

### 3. BASE DE DATOS

#### 3.1 Introducción

Habiendo analizado la problemática y comprendido las necesidades de las personas que toman las decisiones en el momento de emergencia, se llegó a la conclusión de que es necesaria, una organización y compartición uniforme de dicha información.

En este capítulo se incluye una breve explicación del modelo de la base de datos que fue utilizada para efectos de esta tesis. Cabe mencionar que tanto el modelo, su diseño y la implementación fueron llevados a cabo por Alejandro Morales Xique [Morales, 2001], estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Universidad de las Américas.

#### 3.2 MODELO ENTIDAD-RELACION

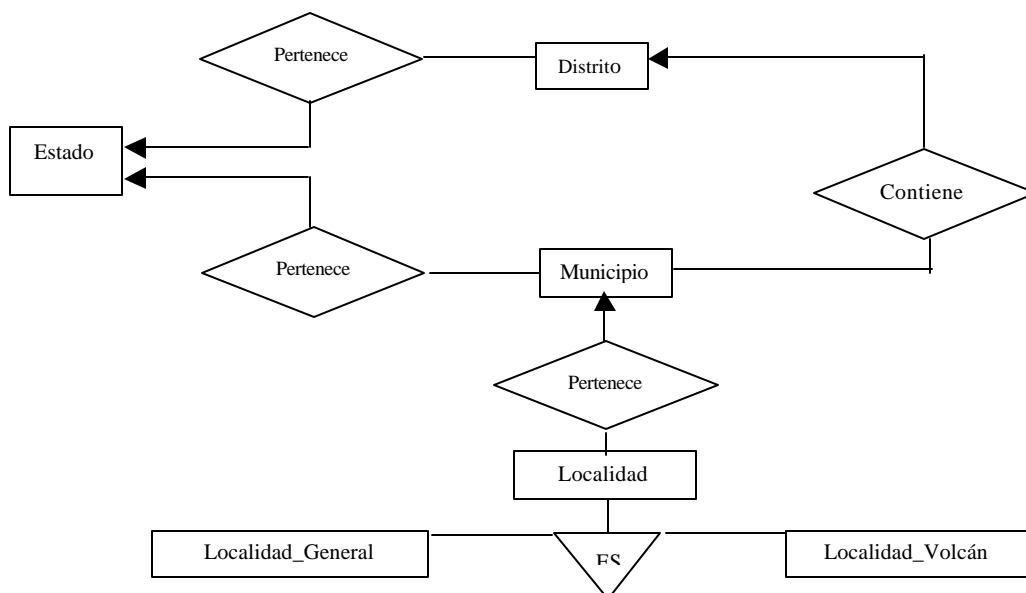


Fig. 3.1 Segmento del Modelo Entidad-Relación

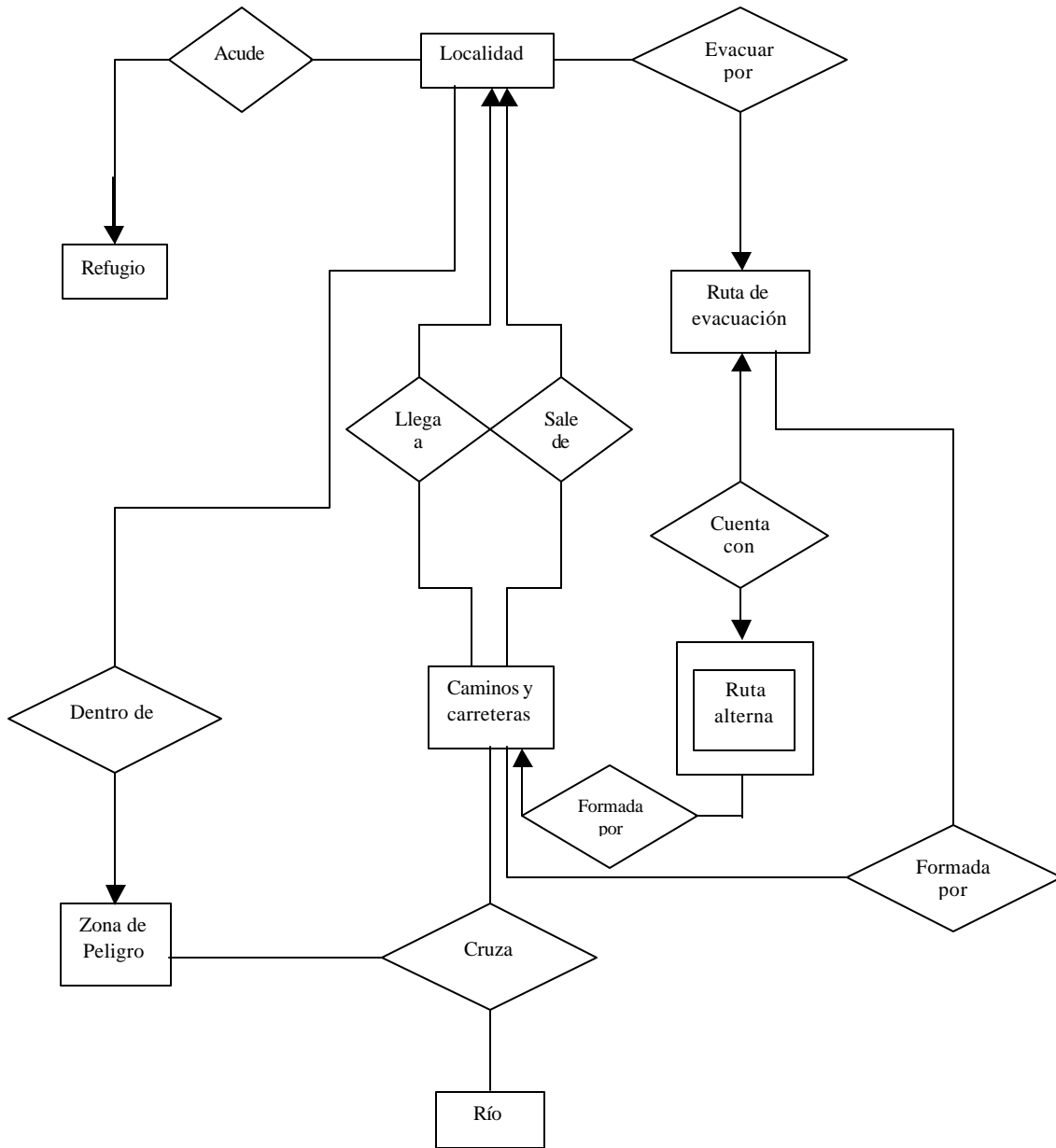
En la figura 3.1, se muestra un segmento del modelo Entidad-Relación de la base de datos en la cual se están almacenando todos los datos utilizados en esta aplicación.

Se observa en la parte inferior del diagrama inicialmente que existen 2 entidades: Localidad\_General y Localidad\_Volcan, las cuales son localidades por naturaleza. La diferencia entre ellas es que Localidad\_Volcan, contiene atributos más específicos al contexto del Volcán Popocatepetl, como puede ser el identificador de la ruta de evacuación que le corresponde o el recorrido que sigue la ruta y localidad sólo tiene los atributos normales de una localidad como son sus puntos X y Y, su nombre, su área y su perímetro, entre otros. Una localidad “Pertenece” a un municipio y a su vez un municipio “Pertenece” a un estado. Por otra parte un municipio, también, “Contiene” distritos.

