



Visión General de los Sistemas de Información
Geográfica y la Experiencia en la Generación de un
SIG para Honduras

Paloma Urbano, William Bell

1996

PARTE 1.- VISION GENERAL DE LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA

- 1.- Que son los Sistemas de Informacion Geografica o SIG.
- 2.- Modelos raster y modelos vectoriales
- 3.- Utilidades de los Sistemas de Informacion Geografica
- 4.- Analisis de la informacion
 - 4.1.- Analisis Estadistica Exploratorio de los datos
 - 4.2.- Analisis espacial
 - 4.2.1.- La Distancia
 - 4.2.2.- Magnitudes geometricas de objetos espaciales
 - 4.3.- Analisis tematico y espacial
 - 4.3.1.- Analisis tematico de puntos
 - 4.3.2.- Analisis de redes
 - 4.3.3.- Analisis de poligonos
 - 4.3.4.- Modelado cartografico
- 5.- Beneficio de los Sig y futuro de los SIG

PARTE 2- EXPERIENCIA EN LA GENERACION DE UN SIG PARA HONDURAS

- 1.- Antecedentes del Proyecto de Honduras
- 2.- Modelo de datos para un SIG Censal para Honduras
 - 2.1.- Planificacion
 - 2.1.1.- Seleccion de la escala de trabajo

- 2.1.2.- Variables a procesar
- 2.2.- Entrada de la informacion
 - 2.2.1.- Creacion de la informacion espacial y alfanumerica
 - 2.2.1.1.-Recogida y manejo de la informacion censal
 - 2.2.2.2.- Creacion de la informacion espacial
- 3.- Utilizacion del sig de Honduras
 - 3.1.- Interface de Honduras
 - 3.2.- Apoyo a nuevas alternativas economicas para las laderas de Honduras
 - 3.3.- Caracterizacion agricola de los municipios
 - 3.4.- Relacion entre uso de la tierra y parcelacion del suelo.
 - 3.5.- El problema de la unidad espacial modificable (PUEM), alternativas al problema
 - 3.6.- Otros usos
- 4.- Beneficios para la informacion censal

PARTE 3: EL USO DEL SIG CON LOS CENSOS AGROPECUARIOS DE AMERICA LATINA

- 1.- El estado de los censos agropecuarios de los paises latinoamericanos
 - 1.1.- Las distribucion temporal de los censos y datos agropecuarios
 - 1.2.- Resolucion espacial de la informacion
- 2.- El desarrollo de un SIG latinoamericano para datos agropecuar
 - 2.1. - Obstaculos para la integracion de datos
 - 2.2. - Mapas de distribucion de cultivos de Centroamerica
- 3.- El uso de datos ancillares con el censo agropecuario

PARTE 1.- Vision General de los Sistemas de Informacion Geografica

1- Que son los Sistemas de Informacion Geografica o SIG.

Los Sig han sido definidos numerosas veces, una de las definiciones mas completas es la del **NCGIA** (*National Center for Geographic Information and Analysis*);

"Un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtencion, gestion, manipulacion, analisis, modelado, representacion y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificacion y gestion".

Los SIG manejan datos geograficos compuestos por una parte grafica y por otro la parte alfanumerica. Lo que les hace diferente de cualquier otro tipo de dato es su representacion en el espacio. Son dos los aspectos de la representacion espacial;

- la localizacion geometrica en relacion a un sistema de referencia exterior (Ejemplo coordenadas x e y).

- las relaciones topologicas cualitativas que mantienen unos objetos con otros, por ejemplo el que un poligono aparezca junto a otro y sus implicaciones espaciales.

2.- Modelos raster y modelos vectoriales

La representacion de la informacion geografica abstracta puede ser de dos formas; raster o vector.

La primera es la representacion de los objetos espaciales en una rejilla de rectangulos regulares (pixel) donde cada rectangulo esta codificado con un numero que representa el valor que alcanza en ese punto la variable cartografiada.

El modelo vectorial, es el mas usado entre los SIG censales, es una representacion de la realidad mediante objetos geograficos (puntos, lineas,

poligonos) a los que se asocia una goecodificacion y una etiqueta con la informacion que representan.

No voy a entrar a discutir la diferencia entre la representacion de la informacion en formato raster o vector ya que hoy en dia se puede pasar de una forma a otra de forma rapida y precisa. Esta division depende exclusivamente del tipo de software que se posea y del modelo espacial con el que se elija trabajar.

3.- Utilidades de los Sistemas de Informacion Geografica

Las utilidades relevantes de un SIG tal y como aparece en la definicion dada anteriormente son las siguientes;

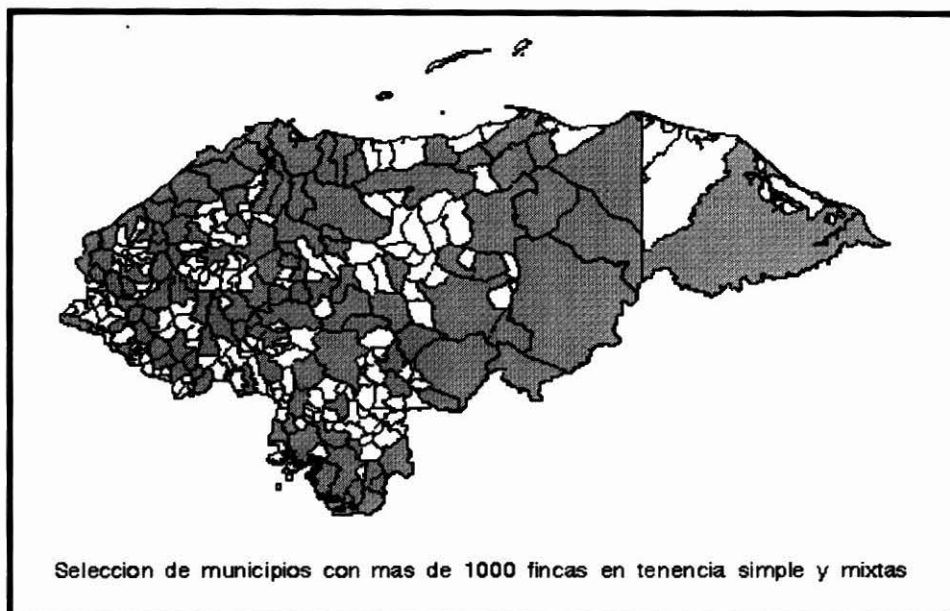
3.1.- Creacion y manipulacion de grandes cantidades de informacion espacial y tematica. La creacion de informacion espacial puede ser por medio de metodos de observacion directa como son los COGO(Coordinate Geometry) o los GPS(Global Positioning System) o mediante fuentes secundarias, digitalizacion o rasterizacion. Los metodos de observacion directa conllevan altos costos en la recogida de informacion, por el contrario los metodos secundarios involucran un alto esfuerzo de correccion y etiquetado de la informacion.

