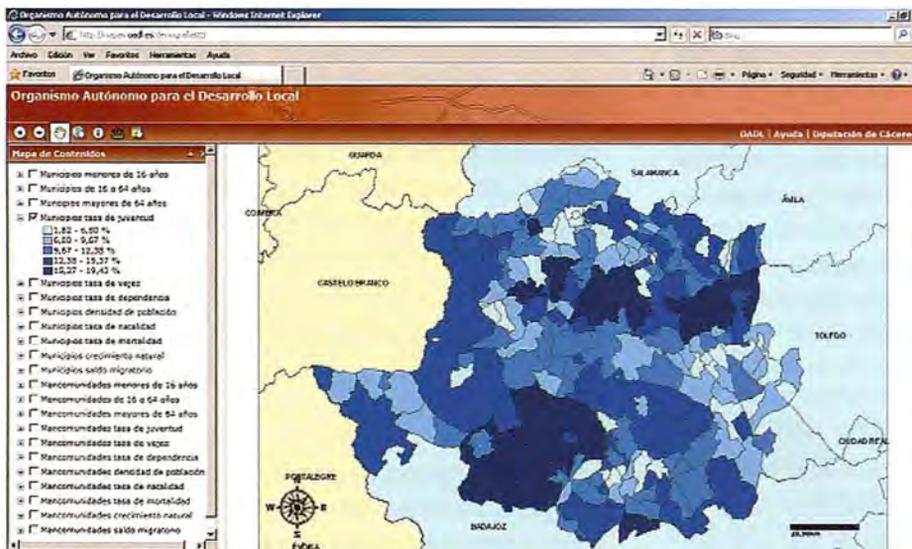


Figura 6. Visor de información espacial del módulo de variables demográficas del Observatorio Socioeconómico

El Observatorio Socioeconómico, pretende ser, por tanto, una herramienta de recopilación, recogida, tratamiento y homogeneización de la información estadística oficial, que sirva para anticiparse a los cambios que se están produciendo en los ámbitos social y económico.

Debe representar un apoyo eficaz a la toma de decisiones, especialmente en los procesos de planificación en los que se integran los procesos de análisis – evaluación – propuestas.

Referencias

Morales Caridad J.A., Navarrete Otero L., García Mesa J.M., Navarrete Mandly F. (2006) Modelizando la sociedad sobre el territorio. La realidad socio-territorial de la ciudad de Málaga contemplada desde un Sistema de Información Geográfica, IX Jornadas sobre Tecnologías de la Información para la Modernización de las Administraciones Públicas (Tecnimap 2006), Sevilla.

Muñoz i Torrent X. (2003) Observatorios socioeconómicos locales y planificación estratégica, in: B. Activa (Ed.), Jornadas sobre desarrollo y empleo para entidades de tamaño intermedio, Irún.

Yépez B., Módenes J.A., López Colás J. (2007) Demografía y gestión local: los observatorios socioeconómicos de la provincia de Barcelona, Papers de Demografia, Centre d'Estudis Demogràfics, Barcelona.

NORMAS PARA AUTORES

CONTENIDO

Mapping es una revista internacional en lengua española que publica artículos sobre Ciencias de la Tierra con un enfoque tanto investigativo como profesional. Mapping no es una revista especialista sino generalista donde se publican artículos de Topografía, Geodesia, SIG, Medio Ambiente, Teledetección, Cartografía, Catastro, Turismo y Ciencias de la Tierra en general. El amplio campo cubierto por esta publicación permite que en ella el lector, tanto científico como técnico, pueda encontrar los últimos trabajos publicados con las nuevas investigaciones y desarrollos en el campo de las Ciencias de la Tierra en la comunidad hispanohablante.

La revista Mapping invita a los autores de artículos en el campo de las Ciencias de la Tierra a la colaboración mediante el envío de manuscritos para su publicación, según las siguientes normas:

ESTILO

El artículo será enviado como documento de texto con las siguientes normas de estilo:

- La fuente será "Times New Roman" a tamaño 12.
- Interlineado a doble espacio.
- Sin espaciado adicional al final o al principio de los párrafos.
- Justificación en ambos laterales.
- Títulos de los diferentes apartados y subapartados del artículo ordenados de manera numérica, en mayúsculas y en negrita.
- Tamaño del papel DIN A4.
- Márgenes verticales y laterales de 2,5 cm.
- No se admiten encabezados ni pies de página.

LONGITUD

La longitud de los artículos no está establecida, recomendándose una extensión en torno a las 10 páginas para el texto con el estilo propuesto.

SISTEMAS DE UNIDADES

Salvo excepciones que serán evaluadas por el Comité Editorial el sistema de unidades será el Sistema Internacional.

FORMULAS MATEMÁTICAS

Las fórmulas matemáticas se incluirán en el cuerpo de texto en una línea aparte y con justificación centrada. Las fórmulas se numerarán correlativamente por su orden de aparición con su número entre paréntesis a la derecha.

TABLAS

Las tablas se incluirán en el artículo cada una de ellas en una hoja aparte a continuación del texto, numeradas en orden de aparición y con su leyenda. En el lugar del texto, en el cual deberán ser insertadas para la maquetación final se incluirá una línea con la palabra "tabla" y su número en mayúsculas, con justificación centrada.

El diseño de las tablas será tal que permita su lectura con maquetación a una columna (8 cm de ancho) y excepcionalmente a 2 columnas (16 cm de ancho).

En ningún caso se admitirán tablas en formato apaisado.

FIGURAS

Las figuras se incluirán en el artículo cada una de ellas en una hoja aparte a continuación de las tablas, numeradas en orden de aparición y con su leyenda. En el lugar del texto, en el cual deberán ser insertadas para la maquetación final y se incluirá una línea con la palabra "figura" y su

número en mayúsculas, con justificación centrada. El diseño de las figuras será tal que permita su visibilidad con maquetación a una columna (8 cm de ancho) y excepcionalmente a 2 columnas (16 cm de ancho). Se admiten figuras en blanco y negro y color.

REFERENCIAS

En el cuerpo del texto del artículo las referencias se citarán por el apellido del autor y el año de publicación separados por una coma y entre paréntesis. Las referencias se incluirán al final del texto como un apartado más del mismo y se documentarán de acuerdo al estándar cuyo modelo se incluye a continuación:

LIBROS

Apellido 1, inicial del nombre 1., Apellido 2, inicial del nombre 2. (año) Título. Edición . Editorial, ciudad de publicación. Número de páginas pp.

REVISTAS

Apellido 1, inicial del nombre 1., Apellido 2, inicial del nombre 2. (año) Título del artículo. Revista, número (volumen), pp: pagina de inicio-pagina final.

DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS

Apellido 1, inicial del nombre 1., Apellido 2, inicial del nombre 2. (año) Título del documento. Enlace de Internet.

En todos los casos se incluirán tantos autores como figuren en las referencias.

No se admitirán artículos sin referencias.

FORMATO DEL MANUSCRITO

El documento que será enviado al comité editorial en el siguiente formato:

HOJA DE PORTADA

En la hoja de portada se incluirán los siguientes datos

TÍTULO

El título del artículo deberá tener menos de 15 palabras y estar escrito en español e inglés.

AUTORES Y FILIACIÓN

A continuación del título se incluirán los autores en el orden de aparición, sus datos de filiación y contactos en el siguiente formato:

Apellido, nombre.

Institución o empresa. Teléfono.

Correo electrónico. País

ARTÍCULO

El artículo estará formado por el cuerpo del texto, las tablas y figuras. **Irá precedido de su título en mayúsculas, un resumen de 100-200 palabras y palabras claves, todo ello en español e inglés.** El artículo comenzará en una hoja aparte y no contendrá ningún dato de los autores para la revisión anónima del mismo. La estructuración de los artículos es decisión de los autores pero se recomienda la estructura habitual en los artículos en publicaciones científicas.

ENVIO DE LOS MANUSCRITOS

Los manuscritos serán enviados en formato digital, preferentemente PDF o WORD a la dirección de correo electrónico manuscritos@mappinginteractivo.com

La retención de carbono en plantaciones forestales. Estudio de caso: empresa forestal integral "Cienfuegos"

Pérez Ruiz Eber
Empresa Forestal Integral Cienfuegos.
Bonilla Vichot Marta
Universidad de Pinar del Río. Cuba.

