

# INGENIERÍA Y TERRITORIO

∴ Francisco Salgado Arteaga  
compilador

*FRANCISCO SALGADO ARTEAGA*

Ingeniería y Territorio

Primera Edición

Diagramación: Dis. David Gutierrez V.

Portada: Dis. David Gutierrez V.

Se autoriza la reproducción de este material siempre que se cite la fuente.

ISBN: 978-9942-11-018-3

Compilación: Francisco Salgado Arteaga

[fsalgado@uazuay.edu.ec](mailto:fsalgado@uazuay.edu.ec)

Juan Larrea y Manuela Canizares

Teléfono:4024997

Cuenca - Ecuador

2011

# INGENIERÍA Y TERRITORIO

La producción de conocimiento es un requisito y un pilar consustancial a la Universidad. La generación de creatividad e innovación es la nota característica de esta institución humana que surgió hace mil años, como comunidad de profesores y estudiantes dedicada a la formación de personas, al desarrollo de la ciencia y al servicio a la sociedad.

El conocimiento y los métodos generados no sólo evidencian el trabajo que una universidad hace, sino que le da base para un desarrollo sostenido y responsable, alrededor de grupos de profesores, investigadores y estudiantes que indagan, prueban, experimentan, imaginan, cuestionan, evalúan, buscan, descubren, aplican, crean, modelan, adaptan, demuestran, organizan, religan, innovan o inventan. Es decir, piensan.

Estos grupos nucleares generan luego una inercia positiva en otros profesores y estudiantes, y en la Universidad se va creando un ambiente de investigación y producción intelectual. Ambiente en el cual el compartir los saberes con generosidad es el vector de esta fuerza positiva que se expande a mayores grupos de seres humanos que se entusiasman y acrecientan el encanto de un mundo entero por explorar. Producir conocimiento y compartirlo abiertamente, por tanto, ha sido siempre parte de la esencia de la academia a lo largo de su historia, y lo es más todavía en esta época de cambios acelerados, en la que su papel de creatividad e innovación es clave para el futuro en el siglo XXI.

En la Universidad del Azuay, particularmente en su Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador, se ha desarrollado un grupo humano que trabaja con competencia y entusiasmo en una línea investigación de ingeniería y territorio, que se expresa en la geomática. En ella convergen desde las metodologías de antiguos cartógrafos, hasta las actuales infraestructuras de datos espaciales, disponibles a través de la red y replicables en variado tipo de dispositivos digitales, tales como teléfonos móviles o tabletas electrónicas.

Los estudios de ingeniería y territorio han permitido integrar puentes con ámbitos tan importantes como la gestión territorial y ambiental, el catastro y valoración, y la geo-referenciación de información temática de variadas vertientes: biodiversidad de flora y fauna, rutas y atractivos turísticos, cobertura de bienes patrimoniales, índices de desarrollo humano, planificación de poblaciones y gobiernos locales, por citar algunas de ellas.

Los logros del grupo de trabajo en geomática son el resultado de un proceso continuado que iniciáramos en el año de 1995, con el proyecto del “Modelo del Sistema de Información Geográfica de Cuenca” y que se ha desarrollado gracias a un traba-

jo serio y responsable. A más de los mapas temáticos producidos, varios proyectos de investigación aplicada y posgrados se han realizado en torno a esta comunidad de investigadores

El proyecto de fondos concursables de mayor monto realizado en la Universidad hasta la fecha, dirigido por Paúl Ochoa, y financiado por el Banco Mundial – PROMSA, se realizó en el marco de este grupo, que incluyó a profesores como Pablo Lloret, Piercosimo Tripaldi y Omar Delgado y alianzas estratégicas con la Fundación Jatun Sacha y la Universidad Nacional de Loja.

Otro hecho destacable es la cooperación que se ha logrado en este ámbito con la Universidad de Jaén - España, en particular los catedráticos Francisco Ariza y Manuel Alcázar, con intercambios de positivo impacto desde el año de 1997. Con dicha Universidad, y las Politécnicas de Madrid y Valencia, la Universidad del Azuay conformó la red Geocamva, conjuntamente con la Universidad Nacional de Heredia (Costa Rica) y el Instituto Politécnico ISPJAE (Cuba).

El trabajo en red, la actitud de compartir los saberes, el aprendizaje permanente y un proceso continuado son los signos característicos que han permitido el desarrollo de este colectivo, que ha incorporado a varios estudiantes – tanto de pregrado como de posgrado – en su actividad.

Las universidades deben crear conocimiento que les permita desarrollar tecnología e incorporarla a sus sistemas de trabajo y producción, con el fin mayor de encontrar respuestas a los problemas propios de la sociedad a la que se deben. Si no se genera conocimiento, nuestra academia quedaría como una comunidad pasiva que solamente usa la tecnología desarrollada por otros para otras realidades, y no puede aportar al desarrollo de sus poblaciones

Los artículos que se incluyen en esta compilación de “Ingeniería y Territorio”, son una muestra de la responsabilidad académica en la producción de conocimiento y su difusión de manera amplia para la sociedad. Este camino es un referente por el que debemos transitar, con la conciencia plena de que todavía es grande el esfuerzo que nos queda por realizar, para estar a la altura de los cambios de la hora presente.

Francisco Salgado Arteaga

1

# Modelo del Sistema de Información Geográfica de Cuenca: validación y actualización transcurridos 15 años de su creación

... Francisco Salgado Arteaga, Paúl Ochoa Arias

*Antecedentes: En 1989, por medio de un proyecto denominado el Inventario Ecológico de la Áreas Verdes de Cuenca, se inició el trabajo con un Sistema de Información Geográfica para la ciudad de Cuenca - Ecuador, con el apoyo de Washington State University (WSU). Uno de los objetivos de ese proyecto era el de dotar a Cuenca de un instrumento para la planificación del desarrollo de la ciudad, haciendo uso de manera adecuada los recursos naturales de la zona en armonía con su preservación (Ochoa, 1993).*

*En el año de 1993 se consiguió obtener cierto grado de desarrollo, sobre todo en la parte gráfica; se elaboraron algunas capas temáticas: límites políticos, hidrología, vías, topografía (cada 40 pies), centros poblados, vegetación. Sin embargo, la necesidad de capacitar al personal técnico local, adaptar los procedimientos, así como la de integrarlo a la información territorial que gestiona el municipio y las empresas de servicios (electricidad, agua potable, alcantarillado y telefonía), condujo a que en abril de 1996, por iniciativa de la Universidad de Azuay, se constituyera el proyecto denominado "Modelo del Sistema de Información Geográfica de Cuenca".*

En este proyecto intervinieron la Municipalidad de Cuenca, la empresa ETAPA (agua, alcantarillado y telefonía), EERCSSA (Electricidad) y la Universidad del Azuay a través del IERSE (Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador), como organismo coordinador y gestor de la iniciativa.

Los productos del proyecto, al cabo de 10 meses de trabajo (Salgado, et al. 1997), fueron los siguientes:

- Un modelo de los sistemas de información geográfica para la planificación y catastro municipal, para la planificación y operación de las redes de agua potable, alcantarillado, telecomunicaciones y de electricidad, en el área urbana del cantón Cuenca.
- Prototipos listos para la implementación del modelo en los organismos participantes.
- Personal técnico de cada entidad capacitado plenamente en diseño, implementación, mantenimiento y evaluación de los sistemas de información geográfica.
- Personal técnico capacitado en el uso de software y hardware específicos para la gestión del sistema de información geográfica de cada institución. En general se trabajó en un entorno servido por Windows NT, y el uso de software aplicativo de Microstation, Modular Gis Environment MGE y Oracle.

- Además de los técnicos del municipio y de las empresas participantes, se realizaron seminario de difusión de sistemas de información a profesionales y estudiantes de la región.

Luego de transcurridos 15 años de la creación del modelo SIG-Cuenca, se ha desarrollado una revisión, análisis y ajustes del mismo como respuesta a los requerimientos actuales de gestión del territorio, para ello se dispone de información real del catastro de la ciudad (más de 67 000 predios).

## 1. Objetivos

Evaluar la validez del modelo original del Sistema de Información Geográfica de Cuenca (SIG-Cuenca), proponer e implementar ajustes concordantes a los requerimientos, aplicaciones y disponibilidades técnicas y metodológicas actuales.

## 2. Desarrollo

### 2.1. Conceptos:

El Sistema de Información Geográfica (SIG), se ha definido como “un sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas de la planificación y gestión” (NCGIA, 1990).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG o GIS, por las siglas inglesas) forman parte de los Sistemas de Información (S.I.), éstos se pueden definir como “Un sistema informático o no, que está creado para dar respuesta a preguntas no predefinidas de antemano” (Bosque-Sendra, 2000). Por lo tanto, un Sistema de información incluye una base de datos, un conjunto de procedimientos de análisis y manipulación de datos, y un medio de interacción con el usuario. Los mismos elementos se pueden encontrar en la organización general de un Sistema de Información Geográfica.

En un SIG se combina la información cartográfica y alfanumérica, con la información cartográfica es posible conocer la localización exacta de cada elemento en el espacio y con respecto a otros elementos (topología), con la alfanumérica, se obtienen datos sobre las características o atributos de cada elemento geográfico (Ochoa, 2011).

La información cartográfica se estructura en mapas temáticos, un SIG descompone la realidad en distintos temas, es decir, en distintas capas de información de la zona correspondiente: el relieve, los suelos, los ríos, las carreteras, los predios, las redes eléctricas, redes telefónicas, las de agua potable, las de alcantarillado, etc. Se puede trabajar cualquiera de esas capas de acuerdo a las necesidades establecidas.

La ventaja de los SIG radica en la posibilidad de relacionar las distintas capas entre sí, lo que concede a estos sistemas un importante potencial de análisis. Los mapas almacenados en el computador pueden ser objeto de consultas muy complejas o ser combinados para producir mapas derivados, que representen situaciones reales o simuladas.

## 2.2. Métodos

El proceso utilizado consideró las siguientes etapas:

- Identificación de las características y limitaciones del modelo original
- Propuestas de mejoramiento.
- Implementación de mejoras y validación por medio de simulaciones.

### 2.2.1. Identificación de las características y limitaciones del modelo original

Los aspectos fundamentales que caracterizan al modelo de 1996 son los siguientes:

- Cartografía Base: Contratada por el municipio para usarla en la actualización del catastro urbano de la ciudad, restituida en formato analógico y digital a escala 1:1000 a partir de fotografía aérea tomada en los meses de mayo y junio de 1994, la cartografía digital fue entregada en octubre de 1995.
- Estructura de datos: En lo relativo al catastro, se planteó una nueva ficha de catastro la misma que incorpora, con respecto a las anteriores, mejoras en cuanto a detalle y características de los datos (ver figura 1 y 2).

DATOS DE IDENTIFICACIÓN Y LOCALIZACIÓN														
<b>1 CLAVE CATASTRAL</b> ZONA SECTOR MANZANA PREDIO PROPIEDAD HORIZONTAL		<b>2 DIRECCIÓN DEL PREDIO</b>												
Nombre lotización/urbanización o N°. de lote subdividido		CALLE	N°											
N°. de lote de lotización/urbanización		ENTRE	PARROQUIA											
Y														
SITUACIÓN LEGAL DE LA PROPIEDAD														
<b>3 DATOS DE LOS PROPIETARIOS O POSEEDORES</b>														
Propietario 1		Propietario 2												
APELLIDOS														
NOMBRES														
CEDULA O R.U.C.														
N° teléf. del propietario														
<b>4 RESIDE EL PROPIETARIO EN EL PREDIO</b> 1 No reside <input type="checkbox"/> 2 Si reside <input type="checkbox"/>	<b>5 EN QUE LUGAR RESIDE EL PROPIETARIO</b> 1 En esta ciudad <input type="checkbox"/> 2 Cantón Cuenca <input type="checkbox"/> 3 Provincia del Azuay <input type="checkbox"/> 4 Otra Provincia <input type="checkbox"/> 5 Exterior <input type="checkbox"/>	<b>6 PERSONERÍA</b> 1 Natural <input type="checkbox"/> 2 Jurídica Pública <input type="checkbox"/> 3 Jurídica Privada <input type="checkbox"/>												
<b>7 TIENE ESCRITURA PÚBLICA</b> 1 No tiene <input type="checkbox"/> 2 Si tiene <input type="checkbox"/> 3 Si tiene con deuda hipotecaria (para construir su vivienda) <input type="checkbox"/>	<b>8 NOTARÍA N°</b> <input type="text"/>	Ciudad <input type="text"/>	Codigo ciudad <input type="text"/>											
		<b>10 FECHA DE INSCRIPCIÓN</b> día <input type="text"/> mes <input type="text"/> año <input type="text"/>												
<b>11 INFORMACIÓN SOCIO-ECONOMICA DE LAS FAMILIAS QUE HABITAN EN EL PREDIO</b>														
FAMILIA N°	APELLIDO Y NOMBRE JEFE DE FAMILIA	TENENCIA VIVIENDA	OCUPACIÓN	CATEGORÍA PROFESIONAL	CATEGORÍA EDUCACION	RANGOS DE EDAD DE LOS MIEMBROS DE FAMILIA							TOTAL	
						1	2	3	4	5	6	7		
						0-3 años	4-5 años	6-11 años	12-17 años	18-24 años	25-60 años	>61 años		
3						H	M	H	M	H	M	H	M	
CODIGO TENENCIA: 1. Propietario 2. Arrendatario 3. Posesor 4. Prestatario 5. Anticresita 9. Otras		CODIGO CATEGORIA OCUPACIONAL: 1. Patrono o Socio Activo 2. Cuenta Propia 3. Empleado o Asistido 4. Trabajador												
CODIGO CATEGORIA PROFESIONAL: N. Ninguno A. Centro Alf. P. Primaria S. Secundaria U. Superior I. Se ignora														
<b>12 USOS DEL PREDIO</b>				<b>13 FORMA DE OCUPACIÓN DEL LOTE</b>										
UNIDAD DE USO	TARIFA	N°	CODIGO	1 Lote sin edificación <input type="checkbox"/> 2 Lote con edificación <input type="checkbox"/>										
Vivienda			700	Número de bloques terminados <input type="text"/> Número de bloques en construcción <input type="text"/>										
				<b>14 TIPO DE IMPLANTACIÓN DE LA EDIFICACIÓN</b>										
				1 Continúa sin retiro <input type="checkbox"/> 2 Continúa con retiro <input type="checkbox"/> 3 Continúa con portal <input type="checkbox"/> 4 Aislada sin retiro <input type="checkbox"/>										
INFORMACIÓN PROPORCIONADA DIRECTAMENTE POR EL PROPIETARIO AL MOMENTO DE TRAMITAR EL PERMISO DE CONSTRUCCIÓN														
<b>15 SOLO PARA PROPIEDAD HORIZONTAL</b>														
Parte proporcional del terreno		Alícuota		Parte proporcional por servicios comunes (al interior de la edificación)		Alícuota								
<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>								

Figura 1: Ficha de catastro predial, cara principal (Fuente: Autores)

<b>16 ABASTECIMIENTO DE AGUA</b> 1 No tiene <input type="checkbox"/> 2 Red pública en el predio <input type="checkbox"/> 3 Red pública fuera del predio <input type="checkbox"/> 4 Buzo o arroyo <input type="checkbox"/> 5 Pozo o vena <input type="checkbox"/> 6 Cauce repartido <input type="checkbox"/> 7 Aljibe <input type="checkbox"/> 8 Otras fuentes <input type="checkbox"/>	<b>26 AGUA POTABLE DOMICILIAR</b> 1 No tiene <input type="checkbox"/> 2 Tiene instalada con medidor <input type="checkbox"/> 3 Tiene instalada sin medidor <input type="checkbox"/> Reserva de agua 1 No <input type="checkbox"/> 2 Si <input type="checkbox"/> Volumen <input type="text"/> m <sup>3</sup> N° del medidor principal <input type="text"/>															
<b>17 RED DE ALCANTARILLADO</b> 1 No tiene <input type="checkbox"/> 2 Si tiene <input type="checkbox"/>	<b>27 ALCANTARILLADO DOMICILIAR</b> 1 No tiene <input type="checkbox"/> 2 Tiene conectado a la red pública <input type="checkbox"/> 3 Tiene otro sistema <input type="checkbox"/> N° de medidores <input type="text"/>															
<b>18 RED DE ENERGÍA ELÉCTRICA</b> 1 No tiene <input type="checkbox"/> 2 Tiene red aérea <input type="checkbox"/> 3 Tiene red subterránea <input type="checkbox"/> 4 Tiene otro sistema <input type="checkbox"/>	<b>28 ENERGÍA ELÉCTRICA DOMICILIAR</b> 1 No tiene <input type="checkbox"/> 2 Tiene instalada Con medidor <input type="checkbox"/> 3 Tiene instalada Sin medidor <input type="checkbox"/> No. de medidores <input type="text"/>															
<b>19 RED DE TELEFONÍA</b> 1 No tiene <input type="checkbox"/> 2 Si tiene <input type="checkbox"/>	<b>29 POSTES FRENTE AL LOTE</b> 1 Madera <input type="checkbox"/> 2 Hormigón <input type="checkbox"/> 3 Hierro <input type="checkbox"/> Anotar número de postes <input type="text"/>															
<b>20 BARRIDO DE CALLES</b> 1 No tiene <input type="checkbox"/> 2 Si tiene Municipal <input type="checkbox"/> 3 Si tiene Privado <input type="checkbox"/>	<b>30 LÍNEA TELEFÓNICA DOMICILIAR</b> 1 No tiene <input type="checkbox"/> 2 Si tiene <input type="checkbox"/> N° del medidor principal <input type="text"/> N° de líneas telefónicas <input type="text"/>															
<b>21 RECOLECCIÓN DE BASURAS</b> 1 No tiene <input type="checkbox"/> 2 Si tiene Municipal <input type="checkbox"/> 3 Si tiene Privado <input type="checkbox"/>	<b>31 ACCESOS AL LOTE</b> 1 No tiene <input type="checkbox"/> 2 Paso personal o sendero <input type="checkbox"/> 3 Paseo <input type="checkbox"/> 4 Calle Vehiculares <input type="checkbox"/> 5 Avenida <input type="checkbox"/>															
<b>22 ALUMBRADO PÚBLICO</b> 1 No tiene <input type="checkbox"/> 2 Si tiene <input type="checkbox"/>	<b>32 ACERA FRENTE AL LOTE</b> 1 No tiene <input type="checkbox"/> 2 Cemento <input type="checkbox"/> 3 Adosado (adoquin de hormigón) <input type="checkbox"/> 4 Adosado de piedra <input type="checkbox"/> 5 Baldosa o cerámico <input type="checkbox"/>															
CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA		CARACTERÍSTICAS DEL LOTE														
<b>23 CALLE ABIERTA</b> 1 No <input type="checkbox"/> 2 Si <input type="checkbox"/>	<b>24 MATERIAL DE LA CALZADA</b> 1 Tierra <input type="checkbox"/> 2 Ladrillo <input type="checkbox"/> 3 Adosado de piedra <input type="checkbox"/> 4 Adosado de hormigón <input type="checkbox"/> 5 Hormigón autólítico <input type="checkbox"/> 6 Hormigón hidráulico <input type="checkbox"/> 7 Piedra <input type="checkbox"/> 8 Otro <input type="checkbox"/>	<b>33 CERRAMIENTOS DEL LOTE</b> 1 No tiene <input type="checkbox"/> 2 Tiene fuera de línea de fábrica <input type="checkbox"/> 3 Tiene en línea de fábrica <input type="checkbox"/> 4 Escarpado hacia arriba <input type="checkbox"/> 5 Escarpado hacia abajo <input type="checkbox"/>	<b>34 TOPOGRAFÍA DEL LOTE</b> 1 A nivel <input type="checkbox"/> 2 Bajo nivel <input type="checkbox"/> 3 Sobre nivel <input type="checkbox"/> 4 Escarpado hacia arriba <input type="checkbox"/> 5 Escarpado hacia abajo <input type="checkbox"/> 1 Por área, vereda <input type="text"/> 2 Otro <input type="text"/>													
<b>25 CALLE CON PENDIENTE</b> 1 No <input type="checkbox"/> 2 Si <input type="checkbox"/> Pend. Aprox. <input type="text"/> %	<b>35 LOCALIZACIÓN EN LA MANZANA</b> 1 Lote esquina <input type="checkbox"/> 2 Lote intermedio <input type="checkbox"/>	<b>36 APERTURA</b> 1 No <input type="checkbox"/> 2 Si <input type="checkbox"/>														
<b>37 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS EDIFICACIONES</b>																
N° de Bloque	N° de piso	MATERIALES USADOS EN LA ESTRUCTURA		MATERIALES USADOS EN ACABADOS		DISPONIBILIDAD DE INSTALACIONES		Año de construcción								
		Columas	Vigas	Paredes	Cubierta	Pisos	Paredes		Ventanas	Educación	Instaladas	Sanitarias	N° de Baños	Exposición	Forma de la construcción	
Área total		Codigo de la construcción: 1 Barro 2 Regajo 3 Mado														
1 No tiene <input type="checkbox"/>	9 Barro <input type="checkbox"/>	17 Gránulos <input type="checkbox"/>	25 Paja <input type="checkbox"/>	34 Zinc <input type="checkbox"/>	10 Bloques <input type="checkbox"/>	18 Hierro <input type="checkbox"/>	26 Parquet <input type="checkbox"/>	35 Cerámico <input type="checkbox"/>	11 Arena/Cat/Cemento <input type="checkbox"/>	19 Hormigón Armado <input type="checkbox"/>	27 Piedra <input type="checkbox"/>	36 Vitrilo <input type="checkbox"/>	12 Canguara <input type="checkbox"/>	20 Hormigón Simple <input type="checkbox"/>	28 Tapal <input type="checkbox"/>	37 Ladrillo <input type="checkbox"/>
4 Aluminio <input type="checkbox"/>	13 Carga <input type="checkbox"/>	21 Ladrillo <input type="checkbox"/>	29 Teja Cemento <input type="checkbox"/>	38	5 Aluminio <input type="checkbox"/>	14 Cerámica <input type="checkbox"/>	22 Madera <input type="checkbox"/>	30 Teja Cerámica <input type="checkbox"/>	6 Acero <input type="checkbox"/>	15 Chova <input type="checkbox"/>	23 Madera/Ladrillo <input type="checkbox"/>	31 Teja vitrificada <input type="checkbox"/>	7 Bahareque <input type="checkbox"/>	16 Fibra mineral <input type="checkbox"/>	24 Mármol <input type="checkbox"/>	32 Vitil <input type="checkbox"/>
ESTE ÍTEM SE LLENARA CON INSPECCIÓN DE UN TÉCNICO DEL DEPARTAMENTO DE CATASTROS																
<b>40 DATOS DE CONTROL</b>																
Solicitado por:		Revisado por:		Dignado por:												
Empadronado por:		Cofirmado por:		Aprobado por:												
fecha		fecha		fecha		fecha										
OBSERVACIONES:																
NOTA: ADJUNTAR CROQUIS A ESCALA EN FORMATO INENAL Y UBICACIONES CON FIRMA DE RESPONSABILIDAD																

Figura 2: Ficha de catastro predial, cara secundaria. (Fuente: Autores)

- Modelo de base de datos y atributos gráficos: El modelo entidad - relación de la base de datos diseñada para la gestión de la información catastral, consta de 8 tablas relacionales vinculadas tal como se indica en la figura 3.

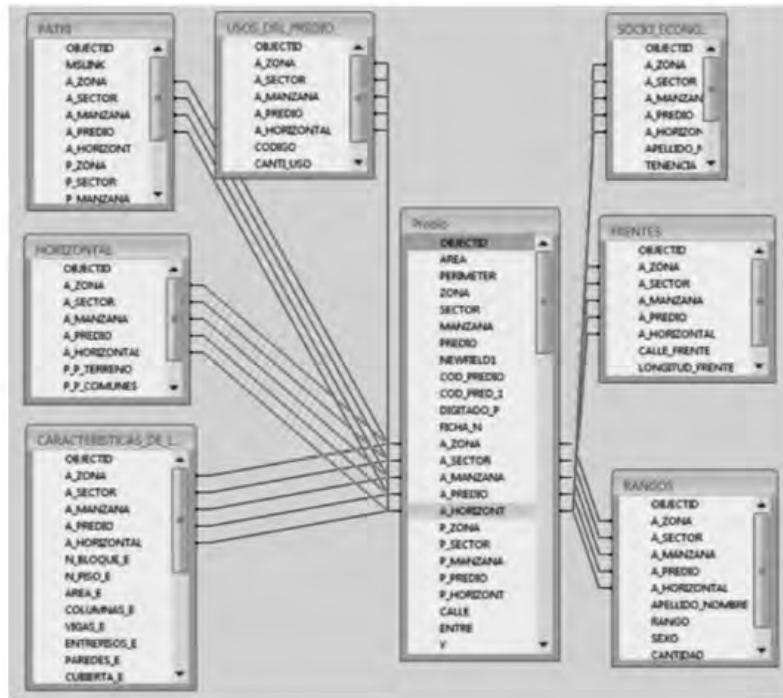


Figura 3: Esquema de relaciones de la Base de Datos (fuente: Autores)

- Software y Hardware: Se utilizó Oracle como gestor de base de datos y el Modular Gis Environment (MGE) con Microstation para la parte gráfica. Como sistema operativo se utilizó Windows NT.
- Desarrollo de Procedimientos: Para la administración y operación del sistema se desarrollaron procedimientos diseñados para la gestión de: catastro predial, redes de agua, alcantarillado, telefonía y energía eléctrica. Los mismos que están orientados principalmente a convertir el dato analógico de campo a digital requerido por el sistema de información.
- Capacitación de personal técnico: En lo relativo al manejo de base de datos, software gráfico y el Sistema de Información Geográfica, el proyecto brindó capacitación a 12 técnicos provenientes de las 4 entidades participantes, los mismos que diseñaron e implementaron las aplicaciones de un prototipo, sobre una zona de la ciudad de Cuenca delimitada por 10 manzanas, usando los procedimientos descritos en el punto anterior.

Algunas de las limitaciones identificadas en la propuesta original, toda vez que han transcurrido 15 años de su planteamiento, se podrían resumir en lo siguiente:

- Excesivo requerimiento de datos en la ficha catastral algunos de ellos innecesarios (pues podrían provenir de otras fuentes), lo cual dificultó la obtención de los mismos y produjo inseguridad en su confiabilidad.
- Falta de procedimientos adecuados para el levantamiento en campo de los deslindes prediales en zonas no consolidadas (campo abierto).
- Lentitud del sistema en el procesamiento de consultas (con más de 50 000 registros) y complejidad en la elaboración de las mismas.
- Limitaciones en la presentación gráfica de resultados. Tematizarlos y representarlos en reportes claros que incluyan tablas gráficas y estadísticas es un proceso complejo.
- Aplicación restringida del sistema, poco uso y aplicación del sistema en relación con su potencial.

## 2.2.2. Propuestas de mejoramiento.

- Eliminar de la ficha catastral toda la información Socio Económico (numeral 11), la misma puede obtenerse de los datos censales (INEC), de igual manera, en función de la integración del Registro de la Propiedad con el catastro municipal, pueden obviarse los campos 8, 9, 11. Si se consigue consolidar la información con otras dependencias municipales y las empresas de servicio, podría también eliminarse los requerimientos del 17 al 22. Con ello se conseguiría mayor agilidad a los futuros procesos de actualización catastral.
- Crear un sistema auxiliar que permita actualización de las urbanizaciones particulares y los Planes de Actualización Urbana municipales, exigiendo a los proponentes su presentación en formato gráfico digital georreferenciado y realizando verificación en campo una vez construidas. Con ello se logrará reducir los problemas de levantamiento en campo de los deslindes prediales en zonas no consolidadas.
- Migrar la información catastral a sistemas de software actualizados que permitan mejores desempeños, de tal manera que el procesamiento de consultas y la gestión del sistema resulte más sencillo, rápido y eficaz. orientándolo hacia una plataforma de Infraestructura de Datos Espaciales (IDE).
- Difundir el uso y operación del nuevo sistema de forma que más técnicos municipales y de las empresas de servicio puedan aprovecharlo para el desarrollo de sus tareas.
- Capacitar al personal que usaría el sistema en los diferentes niveles de aprovechamiento del software e información, particularmente en procesamientos de ge-

neración de datos geográficos, análisis de la información y elaboración de reportes enriquecidos gráfica y temáticamente para que permitan un adecuado proceso de toma de decisiones.

### 2.2.3. Implementación de mejoras y validación por medio de simulaciones

La incorporación de las propuestas de mejoramiento operaron en:

- Redefinición de la plataforma de software que soporta el sistema, pasando del ambiente Microstation-MGE al de ArcGis 9.3. Los nuevos formatos (.shp) son de uso más difundido y sus posibilidades, de cara a futuro, son más diversificadas.
- Migración de la información gráfica y alfanumérica a una Geodatabase, integrando los componentes originales en un solo ambiente consolidado. Esta tarea resultó posible dadas las facilidades de compatibilidad con los formatos iniciales que el nuevo software permite, con ello se consigue organizar toda la información del sistema en un solo paquete gráfico y alfanumérico (una Geodatabase).
- Reconfiguración del sistema relacional de las tablas de las bases de datos, creando para cada predio un código vinculante directo. Con la finalidad de mejorar la operatividad de la base de datos, se generó un código que se ha repartido en cada una de las tablas relacionales, lo cual habilita el vínculo directo con la entidad gráfica, facilitando la realización de múltiples reportes

## 2.3 Resultados

La implementación de mejoras ha permitido conseguir:

- La actualización del modelo SIG Cuenca en lo referente al componente catastral, el mismo que responde a las necesidades modernas de la gestión del territorio.
- La validación del nuevo modelo realizando algunas aplicaciones piloto que permiten evaluar su desempeño. Las simulaciones relacionadas con temáticas territoriales consiguen mayor versatilidad, rapidez y claridad en la presentación de resultados facilitando la toma de dediciones. Algunas de las más relevantes se muestran a continuación:

#### A. Estudio para la ampliación de la calle Honorato Loyola Hasta la Av. Guayas (Seller. Pacheco. 2011).

**Objetivo:** Desarrollar un sistema de Información para la identificación de los predios a ser afectados por la ampliación de una vía, determinando valores esti-

mados de los predios para la respectiva indemnización a los propietarios y personas afectadas.

**Resultados:** La superficie a indemnizar es 9.090,26 m<sup>2</sup> y el monto para expropiación es 2.272.565,00 dólares. A continuación el mapa que nos muestra los predios afectados y la tabla que describe las características de dichos predios.

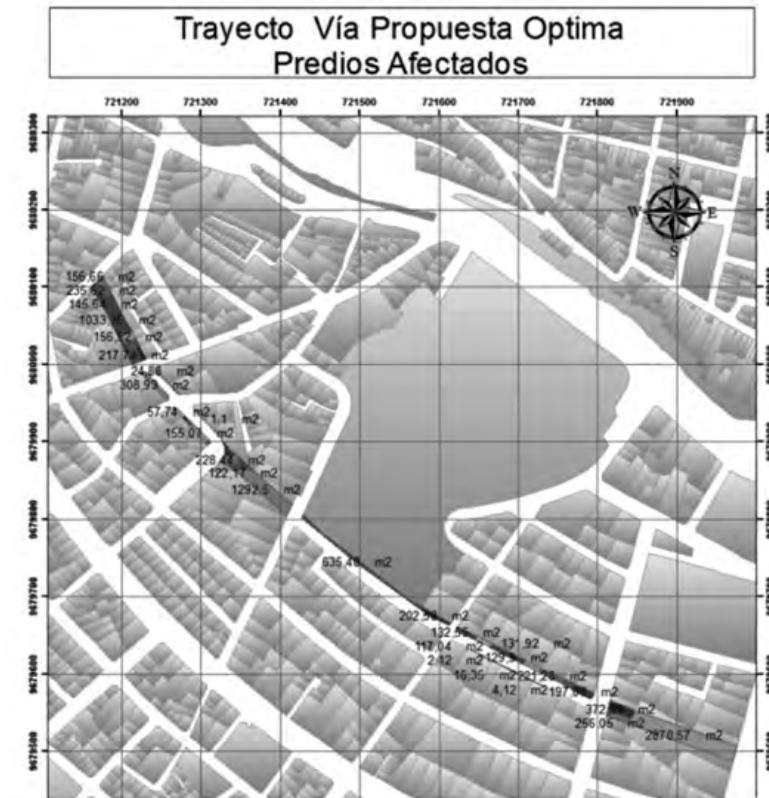


Figura 4: Resultado gráfico de los predios involucrados en la propuesta. (Seller, Pacheco. 2011).

#### B. Sistema Geoespacial de servicios en el centro histórico de Cuenca, (Quezada. Sanchez. 2011)

**Objetivo:** Implementar un Sistema Geoespacial “Guía de Servicios”, que permita a los visitantes tanto nacionales como extranjeros identificar de manera precisa y en tiempo real, sitios de interés comercial, turístico, artesanal, de servicios; que presenta el Centro Histórico de la ciudad de Cuenca.

**Resultados:** Se han identificado 600 predios que recaen en las categorías que constan en el Sistema Geoespacial de Servicios para el Centro Histórico de Cuenca.



Figura 5: Presentación del sistema interactivo para la ubicación de Servicios en el Centro Histórico de Cuenca (Quezada, Sanchez, 2011)

### C. Identificación de predio que requieren Legalización de la tenencia. (Córdova. Galarza. 2011)

**Objetivo:** Identificar los predios que requieren legalización de su tenencia y caracterización de su situación.

**Resultados:** De los 64630 predios catastrados 14384 no disponen de información sobre la tenencia de la tierra, por lo que si el Municipio trabaja conjuntamente con el Registro de la Propiedad, podría disminuir el número de predios sin información y con ello se generarían alternativas funcionales de los terrenos como por ejemplo para nuevas soluciones habitacionales.



Figura 6: Ubicación y características de los predios que requieren legalizar su tenencia. (Cordova, Galarza, 2011)

### D. Elección de un emplazamiento para un nuevo centro de información al turista en la ciudad de Cuenca. (García. Salamea. 2011)

**Objetivo:** Identificar los predios municipales que presenten las mejores características para ubicar un Centro de Información al Turista.

**Resultados:** Se han obtenido 9 predios para el posible emplazamiento e instalación de las nuevas oficinas del Centro de Información al Turista, el proceso se ha realizado de una forma sistemática para identificar la zona de mayor importancia turística en la ciudad y las mejores alternativas para el funcionamiento de las oficinas de atención a los turistas.

