



## **Proyecto: Base de Datos Geográfica - Cartográfica en el Instituto Geográfico Militar del Ecuador con software libre.**

---

Ing. Edison Fernando Bravo Chancay  
Evaluador Geográfico  
Gestión IDE  
edison.bravo@mail.igm.gob.ec

Ing. Pablo Andrés Montenegro Benítez  
Analista de Tecnologías Geoinformáticas  
Gestión Tecnológica - IDE  
pablo.montenegro@mail.igm.gob.ec

### **Resumen**

Actualmente el IGM está impulsando la generación y manejo de la geoinformación bajo políticas nacionales, dirigidas principalmente a garantizar el acceso y uso de la información geográfica básica de forma descentralizada, oportuna y estandarizada y de esta manera aportando y fortaleciendo a la Infraestructura de Datos Espaciales Institucional (IDE - IGM) y Nacional (IEDG), lo que propicia no solo el desarrollo armónico de datos geográficos con elementos tecnológicos sino que permite optimizar recursos y no duplicar esfuerzos vinculando estándares y normas cartográficas-geográficas (normas ISO y estándares OGC).

Este proyecto busca crear e integrar los datos geográficos - cartográficos institucionales en una única Base de Datos Geográfica, que facilite la gestión de información básica y temática proporcionando homogeneidad entre datos geográficos, un adecuado intercambio y fácil integración de los mismos.

Uno de los principales retos en el impulso de esta aplicación fue el desarrollo del proyecto en software libre, aspecto que potenció las capacidades y aptitudes Institucionales para proyectar nuevas soluciones integrales en un futuro cercano tanto en respuesta a las necesidades internas como en apoyo al desarrollo nacional.

Quito, 14 de febrero del 2011



### Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra



hacer obras derivadas

### Bajo las condiciones siguientes:



**Atribución** — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



**No Comercial** — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.



**Compartir bajo la Misma Licencia** — Si altera o transforma esta obra, o genera una obra derivada, sólo puede distribuir la obra generada bajo una licencia idéntica a ésta.

### Entendiendo que:

**Renuncia** — Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor

**Dominio Público** — Cuando la obra o alguno de sus elementos se halle en el dominio público según la ley vigente aplicable, esta situación no quedará afectada por la licencia.

**Otros derechos** — Los derechos siguientes no quedan afectados por la licencia de ninguna manera:

- Los derechos derivados de usos legítimos u otras limitaciones reconocidas por ley no se ven afectados por lo anterior.
- Los derechos morales del autor;
- Derechos que pueden ostentar otras personas sobre la propia obra o su uso, como por ejemplo derechos de imagen o de privacidad.

- **Aviso** — Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar muy en claro los términos de la licencia de esta obra. La mejor forma de hacerlo es enlazar a esta página.



## Sumario

### Tabla de contenido

Resumen .....	1
Sumario .....	2
1. Introducción .....	3
2. Objetivo .....	4
3. Marco teórico.....	4
4. Desarrollo .....	5
4.1. Diseño de la Base de datos Geográfica:.....	5
4.1.1. Modelo Conceptual:.....	5
4.1.1.1. Relaciones espaciales entre objetos Geográficos: .....	8
4.1.2. Modelo Lógico: .....	10
4.1.3. Modelo Físico: .....	12
4.1.3.1. PostgreSQL y la orientación a objetos: .....	12
4.2. Implementación de la BDG:.....	14
5. Conclusiones .....	15
6. Fuentes: .....	16



## 1. Introducción

La generación de datos geográficos en el Instituto Geográfico Militar (IGM) ha tenido como constante la utilización de *archivos* resultantes del proceso cartográfico, entendiéndose este, desde la restitución aerofotogramétrica hasta su culminación como producto digital final, el cual en principio estaba constituido por un archivo CAD (dgn), y que posteriormente fue pasando por formatos de GIS (shp) hasta la actualidad con archivos de bases de datos geográficas en formato mdb.

Independientemente de la calidad de información, el hecho de utilizar varios archivos generaba el “versionamiento” descontrolado de los mismos, tal es así que ocasionó el apareamiento de los famosos archivos nombrados xxxxxx\_fin.xxx, xxxxxx\_fin1.xxx, xxxxxx\_fin2.xxx, xxxxxx\_fin\_fin.xxx, etc.

Estos archivos, que en esencia contenían prácticamente la misma información, solo tenían “pequeñas” variaciones y/o actualizaciones que al final del día generaban confusión en los técnicos, pues ocasionaban que, con el pasar del tiempo, se perdiera de la mente cual de los archivos era final y cuales constituían las actualizaciones o variaciones que estos habían sufrido.

En definitiva, esta forma de trabajo, ocasionaba desorganización lo cual era visible en la calidad de la información; cabe anotar, que obviamente, no es sólo un problema del IGM sino que este es un problema general que se aprecia en la mayoría de entidades públicas o privadas que generan información.

El reto está en organizar los datos y la producción de información desde su concepción hasta su disposición final, de tal forma que permita el acceso, uso, tratamiento, análisis y difusión de la información geográfica de una manera estandarizada, con calidad e interoperable a fin de optimizar recursos y evitar la duplicación de esfuerzos.

El IGM en los últimos años ha asumido un doble desafío, el encontrar la mejor forma de lograr esta organización de los datos geográficos y el hacerlo con una solución libre (open source) en atención al Decreto Presidencial 1014 del 10 de abril del 2008 el que en su Artículo Uno dispone *“Artículo 1.- Establecer como política pública para las Entidades de la Administración Pública Central la utilización de software libre en sus sistemas y equipamientos informáticos”*.

