

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
UNIDAD ENSENADA**

FACULTAD DE CIENCIAS



MANEJO DE DATOS ESPACIALES A TRAVÉS DEL WEB

**Memoria de Servicio Social Profesional
que como requisito parcial para obtener el título de**

Licenciado en Ciencias Computacionales

Presenta:

BERTHA AMALIA SERRATO DE LA CRUZ

Ensenada Baja California. México. Octubre 2001

Resumen

De la memoria de servicio social profesional de BERTHA AMALIA SERRATODE LA CRUZ presentado como requisito parcial para la obtención del título de Licenciado en Ciencias Computacionales.

Ensenada, Baja California, México.

Octubre 2001

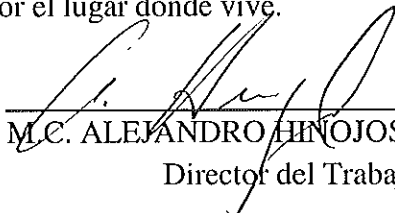
Manejo de Datos Espaciales a través del WEB

Resumen aprobado:

Existe una creciente tendencia en utilizar Internet para difundir información de diversa índole, la explosión en el número y tipo de aplicaciones para navegadores cada vez se hacen más elaboradas y con una mayor funcionalidad. Aquellas orientadas a dar a conocer información sobre regiones geográficas, se apoyan en mapas, fotos aéreas, puntos, líneas y polígonos, que describen la distribución espacial de los diferentes rasgos y temas geográficos que se desean resaltar. Existen algunas que son estáticas y otras dinámicas, las dinámicas a diferencia de las estáticas tienen la funcionalidad de crear mapas bajo demanda con la información disponible, es decir, el usuario especifica aquellos objetos espaciales que desea desplegar y consultar.

Se adecuó y personalizó una interfaz dinámica para dar a conocer algunos rasgos geográficos e información sobre la región de Ensenada, Baja California, apoyándonos en MapServer, un desarrollo de la universidad de Minnesota, y en información espacial georeferenciada recopilada de varias fuentes. El usuario puede desplegar y consultar la información de Ensenada a través de un navegador de Internet.

La interfaz opera en modo de despliegue o de consulta, estableciendo el modo a través de botones de selección. En modo de despliegue, el usuario especifica los datos espaciales que desea visualizar, pudiendo acercarse, alejarse y desplazarse sobre ellos. Para una mejor referencia geográfica, la interfaz permite el despliegue de trasfondos como imágenes satelitales, fotografías aéreas y mapas escaneados. En modo de consulta, se puede recuperar la información tabular asociada a los puntos, líneas y polígonos. Entre la información recopilada para la interfaz se encuentran: imágenes satelitales recientes, mapas escaneados, traza urbana, información del censo de 1995, distribución de escuelas, litología, colonias, códigos postales, etc. Es un esfuerzo en el que se pretende ofrecer a la comunidad un medio para que ésta conozca mejor el lugar donde vive.


M.C. ALEJANDRO HINOJOSA CORONA.
Director del Trabajo

I. INTRODUCCIÓN

El avance en las Ciencias Computacionales esta correlacionado con otras áreas de la ciencia, en donde su participación ha sido de gran ayuda para aumentar la rapidez en procesos que, en otro tiempo, se hubiera llevado años realizar, o que bien, jamás se podrían haber realizado. Con el transcurso de los años y con el perfeccionamiento y sistematización de procesos para el manejo y uso de datos espaciales, éstos se han expandido a otras áreas como son: Turismo, Educación, Investigación, Desarrollo de Sistemas de Información Geográfica, entre otras. La computación cumple un papel importante, ya que se han desarrollado programas especializados para el uso y manejo de datos espaciales.

Gracias a este desarrollo, actualmente tenemos acceso a la información espacial, y no solo a través de escritorio, sino desde cualquier parte del mundo, a través de Internet (Gould Michael, 1999).

Un dato espacial es aquel que nos da la ubicación de un punto, rasgo u objeto dentro de un sistema de referencia. Datos espaciales de diferentes fuentes con un mismo sistema de referencia, pueden ser combinados o relacionados espacialmente. Los datos espaciales nos permiten hacer análisis espacial como el de proximidad, y responder preguntas como ¿dónde está? o ¿qué es esto?. Cuando el sistema de referencia es geográfico, tiene una gran importancia, ya que el análisis espacial se realiza sobre nuestro entorno. El análisis puede ser local, regional o global. El uso de estos datos no es nuevo; geógrafos y cartógrafos, se han dedicado a investigar formas de representar en un plano los fenómenos físicos, biológicos y sociales que se manifiestan sobre la superficie terrestre.

Las Ciencias de la Computación aplicadas al manejo de datos espaciales, ha tenido una rápida evolución que ha generado un gran número de programas de aplicación. En

este trabajo se utilizaron un conjunto de datos espaciales de la región de Ensenada, que han sido recopilados en el Laboratorio de Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica, de División de Ciencias de la Tierra, de CICESE (Centro de Investigación y Escuela Superior de Ensenada).

Se adecuaron y organizaron los datos espaciales para manejarlos a través de Internet, utilizando un programa de aplicación de dominio publico conocido como MapServer.

II. ANTECEDENTES.

Actualmente los datos espaciales se usan en distintas áreas para realizar ciertas aplicaciones, a continuación se listan direcciones de Internet donde se puede ver el uso de los datos espaciales en línea:

Ciudad	Liga	Descripción
Aguascalientes	http://www.inegi.gob.mx	Página oficial del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
Canadá	http://www.sis.ec.gc.ca/msapps/ec_species/html/ecs/ec_species_e.phtml	Muestra niveles de riesgo en que se encuentran algunas especies.
Minnesota	http://www.mnplan.state.mn.us/datanetweb/dpm.html	Base de datos de Justicia. Crímenes reportados.
Rusia	http://www.23region.ru/	Portal de Rusia
Tailandia	http://mapserver.ocmlt.go.th/	Reporte de tráfico
Estados Unidos	http://www.mapquest.com/	Los visitantes pueden encontrar millones de ubicaciones en cualquier parte del mundo, obteniendo mapas detallados y direcciones exactas.
Moscú	http://www.rambler.ru/map/scripts/moscow/moscow.cgi	Portal de Moscú que incluye localización de puntos de interés a través de mapas dinámicos
Iowa	http://ortho.gis.iastate.edu/index.html	Evalúa métodos de distribución de datos digitales referenciados geográficamente.
Estados Unidos	http://mapus.jpl.nasa.gov/	Nos permite explorar imágenes de LandSAT de Estados Unidos

Tabla I. Aplicaciones donde se usan datos espaciales en línea.

Hay varios programas informáticos para realizar este tipo de aplicaciones, desde programas comerciales listos para usarse, hasta aquellos donde se puede obtener el código fuente sin costo alguno, compilarlos a nuestras necesidades y adecuarlos. Pero no todos los programas ofrecen lo mismo, algunos permiten que tengamos mapas en línea, simplemente para visualizarlos, sin poderlos consultar, por otro lado, existen programas que nos permiten tener mapas dinámicos, esto es, podemos obtener información inmediata de un punto en particular, y además, movernos a través de él, alejarnos y acercarnos.

III. OBJETIVOS.

Objetivo General:

Manejo de datos espaciales de la Ciudad de Ensenada, para consultarlos a través de Internet.

Objetivos Particulares:

- Instalar y adecuar la herramienta de programación (Mapserver) para llevar a cabo el proyecto.
- Adecuar e incorporar al sistema los datos espaciales de la Ciudad de Ensenada disponibles en el Laboratorio de Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica, de CICESE.
- Documentar el sistema con el propósito de que nuevos usuarios aprovechen la experiencia obtenida en este trabajo.
- Ofrecer a la comunidad un medio para que ésta conozca mejor el lugar donde vive.

IV MARCO TEORICO

4.1 Datos espaciales.

Un dato espacial es un objeto del mundo real que se modela en un sistema computacional mediante elementos geométricos, como patrones, líneas o superficies, y donde su principal atributo es la posición o ubicación en un sistema de referencia.

4.1.1 Tipos de datos espaciales.

Los datos espaciales se componen de elementos geométricos, propiedades y conjuntos (clases). Las propiedades son características o atributos de los elementos (extensión, longitud, número de empleados). Los elementos con valores similares en sus atributos pueden ser agrupados (clasificados) en conjuntos o clases.

Estos objetos poseen características espaciales (localización, geométricas, topológicas) y no espaciales (temáticas) que los definen; ambas características se combinan para realizar análisis. La elección de los objetos del mundo real, su número y dimensiones, depende de los objetivos de la investigación, de la escala de la misma, y del volumen y naturaleza de la información. Una clasificación simple de los tipos de objetos y sus dimensiones con algunos ejemplos, se muestra en la tabla II.

Tipo de objetos espaciales	Puntos	Líneas	Superficies
Naturales (existencia individual o delimitados por definición o muestreo)	-Árboles aislados -Epicentro de terremotos	-Ríos -Contactos geológicos -Isolíneas (riesgo de heladas, temperatura)	-Bosque -Zona inundada -Clase de suelo
Artificiales (regulares o irregulares)	Establecimientos (comercio, servicios.) -Asentamientos -Hidrantes	-Vías de comunicación (carreteras) mediana de las calles	-Divisiones administrativas (provincia, municipio...)

Tabla II. Ejemplos de clasificación de objetos espaciales.

4.1.2 Modelos de datos.

Para aprovechar al máximo la capacidad de los datos espaciales es conveniente que desde el principio se estructuren los datos en forma adecuada.

Mediante el proceso de modelado de datos, se ordenan los diferentes tipos de información en un sistema de clasificación basado en los objetos, y los procedimientos que los describen como puntos, líneas o polígonos cuando son representados en la pantalla o en el papel. Su modo de representación suele dar nombre al modelo de datos: Vectorial y Raster. (Escolano Severino, 1999). En la Figura 1, se muestran las diferentes configuraciones de los datos espaciales.

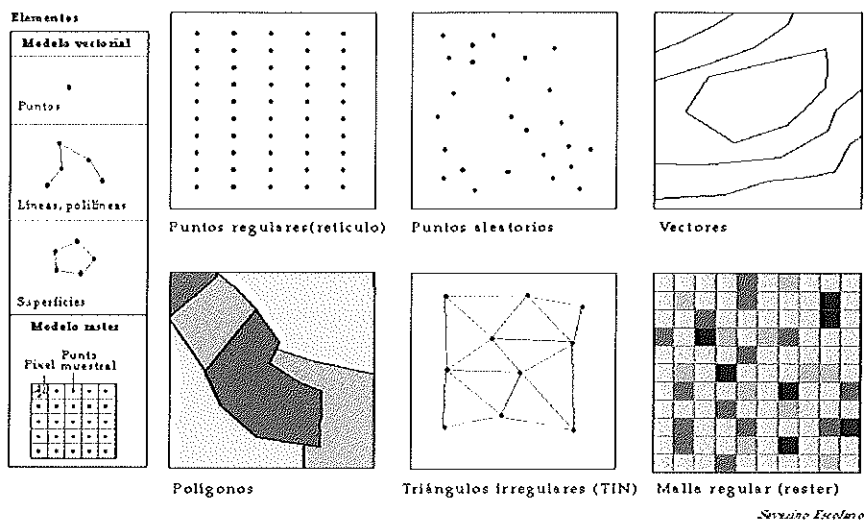


Figura.1 Configuraciones de los datos espaciales.

