

## **Capítulo 4. Análisis y Diseño del sistema GISELA-X3**

Este capítulo presenta un análisis de los requerimientos de los usuarios y el diseño de la sistema propuesto. Se explica la solución a las necesidades de los usuarios, así como la justificación y descripción los componentes a implementar. La solución que se plantea se encuentra muy ligada a los trabajos relacionados, explicados en el capítulo anterior. Se buscó en la medida de lo posible incorporar el trabajo ya realizado en el laboratorio de investigación y esto se refleja en los diagramas de clase presentados.

### **4.1 Requerimientos**

Los requerimientos del sistema estuvieron determinados por los usuarios de la aplicación, por el laboratorio de investigación y el proyecto Popocatepetl. Los requerimientos de los usuarios, surgieron a partir de entrevistas y visitas. Se entrevistó en tres ocasiones al Lic. Ramón Peña Melche encargado de la oficina de la Coordinación Operativa del Plan Popocatepetl. El Lic. Ramón Peña es el encargado de difundir la información del estado del volcán, realizar tareas de planeación, convencimiento y en caso de ser necesario realizar la evacuación de las poblaciones. Su principal problema se ve encaminado a la falta de una buena difusión de los planes y zonas de riesgo a las autoridades y a la comunidad. No cuentan con cartografía digital ni con un sistema de información alguno. Esta coordinación requiere de un sistema que permita visualizar la zona de peligro y que sea portátil. Se realizaron dos visitas al CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres) en la Ciudad de México y de las necesidades más importantes que expresaron se puede mencionar; la incorporación de nueva información del volcán generada estos últimos 4 años, el análisis del terreno y la simulación de los flujos de lodo en zonas de riesgo no contempladas anteriormente y la generación de nuevos mapas de riesgo.

De estas entrevistas, visitas y de la documentación existente en el proyecto de investigación se generó la siguiente lista de requerimientos en el contexto de la visualización y estandarización de la información.

Requerimientos de usuarios para análisis y estudios:

- El uso de un formato estándar
- La creación de un mecanismo que permita integrar información georeferenciada, por ejemplo la ubicación y el valor de sensores.
- Desarrollo de modelos del terreno en tercera dimensión para análisis de flujos
- Generación de mapas con los valores almacenados
- Disponibilidad vía Internet y también aplicaciones locales (laptop)

Para comunicación y difusión en el contexto de protección civil en Puebla existe la necesidad de difundir la información de las zonas de riesgo, rutas de evacuación, localización de albergues, puntos de control. Por estas razones es necesario diseñar un sistema que permita:

- Proporcionar la información una gran variedad usuarios con diferentes necesidades.
- Presentar información descriptiva.
- Presentar información espacial a través de gráficas y mapas.
- Llegar a la mayor cantidad de gente posible haciéndolo disponible vía Internet.
- Buscar independencia de plataforma.
- Tener facilidad de uso.
- Mantener la calidad de la información proporcionada.
- Satisfacer requerimientos de software y hardware mínimos.

Requerimientos técnicos

- Integración con el proyecto y trabajo realizado en el laboratorio de investigación
- Investigación del uso de datos tridimensionales
- Edición y almacenamiento con ArcView de ESRI.
- Uso de cartografía en formato Shapefile,

- Creación de geobase basada en OpenGis,
- Ejecución de consultas vía Internet
- Uso de estándares OpenGis
- Integración en un futuro a la biblioteca digital de la UDLA

## 4.2 Análisis

Para la implementación del sistema se propone el uso de Internet como un medio de comunicación tanto para el intercambio de información como para la difusión. Con una interfaz vía Internet se pretende llegar a más personas y dependencias aprovechando que la infraestructura se encuentra ya disponible. Para recuperar información descriptiva y espacial y además presentarla de manera gráfica se propone utilizar XML. Los trabajos analizados anteriormente demuestran cómo es posible modelar la información geo-espacial con XML [Zhang et al 2000]. Por lo tanto, XML nos ofrece las siguientes ventajas :

- La información se estructura en documentos de texto, que son legibles y fácilmente transportables.
- Como es un estándar, es fácil de implementar con Java por la gran variedad de herramientas disponibles para desarrollar.
- Sirve también como protocolo entre aplicaciones desarrolladas en Internet.
- Se puede almacenar como documento de texto lo que permite tener una fuente de datos sin necesidad de un servidor.
- Aunque su formato y estructura está enfocado a las aplicaciones en un momento dado es legible desde un browser e inclusive,
- se puede editar con un procesador de palabras.