3.2.- Búsqueda y recuperacion de la informacion segun características geométricas y temáticas. Por ejemplo la seleccion por áreas de influencia o radio de acción, por intersección o unión de informacion espacial, etc. Los SIG son muy utiles para buscar y extraer objetos u entidades espaciales de la base de datos seleccionando aquellos que cumplen una condicion establecida por el usuario.

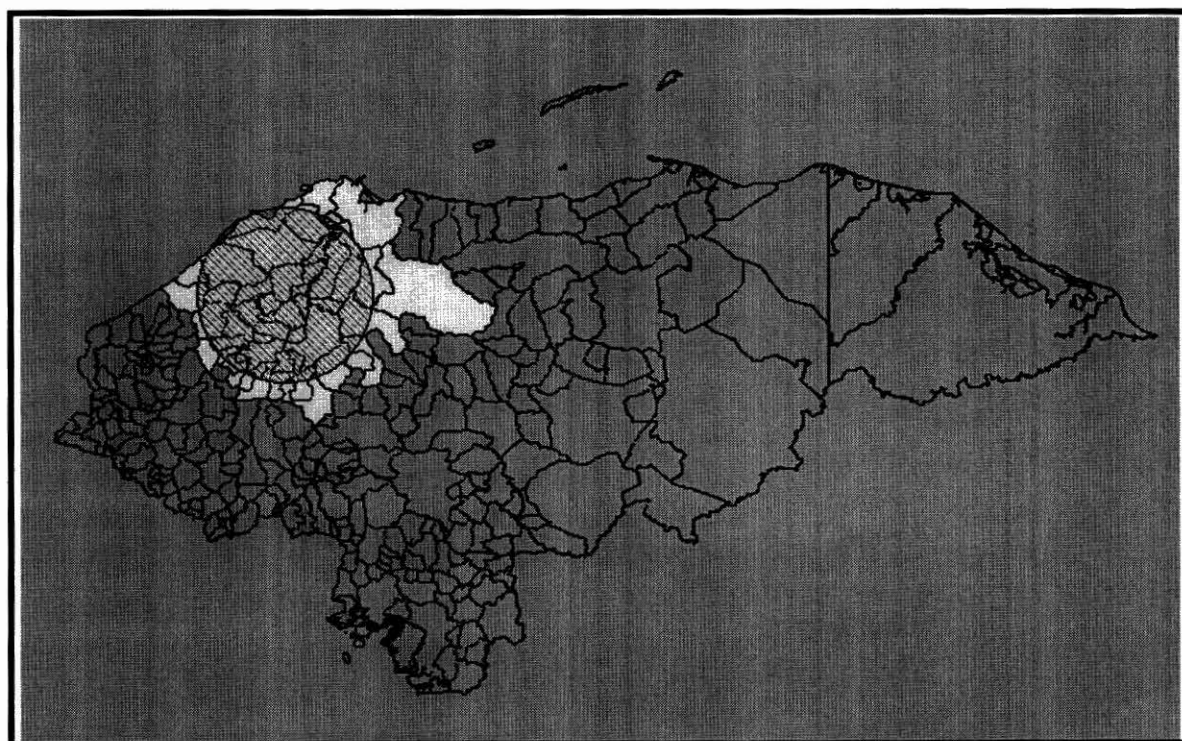
El tipo de búsqueda puede ser temática, especificando el simbolo de la entidad o geométrica utilizando una condicion aritmética lógica o espacial como las que siguen;

- especificando el dominio espacial
- mediante una condicion geométrica o topológica
- por muestreo espacial.

A continuacion vemos dos mapas de Honduras; el primero muestra una seleccion lógica y el segundo es una seleccion aritmética.



Mapa 1: Selección lógica de municipios de Honduras



Mapa 2: Selección de municipios de Honduras incluidos dentro del área de influencia del radio de acción

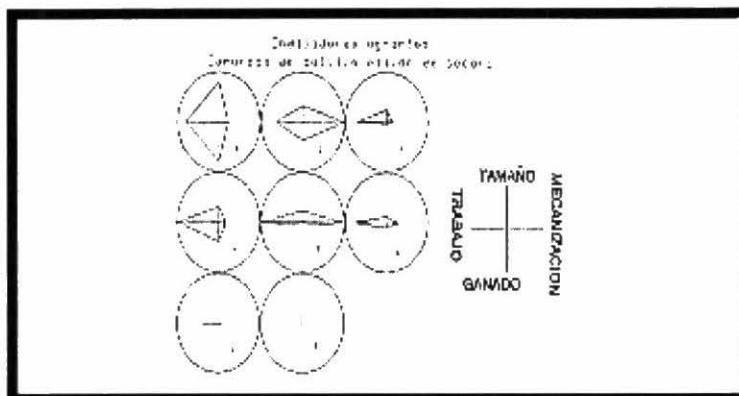
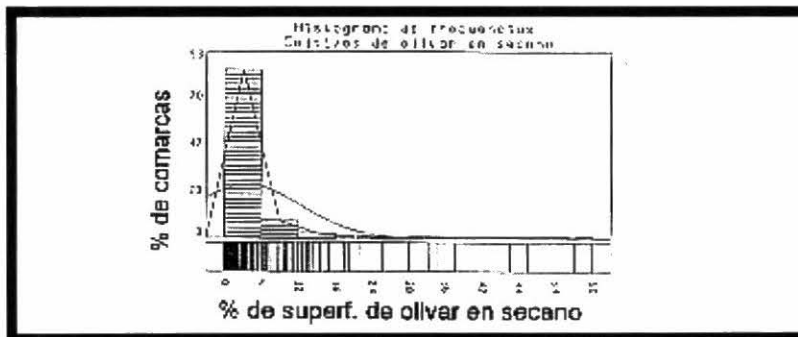
3.3.- Análisis de la información, generación de modelos. Por el alto interés en este punto dedicaremos el siguiente apartado al mismo.

3.4.- Representación y generación de salidas gráficas; mapas, reportes, cuadros y gráficas.

La presentacion de los resultados de un analisis constituye una capacidad fundamental de los sig. Los datos iniciales y los resultados obtenidos se pueden presentar de varias maneras;

- Tablas numericas y alfabeticas que muestren los valores precisos y concretos.
- Mediante graficos que representen los valores de forma expresiva y sintetica aunque a veces menos precisa.
- Cartografica tematica, muy visual y fundamental en un sig.

A continuacion podemos apreciar tres representaciones distintas; primero un histograma de frecuencias de cultivos de olivar en secano, segundo un grafico multivariado en estrella y por ultimo un grafico multivariado en forma de caras de Chernoff. Todas estas son distintas formas de preentar resultados.