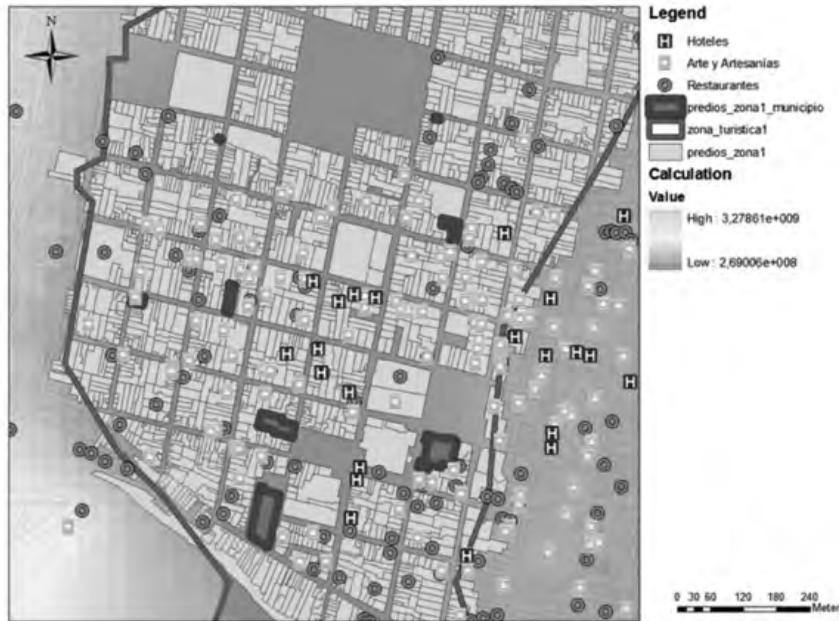


Figura 7: Localización de posibles emplazamientos de las oficinas de turismo (García. Salamea. 2011).

### 3. Conclusiones

Luego de evaluar la validez del modelo original del Sistema de Información Geográfica de Cuenca (SIG-Cuenca), se ha conseguido proponer e implementar en el mismo, ajustes concordantes a los requerimientos, aplicaciones y disponibilidades técnicas y metodológicas actuales. Las aplicaciones y simulaciones realizadas dan cuenta de su versatilidad, agilidad y el potencial disponible para que otras aplicaciones temáticas puedan incluirse con facilidad en el futuro.

La responsabilidad de la administración de la información se debería gestionar de forma distribuida -o descentralizada- en cada una de las entidades participantes.

En el modelo distribuido es esencial un protocolo para las comunicaciones. Se requiere además de una ordenanza en el cual se establecen las bases de una coordinación permanente con un comité directivo que señale políticas generales y un comité técnico que funcione ágilmente con el apoyo decidido del primero.

El éxito que se obtenga del Sistema de Información Geográfica, depende sobre todo de la capacidad de gestión antes que de la tecnología. Una vez que el sistema se implemente y se vuelva operativo, es importante definir la estructura del equipo humano que tendrá bajo su responsabilidad el sistema SIG. Hay que describir las tareas a cargo de cada uno y los requisitos de formación y experiencia en la gestión de proyectos SIG. Finalmente como asunto esencial, se debe dotar al sistema del presupuesto necesario para su óptimo funcionamiento.

### 4. Recomendaciones

Es conveniente involucrar a todas las dependencias y entidades encargadas de llevar la información territorial que les compete, y con ello evitar el conflicto de competencias. Por lo que es necesario realizar mayores esfuerzos para asegurar la integración de la información del catastro predial y de las redes de servicios (teléfonos, agua potable, alcantarillado, electricidad). Las disponibilidades técnicas, metodológicas y la información lo permiten, y han sido probadas en el nuevo modelo, se requiere de una decisión administrativa conducente a materializar la concurrencia de la información del Municipio y las empresas de servicios, en una plataforma compartida e interactiva que proyecte a futuro mayores posibilidades de mejora en la gestión territorial.

No debe concentrarse físicamente la información, más aún, no solamente debe democratizarse los datos sino también la tecnología para procesarlos, con ello multiplicamos los beneficios de la información. Para ello debe responsabilizar a cada entidad, dependencia u organismo de su información temática y compartirla por medio de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE)

Se debe mantener una plataforma cartográfica común que permita el desarrollo de los niveles de información con un potencial compartido de intercambio. Concretamente se debe trabajar sobre una misma cartografía base y con unidades de información equiparables. En este punto es muy importante determinar las escalas y la unidad básica de información.

Conviene contar con la participación del mayor número de entidades, pues ello le dará más poder al sistema de cara siempre a la superación de la gestión del territorio.

Se debe reglamentar la generación y el intercambio de información entre entidades que participen del Sistema de Información Geográfica de Cuenca, por medio de una ordenanza.

La organización del sistema en una IDE (Infraestructura de Datos Espaciales), podría plantear una distribución de responsabilidades como las que se proponen en la tabla 1.

## ITEM DESCRIPCIÓN RESPONSABLE

1. Catastro urbano de la ciudad, base del sistema. Con ello será posible determinar la ubicación y las características de las industrias, el equipamiento urbano, áreas verdes, lotes vacantes, casas comunales, escuelas, centros de salud, mercados, colegios, universidades, estaciones de servicio, lubricadoras, lavadoras, talleres, comercio, artesanía, información socio económica, poblacional, ocupacional y de servicios básicos, es decir toda la ficha catastral se tornará totalmente multifinilaria con su georreferenciación Municipio.

2. Redes de infraestructura básica: agua potable, alcantarillado, telefonía. Empresa de Agua Potable, Alcantarillado, Telefonía

3. Redes de infraestructura eléctrica. Existe información cartográfica digital, pero la empresa pretende insertarla dentro de un SIG Empresa Eléctrica

4. Zonas de riesgo natural: geológico, sismológico, inundable. Defensa Civil, Concejo Provincial.

5. Recursos hídricos (modelos hidrográficos, plubiográficos, microclimas, flujos de aguas, absorción, limnología, identificación de zonas de recarga de acuíferos y almacenamiento) Empresa de Agua Potable, entidades de desarrollo regional, universidades

6. Manejo y disposición de desechos sólidos, peligros industriales. Municipio - EMAC

7. Areas verdes y Vegetación (Area urbana) Municipio - EMAC

8. Planes de ordenamiento territorial cantonales y urbano parroquiales. Redes viales (existentes y proyectadas), mantenimiento, manejo de tráfico Municipio, Concejo Provincial

9. Usos y análisis de suelos (erosión) Universidades, Ministerio de Agricultura

10. Catastro rural Municipio, Concejo Provincial, SIG Tierras

11. Vida silvestre, zonas de preservación ecológica Universidades, Ministerio de Medio Ambiente

12. Contaminación: ruido, agua y aire. Empresas de servicios, Ministerio de Medio Ambiente.

13. Datos poblacionales fuera del perímetro urbano Universidades - INEC

14. Minas y canteras, zonas de reserva, información geológica DINAMI

15. Vinculación con los notarios y el registrador de la propiedad Registraduría de la propiedad

16. Recursos culturales y turísticos (paisajes turísticos, lugares arqueológicos y artesanales) Universidades

ITEM	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
1	Catastro urbano de la ciudad, base del sistema. Con ello será posible determinar la ubicación y las características de las industrias, el equipamiento urbano, áreas verdes, lotes vacantes, casas comunales, escuelas, centros de salud, mercados, colegios, universidades, estaciones de servicio, lubricadoras, lavadoras, talleres, comercio, artesanía, información socio económica, poblacional, ocupacional y de servicios básicos, es decir toda la ficha catastral se tornará totalmente multifinalitaria con su georreferenciación	Municipio
2	Redes de infraestructura básica: agua potable, alcantarillado, telefonía.	Empresa de Agua Potable, Alcantarillado, Telefonía
3	Redes de infraestructura eléctrica. Existe información cartográfica digital, pero la empresa pretende insertarla dentro de un SIG	Empresa Eléctrica
4	Zonas de riesgo natural: geológico, sísmológico, inundable.	Defensa Civil, Concejo Provincial
5	Recursos hídricos (modelos hidrográficos, plubiográficos, microclimas, flujos de aguas, absorción, limnología, identificación de zonas de recarga de acuíferos y almacenamiento)	Empresa de Agua Potable, entidades de desarrollo regional, universidades
6	Manejo y disposición de desechos sólidos, peligros industriales.	Municipio - EMAC
7	Áreas verdes y Vegetación (Área urbana)	Municipio - EMAC
8	Planes de ordenamiento territorial cantonales y urbano parroquiales. Redes viales (existentes y proyectadas), mantenimiento, manejo de tráfico	Municipio, Concejo Provincial
9	Usos y análisis de suelos (erosión)	Universidades, Ministerio de Agricultura
10	Catastro rural	Municipio, Concejo Provincial, SIG Tierras
11	Vida silvestre, zonas de preservación ecológica	Universidades, Ministerio de Medio Ambiente
12	Contaminación: ruido, agua y aire.	Empresas de servicios, Ministerio de Medio Ambiente
13	Datos poblacionales fuera del perímetro urbano	Universidades - INEC
14	Minas y canteras, zonas de reserva, información geológica	DINAMI
15	Vinculación con los notarios y el registrador de la propiedad	Registraduría de la propiedad
16	Recursos culturales y turísticos (paisajes turísticos, lugares arqueológicos y artesanales)	Universidades

**Tabla 1:** Distribución posible de los diferentes responsables en la generación de puración y promoción de la información territorial (fuente: Autores).

Tabla 1: Distribución posible de los diferentes responsables en la generación de puración y promoción de la información territorial (fuente: Autores).

## Referencias

- SALGADO, Francisco. OCHOA, Paúl, et al. (1977). "Modelo del Sistema de Información Geográfica de Cuenca", Universidad del Azuay. Cuenca - Ecuador.
- NCGIA, (1990). "Introduction to GIS". Santa Barbara, Cal. National Center for Geographic Information and Analysis. University of California.
- BOSQUE-Sendra, Joaquin (2000). "Sistemas de Información Geográfica". Ediciones Rialp, S.A. Madrid.
- OCHOA, Paúl. (1993). "El Proyecto Inventario Ecológico de las Áreas verdes de Cuenca y el Uso del GIS como una alternativa para el Desarrollo Planificado del Cantón Cuenca". N/E
- OCHOA, Paúl. (2011). "Tutorial de prácticas ArcGis 9.3". Universidad del Azuay. Cuenca Ecuador.
- SELLER, Chester. PACHECO, Diego (2011). "Estudio para la ampliación de la calle Honorato Loyola Hasta la Av Guayas". Trabajo de final del módulo: Sistemas de Información Geográfica, de la Maestría en Geomática con Mención en Ordenamiento Territorial. Profesor: Paul Ochoa. Marzo 2011. Universidad del Azuay.
- QUEZADA, Patricia. SANCHEZ, Galo. (2011). "Sistema Geoespacial de servicios en el Centro Histórico de Cuenca", Trabajo de final del módulo: Sistemas de Información Geográfica, de la Maestría en Geomática con Mención en Ordenamiento Territorial. Profesor: Paul Ochoa. Marzo 2011. Universidad del Azuay.
- CORDOVA, Federico. GALARZA, Xavier (2011). "Identificación de predio que requieren Legalización de la tenencia". Trabajo de final del módulo: Sistemas de Información Geográfica, de la Maestría en Geomática con Mención en Ordenamiento Territorial. Profesor: Paul Ochoa. Marzo 2011. Universidad del Azuay.
- GARCÍA, Xavier. SALAMEA, Ismael (2011). "Elección de un emplazamiento para un nuevo centro de información al turista en la ciudad de Cuenca". Trabajo de final del módulo: Sistemas de Información Geográfica, de la Maestría en Geomática con Mención en Ordenamiento Territorial. Profesor: Paul Ochoa. Marzo 2011. Universidad del Azuay.

2

# NUEVOS SENSORES DE TELEDETECCIÓN

∴ Omar Delgado Inga

## 1. Introducción

La observación remota de la superficie terrestre constituye el marco de estudio de la teledetección. Este vocablo es una traducción del inglés remote sensing, ideado a principios de los setenta para designar cualquier medio de observación remota. (Chuvienco, 2007). Por tanto el término teledetección involucra las técnicas de fotografía aérea, la videografía y radares aerotransportados. En este documento se hará una revisión de los nuevos medios de teledetección montados sobre plataformas espaciales para adquirir imágenes de la superficie terrestre.

En la adquisición de imágenes de satélite por teledetección y empleo de las mismas, intervienen seis elementos:

**Fuente de energía:** En base a la fuente de energía los sensores se dividen en pasivos y activos. Los sensores pasivos son aquellos que aprovechan la energía solar, que ilumina la superficie de la tierra, para registrar la información. Los sensores activos, como el radar poseen su propia fuente de energía que va en el sensor y emite un haz energético para registrar la cobertura terrestre.

**Cubierta terrestre:** Está conformada por vegetación, suelo descubierto, agua y asentamientos humanos, que es la información que será registrada por el sensor.

**Sistema sensor:** Son los instrumentos para registrar la información de la cubierta terrestre, los mismos que están montados sobre una plataforma espacial.

**Sistema de recepción:** Constituyen las estaciones donde se recibe la información del sistema sensor, para su posterior comercialización.

**Intérprete:** Es quien estudia y analiza los datos registrados en el sensor para generar información temática.

**Usuario final:** Es quien emplea la información, tanto la registrada por el satélite (imagen de satélite) así como de los productos de información temática, para un uso en particular.

## 2. Primeros satélites de teledetección

En 1960, la NASA (National Aeronautics and Space Administration), inicia el primer programa de satélites meteorológicos con el lanzamiento de TIROS I.

Unos años más tarde el 23 de julio de 1972 la NASA envía el primer satélite para el estudio de la cobertura terrestre el ERTS (Earth Resources Technology Satellite), luego denominado Landsat cuando se pone en órbita el segundo satélite en 1975. Posterior al sistema Landsat, la NASA desarrolla otros programas para la observación medioambiental de la tierra, entre los más destacados: el laboratorio espacial Skylab lanzando en 1973 (NASA, 1977), el satélite oceanográfico Seasat puesto en órbita en 1978 (Ford, 1980), el satélite de investigación térmica HCMM lanzado en 1978 (Short y Stuart, 1982). Otras agencias espaciales motivadas por los resultados científicos conseguidos con imágenes de satélite, desarrollan nuevos sistemas como SPOT (1986) de origen franco-belga, IRS-1 (1988) de la India, ERS-1 (1991) de la comunidad europea, los sistemas rusos Soyuz y Salut, entre otros.

Desde el lanzamiento del TIROS I, hasta la fecha se han desarrollado cada vez mejores sensores y plataformas satelitales. El campo de aplicación de la teledetección espacial es extenso, lo que ha llevado en los últimos 10 años a involucrar a empresas privadas, que han desarrollado sistemas satelitales comerciales provistos con tecnología de vanguardia proporcionando mayor precisión y detalle en las imágenes adquiridas por usuarios civiles, lo que ha permitido incorporar otras áreas del conocimiento como cartografía, catastro, localización de instalaciones, turismo, gestión ambiental, geología, geomorfología, entre otras.

### 3. Características de una imagen de satélite.

Una imagen de satélite se caracteriza por cinco parámetros: resolución espacial, resolución espectral, resolución temporal, resolución radiométrica, y resolución angular. A continuación se describen cada una de ellas:

**Resolución espacial:** se determina por las dimensiones del píxel que es la unidad más pequeña que se distingue sobre una imagen.

**Resolución espectral:** se refiere al número y ancho de bandas del espectro electromagnético que puede discriminar el sensor.

**Resolución temporal:** se establece por el tiempo en que el sensor vuelve a tomar la misma porción de la superficie terrestre.

**Resolución radiométrica:** se refiere a la capacidad para detectar variaciones en la radiancia espectral que recibe. En imágenes de satélite se establece con el rango de valores que codifica el sensor expresada en el número de bits; a mayor número de bits mayor discriminación.

**Resolución angular:** se establece por la capacidad del sensor para observar la misma zona desde distintos ángulos.

## 4. Clasificación de imágenes de satélite por el criterio de resolución espacial

En función del tamaño de los objetos que se pueden distinguir en una imagen de satélite (resolución espacial), se dispone de sensores remotos de alta resolución espacial, es decir se trata de imágenes en las que se discriminan objetos entre 0.4 y 10 m, de mediana resolución en la que se distinguen objetos entre 10 y 30 m, y de baja resolución espacial mayores a 30m. La resolución espacial de una imagen de satélite se establece por el tamaño del píxel (picture x element).

### 4.1 Satélites de alta resolución espacial

Los satélites de alta resolución espacial están orientados a aplicaciones urbanas como catastro, localización de equipamiento, redes de transporte, telecomunicaciones, entre otras, que anteriormente estaban limitadas a estudios con fotografía aérea. Los principales desarrollos de las imágenes de alta resolución están liderados por tres empresas norteamericanas GeoEye que agrupa a las dos empresas que pusieron en marcha los satélites comerciales: Orbimage, con el satélite Orbview-1 el primer satélite comercial destinado a estudios meteorológicos, puesto en órbita en 1995 y Space Imaging con el satélite Ikonos-2 el primer satélite comercial de alta resolución espacial, operable desde septiembre de 1999; Earthwatch renombrada como Digital Globe, responsable de la operación de Quickbird, lanzado en octubre de 2001 y una israelí ImageSat International, con el satélite EROS A-1, lanzado en el año 2000. El programa satelital de alta resolución espacial está actualmente liderado por el satélite GeoEye que fue lanzado a finales del 2008.

#### 4.1.1 GEOEYE-1

El satélite GeoEye-1 fue lanzado el 6 de septiembre de 2008 y actualmente es el satélite de alta resolución más moderno y de mayor resolución espacial, ya que dispone de una banda pancromática de 0.41 m y de cuatro bandas multispectrales de 1,65m correspondientes a las regiones del azul, verde, rojo e infrarrojo cercano (A, V, R, IRC). Cada imagen cubre una superficie de 15.2 km x 15.2 km con una resolución radiométrica de 11 bits. Actualmente no se dispone de imágenes de este satélite para la ciudad de Cuenca, sin embargo en la siguiente dirección URL se pueden buscar imágenes de este satélite. <http://geofuse.geoeye.com/maps/Map.aspx>

#### 4.1.2 IKONOS

El satélite Ikonos-2 entra en funcionamiento en 1999 tras el lanzamiento fallido del Ikonos-1 en 1998. Tiene una resolución espacial de 1m en el pancromático y 4m en las bandas multiespectrales del azul, verde, rojo e infrarrojo cercano (A, V, R, IRC). Cada imagen cubre una superficie de 11 km x 11 km y tiene una resolución radiométrica de 11 bits que permite una mayor definición de los elementos de la imagen.

Las imágenes multiespectrales se pueden combinar con la banda pancromática para obtener una imagen fusionada con resolución de 1m, y con estos productos fusionados se combinan para obtener imágenes de color.

Las aplicaciones del Ikonos son el catastro urbano. Para la ciudad de Cuenca se dispone de dos imágenes adquiridas el 10 de enero y 27 de marzo del 2008. La imagen de enero de 2008 cubre la parte Este de la ciudad, aproximadamente desde el eje de la calle Benigno Malo y su prolongación por la avenida Fray Vicente Solano hacia la derecha hasta las piscinas de estabilización de la empresa municipal ETAPA. La imagen de marzo de 2008 cubre la parte Oeste de la ciudad de Cuenca hasta el sector de Sayausí. Las imágenes ikonos y GeoEye pueden ser buscadas a través de su servidor de imágenes en la siguiente dirección: <http://geofuse.geoeye.com/maps/Map.aspx>.

De las dos imágenes descritas, solo una de ellas, la del mes de enero, esta disponible en Google Earth. La figura 1, recoge un segmento de la imagen Ikonos en el sector de la Universidad del Azuay.



Figura 1. Imagen Ikonos de la ciudad de Cuenca adquirida el 10 de enero de 2008

#### 4.1.3 QUICK BIRD

Digital Globe opera el satélite QuickBird que fue lanzado el 18 de septiembre de 2001, este satélite tiene una resolución espacial de 0,61m en la banda pancromática y de 2,5 m en las bandas multiespectrales en correspondencia a las regiones del azul, verde, rojo e infrarrojo cercano (A, V, R, IRC) similar a las del ikonos-2.

El área de cobertura es de 16.5 km x 16.5 km a una resolución de 11 bits. Para la ciudad de Cuenca, existen imágenes que corresponden al año 2008 pero la mayor parte de la imagen tiene nubes, lo que imposibilita su uso. Para la ciudad de Cuenca durante el año 2009 se capturaron dos imágenes en las fechas 27 de marzo y 30 de marzo, en estas imágenes se puede divisar la parte este de la ciudad de Cuenca, desde las piscinas de estabilización hasta la confluencia del río Cuenca con el Burgay y por la parte norte incluso llega hasta la ciudad de Azogues. El buscador de imágenes de QuickBird se encuentra en la siguiente dirección: <http://browse.digitalglobe.com/imagefinder>.

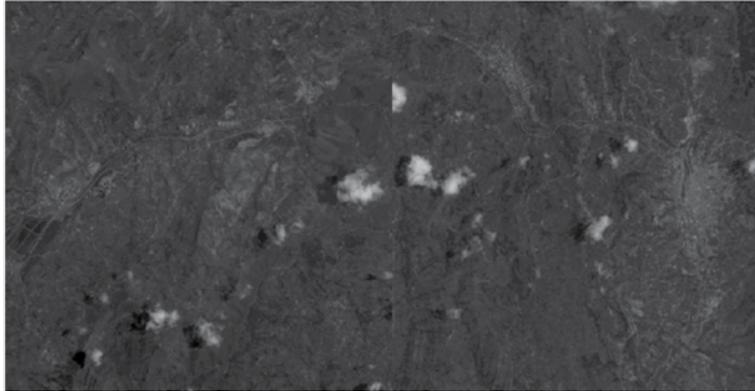


Figura 2. Imagen QuickBird adquirida el 30 de marzo de 2009. Imagen Izquierda muestra la parte Este de la ciudad de Cuenca, la de la derecha las ciudades de Azogues y Biblián

Digital Globe para finales del 2009 tiene previsto el lanzamiento de su nuevo satélite WorldView-2 que estará provisto de 8 bandas multiespectrales y dos pancromáticas con resolución espacial de 0.50 m. <http://worldview2.digitalglobe.com/>

A continuación se resumen las características de las imágenes de satélite de alta resolución que actualmente proveen de información de la superficie terrestre.

SATÉLITE	GEOEYE-1	IKONOS	QUICKBIRD
Resolución	0.50 m	1 m	0.61 m
Rango espectral (pan)	450-800 nm	526-929 nm	450-900 nm
Azul	450-510 nm	445-516 nm	450-520 nm
Verde	510-580 nm	505-595 nm	520-600 nm
Rojo	655-690 nm	632-698 nm	630-690 nm
Infrarrojo cercano IR	780-920 nm	757-853 nm	760-900 nm
Pan Resolución en el nadir	.41 metros	.82 metros	0.61 m
Pan Resolución a 60 elevación	.50- m	1.0 m	0.72 m a 25 ° del nadir
Multiespectral Resolución en el nadir	1.64 m	3.28 m	2.44 m
Ancho de barrido en el nadir	15.2 km	11.3 km	16.5 km
Fecha de lanzamiento	06-Sep-08	24-Sep-99	18-Oct-01
Ciclo de vida	7 años	Sobre los 8.5 años	
Hora de volver	3 días a 40 ° de latitud con la elevación > 60 °	3 días a 40 ° de latitud con la elevación > 60 °	3-5 días dependiendo de latitud.
Altitud orbital	681 km	681 km	450 km
Cruce Nodal	10:30 AM	10:30 AM	10:30 AM

#### 4.1.4 EROS – A1

El satélite israelí EROS-A1 fue lanzando en el año 200. Dispone de una cámara pancromática de 1.8 m de resolución espacial y cubre una superficie de 13.5 km x 13.5 km con resolución radiométrica de 11 bits. Los productos EROS están definidos por el nivel de procesamiento y adquisición de la imagen ya que per-

mite mejorar la resolución espacial, así el producto “hipersmapping” posee una resolución de 1m para una superficie de 9.5 x 9.5 km. En un futuro este programa prevé el lanzamiento de nuevos satélites con una resolución espacial de 0.82m con información multiespectral.

## 4.2 Sistemas de mediana resolución espacial

Las imágenes de mediana resolución permiten obtener una clasificación general de los suelos, como cobertura vegetal, localizar y cartografiar hábitats urbanos, infraestructuras de carreteras, grandes edificaciones urbanas como aeropuertos, localizar y discriminar zonas forestales de terrenos agrícolas, entre otros. Las imágenes de media resolución espacial hasta el año 2000 fueron consideradas de alta resolución espacial, claro previa a los productos que genera ikonos. Entre los sistemas que producen imágenes de mediana resolución se encuentra el programa satelital norteamericano Landsat que inició sus operaciones en 1972, le siguió SPOT de origen franco-belga lanzado en 1986, el programa satelital de origen Indio IRS puesto en marcha en 1988, el programa de la comunidad europea ERS en 1991, el programa canadiense RADARSAT que inicia operaciones en 1995, el programa norteamericano TERRA lanzado en 1999; y, finalmente el programa japonés ALOS puesto en marcha en el 2006.

### 4.2.1 ALOS

El satélite ALOS (Advanced Land Observation Satellite) fue lanzado el 24 de enero de 2006 por la misión científica japonesa. Posee 3 instrumentos: PRISM (Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping) para generar modelos digitales de elevación, AVNIR-2 (Advanced Visible and Near Infrared Radiometer), de segunda generación empleado para observación precisa de cobertura del suelo; y, PALSAR (Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar) para mediciones de día o noche y ante cualquier condición climática para observación de la tierra, que permite generar mapas a escala 1:25.000 sin necesidad de puntos de control en el terreno. Las aplicaciones de este satélite son: cartografía, monitoreo de desastres y manejo de recursos naturales.

SATELLITE ALOS	AVNIR-2	PRISM	PALSAR
Resolución	10 m	2.5 m	10 - 100 m
Rango espectral (pan)	-	520-770 nm	-
Azul	420-500 nm	-	-
Verde	520-600 nm	-	-
Rojo	610-690 nm	-	-
Infrarrojo cercano IR	760-890 nm	757-853 nm	-
SAR-L	-	-	Frecuencia 1.3 GHz

La resolución espacial del ALOS es de 2.5m para la banda pancromática y 10m para las bandas multiespectrales.

## 4.2.2 TERRA

La plataforma satelital TERRA, fue lanzada en diciembre de 1999 y constituye el proyecto más completo de la NASA destinado a la observación global de la Tierra (EOS, Earth Observing System). La plataforma lleva a bordo cuatro sensores que se complementan entre sí para obtener y generar información ambiental de carácter científico a nivel global sobre distribución de aerosoles, nubosidad, temperatura terrestre y marina, cambio de uso / coberturas del suelo y el papel de los océanos en el cambio climático.

## ASTER

El sensor ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) es el de mayor resolución espacial en comparación con los otros sensores del TERRA. Este sensor fue construido por Japón, país que también se encarga de la distribución de los datos. Este sensor obtiene información en 15 bandas: 4 bandas (V, R, y 2 en el IRC) tienen resolución espacial de 15m, 6 bandas dispuestas en la región del Infrarrojo Medio (SWIR) con resolución de 30m; y 5 bandas dispuestas en el Infrarrojo Térmico con resolución de 90m. Este sensor registra propiedades de nubes, estudios de vegetación y suelos, temperatura terrestre y topografía.

La Universidad del Azuay, dispone de 13 imágenes ortorrectificadas ASTER correspondientes a la cuenca del río Paute, las mismas que se encuentran publicadas en su servidor de mapas en la dirección <http://gis.uazuay.edu.ec/udasig/crp/index.html>. A continuación se detallan las imágenes ASTER disponibles en nuestra Universidad.

FECHA DE ADQUISICIÓN	LUGAR REFERENCIA	DE	PRODUCTO	FECHA DE ADQUISICIÓN	LUGAR DE REFERENCIA	PRODUCTO
10.02.2001	Santa Isabel, Girón, San Fernando.		AST_L1B	11.23.2005	Guarumales, Santiago de Méndez, subcuenca baja del río Paute.	AST14DMO
10.02.2001	Cuenca, Azogues, Cañar, Tambo.		AST_L1B	10.16.2006	Cuenca, Azogues, Paute, Cañar, Gualaceo, Chordeleg, Biblián, Déleg, Tambo.	AST14DMO
09.12.2002	Azogues, Taday, Santiago de Méndez.		AST_L1B	10.16.2006	Santa Isabel, Girón, Tarqui.	AST14DMO
09.12.2002	Gualaceo, Chordeleg, Sigsig, Paute.		AST_L1B	10.21.2007	Tarqui, Sigsig	AST14DMO
07.22.2004	Santa Isabel, Girón, San Fernando		AST14DMO	10.21.2007	Cuenca, Azogues, Paute, Guarumales, Cañar, Gualaceo, Chordeleg, Biblián, Déleg, Tambo.	AST14DMO
07.22.2004	Miguir, Parque Nacional Cajas.	Soldados	AST14DMO	10.21.2007	Culebrillas, Aiausi, Chunchi	AST14DMO
11.23.2005	Subcuenca del río Negro, parte oriental de la subcuenca del río Paute.		AST14DMO			

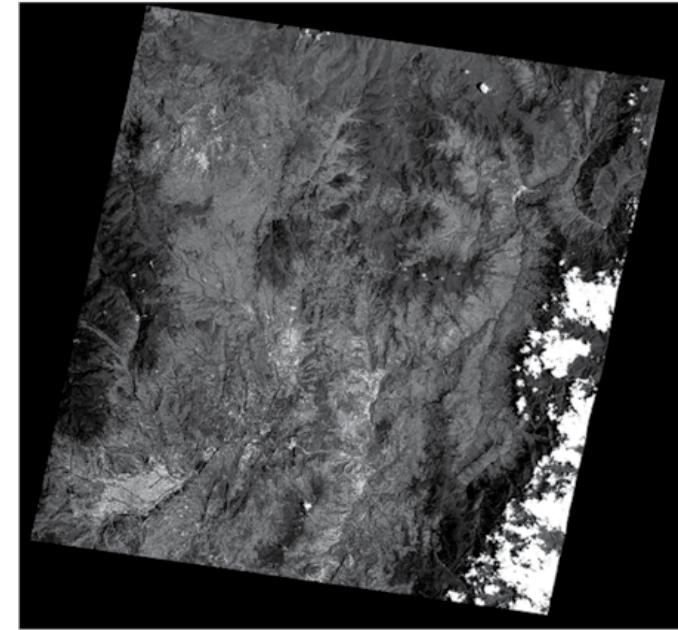


Figura 3. Imagen ASTER, capturada el 21 de febrero de 2007. En la parte inferior izquierda la ciudad de Cuenca, en la superior derecha la presa Daniel Palacios, en la superior izquierda la laguna de Culebrillas en Cañar.

La información detallada del sensor ASTER se encuentra disponible en la dirección: <http://asterweb.jpl.nasa.gov/>, para consultar la existencia de imágenes de satélite de cualquier parte de la superficie terrestre ingrese a la dirección <http://glovis.usgs.gov> y para adquirir los diferentes productos ASTER visitar la dirección <http://asterweb.jpl.nasa.gov/datapool.asp>.

## CERES

El sensor CERES (Clouds and the Earth's Radiant Energy System), está diseñado para registrar la radiación global terrestre y proporciona estimaciones sobre las propiedades de las nubes.

## MISR

Este sensor cuya abreviación es de Multi-Angle Imaging Spectroradiometer tiene cobertura multiangular, pues se puede observar en 9 ángulos distintos en cuatro bandas espectrales (A,V,R, IRC). Cada imagen de este sensor cubre un ancho de 360 km x 360 km con una resolución de 275m al nadir.

## MODIS

El sensor MODIS (Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer) es el primer sensor hiperespectral, dispone de 36 canales a distinta resolución y en diferentes secciones del espectro, que se indican a continuación: Dos bandas en la región del R e IRC, con resolución espacial de 250m 5 bandas que cubren la región del Verde y diversas regiones del infrarrojo de onda corta SWIR, con resolución espacial de 500m Con resolución espacial de 1 km tenemos: 12 bandas entre el VIS – IRC entre 0,4 y 9,965  $\mu\text{m}$ ; 6 bandas en el IRT entre 10,78 y 14,38  $\mu\text{m}$ . Las imágenes MODIS tienen una cobertura de barrido de 2300 km x 2300 km.

Las aplicaciones de este sensor están orientadas a la cartografía de cubierta nubosa y aerosoles, actividad fotosintética, detección de incendios o erupciones volcánicas, cartografía de la superficie marina, cobertura de nieve entre otras. El uso en diferentes aplicaciones se debe a la libre distribución de estas imágenes por parte de la NASA a través de DAAC (Distributed Active Archive Center Alliance) (<http://daac.gsfc.nasa.gov>).

## MOPITT

El sensor MOPITT (Measurements of Pollution In The Troposphere), está orientado al estudio de la baja atmósfera y su interacción con la superficie terrestre y marina. Con este sensor se pretende estimar la distribución, transporte, fuentes y sumideros de monóxido de carbono y metano en la troposfera. El sensor está provisto de tres bandas localizadas en la región del IRM y tiene una resolución espacial de 22km al nadir y cubre una superficie de 640 km x 640 km.

### 4.2.3 LANDSAT

Tras los buenos resultados de las primeras fotografías tomadas desde satélites, la NASA desarrolló un programa espacial para observación de la tierra, enviando el primer satélite el ERST (Earth Resource Technology Satellite) en 1972, posteriormente el programa sería renombrado como Landsat a partir del segundo satélite en 1975. Hasta el momento se han lanzado siete satélites del programa Landsat siendo el último lanzamiento en 1999 del Landsat-7 y tan solo el sexto satélite (Landsat-6) se perdió tras su lanzamiento. Cada satélite enviado al espacio lleva consigo mejoras sustanciales en cuanto a resolución espacial, resolución radiométrica, resolución temporal y resolución espectral. La buena resolución de sus sensores, el carácter global y periódico hacen de este programa el de mayor serie histórica de imágenes de cobertura terrestre.