El consorcio de OpenGis define una codificación para integrar tanto información descriptiva como espacial en XML. Como se presentó en el capítulo anterior, esta iniciativa denominada Geographic Markup Language consiste en una codificación en XML de entidades geográficas. Esta codificación contempla el uso de entidades geométricas simples

como son el punto, la línea y los polígonos tanto en 2D como en 3D integradas con sus atributos descriptivos correspondientes.

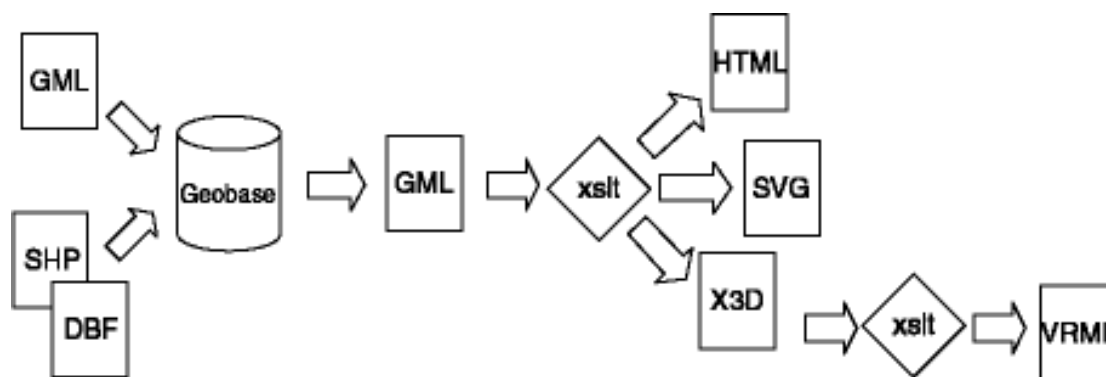
Por ejemplo para modelar un refugio con GML, necesitamos identificar tanto sus atributos descriptivos como espaciales. Sus atributos descriptivos son; el nombre, el teléfono y su capacidad. Un atributo espacial pueden ser su localización (puntual). Un documento GML modelando un refugio se vería de la siguiente manera:

```
<Feature typeName="Refugio"><name>Secundaria No.
2</name><property typeName="Teléfono">12-23-
22</property><property typeName="Capacidad">300</property>
  <geometricProperty typeName="Localizacion"><Point
    srsName="EPSG:UTMZ14"><coordinates>586453.3, 2112458.7,
      2080.4</coordinates></Point></geometr
icProperty></Feature>
```

En el proyecto del volcán se utiliza OpenGis [1999] para modelar la base de datos espacial, por lo que esta especificación en XML es compatible con esta base de datos.

GML esta diseñado para ser un formato de transmisión y almacenamiento, pero no de presentación. Para la presentación OpenGis propone transformar el documento XML en algún formato que permita generar una representación visual. En el capítulo anterior se mostró como se representaba en 2D un documento GML utilizando el formato SVG. Esta representación se logra utilizando plantillas de traducción de XSLT. En el proyecto del volcán se tiene la intención de incorporar información tridimensional. La tercera dimensión ofrece una mejor apreciación de las zonas de riesgo dada la morfología del volcán, y con el uso de VRML es posible hacer llegar a los usuarios modelos tridimensionales por internet tanto de terreno como de carreteras y poblaciones. Un documento en GML con atributos espaciales tridimensionales se puede traducir con plantillas a X3D. Esta especificación, como se explicó en el capítulo 2 es el equivalente XML de VRML. Con X3D la traducción desde GML es directa, al ser una especificación en XML. La especificación X3D

contempla también el uso de GeoVRML, lo que permite generar información georeferenciada. Además incluye el uso de primitivas básicas y complejas de VRML. X3D a su vez puede ser traducido a VRML haciendo disponible a navegadores y aplicaciones los modelos generados. Una vez generado un mapa en VRML, éste se puede almacenar para uso posterior.