Resumen

El propósito de este trabajo fue determinar la influencia de las plantaciones de la Empresa Forestal Integral "Cienfuegos", de la provincia Cienfuegos, Cuba, en la absorción de dióxido de carbono (CO₂) atmosférico por retención de carbono en la biomasa. El carbono retenido por la biomasa forestal en un área de 4 573,4 hectáreas se estimó tomando como base el volumen total de madera, las densidades de la madera de cada especie establecida en las plantaciones forestales, así como un factor de expansión de biomasa y el contenido medio de carbono en la madera. También se estimó la cantidad de CO₂ removido de la atmósfera. La vegetación acumuló, al término de 2009, 510584.5 t de carbono, para lo cual fueron absorbidas de la atmósfera 1872143.0 t de CO₂. La fijación de carbono fue entonces 111.64 t de carbono/ha. Los resultados indicaron que la masa forestal de la empresa es una reserva de carbono de importancia en la región y contribuye a atenuar las implicaciones del calentamiento global.

Palabras claves: calentamiento global, fijación de carbono, remoción de CO₂.

Abstract

The purpose of this study was to determine the influence of the plantations of the Integral Forest Company "Cienfuegos", of the county Cienfuegos, Cuba, in the absorption of dioxide of carbon (CO₂) atmospheric for retention of carbon in the biomass. The carbon retained by the forest biomass in an area of 4573,4 hectares was considered taking like base the wooden total volume, the densities of the wood of each species settled down in the forest plantations, as well as a factor of expansion of biomass and the half content of carbon in the wood. He/she was also considered the quantity of removed CO of the atmosphere. The vegetation accumulated, at the end of 2009, 510584.5 t of carbon,

for that which you/they were absorbed of the atmosphere 1872143.0 t of CO₂. The fixation of carbon was 111.64 t of carbono/ha then. The results indicated that the forest mass of the company is a reservation of carbon of importance in the region and he/she contributes to attenuate the implications of the global heating.

Key words: global heating, CO₂ absorption, carbon sequestration.

Introducción

La absorción de CO₂ por las plantaciones forestales tropicales, con especies forestales que crecen rápidamente pueden ayudar a aliviar el problema de calentamiento global (Barres, 1993).

Los árboles absorben CO₂ de la atmósfera y producen madera. La madera seca de los árboles contiene entre un 47 y un 53% de carbono. El carbono almacenado en los árboles queda como un elemento integral de la madera hasta que estos mueren y se descomponen. Sin embargo si el árbol es aprovechado y transformado en un producto maderable para la construcción, ebanistería u otra estructura duradera, el carbono queda almacenado hasta que la madera se descompone y se libera a la atmósfera (Barres, 1993).

Moura (2001) plantea que la fijación de carbono mediante la actividad forestal se basa en dos premisas. En primer lugar, el CO₂ es un gas atmosférico que circula por todo el planeta y, por lo tanto, las iniciativas dirigidas a eliminar gases de efecto invernadero (GEI) de la atmósfera tendrán la misma eficacia tanto si se realizan cerca de la fuente de emisiones, como en el extremo opuesto del globo. En segundo lugar, las plantas absorben CO₂ de la atmósfera en el proceso de fotosíntesis y lo utilizan para sintetizar azúcares y otros compuestos orgánicos utilizados en el crecimiento y el metabolismo.

La importancia del sector forestal para disminuir la concentración de GEI de la atmósfera es revelada por Makundi et al. (1998), al plantear que el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) estima que la aplicación de diversas medidas en el sector forestal podría secuestrar entre 1.1 Gt C y 1.8 Gt C al año durante 50 años.

Actualmente la problemática del calentamiento global debido a la quema de combustibles fósiles cobra gran importancia. Según Vargas (2003), existen grandes posibilidades de la vegetación, en especial la tropical, en la captura de dióxido de carbono (uno de los principales gases de efecto invernadero) a través de la fotosíntesis. La vegetación puede desempeñar un importante papel en el cambio climático. Siendo así se necesita del conocimiento de las funciones del bosque en la regulación del clima para asegurar la implantación de medidas adecuadas de mantenimiento, particularmente válidos para la fijación y el almacenamiento de carbono.

El objetivo de este trabajo fue determinar la influencia de las plantaciones forestales en la Empresa Forestal Integral "Cienfuegos", de la provincia Cienfuegos, Cuba, en la absorción de dióxido de carbono (CO₂) atmosférico por retención de carbono en la biomasa aérea.

Materiales y métodos

Descripción de la Empresa Forestal Integral Cienfuegos

La Empresa Forestal Integral Cienfuegos, ubicada en la provincia del mismo nombre posee patrimonio en los municipios de Lajas, Rodas, Palmira, Abreus, Cumanayagua y Cienfuegos, limita al norte con el río Hanábana y Provincia Villa Clara; al sur con el mar Caribe y Bahía de Cienfuegos; al este con la Provincia de Villa Clara y Santi Spíritus; al oeste con la Ciénaga de Zapata.

La temperatura media de la provincia fue de 23.3 0C. La humedad relativa media de la provincia es 80%. Los vientos predominantes son del noreste con gran influencia en el sector norte y oeste del territorio y sureste en el flanco sur y suroeste con influencia de salina en las zonas costeras, donde la media anual es de 9.9 km/h.

La precipitación media del periodo estuvo en 1457 mm. El relieve donde se desarrollan los bosques de la empresa está definido en tres zonas que son la unidad Cumanayagua que tiene una

zona de premontaña con relieve ondulado y una zona de montaña ubicada en el macizo Guamuaya y el resto de las unidades el relieve predominante es llano.

Los suelos predominantes en las zonas llanas son los suelos pobres ferralíticos rojos lixiviados de poca profundidad y de muy mal drenaje sobre todo en las áreas de desarrollo, en la zona de montaña los suelos son de mayor calidad y clasifican como las segundas alturas del país, sobrepasando los 1 000 m s.n.m. cubiertas muchas de ellas por bosques pluvisilvas de montañas, en esta zona hay grandes pendientes y lugares de barranco.

Caracterización de la masa forestal de la Empresa Forestal Integral Cienfuegos

La información de cobertura forestal fue obtenida por el Proyecto de Organización y Desarrollo de la Economía Forestal en la Empresa Forestal Integral Cienfuegos.

La Empresa Forestal Integral Cienfuegos cuenta con un patrimonio de 33 975.0 ha, distribuidas en cuatro unidades empresariales de bases. Se destacan cinco tipos de formaciones forestales: bosque semicaducifolio sobre suelo ácido (sfc-a), bosque semicaducifolio sobre suelo calizo (sfc-c), pluvisilva de montaña, pinares y bosque de mangüa costera. Predominando las formaciones de bosques semicaducifolio sobre suelo y las de pinares.

El 72% de las plantaciones están destinados fundamentalmente a la producción de madera, un 27% considerado como protector de agua y suelo, mientras que el 0.9% es protector del litoral y el 0.1% es de recreación, según los datos correspondiente al proyecto de ordenación forestal.

Estimación del carbono secuestrado

Los métodos utilizados para la determinación del carbono retenido en la biomasa y el suelo fueron establecidos por (Nabuurs y Mohren, 1993, citado por Fernando Jara, 2002) y Mercadet y Álvarez (2005).

