

Gestión de Información para políticas públicas y proyectos de desarrollo rural y agropecuario,
seguridad alimentaria en Centroamérica y República Dominicana

Consultoría para el Diseño de Bases de Datos y mapa Georreferenciados de variables e Indicadores
para la Actividad Agropecuaria, el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria en Centroamérica y
República Dominicana

**Informe del diagnóstico sobre los softwares disponibles en el mercado y de los utilizados en
las instituciones para generar mapas georreferenciados, así como de generar una propuesta
de selección en el ámbito nacional y regional**

Realizado por MSc. Javier Saborío

08 julio, 2015

Lista de Acrónimos

CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CEOS	Committee on Earth Observation Satellites
CGA	Cambio Global Antropogénico
CRECTEALC	Centro Regional de Enseñanza de Ciencia y Tecnología del Espacio para América Latina y el Caribe
ESRI	Acrónimo en inglés para Environmental Systems Research Institute
Freeware	Acrónimo del inglés <i>free software</i> , software gratuito.
GIG	Gestión de la información geográfica
GNU	Gnu Not Unix
GRASS	Acrónimo del inglés para Geographic Resources Analysis Support System
LIDAR	Acrónimo en inglés para Light Detection and Ranging o Laser Imaging Detection and Ranging
MCTP	Centro Mesoamericano de Física Teórica
NCGIA	Centro Nacional para la Información y Análisis Geográfico, por sus siglas en inglés
SIG	Sistema de Información Geográfica
SIGESALC	Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de la Sostenibilidad en América Latina y el Caribe,
OGC	Acrónimo en inglés Open Geospatial Consortium
TI	Tecnologías de Información
LAMP	Acrónimo usado para describir un sistema de infraestructura de internet que usa las siguientes herramientas: a) Linux, el sistema operativo; En algunos casos también se refiere a LDAP, b) Apache, el servidor web; c) MySQL/MariaDB, el gestor de bases de datos; d) Perl, PHP, o Python, los lenguajes de programación.
LIDAR	Light Detection and Ranging o Laser Imaging Detection and Ranging
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
WAMP	Acrónimo usado para describir un sistema de infraestructura de internet que usa las siguientes herramientas: a) Windows, como sistema operativo; b) Apache, como servidor web, c) MySQL, como gestor de bases de datos; d) PHP (generalmente), Perl, o Python, como lenguajes de programación.

Índice de Contenido

I. Introducción.....	4
II. Objetivos	5
III. Marco teórico del SIG	5
IV. Metodología.....	16
V. Resultados	19
VI. Propuesta	23
VII. Conclusiones.....	25
Anexo 1. Cuestionario dirigido a personal contraparte del proyecto	28
Anexo 2. Glosario	31

Índice de Figuras

Figura 1. SIG representando el mundo real.....	6
Figura 2. Componentes de un SIG	7
Figura 3. Los SIG y las tecnologías espaciales	12

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Oferta académica en SIG por parte de universidades en países de AC y Republica Dominicana .	17
Cuadro 2. Contraparte clave del proyecto por país.....	18
Cuadro 3. Divisiones político-administrativas por país, en el área de interés	19
Cuadro 4. Archivos “shape” con limites político administrativos.....	20
Cuadro 5. Programas utilizados en la región	21

I. Introducción

Como parte de la consultoría para el Diseño de Bases de Datos y mapa Georreferenciados de variables e Indicadores para la Actividad Agropecuaria, el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria en Centroamérica y República Dominicana, el producto 7 solicita un diagnóstico sobre los softwares disponibles en el mercado y de los utilizados en las instituciones para generar mapas georreferenciados, así como elaborar una propuesta de selección en los ámbitos nacional y regional.

El diagnóstico de los programas para georreferenciar en la región y enfocado a los indicadores del proyecto, conlleva a realizar la investigación desde el enfoque de lo que se conoce como Sistemas de Información Geográfico (SIG), siendo estos, más que un software o programa específico para georreferenciar los datos.

Se pueden definir los SIG como el resultado de la aplicación de las llamadas Tecnologías de la Información (TI) a la Gestión de la Información Geográfica (GIG).

Los SIG fueron en principio una combinación de elementos de cartografía cuantitativa enlazados con los sistemas informáticos de la época. Canadá en 1960 fue quien estableció el primer SIG en un equipo mainframe. En el pasado, se trataba de una especialidad propia de cartógrafos y geógrafos que intentaban adaptar sus conocimientos y necesidades a las tecnologías que comenzaban a surgir. No obstante, desde este punto los cambios han sido muy grandes y se han incorporado al ámbito de los SIG un gran número de otras disciplinas, si bien los orígenes de los SIG están íntimamente ligados a la gestión forestal o la planificación urbanística.

Al principio de la década de los setenta, siendo ya claro que los SIG eran una herramienta con gran futuro, aparecen no sólo los esfuerzos de desarrollo y estabilización de la disciplina, sino todos los restantes que dan entidad propia a la prometedora ciencia de la información geográfica.

En 1969, se funda la empresa *Environmental Systems Research Institute* (ESRI), a finales de septiembre de 1970, se desarrolló en Ottawa, Canadá, el Primer Simposio Internacional de Sistemas de Información Geográfica y los SIG comienzan a formar parte de los currículos universitarios. Surgen nuevas empresas en el mercado y en 1985 aparece el primer SIG libre, *Geographic Resources Analysis Support System* (GRASS). Esto dos hechos marcan la ruta de este diagnóstico, dado que son los ejemplos de dos tendencias de mercado en cuanto al desarrollo de los SIG, esto es los de tipo comercial y los de tipo libre.

En la actualidad, los SIG han pasado de ser elementos restringidos únicamente para profesionales a ser elementos de consumo y estar presentes en nuestra vida diaria. Un ejemplo de ello es la aparición de servicios como *Google Maps*, *Google Earth* y la multitud de aplicaciones con interfaces web que permiten acceder a información geográfica de toda clase. Así, estas aplicaciones acercan los SIG a usuarios no especializados, dándoles la posibilidad de utilizarlos y aprovechar parte de sus aplicaciones.

Si bien es cierto en cuanto a los indicadores para la Actividad Agropecuaria, el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria las aplicaciones son mínimas en el ámbito regional del proyecto, esta debilidad se debe al tipo de dato recolectado, periodicidad, escala y representación espacial, que en la mayoría de los casos es a nivel nacional. Sin embargo, en un plazo cercano se está previendo el bajar los indicadores a nivel de subunidades geográficas, que permitirían su análisis espacial.