Fuente: Bosque Sendra, J. Sistemas de Información Geográfica, Rialp, 1993

4.- Analisis de la informacion

Los datos pueden ser explorados estadísticamente, analizados espacialmente y más importante usando métodos que tengan ambos en consideración (análisis espacial y temático en conjunto). Veamos a continuación estas tres capacidades.

4.1.- Analisis Estadística Exploratorio de los datos

A finales de los años 70, Turkey, J.W.(1970) empieza a promover un nuevo planteamiento sobre el análisis estadístico de los datos. Es entonces cuando empieza a tomar forma las ideas básicas del Análisis exploratorio de los datos (EDA);

- Se establece un *escepticismo* ante las medidas clásicas estadísticas que intentan explicar un aspecto importante de una variable por la información que ocultan de dicha variable.
- *Apertura de ideas y actitudes*, el análisis de los datos no es solo para demostrar una hipótesis sino por el contrario más importante con el fin de descubrir las estructuras embebidas en los datos.

Desde el punto de vista técnico el EDA se caracteriza por su insistencia en el empleo de procedimientos analíticos y descriptivos de carácter gráfico o semigráfico (Cleveland, 1985; Chambers y otros, 1983).

Métodos frecuentes son entre otros;

- Lista de valores y tabla de frecuencias
- Representación gráfica de variables cuantitativa: el gráfico de tallo y hojas o el histograma de frecuencias
- Medidas de tendencia central (aritmética, mediana y moda)
- Medidas de la variabilidad
- Resumen numérico de una variable cuantitativa y su representación en un gráfico en caja.

Relaciones entre variables

- Tablas de contingencia entre dos variables (ayudan a descubrir la linealidad o no linealidad entre 2 variables).
- Test de Ji cuadrado
- Correlación entre variables

4.2.- Analisis espacial

Es un conjunto de procedimientos que estudian las características geométricas de los datos geográficos sin considerar los datos temáticos asociados a ellos. Estos procedimientos se encargan sobretodo de medir distancias, determinar las magnitudes geométricas (área, perímetro) de los objetos y cambiar el tipo geométrico de un objeto gráfico.

4.2.1.- La Distancia

Distancia es el número de unidades de longitud que separa dos puntos en el espacio.

Muchas veces es más útil emplear en lugar de una función de distancia matemática o distancia efectiva, una definición más usual y práctica de distancia como el coste de recorrer la separación entre dos puntos, midiendo dichos costes en esfuerzo físico, tiempo, dinero...

Otro aspecto relacionado con el de distancia es el proximidad: o distancia desde cada objeto geográfico existente en un mapa a un lugar de referencia o destino. Muchas veces queremos medir la proximidad de toda una región a un punto específico -una ciudad o un centroide.

4.2.2.- Magnitudes geométricas de objetos espaciales

Consisten en la longitud de una línea, el perímetro de un polígono y el área de un polígono.

4.3.- Analisis tematico y espacial

4.3.1.- Analisis tematico de puntos

Se refiere al análisis de la localización de los puntos en el espacio a la vez que de los valores concretos de las variables representadas por los mismos.

Ayuda a dar soluciones a problemas tan importantes para la vida diaria como el de conocer la distribución espacial de servicios a nivel regional o urbano, o saber donde está localizada la población que está adoptando innovaciones tecnológicas como por ejemplo el uso de tractores en la explotación agraria. Estas son cuestiones que ayudan a la toma de decisión y que un buen SIG debe ser capaz de responder.

Técnicas existentes para el análisis de mapas de puntos son:

- * Centro medio y centro de gravedad, Distancia típica y radio dinámico, elipses de variabilidad
- * Análisis del vecino más próximo
- * Medidas de dispersión de un área: el test de χ^2 y el test de Kolmogorov-Smirnov
- * Autocorrelación espacial (Geary y Moran)
- * Variograma y variografía
- * Modelos de autocorrelación espacial

4.3.2.- Analisis de redes

Estas medidas son importantes para conocer la distribución de mercados, como parte integral de estudios socioeconómicos o indicar la incidencia de la accesibilidad en la estructura económica regional.

Las técnicas más utilizadas son;

- * Accesibilidad topológica, accesibilidad basado en distancia, tamaño de la oferta y tamaño de la demanda.
- * Delimitación del área de influencia.
- * Modelos de localización - asignación.

4.3.3.- Analisis de poligonos

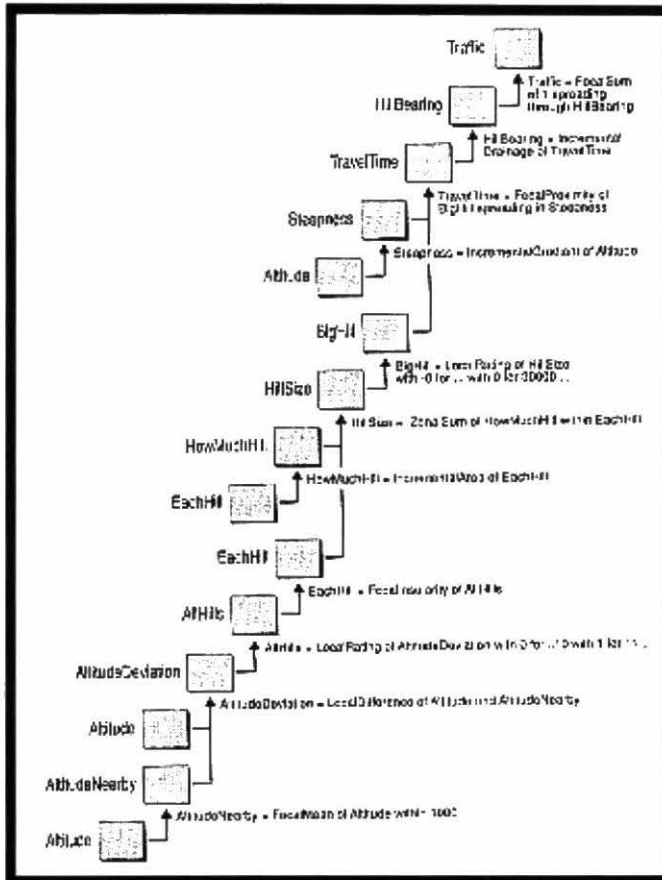
Se refieren a la medida de cada poligono individual, el grado de contiguidad y de interconexion del conjunto de poligonos existentes y el nivel de correlacion espacial entre las variables medidas en ellos. Gran parte de la informacion medioambiental y de uso de la tierra se encuentra representada por poligonos. Es interesante considerar analisis de fragmentacion y correlacion de estas estructuras en el espacio.

4.3.4.- Modelado cartografico

Los procesos del modelado cartografico se basan en datos tomados de dos o mas capas de informacion iniciales y de las que se genera una nueva capa de informacion que se anade a la base de datos.