4.1.2.1 Modelo Vectorial.

En una descripción de datos espaciales basada en vectores, hacemos la suposición que un elemento puede estar localizado en cualquier ubicación, sin la restricción de posición.

Los puntos se registran mediante pares de coordenadas, un conjunto de puntos ordenados define una línea, y si ésta es cerrada, forma un polígono.

En la representación vectorial de un objeto se procuran definir lo más exacto posible todas las posiciones, longitudes y dimensiones de las entidades geográficas. Este formato es, en general, resultado de la digitalización de mapas. Ejemplos: mapa de cobertura vegetal y mapa de elevación de terreno.

La representación vectorial utiliza los siguientes elementos básicos:

- Puntos: Entidades geográficas identificadas por un único par de coordenadas (x, y). Usualmente, un punto es un símbolo relacionado a una entidad geográfica que no es posible representarla en su dimensión (área).
- Arcos: Conjunto de coordenadas (x, y) que describe una línea contigua en el espacio. Son utilizados para representar entidades que sólo tienen la dimensión en longitud, o como límites de polígonos.
- Nodos: Puntos inicial y final de cada arco. A estos nodos está asociada la información de topología (cuáles líneas son incidentes).
- Polígonos: Comprenden regiones cerradas limitadas por arcos. Cada polígono es construido a partir del conjunto de arcos que lo define.

4.1.2.2 Modelo Raster

La disposición de datos espaciales en forma de retícula regular formada por píxeles se denomina raster, y una de las formas más simples para disponer información. En la estructura raster normal, se omiten las coordenadas de los píxeles, ya que esta implícita en la propia ordenación de filas y columnas. Lo habitual es adoptar un arreglo rectangular de píxeles cuadrados, en el que basta conocer el origen de las filas y columnas para determinar la localización de un píxel.

Cada uno de los píxeles contiene los siguientes tipos de información:

- Resolución: Es la longitud de un lado de la porción de territorio real representado por un píxel.

- **Localización:** La localización de cada celda se expresa por un par de números que indican su posición en una fila y una columna.
- **Orientación:** Es el ángulo formado por la dirección de las columnas de una retícula raster y el norte. Lo habitual es orientar los mapas al norte, por lo que el ángulo es igual a 0°.
- **Valor:** El valor asociado a un pixel corresponde a una medida de un atributo del espacio geográfico representado por dicho pixel. Los valores pueden ser enteros o reales, y se visualizan mediante un color (o escala de gris).
- **Zona y clase:** Una zona o región, es un área formada por celdas contiguas que tienen el mismo valor. Una clase la componen todas las regiones del mismo valor. Las clases (o categorías) se recogen en la leyenda.

4.1.2.3 Comparación de Modelos.

Ambas clases de modelos, raster y vectorial, son capaces de operar, en la práctica, con los datos de variables, entidades y relaciones. La elección de uno u otro depende de los objetivos perseguidos, de la naturaleza de la información, de los análisis requeridos, de la escala de estudio, de las herramientas disponibles etc.; los vectoriales son adecuados para hechos que manifiesten discontinuidades nítidas, como las obras humanas (usos de suelo, vías de comunicación, divisiones administrativas, etc), en tanto que los raster, se adaptan mejor a transiciones suaves, como las del paisaje, la altitud, las temperaturas, las precipitaciones o la naturaleza del suelo. Algunos programas para el manejo de datos espaciales operan indistintamente con uno u otro modelo de datos, permitiendo al usuario la conversión de los datos entre ambos modelos.

En la tabla III podemos ver cuales son las ventajas y desventajas de cada modelo de datos.

Modelo	Ventajas	Desventajas
Raster	<ul style="list-style-type: none"> -Estructura de datos simple -Compatibilidad imágenes de satélite y de escáner -Buenas capacidades para el análisis, simulaciones y modelado -Tecnología barata 	<ul style="list-style-type: none"> -Archivos muy grandes que se incrementan geométricamente cuando aumenta la resolución -Necesidad de estructuras de compresión de datos -Menor precisión en la ubicación
Vectorial	<ul style="list-style-type: none"> -Buena representación cartográfica -Estructura de datos compacta -Facilidad de actualización de la base geográfica 	<ul style="list-style-type: none"> -Estructuras de datos complejas -Imposibilidad para realizar ciertos análisis -Tecnología cara

Tabla III. Comparación entre modelos raster y vectorial.

4.2 Archivos de Formas. (Shapefiles)

Los archivos de formas se basan en el modelo vectorial y pueden representar puntos, líneas o características de una área. Un archivo de formas además de la información vectorial, almacena geometría no topológica e información de atributos para las características espaciales en un conjunto de datos. La geometría para una característica es almacenada como un conjunto de coordenadas de vectores comprimidos como un archivo de formas.(ESRI 998).

4.2.1 Porque usar archivos de formas

Porque los archivos de formas no tienen un procesamiento elevado de una estructura de datos topológica, tienen ventajas sobre otras fuentes de datos, porque son más rápidos de dibujar y poseen habilidad para editarse. Los archivos de formas manejan características individuales que no son contiguas. Además, requieren menos espacio en disco y son más fáciles de leer y escribir. Es un formato que puede ser leído por diversos programas de aplicación.

4.2.2 Composición de los Archivos de Formas.

Un archivo de formas, consiste de un archivo principal (shp), un archivo de índice (shx), y una tabla dBASE (dbf). El archivo principal es un archivo de acceso directo, en donde cada registro describe una figura como una lista de vértices con registros de

longitud variable. En la Figura 2, podemos ver la estructura completa de un polígono, donde los nodos que definen cada polígono son almacenados separadamente. La asociación de los archivos es por medio del nombre cambiando solamente la extensión.

4.2.2.1 Archivo de Índices

En el archivo de índices, cada registro contiene el apuntador a su registro correspondiente en el archivo principal.

4.2.2.2 Organización del archivo dBASE.

El archivo dBASE (.dbf) contiene una relación de atributos asociadas a las formas del archivo principal. La relación de atributos se almacena como tabla. Cada renglón de la tabla está relacionado con un registro de formas del archivo principal. Cualquier conjunto de datos puede estar presente en la tabla, siguiendo los siguientes requerimientos:

- El nombre del archivo debe tener la extensión dbf .
- La tabla dBASE debe contener los atributos de las características con un registro por característica. La relación uno-a-uno entre la geometría y los atributos esta basado sobre el número de registro.
- Los registros de atributos en el archivo dBASE tienen que estar en el mismo orden como los registros en el archivo principal (*.shp).

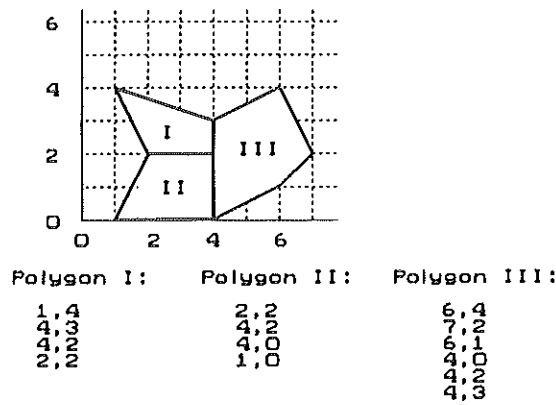


Figura. 2 Estructura completa de un polígono.

4.2.3 Captura de datos espaciales

Aparte de la importación de información espacial directamente de archivos digitales, se pueden crear datos mediante una tableta digitalizadora o un escáner.

- **Tableta digitalizadora:**

Este procedimiento implica el uso de un periférico, que mediante señales eléctricas, determina la posición de un punto señalado con un cursor. El mapa se fija a la superficie de la tableta y los dispositivos electrónicos transmiten la posición del cursor (con una precisión determinada) que el programa transforma en coordenadas. El resultado es un conjunto de pares de coordenadas que pueden representar puntos, líneas y polígonos.

- **Escáner:**

El escáner es un aparato optoelectrónico, utilizado para la adquisición de datos geográficos desde los años 60. Los dispositivos del escáner, generan una matriz de valores que, representa la desigual reflectancia de pequeñas partes de la imagen original. Todos los escáneres tienen una resolución mínima de 8 bits por píxel (bpi) (256 colores o niveles de gris) y pueden llegar hasta 24 y 32 bpp (o sea, millones de colores); la resolución espacial (número de píxeles por una unidad de distancia) es también variable entre 72 , 600 y 1.200 ppp. (píxeles por pulgada).

Una vez convertida la imagen analógica a digital, ha de ser tratada convenientemente antes de formar parte de un proyecto. La primera fase consiste en la aplicación de operaciones manuales o semiautomáticas de edición, para suprimir la información innecesaria. A continuación, mediante funciones de transformación geométrica, se rectifica la imagen para someterla a una referencia espacial. El documento resultante puede incorporarse como una capa raster, o como imagen de fondo. El proceso se representa en la figura siguiente:

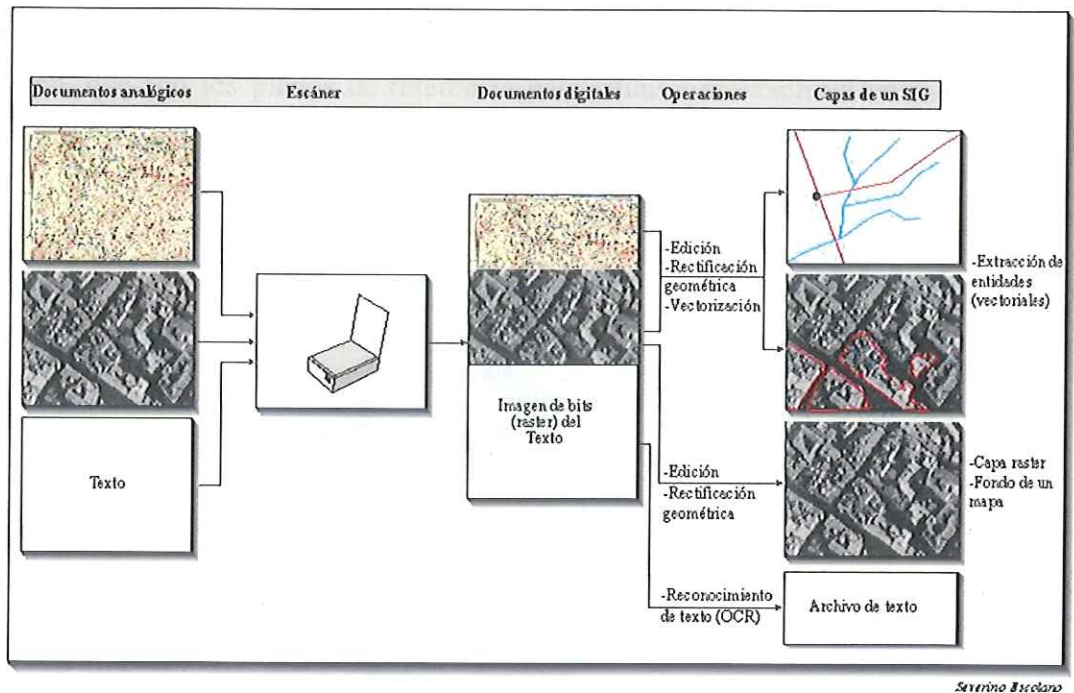


Figura 3. Etapas y procesos para la obtención de datos espaciales mediante escáner.

bastará teóricamente tener trazados sobre el papel dos sistemas de líneas que corresponden respectivamente a los meridianos y paralelos.

El globo terráqueo es un modelo del mundo reducido a una esfera pequeña. Es la representación más cercana a la realidad, debido a la semejanza con la forma **geoide** del planeta.