II. Objetivos

1. Determinar los software o programas disponibles en el mercado, diferenciando los de tipo libre y los comerciales
2. Conocer y analizar los programas utilizados en las instituciones relacionadas con el proyecto.
3. Generar una propuesta de selección de software e implementación en el ámbito nacional y regional

III. Marco teórico del SIG

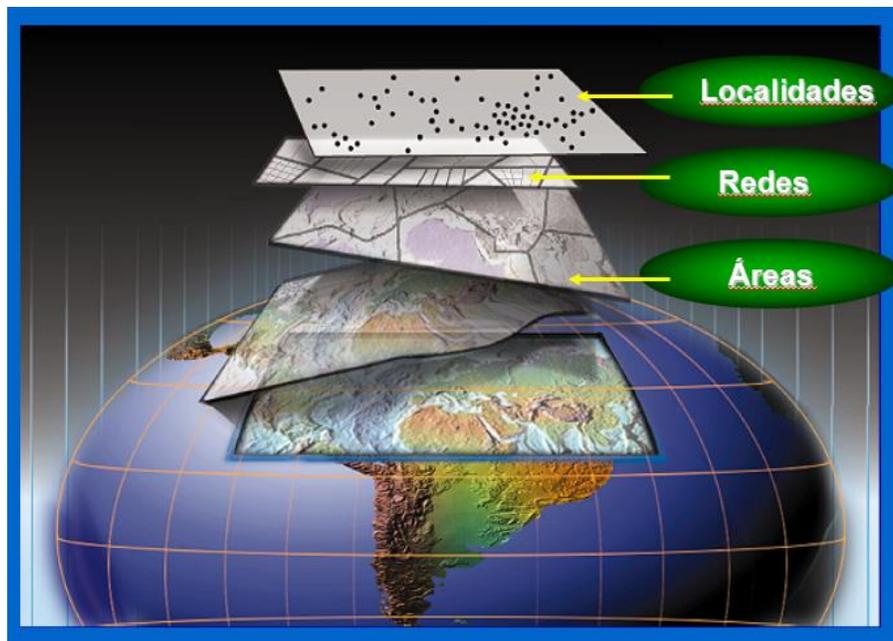
El término Sistema de Información Geográfica (SIG) tiene tres acepciones: el SIG como disciplina; el SIG como proyecto (cada una de las realizaciones prácticas, de las implementaciones existentes); el SIG como “software”, es decir los programas y aplicaciones de un proyecto SIG.

La acepción principal de SIG es como proyecto, Sistema de Información que gestiona datos espaciales o geográficos, es decir información georreferenciada. La definición más extendida de SIG, con pequeñas variaciones, es la establecida por el Departamento de Medio Ambiente (DoE), Burrough 1992, Goodchild (1992), y otros. La cual se puede resumir diciendo que un SIG es un:

«Conjunto integrado de medios y métodos informáticos, capaz de recoger, verificar, almacenar, gestionar, actualizar, manipular, recuperar, transformar, analizar, mostrar y transferir datos espacialmente referidos a la Tierra.»

Sin embargo, acorde con lo que sostienen Burrough (1992) y Bouillé (1984), un SIG debe verse también como un modelo del mundo real, por lo que se podría definir como: “Modelo informatizado del mundo real, en un sistema de referencia ligado a la Tierra para satisfacer unas necesidades de información concretas”. La Figura 1, muestra los elementos básicos de un SIG utilizado para representar el mundo real.

Figura 1. SIG representando el mundo real



Fuente: elaboración propia, con base a imagen de la tierra de internet

El SIG constituye un caso especial de sistemas de información donde la base de datos consiste de observaciones de características espacialmente distribuidas, actividades o eventos, los cuales pueden definirse en el espacio como puntos, líneas o áreas y más recientemente se aceptan los modelos de elevación digital y las imágenes provenientes de sensores remotos. El SIG manipula los datos acerca de estos puntos, líneas o áreas y recupera los datos para análisis y modelamiento espacial posteriores

En cualquier caso, se compone de datos, equipo o “hardware”, programa o “software”, recursos humanos y un esquema organizativo. En la Figura 2, se muestran los componentes de un SIG.

Figura 2. Componentes de un SIG



Fuente: Elaboración propia con base en <http://lapitaverde.es/?p=204>

Lo anterior se trae a colación, porque cuando una institución o una oficina deciden poner un SIG, debe tener claro que no solo es la selección del programa y del equipo, sino todos los componentes, y por igual importancia, aunque quizás el más costoso sea el de los datos que alimentan al SIG.

Un punto importante a destacar es que los SIG no solo se utilizan para representar elementos en un espacio geográfico sino que su verdadera función consiste en el análisis espacial como parte de un proceso para la toma de decisiones que permite diversas aplicaciones y responder acerca de asuntos geográficos, con lo que conducen a decisiones que afectan a la gente e involucra presupuestar dinero y recursos.

Algunos ejemplos de consultas espaciales referentes al sector agropecuario, el desarrollo rural y la seguridad alimentaria, que podemos mencionar, son los siguientes

- ¿Dónde se encuentran las regiones de menor producción de frijol?
- ¿Dónde se encuentran las áreas cultivadas con maíz?

- ¿Cuáles son los países o regiones con mayor inseguridad alimentaria?

Ejemplos de análisis espacial:

- ¿Dónde debo localizar una nueva infraestructura, luego de un desastre? Esto es aplicable para la escogencia de un lugar para sembrar que no sea afectado por sequías o inundaciones.
- ¿Qué infraestructura no se debe volver a ocupar?
- ¿Cuáles cultivos se recomienda sembrar en un lugar geográfico, esta es una consulta avanzada donde se requiere información biofísica (clima y suelos) y de requerimientos de los cultivos?
- Identifique algunos corredores para la nueva autopista o ruta de evacuación

Las áreas de aplicación de esta herramienta son muy bastas e incluyen diversas temáticas, como por ejemplo:

1. **Análisis ambiental**

- Mapeo de la cobertura vegetativa
- Despliegue de hábitats de vida silvestre
- Limpieza de desechos peligrosos

2. **Análisis de negocios**

- Ubicación del análisis y selección del sitio
- Proximidad para análisis de transporte
- Análisis de mercado
- Salud y aseguradoras