Este es un analisis mas profundo de los datos y que conlleva generar un resultado util para la toma de decision sobre la cuestion que se pretenden contestar. Consiste en la disposicion de capas de informacion que ha sido seleccionada segun unos criterios especificos en un primer paso. La informacion se combina usando tecnicas geometricas y logicas donde el usuario define criterios espaciales y logicos segun su propio conocimiento del tema. Se utiliza frecuentemente para la caracterizacion de un lugar individual o la relacion de este con los lugares vecinos o incluso la region en la que se integra.

Podemos ver en el siguiente grafico la estructura logica de un modelo cartografico;



Fuente: C.D. Tomlin, Cartographic Modelling, Geographical Information Systems, vol1.

Este tipo de análisis es muy útil y es una capacidad incluida en casi todos los sig.

5.- Beneficio de los Sig y futuro de los SIG

Los beneficios que se obtienen de un Sig son muy numerosos como se ha podido observar, quizás es interesante destacar el hecho que utilizar un sig involucra unos resultados feacientes y elaborados de gran utilidad para la toma de decision. De esta forma esta herramienta debe ser intensamente utilizadas por tecnicos y planificadores ya que dependiendo de como presenten sus resultados sobre los politicos decisores conseguiran comunicar una mejor vision de las situaciones, y solucion de sus problemas. Por el contrario, un sig no nos da unos resultados totales, la informacion una vez procesada debe ser corroborada con expertos e incluso si posible con la realidad. Los sig son herramientas que nos

ayudan a la toma de decisiones pero no debemos convertirnos en un fin en si mismo.

El futuro tecnologico nos augura un auge aun mayor de los sistemas de informacion. Para poder estar en la avanzada de las comunicaciones debemos construir sistemas sencillos y abierto donde los usuarios puedan intercambiar informacion, puedan acceder y manipular informacion a distintos niveles tratando de conseguir resultados que respondan a sus problemas e inquietudes y sin tener que ser expertos en sig.

Son reales las limitaciones economicas a la hora de implementar sistemas de informacion amplios pero tambien debemos ser conscientes de los beneficios generales de tener a una poblacion bien informada de las situaciones y procesos que se estan dando en su propio entorno. Y cuando digo poblacion me refiero al sentido mas amplio de la palabra, desde los ninos en las escuelas hasta los altos dignatarios. Los sig son herramientas que el dia de manana seran tan comunes como los procesadores de textos y formaran parte de nuestro ambiente diario de trabajo. Debemos preparar nuestra informacion para que pueda estar integrada en un sig y conocer beneficios y limitaciones de esta herramienta.

PARTE 2- EXPERIENCIA EN LA GENERACION DE UN SIG PARA HONDURAS

1.- Antecedentes del Proyecto de Honduras

En 1993, El Programa de Laderas de Ciat comenzo a trabajar en el Proyecto "Mejora de la sostenibilidad agricola y ganadera en las laderas de Centro America" bajo la financiacion del Swiss Development Cooperation. Este proyecto pretende aunar los esfuerzos de organizaciones internacionales, nacionales y no gubernamentales interesadas en encontrar nuevas alternativas al desarrollo en zonas de laderas. Dos anos mas tarde del comienzo del proyecto se empezo a trabajar en la creacion de un SIG para Honduras. Desde ese momento se vislumbro la utilidad que un sistema de informacion integral tendria como herramienta de almacenamiento y gestion de informacion.

El proyecto de Honduras demanda niveles de informacion a distintas escalas y procedencias. El SIG funciona como una herramienta integradora de informacion socioeconomica y biofisica procedente de mapas en papel que fueron digitalizados, fuentes digitales generadas por otras instituciones, informacion censal, informacion procedente de fotografias aereas e imagenes de satelite.

La escala de trabajo es nacional, regional y local, uno de los objetivo del proyecto es poder observar el posible aprovechamiento de informacion a distintas escalas.

Parte importante de la informacion a escala nacional que se integro son los censos. Gracias a la Secretaria de Planificacion, Control y Presupuesto(SECPLA) y especificamente a la Direccion General de Censos y Estadisticas pudimos conseguir la siguiente informacion censal;

- Censos Agropecuarios de 1993 y 1974
- Censo de Pobalcion y Vivienda 1988 y 1974

Gran parte del esfuerzo realizado hasta el momento se ha puesto en procesar, integrar y manejar la informacion censal. Igualmente se ha empezado a analizar la informacion con respecto a otras fuentes y se ha utilizado parte de la

informacion para analisis de componentes principales, cluster, analisis espacial y como apoyo a estudios especificos.

Toda la informacion se incluyo en una interface de facil uso para usuarios no expertos en sig. La interface les permite navegar facilmente por la informacion, visualizar mapas tematicos, plotear datos, modificar informacion y generar estadisticas basicas. Su funcion especifica es la difusion de la informacion del sig de forma rapida y sencilla para la toma de decision.

A continuacion podemos observar lo que ha sido el proceso de integracion de dichos censos en el SIG y la utilizacion posterior que se le ha dado y que se le va a dar a la informacion.

2.- Modelo de datos para un SIG Censal para Honduras

La creacion de un modelo de datos para un SIG con informacion censal tiene que contar con dos fases fundamentales; una primera de planificacion y la segunda de accion. Quiero remarcar la importancia de la fase inicial ya que es crucial para demostrar el exito del modelo.

2.1.- Planificacion

2.1.1.- Seleccion de la escala de trabajo

Comprende la decision de la escala espacial de trabajo, osea si la informacion va a ser utilizada a nivel nacional, departamental o primera division administrativa, segunda division administrativa o municipio en algunos paises o cualquier otra division menor. Nuestra decision para la seleccion de la escala estuvo basada en los datos con los que podiamos trabajar. Por motivos de privacidad de la informacion los datos agropecuarios mas recientes 1993, solo podian utilizarse a nivel municipal con lo que por motivos de uniformidad, ambos censos agropecuarios se representaron a nivel municipal. Por el contrario, los datos de poblacion y vivienda pudieron ser presentados a nivel aldea o ciudad con lo que se georreferenciaron el mayor numero de aldeas o ciudades posibles y se asocio a los puntos la informacion censal de poblacion y vivienda.