**Figura 4.1** Proceso de transformación de documento GML.

La incorporación de XML y el uso de plantillas de traducción para la información geográfica que se maneja permitirá lo siguiente:

- Tener independencia de plataforma (SW y HW) usando XML
- Proporcionar servicio a múltiples usuarios, y tipos de máquinas, a través de Internet
- Estructurar la información geográfica y descriptiva en un sólo documento con GML
- Ofrecer mapas tridimensionales con VRML como resultado de la traducción con plantillas XSLT de los documentos GML generados

Para conseguir esto es necesario extender los proyectos ya desarrollados y agregar nueva infraestructura. Esta infraestructura contempla los siguientes componentes:

**Entradas.** Lectura de formatos de datos 3D. En particular se implementará la lectura de Shapefiles 3D y de documentos XML. Aunque es posible en un momento dado incorporar la lectura de archivos DXF y VRML para datos vectoriales o DEM para el terreno.

**Servicios de actualización y mantenimiento.** Almacenamiento formatos shapefile y dbf para la administración, así como de documentos XML o VRML ya generados.

**Generación de documentos XML** a partir de la base de datos estructurada ya en OpenGIS. Se propone generar documentos en GML con la información espacial y descriptiva integrada.

**Traducción de documentos XML** a otros formatos estándares a través de plantillas o programas. Los formatos a los cuales se pueden generar a partir de XML son HTML, PDF, SVG y X3D.

**Estructura de documentos por medio de catálogos y metadatos** los documentos generados. Esta estructura nos permite tener una descripción cualitativa de nuestra información.

**Interfaces vía Internet usando Servlets** para todos los servicios mencionados anteriormente.

**Búsquedas** a través de los catálogos, metadatos de mapas o documentos.

**Generación dinámica de mapas**, de acuerdo a las necesidades de los usuarios.

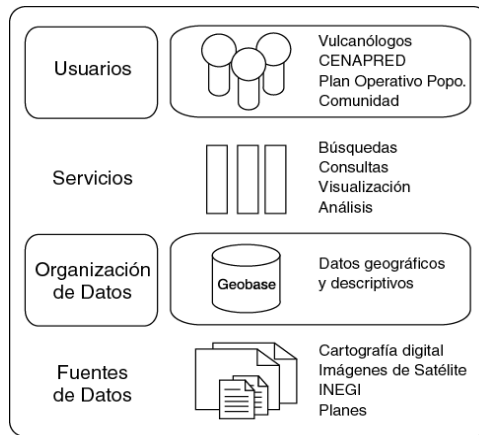
### **4.3 Arquitectura**

Un diagrama general del proyecto contempla la arquitectura mostrada en la figura 4.2. El desarrollo de esta tesis se incorpora de manera horizontal a la arquitectura del sistema. Ya que se incorpora una nueva fuente de datos que consiste en cartografía tridimensional. Se agregan nuevas colecciones y servicios. De estos servicios destacan la generación de documentos GML y su traducción a VRML. Por último se pretende incorporar a una cantidad de usuarios mayor con interfaces vía Internet.

El esquema de los componentes que se planea desarrollar se presenta a continuación:

#### **Fuentes de Datos**

- Lectura de Shapefiles 3D
- Lectura de GML con información tridimensional



**Figura 4.2 Arquitectura**

### **Organización de Datos**

- Geobase. Integración de la información tridimensional a la geobase, sin alterar su estructura
- Almacenamiento de archivos SHP y DBF
- Almacenamiento de archivos para colecciones en los siguientes formatos: XML, GML, X3D, VMRL
- Metadatos sobre los archivos almacenados

### **Servicios**

- Entrada
  - Subir archivos: Shapefile, GML
- Recuperación
  - Generar GML a partir de la geobase
- Presentación y transmisión
  - Transformar XML
- Consulta