Resulta complicado representar la superficie curva de la Tierra en un plano, como es un mapa. Es como si quisieramos aplanar la cáscara de una naranja, perdería su forma y se rompería. Por lo mismo, en los mapas, las superficies y las distancias entre un punto y otro inevitablemente cambian, se deforman. ¿Cómo superar estas dificultades?

Los cartógrafos han ideado varias formas para trazar con mayor precisión la Tierra o parte de ella, usando procedimientos geométricos distintos. Estas representaciones se llaman proyecciones cartográficas.(SEP,2000)

4.3.2 Proyecciones Cartográficas.

Debido a que la Tierra es redonda y los mapas son planos, obtener información de la superficie curva a la plana, requiere una fórmula matemática llamada proyección cartográfica. Una proyección cartográfica transforma ubicaciones de latitud y longitud en coordenadas x,y.

Este proceso de aplanamiento de la Tierra crea distorsiones en distancia, área, forma y dirección. El resultado es que todos los mapas planos están distorsionados en algún grado de estas propiedades espaciales.

Afortunadamente, hay muchas proyecciones cartográficas. Cada proyección cartográfica distorsiona un aspecto diferente y por eso tienen diversos usos. Algunas proyecciones alteran los tamaños y las distancias, pero respetan las formas, otras respetan los tamaños, pero modifican las formas originales. Al hacer un mapa, se elige la

proyección de acuerdo al uso que se le dará al mapa y al área que se desea representar con respecto al tipo de superficie sobre la que se proyecta la Tierra.

Los principales tipos de proyecciones cartográficas son: la cilíndrica, la plana y la cónica.

4.3.2.1 Proyecciones Cilíndricas.

Con esta proyección se puede representar el mundo entero en un mapa sin distorsionar el contorno de los países. Representa con mayor exactitud las regiones cercanas al Ecuador, pero tiene la desventaja de aumentar considerablemente el tamaño de las regiones cercanas a los polos.

De acuerdo al mapa de la Figura 5 las superficies de Groenlandia y América del Sur parecen tener un tamaño semejante y, sin embargo, América del Sur es mucho más extensa. Tan sólo un país de este continente, Argentina, tiene mayor extensión que Groenlandia. Así que para comparar dos extensiones territoriales no basta con observar el mapa, se tiene que investigar la superficie de cada uno.

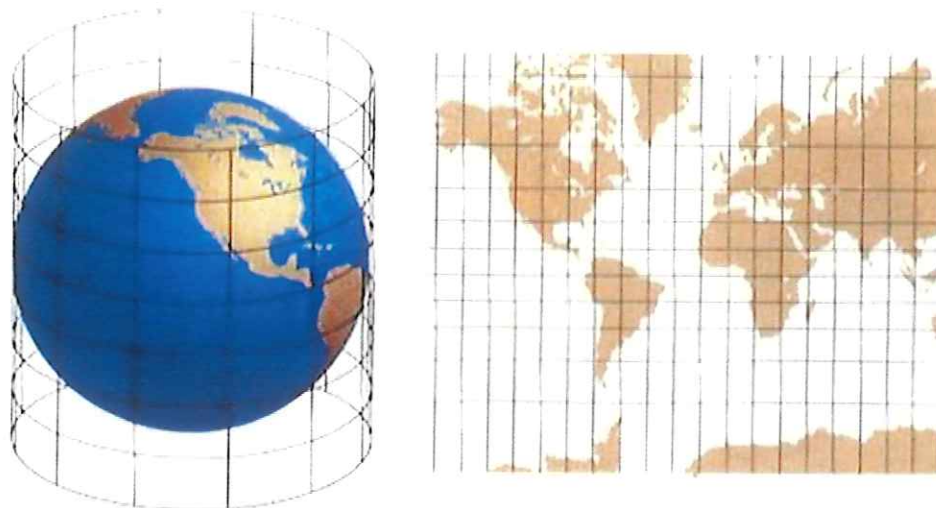


Figura. 5 Proyección Cilíndrica.

ejemplo, para representar a los polos que, en la mayoría de los mapas, aparecen distorsionados. En este caso, los paralelos están representados por círculos **concéntricos** y los meridianos por líneas rectas que se juntan en el polo.

La dirección u orientación es uno de los problemas que enfrentan los cartógrafos. Un mapa puede representar la ubicación de un lugar, pero no el rumbo para llegar ahí.

PROYECCIÓN PLANA

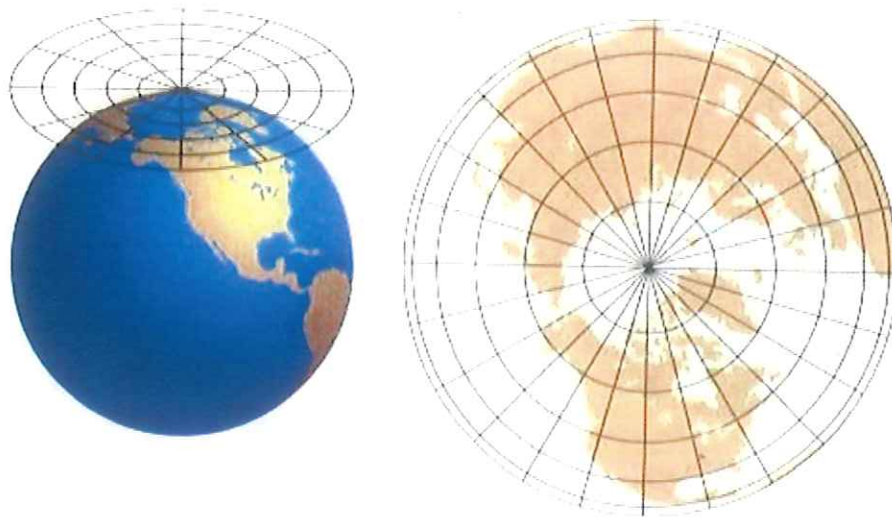


Figura. 7 Proyección Plana.

4.3.2.3 Proyecciones Cónicas.

Las proyecciones cónicas resultan de desarrollar un cono tangente o secante a la esfera, a lo largo de uno o dos paralelos respectivamente y sobre el cual se ha proyectado la esfera. Los paralelos vienen representados por circunferencias de centro en el vértice del cono. Las distintas proyecciones cónicas dependen del convenio utilizado para asignar los radios de los paralelos.

La proyección cónica sólo sirve para representar zonas específicas de la Tierra. No sirve para representar toda la Tierra o partes muy grandes de ella, pero es muy útil para

trazar rutas, como las aéreas por ejemplo, porque al ser el cono igual a la superficie de la esfera en los puntos en los que la toca, la orientación no se distorsiona.

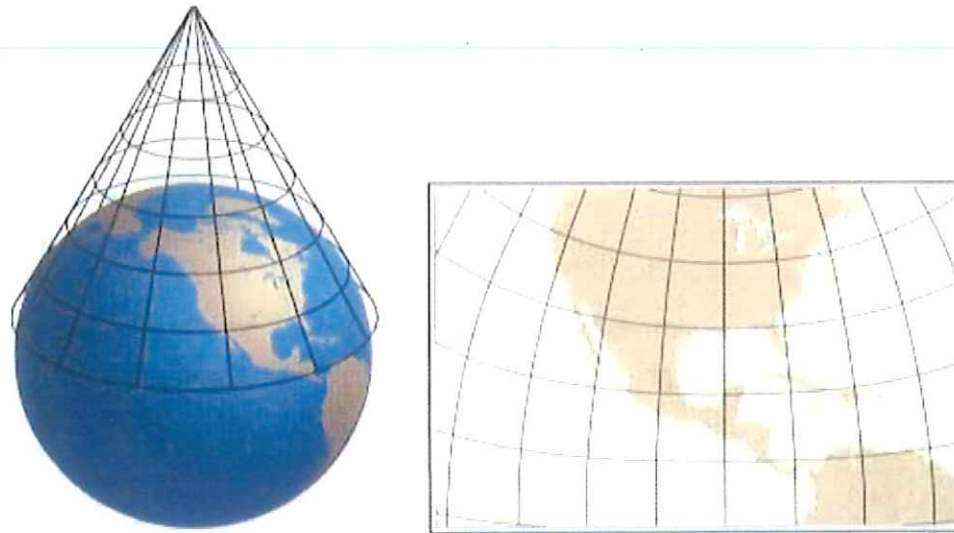


Figura. 8 Proyección Cónica.

4.3.2.4 Manejo de Distorsión.

El impacto de la distorsión causada por una proyección cartográfica sobre los datos espaciales, depende de cómo se usarán los datos y el tamaño del área que está siendo mapeada.

Es importante saber las características de proyección cartográfica que se están utilizando, especialmente cuando la aplicación implica comparar la forma, área o distancia de características cartográficas. Los sistemas de información geográfica hacen que sea fácil trabajar con datos espaciales de una variedad de fuentes al mismo tiempo. Para hacerlo, todos los datos geográficos, de la base de datos necesitan estar en la misma proyección cartográfica, para poder utilizarlos y presentarlos gráficamente todos juntos.(Geotecnologías, 2000).

Debido a la distorsión inherente en todas las proyecciones cartográficas, los datos no se alinearán debidamente, salvo de que se trate de la misma proyección. Por ejemplo, si

los límites provinciales están en una proyección cartográfica y los ríos están en una proyección distinta, las características podrían aparecer corridas de su ubicación cuando se muestren los dos temas al mismo tiempo. Incluso cuando los datos espaciales tengan la misma proyección cartográfica, sucede que estos no se alinean perfectamente debido a que provienen de diferentes fuentes, inclusive de la misma fuente pero generadas en distintas épocas. Esto se hace evidente cuando nos acercamos lo suficiente para notar estas diferencias. Se debe tener especial cuidado en escoger las fuentes de información y verificar su concordancia espacial. Pequeñas diferencias se pueden corregir con transformaciones geométricas. No hay que olvidar, que lo que se pretende presentar son modelos de la realidad, y estos siempre presentan imperfecciones.

4.4 Datos espaciales en línea

La mayoría de los diseñadores de sistemas para el manejo de datos espaciales en línea, simplemente reproducen la interfaz de escritorio a una dentro del navegador, ésta migración de escritorio a web, es popular dentro de la comunidad de profesionales de sistemas de información geográfica, quienes manejan dichos datos espaciales, pero no para el público en general.

Podemos encontrar pocos sistemas que manejan datos espaciales en web que están diseñados para una audiencia pública -no técnica- en otras palabras, una audiencia web. Estos son sitios exitosos con una audiencia web en virtud de sus interfaces intuitivas, eficientes diseños, tiempo de respuesta rápido y cartografía clara. (Lowe Jonathan 1999).

4.4.1 Limitaciones en ambiente de Internet.

El manejo de datos espaciales en Internet, sufre de muchas limitaciones no experimentadas sobre un sistema que maneje los datos desde escritorio.

- **Audiencia:** Algunos sitios web hacen entender a su audiencia, reconocen que su audiencia no es familiar con ciertos términos como “escalas “, “capas”, “niveles de visualización”, entre otros; y de alguna manera usan iconos relacionados con dichos términos. No es que los usuarios sean poco inteligentes, pero ninguno de ellos es un profesional técnico en sistemas que manejan datos espaciales.
- **Espacio visual:** Los visualizadores pueden desplazar vertical u horizontalmente el objeto visual para ver las partes de las paginas web que son más grandes que el despliegue de la computadora, por lo general no es agradable usar barras de corrimiento, por lo que habría de evitarlas.
- **Tiempo de espera:** Los visitantes tendrán que esperar de 15 a 30 segundos como resultado de sus solicitudes de acercamiento/alejamiento o desplazamiento sobre la figura, haciendo que el usuario con frecuencia abandone su solicitud, retirándose del sitio.
- **Color:** Los colores están basados en una limitada paleta de 256 colores, adecuadas a las computadoras más viejas o monitores que no pueden desplegar todo el rango de colores.