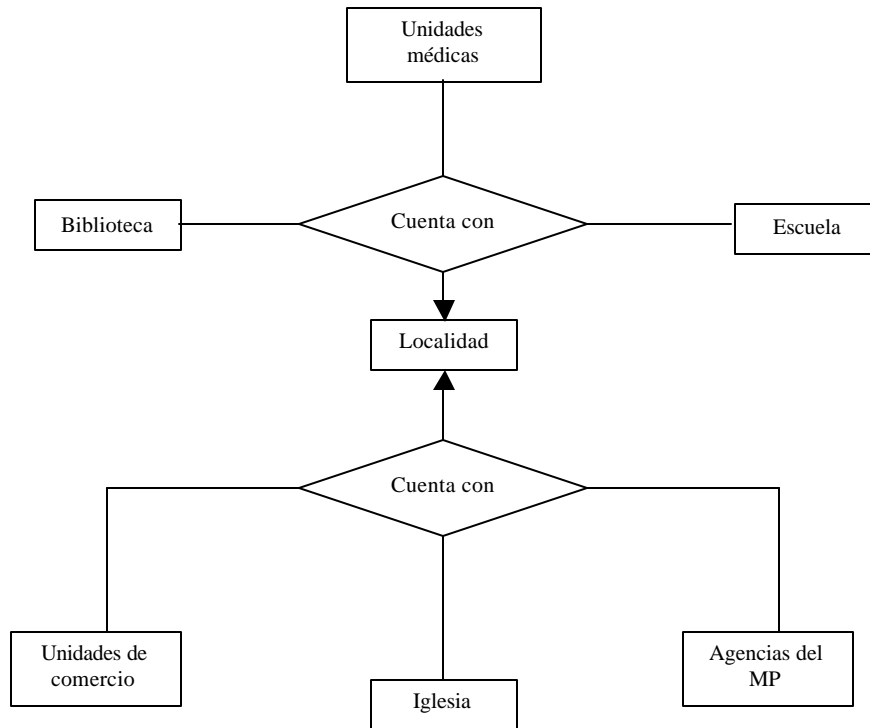
Se introduce este segmento del diagrama Entidad-Relación porque es la representación de las entidades más importantes que se manejan en esta tesis. De estas entidades se obtienen todas las relaciones a las demás entidades que serán definidas en este capítulo.

En el siguiente segmento del esquema original (Fig. 3.2) se observan las diferentes entidades que están relacionadas con una localidad, sea del tipo específico para el volcán, o una localidad de carácter general. Podemos ver que una localidad “Evacua por” una ruta de evacuación “Formada por” caminos y carreteras. Dicha ruta de evacuación “Cuenta con” una ruta alterna. También se “Llega a” o se “Sale de” una localidad por medio de un camino o una carretera la cual puede estar “Cruzada” por un río. Probablemente una localidad este “Dentro de” una zona de peligro, la cual también puede estar “Cruzada” por

un río o por un camino o carretera. Toda localidad en zona de peligro, “Acude” a un refugio en caso de evacuación resultado de alguna contingencia volcánica.



**Fig. 3.2** Localidad y su relación existente con otras entidades



**Fig. 3.3** Localidad y su relación existente con otras entidades

Una localidad, también “Cuenta con” iglesias, bibliotecas, escuelas, unidades médicas, unidades de comercio y agencias del ministerio Publico, como se muestra en la figura 3.3.

### 3.2.1 Representación geográfica de las entidades

Hasta este punto se han definido algunas entidades que tienen relación con una localidad en cuanto información descriptiva, pero hay que señalar que todas las entidades antes citadas, también tienen una representación geográfica. Por ejemplo una carretera, se puede representar como un conjunto de líneas sobre el espacio, o la misma localidad, se

puede representar como uno o varios polígonos o figuras en un mapa.

Una localidad se puede representar como uno o varios cuerpos espaciales, pero para saber cuál localidad está siendo referenciada, se necesita tener una clave de la localidad, que coincida con la clave que se tienen los datos descriptivos. La representación de cada polígono es un conjunto de puntos. Es para esto que se tiene un número de punto. Para efectos de dibujar la representación poligonal de algún objeto, se requiere llevar un orden entre los puntos, pues de no ser así, puede ser que el resultado no sea la figura deseada, aunque los puntos estén correctos. Como se mencionó previamente, la representación de una localidad puede estar formada por una a más figuras. Es por esto que toda figura tiene un número relacionado a esta.

Para poder sacar provecho de estas relaciones y elaborar nuestras consultas utilizamos SQL (Structured Query Language).