Cálculo del carbono en la biomasa forestal

Para el cálculo del carbono en la biomasa se empleó la metodología establecida por Mercadet y Álvarez (2005). Antes de estimar la cuantía de carbono presente en la biomasa fue necesario estimar la biomasa a partir del volumen maderable, tal y como se describe en la siguiente fórmula:

$$BMF = \text{Volumen [m}^3\text{]} \times (\text{Densidad [kg/m}^3\text{]} / 1000)$$

[1]

Donde: BMF = Biomasa de los fustes (t)

Esta biomasa fue ajustada, ya que la biomasa comercial o biomasa de los fustes, no considera la totalidad del árbol por encima y por debajo del suelo (ramas, follaje y raíces) por lo que fue necesario adicionar la biomasa restante mediante un factor de expansión de biomasa (FEB) (Brown, 1997, citado por Rodríguez y Corrales, 1998), aplicando la siguiente expresión:

$$BMT = BMF \times FEB \quad [2]$$

Donde: BMT = Biomasa total (t)

FEB = Factor de expansión de la biomasa (Mercadet y Álvarez, 2005)

La estimación del carbono retenido en la biomasa forestal se realizó utilizando el Factor de Contenido Medio de Carbono en la madera (FCMCM), mediante la siguiente expresión

$$CR = BMT \times FCMCM \quad [3]$$

Donde: CR = Carbono retenido por la biomasa total (t)

FCMCM = Factor de contenido medio de carbono en la madera (0,45 para latifolias y 0,50 para pinos) (Segura, 2001)

Estimación del CO₂ removido de la atmósfera

El CO₂ capturado por los árboles, se determinó partiendo del peso del carbono determinado por (Díaz y Molano, 2001), a través de la siguiente expresión:

$$CO_2 = C \times kr \quad [4]$$

Resultados y discusión

Los bosques y la retención de carbono

De las plantaciones forestales distribuidas por formaciones boscosas los pinares (Figura 1) constituyen la formación boscosa que mayor carbono ha retenido en su biomasa, hasta el año 2009, con más de 358 mil toneladas. Mientras el bosque semicaducifolio sobre suelo ácido que mostró un acumulado de más 101 mil toneladas mientras que el resto de las formaciones boscosas retienen menos de 25 mil toneladas de carbono. Sin embargo los bosques pluvisilva de montaña y semi-

caducifolio sobre suelos calizo forman un grupo bien definido que han retenido mayor cantidad de carbono que la manigua costera. Estos resultados se ven fuertemente influenciados por la superficie que ocupa cada una de las formaciones estudiadas aunque no se puede descartar que el hábito de crecimiento, las densidades de las maderas de las especies integrantes de cada ecosistema en particular y las condiciones edáficas, también influyen en la capacidad de retención de carbono de

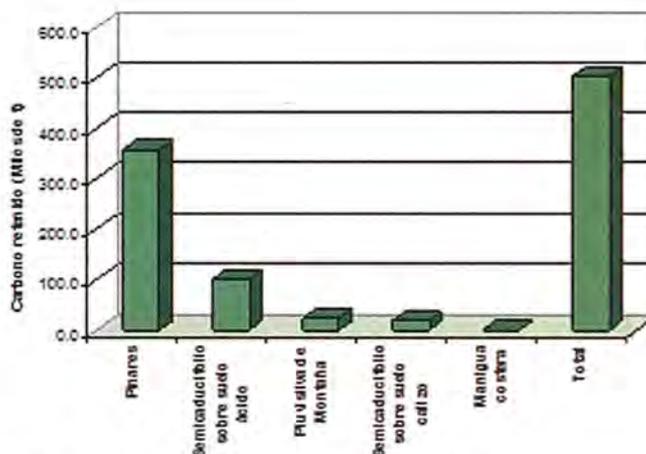


Figura 1.- Distribución del carbono almacenado en la biomasa de las plantaciones forestales por formaciones boscosas en la Empresa Forestal Cienfuegos

la vegetación como plantean Díaz y Romero (2001).

Por otra parte las plantaciones de *Pinus caribaea* var. *caribaea* es la que más carbono ha retenido con 364 mil toneladas, aunque no son las que mayor extensión superficial con 1188ha, mientras que el resto de las plantaciones no rebasan de las 311 hectáreas y las 15 mil toneladas de carbono con excepción de las plantaciones de *Eucalyptus* sp que es la que más área ocupa (Figura 2).

Las plantaciones de *Eucalyptus* sp almacenan solamente 41 t/ha de carbono debido que estas se manejan gran parte por Monte Bajo o Tallar que se cortan generalmente con ciclos de 7 años, las otras dos que mayor retención entre las que menos adsorben son la *Casuarina* sp y la *Albizia* sp, se puede argumentar que presentan un crecimiento rápido potencialmente superior al resto de las especies integrantes de repoblados y las superan también en área. (Ver fig 2)

Por lo tanto las plantaciones de la Empresa Forestal Cienfuegos retienen 111.6 tC/ha por encima que los resultados obtenidos por Rodríguez, (2005) de 78,16 tC/ha en la EFI La Palma. También superan a los alcanzados por el plan de manejo (reforestación) del proyecto ambiental Tlalpan,

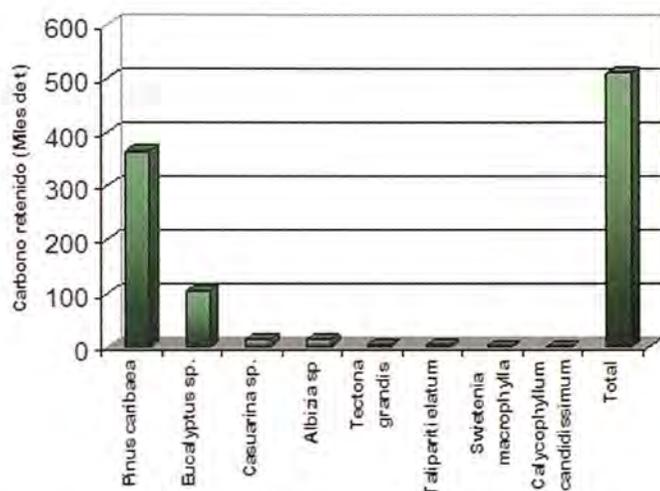


Figura 2. Carbono retenido en la biomasa de las plantaciones forestales de la Empresa Forestal Integral Cienfuegos.

en México, para la clase pino estimado en 79 t/ha (Escandón, 2002). Aunque están en el rango 20-269 tC/ha reportado por Brown y Lugo (1982) de carbono retenido por la biomasa aérea en árboles del trópico. Este comportamiento de mayor retención de carbono se debe a la especie de pino que la mayor parte se encuentra en el macizo montañoso de Guamuaya donde alcanza incrementos de 18 a 20 m³ por hectárea.

La biomasa de la vegetación forestal acumula actualmente 510584.1 t de carbono, lo cual representa el 0,00043% del carbono reservado en la vegetación forestal de América Tropical (119 x10⁹ t) según Brown (1996) y el 0.06% del total de carbono estimado por Álvarez et al. (2001), para los bosques de Cuba en 1997.

Contribución de la masa forestal a la remoción de CO₂ atmosférico

Según Brown (1996), la forma principal por la que los bosques contribuyen al reducir efectos de cambio climático es mediante su influencia en los niveles de CO₂ de la atmósfera, y por consiguiente, en el ciclo global del carbono. En este estudio se mostró que la fijación de CO₂ por las plantaciones de

la Empresa Forestal Integral Cienfuegos contribuye a estabilizar los niveles de CO₂ en la atmósfera (Tabla 1).

En esta tabla se puede observar la superioridad de las plantaciones de pino con respecto a las demás para fijar carbono atmosférico, dado por la capacidad biológica intrínseca de ser una especie de crecimiento rápido debido a su carácter heliófilo, no tolerante a la excesiva competencia y además por poseer en su biomasa grandes cantidades de lignina que la hacen mucho más promisoría para cumplir con el objetivo de secuestro de carbono, aunque las plantaciones de mayor extensión son los que deberían fijar más CO₂, pero como se explicado en otros momentos que las plantaciones de Eucalyptus sp. son las que más superficie ocupan son de las que menos fijan dado al manejo que se le realizan en las mimas. Por lo que es válido aclarar que

Tabla 1.- Retención de carbono y remoción de CO₂ por las plantaciones forestales en la Empresa Forestal Integral Cienfuegos

Especie	C en la biomasa (t)	CO ₂ (t)
<i>Pinus caribaea</i>	364955.1	1338168.6
<i>Eucalyptus sp.</i>	103182.1	378334.4
<i>Casuarina sp.</i>	14648.6	53711.5
<i>Albizia sp</i>	14636.1	53665.7
<i>Tectona grandis</i>	2523.4	9252.5
<i>Talipariti elatum</i>	2453.3	8995.5
<i>Swietenia macrophylla</i>	1856.1	6614.7
<i>Calycophyllum candidissimum</i>	1648.2	6043.4
Resto de las especies	4681.2	17356.7
Total	510584.1	1872143.0

la capacidad de absorción de carbono atmosférico también está relacionado directamente con el manejo que se le da a la masa boscosa, la variación en el clima y el incremento del CO₂ atmosférico (Brown, 2002).