Los diseñadores deben asegurar que sus mapas lucirán bien sobre distintos navegadores y resoluciones de pantalla.

Cuando diseñamos interfaces interactivas de sitios web, uno de los principales problemas que los diseñadores tienen que vencer, es la limitación del espacio de la pantalla de la computadora, y dentro de Internet, la ventana del navegador. A pesar de estas limitaciones, son importantes las aplicaciones que difunden información espacial a la más amplia audiencia posible. Un diseñador trabaja dentro de estos límites para producir un sitio exitoso.

Comúnmente los sitios web que manejan datos espaciales, permiten a los visitantes hacer “click” sobre las características de un mapa; como caminos o municipios para regresar información relacionada a esa característica. Para evitar un diseño potencialmente difícil, no se limita la información del mapa. Esto es, si el usuario hace “click” sobre un rasgo geográfico en el mapa para conocer sus características, éste obtiene toda la información asociada. Si la información proporcionada es extensa, simplemente regresa una liga a ella. También es bueno mantener visible el mapa de resultados junto con las herramientas de identificación, de tal modo que los usuarios puedan ubicarse en él.

4.4.2 Uso de instrucciones intuitivas.

Los usuarios de mapas, a menudo prefieren estudiar imágenes que leer palabras, nunca leen las instrucciones antes de experimentar los controles del sitio. Para muchos usuarios, las instrucciones merecen ser leídas solo si se atorán en algo. Entonces ¿para qué incluir todas las instrucciones? Un buen diseño para el manejo de datos espaciales despliega explicaciones como resultado de un evento generado por el usuario, y es mucho mejor que mostrarlos todo el tiempo. Para el usuario es mejor que aparezca un mensaje inesperado como resultado de algo que él hizo y no que siempre este ahí.

4.4.3 Separación de Metadatos y Mapas.

La idea de Metadatos (o “ datos sobre los datos “) es crear un ambiente que presente descripciones generales sobre los conjuntos de datos disponibles.

Cierta información es importante para los usuarios, pero solo una vez. Por ejemplo; algunos sitios tienen el número de visitas que han recibido o la última vez que sus mapas fueron actualizados. Estos metadatos son necesarios y relevantes, pero ¿Es necesario incluirlos en la página principal del mapa y desplegarlos notablemente en todos los mapas?. Esta manera de separar el mapa de los metadatos obtiene espacios distintos para el mapa y los metadatos. Los nuevos usuarios deberían ver una página de metadatos

separados antes de que obtengan la página del mapa, entonces, cuando los usuarios necesiten la referencia sabrán que existe.

Cuando el usuario visita el sitio, usualmente quiere ir a la página que produce los mapas, sin embargo, si más tarde quieren saber, por ejemplo, cuanta popularidad consiguió el sitio o de donde vienen los mapas, tienen que regresar a checar esta información en la sección de “preguntas y respuestas más frecuentes”.

4.5 MapServer

MapServer es una herramienta de software, que facilita el desarrollo de aplicaciones en el entorno de Internet utilizando datos espaciales. Dichos datos espaciales podemos consultarlos a través de mapas y obtener ciertas características de ellos, semejante al software para el manejo de sistemas de información geográfica (SIG). MapServer no tiene todas las características de los SIG, no aspira a serlo, sin embargo provee la suficiente funcionalidad para soportar una amplia variedad de aplicaciones más haya de buscar datos SIG en internet. MapServer permite crear imágenes de mapas geográficos. (<http://mapserver.gis.umn.edu>)

Mapserver es una aplicación CGI¹ con las siguientes características:

- Formatos de vectores soportados: Archivos de formas. (shapefiles).
- Formatos Raster soportados: (solo de 8-bits): TIFF/GeoTIFF, GIF, PNG, ERDAS, JPEG y EPPL7.
- Se puede adaptar completamente a los diseños de plantillas manejadas para la salida.
- Selección de rasgos por medio de valores de listas, puntos áreas u otras características.
- Soporta fuentes TrueType.
- Soporte para mosaicos raster y vectores de datos (solo despliegue).

¹ CGI por sus siglas en Inglés Common Gateway Interface son programas residentes en el servidor, donde son llamados, ejecutados y regresan información de vuelta al usuario.

4.5.1 MapServer CGI

La función principal de un cgi, es añadir una mayor iteracción a los documentos en Internet, que por medio del HTML (Hyper Text Markup Language) se presentan de forma estática. Esta tecnología tiene la ventaja de correr en el servidor cuando el usuario lo solicita, por lo que es dependiente del servidor y no de la computadora del usuario. (Van Der Henst Christian,2000)

El funcionamiento del CGI de MapServer es sencillo. El programa reside en el servidor, donde es llamado, ejecutado y regresa información al usuario.

4.5.2 Seguridad en los CGI.

Un CGI es un programa ejecutable, es decir, se permite a todo mundo ejecutar programas en el sistema, lo cual no es muy seguro. Por eso deben ser tomadas algunas medidas de seguridad.

Una de las medidas suele ser que los programas CGI residan en un subdirectorio especial, (los cgi no pueden ser colocados en cualquier directorio y esperar a que funcionen) un CGI ha de estar en un directorio que tenga permisos de ejecución. El directorio cgi-bin es el único por defecto preparado para admitir cgi, así el servidor web sabe que lo tiene que ejecutar en vez de simplemente mostrarlo al cliente (navegador).

El directorio cgi-bin dispone de permisos de ejecución y tiene eliminados los permisos de lectura y listado para proteger mejor los fuentes. Este directorio suele estar bajo el control del administrador de servidor, no permitiendo que un usuario cualquiera pueda crear cgi's.

V. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del presente trabajo, se aplicaron los principios de la Ingeniería de Software como lo señala Pressman (1997) para el ciclo de desarrollo de software. Se recurrió al método evolutivo de desarrollo de software, el cual consiste en desarrollar versiones sucesivas, en donde las características de funcionabilidad del producto se distribuyen como metas a alcanzar (funcionabilidad a integrar) a través del tiempo de desarrollo. Esto es, cada intervalo fijo de tiempo, se va obteniendo una nueva versión que incluye la funcionabilidad de la versión anterior, más la nueva funcionabilidad especificada, así como la corrección de errores y defectos (Mc Connell, 1996).

Para llevar a cabo el proceso de la organización y adecuación de datos espaciales, se tomaron algunos pasos para el desarrollo de Sistemas de Información Geográfica (SIG), (Star Jeffrey, 1990) quienes tienen la capacidad para representar en una computadora datos espaciales y atributos que los caracterizan. Los cuales incluyen:

- **Adquisición de datos:** Es el proceso para identificar y obtener los datos requeridos para la aplicación. Esto involucra un número de procedimientos como obtener mapas, fotografías aéreas, etc.
- **Preprocesamiento:** Involucra la conversión de formatos, georeferenciación, proyección, extraer información de mapas o fotografías y asociarle información de atributos.
- **Manipulación:** Se refiere a la manera en que se manejan los datos para obtener información de ellos, o la forma en que se visualizan.

Para manejar los datos espaciales a través de Internet, fue necesario desarrollar una interfaz orientada al público en general, quienes serán nuestros principales usuarios. Para esto, se realizó un análisis utilizando la Técnica de Modelado por Objetos (OMT), debido a que ésta permite construir un modelo del dominio de aplicación. Además,

cuenta con una notación gráfica para representar los conceptos de orientación a objetos, lo cual facilita en gran medida la comprensión del problema tratado (Rumbaugh, 1991).

OMT utiliza tres tipos de modelado para describir un sistema: el modelo de objetos, que describe la estructura estática de los objetos de un sistema y sus relaciones; el modelo dinámico, describe los aspectos del sistema que cambian conforme pasa el tiempo; el modelo funcional, describe las transformaciones de los valores en los datos dentro de un sistema. Cada modelo es aplicable durante todas las etapas del desarrollo y adquieren detalles de implantación mientras este avanza.

A continuación se describen las siguientes actividades para el desarrollo de la interfaz:

1. Análisis Orientado a Objetos.
 - 1.1. Creación del Modelo de Objetos.
 - 1.2. Creación del Modelo Dinámico.
 - 1.3. Creación del Modelo Funcional
2. Desarrollo.

La Figura 10 muestra el proceso de desarrollo utilizando en conjunto lo descrito anteriormente.

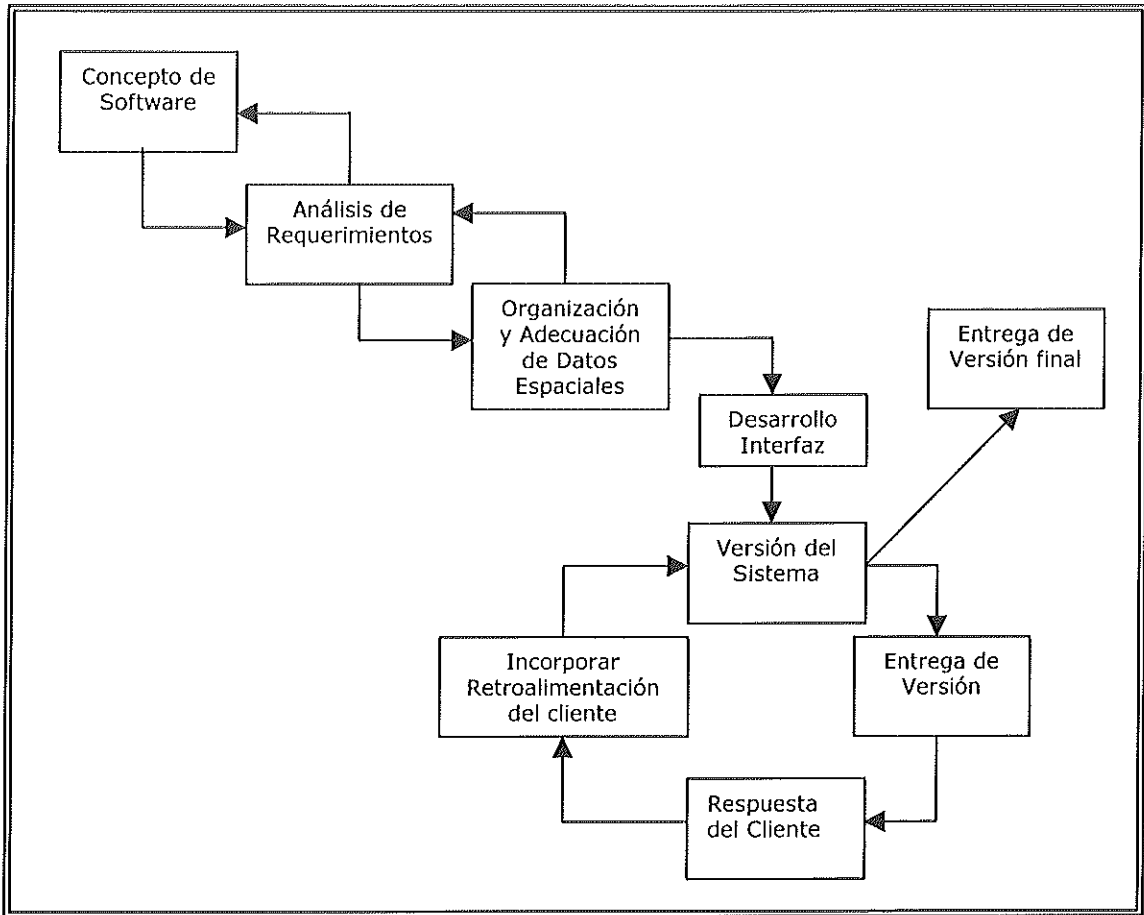


Figura 10. Método evolutivo de desarrollo de software.