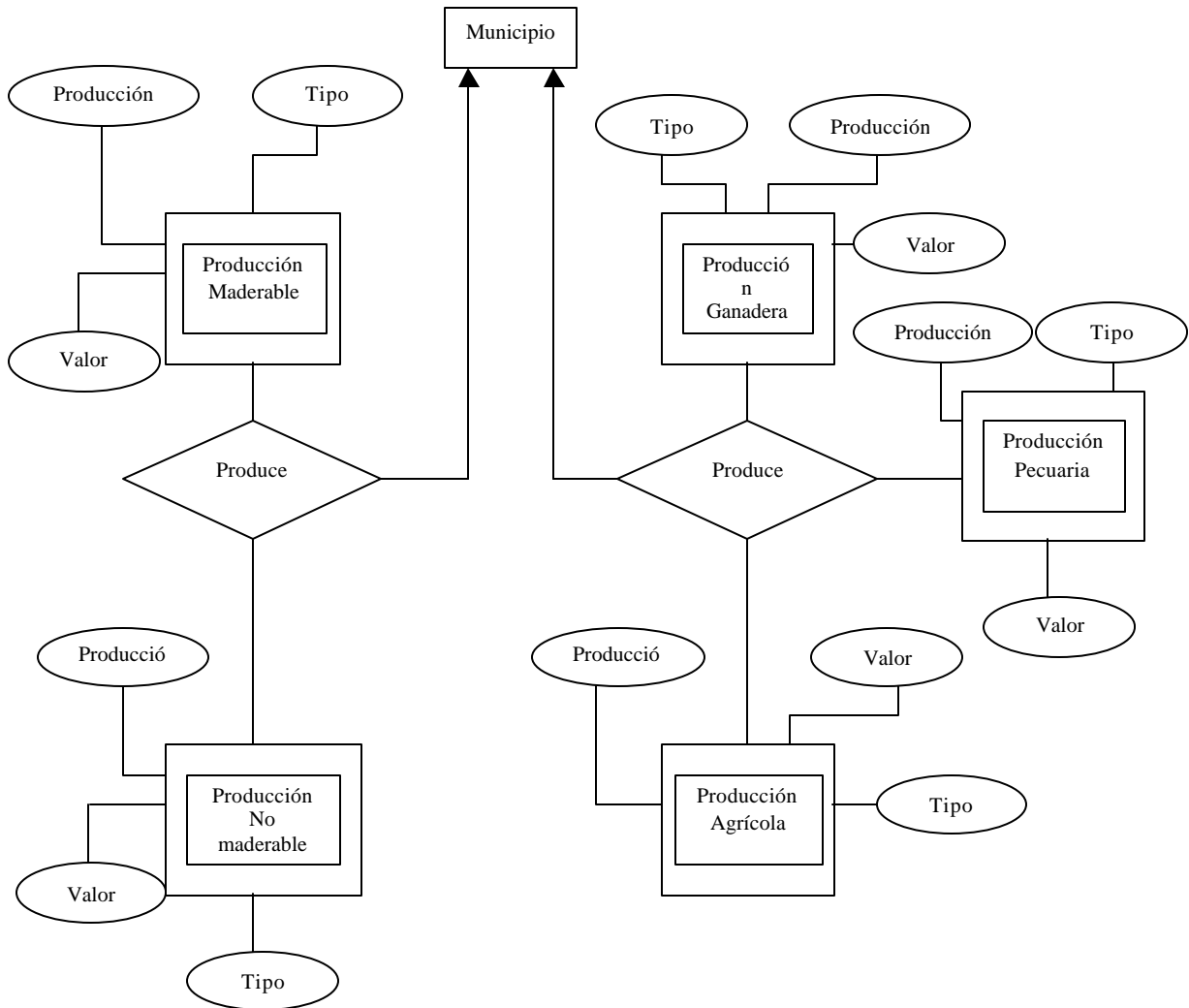
### **3.2.2 Información Estadística**

Como se ha mencionado anteriormente, esta tesis en específico es ayudar a la toma de decisiones de las autoridades en cualquier momento de contingencia volcánica, pero a su vez se plantea como un trabajo de investigación a futuro, para tratar de obtener mayores beneficios no sólo en el contexto del volcán Popocatepetl, sino en diferentes necesidades. Por lo cual, dentro del modelo que se ha venido mostrando, se toma en cuenta otro tipo de información útil y relacionada al contexto de la región del Estado de Puebla. Este tipo de información es la estadística.