En este caso particular donde se ha estimado la contribución de los bosques a la mitigación del cambio climático podemos plantear que estos han secuestrado de la atmósfera 1872143.0 t CO₂ en 4573.4 hectáreas o sea, cada hectárea de las plan-

taciones forestales de la Empresa Forestal Integral Cienfuegos, ha contribuido a mitigar el exceso del dióxido de carbono en la atmósfera, absorbiendo 409 t CO₂, superando el estimado, de 28,2 toneladas para una hectárea típica, obtenido por Ramírez y Gómez (1999).

Conclusiones

1. La biomasa de las plantaciones forestales de la Empresa Forestal Integral Cienfuegos, constituye un importante reservorio de carbono en la provincia de Cienfuegos.

2. Los resultados sugieren que las plantaciones forestales de la entidad en estudio, ha contribuido a reducir la concentración de CO₂ en la atmósfera con la absorción de aproximadamente 1.8 millones de toneladas del referido gas de efecto invernadero.

3. La Empresa Forestal Integral Cienfuegos está prestando un servicio ambiental de vital importancia para la mitigación de los efectos del cambio climático y cuenta con potencialidades para su inserción en el mecanismo de desarrollo limpio.

Referencias

- * Álvarez, A.; Milán, C.; Gra, H.; García, J. M.; Guyat, M. A.; Mercadet, A.; Duarte, A. y Echevarría, J. 2001. Evaluación de las opciones de mitigación del cambio climático en el sector forestal cubano. Instituto de Investigaciones Forestales. 24 p.
- * Brown, S. 1996. Papel actual y potencial de los bosques en el debate mundial sobre cambio climático. *Unasylva*. Vol. 47 (185): 3-10
- * Brown, S. 1997. Los Bosques y El Cambio Climático: el papel de los terrenos forestales como sumideros de carbono. En: XI Congreso Forestal Mundial. Ankara.107-121 p.
- * Brown, S. 2002. Measuring carbon in forests: current status and future challenges. *Environmental Pollution*. (116): 363-372.
- * Brown, S. y LUGO, A. 1982. The storage and production of organic matter in tropical forest and their role in the global carbon cycle. *Biotropica* (14): 161-187.
- * Barres H. 1993. Carbon -fixing and timber production in tropical Klinki pine forest plantations .The Klinki pine Project.
- * Díaz, L. y Romero, C. 2001. Manejo de bosques y captura de carbono:spectos analíticos e implicaciones políticas. *Investigación Agraria: Sistemas y ursos Forestales*. (1): 153-165
- * Díaz, S. X. y Molano, M. A. 2001. Cuantificación y Valoración Económica de la Captura de CO₂ por Plantaciones del genero *Eucalyptus* Establecidas por el Preca en las Cuencas Carboníferas de César, Valle del Cauca-Cauca y altiplanoCundiboyacense. IUFRO-RIFALC: Taller Internacional sobre Secuestro de Carbono,16-20 julio. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 18 p.
- * Escandón, J. 2002. Instituto Nacional de Ecología. Captura de carbono. (enlínea).Disponible http://www.ine.gob.mx/dgicurg/cclimatico/ppiloto/ppiloto_4.html (Consulta: 20 de enero del 2004).
- * Makundi, W.; Rozali, W.; Justin, D. y Cyril, P. 1998. Los bosques tropicales en el Protocolo de Kyoto. *Actualidad Forestal Tropical*. 6 (4): 5-8, abril.
- * Mercadet, A. y Álvarez, A. 2005. Metodología para el establecimiento de la línea base de retención de carbono por las empresas forestales de Cuba. Inf. Final del Subproyecto 11.25.03. Programa Ramal de Medio Ambiente, MINAG. 27 p.
- * Moura, P. 2001. La Convención sobre el clima y el mercado de las contrapartes de las emisiones de carbono basadas en las actividades forestales. *Unasylva*. Vol. 52 (206): 34-40, marzo
- * Rodríguez, J. y Corrales, L. 1998. Estimación de la cantidad de carbono almacenado y captado (masa aérea) en los bosques de la República de El Salvador Proarca y Capas. San Salvador. Septiembre. 37 p.
- * Rodríguez, J. L.2005.Estrategia de mitigación del cambio climático para la EFI La Palma. Tesis en opción al título académico de Master en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río.80p.
- * Ramírez, O. y Gómez, R.1999. Estimación y valoración económica del almacenamiento de carbono. *Revista Forestal Centroamericana*. No27.julio-Septiembre17-22p.
- * Segura, M. 2001. Estimaciones de carbono en ecosistemas forestales: los aportes de los modelos de biomasa. CATIE. Curso Internacional 24-28 septiembre.
- * Vargas, O. L. 2003. Desarrollo de evaluaciones multicriterio sociales en el cotival, zonas Los Mangos y Domingodó. *Crónica Forestal y del Medioambiente*, (18): 5-24, diciembre.

Reflexiones en torno a la práctica de la Planificación Territorial en América Latina

Héctor Cortez Yacila, unvestigador-Docente de El Colegio de Tlaxcala A. C., Tlaxcala-México

Resumen

En esta presentación se discuten algunos puntos de vista relacionados con los factores o elementos que a nuestro juicio han contribuido históricamente a restringir la plena aplicación de los postulados prácticos de la Planificación Territorial en nuestros países, a la Luz de cierta literatura producida en Latinoamérica y de cierta experiencia tenida en México.

Se afirma que existen dos grandes tendencias en la crítica a la Planificación Territorial asociada con las debilidades de ésta como disciplina y como acción política, siendo la más importante aquella que proviene del campo ideológico de su concepción como acción política. Sin embargo, aquella que proviene del ámbito de la evolución de los conceptos tiene también un valor específico que podría ayudar a entender tal fenómeno, relacionado con los conceptos de espacio y territorio y sus derivaciones de espacialidad y territorialidad.

Se enfatiza en la relación existente entre los objetivos de los Planes y la tendencia de las relaciones globales que persisten y caracterizan a los territorios actuales, en franca dependencia estructural entre ellos, más que simples relaciones interterritoriales o espaciales. Tales relaciones se expresan en evidentes contradicciones que no son considerados en los Planes Territoriales y que contribuyen a reproducir situaciones adversas en la aplicación de tales Planes, muy lejos de la llamada homogeneidad en la ocurrencia de fenómenos sociales.

Otro aspecto que se discute es la propuesta de prácticas socializadas de las medidas de transformación que perseguiría la Planificación Territorial, las cuales nacerán en el seno mismo de la sociedad considerando su estructuración, funciones y capacidades diferentes de los actores para revertir situaciones adversas, aunque estén colmadas de contradicciones. En este contexto, se afirma que la fortaleza del planificador radica en emprender esfuerzos para concertar voluntades y asignar responsabilidades con éxito, lo cual es posible que no sea función directa de la sofisticación de equipos

ni de modelos algorítmicos, sino más bien de identidad, voluntad y ética.

Reflexiones en torno a la práctica de la Planificación Territorial en América Latina

De acuerdo con cierta tendencia en el abordaje de la Planificación Territorial, ésta nace como necesidad de aplicar una acción política ordenadora que corrija las incongruencias y la reproducción de elementos que desestructuran los territorios. La generalidad de los análisis de estas propuestas coinciden en señalar que tales elementos desestructurantes generan fuertes fenómenos espaciales promovidos fundamentalmente por las prácticas aceleradas de distribución, de redistribución y de apropiación de la naturaleza y de los recursos en general, incluyendo la renta, los bienes y servicios, los factores productivos y los medios de producción económica y de reproducción social.