Con el paso del tiempo, el cumplimiento de este reto, se ha visto fortalecido en el ámbito nacional con la promulgación de las Políticas Nacionales de Geoinformación en el Registro Oficial No 269 del 1 de septiembre del 2010 en las que, específicamente en el numeral 1.12 indica: *“Las instituciones productoras y/o custodias de información geoespacial, deben contar con una base de datos geográfica estructurada, basada en el catálogo de objetos nacional vigente”*.



Estos lineamientos que además de dar un sustento político fuerte al proyecto, marcan premisas técnicas importantes al hablar de software libre, base de datos geográfica estructurada y catálogo de objetos, demandan un alto esfuerzo en investigar, generar y enriquecer las capacidades técnicas necesarias para el desarrollo, implementación y mantenimiento de la **Base de Datos Geográfica – Cartográfica del Instituto Geográfico Militar con software libre**.

## 2. Objetivo

Investigar, diseñar, implementar y mantener la Base de Datos Geográfica – Cartográfica para el Instituto Geográfico Militar utilizando software libre, como solución y engranaje principal al proceso geográfico cartográfico que se desarrolla en el IGM.

## 3. Marco teórico

**Base de Datos:** *“Una base de datos o banco de datos (en ocasiones abreviada con la sigla BD o con la abreviatura bd) es un conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso. En este sentido, una biblioteca puede considerarse una base de datos compuesta en su mayoría por documentos y textos impresos en papel e indexados para su consulta. En la actualidad, y debido al desarrollo tecnológico de campos como la informática y la electrónica, la mayoría de las bases de datos están en formato digital (electrónico), que ofrece un amplio rango de soluciones al problema de almacenar datos.”*<sup>1</sup>

**Base de Datos Geográfica (BDG):** *“Es un modelo que permite el almacenamiento físico de la información geográfica, ya sea en archivos dentro de un sistema de ficheros o en una colección de tablas en un Sistema Gestor de Base de Datos”*<sup>2</sup> (ejemplo: PostgreSQL + PostGIS).

**Modelo Relacional:** *“Una base de datos relacional es básicamente un conjunto de tablas, similares a las tablas de una hoja de cálculo, formadas por filas (registros) y columnas (campos). Los registros representan cada uno de los objetos descritos en la tabla y los campos los atributos (variables de cualquier tipo) de los objetos. En el modelo relacional de base de datos, las tablas comparten algún campo entre ellas. Estos campos compartidos van a servir para establecer relaciones entre las tablas que permitan consultas complejas”*<sup>3</sup>.

**Modelo Orientado a Objetos:** *“Integra la orientación a objetos y la funcionalidad de base de datos (Khoshafian, 1993). Una base de datos orientada a objetos se caracteriza por tener un modelo orientado a objetos de*

<sup>1</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Base\\_de\\_datos](http://es.wikipedia.org/wiki/Base_de_datos)

<sup>2</sup> <http://servidoresgeograficos.blogspot.com/2008/07/geodatabase.html>

<sup>3</sup> [http://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario\\_9.pdf](http://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario_9.pdf)



datos lógicos y utiliza un lenguaje de programación orientado a objetos como su interfaz principal (Cooper, 1997). En bases de datos orientadas a objetos, la unidad básica de datos es un objeto indivisible”.<sup>4</sup>

**Modelo Objeto – Relacional:** “El modelo objeto-relacional (ORDBMS) es similar a un front-end dentro de una base de datos relacional que permite que los datos sean grabados como objetos, sin embargo todos los metadatos y la información siguen utilizando el sistema de filas y columnas para este propósito de tal forma que la base de datos pueda ser accedida también como una base de datos relacional. Y así mismo cuando los datos son recuperados la base de datos tiene la capacidad de reconstruir nuevamente los datos simples a objetos complejos”<sup>5</sup>.

**Catálogo de Objetos:** “Catálogo que contiene definiciones y descripciones de tipos de objetos, atributos y relaciones entre objetos que ocurren en uno o más conjuntos de datos geográficos, junto cualquiera de las operaciones de objetos que puedan aplicarse. Permiten la comprensión, facilita la compartición y difusión de los datos geográficos”<sup>6</sup>.

## 4. Desarrollo

El desarrollo de proyecto está determinado principalmente por las siguientes fases:

- a) Diseño de la Base de Datos Geográfica
- b) Implementación de la BDG.

### 4.1. Diseño de la Base de datos Geográfica:

Básicamente esta fase se compone de 3 secciones:

- Modelo Conceptual.
- Modelo Lógico.
- Modelo Físico.

#### 4.1.1. Modelo Conceptual:

Esta sección contempla el entendimiento entre los usuarios y el equipo desarrollador, primordialmente identifica los usuarios, requerimientos, datos y objetivos desde un punto de vista holístico, es decir define el proceso Geográfico – Cartográfico del IGM, tal y como lo muestra el siguiente esquema resumen.

<sup>4</sup> <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.100.9482&rep=rep1&type=pdf>

<sup>5</sup> <http://www.scribd.com/doc/270513/Bases-de-datos-Objeto-relacional>

<sup>6</sup> ISO 19110 Metodología para la Catalogación de Objetos Geográficos.

