

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Postgrados

**Sistema de Información Geográfica aplicado al Catastro
de Alcantarillado del Cantón Paute, ECUADOR**

Hernán Marcelo Samaniego Vintimilla

**Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de
Maestría internacional en Sistemas de Información Geográfica**

Quito, julio 2012

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Postgrados

HOJA DE APROBACION DE TESIS

Sistema de Información Geográfica aplicado al Catastro de Alcantarillado del Cantón Paute, ECUADOR

Hernán Marcelo Samaniego Vintimilla

Richard Resl, MSc.
Director de Tesis
Director del Programa de Maestría en
Sistemas de Información Geográfica

Anton Eitzinger, MSc.
Miembro del Comité de Tesis

Stella de la Torre, Ph.D.,
Decana del Colegio de
Ciencias Biológicas y Ambientales

Victor Viteri Breedy, Ph.D.
Decano del Colegio de Posgrados

Quito, julio 2012

@ Derechos del autor

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior

Firma:

Hernán Marcelo Samaniego Vintimilla

C.I.: 0102408242

Fecha: 30/11/2012

Dedicatoria

A mis hijos, que son mi continuación.

Resumen

Los municipios pequeños de la provincia del Azuay, dedicados a la actividad de manejo de Redes de Agua Potable y Alcantarillado, presentan una serie de deficiencias como el desconocimiento del sistema, dado por la escasa información de redes y la falta de fidelidad de la existente, así como la pobre utilización de herramientas que faciliten la gestión.

Es indispensable detener el deterioro de estos sistemas para lograr mayor eficiencia de los mismos, resultando muy eficaz la utilización de herramientas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

En este trabajo se realiza un análisis, referenciación y procesamiento de la información existente, además de la creación de una base de datos alfanumérica para posteriormente trabajar con los Sistemas de Información Geográfica (SIG), con una herramienta desarrollada en .NET integrada al módulo de MAP OBJECT de ESRI.

Con la utilización de los SIG, se tiene gran capacidad de almacenar y gestionar información, así como realizar análisis que ayuden en la toma de decisiones, se podrían eliminar gran parte de estas deficiencias, ya que existe mejora de la calidad de servicio; al asegurar una eficaz gestión de los problemas de las redes y una comunicación a los usuarios de las deficiencias en el servicio. Sencillez en el mantenimiento, al permitir una mejora en la planificación de trabajos en la red, detección de problemas puntuales en elementos de la red y reducción de los costos de mantenimiento. Representar, modelar y analizar de forma integrada en un mismo espacio y tiempo, componentes naturales, procesos, fuentes de contaminación, infraestructura y asentamientos, y otros elementos de interés cartografiables.

Abstract

Small municipalities in the province of Azuay, dedicated to the business of managing water networks and sewage, have a number of shortcomings such as the lack of knowledge of the system, given the limited information network and the unreliability of the existing system, as well as the poor utilization of tools to facilitate management.

It is essential to halt the deterioration of these systems in order to achieve greater efficiency; therefore the use of tools such as geographic information systems (GIS) is very effective.

This paper presents an analysis, referencing and processing of existing information, in addition to the creation of a database for later alphanumeric work with geographic information systems (GIS), a tool developed in .NET and integrated into the module ESRI Map Object.

With the use of GIS, we have great capacity to store and manage information, as well as to complete analyses that assist in making decisions. It could eliminate many of these deficiencies, since there is improvement in the quality of service, which ensures effective management of problems in the networks and communication with the users about any service deficiencies. Simplicity in maintenance allows improvement in scheduling work in the network, detection of specific problems in network elements and reduction of maintenance costs. Representing, modeling and analyzing seamlessly in the same space and time, natural components, processes, sources of pollution, infrastructure and settlements, and other mappable elements.

Palabras Claves:

Municipios pequeños, SIG, Redes.

TABLA DE CONTENIDO

PORTADA	I
HOJA DE APROBACION DE TESIS	II
Derechos del autor	iii
Dedicatoria	iv
Resumen	v
Abstract	vi
Palabras Claves:	vii
Cartografía, GIS, Catastros.	vii
TABLA DE CONTENIDO	viii
LISTA DE ANEXOS	xii
ANEXO A: SOFTWARE	xii
LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE TABLAS	xvi
CAPITULO I	1
1. INTRODUCCION	2
1.1. JUSTIFICACION DEL PROYECTO	2
1.2. ANTECEDENTES	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. OBJETIVOS GENERALES	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3

viii

1.4.	ALCANCE	4
1.5.	METODOLOGIA	5
1.6.	MEDICIÓN TERRESTRE	6
1.7.	GPS (Global Positioning System)	7
1.8.	CAD	10
1.9.	SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)	12
1.10.	CAD vs SIG	15
1.11.	SISTEMA DISTRIBUIDO	15
1.12.	CLIENTE SERVIDOR	18
1.13.	SISTEMAS DE GESTIÓN DE BASE DE DATOS (SGBD)	21
CAPITULO II		25
2.	EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE HARDWARE Y SOFTWARE	26
2.1.	DESCRIPCIÓN DE HARDWARE Y SOFTWARE DISPONIBLE	26
2.2.	INSTALACIÓN DE SOFTWARE.	28
CAPITULO III		41
3.	DISEÑO DEL CATASTRO DE ALCANTARILLADO	42
3.1.	ANTECEDENTES.	42
3.1.1.	Red de Alcantarillado:	43
3.2.	FUENTES DE INFORMACIÓN.	45
3.3.	ENTIDADES GRÁFICAS.	46