Los tres primeros satélites Landsat estaban provistos de un equipo de barrido multiespectral denominado MSS (Multispectral Scanner) y de tres cámaras de video RBV (Return Beam Vidicon). Los Landsat 4 y 5 eliminaron las cámaras RBV y las sustituyeron por un explorador de barrido denominado TM (Thematic Mapper) que proporcionaba mayor resolución espacial y espectral que el sensor MSS (Chuvieco, 2008). En el landsat-7 el sensor ETM+ (Enhance Thematic Mapper plus) reemplaza al sensor TM, que incorpora una banda pancromática de 15m de resolución que se puede fusionar con las bandas multiespectrales para obtener una mejor calidad en la resolución espacial de los productos cartográficos generados.

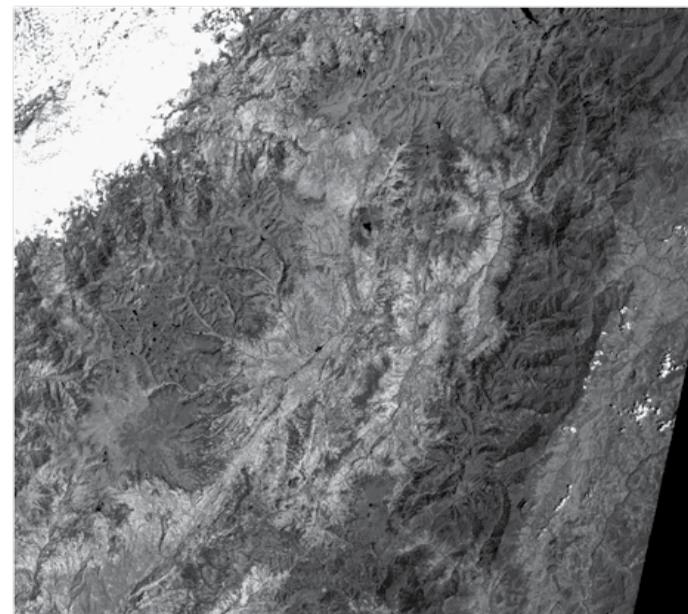


Figura 4. Imagen Landsat-7, capturada el 3 de noviembre de 2001. La imagen cubre toda la cuenca hidrográfica del río Paute y en el centro se encuentra la ciudad de Cuenca, por la derecha la imagen llega hasta la ciudad de Méndez en la provincia de Morona Santiago y por la izquierda hasta Molleturo en la región costa, por el Norte hasta la laguna de Cubillin en la provincia del Chimborazo y por el Sur hasta Santa Isabel en el Azuay.

## ETM+

El sensor ETM+ obtiene información en 8 bandas: siete multiespectrales y una pancromática. De las multiespectrales tres bandas están localizadas en el VIS, una en el IRC, dos en el SWIR y una en el IRT. La banda pancromática se extiende des-

de la región del VIS-IRC. Con la información del Landsat-7 se han mejorado de forma sustancial las aplicaciones terrestres y marinas como detección de turbidez y contaminantes en el agua (banda azul, VIS), exploración minera y contenidos de humedad en plantas y suelo (SWIR), detección de focos de calor (SWIR e IRT), identificación de masas vegetales y estados de la vegetación (VIS-IRC).

En la Universidad del Azuay se dispone de siete imágenes de satélite del sistema Landsat, que cubren la cuenca hidrográfica del río Paute (correspondientes al path10 row62), cuatro de ellas han sido descargadas del servidor de la Universidad de Maryland en la dirección <http://glcf.umiacs.umd.edu>, dos han sido adquiridas al CLIRSEN (Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos) y una adquirida directamente al USGS (U.S. Geological Survey) encargado de la distribución de las imágenes landsat a nivel mundial. En la figura 4. se indica la imagen satélite Landsat7 del 3 de Nov.2001.

SISTEMA	FECHA DE ADQUISICION
Landsat-5	26.marzo.1987
Landsat-5	02.marzo.1990
Landsat-5	15.octubre.1991
Landsat-7	9.enero.2000
Landsat-7	11.mayo.2001
Landsat-7	03.noviembre.2001
Landsat-7	02.octubre.2001

La información de las imágenes landsat que dispone la Universidad se encuentran publicadas en el servidor de mapas en la dirección <http://gis.uazuay.edu.ec/uda-sig/crp/index.html>.

#### 4.2.4 SPOT

El satélite SPOT (System Pour l'Observation de la Terre) desarrollado en Francia por el CNES (Centre National d' Etudes Spatiales) en colaboración con Bélgica y Suecia han puesto en órbita cinco satélites desde 1986 con el Spot-1, luego en 1990, 1993, 1998 y 2005. Los satélites Spot disponen de dos equipos de exploración denominados HRS (Haute Resolution Visible) que capturan información en modo pancromático y multiespectral en tres bandas espectrales (V, R, IRC) con una resolución espacial de 10 y 20 m respectivamente, que cubren una superficie de 60 km x 60 km.

Una característica importante de estos sensores es la captura de imágenes a diferentes ángulos (27 grados a cada lado del nadir) que permite obtener imágenes estereoscópicas y a partir de ellas obtener modelos digitales de terreno de hasta escalas 1:50.000 (Toutin y Beaudoin, 1995 en Chuvieco 2007).

Desde el Spot-3 se han incorporado dos equipos, el DORIS empleado para el seguimiento preciso de la posición del satélite, y el POAM (Polar Ozone and Aerosol Measurement) para mediciones de ozono, aerosoles, nitrógeno, oxígeno y vapor de agua.

Al Spot-4, se incorporó el sensor HVR, una banda adicional, la de infrarrojo de onda corta (SWIR) pasando a denominarse el sensor HRVIR. A este satélite también se incorporó el sensor denominado Vegetation que cuenta con 4 bandas espectrales (A, R, IRC, SWIR) con resolución espacial de 1 km, que cubren una superficie de 2250 km x 2250 km, lo que facilita una adquisición diaria de la tierra.

En el Spot-5 se mantiene el sensor HRVIR, el DORIS y el POAM pero con una gran mejora en la resolución espacial de 5m e incluso 2,5m en el pancromático y de 10m en las bandas multiespectrales a excepción del SWIR que mantiene 20m. La consulta de imágenes de satélite del sistema spot está disponible en la dirección [www.spotimage.com](http://www.spotimage.com)

#### 4.2.5 IRS

Los satélites IRS Indian Remote Sensing Satellite están a cargo de la agencia espacial india (NRSA) y fueron lanzados en 1988, 1994, 1995 y 1997 para estudios de los recursos naturales de este país pero han sido utilizados en otras regiones y para múltiples aplicaciones. A estos cuatro satélites se les identifica como IRS-1A, IRS-1B, IRS-1C e IRS-1D, cada satélite está provisto de dos sensores denominados LISS (Linear Imaging Self Scanning) que proporcionan una resolución espacial de 72.5m si opera una cámara (LISS-I) y de 36.25m si operan entre las dos cámaras (LISS-II). La superficie que cubre el sensor LISS es de 148 x 148 km para LISS-I y de 74 x 74 km para LISS-II.

En los satélites IRS-1A e IRS-1B, el sensor LISS abarca cuatro bandas del espectro electromagnético, comprendidas entre el Azul e IRC; y, en los satélites IRS-1C e IRS-1D cubre en cuatro bandas las regiones entre el verde y el infrarrojo de onda corta SWIR. A estos últimos satélites se adicionaron dos sensores: una cámara pancromática de 5.8 m de resolución espacial que cubre superficies de 70 x 70 km y un sensor de observación regional denominado WIFS con resolución de 188m y cobertura de 810 x 810 km.

Adicionalmente la agencia espacial india tiene a su cargo un satélite oceanográfico denominado IRS-P4 (Oceansat), lanzado en 1999, provisto de dos sensores: una cámara óptica de 8 canales y un radiómetro de microondas. En el año 2003, puso en órbita el satélite IRS-P6 (Resourcesat) provisto de tres sensores: una cámara

de 3 bandas espectrales y resolución de 5.8m, otra de cuatro bandas y 23.5m; y, una versión mejorada del WIFS denominado AWIFS con 4 bandas y 70m de resolución espacial. En mayo de 2005 se lanzó el satélite Cartosat-1 que cuenta con dos cámaras pancromáticas con resolución espacial de 2.5m que adquieren simultáneamente en dos ángulos lo que permite emplear los datos para observación estereoscópica.

### 4.3 Sistemas de baja resolución espacial

La aplicación básica de los satélites meteorológicos es la observación de las condiciones atmosféricas para la predicción del tiempo, a través de la medición de variables como cobertura y tipos de nubes, contenido de vapor de agua en la atmósfera, precipitación acumulada, viento superficial, irradiancia solar, temperatura de agua del mar, entre otras. A continuación se tratarán los principales satélites meteorológicos.

#### 4.3.1 NOAA

El primer satélite meteorológico fue el TIROS lanzado en 1960, que posteriormente fue renombrado como NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration Satellite). Hasta el momento se han lanzado 16 satélites meteorológicos, que fueron diseñados para informar sobre el estado actual de la atmósfera en un periodo de 12 horas, y en sincronización con otros satélites NOAA que operan simultáneamente el periodo se reduce a 6 horas. El sensor más utilizado para aplicaciones terrestres es el denominado AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) Cracknell en Chuvieco 2007, que posee una resolución espacial de 1.1 km en el nadir y cuenta con cinco bandas en el R, IRC, IRM y 2 en el IRT.

Para asegurar la frecuencia de adquisición de 12 horas, el AVHRR tiene un ángulo de barrido de 55.4° de forma que la resolución espacial a los bordes de la imagen se distorsionan en los extremos, por lo que es posible encontrar inconvenientes al realizar mosaicos con estas imágenes.

Las imágenes del AVHRR se presentan en tres formatos: de máxima resolución LAC (Local Area Coverage) cuando se graba a bordo, HRPT (High Resolution Picture Transmission) cuando la información se envía a las estaciones receptoras en tiempo real, GAC (Global Area Coverage) con un tamaño de píxel de 4 x 4 km, esta información se almacena a bordo. Adicionalmente se genera un producto denominado GVI (Global Vegetation Index) con un tamaño de píxel de 16 x 16 km.

La información proporcionada por los satélites NOAA se ha empleado en aplicaciones climáticas y oceanográficas, aplicaciones terrestres de escala global como índices de vegetación en periodos cortos de tiempo lo que permite monitorear fenómenos dinámicos de desertificación (Becker y Choudhury, 1988), deforestación tropical (Malingreau et al. 1989), incendios forestales de gran magnitud (Chuvieco y Martin, 1994) y mapas de cobertura del suelo (Tucker et al., 1985).

#### 4.3.2 Satélites meteorológicos geoestacionarios

Las imágenes de los satélites meteorológicos geoestacionarios son las difundidas por los medios de comunicación televisivos. Estos satélites pueden adquirir información de grandes regiones de la tierra cada 30 minutos, lo que permite monitorear fenómenos atmosféricos dinámicos. Los satélites geoestacionarios son coordinados por el GARP (Global Atmospheric Research Programme), entre ellos se encuentran los satélites Meteosat, GOES, GMS, Insat y GOMS.

El primer satélite geoestacionario el ATS (Applications Technology Satellite) fue lanzado por la NASA en 1966, que posteriormente fue renombrado como GOES (Geostationary Operational Environmental Satellite) desde 1975. Actualmente se encuentran operativos dos satélites que cubren el territorio norteamericano, que adquieren información cada 30 minutos en cinco bandas (1 VIS, 2IRM, 2IRT), con una resolución espacial de 1 km para el visible y 3 km para las 4 bandas restantes.

El satélite europeo Meteosat es el equivalente al GOES, y cubre Europa y África cada 30 minutos en tres regiones: VIS-IRC, IRM, IRT con resolución espacial de 2.5 x 2.5 km para la primera región y de 5 x 5 km para el IRC e IRT, características inferiores en resolución espacial y espectral a las del GOES.

La nueva generación de satélites Meteosat MSG (Meteosat Second Generation), mejora notablemente las características del Meteosat, se adquieren imágenes cada 15 minutos a través de 12 canales localizados en las regiones del VIS, IRM e IRT con resolución espacial de 1km para el visible y de 3km para las regiones del IRM e IRT.

## REFERENCIAS

- Chuvieco, E. (2007): *Teledetección Ambiental, La Observación de la Tierra desde el espacio*, 3ra. Edición. Madrid. Ariel Ciencia, 586 pág.
- Chuvieco, E. (2000): *Fundamentos de Teledetección Espacial*, 3ra. Edición revisada. Madrid. RIALPI Ciencia, 568 pág.
- Pinilla, C. (1995): *Elementos de Teledetección*. Madrid. RA-MA, 313 pág.

### Direcciones electrónicas

- <http://asterweb.jpl.nasa.gov/> consultada el 21.julio.2009
- <http://asterweb.jpl.nasa.gov/datapool.asp> consultada el 21.julio.2009
- <http://browse.digitalglobe.com/imagefinder> consultada el 20.julio.2009
- <http://daac.gsfc.nasa.gov> consultada el 21.julio.2009
- <http://geofuse.geoeye.com/maps/Map.aspx> consultada el 19.julio.2009
- <http://gis.uazuay.edu.ec/udasig/crp/index.html> consultada el 23.julio.2009
- <http://glcf.umiacs.umd.edu> consultada el 21.julio.2009
- <http://glovis.usgs.gov> consultada el 21.julio.2009
- <http://gis.uazuay.edu.ec/udasig/crp/index.html> consultada el 23.julio.2009
- [www.spotimage.com](http://www.spotimage.com) consultada el 22.julio.2009
- <http://worldview2.digitalglobe.com/about/> consultada el 20.julio.2009

A large, white, serif number '3' is centered on the right side of the page. The background is a dark, textured, halftone-style pattern that transitions from black at the bottom to a lighter grey at the top.

# EL ATLAS DE LA PROVINCIA DEL AZUAY

...: María Inés Acosta Urigüen

La Universidad del Azuay y el Gobierno de la Provincia del Azuay llevaron a cabo la generación y publicación del primer Atlas Temático de la Provincia del Azuay, proyecto que fue desarrollado desde abril de 2006, fecha en la que se firmó el convenio Nro. 22 de cooperación interinstitucional, hasta noviembre de 2007. El proyecto fue desarrollado por el equipo técnico multidisciplinario del Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador (IERSE) bajo la dirección del Decanato de Investigaciones de la Universidad del Azuay y la supervisión del equipo técnico del Gobierno de la Provincia del Azuay.

El proyecto tuvo sus inicios como una propuesta para solventar la falta de medios geomáticos que incluyeran cartografía temática actualizada, que pudiera ser utilizada como apoyo para la planificación por parte de diferentes instituciones públicas y privadas, y que al mismo tiempo sirviese como instrumento didáctico para dar a conocer la realidad de la provincia a nivel escolar y colegial.

Se evidenció también la necesidad de generar un instrumento que permitiese gestionar la información del territorio desde diversos enfoques con el fin de proporcionar indicadores que permitan mitigar la pobreza, mejorar la productividad, evitar conflictos ambientales y propender al uso de recursos naturales y que al mismo tiempo estuviesen al alcance de la sociedad en general y al servicio de la educación. (Propuesta técnica – Atlas)

Estas necesidades fueron el eje principal para presentar un proyecto cuyo objetivo principal fue:

Poner a disposición de la sociedad, publicaciones cartográficas didácticas que permitan tener una visión sistemática de la provincia del Azuay desde diversas perspectivas que aporten a su conocimiento y apreciación de sus diferencias territoriales internas, con fines educativos y de apoyo técnico a la toma de decisiones; y con ello contribuir al mejoramiento en el uso racional de los recursos y consecuentemente de la calidad de vida de la población de las presentes y futuras generaciones. (Propuesta técnica – Atlas)

En la práctica, la propuesta se centró en recolectar información de la provincia analizada desde diversos enfoques y luego, en representar los datos obtenidos en mapas temáticos donde intervinieron especialistas en cada una de las áreas tratadas.

Las fuentes de información fueron varias ya que se utilizaron datos provenientes del INFOPLAN (2000) y del ODEPLAN (2003), del almanaque electrónico ecuatoriano (2003), del sistema de información geográfica de Azuay y Cañar y de la

cartografía digital de la Cuenca del Río Paute (2004) los que sirvieron para adquirir, depurar y sistematizar la cartografía base a nivel nacional que incluyó la red hidrográfica, la red vial, las divisiones político-administrativas a nivel provincial, cantonal y parroquial, las cabeceras cantonales y parroquiales, los centros poblados y el modelo de relieve, principalmente.

El paso siguiente fue la definición de la escala y el sistema de coordenadas que sería implementado en los mapas; en este punto es necesario destacar la importancia de revisar, validar y unificar la escala y el sistema de coordenadas puesto que cada institución trabaja con sus respectivos estándares los que muchas veces difieren en cuanto a proyección y valor.

Una vez constituido el equipo técnico, el trabajo individual de cada consultor consistió en la recolección de información temática específica; las fuentes una vez más fueron varias ya que se consultaron los portales web del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) y el Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador (SIISE) para obtener datos de población, vivienda y economía; el portal del Ministerio de Educación para conseguir información relacionada con planteles educativos, escolaridad y número de estudiantes y profesores; se realizaron levantamientos de información de campo para la verificación de las especies endémicas en peligro y la adquisición de imágenes de lugares turísticos, flora y fauna; se visitaron los centros históricos relevantes a nivel provincial, sólo por citar algunos ejemplos.

La información entregada por cada consultor fue representada en un mapa temático junto con una memoria técnica que explica los principales componentes de la información publicada. El resultado fue la publicación de 40 mapas temáticos clasificados en 7 aspectos temáticos que además del mapa contienen tablas, memorias, gráficos o imágenes.

Aspectos temáticos del atlas y contenidos publicados
Presentación
Introducción
Ubicación de la provincia del Azuay
Imagen de la provincia del Azuay <ul style="list-style-type: none"> <li>Mapa topográfico</li> <li>Imagen satelital</li> <li>Relieve</li> <li>Cuencas y subcuencas hidrográficas</li> <li>División político-administrativa cantonal</li> <li>División político-administrativa parroquial</li> </ul>

Medio físico <ul style="list-style-type: none"> <li>Suelos</li> <li>Precipitación</li> <li>Temperatura</li> <li>Hidrografía superficial</li> <li>Modelo digital de elevaciones</li> <li>Perfiles y cortes de terreno</li> <li>Pendientes</li> </ul>
Uso del suelo <ul style="list-style-type: none"> <li>Cobertura del suelo</li> <li>Formaciones vegetales potenciales</li> <li>Pisos zoogeográficos</li> <li>Distribución potencial de especies endémicas</li> <li>Contaminación por falta de tratamiento de aguas servidas y desechos sólidos</li> </ul>
Población y poblamiento <ul style="list-style-type: none"> <li>Población cantonal</li> <li>Organización político-administrativa del territorio a partir de la información de los censos de población y vivienda</li> <li>Densidad poblacional por cantón</li> <li>Densidad de asentamientos poblacionales</li> <li>Estructuras demográficas por cantón</li> <li>Dinámica poblacional</li> </ul>
Redes y relaciones <ul style="list-style-type: none"> <li>Red vial y accesibilidad</li> <li>Centros educativos</li> <li>Necesidades básicas insatisfechas</li> </ul>
Actividades económicas <ul style="list-style-type: none"> <li>Población económica</li> <li>Actividad económica</li> <li>Unidades productivas agropecuarias</li> <li>Cultivos agrícolas por hectáreas cultivadas</li> <li>Ganado mayor y menor - avicultura</li> <li>Áreas protegidas y concesiones mineras</li> <li>Parque Nacional Cajas</li> <li>Sitios turísticos</li> </ul>
Cultura y sociedad <ul style="list-style-type: none"> <li>Sitios arqueológicos</li> <li>Centros históricos</li> </ul>

Una vez generados los mapas, éstos fueron sometidos a corrección ortográfica y revisión de estilo de redacción con el fin de validar la calidad de la publicación. También se llevó a cabo la diagramación del atlas que fue el proceso de diseñar gráficamente cada una de las páginas que iban a ser publicadas verificando la combinación de colores para impresión, la resolución de los gráficos e imágenes, el estilo y tamaño de letra utilizado y la distribución de la información en cada página.

Antes de llevar a cabo la impresión de los 3.000 ejemplares del atlas, se realizaron 5 impresiones previas para asegurarse de que el diseño gráfico cumpla con la aprobación de la Universidad del Azuay y del Gobierno de la Provincia del Azuay; en cada revisión se corrigieron errores de diagramación e impresión para garantizar así la nitidez de la publicación. Por último se generó un disco compacto con la información digital del Atlas de la Provincia que fue anexado a cada documento impreso.

El resultado fue la publicación de información sobre la provincia la que se resume a continuación:

La **presentación** habla sobre la importancia de contar con información temática de la provincia del Azuay analizada a través de diversos indicadores que son de utilidad para la toma de decisiones y el conocimiento de la provincia.

La **introducción** presenta las fuentes de información consultadas, describe a breves rasgos las condiciones técnicas de elaboración del documento y sus contenidos.

La **ubicación de la provincia del Azuay** muestra dos mapas que describen la provincia a través de la división político-administrativa. El primero localiza a la provincia en Sudamérica donde se puede identificar los países vecinos y el océano Pacífico. El segundo muestra la división político-administrativa ecuatoriana que divide a nuestro territorio en provincias; cabe señalar que las nuevas provincias de “Santo Domingo de los Tsáchilas” y “Santa Elena” no existían cuando este proyecto se realizó.

La **imagen de la provincia del Azuay** es analizada a través de 6 mapas temáticos que analizan la provincia de manera general.

1) El **mapa topográfico** permite identificar la hidrografía principal que abarca ríos y lagunas, la vialidad clasificada en vías de primero, segundo y tercer orden, las cabeceras cantonales y parroquiales. En este mapa se puede observar los límites en estudio que se han representado mediante líneas inclinadas y la línea de división cantonal interna.

2) La **imagen satelital** fue tomada por un satélite –Landsat7- a una altura de 705 Km. y permite identificar el tipo de cobertura que tiene la provincia. La información se muestra a través de bandas o capas que representan agua, suelo o vegetación; contiene además una breve descripción de los cuerpos de agua (lagunas, reservorios), suelo descubierto (ciudades y suelo sin vegetación), vegetación leñosa (matorrales y bosques), páramo, pastos y cultivos.

3) El **relieve de la provincia** ofrece una descripción de la presencia de la Cordillera de los Andes en la provincia del Azuay la que está conformada por dos cadenas montañosas paralelas conocidas con los nombres de cordillera occidental y cordillera oriental y que la atraviesa en dirección noreste a sur-oeste.

Estas dos cordilleras están unidas entre sí por cadenas montañosas llamadas nudos. La conexión de las cordilleras por medio de los nudos ha configurado hoyas que definen los sistemas hidrográficos. En la provincia del Azuay se encuentran la hoya del Paute, Jubones y Cañar.

En las hoyas se han formado valles interandinos en los que se asientan los centros poblados de Sígig, Gualaceo, Paute, Yunguilla, Girón y Cuenca.

En el Azuay existen también zonas tropicales localizadas al Occidente de la provincia donde se asienta el cantón Camilo Ponce Enríquez y parte de los cantones Cuenca, Santa Isabel y Pucará.

4) El **mapa de cuencas y subcuencas hidrográficas** permite identificar los principales sistemas hídricos que se encuentran en la provincia: Atlántico y Pacífico. Estos sistemas a su vez se han dividido en subsistemas y éstos en cuencas y subcuencas hidrográficas, respectivamente.

Este mapa permite identificar los principales afluentes hidrográficos que se encuentran en la provincia con sus respectivas tablas y gráficas explicativas.

Los **mapas de divisiones político-administrativas** vigentes en el Ecuador establecen que nuestro territorio se divide en provincias, cantones y parroquias.

5) El **mapa de división cantonal** presenta los 15 cantones en los que se ha dividido la provincia del Azuay, siendo el más reciente Camilo Ponce Enríquez, que fue cantonizado en marzo de 2002.

6) El **mapa de división parroquial** presenta las parroquias urbanas y rurales que se encuentran distribuidas en la provincia del Azuay. La última parroquia creada fue “Simón Bolívar” en el cantón Gualaceo, en agosto de 2006.

El Medio físico es analizado a través de 7 componentes que analizan la Provincia del Azuay en cuanto a su terreno, clima, hidrografía, entre otros.

1) El **mapa de suelos** muestra el conjunto de unidades naturales que ocupan las partes de la superficie terrestre y que sustentan a las plantas. Sus propiedades se deben a los efectos combinados del clima y la materia viva sobre la roca madre, en un período de tiempo y en un relieve determinado.

2) El clima es analizado a través del **mapa de precipitaciones** que muestra el índice de pluviosidad o lluvia anual en un determinado sector. El mapa de “isoyetas” muestra el nivel de pluviosidad y el mapa de meses secos muestra el número de meses al año en el que el terreno carece de pluviosidad.

3) El **mapa de temperatura** es otro de los factores que analiza el clima ya que calcula la cantidad promedio anual de isotermas de una región y la clasifica en rangos de valores. En el caso de la provincia del Azuay, la mayor parte de terreno se encuentra entre una temperatura que oscila entre los 8 a 14°.

4) El **mapa de hidrografía superficial** presenta el recorrido de los cursos naturales de agua en la provincia. La red hidrográfica está caracterizada por ríos, quebradas perennes, quebradas intermitentes y lagunas. La provincia del Azuay tiene 987 Km. de ríos, 6.153 Km. de quebradas perennes, 1.960 Km. de quebradas intermitentes y 1.138 ha. de lagunas y cuerpos de agua.

5) El **modelo digital de elevaciones** clasifica a la provincia de acuerdo a su altitud, generando intervalos altitudinales de 500 metros sobre el nivel del mar, donde el intervalo menor abarca alturas desde los 0 hasta los 500 y el mayor desde los 4.000 hasta los 4.524 metros sobre el nivel del mar. El 50% de la provincia se encuentra en una altitud que oscila entre los 2.500 y 3.500 metros sobre el nivel del mar.

6) El **mapa de perfiles y cortes de terreno** permite resaltar el desnivel existente en la provincia ya que hay zonas que se encuentran al nivel del mar y otras en la que la altitud es considerablemente alta. En este mapa se visualizan tres perfiles del terreno que recorren la provincia de Noroeste a Sureste, de Oeste a Este y de Suroeste a Noreste.

7) El **mapa de pendientes** de la provincia del Azuay muestra el grado de inclinación del terreno con respecto a la horizontal. Los rangos han sido divididos en 6 intervalos y por cada uno de éstos se ha especificado el tipo de actividad agrícola que se puede realizar.

El **uso del suelo** muestra 5 temas relacionados con el uso del territorio de la provincia del Azuay y su cobertura, las formaciones vegetales más representativas, los pisos zoogeográficos, la distribución potencial de especies endémicas y la contaminación del agua.

1) La **cobertura del suelo** ha sido elaborada utilizando una imagen satelital con el propósito de identificar los tipos de cobertura encontrados en la provincia, los que se han representado como páramo, vegetación leñosa, pastos, mosaicos de cultivos, suelo desnudo y superficies de agua (lagunas); se ha colocado además una explicación de cada cobertura existente.

2) El **mapa de formaciones vegetales potenciales** presenta los tipos de vegetación que se encuentran en nuestro territorio y que son influenciados por la cordillera oriental y occidental, las que crean tres regiones florísticas bien diferenciadas en la Provincia del Azuay; esto da como resultado una composición florística de la vegetación nativa cambiante drásticamente.

3) Los **pisos zoogeográficos** analizan la región de acuerdo a la altitud, la pluviosidad, la temperatura media y la humedad existente identificando así 5 pisos zoogeográficos: tropical noroccidental, subtropical, templado, altoandino y subtropical seco en los que habitan especies de aves, mamíferos y anfibios propios de cada región. Se han identificado las especies más representativas en cada uno de éstas.

4) La **distribución de especies endémicas** es el resultado de un análisis de las especies más representativas de aves, anfibios y mamíferos valoradas desde su endemismo, la categoría de amenaza y el conocimiento actual de la distribución de la especie. Las 3 especies endémicas que se presentaron en el atlas han sido valoradas bajo la categoría de amenaza por la Unión Mundial para la Naturaleza. Estas son el colibrí metallura gorjivioleta, la rana punta de flecha andina y el puerco espín andino.

5) El mapa de **contaminación por falta de tratamiento de aguas servidas y desechos sólidos** muestra los porcentajes de contaminación en áreas rurales por la falta de una correcta disposición en el tratamiento de desechos sólidos y líquidos que es fundamental para mantener condiciones ambientales

apropiadas, caso contrario se genera una contaminación que degrada los recursos, principalmente el agua.

La **población y el poblamiento** de la provincia del Azuay se analizan en el siguiente capítulo a través de indicadores poblacionales.

1) El **mapa de la población cantonal** muestra el total de habitantes clasificados de acuerdo a su sexo y a la región en donde viven. Los datos representados fueron extraídos de la proyección poblacional del INEC, para el año 2007.

2) La **organización político-administrativa del territorio a partir de la información de los censos de población y vivienda** muestra la evolución de la división territorial cantonal y el crecimiento de la población en base a la información censal. Durante la realización del primer censo, existían solamente 6 cantones, mientras que en el último censo de 2001 se registraron 14, quedando Camilo Ponce Enríquez sin datos censales a nivel cantonal, hasta el momento.

3) La **densidad poblacional por cantón** es el producto de la división del número total de habitantes de cada cantón para el número total de kilómetros cuadrados del mismo. Este mapa permite evaluar la distribución de la población en cuanto al espacio territorial.

4) La **densidad de asentamientos poblacionales** muestra la concentración de centros poblados dentro de la región y crea un corredor poblacional que muestra la cercanía entre los centros poblados por unidad de superficie. Este mapa permite identificar corredores poblacionales en la provincia.

5) Las **estructuras demográficas por cantón** muestran el volumen de la población del país y su cambio en el tiempo, siendo un indicador general de la dinámica demográfica de la población. La medición de la población se realizó con los datos de los censos de población. En el país se han realizado 6: 1950, 1962, 1974, 1982, 1990 y 2001.

Las pirámides poblacionales representan el número de hombres y de mujeres en cada grupo quinquenal de edad de un determinado año, expresado como porcentaje de la población a través de un gráfico histograma que permite ver con claridad las características de una población.

6) La **dinámica poblacional** muestra la evolución del total poblacional por cantón desde la realización del primer censo hasta la proyección poblacional para el año 2010.

Las **redes y relaciones** grafican la red vial y su distribución, la educación y las necesidades básicas insatisfechas que afectan a los habitantes de la provincia.

1) La **red vial y la accesibilidad** de la provincia muestra la clasificación del sistema vial existente en vías de primer orden, segundo orden y tercer orden, así como el radio de cobertura de cada una de ellas.

Para las vías de primer orden se calculó un radio de cobertura de 3 Km. a cada lado del eje de vía y para las vías de segundo y tercer orden se calculó un radio de cobertura de 2 Km. a cada lado del eje de vía.

2) El **mapa de centros educativos** analiza el número de profesores con respecto al total de estudiantes por cantón y el número de establecimientos educativos con respecto al número de estudiantes de cada cantón. Este mapa permite también analizar la educación en el área urbana y rural.

3) Las **necesidades básicas insatisfechas** mide el número de personas (u hogares) que viven en condiciones de “pobreza”, factor expresado como porcentaje del total de la población en un determinado año.

Se considera “pobre” a una persona si pertenece a un hogar que presenta carencias persistentes en la satisfacción de sus necesidades básicas incluyendo vivienda, salud, educación y empleo.

La **actividad económica** de la provincia del Azuay se analiza a través de 8 mapas temáticos que presentan las principales características económicas de la zona.

1) La **población económica** presenta la población activa e inactiva graficada a través del porcentaje de personas que estuvieron trabajando durante la semana previa a la realización del último censo de población y vivienda y aquellas que no estaban trabajando. También incluye el porcentaje de hombres y mujeres que se encontraron trabajando en el periodo censal, y los porcentajes en el área urbana y rural de ocupación.

2) El mapa de **actividades económicas** clasifica a las personas económicamente activas de acuerdo a su rango de ocupación. El sector primario abarca a las personas cuyas actividades están relacionadas con la naturaleza como son

agricultura, ganadería, minería, etc., el sector secundario, las actividades industriales como manufactura, construcción, etc., y el sector terciario, las actividades relacionadas con los servicios como comercio, enseñanza, intermediación financiera, etc.

3) Las **unidades productivas agropecuarias** presentan el total de hectáreas dedicadas a la producción agropecuaria. Una unidad productiva agropecuaria es la extensión de tierra mayor a 500 metros cuadrados dedicada total o parcialmente a la producción agropecuaria, según el III Censo Agropecuario.

4) El **mapa de cultivos agrícolas** muestra los principales cultivos de la provincia. Las leguminosas, los tubérculos, los productos tropicales y la floricultura son descritos a través de 3 mapas temáticos donde se muestra el desarrollo de cada cultivo.

5) El **mapa de ganado mayor y menor – avicultura** describe la distribución del ganado y aves en la provincia. En cada caso se ha especificado las especies más significativas para su análisis así como el ganado más representativo.

6) El **mapa de áreas de bosque y vegetación protectora y las concesiones mineras** muestra la realidad de nuestro territorio en cuanto a vegetación protegida y la explotación de recursos mineros en estas áreas o en sectores colindantes a éstas.

7) El **Parque Nacional Cajas** con sus lagunas, rutas y senderos es uno de los atractivos turísticos más conocidos de la provincia. Esta reserva natural se encuentra ubicada en la cordillera occidental de los Andes. El Cajas fue declarado Área Nacional de Recreación, mediante Acuerdo Ministerial del Ministerio de Agricultura y Ganadería en 1977 y en 1996 se le otorgó la máxima categoría de conservación elevándolo a Parque Nacional.

8) Los **sitios turísticos** poseen información sobre 6 corredores turísticos y 67 sitios turísticos de interés en la provincia, a excepción del cantón Cuenca. El mapa incluye corredores turísticos y sitios de interés turístico que corresponden a lugares arqueológicos, religiosos, miradores naturales y de recreación, principalmente.

El último capítulo presenta dos temas asociados con la **cultura y sociedad** de la provincia del Azuay.

1) El **mapa arqueológico** muestra los sitios en los que han sido encontrados restos que pertenecen a los periodos paleoindio, formativo medio, formativo tardío, desarrollo regional, integración, incaico y español.