2.1.2.- Variables a procesar

Muchas veces no es necesario incluir cada una de las variables censales en el sig ya que no hay un interes especifico sobre las mismas. Es un caso distinto cuando las variables ya estan procesadas y en formato digital como las tienen las instituciones encargadas de los censos en cada nacion. En nuestro caso si

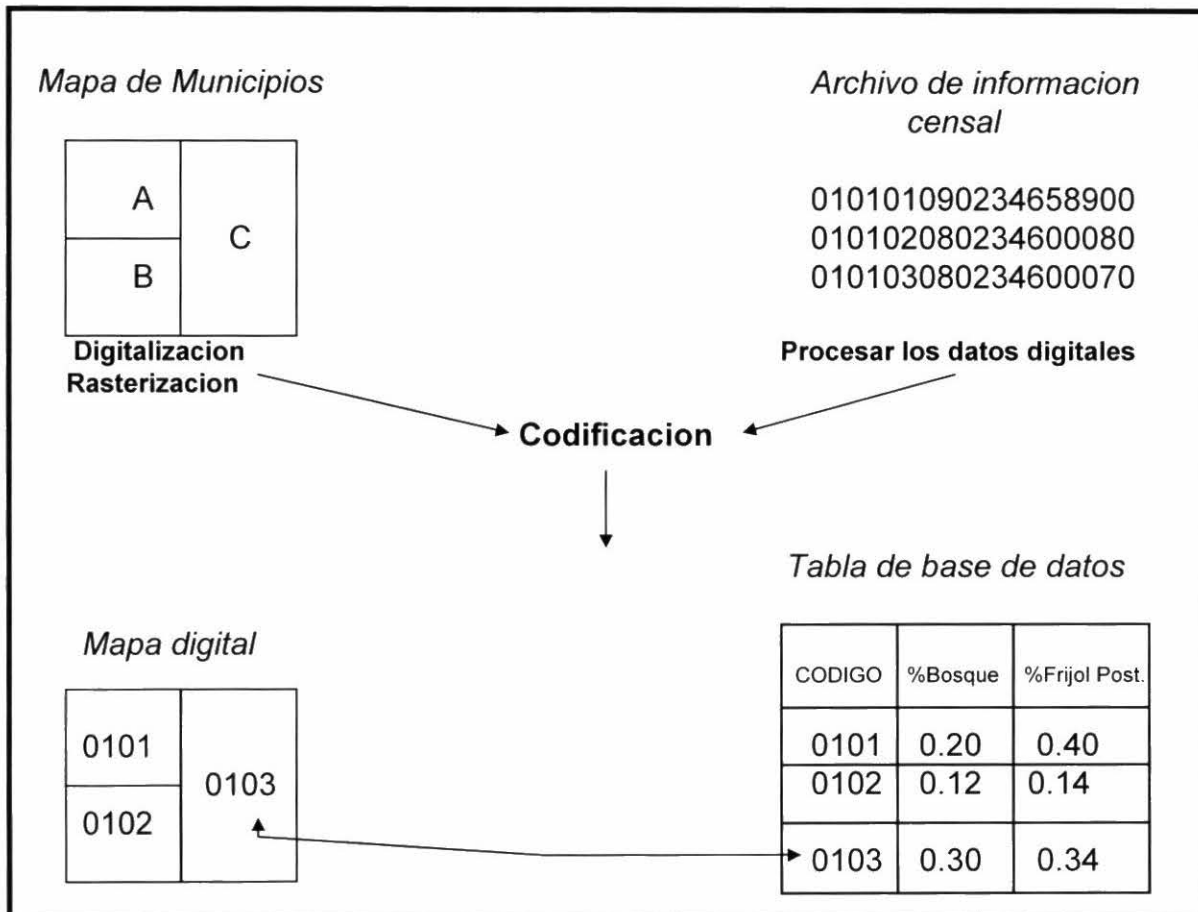
tuvimos que proceder a manipular la información y antes que nada decidir que variables eran de interés para grupos distintos; usuarios investigadores del Ciat y usuarios exteriores. Por el contrario, el adicionar cualquier otra variable al SIG no supone gran esfuerzo gracias a que la codificación seguida es semejante a la impuesta por la información censal existente.

2.2.- Entrada de la información

La información censal es una fuente secundaria por lo que su representación digital espacial es más compleja que cualquier información primaria. La generación de un modelo de datos censal espacial supone tres actividades;

- * Digitalización o rasterización de la información espacial, procesado de información alfanumérica. En este caso procedimos a la digitalización de los municipios y aldeas de Honduras y procesamos los datos censales tal y como se describe posteriormente.
- * Etiquetado de cada objeto con un identificador único. Ese identificador único puede ser la codificación existente originalmente en el censo, este fue el criterio que nosotros escogimos.
- * Asignación de la información temática a cada objeto geográfico digitalizado.

Esquema del proceso de creacion de un modelo de sig censal



Fuente: Creacion Propia

La funcion mas importante es la **codificación** ya que los identificadores entre la informacion censal los objetos graficos deben casar totalmente. En cuanto un codigo de la informacion censal no case con el objeto grafico supone informacion perdida. Se recomienda un estudio detallado de los codigo con el fin de asegurarse una implementacion apropiada del modelo de datos.

Veamos a continuacion en mas detalle como ha sido cada una de estas fases para el proyecto de Honduras.

2.2.1.- Creacion de la informacion espacial y alfanumerica

2.2.1.1.-Recogida y manejo de la informacion censal

La información se bajó de cintas a discos por personal de SECPLAN. Los discos fueron leídos en Ciat y la información se empezó primero a limpiar. El limpiado de la misma comprendía la eliminación de símbolos y encabezamientos y la corrección de registros de posicionamiento incorrecto. Aunque parezca irrelevante mencionar estas actividades, no lo creemos así ya que cada paso en la manipulación de datos involucra un error que no debe ser descartado a la hora de entender que los datos obtenidos al final del proceso no son perfectos al 100 por 100. De esta forma se definió cada actividad que se realizaba y se midió cada problema que pudiera incurrir en un error acumulado en los datos finales.

Una vez que la información estuvo cargada en nuestro sistema se procesó utilizando SAS e integrándola en Oracle. Ambos softwares se seleccionaron por su gran capacidad además de su existencia en el CIAT.

Toda la información censal fue revisada comparándola con la información en papel cuando se pudo o mediante un análisis estadístico exploratorio de los datos. La revisión por lo tanto conllevó procesos de corrección y nueva revisión hasta que se consideró suficientemente depurada.

Posteriormente después de unir la información censal con la representación espacial, se procedió a realizar selecciones espaciales que nos demostraron que la información era coherente. Este es un mecanismo de corrección visual de la información útil y recomendable.

Se generó documentación de los procesos a los que se había sometido la información definiendo qué información puede ser utilizable y con qué grado de fiabilidad. En el caso de Honduras tenemos algunos municipios sin información ya que la información no era coherente, seguramente debido a que en alguno de los procesos hubo un error. Existe una gran diferencia entre la calidad de la información censal de 1974 y la de 1993. Afirmamos con alta confiabilidad que la información más reciente pudo ser integrada con facilidad mientras que los censos más antiguos reflejan una información dudosa debido a un sistema digital obsoleto y raramente utilizado en la actualidad.

2.2.1.2.- Creación de la información espacial

La información espacial se digitalizó en Ciat. Fueron dos la cartografía espacial que nos interesaba;

- la división administrativa a nivel 1 y 2, o sea departamento y municipio,
- los censos de población y vivienda estaban a nivel de aldea o ciudad con lo que se buscó el posicionamiento puntual de los mismos.