3. **Análisis Social**

- Exploración de datos censales
- Estudios de vivienda

- Predicción de propagación de enfermedades
4. **Análisis hidrológico**
 - Delineación de cuencas
 - Balance hidrológicos
 - Hidráulica
 5. **Análisis agrícola**
 - Forestería
 - Agricultura de precisión
 6. **Análisis de amenazas, exposición, vulnerabilidad y riesgo**
 - Todas las amenazas espaciales
 - Exposición socio-económica
 - Vulnerabilidad en todas sus dimensiones

Evolución de la tecnología

La tecnología en la que se basan los SIG es clave para entender todo lo relacionado con ellos, especialmente su evolución en el transcurso del tiempo. Tres son los bloques principales del desarrollo informático con una influencia más marcada en el campo de los Sistemas de Información Geográfica:

- Salidas gráficas. Sin las capacidades de representación gráfica actuales, puede parecer imposible el uso de un SIG, ya que, aunque los procesos de análisis son una parte imprescindible y definitoria de éste y pueden llevarse a cabo sin necesidad de visualización, ésta es una de sus herramientas fundamentales, dado que el análisis conlleva a resultados que se deben visualizar sea gráficamente en pantalla o en impresión. Aunque los primeros ordenadores y las primeras impresoras de mapas carecían de dichas capacidades, éstas han evolucionado y van incorporando mejoras tanto en la representación en pantalla como en la generación de cartografía impresa. Esto constituye un punto importante en la selección

del software, dado que las salidas son parte de los resultados y sirven para presentar los mismos a terceros.

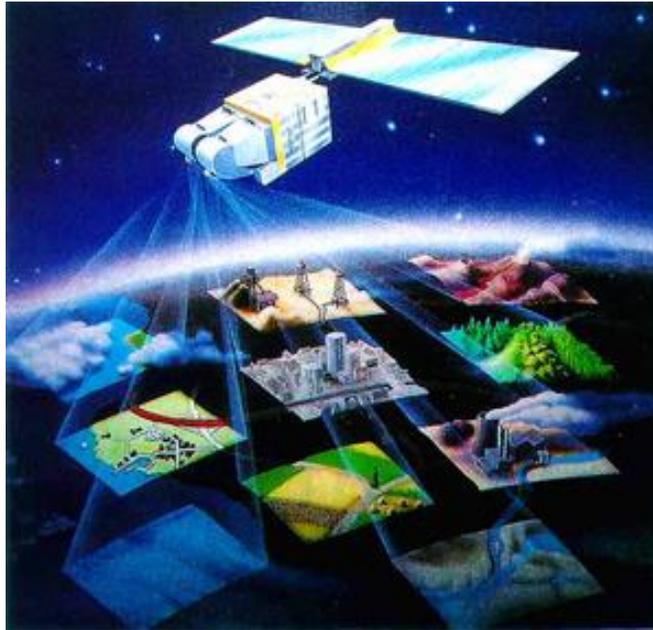
- Almacenamiento y acceso de datos. El almacenamiento y el acceso a los datos ha sido un factor crítico para el uso de los SIG, y en el cual se han tenido grandes avances. Por una parte, existen dificultades asociadas al manejo de grandes volúmenes de información, mientras que por otra existen dificultades relacionadas con su lectura. Existe la necesidad de manejar grandes volúmenes de información de forma fluida, pese a dicho volumen. Así se da una evolución paralela, es decir, a medida que aumentan las capacidades de almacenamiento y lectura, aumenta el tamaño de los datos espaciales.
- Entrada de datos: los datos geográficos utilizados en los primeros años de los SIG eran datos en papel que se digitalizaban y almacenaban mecánicamente en tarjetas perforadas en un único proceso mecánico. Desde esos sistemas mecánicos de tarjetas hasta los modernos equipos, la aparición de escáneres de gran precisión y técnicas de digitalización automática, entre otros, el ámbito de la entrada de datos para su uso en un SIG ha cambiado completamente. Además del avance de estos factores, la evolución general de los computadores afecta a todos los elementos de software que se ejecutan en ellos. De los grandes computadores se pasa a los computadores personales. Uno de los hitos más importantes fue la creación del Centro Nacional para la Información y Análisis Geográfico (NCGIA, por sus siglas en inglés) por parte de la Fundación Nacional De Ciencias (NSF, por sus siglas en inglés) de Estados Unidos en 1988; su finalidad era desarrollar investigación básica sobre el análisis geográfico utilizando SIG (Bosque, 1992).

Dominio de los usuarios

En 1994 se creó el *Open Geospatial Consortium* (OGC), que agrupa a más de 250 organizaciones públicas y privadas. Su propósito es la definición de estándares abiertos e interoperables entre los distintos SIG. Busca concretar acuerdos entre las diferentes empresas del sector que posibiliten la interoperación de sus sistemas de geoprocesamiento y facilitar el intercambio de la información geográfica en beneficio de los usuarios. Anteriormente fue conocido como *Open GIS Consortium*. La información espacial está llegando a los usuarios (figura No 3), con sensores pasivos o activos de alta resolución, por ejemplo LIDAR (*Light Detection and Ranging* o Laser Imaging Detection and

Ranging), Geoeye, etc., y por supuesto lo relacionado a los escenarios de cambio global antropogénico (CGA).

Figura 3. Los SIG y las tecnologías espaciales



Fuente: Taller de CRECTAL, 2014

De lo expuesto se puede concluir que:

- El SIG evolucionó de un sistema con énfasis geográficos a un sistema de manejo de información.
- El SIG provee nuevas formas de análisis espacial y modelamiento que permiten tener un mejor conocimiento del entorno, es especialmente útil a la Gestión del Riesgo, al incorporar la variabilidad climática y consideraciones por el calentamiento global antropogénico con el fin de tomar decisiones de índole espacial.
- Es la herramienta indispensable para el manejo de datos territoriales y por lo tanto para el modelamiento de indicadores para la Actividad Agropecuaria, el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria, pudiendo llevar al usuario al análisis de amenazas, la valoración de la exposición-vulnerabilidad y el análisis de escenarios de riesgo en forma espacial, permitiendo el análisis, diseño y monitoreo de la política pública en torno al desarrollo productivo agropecuario, rural y la seguridad alimentaria y nutricional.