2) El **mapa de centros históricos** presenta los lugares que han sido declarados patrimonio cultural de la humanidad, patrimonio cultural del estado ecuatoriano y sitios de interés histórico-cultural existentes en la provincia del Azuay. (Atlas de la Provincia del Azuay)

A más de la publicación impresa del atlas y del disco compacto con la información digital han existido otras aplicaciones relacionadas con la publicación digital de algunos componentes del atlas en la página web de la Universidad del Azuay, en el sector de Proyectos en Geomática y servidores de mapas (<http://gis.uazuay.edu.ec>). Al momento, se encuentran publicados los trabajos que han sido desarrollados por estudiantes de la Escuela de Ingeniería de Sistemas como monografías y tesis y que han hecho uso de los datos producidos en el estudio del atlas realizando implementaciones que brindan la oportunidad de acceder desde la internet.

El impacto real de la publicación del atlas va más allá de ser una publicación impresa con una serie de mapas temáticos y memorias técnicas; en realidad sus contenidos pueden ser aprovechados a nivel escolar para dar a conocer la realidad de la provincia del Azuay, pueden ser aprovechados por técnicos de diversas áreas para entender la concepción y uso del terreno, por economistas o administradores para entender la concepción económica de la provincia o pueden ser vistos a través de la red por curiosos o entendidos en el tema.

En el presente, el reto que se debe afrontar es la actualización de contenidos e información, cada día existen mapas que se deterioran por la continua variación de sus fuentes como son los poblacionales, viales y económicos lo que hace reflexionar sobre la necesidad de nuevas publicaciones con contenidos actuales y la inclusión de temas que en la primera edición fueron omitidos como indicadores de migración, movilidad o salud, por ejemplo.



Referencias:

- Universidad del Azuay. *Propuesta técnica - Atlas de la provincia del Azuay*. Noviembre de 2005
- Universidad del Azuay. *Informe de Actividades - Atlas de la Provincia del Azuay*. Diciembre de 2006
- Universidad de Azuay - Gobierno Provincial del Azuay. *Atlas de la Provincia del Azuay*. Noviembre de 2007

4

# Geolocalización de vehículos en la Web: el proyecto para la Empresa Municipal de Aseo de Cuenca EMAC

...: Paúl Ochoa Arias

## Introducción

La gestión de la información geográfica, con el apoyo de la informática y la telemática, está permitiendo alcanzar significativas soluciones tecnológicas que mejoran la gestión de la flota de vehículos de una empresa, en lo que se refiere a: logística, seguridad, ahorro de recursos y eficiencia.

En efecto, ahora es posible monitorear desde la Internet, la ubicación de un vehículo en un mapa y visualizar datos como: encendido y apagado del motor, apertura de puertas, temperatura, niveles de gasolina, aceite, velocidad y otros indicadores, que permiten contar con datos a distancia e interactuar con el vehículo, o comunicarse directamente con el operador usando mensajería o voz.

Estas tecnologías han sido utilizadas y ajustadas en el proyecto “Control y optimización de las rutas para el sistema de recolección de basuras en la ciudad de Cuenca”, que en el año 2008 la Universidad el Azuay desarrolló para la empresa Municipal de Aseo de Cuenca (EMAC), tomando como partida la experiencia institucional existente en el ámbito de los Sistemas de Información Geográfica y las Telecomunicaciones.

El producto obtenido es el resultado de la investigación y desarrollo realizado por el grupo de trabajo constituido por profesores (Paúl Vintimilla, Paúl Ochoa), estudiantes (Chester Seller y Diego Pacheco), y empleados (Diego Rojas) de la Universidad. Las actividades desarrolladas y las características del producto son descritas en el presente artículo.

## Objetivo del proyecto

Desarrollar un paquete Tecnológico, implementado de forma piloto, que integre elementos de Geomática y Telemática para el control y optimización de las rutas para el sistema de recolección de basuras en la ciudad de Cuenca, a partir de un análisis que determine la mejor alternativa técnica y económica de común acuerdo con la EMAC.

## Objetivos específicos

- Adecuar y sistematizar la información necesaria.
- Elaborar un estudio, con al menos dos propuestas tecnológicas y económicas relativas a la solución adecuada, que permita optar por la mejor alternativa.

- Desarrollar un sistema que integre los datos requeridos, a partir de la solución seleccionada.
- Implementar en un vehículo y en un equipo informático, de forma piloto, el paquete desarrollado y someterlo a pruebas y ajustes.

## Actividades

### Actividad 1: Adecuación de la información

#### 1.1. Revisar la información necesaria para el proyecto

Se realizaron visitas a las instalaciones de la EMAC para recolectar la información referente a los procedimientos que utiliza la empresa para la gestión de la recolección de los desechos sólidos, así como la organización de los datos y los registros en formularios y base de datos informáticas, lo cual permitió establecer los elementos que deben tenerse en cuenta para el sistema.

#### 1.2. Adaptación de la información para los requerimientos del proyecto

Para el desarrollo de esta actividad se sostuvieron reuniones con los técnicos de la EMAC, con el fin de establecer sobre la cartografía de la ciudad las rutas de recolección, según los correspondientes sectores y zonas.

**Actividad 2:** Elaboración del estudio técnico y económico de la tecnología disponible

#### 2.1. Determinar los parámetros y requerimientos necesarios

2.1.1. Se procedió a establecer los siguientes criterios que debía tener el sistema para llegar al objetivo señalado:

Criterios
1 Conexión y equipo
2 Señal
3 Costo
4 Aspectos regulatorios

2.1.2. A partir de los requerimientos se definieron los criterios con los que se evaluó las diferentes tecnologías disponibles.

Criterios	Especificaciones	Criterios de Evaluación
Conexión y equipo	Puertos adicionales	#
	Velocidad de conexión	<i>alto-medio-bajo</i>
	Compatibilidad software	<i>datos abiertos o codificados</i>
	Cantidad de memoria de almacenamiento de posiciones	<i>Kbytes</i>
	GPS integrado	<i>si/no</i>
	GPS Precisión horizontal	<i>mts.</i>
	GPS TTFB (partida en caliente)	<i>seg.</i>
	GPS TTFB (partida en frío)	<i>seg.</i>
Señal	Confiabilidad	%
	Cobertura	<i>Km<sup>2</sup></i>
Costo	Instalación (valores aproximados)	<i>USD\$</i>
	Equipo (valor x unidad)	<i>USD\$</i>
	Operación	<i>USD\$</i>
Aspectos regulatorios	Valor por títulos habilitantes y espectro radioeléctrico	<i>USD\$</i>
	Tiempo para la obtención del TH	<i>Meses</i>
	Cantidad de títulos habilitantes requeridos	#

Tabla 1. Tecnologías disponibles

Se realizó una investigación de las posibles tecnologías en el mercado para la transmisión inalámbrica de los datos adquiridos y de acuerdo a las características del servicio, entorno y marco regulatorio del cantón Cuenca, se descartó la solución de radio analógico de 2 vías debido a que se encuentra en la fase de declive en su ciclo de vida como producto (la demanda se reduce y las empresas se concentran en la creación de otros bienes sustitutos o diferentes, el producto es retirado del mercado), en lo que se refiere a móvil celular se descartó la red CDMA ya que los operadores del país se encuentran migrando a GSM, además se procedió a fusionar las opciones satelitales en las diferentes bandas por su costo y características relativamente similares.

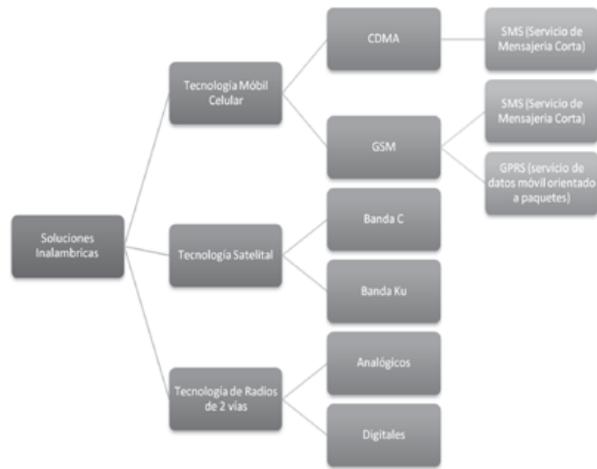


Figura 1. Esquema de soluciones inalámbricas

Con estos insumos se realizó la matriz tentativa de evaluación la cual en una primera instancia fue aceptada, calificando las especificaciones y estableciendo el modo de evaluación de 1 a 3 puntos donde 1 es mínimo y 3 máximo para sistemas en modo no explotación de acuerdo a la regulación de servicios de telecomunicaciones vigente.

Criterios	Especificaciones	Criterios de Evaluación	Peso	Tecnologías							
				SMS		GPRS		Radio Digital		Satelital	
				Atributo	*Valor	Atributo	*Valor	Atributo	*Valor	Atributo	*Valor
Conexión y equipo	Puertos adicionales	#	4%								
	Velocidad de conexión	alto-medio-bajo	3%								
	Compatibilidad software	datos abiertos o codificados	5%								
	Cantidad de memoria de almacenamiento de posiciones	Kbytes	7%								
	GPS integrado	si/no	4%								
	GPS Precisión horizontal	mts.	4%								
	GPS TTFF (partida en caliente)	seg.	2%								
	GPS TTFF (partida en frío)	seg.	2%								

Aspecto	Criterio	Unidad	Ponderación	Evaluación							
				1	2	3	4	5	6	7	8
Señal	Confiabilidad	%	13%								
	Cobertura	%	15%								
Costo	Instalación (valores aproximados)	USD\$	2%								
	Equipo (valor x unidad)	USD\$	14%								
	Operación	USD\$	18%								
Aspectos regulatorios	Valor por títulos habilitantes y espectro radioeléctrico	USD\$	3%								
	Tiempo para la obtención del TH	meses	2%								
	Cantidad de títulos habilitantes requeridos	#	2%								
Resultados totales			100%								
Observaciones:			<p><b>Cuadro modo No Explotación</b></p> <p>* 1-3 (1 Mínimo, 3 Máximo)</p> <p>** Depende de la congestión del sistema de telefonía móvil</p> <p>*** Se puede requerir un convenio con la operadora celular</p>								
				****Valor mensual aproximado por 4 frecuencias							
				*****Depende del diseño							

Tabla 2. Ponderación de los diversos criterios

## 2.2 Analizar las características técnicas y económicas de los equipos y tecnologías que podrían implementarse, detallando al menos dos alternativas con sus ventajas y desventajas

Se desarrolló y asignó valores de calificación a la matriz de las tecnologías escogidas, a partir de: la regulación vigente, informes del ente regulador y de control de telecomunicaciones, soporte con proveedores de equipos, catálogos y Data Sheet de equipos de las diferentes tecnologías que se encuentran en el mercado como GX-101 de SANAV, Mototrbo de Motorola, etc.

A partir de datos estimados en cobertura, cálculos de tráfico de voz y datos, proformas de operadoras y empresas del sector y la regulación pertinente del cálculo de tarifas y concesiones de frecuencias se proyectaron los costos tentativos de las diferentes tecnologías, a 60 meses.

Se tomó en cuenta el peor de los casos, 50 dispositivos enviando datos cada 3 minutos, programación y configuración, repetidores, tarjeta sim, unidades móviles,

antena unidad móvil, unidad base, antena unidad base, cables y accesorios unidad base, enlaces, mensajes o costo básico x sim, costo datos, última milla, nube gprs y canal, frecuencias y mantenimiento preventivo.

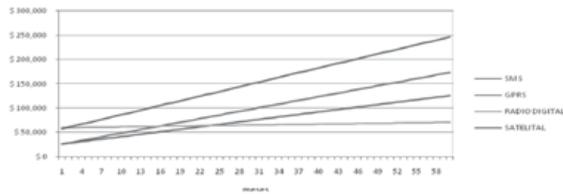


Figura 2. Comparación de costos de las tecnologías

### 2.3. Seleccionar, conjuntamente con la EMAC, la mejor alternativa

Analizando conjuntamente los aspectos de costos, regulatorios y técnicos se procedió a seleccionar SMS y Radio Digital como las alternativas preliminares.

SMS	GPRS	Radio Digital	Satelital
2,07	1,9	2,31	2,03

La estimación de la cobertura para la solución de radio digital se realizó a partir del modelo Longley-Rice el cual se basa en la teoría electromagnética y análisis estadístico de las características del terreno y especificaciones de propagación de las ondas electromagnéticas, utilizando mapas con datos digitales de elevación del terreno SRTM 3 cuya resolución es de 100mts, el cual consiste en un sistema de radar especialmente modificado que vuela a bordo de la nave Shuttle Endeavour para adquirir los datos de elevación topográfica estereoscópica.



Figura 3. Modelo de elevación topográfica

Los parámetros que se consideraron para elaborar la cobertura de los diferentes sitios son:

**Parámetros cálculo de cobertura**

Frecuencia: 158.8500 – 159,8500 MHz (frecuencias concesionadas a EMAC)

Polarización: vertical

Modelo Estadístico: tipo móvil – 50% del tiempo y situaciones.

Refractividad de la superficie: 300

Conductividad del suelo: 0,005 S/m

Permitividad relativa al suelo: 15

Clima: templado

Potencia del transmisor: 44 dBm

Umbral del receptor: 0,3 uV

Pérdidas de la línea (cable, conectores y cavidades): 1dB

Tipo de antena: omnidireccional, 4 dipolos, ganancia de 9 dBd

Altura de la antena Base-Cima: 20 metros

Pérdidas adicionales del cable: 0,075 dB/m

Cobertura: de 100m a 90Km cada 0,5° de 0 a 360°

Móvil Tx – Repetidor Rx: Uplink.

Umbral para exteriores: 17 dBuV/m

El estudio realizado para la ubicación de las repetidoras recomienda una implementación definida en tres etapas, las mismas que se indican a continuación:

#### MAPA DE COBERTURA ETAPA -1- GUAGUAZHUMI

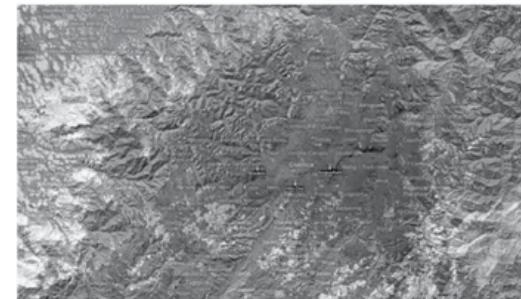


Figura 4. Cobertura Guaguazhumi

MAPA DE COBERTURA  
ETAPA -2- SIMBALA

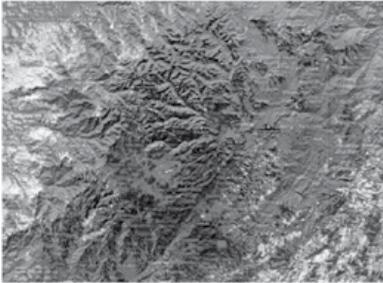


Figura 5. Cobertura Simbala

MAPA COBERTURA  
ETAPA -3- TRES CRUCES

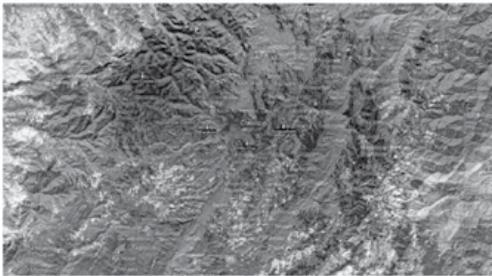


Figura 6. Cobertura Tres Cruces

MAPA COBERTURA TOTAL PRELIMINAR

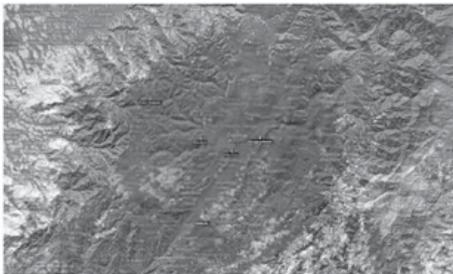


Figura 7. Cobertura total

El montaje de los equipos tendría que realizarse tomando en cuenta el siguiente procedimiento:

Pasos generales para la instalación

1	Instalación con suelda de la platina que sostiene el sensor, el cual estará localizado en la parte posterior del recolector cerca del mando central hidráulico
2	Ruteado en una manguera protectora de los cables de transmisión de la señal del sensor hacia la placa de telemetría
3	Instalación y ruteo de la antena GPS
4	Instalación de la energía de la radio y placa de telemetría a partir del modulo de arranque del vehículo.
5	Instalación del radio y placa de telemetría en el vehículo en la parte baja del panel frontal.

### Actividad 3: Desarrollo del sistema

#### 3.1. Integración de los Sistemas de Posicionamiento Global GPS (coordenadas), sensores de estado del vehículo, la teletransmisión de datos y paquete informático para la gestión y administración del sistema

Desde los radios digitales móviles se envía datos, los cuales son recogidos por la estación base permitiendo la localización automática de los vehículos, según el siguiente esquema:

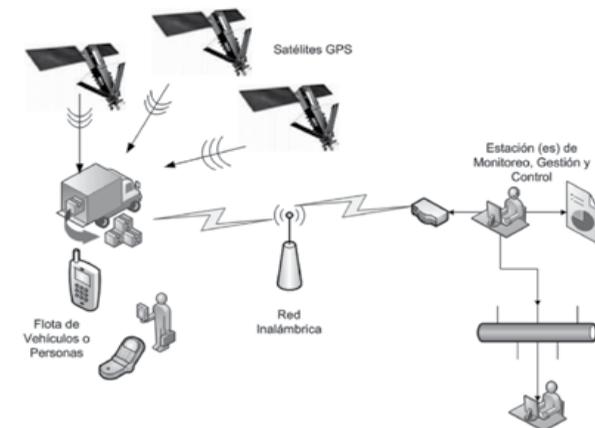


Figura 8. Funcionamiento del sistema AVL

Desde la estación base se transmite la información a un computador - servidor, el mismo que recepta la información por medio de las siguientes tablas de la base de datos Access:

**TABLA ACTIVIDAD**

Nombre del campo	Tipo de datos
Id	Autonumérico
Codigo_ID	Texto
fecha_hora	Texto
longitud	Texto
latitud	Texto
direccion	Texto
velocidad	Texto

**Actividad**

Id	Codigo_ID	fecha_hora	longitud	latitud	direccion	velocidad
1	6150	20080514092140	-2.143681	-79.883196	90	0.0
2	1053	20080514092530	-2.1420331	-79.88651	-10	12
3	2101	20080514092801	-2.140740	-79.88762	-40	0
4	2102	20080514092841	-2.139320	-79.884019	44	5

**TABLA CONFIGURACION**

Nombre del campo	Tipo de datos
Id	Autonumérico
Parametro	Texto
Valor	Texto

**Configuracion**

Id	Parametro	Valor
1	Puerto_ARS	4005
2	Puerto_Telemetria	4008
3	Puerto_Mensajes	4007
4	Intervalo_ARS	120
5	Red_CAI	12
6	Posicion_GMT	-5

**TABLA UNIDADES**

Nombre del campo	Tipo de datos
ID_usuario	Texto
Nombre_usuario	Texto
Cadencia_alta	Texto
Cadencia_baja	Texto
Presente	Si/No
Actualizacion_Automática	Si/No
tipo_cadencia	Si/No
User	Texto
Password	Texto
Categoria	Texto

**Unidades**

ID_usuario	Nombre_usuario	Cadencia_alta	Cadencia_baja	Presente	Actualizacion_Automática	tipo_cadencia	User	Password	Categoria
1053	José Rodríguez	180	420	Si	No	No			
2101	Tanquero	180	420	No	No	No			
2102	Camioneta Compra	180	420	No	No	No			
6150	Radio Portátil	180	420	Si	Si	Si			

Tabla 3. Estructura del sistema

## Conexión a la base de datos Oracle

Esta conexión se realizó mediante una aplicación desarrollada en lenguaje Visual Basic .NET, para la conexión se utilizó como plataforma OLEDB. Para que este programa funcione correctamente se tuvo que instalar un cliente ORACLE el cual contiene los controladores (drivers) necesarios para que funcione el ODBC, objeto de conexión a la base de datos.

El objetivo de realizar esta conexión con el servidor de datos de la EMAC es el tener al día los datos necesarios con respecto a las tablas involucradas en el proyecto, (vehículos y empleados), datos que serán consumidos por el cliente web asociado al monitoreo de vehículos, estos datos se obtendrán de la base de Datos de EMAC, la cual se encuentra utilizando al momento un gestor de base de datos Oracle 10g.

También se realizaron pruebas con un gestor de base de datos Oracle 11g ya que se nos informó que a futuro se piensa migrar la información a dicha versión de base de datos. Lo cual facilitará la migración del sistema de monitoreo a la mencionada base de datos, cabe recalcar que el sistema de monitoreo solo consumirá la información que se encuentre en la base de datos de la EMAC, con lo que en ningún caso el sistema (Control y optimización de las rutas para el sistema de recolección de basuras en la ciudad de Cuenca), podrá modificar la base de datos que origino la información que consume el sistema.

A continuación se pueden ver los SQL de consulta utilizados para generar la información que el sistema necesita para su funcionamiento.

Tabla de empleados:

```

Select a.codigo_empleado, a.apellido_paterno, a.nombres, b.descripcion
from rh_empleados a, rh_cargos b
where a.codigo_cargo = b.codigo_cargo
and b.descripcion like `CHO%`
order by a.apellido_paterno
    
```

Tabla de vehículos:

```

Select a.codigo_vehiculo, a.modelo, a.descripcion, a.codigo_tipo_vehiculo,
b.descripcion
from vh_vehiculo a, vh_tipo_vehiculo b
where a.codigo_tipo_vehiculo = b.codigo_tipo
and b.codigo_tipo in (9,10)
    
```

Con esta información se posibilita la presentación de un interface Web generado en MapServer, el mismo que contiene los siguientes componentes:

### 3.1.1. Página principal del cliente Web



Figura 9. Página principal

Esta página contiene las siguientes opciones:

- Monitoreo
- Reportes
- Mantenimientos
- Consultas
- Buscador de direcciones
- Descargas

### 3.1.2. Opción de monitoreo

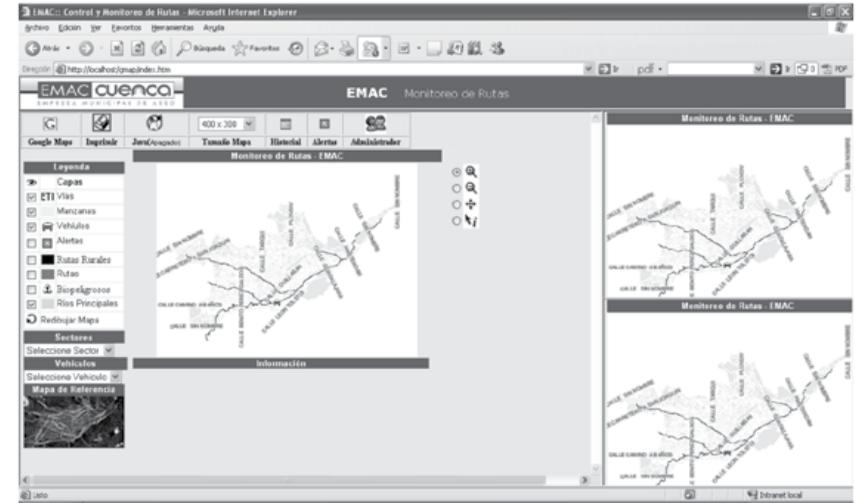


Figura 10. Opción monitoreo

Esta página se encargará del monitoreo de vehículos, aquí podremos ubicarlos dentro de un mapa el cual contiene como referencias principales las manzanas y las calles de la ciudad de Cuenca.

Dentro de esta página tenemos las siguientes opciones:

En el recuadro de leyenda se pueden seleccionar las capas temáticas que se quieren activar según la necesidad del usuario.

- **Vías.**- Calles de la ciudad de Cuenca
- **Manzanas.**- Manzanas de la ciudad de Cuenca.
- **Vehículos.**- Ubicación de los vehículos registrada por el sistema.
- **Alertas.**- Generación de alertas en caso de violar normativas impuestas por la empresa, como por ejemplo: violar el límite de velocidad establecido, salir de la ruta asignada, etc.
- **Rutas rurales.**- Visualiza las rutas rurales que utiliza la empresa.
- **Rutas urbanas.**- Visualiza las rutas ingresadas al sistema, de tipo polígono para determinar un área de trabajo, que servirá como referencia para la generación de alertas.
- **Biopeligrosos.**- Muestra la ubicación de los clientes catalogados como productores de desechos biopeligrosos.

- **Generadores especiales.**- Visualiza la ubicación de los generadores especiales que hayan sido ingresados a la base de datos.
- **Ríos principales.**- Muestra los ríos principales de Cuenca para utilizarlos como referencias geográficas.
- **Redibujar mapa.**- En caso de agregar o quitar capas de información, debemos presionar este vínculo para actualizar la visualización del mapa en base a los cambios realizados.

### Recuadro de sectores

- Consiste en una lista desplegable con las opciones de sectores que hayan sido ingresados en la opción de mantenimiento de sectores. Esta opción NO representa las rutas de monitoreo, sino más bien, sectores que involucran rutas a ser monitorizadas, esta opción se implementó para facilitar el monitoreo por parte del usuario, mediante la creación de áreas que involucren una o varias rutas.

### Recuadro de vehículos

- En esta opción se puede seleccionar el vehículo al cual se quiere monitorear. Al seleccionar el vehículo sujeto a monitoreo, el programa se posicionará en la última posición detectada del vehículo.

### Mapa de referencia

- El mapa de referencia como su nombre lo indica nos sirve como referencia del lugar o sector de la ciudad en el cual nos encontramos. Es una forma de movilizarnos a diferentes sectores del mapa a través de un pequeño mapa a escala.

### 3.1.3. Opciones de navegación

A continuación se presentan algunas herramientas útiles para el operario.

Tamaño del Mapa

- Esta opción nos permite escalar o ampliar el mapa de visualización para el monitoreo.

Modo Java 

- Nos permite activar la extensión JAVA, la cual potenciará la monitorización por parte del usuario ya que permitirá realizar consultas a múltiples entidades, realizar ampliaciones en un área específica, además de la opción de paneo sobre el mapa,

para activar esta opción se tiene que instalar la máquina virtual de Mava incluida en la sección de descargas de este programa.

Impresión 

- El botón de imprimir nos permite mandar el reporte a impresora o en su defecto un documento tipo PDF. Para el uso de reporte de tipo PDF, se tiene que instalar el programa denominado PDF Creador, el cual se incluye en la sección de descargas de este programa.

Google Maps 

- Esta opción nos permite visualizar los vehículos en su ubicación actual bajo un entorno de Google maps. Para usar esta opción deberá contar con una conexión a Internet.

Historial 

- Este botón es un acceso a la opción de consultas de rutas para determinar la ruta seguida por un vehículo en una fecha dada.

Alertas 

- Este link nos permite abrir la ventana de alertas para verificar dichas alertas generadas por el sistema.

Administrador 

- Este link abre la ventana de mantenimientos en la cual se podrá ajustar varios parámetros para el buen funcionamiento del sistema.

### Recuadro principal de monitoreo

- Es la pantalla principal para el monitoreo de vehículos.
- En la parte superior derecha se encuentra una barra de herramientas con las opciones de:
  - Acercamiento
  - Alejamiento
  - Paneo
  - Información

Nota: La ubicación del panel de herramientas dependerá de si se encuentra activado el modo Java en el sistema.

### Recuadro superior derecho

- Pantalla donde se presenta un alejamiento de aproximadamente 200m en la visualización del mapa, que dará una mejor noción de la ubicación del vehículo.

### Recuadro inferior derecho

- Pantalla donde se presenta un alejamiento de aproximadamente de 400m en la visualización del mapa, que dará una mejor noción de la ubicación del vehículo.

### 3.1.4. Alertas

Al momento de recargarse la página de monitoreo evaluará ciertas condiciones para determinar si el vehículo generó alguna infracción y notificará al usuario mediante la siguiente pantalla.

Las alertas se distinguirán en el mapa con dos símbolos.

- Quando no tiene permiso de salirse de la ruta. 
- Quando tiene permiso para salirse de la ruta. 



Permiso	Tipo	Vehículo	Chofer	Ruta	Fecha	Hora	Dirigirse
<a href="#">Permitir</a>	NING	6151	31276	0	2008-06-19	18:32:36-05	<a href="#">Ir a</a>
<a href="#">Permitir</a>	NING	6151	31276	0	2008-06-19	18:32:26-05	<a href="#">Ir a</a>
<a href="#">Permitir</a>	NING	6151	31276	0	2008-06-19	18:32:16-05	<a href="#">Ir a</a>
<a href="#">Permitir</a>	NING	6151	31276	0	2008-06-19	18:32:06-05	<a href="#">Ir a</a>

Figura 11. Listado de alertas del sistema

Si hacemos clic en el link Ir a en el mapa de monitoreo realizará un acercamiento sobre el área donde se generó la alerta.

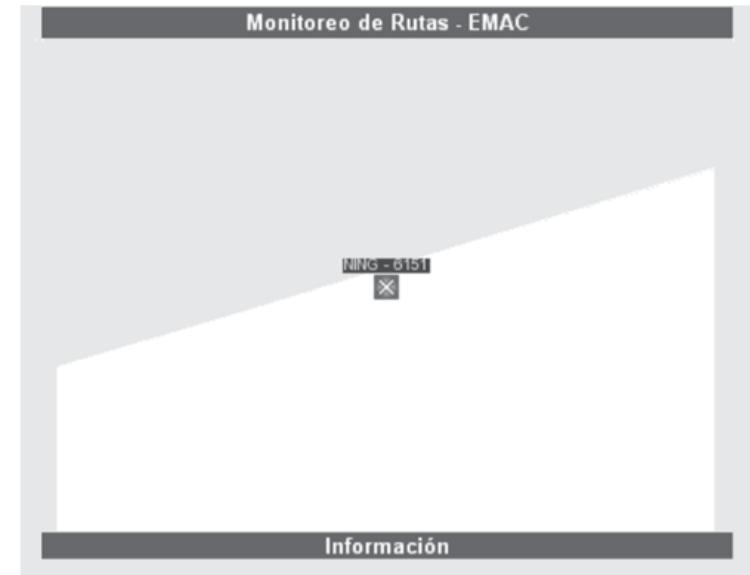


Figura 12. Acercamiento a la alerta

En caso de presionar el link Permitir se asignará un permiso para salir de la ruta, a continuación el usuario deberá digitar una descripción de la causa para otorgar el permiso en el siguiente cuadro:



Mensaje de usuario de Explorer

Mensaje de secuencia de comandos:

Ingrese Causa de Permiso

Figura 13. Mensaje de ingreso de justificación.

En caso de asignarse el permiso se visualizará en el mapa de la siguiente forma:



Figura 14. Visualización de permisos

Como etiquetas poseerá el código del vehículo y la causa para asignar el permiso.

### 3.1.5. Pantalla de reportes

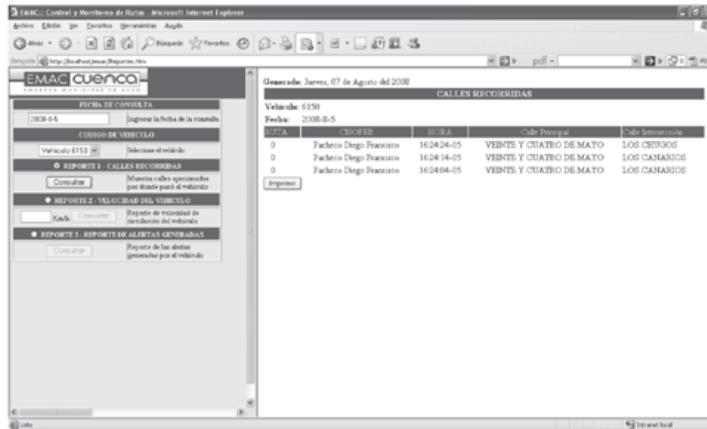


Figura 15. Pantalla de reportes

#### Recuadro de la fecha de consulta

- En este recuadro se ingresa la fecha con la que se desea realizar la consulta

#### Recuadro de código del vehículo

- En esta lista desplegable seleccionamos el vehículo al cual se le realizará la consulta.

#### Recuadro reporte 1 “CALLES RECORRIDAS”

- Al presionar este botón podemos generar un reporte de todas las calles recorridas por el chofer y vehículo seleccionado y la hora en la cual se situó en cada intersección de calle.

#### Recuadro reporte 2 “VELOCIDAD DEL VEHÍCULO”

- Reportará las ocurrencias de superación de velocidad bajo un parámetro preestablecido.

#### Recuadro reporte 3 “REPORTE DE ALERTAS GENERADAS”

- El resultado de este tipo de consulta es: Reporte de todas las alertas generadas en una fecha determinada, vehículo seleccionado, chofer determinado o ruta determinada.

#### Botón de IMPRIMIR

- Este botón localizado en la ventana activa del reporte, sirve para poder generar el reporte de forma digital (PDF) o enviarlo a la impresora seleccionada. Este botón se encuentra ubicado al final del reporte. De esta forma se pretende que el usuario revise en parte la información generada en el reporte antes de enviarlo a imprimir.

### 3.1.6. Pantalla de mantenimientos



Figura 16. Pantalla de mantenimientos

En esta pantalla disponemos de las siguientes opciones:

- Mantenimientos de usuarios
- Mantenimiento de sectores
- Mantenimiento de vehículos
- Mantenimiento de zonas
- Mantenimiento de empleados
- Asignación de rutas, vehículos, chofer
- Configuraciones

### 3.1.7. Mantenimiento de usuarios

Previamente al ingreso y por políticas de seguridad, el usuario deberá volver a logearse y luego de utilizar el sistema presionar el link de LogOut para finalizar la sesión.

Usuario:

Contraseña:

Figura 17. Ingreso de usuario

Luego de cumplir con los requisitos de seguridad se presentará la siguiente pantalla:

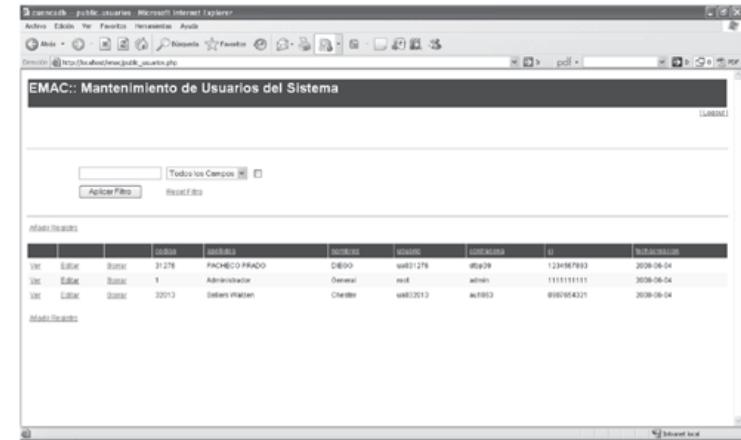


Figura 18. Pantalla de mantenimientos

La inserción de usuarios de control se refiere a todos los usuarios administradores del sistema, estos son administradores generales y los encargados del monitoreo de vehículos.