Los departamentos y municipios se digitalizaron sobre mapas del Instituto Geografico Nacional de Honduras a escalas diversas desde 1:200.000 hasta 1:350.000 y se empalmaron en una cobertura unica de informacion. La informacion que se genero fue valida para 1974 pero tuvo que actualizarse para los censos mas recientes ya que la division administrativa espacial a cambiado en Honduras a lo largo del tiempo.

En el **anexo 1** se puede ver un mapa de Honduras con la division administrativa a nivel municipal.

Cada poligono representa un municipio y posee una etiqueta con un identificador unico que es enlaza con la base censal. Los identificador son cuatro digitos, los dos primeros son el departamento y los ultimos el municipio. Igualmente, tuvimos que tener en cuenta las variaciones existentes entre 1974 y 1993 en los codigos de los municipios.

Las aldeas y ciudades se localizaron geograficamente usando varias fuentes; posicionamiento cartografico del IGN de Honduras, Gazetteer (USA Board), planchas topograficas escala 1:50.000. El proceso de generacion de esta informacion fue tediosa, al final se localizaron aproximadamente unos 3800 aldeas y ciudades en Honduras a las que se puede conectar cualquier dato de poblacion de los censos de poblacion y vivienda. La codificacion de cada aldea se hizo mediante un codigo de 6 digitos, los dos primeros son el departamento los siguientes el municipio y los ultimos la aldea. Tambien variaron los codigos entre 1974 y 1988.

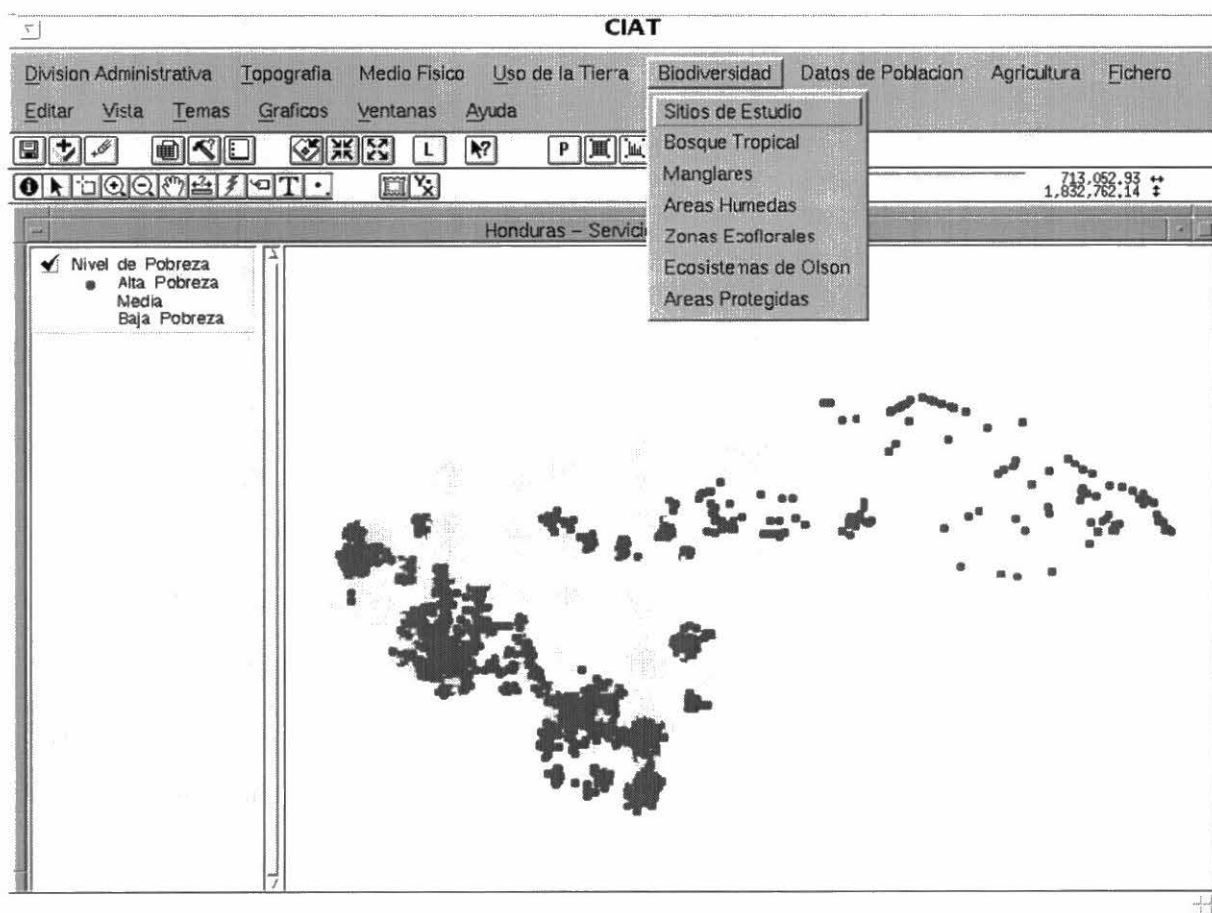
En el **anexo 2** se observa la distribucion de las aldeas de Honduras.

3.- Utilizacion del sig de Honduras

Ademas de utilizar la informacion del sig de Honduras como una fuente de informacion y caracterizacion del pais, existian unos intereses mas concretos y amplios para la creacion de esta aplicacion. Veamos algunas de las utilidades que se han dado o que se van a dar al sistema de informacion.

3.1.- Interface de Honduras

Difusion de la informacion censal espacializada y georreferenciada a traves del interface para usuarios no expertos en sistemas de informacion geografica. El ano entrante se va a realizar un taller de intercambio de opinion entre Ciat y las instituciones a las que va destinado el SIG censal de Honduras con el fin de evaluar la validez del mismo. De este taller se sacara una idea mas aproximada de lo que se el usuario necesita de la herramienta con el fin de ajustarla a sus necesidades. Una vez que el sistema este depurado se distribuira en CD-ROM a los usuarios con el fin de ayudar a los planificadores con una herramienta que les sea util para la toma de decision.