- Consulta de documentos(mapas) usando sus metadatos

## **Cientes**

- Comunidad
- Autoridades
- Administrador
- Biblioteca Digital

## **4.4 Datos 3d – Cartografía Tridimensional**

Para obtener información cartográfica en tercera dimensión, es necesario tomar como base un modelo digital de elevación (DEM por sus siglas en inglés) o información de proveniente de un GPS, el cuál proporciona puntos en tercera dimensión. El DEM permite determinar la elevación de los elementos en 2D basándose en su posición sobre el modelo del terreno. Existen diferentes fuentes para los DEM la más conocida es la de imágenes de satélite que representan una imagen (matriz) con atributos de elevación para una determinada zona. Los archivos DEM a partir de satélites se encuentran disponibles en diferentes resoluciones pero generalmente son grandes extensiones a baja escala. Otro tipo de formato de elevación es el TIN o Triangulated Irregular Network. Este formato puede generarse a partir de las curvas de nivel y consiste en una triangulación del terreno en tercera dimensión tomando como parámetros las curvas de nivel. La calidad de este formato está determinada por la cantidad de información que se tenga, pero generalmente las curvas de nivel son fáciles de obtener a partir de puntos de elevación. El modelo TIN ofrecen un nivel de detalle muy bueno pero puede llegar a ocupar mucho espacio y su uso se descarta para Internet. El formato GRID, es una matriz de elevación que pueden generarse con software a partir de un TIN. Como principal ventaja tiene su representación que consiste en una matriz regular de valores de elevación que puede ser a diferentes niveles de detalle. Este tipo de representación no ocupa tanto espacio, aunque se pierde detalle a diferencia del TIN. Con este modelo de terreno es muy fácil implementar análisis de visibilidad y flujo. Su facilidad de almacenamiento lo hacen ideal para Internet. Para contexto del proyecto se decidió utilizar el formato GRID para poder integrar esta información a la cartografía con VRML de manera más eficiente.



Por el momento los tipos de figuras que se van a manejar son puntos, líneas (polilíneas) y polígonos. Aunque su valor de elevación es único, su representación tridimensional puede ser variable. Por ejemplo, un punto se puede representar como un punto en el espacio pero generalmente no se localiza fácilmente, por lo tanto es mejor representarlo como un círculo, o como una esfera de un determinado radio. Inclusive como un cono, cilindro o como una figura predeterminada (un símbolo).

Una línea por su parte, aunque visible en 3D, también puede requerir de representaciones alternativas. Cuando dibujamos las curvas de nivel es suficiente con su representación lineal, pero para una carretera puede no ser suficiente una línea. Entonces se puede definir un grueso de acuerdo al número de carriles por lo que tenemos entonces un polígono.

En el caso de los polígonos, se pueden representar como un plano, pero una representación alternativa se consigue con un levantamiento o puede convertirse en una superficie sobre el terreno. Aun manejando entidades simples es posible generar representaciones interesantes.

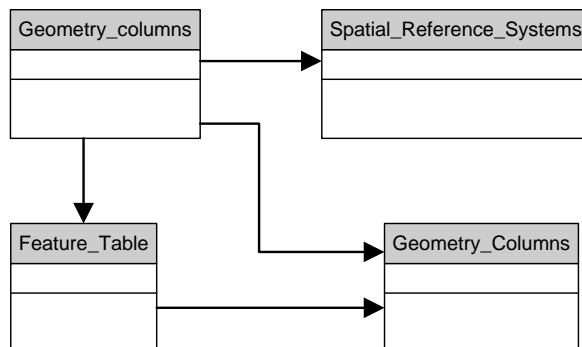
No existe un mecanismo para generar o capturar información 3D en GIS. El uso de GPS es un primer recurso ya que se puede trazar carreteras o parcelas y obtener una serie de puntos sobre la superficie de la tierra. Una opción que se propone en el proyecto para incorporar esta información es a través de un documento en XML o de un archivo shapefile.

#### **4.5 Base de Datos**

Para ser compatible con los desarrollos anteriores las tablas de la geobase en OpenGis no se alteran, lo único que se agrega es valor de “3” en el atributo dimensión y los nuevos tipos de datos. La codificación de la información en 3D sigue siendo binaria por lo que no hay diferencia con los elementos en 2D. La figura 4.3 muestra el esquema general de las tablas propuestas por OpenGis.