#### Código

- En este campo se ingresará el código del usuario, al que se le otorgarán los permisos de usuario del sistema.

#### Apellidos

- Campo en el cual se ingresarán los apellidos del usuario.

#### Nombres

- Campo donde se ingresarán los nombres del usuario.

#### CI

- En este campo se ingresará la cédula de identidad del usuario del sistema.

#### Fecha de creación

- Este campo representa la fecha del ingreso al sistema del usuario, el sistema ingresa automáticamente la fecha del sistema. Este campo no es modificable.

#### Usuario

- El nombre que el usuario va a utilizar para realizar el "login" de ingreso al sistema.

Contraseña

- Contraseña propia del usuario para poder ingresar y validar al usuario.

### 3.1.8. Mantenimiento de sectores

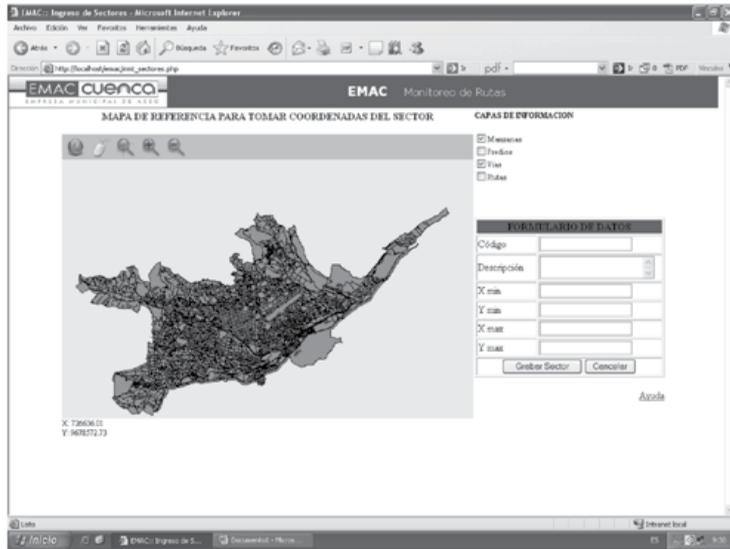


Figura 19. Pantalla de mantenimiento de sectores

#### Mapa de referencia

- Mapa general de ubicación con el que se puede hacer referencia al sector a ser creado en el formulario.
- En el recuadro se tienen diferentes herramientas para poder manipular la visualización del área a ser creada.



- **Zoom general.**- Este botón nos permitirá realizar un zoom general, es decir, se alejará lo máximo permitido permitiendo así visualizar el mapa en su totalidad.



- **Paneo:** Este botón nos permitirá realizar Z sobre el mapa utilizando para ello el ratón.



- **Zoom área.**- Este botón nos permite realizar un zoom a un área en específico cercada por un recuadro generado por el ratón.

- **Zoom in.**- Nos permite acercarnos o realizar un zoom de acercamiento a un punto en específico.



- **Zoom out.**- Nos permite alejarnos o realizar un zoom de alejamiento a un punto en específico.



#### Capas de información

- En este recuadro podemos seleccionar las capas de visualización del mapa de referencia, esto está sujeto a las preferencias de cada usuario.

#### Formulario de datos

- **Código.**- Código del sector a ser creado.
- **Descripción.**- Cuadro en donde se puede ingresar una breve descripción del sector a ser creado.

Los valores descritos a continuación son coordenadas de dos puntos que se utilizarán para generar un área. Para ello utilizaremos un punto mínimo que será el punto inferior izquierdo y un punto superior derecho que será el punto máximo. Para ejemplificar esto observemos el siguiente gráfico.

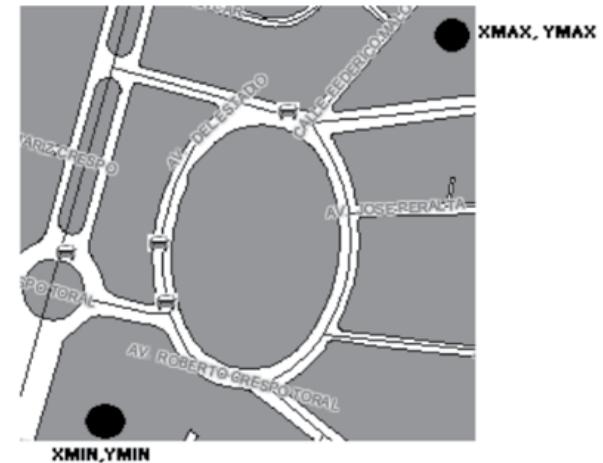


Figura 20. Pantalla de dimensionamiento de visualización

- X min.- Valor en X del punto mínimo que generará un recuadro del área.
- Y min.- Valor en Y del punto mínimo que generará el área.
- X max.- Valor en X máximo que generará el área.
- Y max.- Valor en Y máximo que generará el área.

### 3.1.9. Mantenimiento de vehículos

En esta pantalla se ingresará datos correspondientes a los vehículos y se asignará un código bajo el cual el usuario deberá identificar el vehículo.

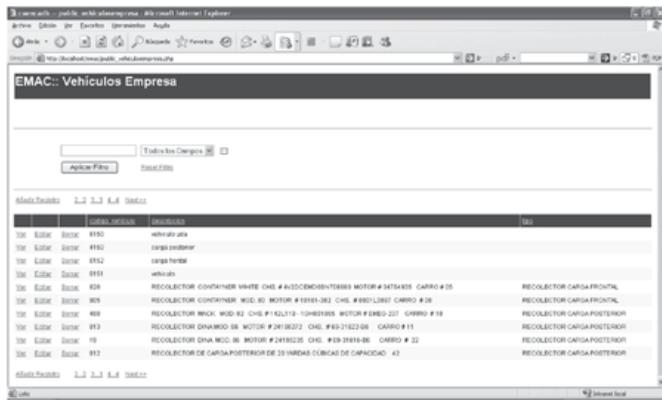


Figura 21. Pantalla de mantenimiento de vehículos

### 3.1.10. Mantenimiento de empleados

En esta pantalla se registrarán los empleados que cumplan la función de choferes para los vehículos.

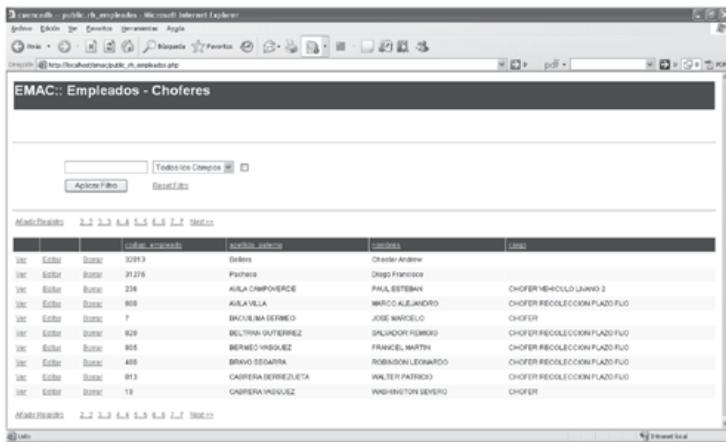


Figura 22. Pantalla de mantenimiento de empleados

### 3.1.11. Asignación de rutas vehículos chofer

En esta ventana realizamos el mantenimiento de las rutas, vehículos y choferes que se realizarán día a día. Cabe recalcar que si un vehículo no pasó por este proceso de asignación no aparecerá en la pantalla de monitoreo.

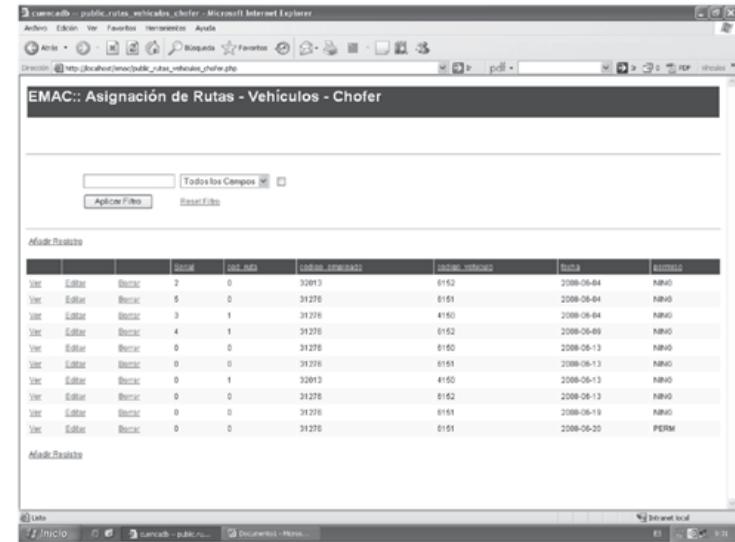


Figura 23. Pantalla de asignación de rutas

Al momento de presionar el link Añadir Registro visualizará la siguiente pantalla:

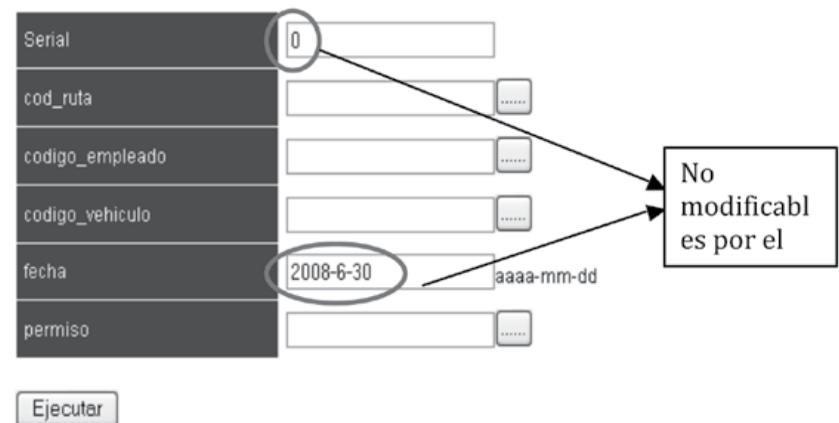


Figura 24. Pantalla de añadir registro

A continuación el digitador deberá seleccionar los datos de ruta, empleado (chofer) y vehículo para que el sistema pueda realizar el control en base a estos parámetros.

Para seleccionar dichos campos aparecerá una ventana emergente que muestra la información y permite seleccionarla presionando el link activo.

gid	cod_ruta	descripcion
2	0	Ruta Demo UDA
1	1	Zona 1 Sector 1 CN1

Figura 25. Pantalla de datos de ruta

Algo muy importante que debe mencionarse es el campo de permiso, pues en base a ello el sistema determinará si el vehículo tendrá permiso para salirse de la ruta establecida.

Básicamente el sistema maneja dos tipos de permiso:

per_serial	cod_permiso	desc_permiso
1	NING	Ninguno
2	PERM	Permitido

Figura 26. Pantalla de datos de permisos

En caso de seleccionar el permiso NING el vehículo no poseerá permiso de salirse de ruta y generará la alerta respectiva.

### 3.1.12. Pantalla de configuraciones del sistema



Figura 27. Pantalla de configuración del sistema

En esta pantalla el administrador del sistema configurará ciertos parámetros, como por ejemplo la velocidad máxima a la que podrá ir un vehículo, y posteriormente agregar valores que controlarán la telemetría del sistema. Para ello usamos como ejemplo el campo compactaciones que controlará las compactaciones que realizará el vehículo.

Para modificar estos campos consulte previamente al proveedor del software para evitar problemas de funcionamiento del sistema.

### 3.1.13. Pantalla de consultas del sistema

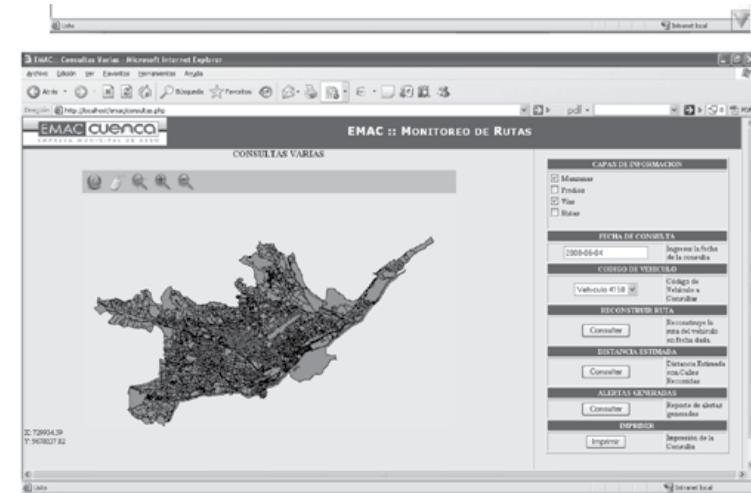


Figura 28. Pantalla de consultas del sistema

#### Pantalla principal de consultas

- Presentará el mapa con los resultados de las consultas.

### Recuadro de capas de información

- Nos permitirá marcar o desmarcar las capas de información que se visualizarán.

### Recuadro de fecha de consulta

- Ingresaremos la fecha de consulta.

### Recuadro de código de vehículo.

- Seleccionaremos el vehículo a consultar

### Recuadro de reconstrucción de ruta.

- Con este botón generaremos la ruta del vehículo en base a los parámetros de fecha y vehículo seleccionados.

### Recuadro de distancia estimada.

- Nos permite obtener un cálculo estimado en base a los puntos recolectados por el sistema.

### Recuadro de alertas generadas.

- En caso de haberse generado alertas, podremos visualizarla a través de esta opción.

### Recuadro imprimir

- Nos permitirá imprimir el resultado de esta consulta.

### 3.1.14. Pantalla del buscador de direcciones

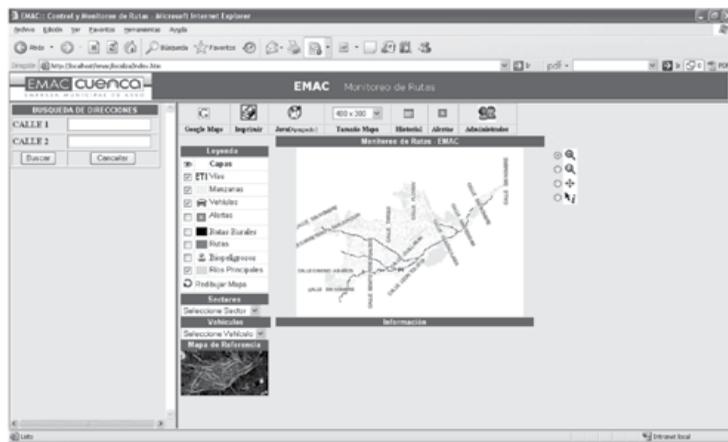


Figura 29. Pantalla de buscador de direcciones

En esta pantalla se podrán realizar, como su nombre lo dice, búsquedas de direcciones en un mapa. De esta forma el usuario podrá verificar si un vehículo pasó por una determinada dirección, además de brindar la opción de consulta de datos de igual forma que se realiza al momento del monitoreo.

### 3.1.15. Pantalla de descargas

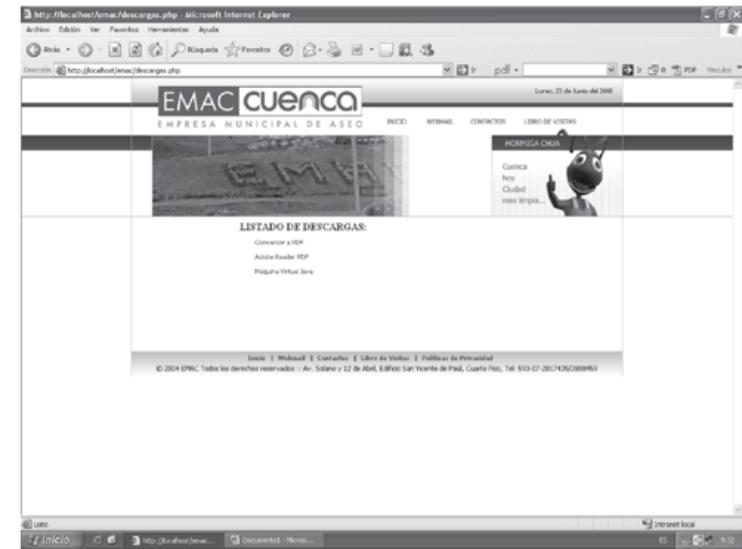


Figura 30. Pantalla de descargas

Contendrá ciertos componentes que ayudarán al usuario a potenciar el funcionamiento del sistema.

Convertor a PDF.- Generará reportes en formato PDF. Básicamente agrega una impresora a la configuración de Windows cuya salida será un archivo PDF.

Adobe Reader PDF.- Lector de archivos PDF.

Máquina virtual JAVA.- Activará la aplicación JAVA con lo cual al momento del monitoreo se podrá realizar consultas de múltiples entidades, acercamiento a un área enmarcada en un recuadro.

Las características del sistema desarrollado son:

- Plataforma Web cliente/ servidor.
- Es compatible con sistemas operativos Windows XP y Vista.
- La base cartográfica es de tipo vectorial con capas que pueden activarse o desactivarse.
- Permite la ubicación de los vehículos en tiempo real (cada 3 minutos), de forma simultánea o individual, reproducción del recorrido de vehículos.
- Capacidad de monitoreo 7/24 y de cualquier punto de control (plataforma Web).
- Base de Datos abierta.
- Código fuente, diccionario de datos, manual técnico y de usuario, del software desarrollado por la UDA. (no se incluye software propietario de terceros).
- Informe en tiempo real de cambios de estado de los sensores de accionamiento de la tolva y sensores de encendido y apagado del vehículo.
- Recuperación de datos estadísticos del vehículo (velocidad fuera del límite, velocidad media, velocidad cero, tiempo de movimiento, kilómetros recorridos, horas de trabajo).
- Tiempo en traslados entre rutas preestablecidas por rango de fechas.
- Reconstrucción gráfica histórica de rutas y eventos por vehículo.
- Capacidad de impresión y exportación de datos para reportes hacia Excel.
- Posibilidad de bloqueo de transmisión de datos desde el punto de control.
- Reporte de incumplimiento de rutas.

#### **Actividad 4:** Implementación de prototipo

##### **4.1. Implementación de los equipos y sistemas en el vehículo prototipo y en el equipo informático correspondiente**

Esta actividad se desarrolló en el recolector 45, se montó el equipo y se realizaron las respectivas pruebas en diferentes fechas.

##### **4.2. Pruebas, calibración, ajustes y monitoreo del desempeño**

Las mismas se trabajaron sobre el prototipo y permitió realizar los ajustes definitivos al sistema.

#### *Referencias*

*Universidad del Azuay. Informe final del Proyecto: "Control y optimización de las rutas para el sistema de recolección de basuras en la ciudad de Cuenca (EMAC)". Universidad del Azuay. 2008*

5

# Aplicación de las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) para la gestión del patrimonio cultural en la provincia del Azuay

... Fernanda Elizabeth López Villalba

El Ecuador es poseedor de un diverso y amplio patrimonio cultural que se ve plasmado en nuestra historia, tradiciones, arquitectura, arqueología, entre otros, haciendo de nuestro país un lugar digno de ser conocido por propios y extraños, pero la falta de conocimiento de la ubicación y tenencia de estos bienes culturales ha puesto en alerta sobre la falta de protección y cuidado que ellos requieren, como por ejemplo el robo a la valiosa custodia del Convento de las Conceptas en Riobamba dado en octubre de 2007 en donde se evidenció la situación de vulnerabilidad en la que se encuentra gran parte de nuestro patrimonio cultural.

La actual constitución tiene como finalidad el fortalecimiento de la identidad nacional para la protección y difusión de las diversas expresiones culturales, ratificando así lo llevado a cabo según el Decreto Ejecutivo 816, publicado en el Registro Oficial 1246 del 7 de enero de 2008, en el que se declaró el estado de emergencia en el sector del patrimonio cultural a nivel nacional, con el objeto de establecer las medidas y mecanismos para el control, uso, registro y las acciones orientadas a la conservación y preservación de los bienes patrimoniales del Estado Ecuatoriano, mediante una política integral de gestión de riesgos.

A partir de esto, se llevó a cabo el inventario nacional del patrimonio cultural a nivel de registro de todos los bienes culturales materiales e inmateriales con características patrimoniales.

Las acciones emprendidas en la aplicación del Decreto de Emergencia, especialmente en lo relacionado al Inventario, despertó en la ciudadanía la discusión y el interés por el patrimonio; ya que antes se limitaba a las entidades culturales y a ciertos círculos intelectuales. A partir del levantamiento de la información patrimonial, se desarrolló el interés de las comunidades locales por rescatar, conservar y difundir su patrimonio cultural. (Moscoso, 2009).

La responsabilidad en la ejecución del inventario correspondiente a la provincia del Azuay, estuvo a cargo del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural Subregional Austro.

Dos fases se identificaron en el inventario: 1. Levantamiento a nivel de registro y 2. Complementación de información patrimonial.

Cinco ámbitos fueron registrados por considerarse relevantes para la memoria e identidad de las personas, colectivos y objeto de salvaguarda del Estado (Art. 379, Constitución, 2008): bienes arqueológicos, documentales, inmateriales, inmuebles y muebles; posteriormente se vio la necesidad de dar a conocer sus resultados a fin de proporcionar a la comunidad en general y a los distintos organismos que

velan por la protección y puesta en valor de bienes culturales, una herramienta para la gestión y administración de la información cultural, que permita modelar situaciones espaciales que sirvan como soporte para la toma de decisiones en la planificación y ejecución de actividades sobre esta zona territorial. Con lo que dentro de la primera fase, se realizó la difusión de información correspondiente a la provincia del Azuay, actividad que se llevó a cabo gracias al apoyo del Ministerio Coordinador de Patrimonio Natural y Cultural, el INPC Subregional Austro y la Universidad del Azuay.

La información generada en la fase de registro patrimonial se organizó, validó, editó y representó cartográficamente, haciendo uso en todos estos procesos, de herramientas tecnológicas como Cartografía Digital, Sistemas de Posicionamiento Global y Sistemas de Información Geográfica.

Para la difusión se llevó a cabo en la ciudad de Cuenca el 7 de abril de 2009, un convenio interinstitucional entre la Universidad del Azuay a través del Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador - IERSE y el INPC; con lo que, gracias a la experiencia de la institución educativa en diversos proyectos en el área de Geomática, proporcionó información cartográfica, base necesaria sobre la cual se representaron espacialmente los bienes culturales levantados por los distintos equipos participantes en el estudio, además que implementaron catorce visores de cartografía que constituyeron el producto final de esta primera fase.

## Fase I Levantamiento a nivel de registro

### Organización, validación, edición y representación cartográfica

Para el levantamiento de datos en campo se hizo uso de equipos GPS (Global Positioning System), permitiendo a las áreas de arqueología e inmuebles localizar de manera precisa los bienes de interés. Debido a la extensión de los sitios arqueológicos el error producido por estos equipos (10m) se consideró permisible. Para los bienes inmuebles el error fue rectificado gracias al uso de cartografía digital a escala de detalle.

Cada uno de los equipos técnicos del decreto de emergencia que levanto información según el ámbito que le correspondía, realizó el ingreso de datos recopilados en campo en una base de datos sistematizada, es de aquí que se extrajeron tablas de datos con información relevante para ser visualizadas en los mapas dinámicos.

Ante la constante necesidad de ingresar, procesar y presentar información precisa y oportuna se considero que, los Sistemas de información geográfica (SIG), cuyos antecedentes datan de varias décadas atrás (vid. Foresman, 1998), se han posicionado como una tecnología básica, imprescindible y poderosa, para capturar, almacenar, manipular, analizar, modelar y presentar datos espacialmente referenciados (Moreno, 2006), en ese contexto la información cultural georreferenciada fue gestionada desde el software para SIG, ArcGIS 9.3 de Esri.

La organización de los datos se realizó de acuerdo al ámbito de estudio, cada uno con sus respectivas capas temáticas y tablas de información complementaria, las cuales posteriormente se enlazaron entre sí, además de fotografías y fichas técnicas. Estas últimas se encuentran almacenadas en la base de datos digital del Banco Central, en la cual el resto de inventariadores a nivel nacional dirigidos por la unidad de gestión de la emergencia cultural también aportan con sus datos.

Con cada uno de los bienes a registrar se analizó el grado de exactitud cartográfica requerida para validar y representar dicha información en mapas y posteriormente en el visor, para lo cual se determinó que, para el área de arqueología se necesitaba cartografía digital a escala 1:50 000 de la provincia del Azuay; para los bienes inmuebles la escala debía ser mayor, con lo que se utilizó cartografía digital disponible del cantón Cuenca a escala 1:1 000, publicada en el sistema de información geográfica de Cuenca, SI\_CUENCA, mayo 2008. El resto de áreas como el patrimonio cultural inmaterial, que se manifiesta en ámbitos como tradiciones y expresiones orales, artes del espectáculo, rituales, etc., no precisaba cartografía detallada ya que el contenedor se encuentra a nivel de parroquias rurales y urbanas, con lo que se empleó la división política administrativa del INEC, disponible en la página web [http://www.inec.gov.ec/web/guest/ecu\\_est/territorio/div\\_pol\\_adm/nac\\_pro2008](http://www.inec.gov.ec/web/guest/ecu_est/territorio/div_pol_adm/nac_pro2008) (Fecha de consulta, 13 de julio de 2009). Con el fin de proteger los objetos artísticos, religiosos o civiles registrados en bienes muebles se tomó como contenedor las parroquias urbanas del cantón Cuenca y las parroquias rurales de la provincia del Azuay. Para los bienes documentales de registro datos en las cabeceras cantonales de la provincia, el contenedor se encuentra a nivel de parroquias rurales.

Adicionalmente la Universidad del Azuay aportó con cartografía digital de la provincia a escala 1:250 000, entre las capas de información se contó con temas como: Hidrografía (ríos, quebradas, lagunas), Vialidad (vías principales, secundarias, caminos y senderos), Toponimia (centros poblados, cerros y lomas, cumbres) y Relieve (curvas de nivel), los mismos que fueron utilizados como base en todos los mapas generados para el visor.

Como un estándar en el manejo de datos georreferenciados se estableció que el sistema de coordenadas geográfico a utilizar sea el UTM (Universal Transversa de Mercator) y el Datum horizontal el WGS84 (World Geodetic System) 1984.

A continuación se describen los procesos realizados en el levantamiento, validación y representación de los distintos patrimonios culturales investigados:

## 1. Patrimonio Arqueológico

Se registraron 186 sitios, distribuidos en 11 de los 15 cantones de la provincia, con una cobertura del 73,3% del territorio, en el siguiente orden: Oña, Nabón, Cuenca, Camilo Ponce Enríquez, Pucará, Santa Isabel, Girón, Guachapala, Sevilla de Oro, El Pan y Sígsig (Carrillo, Galarza, 2009) (5), los mismos fueron levantados con equipos GPS tipo navegadores y validados con cartografía digital a escala 1:50 000; una parte perteneciente a la cartografía de la cuenca del río Paute (UDA – CG Paute, 2008) y otra proporcionada por el Gobierno Provincial del Azuay.

En este proceso se registraron puntos centrales de sitios arqueológicos, como también el área de influencia directa y a partir de esto se cuenta con delimitaciones precisas que permiten conocer dónde se ubica la mayor presencia de vestigios. En cada medición se ubicó el Norte, a partir del cual, en sentido horario se trazó el perímetro. En algunos lugares se encontró la presencia de caminos ancestrales como el Qhapaq Ñan, lo que por su importancia fue también registrado como trazado y representado en mapas impresos.

Las características del sitio a delimitar no solo se consideraban por los bienes materiales culturales con que contaba, sino también por modificaciones en el terreno como la presencia de terrazas, tambos, tambillos, muros y por la arquitectura de la superficie como caminos ancestrales pertenecientes a la antigua red vial prehispánica.

Una vez realizado el levantamiento en campo, en gabinete se registró la información, proceso que implicó la utilización de programas especializados de libre difusión y propios de los equipos adquiridos. Para la descarga de datos MapSource de GARMIN, que genera ficheros de extensión .gdb; y, para la conversión de formatos nativos a los requeridos (Shapefile), GPS TrackMaker extensión .gpx, Ozi Explorer extensión .upt para puntos y .plt para tracks, y GPS Utility para cualquier formato. Luego de ingresar la información en la base de datos, se creó un archivo documental, un archivo gráfico y un archivo de fotos (4 – 6 mín. por sitio).

En la validación de datos, se tomaron en cuenta factores como proximidad de puntos, redundancia, pérdida de señal en los equipos GPS y exactitud en la localización del sitio.

Para la representación cartográfica se escogieron cuatro variables: estados de conservación, periodos arqueológicos, tipos de yacimientos y densidad de sitios arqueológicos.

Por motivos de seguridad y con el fin de proteger y conservar este patrimonio, se determinó que los datos a visualizar utilizarían símbolos o degradación de color que representen el grado de concentración de bienes arqueológicos, permitiendo brindar información al usuario sin poner en riesgo el sitio en cuestión.

### 1.1 Estados de Conservación Arqueológica Cantonal

Los principales problemas por los que atraviesan los sitios arqueológicos inventariados, tienen que ver con la ampliación de la frontera agrícola, el incremento del huaquerismo y la construcción de obras civiles y religiosas. (Carrillo, Galarza, 2008).

Dentro de esta variable se registró el estado actual del sitio levantado pudiendo ser: poco destruido, medianamente destruido, parcialmente destruido, altamente destruido y destruido. Todos los cantones visitados cuentan con esta información a excepción de Sígsig.

Código Cantón	Cantones	Poco Destruído	Parcialmente Destruído	Medianamente Destruído	Altamente Destruído	Destruído	Total
0101	Cuenca	11	1	16	3	0	31
0102	Girón	1	0	4	15	0	20
0104	Nabón	6	0	7	6	0	19
0106	Pucará	7	13	0	0	0	20
0108	Santa Isabel	8	0	3	4	0	15
0110	Oña	1	0	12	2	0	15
0112	El Pan	5	0	0	3	0	8
0113	Sevilla de oro	1	0	9	10	2	22
0114	Guachapala	7	0	3	10	0	20
0115	Camilo Ponce Enríquez	5	2	3	5	0	15
Total							185

Tabla Nro. 1 Estados de conservación arqueológica por cantones

Para su representación gráfica se utilizó un mapa multivariado de coropletas con símbolos graduados por pasteles.

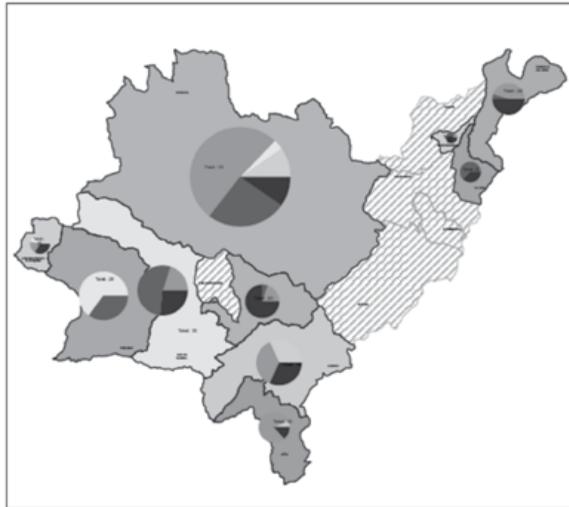


Fig. Nro. 1 Mapa de estados de conservación arqueológica cantonal

### 1.2 Periodos arqueológicos por cantones

Se identificaron dos periodos arqueológicos, Desarrollo regional e Integración; el primero, con las fases culturales Milagro/Quevedo y Huiguara, el segundo con Cañari/Tacalzhapa y Cañari/Cazhaloma. Un total de 64 sitios registraron esta información en diez cantones, a excepción de Nabón.

Código Cantón	Cantones	Periodos	Fases culturales	Total
0101	Cuenca	Integración	Cañari/Tacalzhapa	4
0102	Girón	Integración	Cañari/Tacalzhapa	20
0106	Pucará	Integración	Cañari/Tacalzhapa	5
0108	Santa Isabel	Integración	Cañari/Tacalzhapa	15
0109	Sígsig	Integración	Cañari/Tacalzhapa	1
0110	Oña	Integración	Cañari/Tacalzhapa	2
0112	El pan	Integración	Cañari/Tacalzhapa	2
0113	Sevilla de oro	Integración	Cañari/Cazhaloma	2
0114	Guachapala	Desarrollo regional	Huiguara	1
0115	Camilo Ponce Enríquez	Desarrollo regional	Milagro/Quevedo	12
Total				64

Tabla Nro. 2 Periodos arqueológicos por cantones

Para su representación gráfica se utilizó un mapa multivariado de coropletas con símbolos proporcionales.

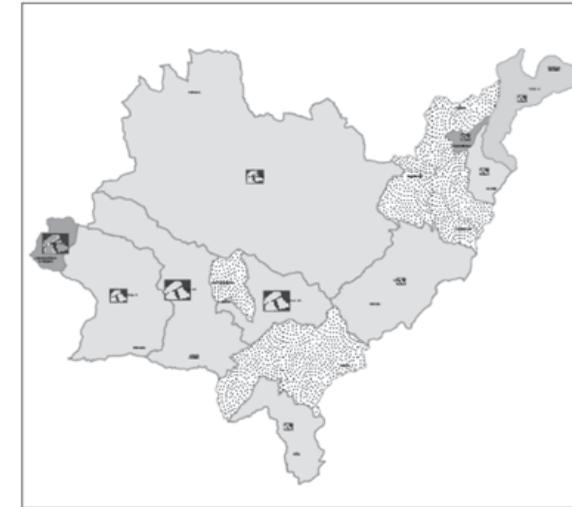


Fig. Nro. 2 Mapa de periodos arqueológicos por cantones

### 1.3 Tipos de yacimientos arqueológicos por cantones

Los tipos de yacimientos identificados son: Superficial/Cimas y cuchillas, Monumental/Terracería Agrícola/Laderas, Superficial/Laderas, Monumental/Cimas y cuchillas, Monumental/Planicies, Monumental/Abrigos rocosos y cuevas, Superficial/Planicie, Superficial/Abrigos rocosos y cuevas, Petroglifos/Laderas, planicies o cauces fluviales.