En la figura 3.4 se muestra un segmento del modelo Entidad-Relación donde se ilustran las diferentes entidades de las cuales, formulando consultas adicionales, se pueden obtener datos valiosos. Podemos ver que para un municipio hay diferentes tipos de “Producción”:

- Maderable.
- No maderable
- Ganadera
- Pecuaria
- Agrícola

Todas las anteriores con atributos de valor monetario, cantidad (producción) y tipo.



**Fig. 3.4** Ejemplo de modelo de datos descriptivos incluido en la base de datos

Es pertinente mencionar que el modelo que se ha explicado, también se podría extender a lo que es el Estado de México y Morelos, siempre y cuando, las dependencias gubernamentales estén organizadas de una manera similar a como están organizados en el Estado de Puebla y tengan una distribución de datos similar.

### 3.3 OPENGIS EN LA ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS

La implementación SQL92 de las características geoespaciales de OpenGis define un esquema de tablas para el almacenamiento de un sistema de información de referencia geométrica y espacial. La figura 3.5 describe el esquema de base de datos necesario para soportar las características del modelo de datos que OpenGis Consortium propone:

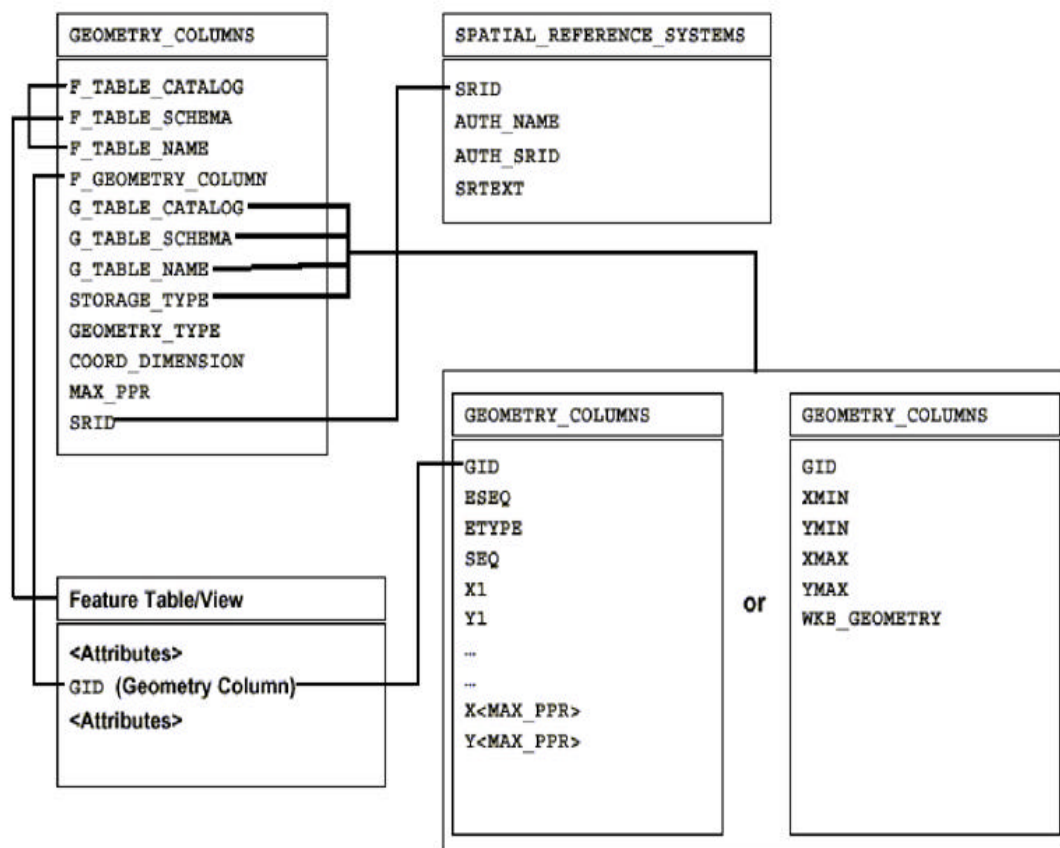


Fig. 3.5 Arquitectura de un sistema de información de referencia geométrica y espacial.  
[OpenGis, 1999]