VI. DESARROLLO

6.1 Análisis de Requerimientos.

Para el desarrollo de la aplicación se tomaron en cuenta los siguientes requerimientos:

- Adecuar datos espaciales de la ciudad de Ensenada provenientes de distintas fuentes y formatos, para integrarlos a la aplicación.
- Instalar y Adaptar Mapserver para que trabaje bajo la plataforma de LINUX.
- Consultar los datos espaciales a través de Internet.
- Hacer uso de las herramientas disponibles en el laboratorio de percepción remota y sistemas de información geográfica de la división de Ciencias de Tierra de CICESE

6.2 Adecuación y organización de los datos espaciales

Se hizo una selección de información espacial de la zona de Ensenada, Baja California y se adecuó a las necesidades de la aplicación. Ésta se obtuvo del acervo del laboratorio de percepción remota y sistemas de información geográfica del CICESE, que se ha abocado en los últimos 15 años a recopilar información espacial, con énfasis en el Noroeste de México. Las fuentes de información son diversas con una componente importante del INEGI.

Como se mencionó en el capítulo III-3.4.3, para combinar información espacial de diversas fuentes, es necesario que tengan un mismo sistema de referencia o contexto cartográfico. Para realizar esto, se usó el programa GRASS (Geographic Resources Analysis Support System. <http://www.geog.uni-hannover.de/grass/>)

Se utilizó la proyección cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM) zona 11, que es la que le corresponde al extremo noroeste de México. Los datos espaciales con el modelo de vector y de rejilla fueron sometidos a este contexto espacial. Los datos con el modelo de vector se adecuaron al formato shape descrito en el capítulo III-3.2. utilizando el programa ARCVIEW (<http://www.esri.com/software/arcview/>). Las herramientas informáticas se encuentran disponibles en el laboratorio de percepción remota y sistemas de información geográfica de CICESE.

Las siguientes tablas muestran los datos espaciales de la ciudad de Ensenada que se incorporaron a la aplicación, agrupados por tipo de dato.

Capas tipo Raster

Capa	Descripción	Fuente
Imagen Sat Ikonos Abril 2001	Mosaico de imágenes muestra del satélite Ikonos en tonos de gris	Satélite Ikonos tomada en Abril 2001
Imagen Sat Indú Enero 1999	Imagen en falso color generada a partir de una imagen multiespectral	Satélite Indú IRS-C sensor LISS tomada en Enero de 1999
Tierra y Agua	Imagen en falso color combinada con modelo batimétrico	Satélite LandSat TM y modelo batimétrico
Mapa Antiguo	Mapa de Ensenada de 1878	Archivo histórico de Baja California (CICESE)
Mapa Topográfico	Mapas topográficos escaneados	Mosaico de mapas topográficos escaneados a escala 1:50,000 de INEGI cartas H11b11, H11B12 y H11B22
Modelo de Elevación	Modelo de elevación sombreado y texturizado	Geomodelos de altimetría GEMA de INEGI

Capas tipo Polígono

Capa	Descripción	Fuente
Geología de Ensenada	Contiene litologías	Mapa geológico escala 1:50,000 INEGI
Población 1995	Contiene Información del censo de población de 1995	INEGI conjunto de datos vectoriales 1:50000 carta H11B12
Colonias Ensenada	Contiene las colonias de la Ciudad de Ensenada	Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología
Códigos Postales	Contiene los códigos postales de la Ciudad de Ensenada	Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología / Servicio Postal Mexicano
Estero Punta Banda	Habitats del Estero de Punta Banda	Proesteros A.C.

Capas tipo Línea

Capa	Descripción	Fuente
Geología Estructural	Contiene rasgos estructurales	Mapa geológico escala 1:50,000 INEGI
Curvas de Nivel	Contornos Topográficos	INEGI, conjunto de datos vectoriales 1:50000 carta H11B12
Traza Urbana	Contiene información de calles, caminos, carreteras y vías de comunicación	INEGI, conjunto de datos vectoriales 1:50000 carta H11B12
Tubería de Agua	Muestra la tubería de agua mas potable mas importante de la ciudad	Dirección de desarrollo urbano y ecología del municipio de Ensenada
Drenaje	Muestra el recorrido de la tubería del drenaje de la ciudad	Dirección de desarrollo urbano y ecología del municipio de Ensenada

Capas tipo Punto

Capa	Descripción	Fuente
Escuelas	Información acerca de escuelas preescolares, primarias y secundarias	Dirección de desarrollo urbano y ecología del municipio de Ensenada
Bomberos	Ubicación de las estaciones de bomberos	Dirección de desarrollo urbano y ecología del municipio de Ensenada
Gasolineras	Ubicación de las estaciones de gasolina	CICESE/GPS

Tabla IV. Tablas que muestran los datos espaciales que se incorporaron a la aplicación

6.3 Análisis de la interfaz.

6.3.1 Modelo de objetos

En el primer paso dentro de la metodología OMT para el proceso de análisis y diseño de un sistema se encuentra el modelado de objetos, éste consiste en describir la estructura estática de los objetos de un sistema y sus relaciones. El modelo de objetos contiene diagrama de objetos. Un diagrama de objetos es un grafo cuyos nodos son clases de objetos y cuyos arcos con relaciones entre clases.

El diagrama de objetos elaborado para este proyecto es el siguiente:

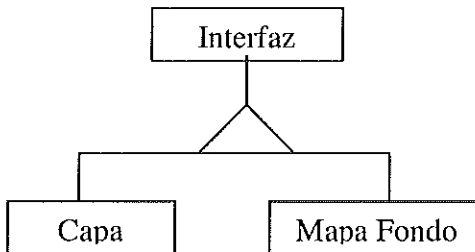


Figura 11. Diagrama de Objetos del sistema.

Interfaz: Es el medio de comunicación entre el usuario y los datos espaciales.

Capa: Conjunto de datos espaciales con modelo vectorial que pueden ser consultados y desplegados.

Mapa Fondo: Datos espaciales con modelo de rejilla “raster”desplegados como fondo únicamente, no consultados.

6.3.2 Modelo Dinámico.

Como segundo paso en el análisis se tiene que elaborar un modelo dinámico, el cual describe los aspectos del sistema que cambian conforme pasa el tiempo. En el modelo dinámico según Rumbaugh, se deben seguir los siguientes pasos: creación de escenarios, elaboración de trazos de eventos y elaboración de diagramas de estado.

Los escenarios y trazos de eventos elaborados para este sistema son:

6.3.2.1 Escenarios y diagramas de trazos de eventos.

Escenario 1. El usuario entra a la interfaz.

1. El usuario entra a su navegador.
2. El navegador esta listo para recibir la liga a donde se va a conectar.
3. El usuario teclea la liga.
4. El Navegador verifica que la liga este correcta.
5. El Navegador despliega la Interfaz.
6. La Interfaz esta lista para ser usada por el usuario.

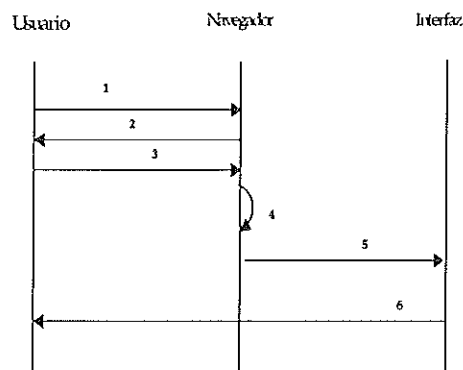


Figura 12. Trazo de eventos para entrar a la Interfaz.

Escenario 2. El usuario elige desplegar capas/mapas fondo

1. El usuario entra a la interfaz.
2. La interfaz muestra la opción desplegar.
3. Se muestran los mapas y capas disponibles.
4. La interfaz espera elección del usuario.
5. El usuario elige los mapas.
6. Se marcan los mapas elegidos.
7. Se espera modo de despliegue.
8. La interfaz espera la elección del usuario
9. El usuario selecciona "Mostrar".
10. La interfaz espera siguiente indicación del usuario
11. El usuario presiona el botón "Actualizar".
12. Se extrae la información de los archivos correspondientes.
13. Se despliegan los mapas.

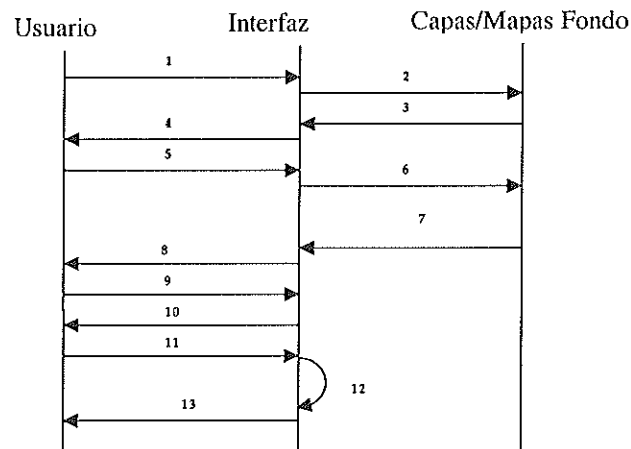


Figura 13. Trazo de eventos para elegir capas/mapas fondo.

Escenario 3. El usuario consulta una capa.

1. El usuario entra a la interfaz.
2. La interfaz muestra la opción de capas a desplegar.
3. Se muestran las capas disponibles.
4. La interfaz espera elección del usuario.
5. El usuario elige las capas.
6. Se marcan las capas elegidas.
7. Se espera modo de despliegue
8. La interfaz espera la elección del usuario.
9. El usuario selecciona "Consultar".
10. La interfaz espera siguiente indicación del usuario.
11. El usuario presiona el botón "Actualizar".
12. Se extrae la información de los archivos correspondientes.
13. Se despliegan capas.
14. El usuario presiona el modo de despliegue de "Consultar"
15. Se espera símbolo a consultar.
16. El usuario presiona sobre un rasgo o elemento de la capa elegida.
17. Se muestran los resultados.

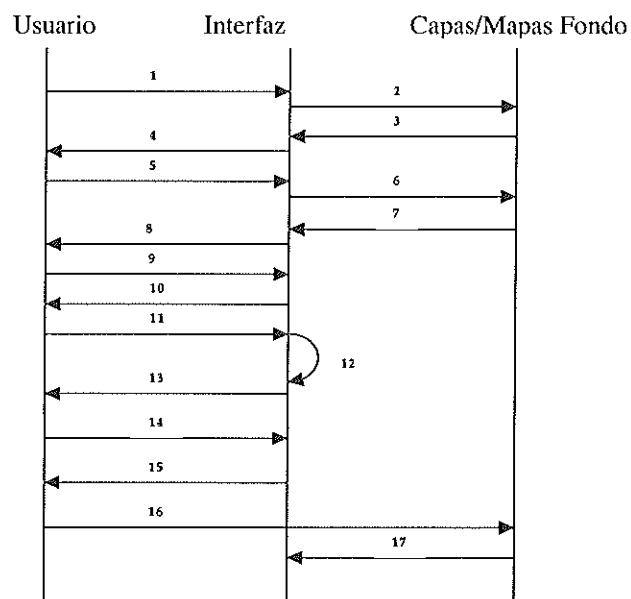


Figura 14. Trazo de eventos para consultar una capa

Escenario 4. El usuario elige una opción de despliegue.