En su devenir histórico, la planificación ha tomado vigencia en varias coyunturas en los países de Latinoamérica bajo modelos adaptados sobre todo de la experiencia europea. En las décadas de los 50s, 60s y 70s, cuando dominaba la visión keynesiana del estado del bienestar, se formulaban en Latinoamérica muy ilustrados documentos técnicos llamados Planes de Desarrollo Territorial, que mantenían al menos ciertas relaciones con la Planificación Económica e intervención del Estado en la sociedad y en la economía; todo ello en el marco de los Sistemas de Planificación Nacional liderados por los Institutos Nacionales de Planificación, que por lo demás eran ya inoperantes y burocratizados, sirviendo casi exclusivamente a los centros nodales o grandes concentraciones territoriales que eran con frecuencia las ciudades capitales de los países, dejando abandonado y a su suerte al resto de los territorios nacionales que sufrían intensos procesos de despoblamiento y contracción económica como consecuencia de la escasa o nula productividad existente principalmente en el sector primario. Se debatían entonces las modalidades de industrialización de las economías bajo el enfoque de sustitución de importaciones, pero siempre apostando a los territorios fuertemente

concentrados de población, de actividades económicas y de instituciones e infraestructura urbana, sin pensar en las distorsiones macro-cefálicas que adolecerían los países en un corto plazo.

Unos años después, una vez agotada las ilusiones de tener al menos en el Plan una sociedad ordenada, justa y asociada a un territorio planificado, se asistía al debilitamiento de una estructura sobredimensionada en su tamaño y en el consumo de recursos respecto a los escasos logros obtenidos en términos de planificación física y territorial que se trazaba como objetivo. La emergencia del modelo neoliberal en los enfoques económicos de la generalidad de los países de la región, desmanteló por completo los sistemas y las instituciones que tenían que ver con regulaciones del mercado y con el consumo de los escasos recursos de los que disponían los estados nacionales como consecuencia de las crisis económicas y financieras recurrentes. Empezaba una nueva etapa en la cual la Planificación era algo así como hacer programación a corto plazo, principalmente para saber qué hacer ante un agente económico emergente o exógeno, o ante un sector económico que necesitaba apoyo subsidiario, o ante una población insatisfecha que hacía escuchar en las calles su desacuerdo con las altas tasas de desempleo y altos índices inflacionarios que reducía el salario real a niveles de incertidumbre.

Posteriormente, se asiste a la consolidación del modelo de libre mercado en la región, y la Planificación Territorial se repliega a oficinas sectoriales de Programación y Presupuesto, con escasos lazos interinstitucionales e intersectoriales y con escasos recursos para emprender acciones de gran magnitud como los que exige el complejo y arduo esquema del más mínimo proceso efectivo de Planificación; en la generalidad de los casos ubicados en sectores de ayuda y promoción social, con fuertes nexos subsidiarios y de estímulos a la demanda en estrecho vínculo con el mercado.

Sin embargo, la preocupación por la práctica y el desarrollo de la Planificación Territorial en sus diferentes vertientes continuaba desde el sector académico a partir de los contraproducentes resultados territoriales de las dinámicas económica y demográfica de libre ocurrencia que experimentaban los países de la región, y que en conjunto lograron llamar la atención del agente público para emprender algunas medidas de política tratando de evitar la continuidad de graves consecuencias sociales, económicas y ambientales asociadas con la libre y espontánea dinámica espacial de los capitales y actores económicos y sociales, incluyendo la gran concentración de instituciones de

gobierno con un claro centralismo de corte funcional.

En ese contexto se trataron de formular e implementar numerosos programas, planes y proyectos tal como ocurrió por ejemplo en México que, según García (2010), citando a Garza (2003), SPP (1988) y Álvarez (1988), indica que fueron: el Programa de Parques y Ciudades Industriales (1953-1958), la creación de cuatro emplazamientos industriales, entre ellos Ciudad Sahagún, Hgo., el Programa de Marcha al Mar (1953-1958), el Reparto agrario sexenal: 5 771 718 ha., el Plan Lerma de Asistencia Técnica (1963), la Comisión Nacional de Colonización, el Mejoramiento de la situación urbanística de las ciudades fronterizas del norte, la construcción de cuatro parques industriales (1960-1964), el Reparto agrario sexenal: 9 021 683 ha., intentos gubernamentales para el crecimiento de regiones menos desarrolladas y para la descentralización económico-demográfica de la Ciudad de México, el Plan Chontalpa (1966), la construcción de diez emplazamientos industriales (1966-1970), la Comisión de Estudios del Territorio Nacional, CETENAL (1968), el Reparto agrario sexenal: 23 055 619 ha., la Comisión Nacional de Zonas Áridas (1970), el Plan Nacional de Centros de Población Ejidal (1971), la Ley para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental (1971), el Programa para la Promoción de Conjuntos, Parques, Ciudades Industriales y Centros Comerciales (1971), la Comisión Coordinadora para el Desarrollo Integral del Istmo de Tehuantepec (1972), la Comisión Coordinadora para el Desarrollo Integral de la Península de Baja California (1973), inversiones en proyectos turísticos (Cancún, Huatulco, Bahía de Banderas, etc.), establecimiento de polos de desarrollo como Lázaro Cárdenas-Las Truchas, (Mich), Peña Colorada (Col.) y La Caridad (Son), inversiones en áreas rurales deprimidas, la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal (1975), el Plan Nacional Hidráulico (1975), Reparto agrario sexenal: 14 047 365 ha., infraestructura petrolera en Chiapas, Tabasco y Campeche (1977-1982), Ecoplanes (1978-1981), la Ley Federal de Protección al Ambiente (1982), el Reparto agrario sexenal: 15 720 000 ha., el Programa Nacional de Desarrollo Urbano (1989-1994), el Programa Nacional de Protección del Medio Ambiente (1989-1994), el Programa Nacional de Aprovechamiento del Agua (1989-1994), el Programa de 100 ciudades (1992), el Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares, Procede (1992), los Planes estatales de desarrollo, el Reparto agrario sexenal: 803 100 ha (de 1989 a 1992), los Programas Nacionales de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio (2001-2006), Hidráulico (2001-2006), Forestal (2001-2006), de Prevención y Atención de Desastres Naturales

(2001-2006), de Desarrollo Social (2001-2006), de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2001-2006), el Programa de Desarrollo de la Frontera Norte (2001-2006), de la Frontera Sur (2001-2006), de Desarrollo Rural Sustentable (2001-2006), el Plan Escalera Náutica del Golfo de California (2001-2006), el Proyecto Gran Visión, el Plan Puebla-Panamá (2000) y demás Planes estatales de desarrollo.

Sin embargo, de todo este conjunto de intentos de implementación de instrumentos de Planificación y Ordenamiento Territorial en los gobiernos de la región, se tienen importantes referencias (Coraggio, 1994; García, 2010; De Mattos, 2001), que indican que tales intentos no han pasado en muchos casos de ser buenas ideas con muy buena predisposición, pero que han quedado actualmente desfasados y en el olvido como muestra de la aplicación ineficaz de la Planeación Territorial, lo cual amerita centrar aquí nuestra atención en el intento de averiguar y discutir sobre las posibles causas de esta ineficacia, que a continuación se realiza sobre la base de cierta literatura que aborda dicho tema, principalmente la citada líneas arriba.

Se perfilan dos grandes tendencias en la crítica a la Planificación Territorial asociada con las debilidades de ésta como disciplina y como acción política, siendo la más importante aquella que proviene del campo ideológico de su concepción como acción política. Sin embargo, aquella que proviene del ámbito de la evolución de los conceptos tiene también un valor específico que podría ayudar a entender tal fenómeno, relacionado con los conceptos de espacio y territorio y sus derivaciones de espacialidad y territorialidad.