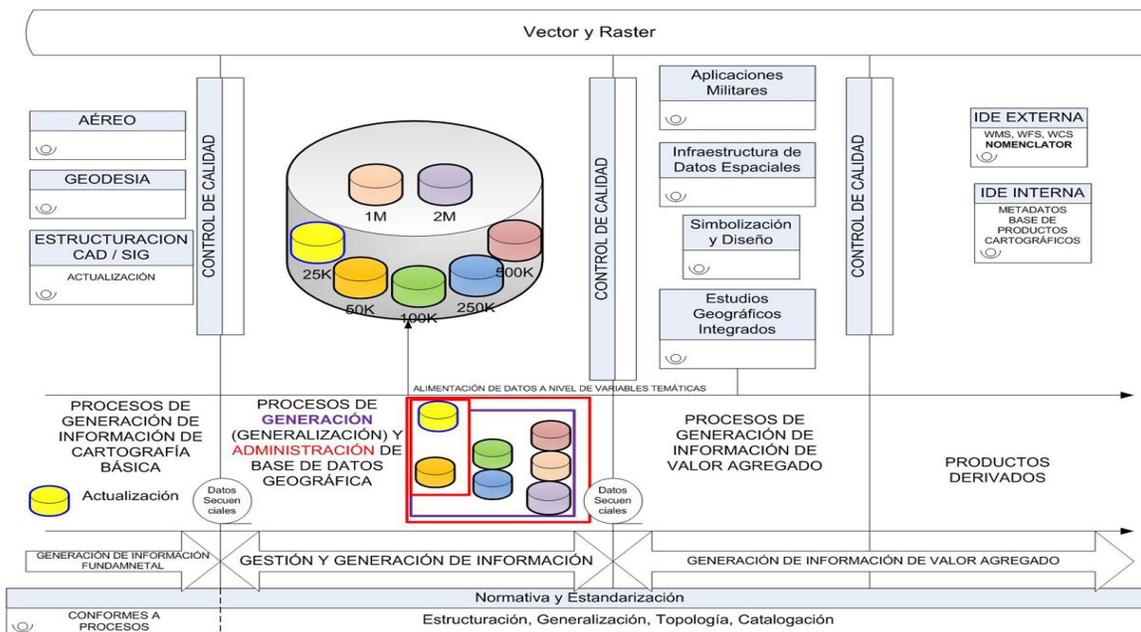


Ilustración 1: Proceso Geográfico - Cartográfico con respecto a la BDG<sup>7</sup>

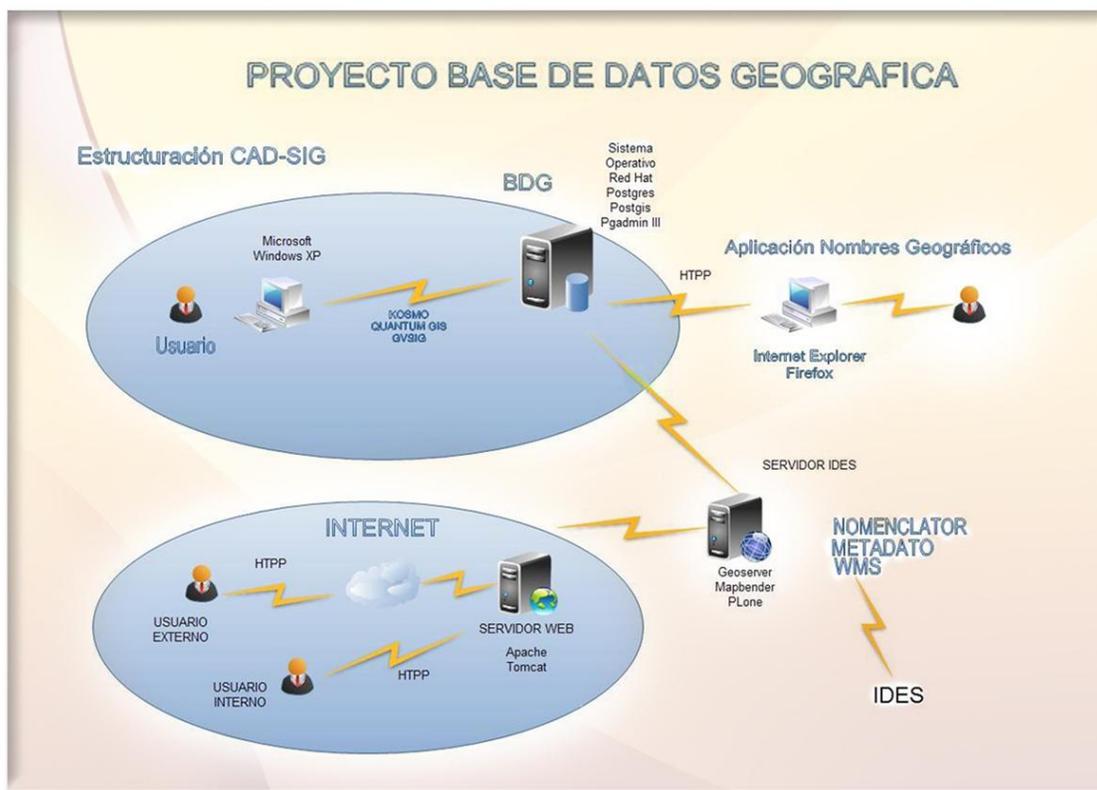


Ilustración 2: Interacción de la BDG con varios de los procesos del IGM<sup>8</sup>

<sup>7</sup> Fuente: Susana Arciniegas y Edison Bravo.