1. El usuario entra a la interfaz.
2. La interfaz muestra las opciones de despliegue.
3. Se muestran las opciones disponibles.
4. La interfaz espera elección del usuario.
5. El usuario elige una opción de despliegue.
6. Se marca la opción seleccionada.
7. Se espera modo de despliegue.
8. La interfaz espera elección del usuario.
9. El usuario elige "Mostrar".
10. Se ejecuta la opción seleccionada.
11. La interfaz esta lista para la siguiente indicación del usuario.

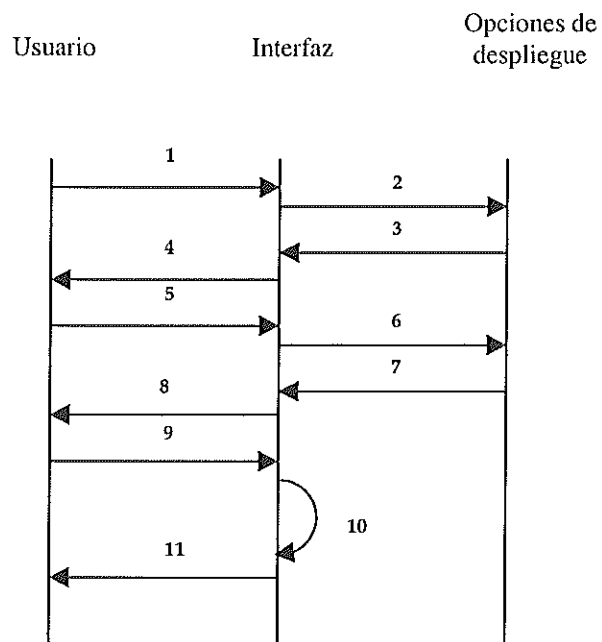


Figura 15. Trazo de eventos para elegir opciones de despliegue.

6.3.2.2 Diagramas de Estado

Diagrama 1. Entrar a la interfaz

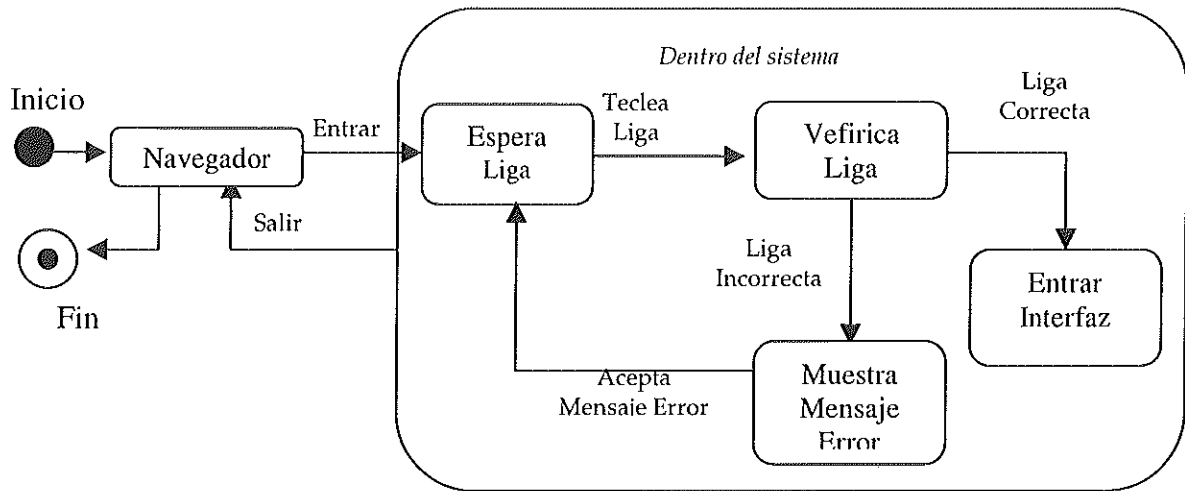


Diagrama 2. Desplegar mapas

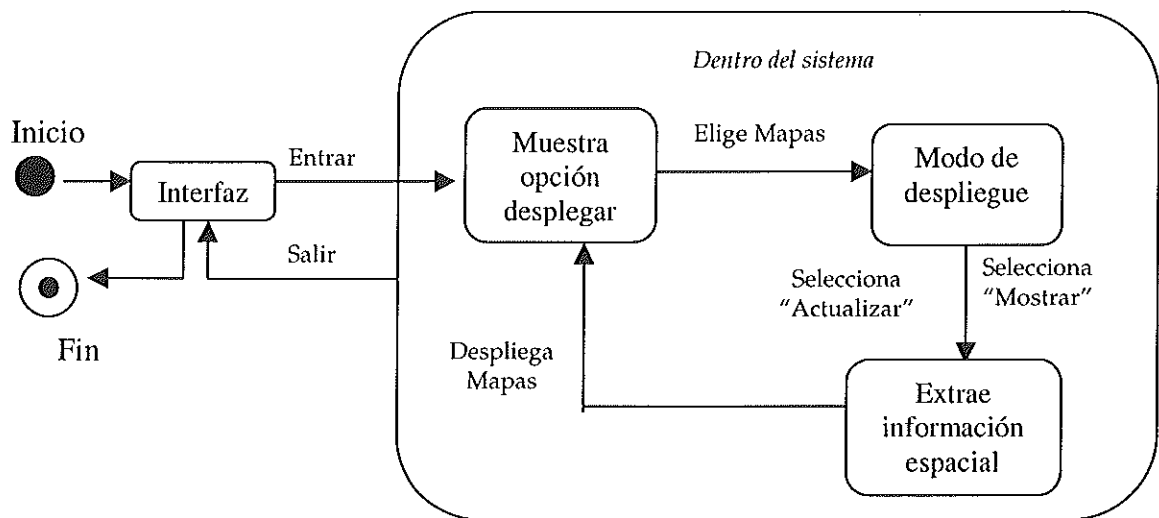
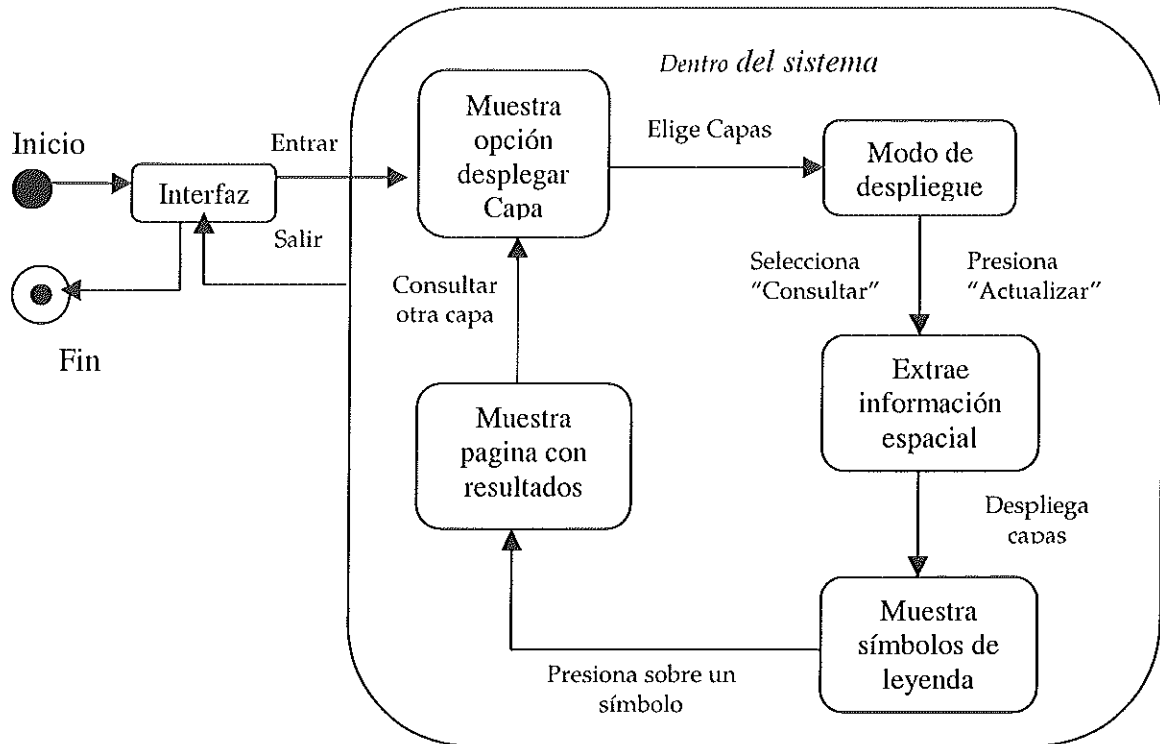


Diagrama 3. Consultar capa.

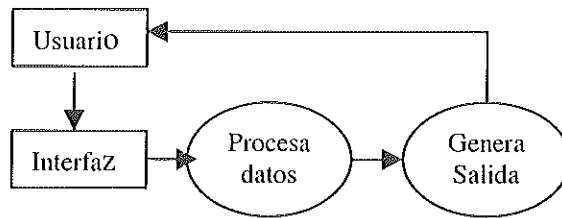


6.3.3 Modelo Funcional.

Describe las transformaciones de los valores de datos dentro de un sistema. El modelo funcional contiene diagramas de flujo de datos. Un diagrama de flujo de datos involucra un cálculo y se representa con un grafo cuyos nodos son procesos y cuyos arcos son flujos de datos. Los procesos se dibujan en forma de elipses, los rectángulos son objetos que producen o consumen valores.

A continuación se muestran los diagramas de flujo de datos elaborados para este sistema.

Diagrama de flujo de datos de alto nivel.



Identificación de valores de entrada y salida

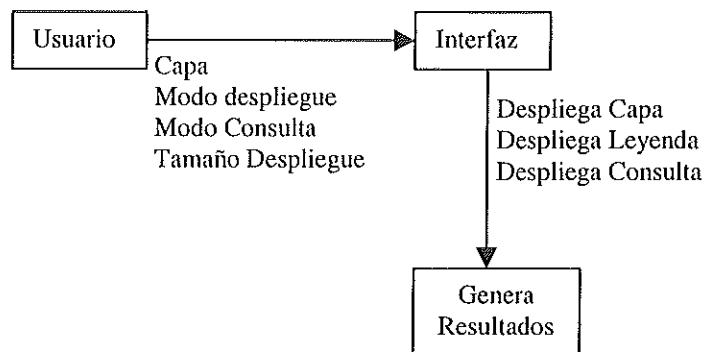
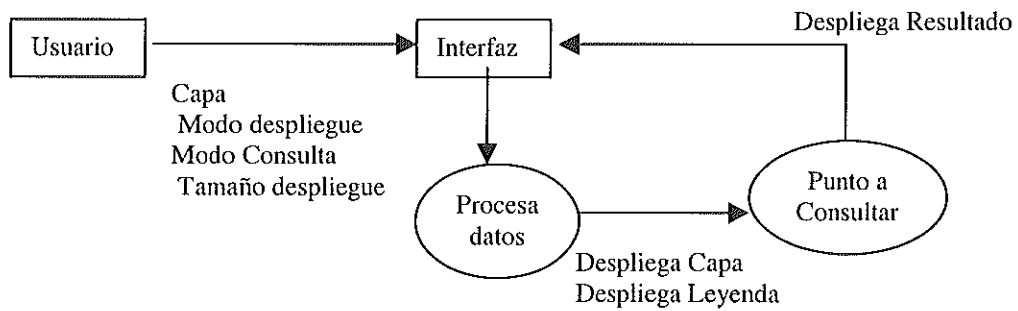


Diagrama de flujo de datos para realizar consultas



6.4. Adecuación de MapServer

Para configurar Mapserver a nuestra aplicación, se adecuaron tres archivos: el archivo html que inicializa la aplicación, el archivo map y el archivo principal de plantillas.