Una característica constante de la Planificación Territorial fue referir al territorio como categoría absoluta definida por la localización cada vez con mayor precisión de los elementos y fenómenos espaciales, ubicando los valores subjetivos y representativos a un plano igual o inferior a tales elementos y fenómenos en términos de su importancia y trascendencia para fines de ordenamiento territorial. Bajo esta concepción, el instrumental aplicado evolucionó muy rápidamente desde el uso de la geometría euclidiana de posicionamiento cartesiano tradicional hasta los Sistemas de Posicionamiento Global o GPSs. El territorio, concebido a partir de los límites espaciales y de los elementos y fenómenos existentes en dichos espacios, no sólo no permitía un análisis integrado de las relaciones unitarias preexistentes con la categoría social, sino que hacía imposible que esta última categoría se elevara a un nivel de acción y transformación como función de sus propias estructuras y valoraciones; tampoco permitía discriminar las

tendencias transformativas de los grupos sociales para definir en última instancia la responsabilidad que le corresponde a cada actor social como integrante de un grupo y una clase social determinada. De esa forma, lo relevante era determinar con exactitud las relaciones de causalidad, localizando con precisión dónde estaba el problema, quién lo originaba y quién lo padecía, para después empezar a jugar con ciertas posibilidades de solución, sugiriéndose un conjunto de medidas posibles, o algunas incluso imposibles, homogeneizando criterios para su aplicación que muchas veces se contraponían a los intereses de clase en una estructura social polarizada, donde cada grupo tiene objetivos, fines y cosmovisiones diferentes. La espacialidad, entonces, consistía en definir un área de influencia también delimitada físicamente con modelos y algoritmos de gravitación calculados matemáticamente, no como complemento de un abordaje basado en una categoría cultural e identitaria, sino principalmente como definición precisa de los lugares con posibilidades de localizar también tal o cual infraestructura que permitiera también principalmente emprender el crecimiento económico para que más adelante el propio sistema de mercado se encargara de redistribuir población y recursos; afirmo esto último ya que es difícil encontrar Plan, estrategia o cualquier forma inducida de ordenamiento, donde se mencione explícitamente alguna forma de tal redistribución

Diagrama 1
Tendencia de la crítica a la Planificación Territorial desde los conceptos



Fuente: Elaboración propia

(Diagrama 1).

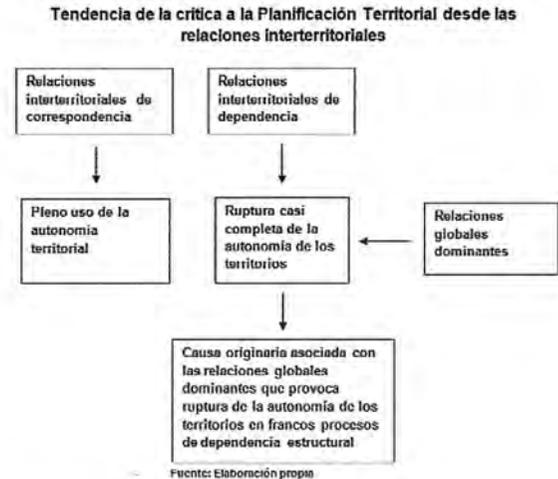
Del territorio como base física de localización de elementos y ámbito de ocurrencia de fenómenos territoriales, se asiste a una nueva concepción del mismo como categoría inherente al proceso de desarrollo social ya que es en el seno de la sociedad misma donde se construye. Esta nueva visión del territorio proviene no de la economía, a pesar de que en la teoría económica espacial se reconocía los límites e inconvenientes en el uso recurrente del territorio como categoría física, sino de la antropología. Jiménez, M. (1996) lo describe

como una modalidad de la apropiación subjetiva del espacio; como una parte inherente e indisoluble de la visión y percepción de los grupos humanos; como una construcción social cuyo instrumento fundamental de mediación es la cultura; como parte medular de la cosmovisión de los individuos. De esta forma, un factor desestructurante del territorio como lo pueden ser: una congestión vial, un proceso de despoblamiento, la contaminación en la ciudad, la alta migración, el crecimiento inorgánico, la alta informalidad existente, etc., no sólo afecta la economía, o al aparato productivo, o al nivel socioeconómico local, sino a la convivencia humana y a las vidas de las personas que buscarán adaptarse a las nuevas condiciones bajo una nueva visión e imagen del territorio, el cual empezará a construirse en condiciones adversas a su modo pacífico de vivir, lo cual es un proceso difícil de lograr y demandará mucho tiempo para que ello ocurra. Desde esta visión del territorio, la Planificación Territorial deberá prevenir tales situaciones y corregir las existentes, pero desde el seno mismo de la sociedad y no considerando a ésta sólo desde su crecimiento físico y demográfico. Así, tal como lo afirma Coraggio, la planificación territorial "...debe ser vista como parte del complejo proceso de transición desde el interior de la sociedad que...la propone como alternativa de una racionalidad superior..."

De la forma tradicional de entender el territorio se derivan también otras contradicciones que con frecuencia se manifiestan en el ejercicio de la Planificación Territorial, al considerar las relaciones espaciales como determinantes de la acción social y no como una dimensión más de ella: la confusión entre ámbito homogéneo y ámbito de igual ocurrencia de los fenómenos.

La consideración de lo homogéneo no debe entenderse como igual ocurrencia de los fenómenos; la homogeneidad no quiere decir que las condiciones estructurales, productivas, sociales y políticas sean las mismas en los diferentes ámbitos territoriales. Pueden ocurrir procesos demográficos, económicos, sociales, políticos, etc., que se vinculen con el mismo origen en términos de categorías causales en varios territorios, pero casi nunca con la misma intensidad y magnitud. Lo que sí está predeterminado en los niveles o ámbitos territoriales es la influencia ejercida sobre este nivel territorial por parte de otro territorio de nivel superior que lo contiene, lo cual hace que lo estatal esté cuasi supeditado a lo regional, lo regional a lo nacional y lo nacional a lo global en francos procesos de dependencia más que de interdependencia, dejando a los territorios de niveles inferiores con muy escasa autonomía de operación y manejo, aunque sea muchas veces difícil de aceptar por las autori-

Diagrama 2



dades locales (Diagrama 2).

No obstante los fuertes lazos de dependencia existentes entre los ámbitos territoriales que se contienen mutuamente, deberá tenerse muy en cuenta en la toma de decisiones de la Planificación Territorial, que cada estructura territorial o nivel espacial trabajado por la Planificación tiene su propia coyuntura, sus procesos económicos y de acumulación y un nivel determinado de desarrollo del capital, que es el factor que se asocia con fuertes fenómenos territoriales y el principal transformador de los territorios. En esa medida, cada estructura y ámbito territorial tiene su propia correspondencia con los objetivos globales del capital tal como lo afirma Rofman (1989), lo cual no sólo se presenta de diferente forma en cada país sino también en cada región interna.

Estas relaciones de coyuntura y de vínculos con el sistema global de circulación del capital le imprimen a cualquier sistema de Planificación, inevitablemente, un efecto político-ideológico. Este efecto se traduce en la fuerza motriz que direcciona los cambios inducidos plasmados en un Plan de Ordenamiento o en un Plan de Desarrollo Territorial, en los cuales deben establecerse objetivos que tengan correspondencia con lo que persigue el sistema dominante regional, nacional y mundial, que no es necesariamente el bienestar social en primer término, aunque en el discurso político se presente recurrentemente de esa manera.

Así, no es casual que las grandes obras hidráulicas, transvases, presas, desarrollo de áreas de cultivos intensivos de exportación, presencia de grandes compañías mineras, grandes proyectos carreteros, entre otras grandes obras, se implementen con mayor facilidad que el combate a la pobreza en los países y regiones. No es casual tampoco que casi la totalidad de infraestructura de servicios y de apoyo a la producción continúe localizándose en las grandes concentraciones hasta

agotar por completo su capacidad de carga; tampoco es casual que todo lo anterior coincida con el alto Producto Interno Bruto generado en tales grandes concentraciones, que además poseen altas productividades de los factores y son centros o polos de innovación, principales atractivos de las empresas transnacionales, mientras se desplazan empresas locales de menor tamaño hacia la periferia menos competitiva donde es más fácil sobrevivir, si no es que desaparecen por completo. Todo ello fue construido mediante la aplicación de Planes y Programas cuyos objetivos guardan gran afinidad con la dinámica espontánea del modelo global.