A continuación se indica la distribución de puntos por yacimientos en los cantones de la provincia del Azuay:

Código Cantón	Cantones	Superficial / Cimas y cuchillas	Monumental / Terracería Agrícola / Laderas	Superficial / Laderas	Monumental / Cimas y cuchillas	Monumental / Planicies	Monumental / Abrigos rocosos y cuevas	Superficial / Planicie	Superficial / Abrigos rocosos y cuevas / terruginos / Laderas, planicies o cauces fluviales	Total
0101	Cuenca	2	5	3	17	3	1	0	0	31
0102	Girón	4	6	0	9	0	0	1	0	20
0103	Gualaceo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0104	Nabón	0	0	2	15	2	0	0	0	19
0105	Paute	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0106	Pucará	0	14	0	6	0	0	0	0	20
0107	San Fernando	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0108	Santa Isabel	0	5	0	3	7	0	0	0	15
0109	Sigsig	0	0	0	0	1	0	0	0	1
0110	Oña	3	0	0	7	2	0	2	1	15
0111	Chordeleg	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0112	El Pan	0	0	5	3	0	0	0	0	8
0113	Sevilla De Oro	0	12	3	6	1	0	0	0	22
0114	Guachapala	0	14	5	1	0	0	0	0	20
0115	Camilo P. Enriquez	2	0	0	0	10	0	0	1	15
Total										186

Tabla Nro. 3 Tipos de yacimientos arqueológicos por cantones

Para su representación gráfica se utilizó un mapa multivariado de coropletas con símbolos por barras.

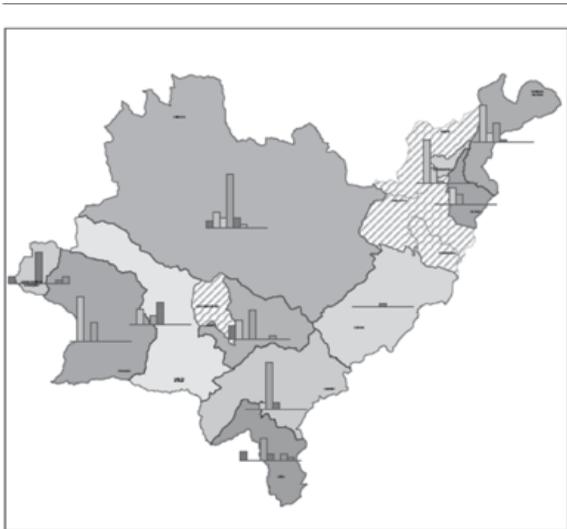


Fig. Nro. 3 Mapa de yacimientos arqueológicos por cantones

## 1.4 Densidad de sitios arqueológicos por cantones

Para representar esta información se generó un mapa de densidades donde partimos de la capa Sitios\_Arqueologicos\_50k\_UTM\_WGS84, que contiene la ubicación exacta de los sitios arqueológicos, y se generó un mapa de densidades con un tamaño de celda de 50 x 50.

Para este proceso se utilizó la herramienta densidad focal, con la que se determinó el valor de densidad obtenido mediante una operación en la que a un píxel determinado se le imputa el resultado de un cálculo realizado sobre varios puntos de su alrededor, de suerte que los puntos más lejanos al centro del píxel tengan un peso menor en el cálculo (Glosario, 2006)

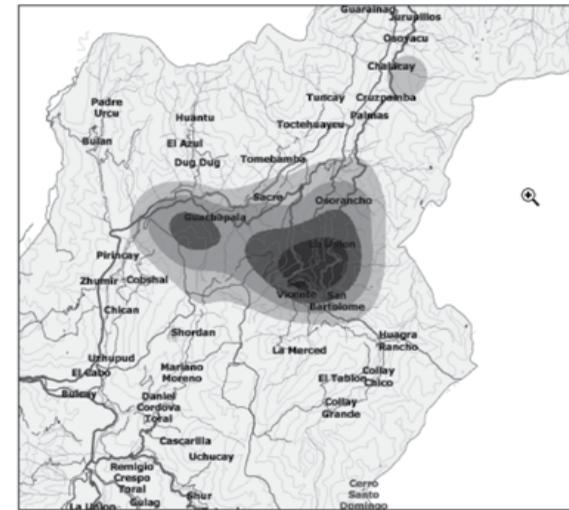


Fig. Nro. 4 Mapa de densidad de sitios arqueológicos por cantones

## 2. Patrimonio documental

Se registró en la base de datos 290 fichas de 241 contenedores ubicados en las quince cabeceras cantonales de la provincia del Azuay; los que almacenaban documentos históricos archivísticos y bibliográficos.

TIPO DE BIEN	TENENCIA			TOTAL
	ECLESIASTICO	PRIVADO	PÚBLICO	
ARCHIVO	16	29	139	184
BIBLIOTECA	8	36	62	106
				290

Tabla Nro. 4 Resumen del total de registros levantados para bienes documentales

Dentro del espacio geográfico correspondiente al Cantón Cuenca se levantó información tanto a nivel de parroquias urbanas como de parroquias rurales, la primera evidencia la existencia de 153 fichas (Ver tabla Nro. 5) y la segunda un total de 11; en el resto de cabeceras cantonales se registran 126 fichas (Ver tabla Nro. 6).

Para efectos de visualización y consulta se generó el mapa de Bienes Documentales de la Provincia del Azuay, realizado a través de relaciones entre la tabla documentos.dbf y la parte gráfica correspondiente a la capa de división política parroquial. Entre la información más relevante contamos con los campos: tipo de bien, tenencia y denominación.

Tipo Bien	Tenencia	Código Parroquia	Parroquia	Total	Tipo Bien	Tenencia	Código Parroquia	Parroquia	Total
ARCHIVO	Eclesiástico	010104	El Sagrario	2	BIBLIOTECA	Eclesiástico	010104	El Sagrario	3
		010107	Huayna Cápac	1			010105	El Vecino	1
		010109	Monay	2			010106	Gil Ramírez Dávalos	1
		010110	San Blas	1			010109	Monay	2
		010111	San Sebastián	1			<b>Total Eclesiástico</b>	<b>7</b>	
		010112	Sucre	2			Privado	010104	El Sagrario
	<b>Total Eclesiástico</b>	<b>9</b>	010105	El Vecino		2			
	Privado	010104	El Sagrario	7		010106		Gil Ramírez Dávalos	2
		010105	El Vecino	1		010107		Huayna Cápac	8
		010106	Gil Ramírez Dávalos	2		010110		San Blas	3
		010107	Huayna Cápac	4		010111		San Sebastián	2
		010110	San Blas	2		010112		Sucre	4
		010112	Sucre	4		010113		Totoracocha	2
		010113	Totoracocha	1		010114	Yanuncay	1	
	<b>Total Privado</b>	<b>21</b>	<b>Total Privado</b>	<b>29</b>					
	Público	010101	Bellavista	3		Público	010101	Bellavista	2
		010103	El Batán	1			010103	El Batán	1
		010104	El Sagrario	32			010104	El Sagrario	7
		010106	Gil Ramírez Dávalos	3			010105	El Vecino	4
		010107	Huayna Cápac	7			010106	Gil Ramírez Dávalos	6
		010110	San Blas	3			010107	Huayna Cápac	4
010111		San Sebastián	2	010110	San Blas		2		
010112		Sucre	1	010111	San Sebastián		3		
010113		Totoracocha	1	010112	Sucre		3		
010114		Yanuncay	1	010113	Totoracocha		1		
<b>Total Público</b>		<b>54</b>	010114	Yanuncay	1				
<b>Total ARCHIVO</b>		<b>84</b>	<b>Total Público</b>	<b>33</b>					
			<b>Total BIBLIOTECA</b>	<b>69</b>					

Tabla Nro. 5 Resumen del total de registros de bienes documentales por parroquias urbanas del cantón Cuenca

Cantón	Código Parroquias	Parroquias	Público	Eclesiástico	Privado	Total
Cuenca	010151	Baños	0	0	1	1
Cuenca	010163	San Joaquín	0	0	1	1
Cuenca	010166	Sidcay	3	1	0	4
Cuenca	010167	Sinincay	3	0	1	4
Cuenca	010169	Turi	0	0	1	1
Girón	010250	Girón	5	2	0	7
Gualaceo	010350	Gualaceo	17	0	4	21
Nabón	010450	Nabón	10	0	0	10
Paute	010550	Paute	9	0	1	10
Pucará	010650	Pucará	7	0	0	7
San Fernando	010750	San Fernando	4	0	0	4
Santa Isabel	010850	Santa Isabel (Chaguarurco)	13	1	0	14
Sigsig	010950	Sigsig	10	2	3	15
Oña	011050	San Felipe de Oña	2	1	1	4
Chordeleg	011150	Chordeleg	10	0	0	10
El Pan	011250	El Pan	4	0	0	4
Sevilla de Oro	011350	Sevilla de Oro	2	0	0	2
Guachapala	011450	Guachapala	7	0	0	7
Camilo Ponce Enriquez	011550	Camilo Ponce Enriquez	8	1	2	11
<b>Total</b>						<b>137</b>

Tabla Nro. 6 Resumen del total de Registros de Bienes Documentales correspondientes a las cabeceras cantonales de la provincia del Azuay

Para su representación se utilizó un mapa multivariado de coropletas con símbolos graduados.

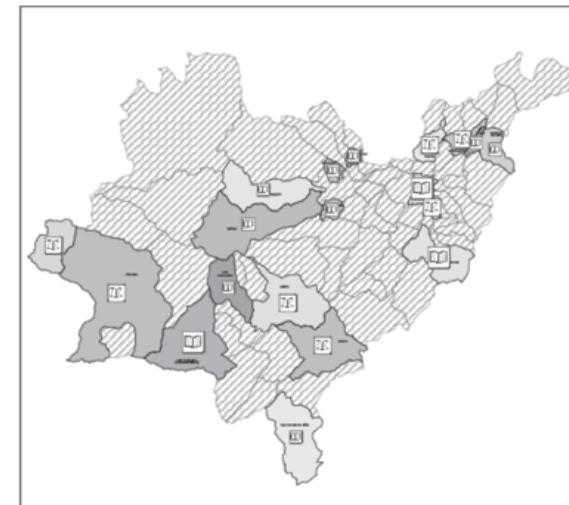


Fig. Nro. 5 Mapa de bienes documentales

Cabe indicar que, debido al desconocimiento del contenido de los repositorios, fue necesario realizar un rastreo completo de los contenedores existentes en los cantones de la provincia del Azuay, principalmente en la ciudad de Cuenca. (Chacón, 2009)

### 3. Patrimonio inmaterial

Este es uno de los patrimonios culturales intangibles más diverso y amplio registrado, en el que se brinda un conocimiento profundo de la identidad de cada pueblo; de modo que se vio la oportunidad de visualizarlo en cinco mapas a nivel de parroquias rurales de la provincia. Los datos correspondientes a parroquias urbanas no fueron representados cartográficamente en esta fase; entre los ámbitos registrados se encuentran: técnicas artesanales tradicionales, fiestas o ceremonias religiosas, tradición oral, gastronomía y ámbito y subámbito. Se utilizó mapas multivariados de coropletas con símbolos graduados en todos los temas.

#### 3.1 Técnicas artesanales tradicionales

Se ingresó en la base de datos, 113 registros de 52 parroquias rurales y 4 dentro del casco urbano de Cuenca, este último se encuentra repartido de la siguiente manera: dos en la parroquia El Sagrario, uno en la parroquia Huayna Cápac y el último en la parroquia San Sebastián. En el campo subámbito se ingresaron dos tipos de variables artesanías y otros.

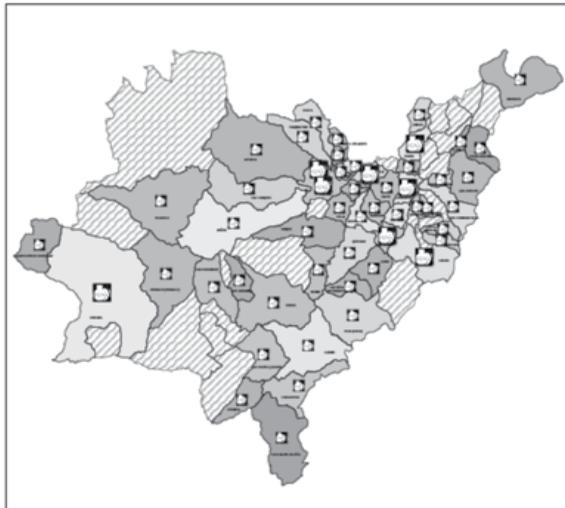


Fig. Nro. 6 Mapa de bienes inmateriales parroquiales - Técnicas artesanales tradicionales

#### 3.2 Fiestas o ceremonias religiosas

Se levantaron 123 registros en 61 parroquias rurales y 5 en parroquias urbanas de Cuenca; 3 correspondientes a la parroquia El Sagrario y 2 en la parroquia Gil Ramírez Dávalos.



Fig. Nro. 7 Mapa de bienes inmateriales parroquiales - Fiestas o ceremonias religiosas

#### 3.3 Tradiciones y expresiones orales

Se determinaron 232 registros de los cuales, 229 se encuentran repartidos en 63 parroquias rurales del Azuay y 3 en la parroquia urbana Gil Ramírez Dávalos del Cantón Cuenca. El campo subámbito registró las variables: coplas, cuentos de tradición oral, lenguas/dialectos, leyendas, mitología, ritos especiales y otros.



Fig. Nro. 8 Mapa de bienes inmateriales parroquiales – Tradiciones y expresiones orales

### 3.4 Gastronomía

Se recogieron 170 registros en 51 parroquias rurales del Azuay y 2 registros dentro de la parroquia urbana El Sagrario perteneciente al Cantón Cuenca, esta información recopila los alimentos más tradicionales y conocidos por los habitantes de estas zonas territoriales.



Fig. Nro. 9 Mapa de bienes inmateriales parroquiales – Gastronomía

### 3.5 Ámbito y subámbito

Este mapa temático reúne todas las variables registradas para el patrimonio cultural inmaterial, entre ellas tenemos:

<b>Artes del espectáculo</b>	<b>133</b>
Danza	15
Juegos	71
Literatura	2
Música	36
Otros	7
Plástica	1
Teatro	1
<b>Conocimientos y usos relacionadas con la naturaleza y el universo</b>	<b>398</b>
Agrodiversidad	32
Alimentos y Cocina	172
Astronomía	2
Geografía sagrada o sitios sagrados	45
Medicina tradicional	70
Otros	18
Ritos especiales	1
Toponimia	58
<b>Técnicas artesanales tradicionales</b>	<b>117</b>
Artesanías	115
Otros	2
<b>Tradiciones y expresiones orales, incluidas el idioma</b>	<b>232</b>
Coplas	2
Cuentos de tradición oral	20
Lenguas/Dialectos	1
Leyendas	165
Mitología	5
Otros	38
Ritos especiales	1

<b>Usos sociales, rituales y actos festivos</b>	<b>265</b>
Celebraciones festivas	33
Fiestas cívicas	5
Fiestas o ceremonias religiosas	128
Juegos	4
Leyendas	1
Medicina tradicional	2
Otros	52
Representaciones escénicas	2
Ritos especiales	38
<b>Total general</b>	<b>1145</b>

Tabla Nro. 7 Variables registradas para el mapa temático de ámbito y subámbito a nivel de parroquias rurales

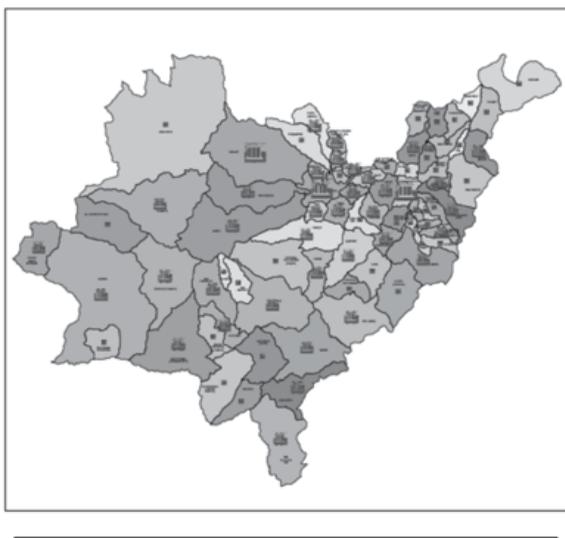


Fig. Nro. 10 Mapa de bienes inmateriales parroquiales - ámbito y subámbito

El carácter del inventario fue a nivel de registro, únicamente descriptivo, por lo que el trabajo se resumió en fichas de descripción etnográfica. Evitando cualquier tipo de análisis antropológico. (Eljuri, 2009)

## 4. Patrimonio inmuebles

El patrimonio cultural edificado fue representado gráficamente mediante dos tipos de mapas: parroquial a nivel urbano correspondiente al Cantón Cuenca, donde se presentó información de: El Vecino, Hermano Miguel, Huayna Cápac, San Sebastián, Sucre y Yanuncay; y, por parroquias rurales de la provincia del Azuay. En ambos casos se registraron bienes con las siguientes características arquitectónicas: popular o vernácula, civil, monumental civil, monumental religiosa, haciendas, parques, plazas e inmuebles sin tipología; a nivel rural, se contó además con información de arquitectura religiosa, cementerios, puentes y rutas.

Refiriéndonos al mapa parroquial urbano, este cuenta con 503 registros; en San Sebastián y Sucre se localizó de forma precisa y a manera de muestra debido a la gran cantidad de información existente. Además mostró un resumen de la ficha digital registrada en formato .pdf, esta incluye datos como la denominación del inmueble, descripción, tipología formal y una fotografía.



Fig. Nro. 11 Mapa de bienes inmuebles por parroquias urbanas del cantón Cuenca

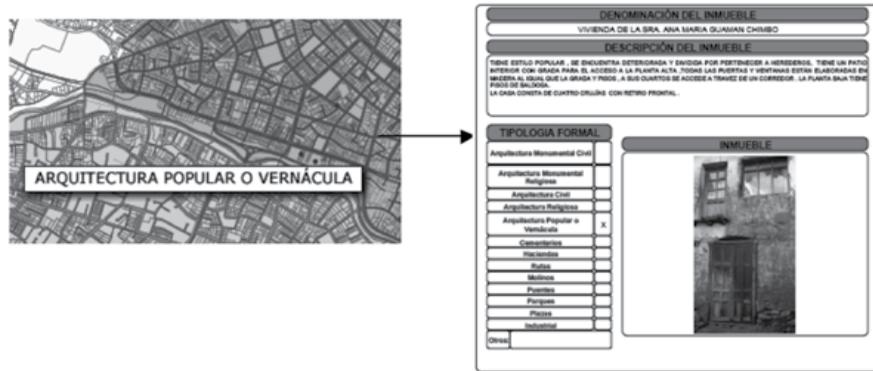


Fig. Nro. 12 Ejemplo de la representación gráfica de las edificaciones en la parroquia Sucre y el resumen de información en formato .pdf que se presenta a los usuarios

En el segundo mapa generado para las parroquias rurales de la provincia se visualizaron 11 capas temáticas correspondientes a la tipología arquitectónica antes mencionadas, el tema de plazas no registró ninguna información aquí. A continuación un resumen de esa información:

### Arquitectura popular o vernácula

Código parroquial	Parroquias rurales	Registros	Código parroquial	Parroquias rurales	Registros
010151	Baños	115	010453	Las Nieves (Chaya)	68
010152	Cumbe	59	010550	Paute	31
010154	Checa (Jidcay)	34	010552	Bulán (José Víctor Izquierdo)	18
010155	Chiquintad	30	010556	Guarainag	45
010157	Molleturo	55	010559	San Cristóbal (Carlos Ordóñez Lazo)	6
010158	Nulti	29	010561	Tomebamba	22
010159	Octavio Cordero Palacios (Sta. Rosa)	26	010562	Dug Dug	12
010160	Paccha	29	010650	Pucará	84
010161	Quingeo	79	010652	San Rafael de Sharug	33
010162	Ricaurte	88	010750	San Fernando	104
010163	San Joaquín	256	010751	Chumblín	21
010164	Santa Ana	15	010850	Santa Isabel (Chaguarurco)	30
010165	Sayausí	195	010851	Abdón Calderón (La Unión)	19
010166	Sidcay	26	010853	Zhaglli (Shaglli )	51
010167	Sinincay	6	010950	Sígsig	219
010168	Tarqui	19	010951	Cuchil (Cutchil)	19
010169	Turi	45	010952	Jima (Gima)	15
010250	Girón	66	010953	Güel	14
010251	Asunción	41	010954	Ludo	13
010252	San Gerardo	38	010955	San Bartolomé	15
010350	Gualaceo	134	010956	San José de Raranga	10

010350	Gualaceo	134	010956	San José de Raranga	10
010352	Daniel Córdova Toral (El Oriente)	33	011050	San Felipe de Oña	130
010354	Mariano Moreno	21	011051	Susudel	88
010356	Remigio Crespo Toral (Gúlag)	9	011150	Chordeleg	25
010357	San Juan	18	011151	Principal	17
010358	Zhidmad	24	011152	La Unión	4
010359	Luis Cordero Vega	15	011153	Luis Galarza Orellana (Cab. en Delegsol)	39
010450	Nabón	174	011154	San Martín de Puzhio	16
010451	Cochapata	88	011550	Camilo Ponce Enríquez	5
010452	El Progreso (Cab.en Zhiota)	120	Total		3060

Tabla Nro. 8 Resumen del total de registros correspondientes al tema de arquitectura popular o vernácula

### Arquitectura civil

Código Parroquial	Parroquias rurales	Registros
010155	Chiquintad	1
010157	Molleturo	1
010163	San Joaquín	5
010165	Sayausí	4
010350	Gualaceo	8
010358	Zhidmad	3
010450	Nabón	1
010550	Paute	29
010556	Guarainag	1
010853	Zhaglli (Shaglli)	1
010950	Sígsig	6
010951	Cuchil (Cutchil)	2
010953	Güel	2
011050	San Felipe de Oña	26
011051	Susudel	1
Total		91

Tabla Nro. 9 Resumen del total de registros correspondientes al tema de arquitectura civil

### Arquitectura monumental civil

Código parroquial	Parroquias rurales	Registros
010162	Ricaurte	2
010166	Sidcay	1
010750	San Fernando	1
010950	Sígsig	1
011050	San Felipe de Oña	3
011150	Chordeleg	1
Total		9

Tabla Nro. 10 Resumen del total de registros correspondientes al tema de arquitectura monumental civil

## Arquitectura monumental religiosa

Código Parroquial	Parroquias rurales	Registros
010151	Baños	1
010161	Quingeo	1
010165	Sayausí	1
010350	Gualaceo	11
010352	Daniel Córdova Toral (El Oriente)	1
010353	Jadán	1
010354	Mariano Moreno	1
010356	Remigio Crespo Toral (Gúlag)	2
010358	Zhidmad	3
010452	El Progreso (Cab. en Zhiota)	2
010550	Paute	3
010552	Bulán (José Víctor Izquierdo)	2
010556	Guarainag	2
010559	San Cristóbal (Carlos Ordóñez Lazo)	1
010562	Dug Dug	1
010750	San Fernando	1
010950	Sígsig	8
010954	Ludo	1
010956	San José de Raranga	1
011150	Chordeleg	2
011152	La Unión	1
Total		47

Tabla Nro. 11 Resumen del total de registros correspondientes al tema de arquitectura monumental religiosa

## Haciendas

Código parroquial	Parroquias rurales	Registros
010158	Nulti	4
010162	Ricaurte	2
010163	San Joaquín	1
010350	Gualaceo	11
010358	Zhidmad	2
010359	Luis Cordero Vega	1
010550	Paute	2
010950	Sígsig	3
011051	Susudel	7
Total		33

Tabla Nro. 12 Resumen del total de registros correspondientes al tema de haciendas

## Parques

Código parroquial	Parroquias rurales	Registros
010562	Dug Dug	1
010956	San José de Raranga	1
Total		2

Tabla Nro. 13 Resumen del total de registros correspondientes al tema de parques

## Inmuebles sin tipología

Código Parroquial	Parroquias rurales	Registros
010154	Checa (Jidcay)	2
010162	Ricaurte	2
010164	Santa Ana	1
010165	Sayausí	3
010166	Sidcay	1
010451	Cochapata	7
010950	Sígsig	1
011050	San Felipe de Oña	1
011051	Susudel	2
011153	Luis Galarza Orellana (Cab. en Delegsol)	1
Total		21

Tabla Nro. 14 Resumen del total de registros correspondientes al tema de inmuebles sin tipología

### Arquitectura religiosa

Código parroquial	Parroquias rurales	Registros
010151	Baños	2
010152	Cumbe	1
010154	Checa (Jidcay)	1
010155	Chiquintad	1
010157	Molleturo	2
010161	Quingeo	1
010163	San Joaquín	2
010165	Sayausí	3
010166	Sidcay	1
010168	Tarqui	1
010169	Turi	1
010251	Asunción	1
010451	Cochapata	3
010453	Las Nieves (Chaya)	1
010850	Santa Isabel (Chaguarurco)	1
010851	Abdón Calderón (La Unión)	1
010950	Sígsig	1
011051	Susudel	2
<b>Total</b>		<b>26</b>

Tabla Nro. 15 Resumen del total de registros correspondientes al tema de arquitectura religiosa

### Cementerios

Código parroquial	Parroquias rurales	Registros
010154	Checa (Jidcay)	1
010161	Quingeo	1
010163	San Joaquín	2
010168	Tarquí	1
010950	Sígsig	2
<b>Total</b>		<b>7</b>

Tabla Nro. 16 Resumen del total de registros correspondientes al tema de cementerios

### Puentes

Código parroquial	Parroquias rurales	Registros
010950	Sígsig	1
<b>Total</b>		<b>1</b>

Tabla Nro. 17 Resumen del total de registros correspondientes al tema de puentes

### Rutas

Código parroquial	Parroquias rurales	Registros
010169	Turi	1
010853	Zhaglli (Shaglli )	1
<b>Total</b>		<b>2</b>

Tabla Nro. 18 Resumen del total de registros correspondientes al tema de rutas

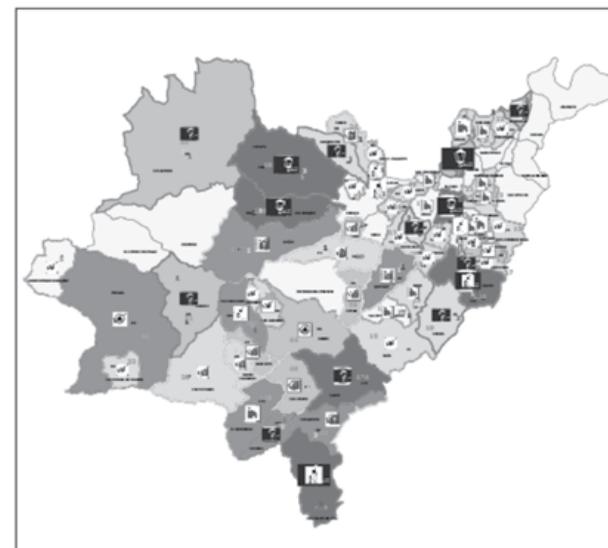


Fig. Nro. 13 Mapa de bienes inmuebles por parroquias rurales

## 5. Patrimonio muebles

Para este bien cultural fue tomada como medida de control y para salvaguarda de aquellos objetos materiales, la elaboración de mapas temáticos a nivel de parroquias tanto urbanas como rurales y en donde en las tablas de atributos se muestran el número de registros según su tenencia pudiendo ser esta religiosa, particular o estatal. Además se indica el nombre del contenedor.

En el caso del mapa temático a nivel de parroquias urbanas del Cantón Cuenca se cuenta con información de las parroquias: Bellavista, El Sagrario, Gil Ramírez Dávalos, Huayna Cápac, Machángara, San Blas y Sucre, para su representación gráfica se utilizó un mapa de símbolos graduados tipo pastel.

Código parroquial	Parroquias urbanas	Religiosa	Particular	Estatal	Total
010101	Bellavista	0	0	12	12
010104	El Sagrario	1424	494	2753	4671
010106	Gil Ramírez Dávalos	653	0	23	676
010107	Huayna Cápac	0	0	18	18
010108	Machángara	0	0	48	48
010110	San Blas	59	0	2	61
010112	Sucre	1	190	6	197
Total					5683

Tabla Nro. 19 Resumen del total de registros correspondientes a bienes muebles por parroquias urbanas del cantón Cuenca

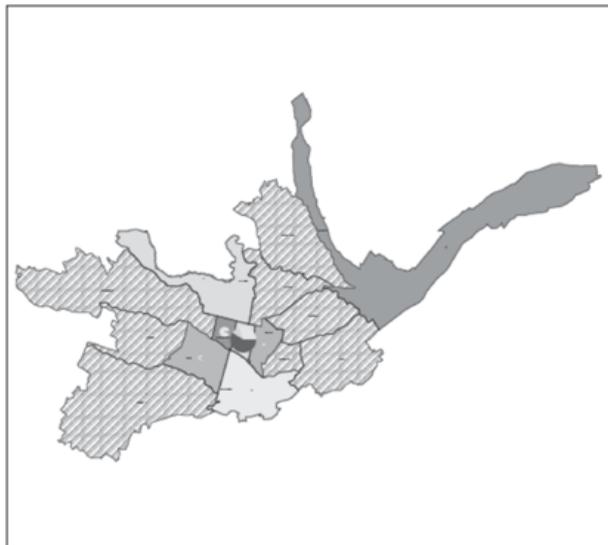


Fig. Nro. 14 Mapa de bienes muebles por parroquias urbanas del cantón Cuenca

Código parroquial	Parroquias rurales	Religiosa	Particular	Estatal	Total
010150	Cuenca	3	0	0	3
010151	Baños	75	0	0	75
010152	Cumbe	21	0	0	21
010160	Paccha	114	0	0	114
010164	Santa Ana	89	2	0	91
010167	Sinincay	2	0	0	2
010168	Tarqui	37	0	0	37
010250	Girón	199	0	150	349
010251	Asunción	7	0	0	7
010450	Nabón	59	3	0	62
010451	Cochapata	32	0	0	32
010452	El Progreso (Cab. en Zhiota)	27	2	0	29
010453	Las Nieves (Chaya)	16	0	0	16
010650	Pucará	7	0	0	7
010652	San Rafael de Sharug	10	0	0	10
010750	San Fernando	76	0	0	76
010751	Chumblín	15	0	0	15
010850	Santa Isabel (Chaguarurco)	19	3	0	22
010853	Zhaglli (Shaglli)	43	0	0	43
010950	Sígsig	0	0	225	225
011050	San Felipe de Oña	66	23	3	92
011051	Susudel	0	42	0	42
011550	Camilo Ponce Enriquez	2	0	0	2
Total					1372

Tabla Nro. 20 Resumen del total de registros correspondientes a bienes muebles por parroquias rurales de la provincia del Azuay



mapa, leyenda, overview, etc. no podrán ser visualizados, por lo que se recomienda su instalación previa.

Gracias a los esfuerzos de cada uno de los equipos técnicos que trabajaron en el decreto de emergencia patrimonial y a las distintas instituciones participantes que brindaron su apoyo para esta difusión, en la ciudad de Cuenca, el 17 de abril de 2009, se llevó a cabo el lanzamiento oficial del “Atlas de Patrimonio Cultural del Azuay, Registro de Bienes de Interés Patrimonial en razón del Decreto de Emergencia”, en los interiores del Museo de las Artes del Fuego, acto que contó con la presencia de la Ministra Coordinadora de Patrimonio Natural y Cultural, Doris Soliz Carrión, y en el que se entregó a cada uno de los presentes el DVD de información cultural.

Hay que tener en cuenta que esta herramienta generada en la fase de levantamiento patrimonial del decreto de emergencia debe considerarse como informativa, ya que los datos expuestos aquí no representan el universo total de bienes existentes en la provincia del Azuay.

## Conclusiones

Para concluir debemos decir que la elaboración de este inventario constituye un paso importante para la adquisición de un mayor conocimiento sobre los diversos ámbitos que forman parte de nuestra identidad cultural, los mismos que al ser gestionados a través del uso de tecnologías de la información geográfica TIG, pueden ser expuestos a la comunidad de una forma amigable, precisa y oportuna, generando así en las personas un sentido de apropiación, protección y promoción de nuestro patrimonio cultural.

Se debe seguir apoyando las actividades que estén encaminadas a la constante actualización del sistema de información geográfico patrimonial y se debe pensar en el uso de infraestructuras de datos espaciales a fin de ampliar el radio de cobertura de difusión.

El lanzamiento de este atlas ha sido oportuno ya que las actividades emprendidas por el gobierno nacional del Ecuador se encuentran encaminadas al mejoramiento del ordenamiento territorial con lo que se brinda información cultural de calidad a las distintas entidades responsables de actividades naturales y antrópicas desarrolladas dentro de la Provincia del Azuay, para que tengan en cuenta esta información en la planificación y ejecución de sus actividades.

## Referencias

- Carrillo Antonio, Galarza Bolívar, *Informe de Labores, Decreto de Emergencia del Patrimonio Cultural en la Provincia del Azuay, 2009, Pág. 24*
- Chacón Juan, *Informe de Labores, Decreto de Emergencia del Patrimonio Cultural en la Provincia del Azuay, 2009, Pág. 13*
- Eljuri Gabriela, *Informe de Labores, Decreto de Emergencia del Patrimonio Cultural en la Provincia del Azuay, 2009, Pág. 38*
- Glosario, *Sistemas y análisis de la información geográfica, manual de autoaprendizaje con ArcGIS, RA-MA Editorial, Madrid, 2006, Pág. 884*
- Moreno Jiménez, *Sistemas y análisis de la información geográfica, manual de autoaprendizaje con ArcGIS, RA-MA Editorial, Madrid, 2006, Pág. 4*
- Moscoso Joaquín, *Informe de Labores, Decreto de Emergencia del Patrimonio Cultural en la Provincia del Azuay, 2009, Pág. 8*

6

# La GeoWeb y su evolución: Un marco de análisis en tres dimensiones

... Daniel Orellana, Daniela Ballari

## Introducción

En los últimos años hemos sido testigos de un crecimiento exponencial del volumen, valor y uso de información georreferenciada. De hecho, la aparición del prefijo “geo-” junto a la más variada terminología (geomarketing, geovisualización, geoinformación, etc.) evidencia la importancia de la referencia geográfica. El avance de la sociedad de la información está encontrando un enorme potencial al agregar a las bases de datos (y de conocimiento) una referencia geoespacial.