Hoy por hoy dentro del software SIG se distingue a menudo seis grandes tipos de programas informáticos:

- **SIG de escritorio.** Son aquellos que se utilizan para crear, editar, administrar, analizar y visualizar los datos geográficos. A veces se clasifican en tres subcategorías según su funcionalidad:
 - *Visor SIG.* Suele ser un software sencillo que permite desplegar información geográfica a través de una ventana que funciona como visor, donde se pueden agregar varias capas de información.
 - *Editor SIG.* Es aquel software SIG orientado principalmente al tratamiento previo de la información geográfica para su posterior análisis. Antes de introducir datos a un SIG es necesario prepararlos para su uso en este tipo de sistemas. Se requiere transformar datos en bruto o heredados de otros sistemas en un formato utilizable por el software SIG. Por ejemplo, puede que una fotografía aérea necesite ser orto-rectificada mediante fotogrametría de modo tal que todos sus píxeles sean corregidos digitalmente para que la imagen represente una proyección ortogonal sin efectos de perspectiva y en una misma escala. Este tipo de transformaciones se pueden distinguir de las que puede llevar a cabo un SIG por el hecho de que, en este último caso, la labor suele ser más compleja y con un mayor consumo de tiempo. Por lo tanto es común que para estos casos se suela utilizar un tipo de software especializado en estas tareas.
 - *SIG de análisis.* Disponen de funcionalidades de análisis espacial y modelización cartográfica de procesos.
- **Sistemas de gestión de bases de datos espaciales o geográficos.** Se emplean para almacenar la información geográfica, pero a menudo también proporcionan la funcionalidad de análisis y manipulación de los datos. Una base de datos geográfica o espacial es una base de datos con extensiones que dan soporte de objetos geográficos permitiendo el almacenamiento, indexación, consulta y manipulación de información geográfica y datos espaciales. Si bien algunas de estas bases de datos geográficas están implementadas para permitir también el uso de funciones de geo-procesamiento, el principal beneficio de estas se centra en la capacidades que ofrecen en el almacenamiento de datos especialmente georreferenciados. Algunas de estas capacidades incluyen un fácil acceso a este tipo de información mediante el uso de estándares de acceso a bases de datos como los controladores ODBC, la capacidad de unir o vincular

fácilmente tablas de datos o la posibilidad de generar una indexación y agrupación de datos espaciales, por ejemplo.

- **Servidores cartográficos.** Se utilizan para distribuir mapas a través de Internet (véase también los estándares de normas Open Geospatial Consortium WFS y WMS).
- **Servidores SIG.** Proporcionan básicamente la misma funcionalidad que los SIG de escritorio pero permiten acceder a estas utilidades de geoprocésamiento a través de una red informática.
- **Cientes web SIG.** Permiten la visualización de datos y acceder a funcionalidades de análisis y consulta de servidores SIG a través de Internet o intranet. Generalmente se distingue entre cliente ligero y pesado. Los clientes ligeros (por ejemplo, un navegador web para visualizar mapas de Google) sólo proporcionan una funcionalidad de visualización y consulta, mientras que los clientes pesados (por ejemplo, *Google Earth* o un SIG de escritorio) a menudo proporcionan herramientas adicionales para la edición de datos, análisis y visualización.
- **Bibliotecas y extensiones espaciales.** Proporcionan características adicionales que no forman parte fundamental del programa ya que pueden no ser requeridas por un usuario avanzado de este tipo de software. Estas nuevas funcionalidades pueden ser herramientas para el análisis espacial (por ejemplo, SEXTANTE), herramientas para la lectura de formatos de datos específicos (por ejemplo, GDAL/OGR), herramientas para la correcta visualización cartográfica de los datos geográficos (por ejemplo, PROJ4), herramientas para funciones geométricas fundamentales (JTS), o para la implementación de las especificaciones del *Open Geospatial Consortium* (por ejemplo, GeoTools).
- **SIG móviles.** Se usan para la recogida de datos en campo a través de dispositivos móviles (teléfonos inteligentes, tabletas, etc.). Con la adopción generalizada por parte de estos dispositivos de localización GPS integrados, el software SIG permite utilizarlos para la captura y manejo de datos en campo. En el pasado la recogida de datos en campo destinados a SIG se realizaba mediante la señalización de la información geográfica en un mapa de papel y, a continuación, se volcaba esa información a formato digital una vez de vuelta frente al ordenador. Hoy en día a través de la utilización de dispositivos móviles los datos geográficos pueden ser capturados directamente mediante levantamientos de información en trabajo de campo.

Futuro de los indicadores

Las aplicaciones de los indicadores se encaminan a la georreferenciación, esto es, a la representación espacial, pero sobre todo al análisis espacial.

La anterior afirmación se ve reforzada por el mismo avance de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), donde la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos a través del Proyecto "Evaluación de la Sostenibilidad en América Latina y el Caribe" (ESALC) ha desarrollado un SIG (el SIGESALC) que incluye numerosas variables e indicadores para toda la región.

El SIGESALC posee más de 240 indicadores georreferenciados (mapas) los cuales se han dispuesto, por separado, para cada país de la región y son accesibles a través de una interface gráfica amigable de menús interactivos que permiten seleccionar países e indicadores según sean estos sociales, ambientales o económicos y, a partir de otros subcriterios. (Para mayor detalle, ver la página [web: http://www.cepal.org/cgi-bin/getprod.asp?xml=/esalc/noticias/paginas/1/12741/P12741.xml&xsl=/esalc/tpl/p18f.xsl&base=/esalc/tpl/top-bottom.xsl](http://www.cepal.org/cgi-bin/getprod.asp?xml=/esalc/noticias/paginas/1/12741/P12741.xml&xsl=/esalc/tpl/p18f.xsl&base=/esalc/tpl/top-bottom.xsl))

Si bien es cierto esto es un adelanto importante llevado a cabo por la CEPAL, en cuanto a los Indicadores para la Actividad Agropecuaria, el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria en Centroamérica y República Dominicana, el avance es mínimo y se requiere introducir los conceptos y el manejo básico de estos indicadores en forma espacial, para en futuro próximo tener acceso a la información de los indicadores en forma espacial tanto visual como para análisis.

IV. Metodología

La metodología aplicada consistió en a) Una encuesta dirigida al personal contraparte en cada país, b) Análisis de la oferta de programas SIG, c) entrevista realizada durante las visitas a los países, d) Conocimiento en materia SIG propio, dado que el autor de este estudio formó parte de los inicios del SIG en la región, e) Fuentes secundarias: búsquedas en Internet acerca del software existente, f) permite aplicaciones y acceso a WEB.