Con respecto a la base de datos se identifica que la misma debe contar con el soporte del Catálogo de Objetos Geográficos el mismo que permitirá definir claramente las familias, categorías, objetos, atributos, relaciones y operaciones a ser incluidas dentro del comportamiento de la BDG, además de un módulo de Auditoría y respaldo de información geográfica el mismo que permitirá manejar la temporalidad de los datos (dimensión de tiempo).

MODELO CONCEPTUAL:  
BASE DE DATOS GEOGRÁFICO - CARTOGRÁFICO

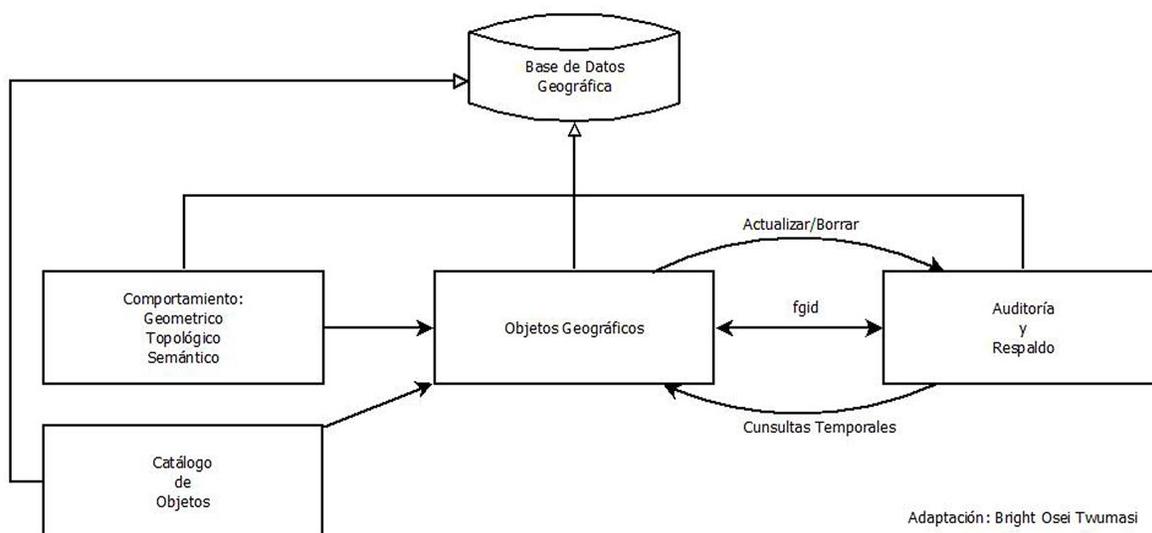


Ilustración 3: Modelo Conceptual de la BDG<sup>9</sup>

El Catálogo de Objetos permite estructurar mejor la base de datos pues contempla un orden lógico de agrupación de acuerdo a su clasificación y tipología, además funciona como un primer acercamiento al diccionario de datos, necesario para armar la BDG en las tablas necesarias.