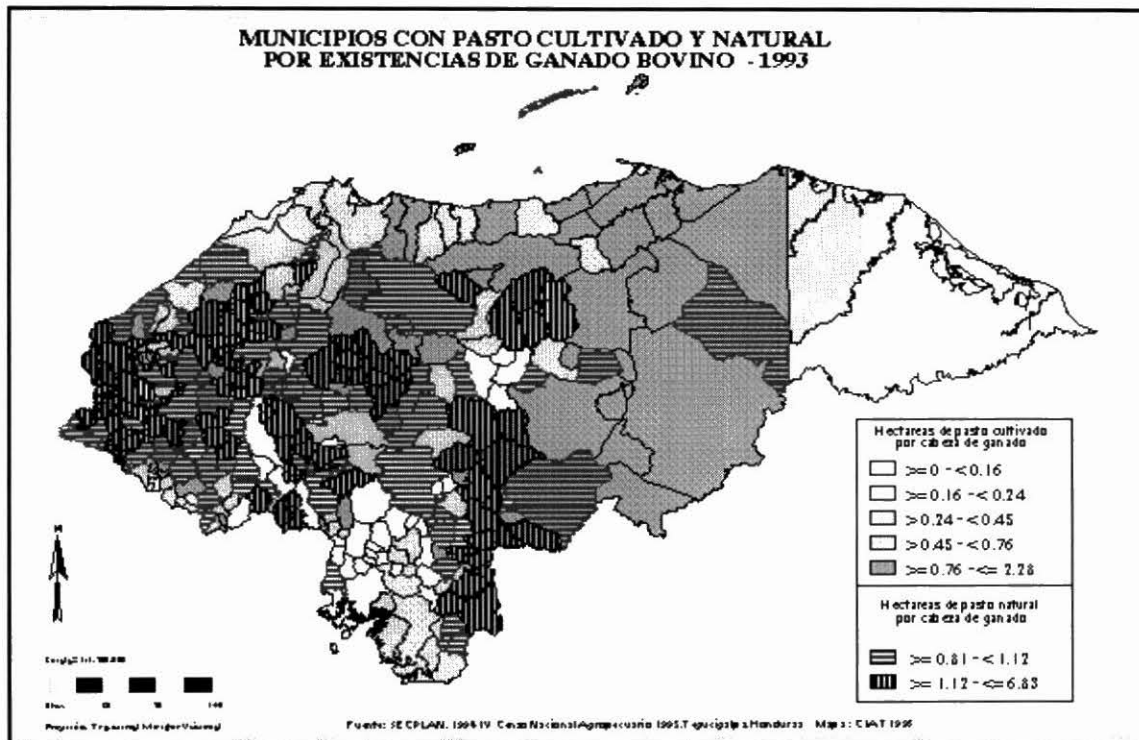
3.2.- Apoyo a nuevas alternativas economicas para las laderas de Honduras

Uno de los usos mas especificos de la informacion ha sido la evaluacion del potencial existente en la zona de laderas para una intensificacion ganadera y del cultivo de frijol.

Se intento seleccionar zonas aptas para el fomento de pastos mejorados (por ejemplo el pasto elefante) que redujeran la erosion y permitieran un hato ganadero mayor como alternativas a las regiones de laderas. Como es bien conocido la ganaderia es una de las fuentes de ingresos mas altas en la actualidad.

Estudios llevado a cabo por expertos del Ciat demostraron la potencialidad de incrementar la ganaderia vacuna entre los campesinos como fuente de ingresos basandose en el fomento del uso de los pastos mejorados.

Utilizando herramientas de simulacion y la informacion censal se delimitaron municipios potenciales para llevar a cabo un estudio mas intenso de las posibilidades de la hipotesis expuesta. Igualmente con esta informacion se hizo una caracterizacion general de todo el pais respecto a la situacion agricola y ganadera. Se comprobo como la poblacion con peor bien estar es la que menos ganaderia tiene y como uno de los principales limitantes es el crecimiento del hato ganadero. Igualmente se vio que se tardarian de 15 a 20 anos con una densa evolucion hasta conseguir copar todo el area existente para pasto en la actualidad de forma que el espacio no es la limitante a la extension ganadera.



Mapa 3: Mapa temático sobre la distribución del pasto cultivado y las cabezas de ganado.

3.3.- Caracterización agrícola de los municipios

Son muchos los procedimientos estadísticos que se pueden usar para analizar la información. Es interesante ver como se llevo a cabo dentro de la caracterización agrícola de los municipios de Honduras un estudio de análisis de factores.

El Analisis de Factores es una herramienta que ayuda a interpretar patrones que se dan en la vida real. Los resultados pueden ser espacializados geográficamente al igual que gráficamente. Recalamos el interés de representar los datos espacialmente por las conclusiones a las que nos pueden llevar. Por ejemplo se pueden visualizar patrones de similitud o regiones en la que se dan unas circunstancias parecidas. Hay veces en que los patrones no se ven claros pudiendonos ayudar de metodologías definidas sobre patrones de distribución ya probados en el espacio de trabajo. Una aproximación geográficamente útil es añadir variables que muestren distancias entre regiones, esto se ha probado ser más eficiente que el incluir posiciones cartográficas (x e y).

En este estudio se seleccionaron los usos mas caracteristicos de la nacion, siendo todos ellos representados en el censo. No se incluyeron las distancias geograficas pero una de las cosas que se quiere introducir es una distancia entre centroides con el fin de evaluar la variacion de los resultados.

Los resultados fueron los siguientes.

Analisis de Componentes Principales

Trabajamos con la covarianza en escala estandarizada.
La varianza explicada por cada factor;

FACTOR	VALOR EIGEN
1	5.4986
2	0.6226
3	0.2547
4	0.2268
5	0.1676

Matriz del factor inicial

VARIABLE	FACTOR1	FACTOR2	FACTOR3	FACTOR4
Cultivos Anuales	0.884	-0.018	-0.162	-0.032
Cultivos Permanentes	0.635	0.176	0.185	-0.202
Pastos Cultivados	0.879	-0.165	-0.151	-0.167
Pastos Naturales	0.856	0.026	-0.272	0.013
Descanso	0.813	-0.295	0.232	0.096
Bosque	0.528	-0.063	0.017	0.349
Guamiles	0.864	-0.357	0.113	-0.058
Lagunas	0.524	0.193	0.041	0.067
Otros usos agricolas	0.636	0.403	0.161	-0.054
Otrso usos no agricolas	0.661	0.379	-0.042	0.120

Matriz del factor rotado

VARIABLE	FACTOR1	FACTOR2
Cultivos Anuales	75*	50

Cultivos Permanentes	37	63*
Pastos Cultivados	81*	39
Pastos Naturales	72*	49
Descanso	85*	26
Bosque	61*	16
Guamiles	90*	25
Lagunas	24	61*
Otros usos agricolas	19	85*
Otros usos no agricolas	28	78*

La estructura emergida por el manejo de los factores nos explica que el factor 1 muestra aquellos usos con mas dominancia de recursos naturales, de forma que resaltara los municipios donde exista una intensidad de bosques, guamiles y pasturas. Los municipios con valores mas negativos representan municipios con menos riqueza natural.

Se pudiera decir que la interpretacion del primer factor es correcta a no ser por el valor que adquieren los cultivos anuales (0.75), por el contrario, nuestra hipotesis es que el factor uno se encarga de resaltar las variabilidades mas altas y cualquier problema en la informacion va a aparecer remarcado en este factor. El valor de los cultivos anuales para el Censo de Honduras se obtuvo restando al area total el resto de los usos, por lo que no es una medida muy exacta.