El cuestionario consistió en preguntas claves en cuanto al conocimiento acerca de:

- b) Sistemas de manejo de las variables e indicadores,
- c) SIG a nivel institucional,
- d) Consideraciones de que las variables e indicadores se deben representar en forma geo-referenciada,
- e) Apoyo institucional con que cuenta para realizar bases de datos geo-referenciadas.

En el Anexo 1, se encuentra la encuesta dirigida al personal contraparte en cada uno de los países de América Central y República Dominicana. La encuesta se distribuyó a través de correo electrónico y, en su defecto, se realizó una entrevista personal con las partes. La entrevista personal fue factible cuando asistieron a las reuniones miembros del departamento de informática que colaboran en el procesamiento de información de los SIG de las instituciones a las que se les dará el apoyo por parte del proyecto GIPP

El análisis de la oferta de programas se realizó con base en la Universidades así como, mediante la revisión de los programas que ofrecen y en que cursos se imparten, dado que el soporte de estos programas es un punto clave en la escogencia de un programa para la implementación de la propuesta.

En el cuadro 1 se incluye el resumen de la oferta académica en SIG en los países de AC y Republica Dominicana

Cuadro 1. Oferta académica en SIG por parte de universidades en países de AC y República Dominicana

País	Institución	Oferta	Página Web
Guatemala	Universidad de San Carlos	Especialidad en SIG Cursos en diferentes programas comerciales (ARCGIS) y libres (QUANTUM GIS)	http://www.maestriasgt.com/carreras.php?Id_Carreras=172&Id_Universidades=7
Honduras	Universidad Autónoma Nacional de Honduras	Maestría en Ordenamiento Territorial Usan ArcGIS, QUANTUM GIS, QvSIG y otros	http://www.geofumadas.com/la-maestra-en-ordenamiento-territorial-de-la-unah/
El Salvador	Departamento de Organización del Espacio de la Universidad Centroamericana	Diplomado en planificación territorial	http://cef.uca.edu.sv/doe/index.php/que-hacemos/docencia/posgrado/item/401-diplomado-en-planificacion-territorial/401-diplomado-en-planificacion-territorial
Nicaragua	Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua	Curso SIG, con ArcGIS	http://www.unan.edu.ni/index.php/80-noticias/7692-curso-libre-de-sig
Costa Rica	Universidad de Costa Rica Universidad Nacional	Maestría en SIG y Teledetección	http://www.geografia.fcs.ucr.ac.cr/index.php/es/maestria-academica-en-geografia/maestria-profesional-sig-y-td http://www.mpsiqte.geo.una.ac.cr/
Panamá	Universidad Tecnológica de Panamá	Posgrado en SIG Cursos en ArcGIS y software libre QUANTUM GIS y QvSIG	http://www.fic.utp.ac.pa/maestria-y-postgrado-en-sistemas-de-informacion-geografica
República Dominicana	Escuela Complutense	Curso SIG aplicados, énfasis ArcGIS	http://sgn.gob.do/pdf/propuesta_curso_sig_2015.pdf

La metodología se centra en la aplicación de la encuesta o la entrevista a las contrapartes del proyecto, identificada por CEPAL, en el 2014 y actualizada al 2015, luego de la visita a los diferentes países por parte del Consultor y la CEPAL. La contraparte del proyecto se resume en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Contraparte clave del proyecto por país.

País	Institución Base	Instituciones de Apoyo
Guatemala	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) a través de la Dirección de Planificación (DIPLAN)	<ul style="list-style-type: none"> • Instituto Nacional de Estadística (INE) con personal de la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) • Banco de Guatemala (BANGUAT).
Honduras	Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) del Ministerio de Agricultura	<ul style="list-style-type: none"> • INE (Instituto Nacional de Estadística) • Banco Central de Honduras (BCH)
El Salvador	Dirección General de Estadística y Censos (DIGESTIC)	<ul style="list-style-type: none"> • Dirección General de Economía Agropecuaria (DGEADGEA)/MAG • Banco Central de El Salvador
Nicaragua	Banco Central de Nicaragua (BCN)	<ul style="list-style-type: none"> • Instituto Nicaragüense de Estadística (INIDE) • Ministerio Agropecuario (MA)
Costa Rica	Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) a través de SEPSA	<ul style="list-style-type: none"> • Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) • Banco Central de Costa Rica
Panamá	Ministerio de Desarrollo Agrario (MIDA), del Ministerio de Agricultura de Panamá	<ul style="list-style-type: none"> • Contraloría General de la República de Panamá (CGRP) • Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)
República Dominicana	Dirección de Economía Agrícola (DEA) del Ministerio de Agricultura (MA)	<ul style="list-style-type: none"> • Oficina Nacional de Estadística (ONE) • BCRD (Banco Central de la República Dominicana)

V. Resultados

Es evidente que la tecnología SIG no se ha empleado por parte de las instituciones que realizan los análisis respecto a los indicadores para la Actividad Agropecuaria, el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria, con algunas excepciones, tales como en República Dominicana, Guatemala y Panamá, donde se han hecho trabajos específicos con SIG, apoyados en otras Unidades que cuentan con estas capacidades.

Lo importante es señalar que los países cuentan con la información básica en cuanto a unidades administrativo-políticas, o por regiones, que permitirían desplegar la información de los indicadores de la actividad agropecuaria, el desarrollo rural y la seguridad alimentaria. En el Cuadro 3, se incluyen las divisiones por país

Cuadro 3. Divisiones político-administrativas por país, en el área de interés

País	División	Propuesta a trabajar
Guatemala	8 regiones, 22 departamentos y 338 municipios	Regiones y departamentos
Honduras	18 departamentos y 296 municipios	Departamentos
El Salvador	4 zonas, 14 departamentos	Departamento
Nicaragua	3 Regiones, con 15 departamento y 2 regiones autónomas (Atlántico Norte y Sur)	Departamento
Costa Rica	7 Provincias, 81 Cantones y 474 distritos	Provincias
Panamá	10 provincias, 77 distritos o municipalidades	Provincias
República Dominicana	3 macro regiones, 10 regiones y 32 provincias	8 Regiones del MAG y 32 provincias, 29 zonas

Fuente: elaboración propia con base en información oficial de los Institutos Geográficos, o suministrada por contrapartes.