<sup>8</sup> Fuente: Pablo Montenegro y Edison Bravo

<sup>9</sup> Fuente: Adaptación de Bright Osei Twumasi

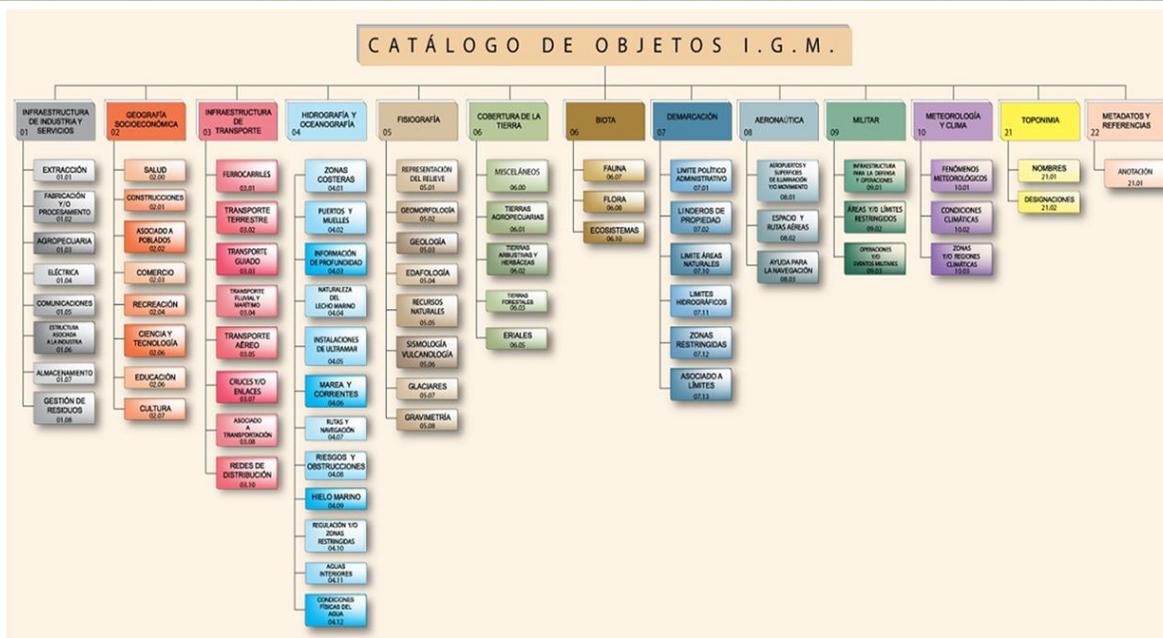


Ilustración 4: Catálogo de Objetos del IGM<sup>10</sup>

#### 4.1.1.1. Relaciones espaciales entre objetos Geográficos:

En la creación de la BDG es muy importante el poder determinar el comportamiento que deben tener los objetos geográficos dentro de la misma, para esta actividad se tomó en cuenta la Matriz Dimensional Ampliada de las 9 Intersecciones en la que muestra de forma gráfica las posibles combinaciones de relaciones espaciales entre objetos.

Las relaciones entre 2 regiones A – B, se describen como una matriz  $A \cap B$  producida mediante la comparación de la intersección del interior, del límite y el exterior de ambas regiones.

Objetos en dos dimensiones, como los polígonos, líneas y puntos, pueden tener 512 relaciones binarias entre cada una dependiendo de la intersección de los interiores ( $^{\circ}$ ), límites ( $\partial$ ) y exteriores ( $^{-}$ ) del objeto.

$$R(A, B) = \begin{bmatrix} A^{\circ} \cap B^{\circ} & A^{\circ} \cap \partial B & A^{\circ} \cap B^{-} \\ \partial A \cap B^{\circ} & \partial A \cap \partial B & \partial A \cap B^{-} \\ A^{-} \cap B^{\circ} & A^{-} \cap \partial B & A^{-} \cap B^{-} \end{bmatrix}$$

<sup>10</sup> Fuente: Gestión Normativa

## MATRIZ DE LAS NUEVE INTERSECCIONES

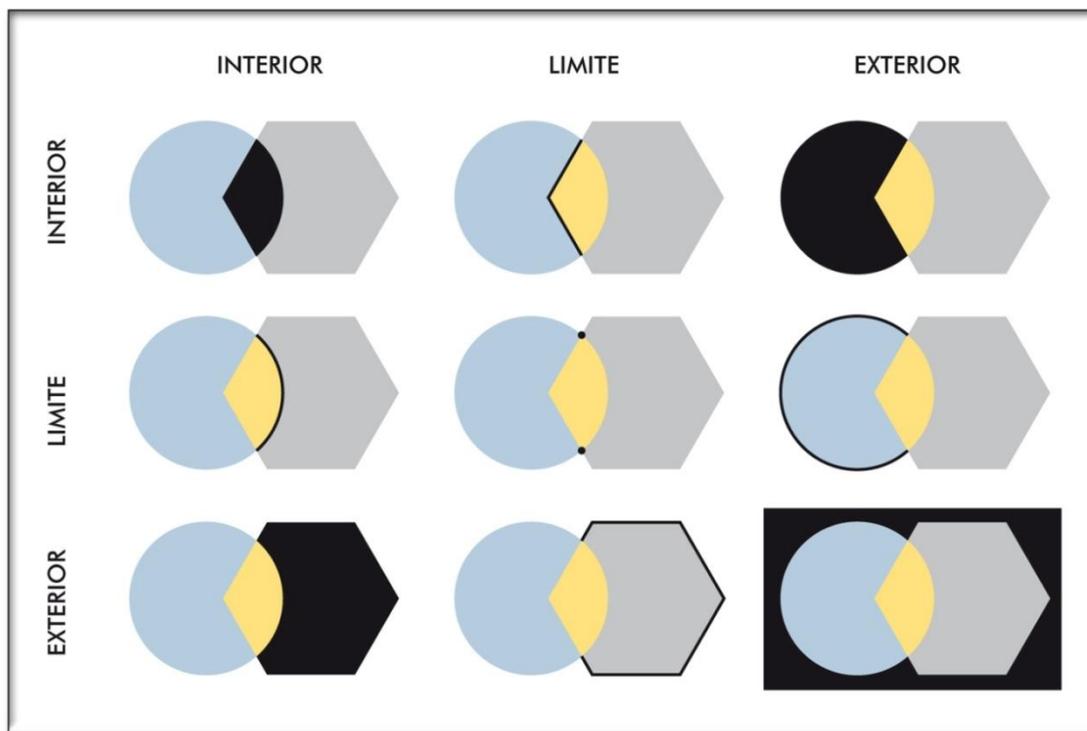


Ilustración 5: Matriz de las nueve intersecciones<sup>11</sup>

En color negro se muestra la intersección resultante de los dos objetos espaciales. Se puede apreciar que dependiendo del lugar en el que se lleve a cabo la intersección se obtendrán diferentes relaciones espaciales por ejemplo:

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Disyunción    Contenencia    Igualdad

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Cubierto por    Sobre posición    Vecindad

<sup>11</sup> Adaptación de <http://docs.codehaus.org/display/GEOTDOC/Point+Set+Theory+and+the+DE-9IM+Matrix#PointSetTheoryandtheDE-9IMMatrix-9IntersectionMatrix>

#### 4.1.2. Modelo Lógico:

En esta etapa se definió la estructura misma de la BDG tomando en consideración el modelo conceptual desarrollado previamente. En cuanto a los requerimientos de los usuarios, en una primera aproximación se determinó una serie de módulos que componen la base de datos y sus dependencias, lo que puede ser apreciado en la siguiente figura donde las flechas representan dependencias y los círculos pertenencia:

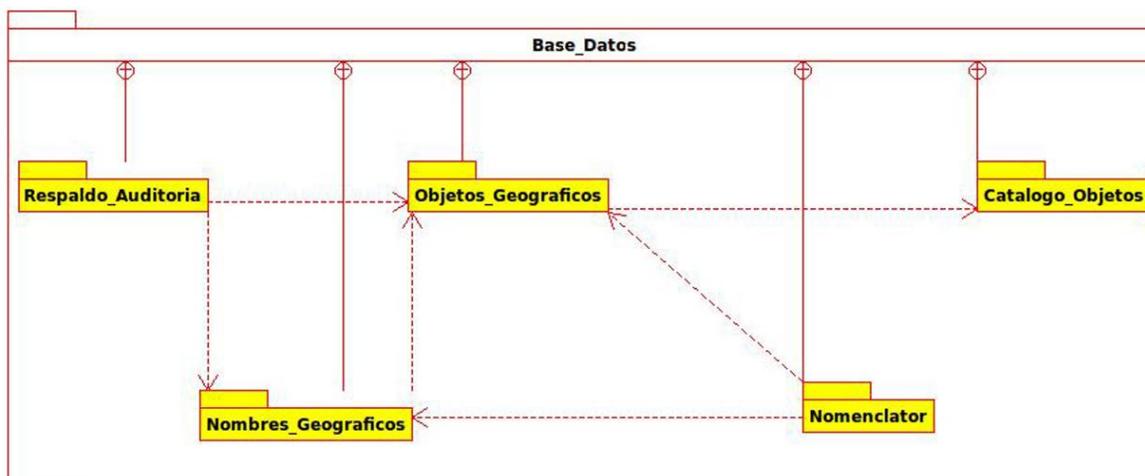


Ilustración 6: Módulos de la BDG

Posteriormente se estableció la organización final en la BDG tomando en cuenta que los objetos geográficos deben estar agrupados por familias y sub-familias en función del catálogo de objetos.

Como se muestra en la ilustración, dentro de la familia GS\_CONSTRUCCIONES se encuentran los objetos edificio, comunidad, campamento y zona urbana, en los cuales se especifica los diferentes atributos y conectados a sus correspondientes dominios.