Desde lo que se acaba de mencionar, y desde lo que se acostumbra a oír con frecuencia en los pasillos de las Oficinas de Planificación de las instancias públicas, se infiere que debemos de considerar muy seriamente la naturaleza y el verdadero origen de los factores que suelen estar asociados con los magros resultados de las prácticas de la Planificación. Pero aquí se presenta otro problema en forma de disyuntiva: para algunos, sobre todo provenientes del ámbito académico, las causas originarias podrían estar escondidas detrás de lo que comúnmente se muestra en la televisión o en el centro de la ciudad moderna; sin embargo, para otros el fenómeno que podría ser una consecuencia se presenta como causa de los problemas, ya que han dominado las relaciones causales en el análisis territorial previo realizado por ellos en la etapa de diagnóstico y, como lo que tendría que hacerse es atacar las causas de los problemas, ellos identifican las causas y plantean un conjunto de medidas de solución. Así, por ejemplo, se identifican grandes concentraciones económico-demográficas asociadas con macrocefalias, ausencia de ciudades intermedias, concentración de funciones, etc., y proponen estrategias de descentralización, desconcentración, promoción a la relocalización industrial, programas de ciudades medias, incrementos en la dotación local de recurso nacionales o federales, etc. Cuando después de varios intentos de implementación de Planes que contienen un conjunto de medidas de solución sobre la bases de los problemas identificados previamente, ven un resultado muy pobre en el logro de los objetivos del Plan, se tratar de justificar tal ineficacia aduciendo: la inoperancia de modelos de información, cálculos extremadamente abarcativos, vacíos en la formulación cualitativa, aplicación arbitraria de coeficientes, falta de información, falta de capacidad de computación, de coordinación entre la planificación sectorial y la global con la regional, etc.

Lo anterior entra en contradicción con lo que aquí postulamos respecto a las causas originarias de los fenómenos desequilibrantes de los territorios y,

en consecuencia, con el incremento de la desintegración social en un nivel mayor al que se encontró antes de aplicar cualquier instrumento de Planificación. Es cierto que las causas discutidas en el párrafo anterior existen, pero no son originarias; creo que esto es importante destacar cuando se trata de evaluar la eficacia de los Planes. Por ejemplo, es cierto que el uso de autos sin mantenimiento constante produce más contaminación, pero la causa originaria no es la falta de mantenimiento, sino su uso excesivo y descontrolado asociado con la instauración de una cultura del auto promovido por la política de apertura en un marco de relaciones globales. Si yo aplico un Plan de descontaminación proponiendo la verificación permanente de los autos que circulan en mi ciudad y su constante mantenimiento, sin ninguna propuesta de uso de medios alternativos de transporte, y por otro lado admito que se continúen aplicando Planes de Desarrollo Económico que promueven el uso e ingreso de más autos para incrementar el empleo, los ingresos y el crecimiento económico de mi ciudad en el marco de la política de apertura de mi país, evidentemente que mi Plan de descontaminación fracasará en el corto plazo ya que, si bien es cierto las emisiones de contaminantes por unidad automotriz se mantienen constantes por las medidas de verificación y mantenimiento que apliqué, la cantidad total de contaminantes de la combustión automotriz subió como consecuencia del incremento del número de automóviles; esto puede ocurrir incluso si yo implementara usos alternativos de transporte en mi Plan de descontaminación. Lo anterior tiene mucha relación con las relaciones hegemónicas globales que no dan tregua a los Planes en sus procesos de maduración, evaluación y retroalimentación.

En alusión a esto último, la velocidad con la que ocurren los procesos territoriales en el marco global de interacción y dependencia entre territorios, es otro factor a considerar en el análisis de las causas originarias relacionadas con los escasos logros de la Planificación Territorial, y se constituye en otra contradicción entre los objetivos de los Planes y la dinámica del sistema de relaciones globales dominante. La lógica cortoplacista de la dinámica económica en su carrera por alcanzar óptimos resultados, se contraponen con la naturaleza de los objetivos a alcanzar con los Planes que con frecuencia son de mediano y largo plazo. También, con frecuencia, los modelos de configuración del territorio en que se basan los Planes permanecen más tiempo con el mismo molde, hasta que los cambios territoriales producto de la dinámica global los desactualiza por completo convirtiéndolos en modelos anacrónicos, haciendo que cada vez las medidas de solución propuestas lleguen demasiado tarde a atender una situación que ya varió y

se convirtió en un problema más intenso, tal como ocurre con la informalidad o con la pobreza en América Latina.

Desde las prácticas económicas provenientes del poder político también se aprecia otro conjunto de contradicciones. La voluntad política no siempre está de acuerdo incluso en redistribuir espacialmente recursos. En estos niveles de toma de decisiones se reconoce la distorsionada localización de las actividades económicas y de población que siguió a la industrialización incipiente y que domina en nuestros días, y se reconoce también como medida de importancia las conducentes a la difusión del crecimiento a través de la desconcentración económica y demográfica y la descentralización administrativa-funcional. Sin embargo, en la región latinoamericana se observa con frecuencia que estas modalidades estuvieron enmarcadas en actitudes de presión política más o menos diferente en cada contexto y conjunto de países, puesto que se trataba de invertir el sentido de los flujos de recursos desde las áreas más desarrolladas económicamente y más urbanizadas, hacia las menos desarrolladas, lo cual era contrario a toda medida de política de promoción al crecimiento y desarrollo económico en tanto, sin ser mencionado así explícitamente, eran polarizados y le servía al capital con el aval del poder político en tanto todavía no entraba en contradicción con la proliferación de externalidades negativas que inevitable y paralelamente reproduce.

En la práctica, los países en la región no lograron definir con claridad esta tendencia de cambio de

dirección y sentido de las inversiones. El interés por el crecimiento económico, como preámbulo para el desarrollo social establecido en los Planes y Programas, localizaba con frecuencia las inversiones en los territorio que ofrecían condiciones para incrementar la productividad y renta: los grandes centros urbanos, lo que contribuyó enormemente a continuar reproduciendo los grandes desequilibrios territoriales en un modelo de crecimiento territorial caracterizado por la subordinación de muchos asentamientos dispersos y el dominio territorial jerarquizado de algunas grandes ciudades en donde se concentran los factores productivos a través de los ciclos recurrentes de acumulación.

Frente a dicha situación, los Planes y Programas terminaron por sostener una visión de desconcentración y descentralización a partir de estímulos a la demanda de territorios menos favorecidos por parte de los agentes económicos y de los factores productivos.

Se creaban nuevas condiciones de dinámica local en estos últimos territorios aplicándose Programas denominados de 50, 80 ó 100 ciudades, los cuales se implementaban tratando de dinamizar el interior bajo modelos denominados "Polos de Desarrollo". La respuesta a dichas medidas la tenemos y vivimos actualmente, cuando se verifica no una difusión espacial del crecimiento sino una reconcentración territorial de las zonas centrales a manera de ciudad-región según Scott (2001) y Boi-

BOLETIN DE SUSCRIPCIÓN

MAPPING

Deseo suscribirme a la revista MAPPING por 1 año al precio de 120 euros para España
Forma de pago: Talón nominativo o transferencia a nombre de REVISTA MAPPING, S.L.
CAJA MADRID: Pº. de las Delicias, 82 - 28045 MADRID Nº 2038-1732-55-3001376203
Enviar a: REVISTA MAPPING, S.L. - C/ Hileras, 4, 2º, Of. 2 - 28013 MADRID.

Nombre NIF ó CIF

Empresa Cargo

Dirección Teléfono

sier (2006), o corona regional según Delgado (1999), que sigue el mismo sentido y dirección que la reproducción del capital y la reconcentración demográfica.

Así, para fines de Planificación Territorial, no basta con admitir que los factores productivos se dirigirán hacia centros de menor concentración en busca de mayor utilidad individual y mejores condiciones de productividad marginal, reestableciendo las condiciones estructurales para el equilibrio territorial o construyendo reequilibrios en el territorio, sino también deberán considerarse muchas otras condiciones que harían posible este equilibrio o reequilibrio que son en la realidad contrarios a los que pregona la teoría económica tradicional como supuestos: la producción de un bien único y homogéneo en la economía, pleno empleo, competencia perfecta, costos de transporte nulos, funciones de producción regionales idénticas con rendimientos constantes a escala, oferta de trabajo constante y ausencia de progreso técnico, las cuales no existen en ninguna realidad en la que se aplica el instrumento de Planificación ya que se asiste a una gran heterogeneidad en procesos, tamaños y capacidades de los agentes.