En el Cuadro 4, se incluyen los nombres de los archivos “shape” con los límites administrativo políticos oficiales de los países de América Central y de República Dominicana

Cuadro 4. Archivos “shape” con límites político administrativos

No	País	Nombre shape	Descripción
1	Guatemala	1. País 2. Departamentos 3. Municipios	1. Límite de país 2. Límite de departamentos 3. Límites municipales
2	Honduras	1. País 2. Departamentos 3. Municipios	1. Límite de país 2. Límite de departamentos 3. Límites municipales
3	El Salvador	1. País 2. Departamentos 3. Municipios 4. Cantones	1. Límite de país 2. Límite de departamentos 3. Límites municipales 4. Límites cantonales
4	Nicaragua	1. País 2. Municipio	1. Límite de país 2. Límites municipales
5	Costa Rica	1. País 2. Provincias 3. Cantones 4. Distritos	1. Límite de país 2. Límite de provincias 3. Límite de cantones 4. Límites distritales
6	Panamá	1. País 2. Distritos	1. Límite de país 2. Límites distritales
7	República Dominicana	1. País 2. Provincia 3. Regionales 4. Zonas	1. Límite de país 2. Límite de provincias 3. Límite regional 4. Límite de zonas

Fuente: Información recabada por el consultor, falta actualizar Nicaragua y Panamá

A nivel de programas existentes en la región, en el Cuadro 5 se hace un resumen de los mismos.

Cuadro 5. Programas utilizados en la región

Programa SIG	Windows	MAC OS X	GNU / LINUX	BSD	UNIX	Entorno Web	Licencia de software	Web
ArcGIS	Si	No	Si	No	Si	Si	Comercia, costo alto	http://www.esri.com/
Autodesk Map	Si	No	No	No	No	Si	Comercia, costo alto	http://www.autodesk.es/products/autocad-map-3d/overview
CartaLinx	Si	No	No	No	No	Si	Comercial, costo bajo	http://cartalinx.software.informer.com/download/
GRASS	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Libre: GNU	http://grass.osgeo.org/
qvSIG	Java	Java	Java	Java	Java	Java	Libre: GNU	http://www.gvsig.com/
IDRISI	Si	No	No	No	No	No	Comercial, costo bajo	http://www.clarklabs.org/
ILWIS	Si	No	No	No	No	No	Libre:GNU	http://52north.org/communities/ilwis/ilwis-open
MANIFOLD	Si	No	No	No	No	Si	Comercial, costo bajo	http://www.manifold.net/
MAPGUIDE OPEN SOURCE	Si	Si	Si	Si	Si	Si	LAMP/WAMP	http://mapguide.osgeo.org/
MapInfo	Si	No	Si	No	Si	Si	Comercial, costo medio	http://www.mapinfo.com/
MapServer	Si	No	No	No	No		Libre:GNU	http://mapserver.org/
Quantum GIS	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Libre:GNU	http://www.qgis.org/
SAGA GIS	Si	Si	Si	Si	Si	No	Libre:GNU	http://www.saga-gis.org/
SEXTANTE	Java	Java	Java	Java	Java	No	Libre:GNU	http://www.sextantegis.com/
SPRING	Si	No	Si	No	Solaris	No	No libre pero Freeware	http://www.dpi.inpe.br/spring/espanol/download.php

Fuente: elaboración propia con base a programas utilizados en la región.

Nota: No se incluyen programas de procesamiento de imágenes como ERDAS, PCI, ENVI y otros, por considerarse programas especializados de SIG, salvo IDRISI e ILWIS que incluyen además del SIG las funcionalidades del procesamiento de imágenes

Del Cuadro 4 se desprenden tres tendencias, los programas comerciales de bajo costo de tipo académico, como IDRISI o ILWIS. Este último software es de bajo costo aunque se tiene previsto que llegue a ser sin costo. Existen software completamente sin costo como GRASS, QVSIG, QUANTUM y los comerciales de tipo ESRI con un costo relativamente alto para las empresas, y donde se requiere de actualizaciones periódicas bajos sistemas de pago.

El software más difundido en la región es el que se encuentra basado en los productos de ESRI. Los países han levantado diversa información vectorial en formatos *shape*, de ESRI, en formatos de imagen tipo "Grd" (formato del Analista Espacial, también de ESRI) o "GEOTIF" (archivo Tif geo-referenciado).

Sin embargo, y dado el impulso en la región latinoamericana por el Centro Regional de Enseñanza de Ciencia y Tecnología del Espacio para América Latina y el Caribe (CRECTEALC) en México, <http://www.inpe.br/crs/crectalc/>, junto con el Centro Mesoamericano de Física Teórica de México (MCTP), <http://www.mctp.mx/>, se sugiere el uso del programa QUANTUM. Estas instituciones han fortalecido el uso del SIG en Gestión del Riesgo, usando el programa QUANTUM, con apoyo de desarrolladores de software. Un especialista internacionalmente reconocido como desarrollador de software espacial es Scott Madry, quién ha participado con estos centros en el desarrollo del programa QUANTUM. Él ha dictado 3 talleres para usuarios de Centro, Norte y Sur América sobre el uso de datos de satélite y software de fuente libre en la prevención, reducción y respuesta a desastres en Mesoamérica, por lo que hace que este programa sea considerado como uno de los mejores dentro de su especialidad, sin costo alguno para los usuarios.

Más aun, la actual versión del QUANTUM trae implementado para el análisis espacial, el programa GRASS. Este programa es considerado uno de los mejores para el análisis ambiental. Esta situación hace más atractivo el uso de QUANTUM, porque lo hace potencialmente útil para distintas aplicaciones que persigue la CEPAL, al anexar variables climáticas y ambientales a los indicadores para la Actividad Agropecuaria, el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria.

A razón de escoger un software libre, la escogencia estaría entre QUANTUM GIS, QvSIG e ILWIS, sin embargo, dado el impulso de grupos asociados al manejo de datos espaciales, así como a la unión de QUANTUM con GRASS, un software también libre pero con énfasis en el análisis espacial que inició hace más de 20 años, hace que se recomiende el QUATUM.

Ventajas del QUANTUM GIS

1. Software amigable
2. Interface similar al ArcGIS
3. Abierto a recibir aplicaciones por parte de los usuario, vía programación Python o “plugins”
4. Acceso a bases de datos o portales de información libres, como “Open Street Map”
5. La adición de GRASS lo hace una herramienta con enorme potencial de aplicaciones espaciales.