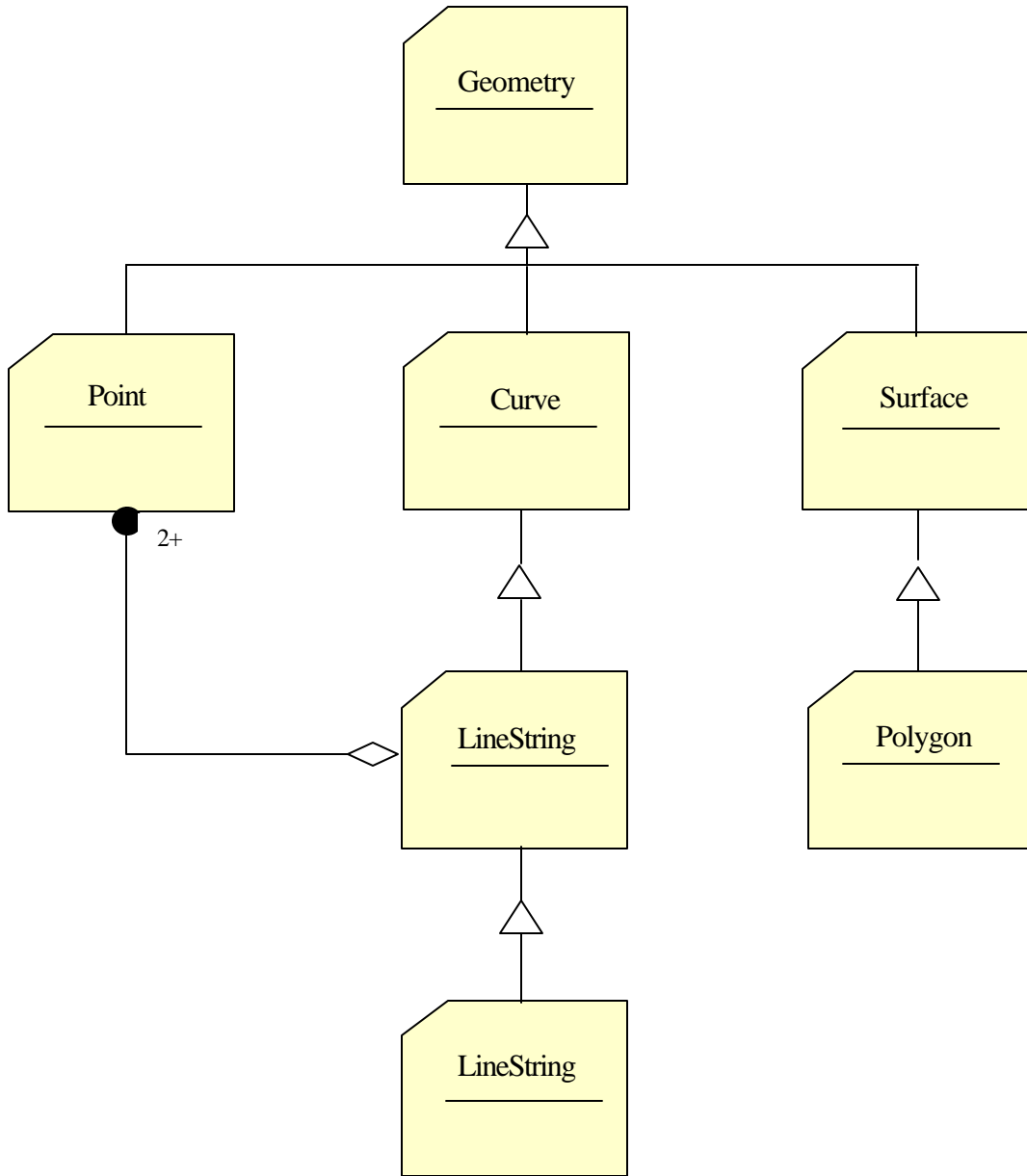
Como se puede apreciar en el esquema anterior, la estructura de nuestra base de datos será manejada en el contexto de OpenGis. Se manejan identificadores para relacionar las tablas de representaciones espaciales con las tablas de datos descriptivos