6.4.1 El archivo de inicialización html

Este archivo, es una forma html que se usa para reunir cierta información que los usuarios deben proporcionar. Los visitantes llenan la forma haciendo “clicks” a botones de radio y seleccionando opciones de menús. Después de llenar la forma, los visitantes envían los parámetros iniciales al CGI de MapServer, así que para asegurarnos que este programa esta siendo invocado del directorio cgi-bin como "/cgi-bin/mapserv" se tiene:

```
<form method=GET action="/cgi-bin/mapserv">
```

Además se especificó la trayectoria del archivo .map como sigue:

```
<input type="hidden" name="map"  
value="/web/docswww/geologia/docs/mapas/ensenada/ens.map">
```

Esto es todo lo que se necesitó hacer en este archivo.

6.4.2. El archivo Map

El archivo map es el archivo de configuración de MapServer. Su nombre y ubicación se establecen en el archivo de inicialización html. Aquí también es donde se especifican las trayectorias de las plantillas y del conjunto de datos. Inicia con la palabra clave MAP y termina con la palabra clave END. Los comentarios se ponen con el símbolo #.

Los archivos map, son archivos ASCII que definen una serie de objetos usados para construir una interfaz completa o solo objetos como una barra de escalas. Un objeto es una agrupación lógica de parámetros, todos los objetos inician con una palabra clave y un nombre con el que se identifica al objeto y terminan con la palabra clave END. (*Ver Apéndice D*).

6.4.3 El archivo principal de plantilla HTML.

El archivo de plantilla HTML, es usado por MapServer para definir la vista o presentación de una interfaz y como un mecanismo para guiar la presentación de resultados de una consulta o mapa al usuario. Este archivo es donde se desarrolló la interfaz tomando en cuenta las limitaciones de los datos espaciales en ambiente de Internet descritos en el capítulo IV-4.4.1.

Los archivos de plantilla son archivos HTML que contienen caracteres especiales que son reemplazados por MapServer cada vez que el archivo html es procesado. La simple sustitución permite que la información, tal como las capas activas o la extensión espacial, sea pasada del usuario a mapserv y de regreso. Muy a menudo los nuevos valores son vaciados dentro de las variables que serán pasadas de nuevo.

Nota: No podemos cargar el archivo html de la interfaz directamente desde un archivo de plantillas. A pesar de dar la impresión de un HTML normal, la interfaz html no puede ser cargada directamente en un navegador ya que necesita parámetros de MapServer CGI.

Después de completar los tres archivos anteriores, se tuvo trabajando la aplicación. Para probar la aplicación, se abrió el navegador y se tecleó la URL al archivo principal.

6.4.4 Definición de una capa de datos espaciales en MapServer

En MapServer, los colores de objetos a dibujar se establecen con vectores de color en el espacio Rojo, Verde, Azul (RVA) o por sus siglas en inglés RGB. Cada componente del vector puede adoptar valores entre el rango de 0 a 255 y el color resultante (es la suma de los colores primarios rojo, verde y azul) estará definido por la posición en el espacio de color rojo, verde, azul. Este módulo se basa en la suma de intensidades de los colores primarios.

A continuación se presenta una estructura de la definición de una capa para el desarrollo de nuestra aplicación:

```
LAYER
  NAME TrazaUrbana
  TYPE LINE
  STATUS ON
  DATA vias_transporte
  TOLERANCE 5

  CLASS
    NAME "Traza Urbana"
    SYMBOL 0
    COLOR 102 102 0
  END
END
```

Esta clase define como será presentada en la salida la capa Traza Urbana. Mapserver dibujará la capa como líneas en color 102 102 0 (verde oscuro). Será creada una leyenda con el nombre "Traza Urbana" (sin las comillas). Aquí se ha creado una capa con una sola clase.

Para obtener cada vía de transporte (calle, carreteras, puentes etc.) según se tengan los campos en el archivo dbf, asociado al archivo espacial de líneas, con un color diferente, ya sea para subrayar la unicidad o separar diferentes regiones, es cuando

necesitamos especificar ciertas clases. Además necesitamos usar las palabras clave de MapServer; CLASSITEM y EXPRESSION.

```
LAYER
  NAME TrazaUrbana
  TYPE LINE
  STATUS ON
  DATA vias_transporte
  TOLERANCE 5

  CLASSITEM "descripcio"
  CLASS
    NAME "Calles"
    EXPRESSION /CALLE/
    SYMBOL 0
    COLOR 102 102 0
  END

  CLASS
    NAME "Carreteras"
    EXPRESSION /CARRETERA/
    SYMBOL 7
    COLOR 146 190 176
  END

  QUERY
    TEMPLATE
    /web/docswww/geologia/docs/mapas/ensenada/templates/traza_urbana.
    html

  END
END
```

Básicamente la palabra clave CLASSITEM define qué campo de la tabla estamos usando y la palabra clave EXPRESSION define qué valores de atributos estamos usando en la definición de clases. En este caso tenemos un archivo con datos espaciales tipo línea y tiene asociada una tabla llamada *vias_transporte* con un campo *descripcio* que define calles y carreteras.

6.4.5. Archivos temporales

MapServer produce un número de archivos cada vez que es ejecutado, como son; mapas, leyendas, barras de escala etcétera. Estos archivos deben ser accesibles usando un servidor web. Para lograrlo, MapServer crea estos archivos en un directorio. La ubicación de este directorio es determinada usando los parámetros IMAGEPATH e IMAGEURL en el objeto WEB del archivo MAP. El directorio donde se generan estos archivos requiere ser limpiado periódicamente.

VII RESULTADOS.

El trabajo desarrollado cumple con los requerimientos establecidos, ya que se instaló y adecuó Mapserver en un servidor Solaris, incorporándole a la aplicación datos espaciales de la ciudad de Ensenada que se pueden consultar a través de Internet.

Los datos, provenían principalmente de INEGI, y venían en un formato dxf, los cuales se convirtieron a archivos de formas, para poder utilizarlos en nuestra aplicación. Esta conversión se realizó a través del programa ArcView, que es una herramienta para el manejo de datos espaciales en una computadora local. Además, algunos de los archivos que representan áreas, venían definidos como polilíneas, los cuales deberían ser polígonos, estos archivos se tuvieron que reeditar utilizando el programa GRASS.

En lo que respecta a la interfaz, ésta cumple con las siguientes funciones:

- Consulta de datos espaciales
- Despliegue de leyendas y mapas
- Ayuda en Línea

A través de la interfaz podemos elegir de una lista, las capas a desplegar, y podemos realizar consultas sobre un punto en particular, además de acercarnos, alejarnos o desplazarnos en los mapas.

VIII DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

Sin duda alguna, participar en un proyecto multidisciplinario donde interactúan áreas del conocimiento distintas, pero con un fin común, es muy enriquecedor para la formación de un profesionalista, ya que un proyecto de tal magnitud exige canales de comunicación compatibles, que le permitan a los participantes establecer un lenguaje común como por ejemplo cartografía o computación.

- Los datos espaciales que provenían de distintas fuentes, fueron acoplados para su uso en la aplicación.
- Es posible consultar todas las capas disponibles, sin embargo, no todas tienen información asociada, ya que la incorporación de información requiere de un proceso particular más extenso.
- Del ciclo de vida del software en conjunto con el método evolutivo, se desarrollaron versiones sucesivas de la aplicación hasta cubrir los requerimientos y objetivos establecidos.
- Observar mapas a través de una interfaz que maneje datos espaciales siempre es más fácil para el usuario, por lo tanto, lo que se debe tomar en cuenta como desarrolladores es:
 - Diseños intuitivos.
 - Rapidez.
 - Información eficiente.
 - Cartografía clara.
 - Orientar el sitio a visitantes con un perfil no técnico ni especializado.
 - Maximizar los mapas.
 - Minimizar todo lo demás.

- Hacer mapas bonitos y sobre todo, útiles.

- Se recurrió a la metodología OMT como herramienta para el análisis de la interfaz, el resultado de este ejercicio concluyó con la obtención de un modelo de objetos en donde se pueden apreciar los eventos existentes entre cada uno de los objetos utilizados y un diagrama funcional en donde nos permite conocer cual será el flujo de datos dentro del sistema.

- Para el diseño y organización de los datos espaciales se tomó como referencia algunos de los pasos contenidos en el desarrollo de Sistemas de Información Geográfica. En el cual se identifican el área de estudio, tipos de datos a manejar y la información organizada por temas y capas.

- Este trabajo es la primera aplicación desarrollada en México, disponible en Internet, para mostrar distintos aspectos de la Ciudad de Ensenada utilizando datos espaciales.

- Esta aplicación queda como un antecedente para futuras aplicaciones que pretendan consultar datos con referencias geográficas a través de Internet.

IX BIBLIOGRAFIA

- ARCVIEW (<http://www.esri.com/software/arcview/>).
- Doyon Jean-Francois, 2000. "MapServer UNIX Compilation and Installation HOWTO" Natural Resources Canada, Earth Sciences Sector Canadian, Centre for Remote Sensing. GeoAccess División jdoyon@nrcan.gc.ca
- Escolano Severino, 1999. "Sistemas de Información geográfica. Departamento de Geografía y Organización del Territorio".Universidad de Zaragoza. <http://fyl.unizar.es/Geo/SEVE/Docs/HomeSIG.html>
- ESRI, 1998. Shapefile "Technical Description. An ESRI White Paper"
- Fernández-Coppel Ignacio, 2001. "La Proyección UTM. Universidad de Valladolid".
- Geotecnologías,2000 "¿Qué es un SIG (GIS)? " <http://www.geotecnologias.com/>
- GRASS (Geographic Resources Analysis Support System. <http://www.geog.uni-hannover.de/grass/>)
- Gould Michael, 1999. "Los Datos Geográficos en la era de Internet. Repercusiones sobre los SIG." Universitat Jaume, XI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica.
- Lowe Jonathan W., 1999 "Designing an Effective Gis Web Site". GeoInfosystems Volume 9, Number 10. October
- Mc Connell, 1996. Rapid Development
- MapServer <http://mapserver.gis.umn.edu>
- Nacionales Pericles S., 2000 "MapServer Demo Application Installation Instructions" http://mapserver.gis.umn.edu/demo_readme.html
- OpenSource www.opensource.org
- Pressman, 1997. Engineering Systems. Fourth Edition.
- TerraSip projects <http://terrasip.gis.umn.edu/>
- Rumbaugh, J., Blaha, Premerlani, Eddy, Lorensen, 1991. "Modelado y Diseño Orientado a Objetos". Prentice Hall 643 pp.