El factor 2 resalta los municipios con donde la intervencion humana en el uso es mayor.

Los resultados de los factores se pueden espacializar dejandonos ver como se comportan los municipios respecto a los factores. Asi en el **anexo 3 y 4** podemos ver dos mapas tematicos de Honduras que reflejan los factores 1 y 2.

3.4.- Relacion entre uso de la tierra y parcelacion del suelo.

Los pequenos propietarios y los minifundistas tienden a ser el segmento mas pobre de la poblacion rural. Ingresos economicos, educacion, acceso a los servicios, seguridad en la tenencia de la tierra son algunos de los factores que influyen en la configuracion de esta realidad. Gran parte de estas circunstancias pueden observarse manipulando eficientemente la informacion censal.

Los censos reflejan informacion sobre produccion, tenencia de la tierra, tecnicacion del manejo, y otros.

La situación de la propiedad de la tierra en Honduras tiene antecedentes históricos que conviene mencionar. Tradicionalmente la estructura legal de ocupación de la tierra dividía el territorio en dos amplias categorías;

- dominio pleno y tierras públicas

Poco a poco se fue consolidando una estructura dualista donde los grandes hacendados establecidos en las partes bajas de las montañas utilizando población local como mano de obra y los minifundistas que proliferaban en las zonas menos accesibles y con mayor pendiente. Campesinos con propiedades entre 0 y 5 hectáreas se contratan como jornaleros temporeros al merced de las propiedades más extensas. Por el contrario, la tecnificación y mecanización de los procesos de producción indudablemente provocaron menos necesidad de mano de obra. Era evidente la existencia de un grupo estancado y empobrecido de agricultores minifundistas dependientes de trabajos temporales en las haciendas u otras actividades. En 1983 el Instituto Agrario Nacional de Honduras llevó a cabo un programa de titulación agraria otorgando propiedad legal a tierras entre 5 y 50 hectáreas o con menos de 5 hectáreas que produjeran café. Por el contrario aquellas fincas con menos de 17 hectáreas no podían ser vendidas parcialmente ni tampoco arrendadas.

Con estos antecedentes se puede enmarcar una situación rural en Honduras donde la población menos favorecida son aquellos con propiedades de menos de 5 hectáreas. Estos grupos no pueden subsistir de sus propios cultivos y dependen continuamente de los insumos del jornaleo, no pueden acceder a créditos ya que no poseen titularidad de la tierra y la aplicación de nuevas tecnologías agrícolas son muy limitadas. Además de estas circunstancias existen otras más agravantes, su localización espacial en áreas de laderas escarpadas, cerca de las reservas naturales o en zonas degradadas no favorecen su situación económica sino que por el contrario inciden en fomentar una situación medioambiental frágil y en peligro.

Se quiere buscar alternativas a esta situación mediante políticas locales y regionales pero para eso es necesario conocer cuáles son las regiones más afectadas.

Mediante un modelado cartográfico sencillo y algunas operaciones aritméticas se pudo distinguir algunos de los espacios más afectados por esta situación.

Ver mapa en el **anexo 5**.

3.5.- El problema de la unidad espacial modificable (PUEM), alternativas al problema.

El utilizar unidades de observación geográfica de carácter artificial determina la aparición de problemas graves al analizar los datos. El problema reside en el uso de entidades geográficas arbitrarias y artificiales. Este no es normalmente el caso de las divisiones censales. El problema en el uso de datos censales a escala municipal, agregando los datos de los individuos, raya en el factor de escala y zonificación. El factor de escala se refiere al tamaño de las unidades espaciales empleado en el análisis. Así podemos medir los rendimientos agrícolas a nivel regional, municipio, pueblito, otras unidades, los resultados son distintos. En el caso de zonificación la cuestión estriba en las numerosas maneras de agrupar la información.

Este problema es muy corriente y aun se están estudiando soluciones aceptables al mismo. Una alternativa es el uso de fuentes de información alternativas que complementen la información obtenida de los mapas de división administrativa. Por ejemplo usar información de uso de la tierra para localizar la distribución de usos en combinación con la información de los censos puede ser de gran utilidad. La cuestión yace en poder identificar las áreas censadas ya que por el momento los censos nos cuentan que 40% del área de un municipio fue censado pero no sabemos que parte del municipio fue censado. Quizás en censos futuros se puede utilizar métodos de georreferenciación (gps o simples fotos aéreas) a la hora de censar.

Otra solución es la investigación de modelos de análisis de distribución espacial que ayuden a estimar zonas donde según unos criterios predefinidos representarían el área censada. Es importante evaluar cuál es el grado de representatividad del área censada respecto al resto del municipio y se podría modelizar usos y recursos para aquellas zonas sin censar.

Aun hay mucho para hacer respecto al uso de información censal y la optimización de su significado en el espacio.

3.6.- Otros usos

Además de los usos mencionados anteriormente existen otros usos que se realizarán el próximo año con la información censal.

3.6.1.- Perfil de pobreza para todo Honduras y para cuatro municipios, Yoro, Atlantida, La Paz y El Paraíso.

Es un estudio de pobreza utilizando investigación participativa en combinación con el sig. Se utiliza esta herramienta para la combinación de factores de selección de la variabilidad de la población. Usa esencialmente información de los censos de población y vivienda aunque también del censo agropecuario.

3.6.2.- Estudio socioeconómico de Yoro

Con el fin de presentar alternativas a la economía rural se está investigando el papel de las microempresas en las zonas rurales. Se realiza un estudio socioeconómico general primero con el fin de identificar lugares donde existen un potencial para la implantación de nuevas microempresas. Este estudio se realiza en un sig combinando información de los censos con otro tipo de información espacial, acceso al mercado, clima, modelo de elevación digital, etc.

3.6.3. - Pobreza y medioambiente

En relación con algunos de los usos antes mencionado se seguirá con un proceso de identificar lugares críticos donde la pobreza y el medioambiente se interrelacionen intrínsecamente. El objetivo final del proyecto es formular políticas que funcionen y que ofrezcan una alternativa útil para los grupos de población de estas zonas críticas. El uso de los sig y la información censal es crucial en este proyecto, no solo por los resultados que pueden arrojar sino por su capacidad de presentación de información para la toma de decisión.

4.- Beneficios para la información censal

Si pensamos en que pudieran tener estos sistemas en común con los datos censales agropecuarios encontramos puntos de contacto;

- Los sig pueden manejar y gestionar grandes cantidades de información, el censo es una base de datos muy amplia.
- Los sig representan información espacial, los censos son datos de un hecho espacial (la agricultura, ganadería).
- Los sig ayudan en las tareas de planificación y toma de decisión, el objetivo principal de un censo es la cuantificación y monitoreo de hechos con el fin de poder decidir nuevas estrategias en la planificación.
- Parecería que los sig pueden ser una herramienta útil que aporte una nueva dimensión a la información censal.