Como lo mencionamos en la sección 3.1.1 el tipo de tabla que se está usando para el almacenamiento de los datos geográficos es en la que se representan por medio de una sucesión de puntos  $((X_1, Y_1), (X_2, Y_2), \dots, (X_n, Y_n))$ .

### **3.3.1 Las geometrías en OpenGis**

La especificación OpenGis es una abstracción de un modelo de manejo de datos geográficos en el cual se describen los tratamientos a los cuales deben ser sometidos los datos, así como la descripción de las estructuras de datos u objetos deseables para el buen funcionamiento de un software GIS. OpenGis es una nueva corriente, que se está tratando de imponer como un estándar para desarrollar Sistemas de Información Geográfica. [OpenGis, 1999].

Dentro de esta especificación existen jerarquías entre las diferentes clases que forman dicha especificación. En la figura 3.6 se ilustra una parte de la jerarquía de clases que se utilizan dentro del desarrollo de esta aplicación de la especificación OpenGis.



**Fig. 3.6** Jerarquía de clases geométricas

### 3.3.2 Geometry

Un rasgo (feature) es una abstracción de un fenómeno del mundo real. Es un rasgo geográfico si éste, está asociado a una locación relativa a la tierra. En el modelo, las características espaciales son descritas por uno o más atributos cuyos valores son asignados sobre la base de un objeto geométrico o un objeto topológico.

Geometry provee una descripción cuantitativa por medio de coordenadas, de funciones matemáticas y características de rasgos espaciales, incluyendo dimensión, posición, tamaño y orientación. Las funciones matemáticas usadas para describir la geometría de un objeto dependen del tipo de referencia de coordenadas utilizadas para definir la posición espacial. De lo que es una geometría (Geometry), nacen diferentes representaciones:

- Point (Punto)
- Curve (Curva)
- Surface (Superficie)

Para efectos de esta tesis, se utilizan las tres interfaces punto, curva y superficie las cuales son descritas en [Loranca, 2000].

En cuanto a curva y superficie existen diferentes variaciones puesto que las representaciones geográficas de dichas geometrías pueden ser formadas por un elemento de cada tipo, o múltiples elementos, por lo cual se utilizan multicurvas y multisuperficies.

Dentro del modelado de los datos geográficos, se ha contemplado al máximo la especificación Geometry de OpenGis, así como la distribución y orden de éstos. Esto nos arroja como resultado facilidad para continuar con la línea y los objetivos del proyecto general, pues para los desarrolladores futuros, el manejo de los diferentes métodos de obtención, recuperación y tratamiento de datos debe de ser transparente, basándose en un estándar, y de tal manera, genera agilidad y menor pérdida de tiempo analizando segmentos de código.

Dentro del modelado de los datos descriptivos, también nos hemos basado en esta especificación, pues como se puede ver en la figura 3.5, toda geometría tiene un identificador de sus datos descriptivos el cual sirve para relacionarlos entre ellos y poder hacer las consultas deseadas. Por ejemplo tenemos un refugio, cuya clave es 6. Si queremos obtener su representación geográfica, solo se tiene que ir a la tabla de puntos\_refugio y en base al identificador en este caso el número 6, fácilmente obtenemos su geometría.

Para resumir, como se ha mencionado con anterioridad, esta aplicación requiere de la recuperación de datos en base a consultas a nuestra base de datos, y por otra parte respetar el estándar establecido por OpenGis Consortium. Los diferentes módulos previamente programados y probados, permiten llevar a cabo las acciones estipuladas en los objetivos de este desarrollo.