Desventajas del QUATUM GIS

1. Salidas impresas no de tanta calidad como las comerciales
2. Ayudas en línea, no tan eficientes como las comerciales, sin embargo ya hay una comunidad de usuarios que comparten sus experiencias y dan respuesta a los problemas.
3. Aunque no hay garantía que continúe el desarrollo como con un software comercial, lo avanzado a la fecha hace poco probable que el mismo sea abandonado, y será el uso del mismo por parte de los usuarios lo que haga que se consolide.

VI. Propuesta

La propuesta de apoyo a las unidades o instituciones se articula en dos vertientes:

- a. Implementar y dejar en funcionamiento el SIG como una herramienta en el manejo de indicadores para la actividad agropecuaria, el desarrollo rural y la seguridad alimentaria.
- b. Capacitar al personal de las instituciones en los conceptos básicos y la herramienta SIG para futuras aplicaciones.

De esta forma se propone el uso del programa Quantum GIS, para que sea empleado por las diferentes instituciones contrapartes del proyecto, seleccionando pilotos en cada país que permitan a los usuarios el despliegue de la información por unidades geográficas.

Así, para cada país se parte de la información de límites administrativos incluyendo regiones propias de cada institución-país, y ligando la información al nivel de desagregación espacial que sea suministrado., con esto se podrían visualizar los indicadores a nivel espacial que maneje cada país. Y serviría de base para que, conforme se tenga información desagregada, la misma pueda ser manejada a través de un SIG.

Las fases consisten en:

- a. Búsqueda de la información espacial para cada país, en cuanto a límites político /administrativos.
- b. Contar con la información de los parámetros desagregados, que debe ser suministrados por las contrapartes.
- c. Preparación de la guía del usuario de QUANTUM GIS y otro material de apoyo.
- d. Montaje del programa QUANTUM GIS de soporte en las unidades de las instituciones nacionales contraparte.
- e. Crear uniones entre indicadores suministrados por las contraparte con los límites georeferenciados presentados en el cuadro No 3, anterior.
- f. Por agregación de los países se logra el enfoque regional, claro está con límites que sean equivalentes y proporcionales a su área representativa.
- g. Impartir un curso corto, con dedicación de 12 horas, para el abordaje de conceptos SIG, manejo del programa, despliegues y análisis básico de los ejercicios con los indicadores que se suministren por cada contraparte.
- h. Analizar los posibles usos futuros de la información geo-referenciada, vía discusión durante la capacitación.

VII. Conclusiones

Los indicadores para la Actividad Agropecuaria, el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria en Centroamérica y República Dominicana, tienen un carácter espacial y se podrían visualizar como mapas, si bien la mayoría están a una escala nacional, también hay algunos que se compilan a otras divisiones político administrativas o regiones y habrá más en el futuro, por lo que hay que introducir la tecnología en el quehacer de las instituciones contrapartes, para asegurar un análisis espacial futuros de los indicadores.

Luego de revisar lo que existe en el panorama de los países de América Central y de República Dominicana, en cuanto a SIG, las tendencias marchan acorde a razones de inversión por programas de tipo libre.

El desarrollo actual de los programas de tipo libre, hace que los mismos hayan evolucionado en forma similar a los de tipo comercial, con lo que la brecha que existía hace unos años se ha acortado.

El énfasis reciente de unos 3 años a la fecha en cuanto a plataformas de software libre, hace que la recomendación se centre en uno de estos, y con razones fundamentadas en el apoyo por parte de grupos de observación CEOS y que proveen datos espaciales incluyendo a NASA y NOAA que está recibiendo el Quantum GIS, hace que sea el programa seleccionado para introducirlo a las contrapartes. Más aun este programa tiene un vínculo con el programa libre GRASS que lo hace potencialmente poderoso para manejar datos ambientales, en forma combinada con los mapas de indicadores.

Si bien los intentos por geo-referenciar los indicadores han sido escasos, esto no imposibilita que en el futuro, la información se maneje de esta forma, y se hace necesario que la contraparte conozca e inicie el uso con la tecnología SIG. Tal como lo manifiesta la misma CEPAL: "Se suele decir que una imagen dice más que mil palabras", por eso los SIG constituyen una poderosa herramienta para el estudio de la interrelación ambiente-sociedad y tienen la ventaja de integrar el análisis de grandes cantidades de datos, superponer y diseñar indicadores que admitan distintas escalas o niveles de agregación. Así como las series de tiempo nos permiten entender cuándo ocurren y cómo

evolucionan eventos y situaciones, los SIG nos facilitan conocer "dónde" tiene esto lugar (CEPAL, ESALC).

- **Bibliografía**

Berry, J.K. (1993) *Beyond Mapping: Concepts, Algorithms and Issues in GIS*. Fort Collins, CO: GIS World Books.

Bouillé, 1984; F. Bouillé. Architecture of a geographic structural expert system

Burrough P.A (1992) *Geographic Objects with Indeterminate Boundaries*

Bosque Sendra, J. (1992) *Sistemas de Información Geográfica*. Rialp. Madrid.

Goodchild (1992). *Geographical Information System*

Tomlin, C.Dana (1991) *Geographic Information Systems and Cartographic Modelling*. Prentice Hall. New Jersey

¿Qué son los SIG? <http://www.ign.es/ign/layoutIn/actividadesSistemaInfoGeografica.do>

CEPAL-ESALC <http://www.cepal.org/cgi-bin/getprod.asp?xml=/esalc/noticias/paginas/1/12741/P12741.xml&xsl=/esalc/tpl/p18f.xsl&base=/esalc/tpl/top-bottom.xsl>

Saborio, J. Apuntes de cursos SIG, dado en CATIE, CIDIAT, entre 1998 al 2014

Anexo 1. Cuestionario dirigido a personal contraparte del proyecto

PROYECTO: DISEÑO DE BASES DE DATOS Y MAPAS GEOREFERENCIADOS DE VARIABLES E INDICADORES PARA LA ACTIVIDAD AGROPECUARIA, EL DESARROLLO RURAL Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA EN CENTROAMÉRICA Y LA REPÚBLICA DOMINICANA

Diagnóstico sobre los softwares utilizados en las instituciones para generar mapas geo-referenciados de las Variables e Indicadores para la Actividad Agropecuaria, el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria en Centroamérica y la República Dominicana.