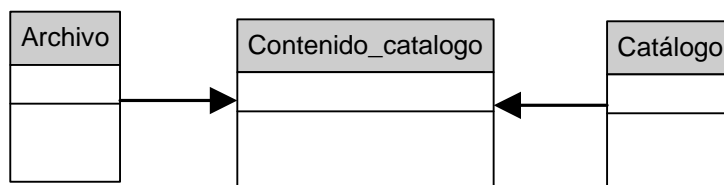
Se propone también la creación de un repositorio de archivos Shapefile y Dbase, para permitir que información de otros usuarios, después de ser revisada por un administrador o

tratada para la tercera dimensión, se incorpore a la geobase. Esta entrada de datos también se puede conseguir a través de documentos GML generados por los usuarios.



**Figura 4.3 Esquema OpenGis**

Es necesario almacenar los documentos X3D y VRML que se generen al momento de traducir un documento GML ya que el proceso de traducción es lento y si se tienen almacenados en la base de datos estos documentos, el acceso será más rápido y eficiente. Se propone incorporar metadatos a estos documentos almacenados para que la búsqueda de estos sea más eficiente.



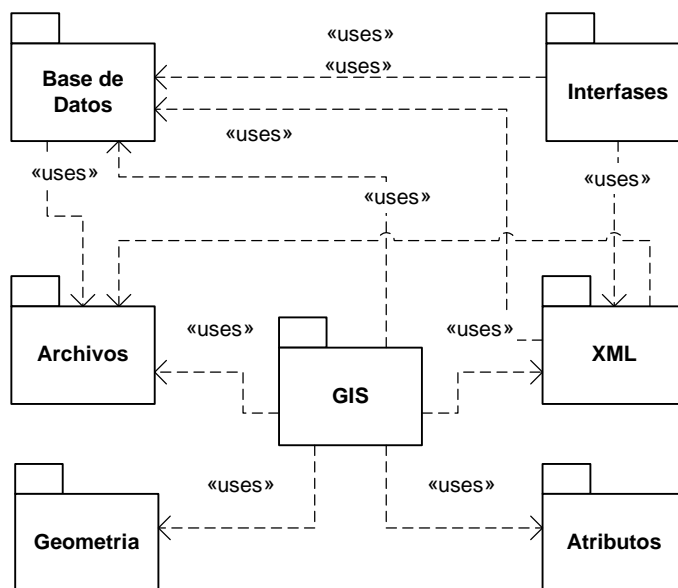
**Figura 4.4 Esquema Catálogo**

La figura 4.4 muestra el esquema de la tabla que permitirá estructurar los documentos almacenados de acuerdo a un catálogo o formato de datos.

#### **4.6 Descripción de componentes**

El diagrama general del sistema que muestra la interacción entre componentes se presenta en la figura 4.5, como se puede ver el paquete central es el de GIS, que se encarga de estructurar la información geo-espacial en capas. Este paquete utiliza el paquete de archivos para recuperar la información de archivos Shapefile o XML. Una vez recuperada la información, esta se almacena en la geobase utilizando el paquete de base de datos.

También es posible generar la representación en GML de las capas por medio del paquete de XML y con este mismo, traducir GML a X3D y a VRML. Al momento de tener estos documentos se pueden almacenar en el catálogo. Para estas funciones se utiliza el paquete interfaces vía Servlets.