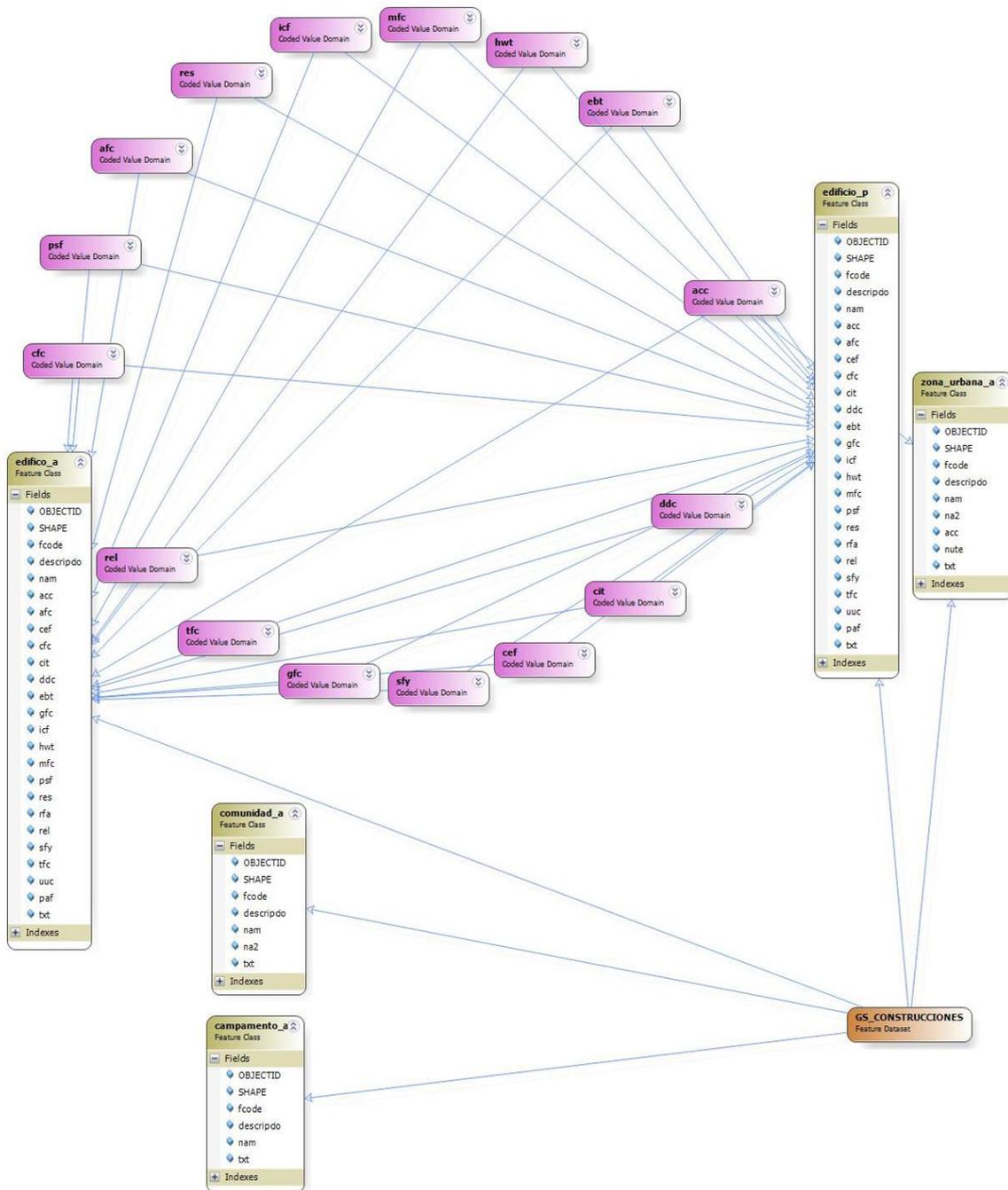


Ilustración 7: Esquema lógico de la BDG (parcial)



#### 4.1.3. Modelo Físico:

Es la implementación de los anteriores modelos (lógico y conceptual) en el programa o software seleccionado en el que se vaya a trabajar y de acuerdo a sus propias especificaciones.

El modelo físico determina en qué forma se debe almacenar los datos, cumpliendo con las restricciones y aprovechando las ventajas del sistema específico a utilizar, para este efecto se determinó que la opción del Sistema de gestión de base de datos relacional orientada a objetos PostgreSQL mas la extensión espacial PostGIS, son idóneas para los requerimiento que se persiguen.

##### 4.1.3.1. PostgreSQL y la orientación a objetos<sup>12</sup>:

*El argumento a favor de las bases de datos objeto-relacionales sostiene que permite realizar una migración gradual de sistemas relacionales a los orientados a objetos y, en algunas circunstancias, coexistir ambos tipos de aplicaciones durante algún tiempo.*

*El problema de este enfoque es que no es fácil lograr la coexistencia de dos modelos de datos diferentes como son la orientación a objetos y el modelo relacional. Es necesario equilibrar de alguna manera los conceptos de uno y otro modelo sin que entren en conflicto.*

*Uno de los conceptos fundamentales en la orientación a objetos es el concepto de clase.*

*Existen dos enfoques para asociar el concepto de clase con el modelo relacional:*

- *Enfoque 1: las clases definen tipos de tablas.*
- *Enfoque 2: las clases definen tipos de columnas.*

*Dado que en el modelo relacional las columnas están definidas por tipos de datos, lo más natural es hacer corresponder las columnas con las clases. PostgreSQL implementa los objetos como tuplas y las clases como tablas.*

<sup>12</sup> <http://www.dataprix.com/28-postgresql-orientacion-objetos>



A continuación se muestra una ilustración de la implementación física en una base de datos de PostgreSQL + PostGIS:

The screenshot shows the PostGIS Manager interface for the 'rio\_a' table. The left pane lists various tables, with 'rio\_a' selected. The right pane displays the following information:

**rio\_a**

Relation type: Table  
Owner: postgres  
Rows (estimation): 0  
Rows (counted): 0  
Pages: 0  
Privileges: select insert update delete

**PostGIS**

Column: the\_geom  
Geometry: POLYGON  
Dimension: 2  
Spatial ref: "WGS 84 / UTM zone 17S" (32717)  
Extent: (unknown)

**Fields**

#	Name	Type	Length	Null	Default
1	gid	int4	4	N	
2	fcode	varchar (9)	-1	N	nextval('b_cuerpos_agua.rio_a_gid_seq'::regclass)
3	nam	varchar (84)	-1	N	'BH140'::character varying
4	na2	varchar (84)	-1	N	
5	acc	int4	4	N	
6	hyp	int4	4	N	
7	txt	varchar (254)	-1	N	
8	the_geom	geometry	-1	Y	

**Constraints**

Name	Type	Column(s)
rio_a_pkey	Primary key	gid
enforce_srid_the_geom	Check	the_geom
enforce_dims_the_geom	Check	the_geom
enforce_geotype_the_geom	Check	the_geom
rio_a_fk	Foreign key	fcode
rio_a_fk1	Foreign key	acc
rio_a_fk2	Foreign key	hyp

**Indexes**

Name	Column(s)
sidx_rio_a	the_geom

**Triggers**

Name	Function	Type	Enabled
RI_ConstraintTrigger_54443	(delete) RI_FKey_check_ins	After INSERT	Yes (disable)

Ilustración 8: Modelo Físico de la BDG



## 4.2. Implementación de la BDG:

En este punto del proyecto se determinó las estrategias de implementación y puesta en marcha de la BDG, para lo cual se preparó un equipo servidor Linux de prueba con el software que se menciona a continuación:

- Sistema operativo para el servidor: Ubuntu Server.
- Software de base de datos: PostgreSQL 8.4
- Extensión de base de datos espacial para PostgreSQL: PostGIS.
- Sistema Administrador de BDD: PgAdmin III, PostGIS Manager (extensión de QGIS).
- Sistema de desarrollo visual para el diseño y modelar de base de datos de PostgreSQL: SQL Power Suite Data Architect.
- SIG: QuamtunGIS, Kosmo, Gvsig.
- Servidor Web: Apache/Tomcat.
- Servidor OGC: Geoserver (Servicio de mapas y coberturas).