Empresas líderes de tecnología de la información y la comunicación han realizado inversiones multimillonarias para incluir en sus modelos de negocio la variable geográfica. Google ha participado con GeoEye en el lanzamiento de uno de los satélites de observación terrestre más avanzados del mundo [1]. La gigante de telefonía móvil Nokia ha comprado NavTeq, una de las empresas de cartografía más grandes del planeta, por 8100 millones de dólares [2] mientras que el fabricante de dispositivos de navegación TomTom adquirió Tele Atlas, rival de NavTeq, por 4200 millones de dólares [3]. Por otra parte, las empresas productoras de software, como Oracle, Adobe y Microsoft no han tardado en agregar en sus productos nuevas características para gestión de geoinformación.

Estos grandes movimientos en el mundo de los negocios también tienen su contraparte en los usuarios: Un municipio implanta un sistema de seguimiento por GPS en las unidades de transporte público para mejorar su gestión, a la vez que brindar a los usuarios información en tiempo real de la ubicación de autobuses urbanos y el tiempo aproximado de llegada a través de mensajes SMS. Una empresa estudia la distribución de su público meta para colocar almacenes en sitios más accesibles. Un organismo internacional estudia el patrón de propagación de una enfermedad para predecir su incidencia en la población y establecer zonas de riesgo.

Considerando estos ejemplos, y tomando en cuenta la diversidad de usuarios, podemos encontrar una característica común: el acceso rápido, libre y equitativo a información geográfica potencia exponencialmente su desempeño. Sin embargo, y aunque los ejemplos mencionados son realidad hoy en día, aún falta mucho por recorrer, pues nos encontramos en camino hacia la consolidación de un sistema global de información geográfica análogo a la World Wide Web.

Este sistema, conocido como GeoWEB [4] tiene similitudes con la WWW: es abierto, dinámico, distribuido, colaborativo, interoperable, facilita la interacción entre usuarios, y permite la creación de nuevos servicios y aplicaciones a partir de

los ya existentes. El concepto básico detrás de la GeoWEB implica la fusión de la geoinformación con la información abstracta que domina Internet. Esta idea abre posibilidades infinitas, desde la simple creación de motores de búsqueda basados en localización, hasta el estudio de complejos procesos espaciales (por ejemplo, el cambio en las actitudes de las personas en una región específica con respecto a la implementación de una política de protección ambiental).

Son muchos los factores que influyen en el desarrollo de la GeoWEB, por ejemplo, los avances en capacidades de almacenamiento y procesamiento, la implementación de nuevos sistemas de posicionamiento alternativos u complementarios al GPS, el desarrollo de algoritmos de indexación y búsqueda de datos, la aceptación social y las implicaciones culturales de las nuevas tecnologías, el desarrollo de nuevas formas de representación y almacenamiento de información, etc.

En este artículo proponemos centrarnos en algunos de los aspectos claves para construir un espacio de análisis y comprender el estado actual del uso y aplicación del conocimiento geográfico y su evolución hacia la consolidación de la GeoWeb como el nuevo paradigma de la sociedad de la información. Este espacio de análisis está definido por tres ejes: a) La representación, b) La semántica y c) La participación.

Colocando cada uno de estos ejes de forma ortogonal a los otros dos podemos crear un esquema espacial de la evolución y desarrollo de las ciencias y sistemas de información geográfica. En este espacio de análisis podremos identificar el momento actual y las tendencias de investigación futuras (Figura 1). Mostraremos cómo el paradigma dominante de la geoinformación que se encuentra en la región (A) tiende a evolucionar en cada uno de los tres ejes hacia la región (B) donde cada uno de los ejes alcanza un alto desarrollo.

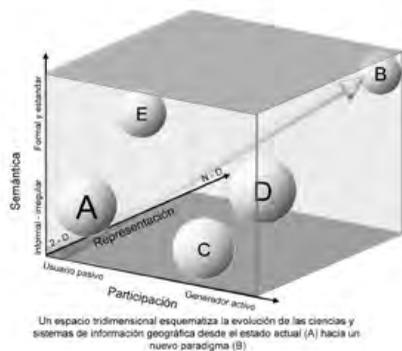


Figura 1

## a) Representación

Una representación es el modelo que se utiliza para reproducir el conocimiento que una persona o un grupo de personas tienen sobre un aspecto determinado. El término representar implica, de hecho, “volver a presentar”, es decir reconstruir la información previamente adquirida para explicar, analizar o incluso imaginar hechos, fenómenos u objetos del mundo que nos rodea. La representación geográfica se refiere por lo tanto, a la forma de adquirir, almacenar y replicar la información y el conocimiento sobre el entorno geográfico.

El concepto de representación está estrechamente relacionado con el concepto de modelo, siendo un modelo una versión simplificada de un sistema, que es capaz de reproducir parcialmente algunas de las características del sistema original con el fin de analizar, reproducir o compartir el conocimiento que se tiene sobre él. Más formalmente, M es un modelo del sistema S para el observador O, si O es capaz de utilizar M para explicar alguna característica interesante de S.

Así, un mapa es un modelo del mundo real ya que explica algunas de sus características, por ejemplo la disposición de sus elementos con respecto a un sistema de referencia (coordenadas geográficas), la posición relativa de unos elementos con respecto a otros (topología), y las características asociadas a esos elementos (simbología). Más aún, una persona puede utilizar un mapa para adquirir información de una región que no conoce. El proceso de construcción de un modelo, o modelización, implica una serie de procesos de abstracción y un cierto “acuerdo” o lenguaje común entre los usuarios del modelo para poder interpretarlo (Figura 2).

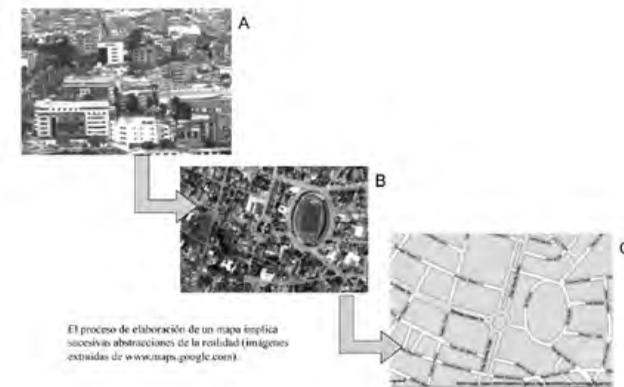


Figura 2

Según el concepto presentado anteriormente, C es un modelo de A ya que un observador puede explicar algunas características de la realidad a partir del mapa, por ejemplo el largo de las calles, su disposición y conectividad. Sin embargo, es obvio que a partir de C no es posible explicar toda la realidad, pues no se puede saber por ejemplo, el tipo de material de cubierta de cada calle, el sentido de circulación o la intensidad promedio de tráfico en diferentes horas del día. Un modelo, por lo tanto, es siempre una representación parcial de la realidad.

Ya que el papel ha sido el soporte usual para la cartografía, los modelos de representación geográfica han sido tradicionalmente estáticos y bidimensionales (el término “plano” lo confirma), lo que ha limitado mucho sus posibilidades; pues la representación de elementos volumétricos tridimensionales y de procesos de cambio en el tiempo es prácticamente imposible. A pesar del interés general de la comunidad científica por la representación y los análisis espacio-temporales, Langran concluyó en su obra fundamental sobre Sistemas de Información Geográfica Temporales (T-SIG) en 1992, que solamente existe un “escueto bosquejo” de lo que debe ser un SIG temporal [5].

Han pasado más de 15 años y el panorama no ha cambiado demasiado; sin embargo el camino está claramente marcado y los crecientes esfuerzos por crear nuevas representaciones que incluyan múltiples dimensiones parecen marcar un futuro prometedor. Aún así, la implementación de un SIG temporal con herramientas analíticas para el reconocimiento de patrones de cambio a través del tiempo y con simulaciones dinámicas para la elaboración de predicciones de cambios futuros, es aún más un proyecto que una realidad (Peuquet, 2002). Desde el campo de visualización de la información se han dado avances importantes al utilizar las posibilidades interactivas de herramientas multimedia, incorporando incluso elementos de sonido y tacto para crear representaciones enriquecidas de la realidad.

Este primer eje de análisis, la representación, puede ser por lo tanto esquematizado como una línea evolutiva que parte desde las representaciones bidimensionales estáticas (2-D) en un extremo, hacia sistemas capaces de representar múltiples dimensiones (N-D) en el otro extremo (Figura 1).

## b) Semántica

El segundo elemento axial de análisis, la semántica, hace referencia al significado de la información representada. Para explicarlo, utilizaremos un ejemplo sencillo: El topónimo “Tarqui” hace referencia a un punto conocido para muchas personas. Sin embargo, el significado geográfico puede variar enormemente, pues puede referirse a toda la extensión de la parroquia Tarqui, al pueblo que es la cabecera

de dicha parroquia, a un monumento histórico que conmemora una batalla, a un Río de Cuenca o a una calle de la misma ciudad. Incluso, fuera del contexto local, el topónimo “Tarqui” puede hacer referencia a la parroquia más poblada de Guayaquil, a una división administrativa de segundo orden del departamento del Huila en Colombia, a un monte en Bolivia o a un pueblo en Perú (Figura 3). Por lo tanto, el significado del término es extremadamente difuso.

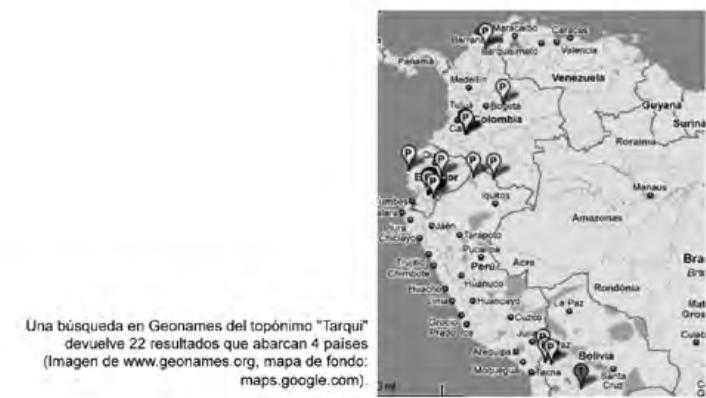


Figura 3

Está claro que si queremos precisar el significado del topónimo Tarqui, debemos ser más explícitos: “Tarqui, parroquia rural del cantón Cuenca, de la Provincia del Azuay en Ecuador”. Esto debería bastar para detallar con precisión el significado del topónimo. Sin embargo no siempre es así, pues el significado de “parroquia” o “provincia” puede variar de un país a otro. Por ejemplo en Ecuador las provincias son la primera subdivisión administrativa, mientras que en España son la segunda subdivisión. Adicionalmente, cuando se quiere trasladar un concepto a otro idioma, pueden existir aún más problemas; por ejemplo el término “río” en español hace referencia a un curso de agua de un caudal mínimo determinado. Sin embargo en francés, existen dos términos claramente diferenciados para un río, dependiendo de si éste desemboca en el mar (fleuve) o en otro río (rivière).

Si tomamos en cuenta el inmenso y creciente flujo de información geográfica que circula en Internet, veremos que sería imposible y poco práctico escribir el significado literal de cada término. Resultaría más eficiente y útil definir una sola vez un término (tal como se hace en un diccionario) y cada vez que necesitemos utilizar ese término, hacer una referencia (hiperenlace) a esa definición. Esta es la idea en la que se basa el futuro inmediato de la WWW: La Web Semántica o también conocida como Web 3.0.

Así, de la misma manera que ahora se utiliza un hipervínculo para unir páginas Web en lenguaje HTML, se pueden utilizar enlaces en un lenguaje semántico para la Web para relacionar significados [7]. Estos significados se agrupan en vocabularios controlados con una semántica formal llamados ontologías y que siguen recomendaciones de organismos de estandarización como el consorcio W3C que regula los estándares para Internet. Estas ontologías están disponibles en Internet en direcciones estables de manera que se pueden establecer vínculos permanentes a ellas.

Las Figuras 4 y 5 muestran algunas diferencias entre la Web actual y la Web Semántica. Actualmente, los motores de búsqueda utilizan palabras claves para realizar búsquedas y por lo tanto devuelven todas las páginas Web que contengan los términos buscados (Figura 4), y el usuario tiene que consultar cada uno de los resultados para extraer la información que necesita y estructurarla para enriquecer su conocimiento. Por el contrario, en un escenario de Web Semántica, los términos clave en cada página Web hacen referencia a terminologías claramente definidas (Figura 5), permitiendo realizar procesos automatizados de razonamiento y mejorando la capacidad de las computadoras para utilizar el conocimiento e inferir nueva información que no está explícitamente almacenada. Por ejemplo, un motor de razonamiento puede inferir a partir del texto, que “Radio la Voz del río Tarquí” es un medio de comunicación radial en el centro de la ciudad de Cuenca, que transmite en FM y que tiene una pagina Web, que sus instalaciones están en una dirección determinada que corresponde a unas coordenadas geográficas, y puede reportar una historia de las ubicaciones donde ha estado. Podría además calcular el número de medios de comunicación per cápita, medir la concentración espacial de diferentes medios de comunicación, zonificar la ciudad por sectores de especialización, clasificarlos por tipo y compararlos con otros países.

Así, un usuario podría realizar una consulta sobre el acceso a la información en un país y un servicio de procesamiento de información en la GeoWEB elaboraría automáticamente un mapa temático con estadísticas e información recolectada de distintos sitios.

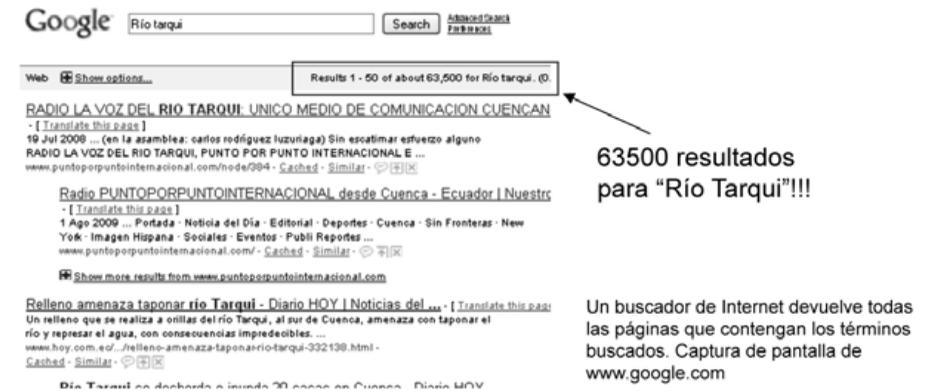


Figura 4

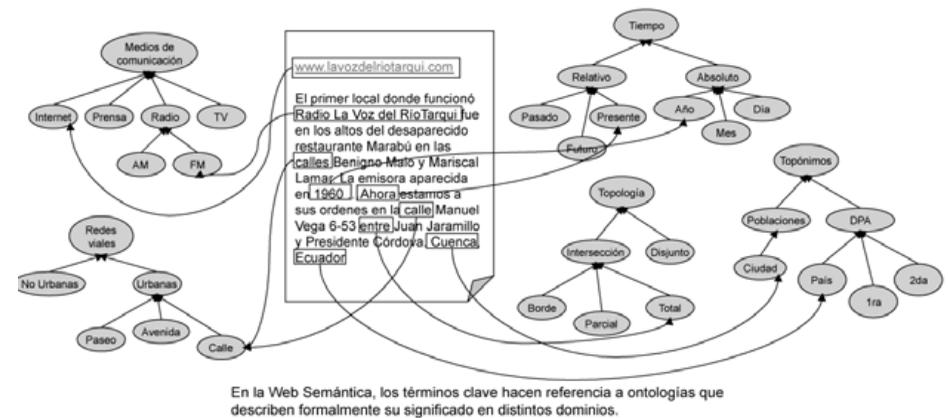


Figura 5

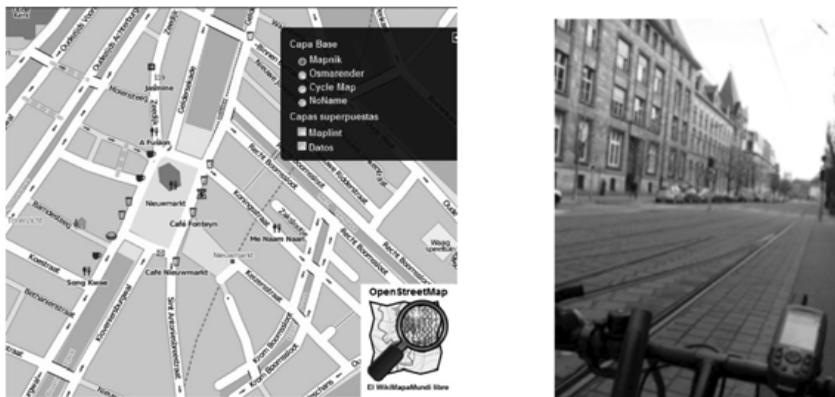
De esta manera, el valor potencial de la información geográfica puede ser enormemente incrementado, ya que con la inclusión de la semántica, un ordenador o una red de ordenadores puede inferir conclusiones a partir de la información disponible y del conocimiento representado en las ontologías. En último término, la GeoWEB será no solamente una red de información, sino una red de conocimiento.

Como podemos observar en la Figura 1, el segundo eje de análisis abarca desde el simple almacenamiento de datos cuyo significado es implícito y comprensible solamente para la persona o el grupo que los creó (semántica informal), hasta el almacenamiento estructurado de conocimiento y la explicitación de su significado (semántica formal).

## c) Participación

Con la popularización de Internet y la aparición de los ambientes colaborativos, blogs y wikis, los usuarios dejaron de ser meros consumidores de información para pasar a protagonizar un rol más activo en el cual también ellos son productores de información y aplicaciones. La información geográfica no ha quedado aislada de esta transformación, ya que desde el momento en que llevamos en nuestro bolsillo un sensor, teléfono celular o dispositivo de localización nos convertimos en potenciales actores en el proceso de producción de nueva información [8, 9]. Además, la disponibilidad de esta información en Internet hace posible que grupos más grandes de personas participen haciendo uso activo de ella y creando novedosas aplicaciones, aumentando el valor agregado del conocimiento geográfico.

Muchos términos han sido utilizados para intentar definir este nuevo rol activo de los ciudadanos: neogeografía, información geográfica voluntaria, ambientes colaborativos y participativos, personas como sensores. En síntesis, lo que estos términos representan es que la producción de información geográfica, así como de servicios y aplicaciones basados en localización ya no son actividades exclusivas de organismos oficiales y empresas privadas de cartografía. En este contexto, cada uno de nosotros tiene en sus manos la posibilidad de participar activamente en la captura de información y compartir los propios datos con otros posibles usuarios.



OpenStreetmap es un proyecto colaborativo para crear mapas de todo el mundo con dispositivos GPS móviles bajo una licencia de distribución libre y gratuita (Creative Commons). En mayo de 2009 el proyecto alcanza los 120.000 usuarios registrados. A la derecha, un grupo de amigos planean un paseo diferente.... cada uno con una bicicleta y un navegador GPS, recorren la ciudad a la vez que la cartografían. El paseo finaliza colgando los mapas en la web de OpenStreetmap para que otros usuarios puedan utilizarlos.

Figura 6

Sin duda el nivel de participación depende del acceso a Internet y a tecnologías de geolocalización (GPS), que en ambos casos está creciendo enormemente en la mayoría de países; pero sobre todo depende del valor agregado que se pueda añadir a esta información. Por ejemplo muchos gobiernos locales pueden promover que los ciudadanos colecten información mientras hacen sus rutinas diarias, como por ejemplo reportar a través de un mensaje SMS un daño al mobiliario urbano o una fuga de agua en la vía pública. A cambio, los ciudadanos reciben una atención más ágil y un mejor servicio por parte de la administración.

Este tercer eje de análisis esquematiza la evolución en la relación que tienen las personas con la información geográfica: En un principio, la mayoría de usuarios eran consumidores pasivos de información producida por un pequeño número de especialistas. En el futuro prácticamente cualquier usuario tendrá la posibilidad de crear, almacenar, compartir y analizar información georreferenciada (Figura 1).

## Aplicaciones asesinas

Una vez detallados los tres ejes de análisis claves que están influenciando en la investigación y en el desarrollo de las Ciencias de la Información Geográfica, en esta sección queremos presentar tres ejemplos de aplicaciones que implementan algunos de los avances más recientes en cada uno de los tres ejes de análisis. Estas aplicaciones asesinas nos ayudarán a identificar la posición actual en el espacio de análisis propuesto. Por otro lado, el análisis de estos ejemplos aportará algo de luz sobre el futuro próximo en el desarrollo de aplicaciones basadas en información y conocimiento geográfico.

### 1. Redes sociales basadas en Localización

Las redes sociales como Facebook, Hi5, LinkedIn, etc. se han vuelto inmensamente populares en los últimos años. Los usuarios de estas redes comparten y recomiendan sitios Web, blogs, noticias y multimedia con sus contactos, facilitando así el descubrimiento de información pertinente e interesante. Sin embargo, actualmente las redes sociales están establecidas en y para el mundo virtual de Internet: la actividad de los usuarios está basada principalmente en estar sentado delante de una computadora navegando en la Web.

*Una "aplicación asesina" del inglés killer application en jerga informática, es una aplicación determinante que tiene el potencial de cambiar los paradigmas de desarrollo de nuevas aplicaciones y que es asimilada por los usuarios de manera rápida y profunda. El correo electrónico, la transmisión de video por Internet, o las redes compartidas de información P2P son algunos ejemplos de "aplicaciones asesinas"*

Con la convergencia entre la telefonía celular, la Internet móvil y los sistemas GPS, ahora es posible añadir la dimensión geográfica a las redes sociales y traerlas de vuelta al mundo real. En estas nuevas redes sociales geo-localizadas los usuarios pueden compartir sus experiencias de la vida diaria con sus contactos, recoger y publicar información sobre su entorno en tiempo real sin necesidad de estar “anclados” a un sitio en concreto, ya sea con el fin de simplemente compartir con los amigos y familiares, recomendar lugares interesantes a otras personas, o incluso documentar agresiones al medio ambiente para alertar a la comunidad y a las autoridades. Por otro lado, las redes sociales basadas en localización permiten a los usuarios explorar en una nueva forma el mundo real, descubriendo información acerca del entorno que les rodea y utilizar el conocimiento colectivo para interactuar con su entorno.

Pero el interés de estas aplicaciones está en un nivel más complejo: el uso de estas redes y de otros servicios basados en localización producen un creciente flujo de datos sobre la ubicación detallada de las personas en el espacio y en el tiempo. El análisis agregado de esta información permite a los investigadores encontrar e interpretar patrones de comportamiento en la población y descubrir nuevo conocimiento a través de técnicas de minería de datos, razonamiento automatizado e inteligencia artificial. Este nuevo conocimiento es de extrema utilidad para planificación urbana, gestión del transporte, manejo de emergencias, marketing dirigido y seguridad. Pero también hay un lado negativo: la privacidad está en riesgo (en la sección de retos trataremos con más detalle este tema).

Un ejemplo de estas aplicaciones es CitySense ([www.citysense.com](http://www.citysense.com)). Esta es una red social sobre la vida nocturna en San Francisco, U.S.A. que usa los datos históricos de la actividad de las antenas de telefonía celular, redes Wi-Fi y GPS para crear un patrón espacio-temporal de la actividad y movimiento de los usuarios. Luego agrega datos en tiempo real de todos los usuarios de manera que cada usuario puede acceder desde su teléfono celular y tener una idea de qué es lo que está pasando en la ciudad en cada momento. Si hay una concentración alta de personas en un sitio el usuario puede consultar qué puntos de interés hay allí: bares, restaurantes, discotecas, etc. La aplicación aprende las costumbres y gustos del usuario a partir de los sitios que éste visita y los compara con los perfiles de otros usuarios para recomendar sitios donde probablemente le gustaría ir (Figura 7).

De esta manera, el concepto de “punto de interés” es adaptado a cada persona.



Un teléfono celular muestra al usuario los sitios a los que se dirige la gente que tiene sus mismas preferencias. Además muestra el nivel de actividad de esa noche comparándola con datos históricos. (imagen de [www.citysense.com](http://www.citysense.com))

Figura 7

En este grupo de aplicaciones, los usuarios son activos creadores de la información con la que interactúan. Esta información puede incluir espacio y tiempo así como otros elementos, presentando por lo tanto una dimensionalidad relativamente alta, sin embargo suelen tener una semántica poco formalizada. Así, en nuestro espacio de análisis (Figura 1), podríamos ubicar las redes sociales basadas en localización en la región (C).

## 2. Multi-Sensores móviles: generadores de aplicaciones basadas en localización.

La miniaturización de sensores, su integración con dispositivos móviles y las tecnologías inalámbricas han posicionando a los sensores como el complemento ideal para las aplicaciones basadas en localización.

Mientras las aplicaciones tradicionales con sensores se basaban en grandes dispositivos únicos localizados generalmente en zonas de difícil acceso (estaciones meteorológicas, sismógrafos), los sensores actuales se comportan como verdaderas redes conectados entre sí, colaborando para transmitir los datos capturados en tiempo real a los usuarios [10]. Ya no es necesario que los sensores de una red sean del mismo fabricante y de las mismas características, ya que utilizando una serie de estándares [11] es posible descubrir, acceder en tiempo real e interoperar con los datos capturados por sensores heterogéneos.

Por otro lado, los sensores han reducido su tamaño hasta un nivel en el que es posible integrarlos en teléfonos celulares, PDAs o incluso en prendas de vestir, y pueden ser transportados por las personas de una forma no intrusiva. Los ciudadanos, su movimiento y su entorno se vuelven entonces el centro de atención para la captura, análisis, visualización y comprensión de la información dinámica capturada por los sensores. Esta captura móvil y centrada en personas se contraponen a las técnicas tradicionales estáticas y centradas únicamente en aplicaciones científicas [12], marcando una clara tendencia hacia aplicaciones más abiertas y útiles para los usuarios no especialistas.

Las estrategias de captura de estas aplicaciones suele ser oportunista: Cuando el sensor es transportado por una persona, el espacio recorrido, los eventos detectados y las interacciones humanas no están bajo el control del sistema, por lo que éste está preparado para aprovechar las oportunidades adecuadas para capturar la información [13].

Un ejemplo es el proyecto PEIR (<http://peir.cens.ucla.edu>) que pretende crear una estimación del impacto personal del usuario en el ambiente y de su exposición a la contaminación. A través de herramientas online y teléfonos celulares, los usuarios exploran y comparten su impacto sobre el entorno, así como el impacto del entorno sobre ellos. El proceso inicia con la localización y las trayectorias seguidas por los usuarios capturada por el dispositivo GPS del teléfono celular. Luego cada localización del usuario es vinculada con otras fuentes de datos como las condiciones meteorológicas o los patrones de tráfico. Finalmente se obtiene una estimación del nivel de exposición e impacto de los factores de contaminación (smog, CO<sub>2</sub>, etc.), así como visitas a lugares sensibles como son escuelas u hospitales (Figura 8) [14].



Figura 8

En este tipo de aplicaciones, el papel del usuario en la generación de información es clave, y la cantidad de variables que potencialmente se incluyen en la información aumenta enormemente su dimensionalidad. Por otro lado, muchas de estas aplicaciones requieren de cierta formalización semántica para poder interoperar con distintas redes de sensores y otras fuentes de información. En el espacio de análisis (Figura 1), las aplicaciones de multi-sensores móviles podrían ocupar la región (D)

### 3. Realidad Aumentada

Otra aplicación que está atrayendo fuertemente la atención de científicos, desarrolladores y empresas tecnológicas, es la Realidad Aumentada (RA). La idea principal está basada en la superposición de información digital sobre objetos verdaderos en tiempo real, permitiendo al usuario aumentar su conocimiento sobre diversos aspectos de la realidad.

Para poder realizar la correspondencia entre la información digital y el mundo real, la RA hace uso de técnicas de ajuste tridimensional, geolocalización, video tracking, razonamiento automatizado, visión artificial, y otras más. Por lo tanto, en un principio, la RA estuvo confinada a ambientes cerrados en laboratorios y bajo condiciones controladas, pero desde hace pocos años ha saltado a la calle y ha encontrado un inmenso nicho de posibilidades y aplicaciones aprovechando la tecnología disponible.

Por ejemplo, Layar ([www.layar.com](http://www.layar.com)) es un navegador de realidad virtual para teléfonos celulares; el servicio aprovecha las capacidades de los modernos teléfonos (GPS, cámara, brújula, GPRS, etc.) para establecer la posición absoluta y relativa del usuario y la orientación del teléfono. Entonces realiza búsquedas en Internet y recupera información relevante sobre el entorno y la visualiza posicionándola adecuadamente sobre la pantalla (Figura 9). Estos navegadores se conectan a diversas fuentes de información, como Wikipedia, GoogleMaps, etc. para recuperar hipertexto, multimedia y otros recursos y geoposicionarla en tiempo real en un teléfono celular.



Un navegador de realidad virtual instalado en un teléfono celular superpone información digital sobre imágenes de la realidad, permitiendo al usuario una experiencia enriquecida de exploración de su entorno. (Imagen de fondo por Heider Ribetto).

Figura 9

Otras aplicaciones de Realidad Aumentada incluyen el reconocimiento de patrones para construir elementos virtuales sobre imágenes reales. En la Figura 10 una aplicación utiliza la cámara Web de una computadora portátil para reconocer un patrón como marca fiduciaria (en este caso, en la pantalla de otra computadora, pero podría ser simplemente en papel) y proyecta sobre el patrón un modelo tridimensional creado a tal efecto. La aplicación también utiliza el micrófono integrado de la computadora para que el usuario haga girar las turbinas soplando sobre él (<http://ge.ecomagination.com/smartgrid>).



Un modelo tridimensional "emerge" de un patrón detectado por la cámara web de una computadora y se superpone a la realidad permitiendo al usuario interactuar con él. (Imagen de los autores, modelo 3D de <http://ge.ecomagination.com/smartgrid>)

Figura 10

Aunque esta aplicación no va más allá de una demostración lúdica relacionada con tecnologías limpias, las potenciales aplicaciones son incontables. Por ejemplo, la experiencia de los turistas en una ciudad puede ser enriquecida colocando elementos de realidad aumentada que aparecen cuando un usuario equipado con un teléfono celular con cámara, apunta a una marca fiduciaria creada a tal efecto. En otro ejemplo, un técnico visualiza en tiempo real una red subterránea de abastecimiento de agua sin necesidad de acceder directamente a ella. Estos ejemplos pueden ser implementados con la información y la tecnología actualmente disponible.

Como podemos observar, la Realidad Aumentada es un campo emergente en el que la información geográfica es un componente fundamental. Por el momento, las aplicaciones existentes están diseñadas y alimentadas principalmente por especialistas, pero se utilizan cada vez más modelos de datos y estándares abiertos que potencian el rol de los usuarios. La RA incluye generalmente tres dimensiones para la representación geográfica y es muy común que incluya también el tiempo y otras variables, por lo que se trata primordialmente de una aplicación de representación n-dimensional. Aunque la semántica no está contemplada en la mayoría de aplicaciones, hay una clara tendencia a formalizar el significado de las representaciones para poder hacer uso extensivo de búsquedas semánticas y razonamiento automatizado. Podríamos así decir que las aplicaciones de Realidad Aumentada podrían ocupar la región (E) del espacio de análisis de la figura 1.

## Retos

Como hemos podido ver, hoy en día existen aplicaciones que están haciendo uso extensivo de la información y tecnología existente para crear nuevos servicios que incrementan el valor agregado del conocimiento geográfico. Sin embargo, aunque el futuro es prometedor, todavía falta mucho camino por recorrer, no solamente en el ámbito científico y en el desarrollo tecnológico, sino también considerando las implicaciones sociales y éticas de estos avances. Por ejemplo, se ha demostrado recientemente que analizando un conjunto de datos de localización de un dispositivo móvil, es posible inferir la identidad del usuario junto con otra información privada y sensible. ¿Quién y cómo garantizará la protección de esa información? ¿Estamos preparados para ser vigilados en todo momento y en todo lugar? ¿Es ético utilizar la información sobre las actividades diarias de una persona con fines publicitarios o comerciales?

Los retos e implicaciones que se contemplan ante el establecimiento de la GeoWEB son inconmensurables y van más allá del propósito de este artículo. Sin embargo, nos ha parecido importante hacer una pausa en el camino y presentar en este ar-

título el momento actual y el futuro inmediato de la información y conocimiento geográfico, contextualizándolo en una línea evolutiva que va desde las primeras representaciones geográficas en hueso y madera hasta un futuro no muy lejano en el que la GeoWEB se haya establecido como el paradigma de la sociedad de la información.

Esperamos que este análisis pueda aportar elementos para nuevas discusiones y alimente el debate sobre el papel de la academia, las empresas y las instituciones en la sociedad del conocimiento. Pero también es de nuestro interés provocar una reflexión individual sobre el papel que cada uno de nosotros, como ciudadanos, puede desempeñar en la era de la geoinformación.