**Figura 4.5 Diagrama general de GISELA-X3**

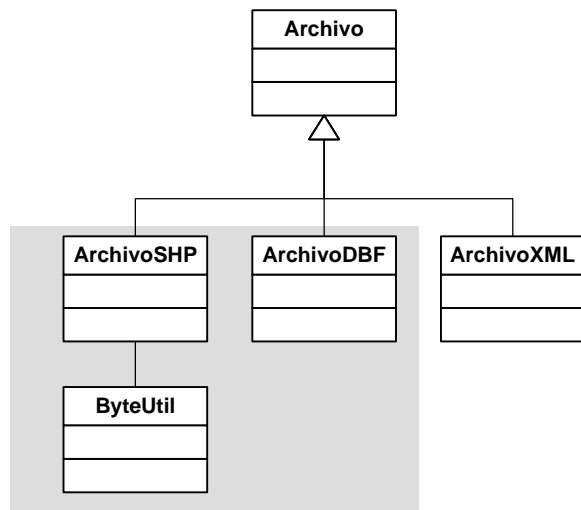
### **Paquete Archivos**

Se encarga de la interacción con el sistema operativo y la lectura de los distintos formatos. La lectura de Shapefile en 2D fue realizada por García[2000] y Gómez [2001] y en este proyecto se incorpora la lectura de Shapefile en 3D. Esta funcionalidad se incorporó a la clase ya desarrollada. La lectura de archivos de Dbase con extensión DBF también realizada por Gómez[2001] no se modificó. Para el caso de XML se implementó una clase que recupera los elementos geográficos y descriptivos de un documento en GML. La figura 4.6 Muestra este paquete, la parte sombreada indica trabajo realizado en otros proyectos.

### **Paquete geometría**

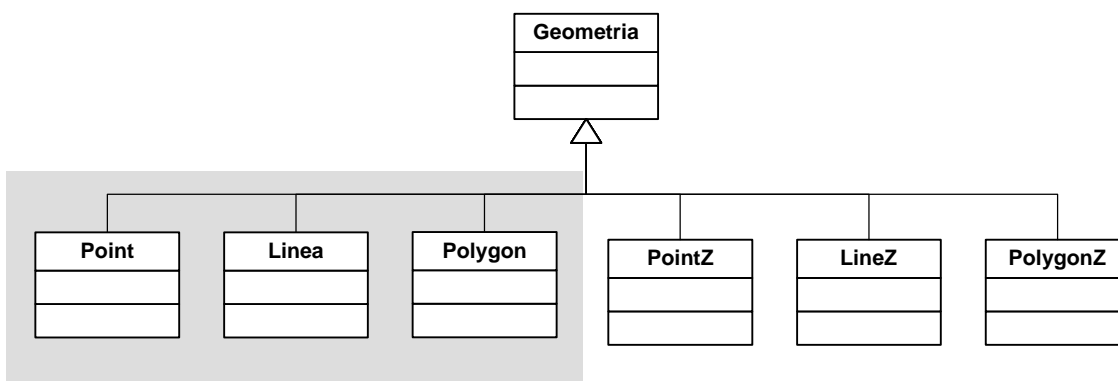
La figura 4.7 muestra las clases para manipular entidades simples en 2D y 3D. Debido a que las operaciones y funcionalidades no se pudieron extender de las entidades en 2D ya

implementadas anteriormente, se opto por no heredar de estas clases. Se planea corregir este diseño en un futuro.



**Figura 4.6 Paquete Archivos**

Las clases geometría tienen como objetivo principal almacenar las coordenadas de los elementos geográficos. Se encargan también de decodificar y codificar el formato binario de su geometría.

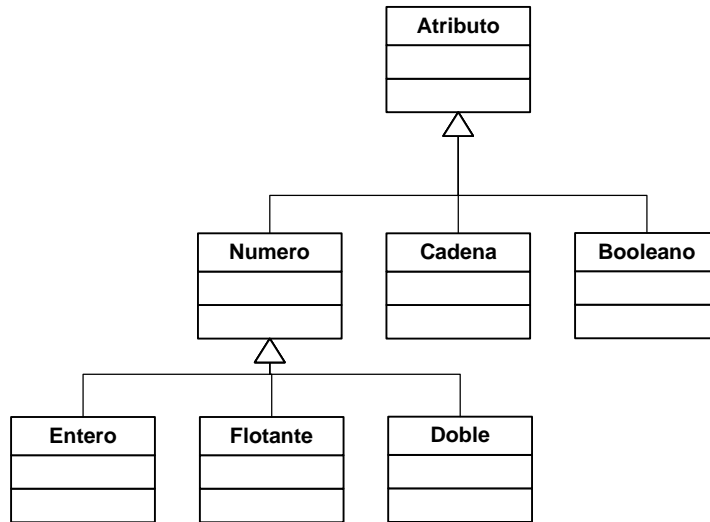


**Figura 4.7 Paquete geometría**

### **Paquete Atributos**

Este paquete se encarga de almacenar los atributos descriptivos de las entidades geométricas. Se usa para estandarizar el uso de atributos con una superclase. La figura 4.8