Una vez realizada la instalación correspondiente se procedió a la creación de los esquemas y de las tablas establecidas en el catálogo de objetos incluyendo los atributos y tipos de datos, para la creación de las tablas geográficas se utiliza estrictamente la función de PostGIS “addgeometrycolumn<sup>13</sup>” pues garantiza la correcta aplicación del estándar OpenGIS Simple Features Implementation Specification for SQL 1.1<sup>14</sup>, por lo tanto garantiza la interoperabilidad entre sistemas. Luego se crearon las claves foráneas y para finalizar se crean los roles de usuarios correspondientes según perfiles de trabajo, para el efecto se establecieron 3 grupos de usuarios, Administrador, Editor y Consultas los mismos que fueron registrados en cada esquema de información (Ilustración 8).

Actualmente la base de datos se encuentra en etapa de pruebas por varios usuarios, en diferentes procesos de la Gestión Geográfica y Cartográfica, ingresando información a diferentes escalas como 1:5.000, 1:25.000, 1:50.000, etc y con distintas aplicaciones libres como por ejemplo Qgis<sup>15</sup>, Kosmo<sup>16</sup>, GvSIG<sup>17</sup>, proceso que permitirá determinar la mejor combinación cliente – servidor, y que a la vez se ajuste a las necesidades institucionales.

<sup>13</sup> <http://postgis.refractor.net/docs/AddGeometryColumn.html>

<sup>14</sup> <http://www.opengeospatial.org/standards/sfs>

<sup>15</sup> <http://www.qgis.org/>

<sup>16</sup> [http://www.opengis.es/index.php?option=com\\_docman&Itemid=42](http://www.opengis.es/index.php?option=com_docman&Itemid=42)

<sup>17</sup> <http://www.gvsig.org/>



## 5. Conclusiones

- Cronológicamente las bases de datos han sido construidas pensando en dos prioridades, la definición de tipos de datos básicos que ayuden a un mejor control, y rendimiento y el menor consumo de recursos de memoria secundaria. Estas limitaciones creadas en las bases de datos tipo RDBMS, obligan que la implementación de un esquema de base de datos ingresado por un usuario sea más laborioso.
- Hoy en día las preocupaciones por la cantidad de tipos de datos y el consumo de memoria afectan seriamente al rendimiento del software, no obstante estos son manejables gracias a los avances en el hardware y el desarrollo de modernas bases de datos.
- Se pueden emplear diferentes modelados de datos en un SIG, sin embargo es necesario buscar que la aplicación desarrollada permita el intercambio de información con otros sistemas. Siendo esta una de las razones por las que se decidió utilizar el modelo de objetos geométricos propuestos por OpenGIS ya que es el que más se acerca a lo que será un estándar.
- Este modelo de objetos geométricos, está estrechamente relacionado con el Sistema de Referencia Espacial permitiendo obtener consultas sobre los objetos geográficos, es decir que para poder desplegarlos y analizarlos, deben estar bajo un mismo sistema de coordenadas. Pues estas proporcionan al usuario la información necesaria para realizar consultas, contemplando que los datos sean recuperados y almacenados utilizando el estándar SQL.
- Permite un control de la información de nombres geográficos en su ingreso, procesamiento e integración asociada al objeto geográfico, lo que garantiza un proceso de validación antes de su publicación.
- Los nombres geográficos (topónimos) son fuente importante de información cultural, descripción de fenómenos y temporalidad, por lo que deben estar íntimamente asociados al dato geográfico.
- Este proyecto permitirá escalar la información geográfica a un mayor número de aplicaciones geográficas como estudios temáticos, servicios geográficos en la web, entre otros.



## 6. Fuentes:

- Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2003. © 1993-2002.
- Catalogo de objetos – Modelo de datos, Instituto Geográfico Militar.- 2010.
- Gómez Cobelo. José Ramón. Apuntes sobre la relación entre toponimia y cultura. ONHG. Boletín Informativo 2001.
- TORT, J. Toponimia y marginalidad geográfica. Los nombres de lugar como reflejo de una interpretación del espacio. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de ABRIL de 2003, vol. VII, núm. 138. <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-138.htm>> [ISSN: 1138-9788].
- Meza Moreno, Aldana Geomara. Bravo Chancay, Edison Fernando (2009). Diseño de un modelo y propuesta de aplicación en un Sistema piloto para la gestión de la información catastral. Facultad de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente. ESPE. Sede Sangolquí.
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Base\\_de\\_datos](http://es.wikipedia.org/wiki/Base_de_datos)
- <http://servidoresgeograficos.blogspot.com/2008/07/geodatabase.html>
- [http://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario\\_9.pdf](http://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario_9.pdf)
- <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.100.9482&rep=rep1&type=pdf>
- <http://www.scribd.com/doc/270513/Bases-de-datos-Objeto-relacional>
- ISO 19110 Metodología para la Catalogación de Objetos Geográficos.
- <http://docs.codehaus.org/display/GEOTDOC/Point+Set+Theory+and+the+D+E-9IM+Matrix#PointSetTheoryandtheDE-9IMMatrix-9IntersectionMatrix>
- <http://www.dataprix.com/28-postgresql-orientacion-objetos>
- <http://postgis.refractor.net/docs/AddGeometryColumn.html>
- <http://www.opengeospatial.org/standards/sfs>
- <http://www.qgis.org/>
- [http://www.opengis.es/index.php?option=com\\_docman&Itemid=42](http://www.opengis.es/index.php?option=com_docman&Itemid=42)
- <http://www.gvsig.org/>