Objetivo: Conocer el estado de los sistemas geo-referenciados utilizados para representar los indicadores

1. Información personal

- Nombre:.....
.....
- Institución:.....
.....
- Puesto:.....
.....
- Profesión:.....
.....
- Email:.....
.....
- Teléfono:.....
- Celular:.....

2. Conocimiento acerca de los sistemas de manejo de las variables e indicadores

- ¿Qué programas utiliza para la generación de los indicadores?
 - A nivel de entrada colecta de datos
 -
.....
 -
.....
 - A nivel de almacenamiento (sistema y formato de la BD):
 -
.....
 -
.....
 - Indique como se manipula la BD (Ejm: SQL, otro, comente.....
 -
.....

-
 -
 - A nivel de difusión
 -
 -
 -
 -
- Según su criterio que indicadores se pueden georeferenciar
 -
 -
 -
 -

3. Sistemas de Información Geográficos (SIG) a nivel institucional

Responda las siguientes preguntas acorde a los programas o software que se utilizan en su Unidad

a) ¿Qué programa o software utiliza?:

.....

.....

.....

.....

b) ¿Qué capacitación ha recibido Usted o personal de su oficina en SIG?

.....

.....

.....

.....

4. Considera que las variables e indicadores se deben representar en forma georeferenciada

a. ¿Qué nivel de desagregación espacial recomienda: a) Nacional, b) Departamental, Provincial; c) Municipal o cantonal, d) Distrital, u e) Otro?

-
-
-
-
-
-

b. ¿Qué programa o software tipo SIG, recomendaría?

.....
.....
.....
.....

5. Con qué apoyo institucional cuenta para realizar BD geo-referenciadas

Personal:

.....
.....

Equipo:

.....
.....

Software o programas:

.....
.....

Otro:

.....
.....

6. La institución tiene planeada la adquisición de programas tipo SIG, en su área, detalle su respuestas

.....
.....
.....
.....

Devolver esta encuesta a MSc. Javier Saborío vía Email: saborio.javier@gmail.com,

Anexo 2. Glosario

SIG: un sistema de información geográfica (también conocido con los acrónimos SIG en español o GIS en inglés) es un conjunto de herramientas que integra y relaciona diversos componentes (usuarios, equipo, programa, procesos y datos) que permiten la organización, almacenamiento, manipulación, análisis y modelización de grandes cantidades de datos procedentes del mundo real que están vinculados a una referencia espacial, facilitando la incorporación de aspectos sociales-culturales, económicos y ambientales que conducen a la toma de decisiones de una manera más eficaz.

Georeferenciación: es la técnica de posicionamiento espacial de una entidad en una localización geográfica única y definida en un sistema de coordenadas y datum específicos. Es una operación habitual dentro de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) tanto para objetos ráster (imágenes de mapa de píxeles) como para objetos vectoriales (puntos, líneas, polilíneas y polígonos que representan objetos físicos). La georreferenciación es un aspecto fundamental en el análisis de datos geospaciales, pues es la base para la correcta localización de la información de mapa y, por ende, de la adecuada fusión y comparación de datos procedentes de diferentes sensores en diferentes localizaciones espaciales y temporales. Por ejemplo, dos entidades georreferenciadas en sistemas de coordenadas diferentes pueden ser combinables tras una apropiada transformación afín (bien al sistema de coordenadas del primer objeto, bien al del segundo).

GEOTIFF: es un estándar de metadatos de dominio público que permite que información georreferenciada sea encajada en un archivo de imagen de formato TIF, con lo que resulta una imagen georreferenciada, que permite el intercambio de información entre los programas SIG. La información adicional incluye el tipo de proyección, sistema de coordenadas, elipsoide, datum, y todo lo necesario para que la imagen pueda ser automáticamente posicionada en un sistema de referencia espacial.

GNU: GNU es un acrónimo recursivo "G.N.U. = Gnu Not Unix" que significa "GNU No es Unix". Es decir, la primera palabra que forma el acrónimo vuelve a ser GNU, que a su vez vuelve a tener el mismo significado... Y así recursivamente hasta el infinito. La Licencia Pública General de GNU o más conocida por su nombre en inglés GNU "General Public License" es la licencia más ampliamente usada en el mundo del software y garantiza a los usuarios finales (personas, organizaciones, compañías) la libertad de usar, estudiar, compartir (copiar) y modificar el software.

Freeware El término freeware ("software gratis", del inglés *free software*, aunque esta denominación también se confunde a veces con "libre" por la ambigüedad del término en el idioma inglés) define un tipo de software que se distribuye sin coste, disponible para su uso y por tiempo ilimitado, y se trata de una variante gratuita del shareware, en la que la meta es lograr que un usuario pruebe el producto durante un tiempo (*trial*) limitado y, si le satisface, que pague por él, habilitando toda su funcionalidad. A veces se incluye el código fuente, pero no es lo usual.

Proyección geográfica. La proyección cartográfica o proyección geográfica es un sistema de representación gráfico que establece una relación ordenada entre los puntos de la superficie curva de la Tierra y los de una superficie plana o mapa. Estos puntos se localizan auxiliándose en una red de meridianos y paralelos en forma de malla. La única forma de evitar las distorsiones de esta proyección sería usando un mapa esférico pero, en la mayoría de los casos, sería demasiado grande para que resultase útil. En un sistema de coordenadas proyectadas, los puntos se identifican por las coordenadas cartesianas (x, y) en una malla cuyo origen depende de los casos. Este tipo de coordenadas se obtienen matemáticamente a partir de las coordenadas geográficas (longitud y latitud), que son proyectadas.

Shape. El formato **ESRI Shapefile** (SHP) es un formato creado por ESRI para representar los datos vectoriales, con el software para SIG como Arc/Info o ArcGIS Originalmente se creó para la utilización con su producto ArcView GIS, pero actualmente se ha convertido en formato estándar para el intercambio de información geográfica entre Sistemas de Información Geográfica.

Sistema de coordenadas. Es un sistema que utiliza uno o más números (*coordenadas*) para determinar unívocamente la posición de un punto o de otro objeto geométrico. El orden en que se escriben las coordenadas es significativo y a veces se las identifica por su posición en una tupla o par de ordenadas; también se las puede representar con letras, como por ejemplo «la coordenadas-X, Y».