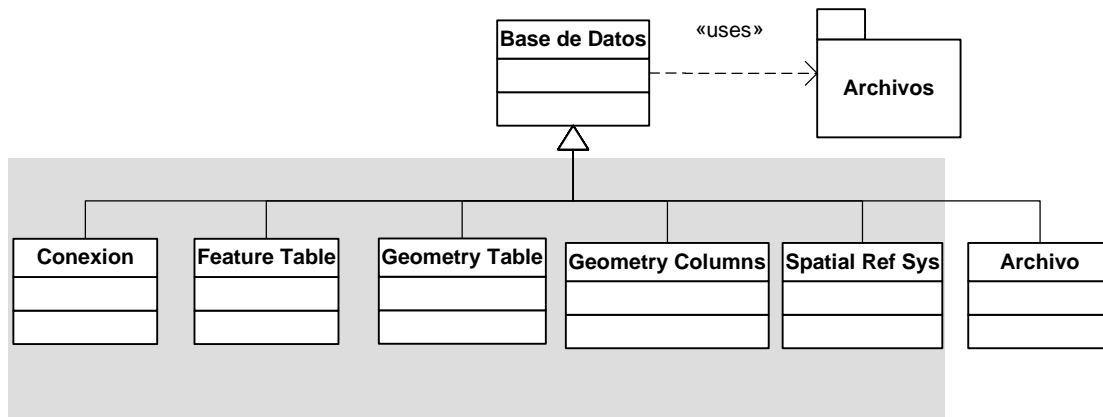
presenta el diagrama de clases de este paquetes. Si se desea incorporar tipos de datos más complejos es necesario extender de esta clase para mantener la compatibilidad.



**Figura 4.8 Paquete Atributos**

### Paquete Base de Datos

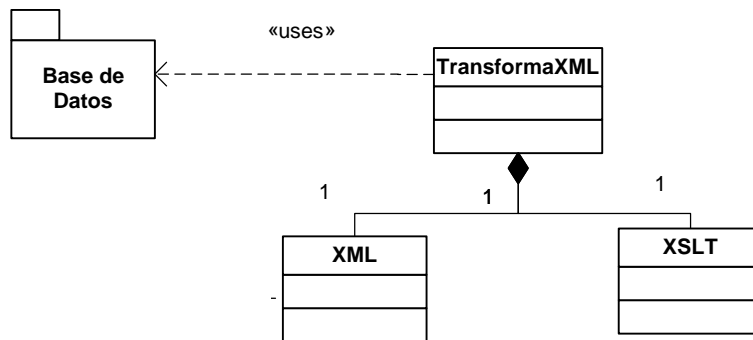
Contiene todas las clases para interactuar con la base de datos. Desde la conexión hasta la creación de catálogos. Estas clases generan las tabla propuestas por OpenGis en su especificación, este trabajo fue realizado por Gómez[2001]. Se incorpora una clase para almacenar y catalogar archivos de cualquier tipo. Se planea recibir archivos Shapefile, Dbase, XML, X3D y VRML por lo que la relación con el paquete de archivos es directa. En la figura 4.9 se muestran las clases anexadas al paquete.