- SEP (Secretaría de Educación Pública), 2000
<http://www.sep.gob.mx/libros/g5/geo/046.htm>
- MapServer by Example <http://terrasip.gis.umn.edu/projects/tutorial>
- Van Der Henst Christian, 2000. Introducción al CGI.
<http://www.maestrosdelweb.com/editorial/>
- Wilkie Matt, 2000 “Common Error Messages and Debugging Error Messages”
Matt.Wilkie@gov.yk.ca.

APENDICES

APENDICE A

Configuración e Instalación de MapServer

Obtención de MapServer

MapServer se distribuye a cargo de un solo archivo gzipped tar .

ms_3.3.011.tar.gz: Código fuente.

ms_demo.tar.gz: Demo.

Los cuales podemos encontrar el sitio de MapServer.
(<http://mapserver.gis.umn.edu>)

Como compilar e instalar MapServer en Unix

MapServer de la Universidad de Minnesota es un recurso accesible y libremente disponible para la interpretación de mapas para el web. Debido a la naturaleza de los recursos accesibles, se pueden compilar sobre una amplia variedad de plataformas y Sistemas Operativos. Nos enfocaremos en como obtenerlos, compilar e instalar MapServer sobre UNÍX como plataforma.

Este documento asume que estamos familiarizados con los aspectos básicos de nuestro sistema operativo y servidor web:

- Ambiente shell.
- Esquema de los archivos del sistema y permisos de acceso.
- Construcción de ambientes, notablemente autoconf y make.
- Configuración básica del web, ambiente CGI.

Software de soporte necesario.

Mapserver además hace uso de una variedad de librerías externas para realizar su funcionalidad. Aquí tenemos una lista corta descriptiva de las librerías y sus propósitos:

- Gd: Una librería de gráficas para la creación rápida de imágenes con formato GIFs o PNGs. La versión 1.2 con soporte GIF esta incluida en el código fuente de Mapserver. (Obligatorio)
- FreeType: Para la creación de tipos de letra TrueType. (Recomendada).
- PROJ.4: Librería de proyección cartográfica de USGS (United States Geological Survey). Mapserver usa PROJ4. Para conversión de proyecciones al vuelo. Es responsabilidad del usuario proveer los parámetros correctos para usar esta librería. (Recomendada).
- LibTIFF: Soporta imágenes TIFF/GeoTIFF notar que no todas las características de GeoTIFF son soportadas así que libGeoTIFF no es requerida.(Opcional)
- LibGeoTIFF: Para soportar imágenes con formato GeoTIFF (Imágenes georeferenciadas TIFF) (Opcional).
- LibJPEG: Librería para soportar imágenes con formato JPEG (Opcional).

Descompresión y desdoblado del código.

Lo primero que debemos hacer es desempaquetar el código fuente :

```
[user@host user]$ tar -zxvf ms_3.4.000.tar.gz
```

Esto desempaquetará el archivo en un directorio llamado “mapserver”.

Hay dos pasos principales para compilar correctamente el programa MapServer del fuente: configurando el código fuente, y compilándolo.

Configurando el código fuente:

Para localizar las opciones disponibles a la hora de compilar corremos el script “configure” con el parámetro de ayuda:

```
[user@host user]$ cd mapserver  
[user@host mapserver]$ ./configure --help
```

Notaremos la habilidad para especificar donde usaremos las librerías, y en que locación. Bajo circunstancias normales, el script de configuración automáticamente encontrará todas las librerías en nuestro sistema y las usará

```
[user@host mapserver]$ ./configure
```

Note que los resultados de los comandos anteriores y el make aseguran que el script de configuración localice todas las librerías que queremos usar. Si no, tenemos que especificar manualmente la locación de las librerías (ver ejemplo en la siguiente sección).

Edición de GD.

Por omisión, MapServer usará el sistema de librerías, incluyendo GD. El problema es que hoy en día, la mayoría de la distribución de Linux viene con versiones recientes (>1.6) de GD que no soportan GIFs, sino PNGs . Esto no es a menudo preferido puesto que los PNGs, aunque superiores, no son todavía ampliamente soportados por todos los navegadores. En consecuencia, la mayoría de los desarrolladores Web aun prefieren usar GIFs.

La librería GD, paró el soporte de los GIFs porque UNISYS, titular de la patente del algoritmo de compresión LZW usado en los GIFs, ha empezado a cobrar comisión por el uso de dicha patente. Esto hace ilegal el uso de GIFs, a menos que usemos un paquete de software autorizado por UNISYS o nuestro negocio o profesión se apoye en tales licencias. Los paquetes como son Corel/Adobe están libres de riesgo; GD, siendo un recurso accesible, no puede posiblemente ser autorizado. Así que hay que tener cuidado!.

Convenientemente, MapServer es distribuido con la versión 1.2 de GD, donde el GIF es soportado. Con el propósito de habilitar el formato GIF se ejemplifica con los siguientes pasos:

```
[user@host mapserver]$ cd gd-1.2
[user@host gd-1.2]$ make
[user@host gd-1.2]$ cd ..
[user@host mapserver]$ ./configure --with-gd=gd-1.2/
```

Estableciendo librerías específicas

Algunas librerías NUNCA serán detectadas por omisión, y TIENEN que ser especificadas vía el script de configuración.

Las librerías son:

- PROJ.4: La librería para la conversión de proyecciones sobre el vuelo (--with-proj).
- SDE: La librería del motor de datos espaciales para los productos ESRI's (--with-sde).
- OGR: La Librería para la entrada y salida de archivos con formatos de vectores (--with-ogr).

Si el script de configuración no encuentra las librerías, podemos especificar siempre sus locaciones manualmente dependiendo de la ruta para las opciones. Para las librerías SDE, por ejemplo podríamos teclear: "--with-sde=/usr/lib/sde/".

Compilando el código fuente.

Ahora que ya tenemos configuradas nuestras opciones y seleccionado todas las librerías que deseamos usar, estamos listos para configurar el código fuente en un ejecutable.

Esto es actualmente bastante simple, solo ejecutamos "make":

```
[user@host mapserver]$ make
```

Si todo va bien, alguna información se moverá a través de la pantalla y el proceso volverá a pararse, regresando al prompt del shell, generando a MapServer, un binario ejecutable.

Para asegurarnos que todo estuvo bien, primero buscamos el archivo, llamado “mapserv”, y debe ser ejecutable.

```
[user@host mapserver]$ ls -al mapserv
```

```
-rwxr-xr-x 1 user user 351177 Dec 21 11:38 mapserv
```

Una simple prueba es correrlo:

```
[user@host mapserver]$ ./mapserv
```

Este script puede ser usado solo para decodificar un formulario de resultados y debería ser iniciado como un proceso CGI vía un servidor http.

```
[user@host mapserver]$
```

Es perfectamente normal que el programa regrese el prompt sin ningún mensaje. Si obtenemos otra cosa, algo estuvo erróneo. Se recomienda Mandar un mensaje a la lista de usuarios de MapServer para ayuda (<mapserver-users@lists.gis.umn.edu>).

Directorio CGI-BIN

El programa MapServer por sí mismo consiste de un solo archivo, el ejecutable binario “mapserv”. Este es un CGI ejecutable, que debe ser llamado y corrido por un servidor web.

En esta sección, damos por hecho que estamos corriendo apache bajo la estructura de sus directorios por omisión en /usr/local/apache. Podemos necesitar tener privilegios para editar nuestro httpd.conf (el archivo principal de configuración de apache), o tener alguien (como webmaster) que nos ayude con los detalles de configuración.

La principal meta es poner "mapserv" binario en un directorio de acceso publico que es configurado para correr programas CGI y scripts.

Instalación Básica.

Bajo una configuración por omisión, el directorio CGI es "/usr/local/apache/cgi-bin" (Usuarios RedHat usarán "/home/httpd/cgi-bin"). Poniendo el archivo mapserv en este directorio haciéndolo accesible al siguiente URL: "http://yourhostname.com/cgi-bin/mapserv". Cuando accedamos a este URL a través del cliente web, deberíamos esperar la siguiente salida si ha trabajado bien: *"No query information to decode. QUERY_STRING is set, but empty."* Si obtenemos este mensaje, hemos instalado MapServer.

APENDICE B

Problemas comunes al instalar MapServer

Permisos de Archivos

Uno de los problemas más comunes se encuentra cuando intentamos instalar el binario que es de permiso publico:

- No tenemos permiso de escritura en el directorio CGI de nuestro servidor WEB. Solicitemos al Webmaster para instalar el archivo.
- El servidor WEB genera el error “403 permiso denegado”. Asegurar que el usuario del servidor web (usualmente “nobody”) tiene permiso de ejecución sobre el binario ejecutable. Es necesario hacer ejecutable el archivo binario mapserv para todos los usuarios a través de:

```
[user@host cgi-bin]$ chmod o+x mapserv
```

Problemas de configuración del servidor web.

Quizás recibamos unos errores un poco diferentes igualmente si la configuración del servidor no esta correcta:

- 500 Internal server error (500 Error interno del servidor): Este es un mensaje de error claramente genérico. Todo esto básicamente nos dice que el servidor no tuvo éxito al correr el programa. Tendríamos que consultar los errores del servidor WEB, y podríamos necesitar enlistar la ayuda de nuestro Webmaster o administrador del sistema.

APENDICE C

Mensajes de error más comunes en MapServer

Suponiendo que tenemos un directorio llamado interfaz, donde se encuentran nuestros tres archivos principales, señalamos el navegador a nuestro archivo de inicialización html tecleando <http://host/interfaz/inicializacion.html> y presionamos el botón de inicio.

Si obtenemos lo siguiente:

- msLoadMap(): Unable to access file. (/interfaz/mapas.map)

Probablemente olvidamos especificar la trayectoria completa al archivo MAP en nuestro archivo HTML de inicialización. Por ejemplo:

```
<input type="hidden" name="map"
value="/var/www/htdocs/interfaz/mapas.map">
```

- loadSymbol(): GD library error

Esto puede ocurrir si tenemos una nueva versión (1.6(¿?)) de la librería GD instalada la cual no soporta imágenes GIF, y tenemos un archivo de símbolos que contienen una imagen GIF. Controlar la salida de un error sin ser solucionado es para comentarlo en todas las secciones del archivo MAP el cual se refiere al contenido GIF del archivo de símbolos.

- msDrawReferenceMap(): GD library error. Unable to initialize image.

Este es probablemente el mismo problema que el anterior: no soporta GIF. Checar y ver si la imagen de REFERENCE es un GIF. Si se comenta el bloque del código REF esta será la salida al error no la solución.

- msLoadMap(): Premature End-of-File. Undefined symbol.

Generalmente significa que una declaración END fue olvidada o inadvertidamente comentada. (Todos los objetos de construcción deben tener un END).

Depurando Mensajes de Error.(Encontrar y remover errores de un programa).

¿Cómo podemos interpretar los mensajes de error que vemos?. Veremos algunos ejemplos:

```
loadString(): Incorrect data type. (105):(3)
```

La función "loadString" falló porque es alimentada por un tipo de dato incorrecto; estaba esperando una cadena y recibió un número. El error ocurrió en la línea #3 en el archivo .map (las líneas se empieza a contar en 0). El último conjunto de paréntesis contienen el número de línea:

```
(3) # line 3
```

Los anteriores paréntesis contienen el valor que imposibilita a mapserv

```
(105) # the line in the mapfile was: NAME 105d11
```

Así que mapserver analiza gramaticalmente "NAME 105d11" como un entero cuando se esperaba una cadena. En este ejemplo la solución es asegurarnos que los valores de las comillas cuando necesitemos interpretarlos como caracteres en lugar de números:

```
NAME "105d11"
```