Es que los factores productivos, en su lucha por sobrevivir, no obedecen a estrategias racionales de ordenamiento como son las medidas escritas en los Planes Territoriales, sino que tienen su propia lógica de funcionamiento. En este sentido, los modelos aplicados para medir rangos de atracción gravitacional, por ejemplo, no es que dejen de tener validez, pues en realidad representan instrumentos eficaces para entender el qué está ocurriendo con la dinámica espacial de tales factores y cómo ocurre la polarización de los territorios o la formación de territorios reconcentrados, sino que no explican las razones originarias de tales fenómenos. Es insostenible, entonces, considerar que la solución a los problemas territoriales se basen casi exclusivamente en los resultados obtenidos de la aplicación de tales modelos, sin considerar otras dimensiones ni el complejo entramado de intereses e ideológico que está detrás de tales situaciones. Toda política que se base principalmente en la consideración de aspectos cuantitativos producto de la aplicación de tales modelos, y en relaciones lineales de causalidad olvidando los factores originarios de reproducción de tales fenómenos, será difícil que se aproxime a compatibilizar eficiencia económica con equidad social, y será un proceso un poco menos que imposible de alcanzar.

Menciono esto último porque con frecuencia ocurre durante los procesos de evaluación del impacto de las políticas. La evaluación de las políticas te-

ritoriales con enfoques generalmente cuantitativos no sólo parten de homogenizar la ocurrencia del fenómeno sino también homogenizan sus efectos, lo cual es otro punto a considerar en los procesos de seguimiento, actualización y retroalimentación de tales políticas que no logran grandes resultados. Esto es una práctica común de la política en la región que proviene de Europa, al igual que muchos elementos de la Planificación Territorial incluida ella misma.

Coronado (1997) indica que muchas evaluaciones de las políticas territoriales en Latinoamérica adolecen de lo que se adoleció en Europa donde se limitaban a estimar los efectos territoriales de la política regional desde el punto de vista cuantitativo sobre una o un conjunto determinado de variables-objetivo. Sin embargo, en dichos países, hoy, se suele definir el proceso de evaluación en un sentido más amplio considerando la investigación del éxito a través de los objetivos declarados, o a partir de la investigación sobre el tipo sectorial de política regional ya que el objeto de evaluación difiere por sectores de acuerdo con las consecuencias que se les atribuye a través de sus programas.

Otro aspecto complementario y relacionado con el alcance cuantitativo de la evaluación de las políticas territoriales en América Latina, es la denominación de impacto de dichas políticas, antes que el proceso de evaluación en su sentido amplio, sin considerar sus diferencias. El análisis de impactos sólo considera los cambios cuantitativos producidos en las variables objetivo, mientras que la evaluación tiene en cuenta las múltiples y complejas relaciones que puedan existir entre las metas, objetivos e instrumentos de la política regional de acuerdo con Folmer (1986:17). Continúa Coronado afirmando que el proceso de evaluación se requiere para emplear sus conclusiones "como soporte para plantear futuras estrategias" (Ibid, 1997:4).

Otra acción común de las políticas y acciones de los gobiernos que tradicionalmente se han visto en la región en materia de Planificación Territorial en el marco del complejo compromiso y responsabilidad que tienen los hacedores y ejecutores de políticas públicas en esta materia, es la consideración de los agentes y actores casi exclusivamente como beneficiarios de la misma. En este enfoque no hay definición de responsabilidades ni designación de las mismas para el cambio; no se consideran capacidades diferenciadas de los agentes o, en todo caso, tales capacidades diferenciadas aparecen como provenientes de ámbitos ideológicamente pre-concebidos y rechazados; no se establecen canales diferenciados de llegada de la política territorial y se concibe el hecho de que por sí sola y

de manera espontánea y automática dicha política descenderá hasta las personas modificando favorablemente sus condiciones de vida (Gasca, 2007).

Lo anterior fue característico en varios países y en varios periodos en la región, como por ejemplo en México y en el período 1985-1995. Según Carrillo (2002), quien estudió la práctica de la Planificación Regional en este país, el desarrollo regional en ese período fue considerado más como parte de la política social, y el proceso de planeación se redujo al control de los recursos y actividades dentro de un contexto de estabilización económica y no como un instrumento de promoción del desarrollo equilibrado.

En las consideraciones anteriores queda pendiente la respuesta a la pregunta: ¿qué papel le corresponde jugar al Planificador consiente de que debe abordar las causas originarias de los problemas de la Planificación Territorial, que no son precisamente las que hasta ahora han sido abordadas?

Creo que para abordar la respuesta hace falta profundizar en varios otros elementos complementarios. Sin embargo, en lo que refiere a lo aquí tratado, sí es posible referir que la práctica social y socializada de las medidas de transformación que perseguiría la Planificación Territorial deberían estar dirigidas por planificadores consientes de que tal cambio social nacería del seno mismo de la sociedad y no del escritorio donde se formulan medidas sin aproximarse al fenómeno social o territorial, o donde se ve a la población como objeto de estudio, sin capacidad de transformación y con frecuencia como beneficiario de tales medidas. Todo ello implica la definición de actores, agentes y responsabilidades diferenciadas que les corresponden en la reproducción social de las condiciones actuales, dependiendo del rol y funciones que desempeñen en la estructura social, así como la búsqueda de la viabilidad de emprender acciones que modifiquen tales condiciones actuales. Desde este punto de vista, la fortaleza del planificador radica en emprender esfuerzos para concertar voluntades en un mundo donde priman las contradicciones, lo cual es posible que no sea función directa de la sofisticación de equipos ni de modelos algorítmicos, sino más bien de identidad, voluntad y ética.

Referencias

Álvarez, J. (1988). *Enciclopedia de México*, Secretaría de Educación Pública, México, 14 tomos.

Boisier, Sergio. (2006). "Algunas reflexiones para aproximarse al concepto de ciudad-región", en *Estudios Sociales: Revista de investigación científica*, 14 (28), 163-190.

Carrillo, M. (2002). *Aspectos microeconómicos introductorios del desarrollo regional y urbano*, Instituto Politécnico Nacional, México D. F.

Coraggio (1994). *Territorios en transición. Crítica a la Planificación Regional en América Latina*, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México, 3° edición.

Coronado, D. (1997). "El proceso de evaluación de las políticas económicas regionales: una revisión de métodos y experiencias", en *Estudios Regionales*, núm. 47-1997, Madrid-España.

De Mattos (2001). "Movimientos del capital y expansión metropolitana en las economías emergentes Latinoamericanas", en *Revista de Estudios Regionales*, núm. 60, 2001, pp. 15-43.

Delgado, J., C. Anzaldo y A. Larralde (1999), "La corona regional de la ciudad de México. Primer anillo exterior en formación" en Delgado, J. y B. Ramírez (coords.), *Transiciones. La nueva formación territorial de la Ciudad de México*, Programa de Investigación Metropolitana, Plaza y Valdés, UAM, México, pp. 171-194.

García, F. (2010). "La planeación del desarrollo regional en México (1900-2006)" en *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, Núm. 71, 2010, pp. 102-121.

Garza, G. (2003). *La urbanización de México en el siglo XX. El Colegio de México*, México.

Gasca, J. (2007). *Presentación del XVII Seminario de Economía Urbana y Regional. Evaluación de Políticas públicas territoriales: ciudad y región*, IIEs-UNAM, México D.F.

Jiménez M. (1996). *Territorio y Cultura*, Universidad de Colima, México.

Rofman, A (1989). "Teoría y práctica de la planeación regional en América Latina", en Coraggio, J. L., Sabaté, A. F. y Colman, O. (eds.), *La cuestión regional en América Latina*, CIUDAD, Quito.

Scott, A. (2001). *Global City-Regions, Trends, Theory, Policy*, Oxford University Press, New York.

Secretaría de Planificación y Presupuesto (SPP) (1988). *Antología de la planeación en México 1917-1985*, FCE, 20 Tomos, México.

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
CENTRO NACIONAL DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

cartografía digital



www.cnig.es



BASE CARTOGRÁFICA NUMÉRICA (BCN1000, 500, 200, 25),
MAPA TOPOGRÁFICO NACIONAL (MTN50, 25),
MODELO DIGITAL DEL TERRENO (MDT1000, 200, 25),
LÍNEAS LÍMITE, BASE DE DATOS DE POBLACIÓN, MAPA DE USOS DEL SUELO,
ATLAS NACIONAL DE ESPAÑA, CARTOGRAFÍA TEMÁTICA.

CENTRO DE DESCARGAS DE DATOS,
<http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>

Oficina central y comercialización:
General Ibáñez de Ibero, 3 • 28003 MADRID
Teléfono: +34 91 597 94 53 • Fax: +34 91 553 29 13
e-mail: consulta@cnig.es