**Figura 4.9 Paquete Base de Datos**

### Paquete XML

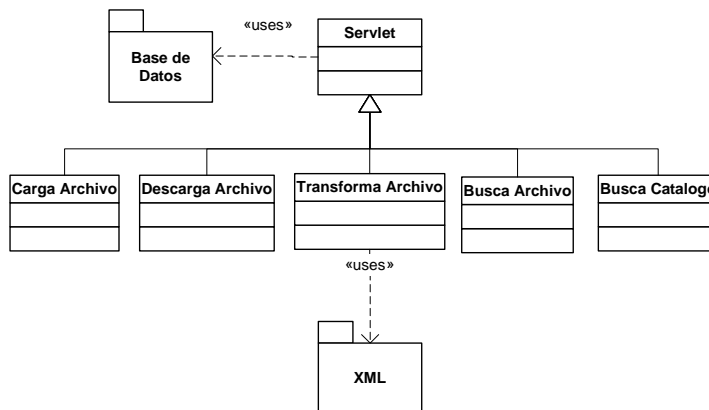
Se encarga de estructurar la información en XML y de aplicarle plantillas de traducción. La clase transforma interactúa con la base de datos recuperando plantillas y almacenando resultados. Para obtener un documento en XML se utiliza la clase archivos. La figura 4.10 Presenta el diagrama de clases de este paquete y como se relaciona con la base de datos.



**Figura 4.10 Paquete XML**

### Paquete Interfaz

Este paquete se encarga de definir las interfaces a través de Servlets. La interacción con la base de datos es muy importante para recuperar y almacenar información. Este paquete al incorporar las nuevas funcionalidades del sistema vía Internet. La clase principal es Servlet y de ahí se derivan las demás clases de acuerdo a los servicios.



## **Figura 4.11 Paquete Interfaz**

### **4.7 Servicios**

Esta sección presenta el análisis de servicios a implementar junto con su diseño. La interfaz de todos estos servicios es a través de páginas de Internet implementadas con Sevlets.

#### **Construcción y mantenimiento de la geobase**

Este servicio consiste en leer el contenido de un archivo Shapefile y su correspondiente DBF de un documento GML que integre la información espacial y descriptiva. La incorporación a la geobase, estructurada en OpenGis. Una capa está formada de entidades geométricas simples con información descriptiva asociada a cada entidad.

Esta interfaz debe permitir al usuario “subir” los archivos necesarios y después seleccionarlos para agregarlos a la base de datos. Se puede integrar un proceso intermedio en el que un administrador, verifica la integridad y calidad de los archivos Shapefile y Dbf en ArcView, para después autorizar su incorporación a la geobase.

El uso de archivos GML permitirá a las personas que no cuentan con ArcView estructurar su información con XML e integrarla a la base de datos.

#### **Almacenamiento y Catálogo de documentos**

El sistema debe proveer la opción de almacenar los documentos generados por una consulta para su posterior aprovechamiento. La catalogación consiste en agregar información sobre los documentos almacenados en el catálogo (metadatos) para estructurar la colección. Este proceso se va a realizar de manera manual, ya que el encargado de agregar documentos tiene que documentar al mismo tiempo la información asociada a este documento. El tipo de información que se va a manejar es básica, como el nombre del autor, la calidad de los datos, la fuente de datos, capas que contiene. En un futuro se puede realizar de manera automática este procedimiento e incluir más información.

### **Consulta de catálogo**

Esta interfaz permite recuperar documentos de acuerdo a criterios de búsqueda sobre los metadatos. Algunos ejemplos de estos metadatos pueden ser: tipos de archivos, fecha, autor. Su interfaz debe ser sencilla conteniendo un campo de texto para las palabras clave y marcadores en los metadatos para acotar la búsqueda.

### **Generación XML**

Este servicio consiste en generar un documento GML a partir de un archivo Shapefile o a través de una selección de elementos de la geobase. El objetivo de recibir un shapefile, es ofrecer un servicio a los usuarios que no necesitan ingresar sus datos a la geobase pero si requieren la versión GML de sus archivos. Una vez que se tiene el GML este se puede almacenar o enviar al un servlet para su transformación

### **Transformación de XML**

Este servlet debe permita aplicar cualquier plantilla a cualquier documento XML. Este servlet puede servir para pruebas de traducción de plantillas. Estas plantillas y el documento que reciben no necesitan ingresarse a la base de datos.

El análisis y diseño presentados definen una base sobre la cuál se realizó la implementación. La gran variedad de necesidades de los usuarios se ven definidas por la variedad de servicios e interfaces. En el siguiente capítulo veremos que componentes se implementaron .