#### Referencias

- [1]. PRNewswire, 2008. *GeoEye Delivers GeoEye-1 Satellite Imagery Products to Google*. Nota de Prensa, 19 de Marzo de 2008. Recuperado en Agosto 8 de 2009 de: <http://geoeye.mediaroom.com/index.php?s=43&item=319>.
- [2]. Nokia, 2007. *Nokia to acquire NAVTEQ*. Nota de prensa, 1 de octubre de 2007. Recuperado en Agosto 8 de 2009 de: <http://www.nokia.com/press/press-releases/showpressrelease?newsid=1157198>.
- [3]. Kloet, S., 2007. *TomTom Holders Approve Takeover of Tele Atlas*. Wall Street Journal. Recuperado en Agosto 8 de 2009 de: <http://online.wsj.com/article/SB119677803171513059.html>
- [4] Scharl, A. & Tochtermann, K., 2007. *The Geospatial Web: How Geobrowsers, Social Software and the Web 2.0 are Shaping the Network Society*. Springer, Berlin.
- [5] Langran, G. 1992. *Time in Geographic Information Systems*. Tylor and Francis, London.
- [6] Peuquet, D. 2002. *Representations of Space and Time*.
- [7] W3 Consortium, 2004. *OWL Web Ontology Language. W3C Recommendation*. McGuinness, D. & van Harmelen, F. (Eds.). Recuperado en 8 de Agosto de 2009. De <http://www.w3.org/TR/owl-features/>.
- [8] Goodchild, M.F. (2007) *Citizens as voluntary sensors: spatial data infrastructure in the world of Web 2.0*. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research* 2: 24-32.
- [9] Coleman D., Georgiadou Y., Labonte Y. (2009) *Volunteered Geographic Information: the nature and motivation of producers*. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research. Special Issue GSDI-11 (Under review)*.
- [10] Zyl, T.; Simonis I.; McFerren G. *The Sensor Web: systems of sensor systems*. *Int. J. Digit. Earth* 2009, 2, 16-30.
- [11] Botts, M., Percivall, G., Reed, C., & Davidson, J. (Eds.). (2007b). *OGC White Paper - OGC Sensor Web Enablement: Overview and High Level Architecture (OGC Document Number: 07-165)*. Wayland, MA: OGC
- [12] <http://mobileactive.org/earth-day-and-mobile-phones-part1-sensing-better-world>
- [13] Campbell A., Eisenman S., Lane N., Miluzzo E., Peterson R., Hong Lu, Xiao Zheng, Musolesi M., Fodor K. and Ahn G. *The Rise of People-Centric Sensing IEEE Internet Computing: Mesh Networking*, pp. 12-21. 2008.
- [14] Nokia Research Center, 2008. *Sensing the World with Mobile Devices*. Recuperado en Agosto 8 de 2009 de: [www.research.nokia.com](http://www.research.nokia.com)

7

# LAS TECNOLOGÍAS, DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (TIG'S) COMO BASE FUNDAMENTAL EN LA EVALUACIÓN DEL RIESGO ASOCIADO A LA CALIDAD DEL AIRE Y AFECCIONES A LA SALUD EN LA CIUDAD DE CUENCA

... Esteban Andrés Balarezo Sarmiento

*Resumen:* Este documento se basó en el artículo "Modelación de la geoinformación de contaminación del aire en la ciudad de Cuenca" presentado a la Universidad del Azuay como parte de la Maestría en Ciencias Ambientales.

*A pesar de los esfuerzos realizados en muchos países, la contaminación atmosférica en las ciudades aún continúa siendo un grave problema. El presente estudio propone una metodología para evaluar zonas de riesgo a través del análisis espacial y temporal de las distribuciones de Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y Ozono (O<sub>3</sub>) dentro de la ciudad de Cuenca. Este trabajo constituye también una aproximación para el pronóstico y evaluación de la influencia del NO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub> sobre la salud.*

*Abstract:* This paper was based on the article "Modeling of geoinformation of air pollution in the city of Cuenca" submitted to University of Azuay as part as the Masters in Environment Sciences.

In spite of the efforts made in many countries, the atmospheric pollution in the cities still continues being a serious problem. The present study proposes a methodology for evaluating zones of risk through space and temporary analysis of the Nitrogen Dioxide (NO<sub>2</sub>) and Ozone (O<sub>3</sub>) distributions within the city of Cuenca. This work also states a first approach for the forecast of the NO<sub>2</sub> and O<sub>3</sub> influence over the people's health.

*Palabras clave:* aire, medio ambiente, sistemas de información geográfica, análisis espacial, calidad del aire, Dióxido de Nitrógeno, Ozono, contaminación atmosférica, ciencias de la informática.

*Keywords:* air, environment, geographic information systems, spatial analyst, air quality, Nitrogen Dioxide, Ozone, air pollution, computer science.

## 1. Introducción

Según el inventario de emisiones atmosféricas realizado en el año 2007 para el cantón Cuenca, el tráfico vehicular constituye la principal fuente emisora aportando con el 85% del total registrado (Fundación Natura, et al., 2009).

La transportación sin embargo, sigue constituyendo un pilar esencial en el desarrollo de las actividades económicas. El desafío que enfrentan las grandes ciudades y aquellas en crecimiento está en cómo reducir los impactos ambientales y otros efectos negativos de la transportación sin minimizar los beneficios de la movilidad (Molina y Molina, 2002).

La presencia de diferentes eventos en salud, sean negativos o positivos, no ocurren por azar. A través de los siglos se ha observado una relación estrecha de estos eventos con el ambiente, las condiciones sociales y otros determinantes. Todos ellos tienen características comunes: su aparición en estrecha relación con su entorno espacial, esto es, en un marco geográfico, en un tiempo determinado y en una población específica.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG o GIS por sus siglas en inglés) son utilizados como herramientas analíticas epidemiológicas para la descripción de los problemas de salud, para la identificación de sus relaciones con factores condicionantes específicos y para el apoyo en la toma de decisiones sobre intervenciones apropiadas en el sector salud y aquellas que son intersectoriales (OPS, 2002).

Los SIG se han convertido en una herramienta esencial para el manejo y tratamiento de datos geográficos en multitud de aplicaciones y problemas prácticos, todos ellos enmarcados bajo una estrecha relación entre las sociedades y su entorno -visión ecológica- y la diferenciación de áreas sobre la superficie terrestre -visión corológica- (Buzai y Baxendale, 2006).

La contaminación del aire es un tema bastante amplio, donde la variedad de recursos sobre los cuales se puede actuar, el tipo de sustancia considerada contaminante y los efectos que cada una de éstas producen sobre los primeros, hacen de ella un proceso multivariado, dependiente de numerosos factores.

Como consecuencia, el propósito de este estudio fue establecer un modelo computacional apropiado, con las limitantes que este tipo de modelamiento implica y que difiere de un modelo de campo, para entender de mejor manera el comportamiento espacial del dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y ozono (O<sub>3</sub>), analizar los escenarios de contaminación, la población vulnerable y determinar posibles relaciones entre el área afectada y problemas en la salud derivados de la contaminación.

## 2. Metodología

### 2.1. Ubicación y descripción del área de estudio

La ciudad de Cuenca forma parte del cantón Cuenca y pertenece a la provincia del Azuay; se encuentra ubicada en un valle interandino predominantemente plano, a cota media de 2.550 m s.n.m. (estación del aeropuerto) en las coordenadas 2°52' - 2°54' S y 78°59' - 79°01' W según la Ilustre Municipalidad de Cuenca.

El estudio se centró en el casco urbano de Cuenca involucrando su Centro Histórico y el área urbana consolidada.

### 2.2. Procesamiento de la información

Para el presente estudio se partió de los resultados obtenidos del estudio realizado por la Comisión de Gestión ambiental (CGA) del I. Municipio de Cuenca y el Centro de Estudios Ambientales (CEA) de la Universidad de Cuenca denominado "Monitoreo pasivo de la calidad del aire en la ciudad de Cuenca" en donde se midieron las concentraciones de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y ozono (O<sub>3</sub>).

Las coordenadas de las estaciones fueron ajustadas en base a la digitalización en pantalla y la toma de coordenadas mediante la utilización de un GPS (Global Positioning System GPS o Sistema de Posicionamiento Global) MAGELLAN eXplorist 600 (Véase figura 1).



Figura 1: ubicación de los puntos de monitoreo en la ciudad. Parroquias urbanas.

Se incluyó la información histórica sobre la dirección y la velocidad del viento manejada por la Corporación para el Mejoramiento del Aire de Cuenca, CUENCAIRE, de la I. Municipalidad de Cuenca dentro de la cual se incluye los datos registrados en el Aeropuerto Mariscal Lamar de la ciudad.

Se utilizó el sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator (En inglés Universal Transverse Mercator), UTM Zona 17 Sur. Elipsoide Internacional. Datum: Provisional para América del Sur de 1956 (La Canoa, Venezuela).

Se consideró dos métodos basados en modelos estadísticos y matemáticos para la realización del estudio: el método Kriging Ordinario y el método de Interpolación basado en Distancias Inversas Balanceadas (IDW, Inverse Distance Weighted Interpolation, por sus siglas en inglés). Fruto del análisis se optó por utilizar el método IDW, es decir el método de las Distancias Inversas Balanceadas.

La interpolación IDW explícitamente asume que las cosas que están cerca de otra son más parecidas que aquellas que están más distantes. (Véase figura 2) Para predecir un valor en cualquier localidad sin medición, IDW utiliza los valores medidos que bordean a la localidad espacial escogida que carece de valor.

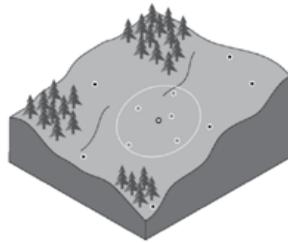


Figura 2: interpolación por pesos inversos a la distancia.

Este proceso fue aplicado para el valor promedio registrado para cada contaminante (Véase figura 3 y 4).

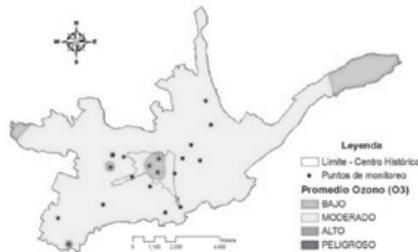


Figura 3: modelaje de la dispersión del ozono (O3). Media anual. 2005-2006.

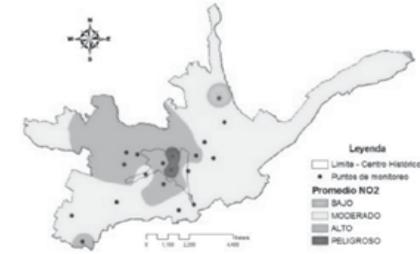


Figura 4: modelaje de la dispersión del dióxido de nitrógeno (NO2). Media anual. 2005-2006.

Media anual. 2005-2006.

Los resultados fueron clasificados en cuatro rangos tomando en consideración el valor guía, expresado en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Véase tabla 1), establecido por la OMS para el dióxido de nitrógeno (NO2) y en el caso del ozono (O3), el parámetro contemplado dentro de la gestión de la calidad del aire en el proyecto Aire Limpio para Bolivia (Véase tabla 2).

Tabla 1: rangos de clasificación utilizados para el NO2.

Rango ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Descripción	Color
$\geq 0 < 15$	Bajo	Verde
$\geq 15 < 30$	Moderado	Amarillo
$\geq 30 < 40$	Alto	Anaranjado
$\geq 40$	Peligroso	Rojo

Tabla 2: rangos de clasificación utilizados para el O3.

Rango ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Descripción	Color
$\geq 0 < 20$	Bajo	Verde
$\geq 20 < 40$	Moderado	Amarillo
$\geq 40 < 60$	Alto	Anaranjado
$\geq 60$	Peligroso	Rojo

La capa poblacional estuvo conformada por 552 entidades gráficas denominados sectores censales. Los datos corresponden al censo de población y vivienda del año 2001 realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INEC.

Para la determinación de la zona de afección se consideró el área geográfica donde el valor promedio registrado al año por contaminante constituye un riesgo para la salud tomando como base los estudios realizados por la OMS (Véase figura 5) y la capa poblacional.

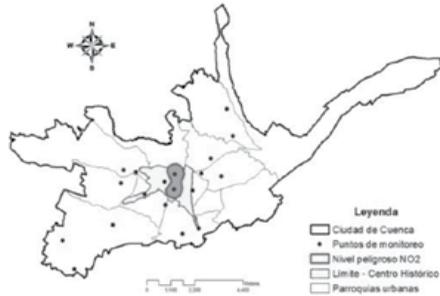


Figura 5: procesamiento para determinar las áreas de afección.

Se digitalizó cuatro entidades gráficas que corresponden a las áreas de intervención de la Dirección Provincial de Salud del Azuay (Véase figura 6).

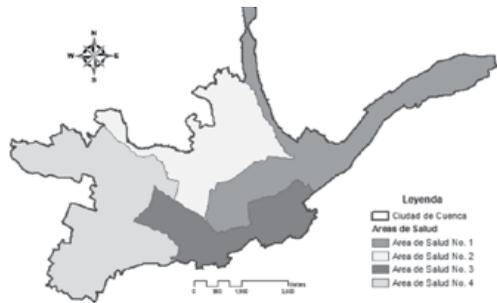


Figura 6: áreas de salud en la ciudad de Cuenca

Para el tratamiento de los datos de salud se partió del análisis de la información manejada por la Dirección Provincial de Salud del Azuay, dentro del programa de aseguramiento de la calidad estadística llevada a cabo por la unidad de estadística.

En base a los datos publicados en algunos estudios por parte de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (EPA), la Agencia Europea de Protección Ambiental (EEA), y la OMS, se obtuvo un listado de 9 patologías (Véase tabla 3) para ser evaluados a nivel local.

Tabla 3: afecciones a la salud consideradas dentro del estudio

Diagnósticos	Código
Infecciones respiratorias agudas	IRA
Conjuntivitis viral	B30
Amigdalitis aguda	J03
Neumonía viral no clasificada	J12
Neumonía debida a <i>streptococcus pneumoniae</i>	J13
Neumonía debida a <i>haemophilus influenzae</i>	J14
Neumonía, organismo no especificado	J18
Rinitis alérgica y vasomotora	J30
Asma	J45

Para la estimación de una posible relación entre la presencia de altas concentraciones de contaminante y afecciones a la salud, se analizó el comportamiento de las enfermedades por área de salud y se contrastó con la zona de afección.

### 3. Resultados

Según datos del Ilustre Municipio de Cuenca, la Ciudad, está constituida por el territorio fijado como “Zona Urbana”, cuyo límite se encuentra establecido en la “Reforma, Actualización, Complementación y Codificación de la Ordenanza que Sanciona el Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca, Determinaciones para el Uso y Ocupación del Suelo Urbano”, publicada en el Registro Oficial No. 84 del 19 de Mayo del 2003, y abarca una superficie de 6.922 ha.

De acuerdo al último censo realizado por el INEC en el año 2001, la población de la ciudad fue de 277.374 habitantes y la población del cantón se situó en 417.632 habitantes. La tasa de crecimiento poblacional es de 3,2% en la ciudad como se indica en la tabla 4.

Tabla 4: evolución de la tasa de crecimiento.

Período	Cantón	Ciudad
1974 - 1982	3,02	4,46
1982 - 1990	2,31	3,08
1990 - 2001	2,11	3,2

La dirección predominante del viento tiene un comportamiento como el expresado en la figura 7, para la ciudad de Cuenca.

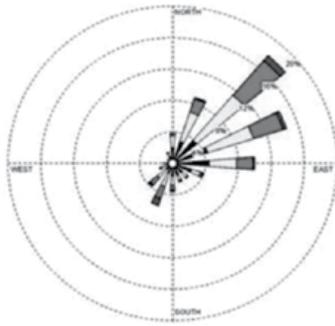


Figura 7: rosa de los vientos, años 2000 – 2007. Ciudad de Cuenca.

Según los datos base de CUENCAIRE y del Servicio de Rentas Internas (SRI) trabajados por el Plan Estratégico de Cuenca (PEC), la tasa de crecimiento del parque automotor del cantón se situó en 6,6% para el año 2006 (Véase tabla 5).

Tabla 5: tasa de crecimiento del parque automotor en el cantón Cuenca.

### 3.1. Ozono (O3)

Año	Vehículos	Tasa %
2004	80.175	6,25
2005	85.683	6,43
2006	91.772	6,63

El valor promedio anual registrado para el ozono, y contrastando con el parámetro guía de 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , arroja valores moderados (Véase figura 8) para la mayor parte de la ciudad de Cuenca.

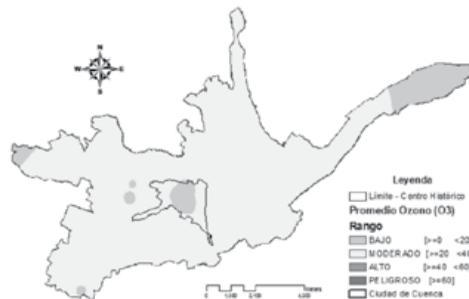


Figura 8: comportamiento del ozono. Media anual.

### 3.2. Dióxido de nitrógeno (NO2)

Para el análisis del dióxido de nitrógeno se consideró la media anual de 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  fijado por la OMS para protección de la salud. En la normativa ecuatoriana también existe un límite máximo anual, sin embargo este es de 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

De la modelación realizada a partir del valor promedio anual del NO2 se determinó la presencia de concentraciones peligrosas en el Centro Histórico (Véase figura 9).

Los escenarios de mayor contaminación por NO2 se registran en los meses de octubre, noviembre y diciembre.

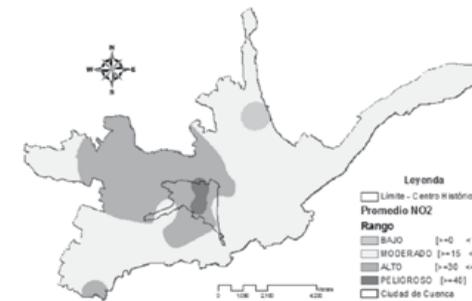


Figura 9: comportamiento del dióxido de nitrógeno. Media anual.

### 3.3. Áreas de afección

No se registraron zonas de riesgo para el caso del ozono troposférico. La concentración promedio del O3 no sobrepasa el límite considerado como peligroso.

Para el caso del dióxido de nitrógeno y como resultado del procesamiento se obtuvo un área geográfica en donde la presencia del dióxido de nitrógeno constituye un riesgo para la salud de las personas que residen y que transitan por la zona. El área de afección tiene una extensión de 94,29 ha.

### 3.4. Población vulnerable

Con el área de riesgo y la capa poblacional se determinó que la población vulnerable abarca el 6,31% de la población total de la ciudad de Cuenca, de los cuales el 46% son hombres y el 54% son mujeres.

### 3.5. Salud

Las áreas de salud incorporadas dentro del estudio se detallan en la tabla 6.

Tabla 6: áreas de salud. Ciudad de Cuenca.

Área de Salud	Nombre del área
Área N° 1	Pumapungo
Área N° 2	Miraflores
Área N° 3	Tomebamba
Área N° 4	Yanuncay

Del procesamiento de la información referente a las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) se obtuvo un incremento de casos en los últimos meses del año (Véase figura 10), siendo el Área de Salud N° 2 la que presenta el mayor repunte en el mes de noviembre.

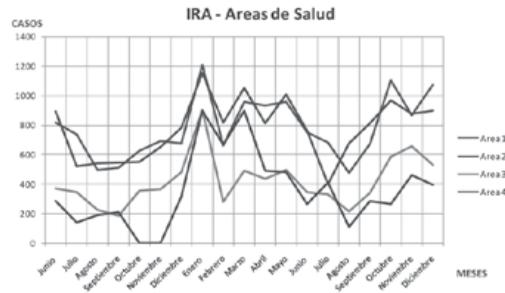


Figura 10: IRA, áreas de salud.

De los resultados obtenidos para la Conjuntivitis Viral, Amigdalitis Aguda, Neumonía Viral no Clasificada, Neumonía debida a Streptococcus Pneumoniae, Neumonía debida a Haemophilus Influenzae, Rinitis Alérgica y Vasomotora, Asma, muestran un aumento en el número de casos registrados para el mes de octubre, noviembre y diciembre del año 2005.

La Conjuntivitis Viral presenta un repunte marcado en relación al número de casos (Véase figura 11) para el mes de noviembre, mientras que para la Rinitis Alérgica y Vasomotora, la Amigdalitis Aguda y la Neumonía Viral no Clasificada el repunte se manifiesta en menor escala.

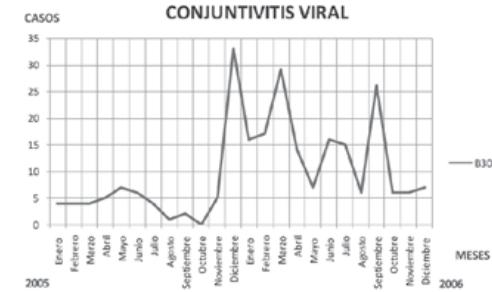


Figura 11: Conjuntivitis Viral.

## 4. Discusión

Podemos identificar dos fases distintas en el proceso de modelación espacial, las cuales son la modelación estática o interpolación y la modelación dinámica la cual se aplica a fenómenos de transporte y destino de sustancias en diferentes fases. La fase de interpolación es factible de realizar en plataformas SIG (Devic, 2001).

El método Kriging es similar al método de interpolación basado en Distancias Inversas Balanceadas (IDW). El IDW pesa los valores medidos en las localidades cercanas a un punto dado para predecir su valor. La diferencia radica en que en el método Kriging los pesos no solo se basan en las distancias entre los puntos medidos y la localidad en predicción sino que también considera la totalidad de los puntos. (ESRI, 2002)

Para el caso de Cuenca el mejor método que se acopló a la realidad local fue el IDW.

El método basado en IDW utiliza la ecuación de la forma mostrada en la Ecuación 1. (Isaaks y Srivastava, 1989).

$$x = \sum_{i=1}^n \left( \frac{\frac{1}{d_i^p}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^p}} \right) \times x_i \quad (1)$$

En donde:

$X$  = valor a interpolar

$X_i = X_1 \dots X_n$  valores de las  $n$  muestras

$d_i = d_1 \dots d_n$  distancia desde las  $n$  muestras hasta el valor a interpolar

$p$  = exponente al que se eleva la distancia

En la ciudad de Cuenca no se registran episodios de contaminación por ozono, únicamente sucesos puntuales en donde el límite considerado es superado.

El 85% de las emisiones del cantón Cuenca provienen del tráfico vehicular, un 3,5% de las centrales térmicas, el 3,2% del uso de solventes, un 2,7% a nivel industrial, un 2,6% procedente de la vegetación, un 1,5% de las gasolineras y el 1,5% restante proviene en su conjunto del uso del gas licuado de petróleo (GLP) doméstico, de las canteras, de la erosión eólica, del tráfico aéreo y de los rellenos sanitarios según el inventario de emisiones del cantón Cuenca (Fundación Natura, et al., 2009)

Actualmente en el cantón Cuenca y según datos técnicos de CUENCAIRE, la tasa de crecimiento promedio del parque automotor se sitúa en 8% (Véase figura 12).



Figura 12: crecimiento del parque automotor del cantón Cuenca.

La principal fuente antropogénica de óxidos de nitrógeno, conocidos como  $NO_x$  (que incluye óxido nítrico [NO] y dióxido de nitrógeno [NO<sub>2</sub>]), es el transporte.

El dióxido de nitrógeno en la zona de estudio y de acuerdo con los modelos de dispersión de contaminantes empleados presentó sus concentraciones más elevadas en el Centro Histórico, con valores promedio superiores a los  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sugeridos por la OMS.

El área de afección se estima en 94,29 ha que representa el 1,36% del territorio de la ciudad de Cuenca y que, por su ubicación geográfica, corresponde al Área de

Salud N°2, Miraflores (Véase figura 13)

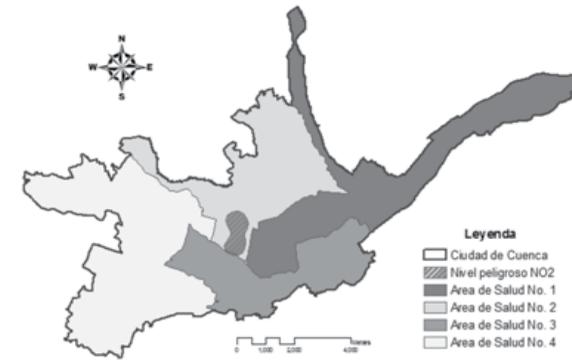


Figura 13: zona de afección y Áreas de Salud.

Para el caso de las Infecciones Respiratorias Agudas, se puede deducir en primera instancia que éstas no serían consecuencia directa de la presencia de  $NO_2$ . Los escenarios de mayor contaminación por  $NO_2$  se registran en los meses de octubre, noviembre y diciembre mientras que el mayor número de casos se presentan en el mes de enero.

Es importante señalar dentro de este mismo análisis que a partir del mes de noviembre se experimenta un aumento progresivo en el número de casos registrados por IRA. Para el Área de Salud N°2, este aumento es más significativo (Véase figura 14).

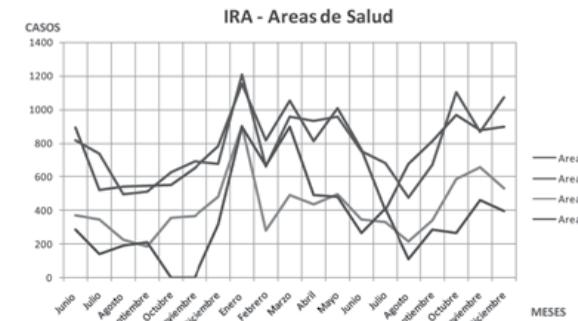


Figura 14: IRA, Áreas de Salud.

Para la evaluación de: Conjuntivitis Viral, Amigdalitis Aguda, Neumonía Viral no Clasificada, Neumonía debida a Streptococcus Pneumoniae, Neumonía debi-

da a Haemophilus Influenzae, Neumonía por organismo no especificado, Rinitis Alérgica y Vasomotora y ASMA, y en conjunto con los especialistas en salud, se determinó que Amigdalitis Aguda, Neumonía Viral no clasificada, Neumonía debida a Streptococcus Pneumoniae, Neumonía debida a Haemophilus Influenzae y Neumonía por organismo no especificado, dependen de otros factores tales como el aspecto nutricional o nivel socio económico del individuo por lo que la relación entre una determinada afección y la exposición al NO2 podría no ser precisa.

De las tendencias observadas exclusivamente para el Área de Salud N°2, la Conjuntivitis Viral obtuvo un aumento progresivo de casos atendidos en los meses de octubre, noviembre y diciembre. De este análisis se desprende una relación entre: número de casos registrados y meses con altos niveles de NO2 (Véase figura 15).

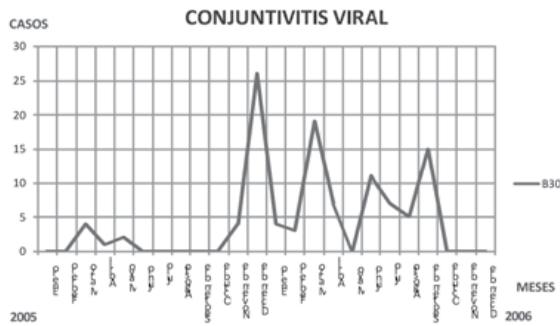


Figura 15: Conjuntivitis Viral, Área de Salud N°2.

La presencia de Neumonía Viral no Clasificada reflejada en el aumento de número de casos para los meses de octubre, noviembre y diciembre sugiere que el repunte observado está influenciado por la presencia de NO2 en la atmósfera (Véase figura 16).

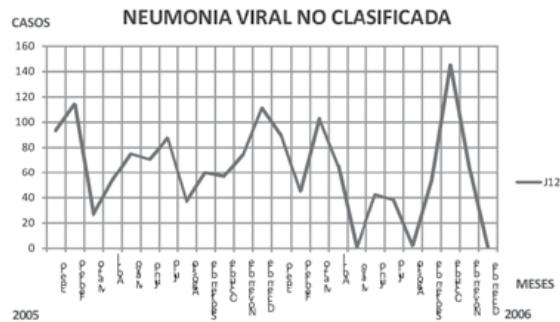


Figura 16: Neumonía Viral no Clasificada, Área de Salud N°2.

El análisis de la tendencia observada en relación con el número de casos por Neumonía por organismos no especificados y Asma durante los meses de octubre, noviembre y diciembre, sugiere que el aumento está influenciado por la presencia de NO2 (Véase figura 17 y 18) en la zona.



Figura 17: Neumonía, organismo no especificado, Área de Salud N°2.

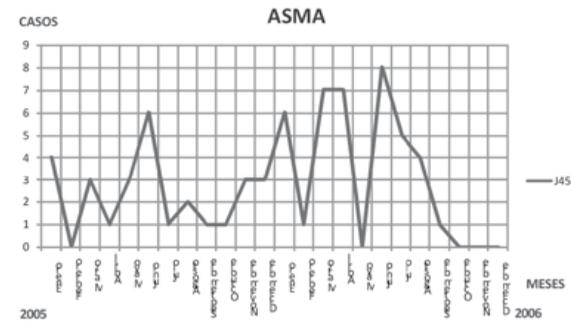


Figura 18: Asma, Área de Salud N°2.

Para la Rinitis Alérgica y Vasomotora, la Conjuntivitis Aguda, la Neumonía debida a Streptococcus Pneumoniae, Neumonía debida a Haemophilus Influenzae, no se encontró ningún patrón que relacione estas afecciones con la presencia de NO2.

## 5. Conclusiones

En la determinación de los niveles de contaminación no se utilizaron métodos oficiales establecidos en la norma ecuatoriana de calidad del aire, lo que hizo más compleja su comparación con estándares nacionales e internacionales; sin embargo, la metodología empleada permite obtener una aproximación real al problema a tratar.

La presencia de NO<sub>2</sub> en el Centro Histórico de Cuenca está directamente relacionada con el alto tráfico vehicular que soporta la urbe en su zona céntrica.

Las concentraciones de dióxido de nitrógeno en promedio superan los 40 µg/m<sup>3</sup> fijados por la OMS en el centro de la ciudad en algunos puntos.

No se registran concentraciones elevadas o de riesgo para el caso del ozono troposférico.

El área que presenta concentraciones elevadas de NO<sub>2</sub> corresponde al 1,36% del territorio de la urbe e involucra al Área de Salud N°2, Miraflores.

La población residente en el área identificada comprende el 6,31% de la población total de la ciudad de Cuenca, de los cuales el 46% son hombres y el 54% son mujeres.

Para el Área de Salud N° 2 (Véase figura 19), el aumento progresivo de casos relacionados con Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) durante los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre (aumento del 9,68% mensual en número de casos) podría estar influenciado por la presencia de NO<sub>2</sub> en la zona, sin embargo no se descarta la influencia de otros patrones.

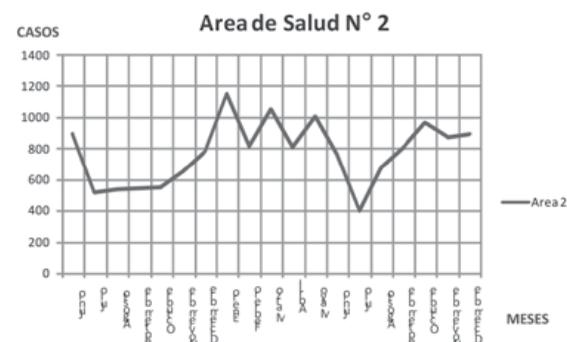


Figura 19: IRA, Área de Salud N°2.

Se presume que el repunte en el número de casos de Neumonía Viral no clasificada y Neumonía por Organismo no identificado se deba a la presencia de NO<sub>2</sub> en el área, pero no se descarta la influencia de otros contaminantes.

Existe una relación entre: número de casos registrados de Conjuntivitis Viral y meses con altos niveles de NO<sub>2</sub>.

La aplicación de modelos para estimar la dispersión de las concentraciones de NO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub> en la ciudad de Cuenca constituyó una valiosa herramienta para integrar, representar y divulgar información sobre el estado de la calidad del aire y sus repercusiones sobre la salud.

## 6. Agradecimientos

El autor expresa su especial agradecimiento a:

E. Sarmiento y A. Balarezo, quienes han sido parte fundamental en mi desarrollo intelectual y personal.

C. Páez, Corporación para el Mejoramiento del Aire de Quito, J. Espinoza, Comisión de Gestión Ambiental y R. Jerves, Corporación para el Mejoramiento del Aire de Cuenca, por el apoyo técnico y de información sobre el recurso atmosférico de la ciudad durante la realización del estudio. Un agradecimiento personal hacia P. Campoverde, Universidad de Cuenca, por el aporte intelectual en el área de salud, J. Gaspar, España, por el aporte intelectual en los procesos de modelación y G. Buzai, Universidad de Buenos Aires, por su aporte literario e intelectual en la presente investigación.

## Referencias

- Buzai, G.D., Baxendale, C.A., 2006. *Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica*. Editorial GENEPA. Buenos Aires, Argentina. 397 pp.
- Centro de Estudios Ambientales de la Universidad de Cuenca, Comisión de Gestión Ambiental del I. Municipio de Cuenca y Asociación Flamenca de Cooperación al Desarrollo y Asistencia Técnica de Bélgica, 2006. *Contaminación del Aire*. Cuenca, Ecuador. pp. 171
- Devcic, Y.A., 2001. *Desarrollo de una metodología basada en un SIG 3D para evaluación de sitios contaminados: un enfoque de caso*. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. División de Ingeniería y Arquitectura. Monterrey, México. pp. 114
- ESRI, 2002. *Using ArcGIS Spatial Analyst*. ESRI, 380 New York Street, Redlands, CA 92373-8100, United States of America. 238 pp.
- European Protection Agency, EEA., 2008. *Air Pollution. Environment and health*. Disponible en: <http://www.eea.europa.eu/themes/air>. Visitada el 5 de mayo de 2008
- European Environment Agency, EEA., 2000. *El Medio Ambiente en Europa: Segunda Evaluación*. Capítulo 5: Ozono Troposférico. p. 94 - 108
- Fundación Natura, CUENCAIRE, CGA, 2009. *Inventario de emisiones del cantón Cuenca, año base 2007*. Cuenca, Ecuador. pp. 13-19
- Isaaks, E.H. y Srivastava, B.M., 1989. *An Introduction to Applied Geoestistics*. Oxford University Press. Oxford, New York. 1989
- Molina, L.T., Molina, J.M., 2002. *Air Quality in the Mexico Megacity: An Integrated Assessment*. Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, The Netherlands, 2002
- Organización Mundial de la Salud, OMS, 2006. *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre*. Ginebra, Suiza. 25 pp.
- Organización Panamericana de la Salud, OPS, 2002. *Sistemas de Información Geográfica en Salud*. Washington, D.C., OPS, 2002. 92 pp. ISBN 92 75 32342 9
- Proyecto Aire Limpio para Bolivia de la COSUDE, ejecutado por Swisscontact, 2006. *Red de Monitoreo de la Calidad del Aire -Red MoniCA-*. La Paz, Bolivia.
- United States Environment Protection Agency. [2008]. *Air Pollutants. Air Pollution Effects*, Disponible en: <http://www.epa.gov/ebtpages/air.html>. Visitada el 7 de abril de 2008