CAPITULO IV	47
4. METODOLOGIA	48
4.1. PROCEDIMIENTO	48
CAPITULO V	54
5. ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS	55
5.1. ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS.	55
5.1.1. Entidades.	55
5.1.2. El Modelo Entidad - Relación:	55
5.1.3. Modelo Entidad-Relación del Sistema	57
5.1.4. Estructura del Diccionario de Datos	58
5.2. FUNCIONALIDADES	62
5.3. CONSULTAS GRÁFICAS	63
CAPITULO 6	66
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
6.1. CONCLUSIONES	67
6.2. RECOMENDACIONES	69
BIBLIOGRAFIA	71
ANEXOS A. SOFTWARE	72
A.1. INTRODUCCIÓN	72
A.2. ÁMBITO DEL SOFTWARE	72
A.2.1. Tabla de shapes	73

A.2.2. Ventanas de Visualización _____ 74

A.2.3. Menú Principal _____ 74

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A: SOFTWARE

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1: Implementación de una aplicación de sistema de información geográfico para el manejo de alcantarillado.....	4
Fig. 2: Metodología base para la realización de trabajos de alcantarillado	6
Fig. 3: GPS diferencial	9
Fig. 4: Un Sistema de Información Geográfica.....	12
Fig. 5: Componentes de un SIG	14
Fig. 6: Sistema Distribuido.....	16
Fig. 7: Arquitectura Cliente - Servidor	18
Fig. 8: Sistema de gestión de base de datos.....	21
Fig. 9: Pantalla ArcMap	30
Fig. 10: Pantalla ArcCatalog.....	31
Fig. 11: Pantalla ArcToolbox	32
Fig. 12: Plataforma de Ejecución Intermedia.....	36
Fig. 13: Donde Instalar el Framework	39
Fig. 14: Sistema de Alcantarillado	43
Fig. 15: Simbología de Alcantarillado	46
Fig. 16: Redes de alcantarillado	49
Fig. 17: Requerimiento de Software	49

Fig. 18: Requerimiento de hardware	50
Fig. 19: Metadatos.....	52
Fig. 20: Modelo Entidad Relación.....	52
Fig. 21: Tablas de la Base de Datos	57
Fig. 22: Consulta Tipo Calzada	63
Fig. 23: Consulta tipo canal.....	64
Fig. 24: Consulta número de pozos.....	64
Fig. 25: Consulta tipo pozo.....	65
Fig. 26: Consulta predios con alcantarillado.....	65
Fig. 27: Identificación Usuario	72
Fig. 28: Entorno del Programa	73
Fig. 29: Tablas de SHP	74
Fig. 30: Funciones del Submenú Mapa.....	74
Fig. 31: Funciones del Submenú Configuración.....	75
Fig. 32: Configuración del Shape	76
Fig. 33: Configuración del Shape para la Red.....	77
Fig. 34: Configuraciones Generales	77
Fig. 35: Impresión Página.....	79
Fig. 36: Impresión Selección	79

Fig. 37: Consulta de Datos	82
Fig. 38: Resultados de la Consulta.....	82
Fig. 39: Etiquetas	83
Fig. 40: Búsqueda de Calles	85

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Características de Equipos.....	28
Tabla 2: Pozos de Alcantarillado	59
Tabla 3: Clase de Tubería	60
Tabla 4: Estado de Tubería y/o Red.....	60
Tabla 5: Forma de la Tubería	61
Tabla 6: Tipo de Calzada	61
Tabla 7: Tipo de Pozo	61
Tabla 8: Tubería	62

CAPITULO I

INDRODUCCION

1. INTRODUCCION

1.1. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

De acuerdo a datos proporcionados por el departamento de Avalúos y Catastros, se tiene que a la fecha existen 2874 predios catastrados en la cabecera cantonal, y como dato adicional se tiene que el 80 % del radio urbano del cantón tiene el servicio del alcantarillado lo que corresponde a 2300 predios que usan este servicio; quedando un 20% que representa a 574 predios, los cuales carecen de este servicio.

En lo que concierne al mantenimiento de las redes de alcantarillado se lo hace en forma esporádica, y en forma continua en los recolectores pluviales, determinando que continuamente existen taponamientos, y colapsos en tramos cuyas pendientes no son muy bien definidas, los mismos que, son la causa para el constante daño del sistema, debilitando así la calidad en el servicio.

La información catastral del sistema se encuentra en planos analógicos, que fueron dibujados a mano, durante la construcción de las redes de alcantarillado del cantón; no existe ninguna referencia adicional, procedimientos o estándares establecidos para entrega de documentos relacionados con el tema.

1.2. ANTECEDENTES

El Cantón Paute se encuentra ubicado en el sector nor-oriental de la provincia del Azuay, a una altura de 2.289 m.s.n.m., con un clima templado.

Paute se halla bañado por el sistema fluvial del río Paute. El sistema hidrográfico es importante para el desarrollo de la región y el país por la ejecución de proyectos de electrificación y de riego.

El sistema de Alcantarillado del cantón Paute realiza la recolección y al mismo tiempo el desalojo de las Alcantarillados pluviales y servidas, que posteriormente son eliminados hacia la cuenca del río Paute.

Existen tres tipos de alcantarillado en la ciudad: Sanitario, Sanitario-Combinado y Pluvial.

La cobertura del cantón es el 80% con una longitud aproximada 32.391 con descarga al río Paute. Son alrededor 1611 abonados, de los cuales, las viviendas del centro descargan directamente a las matrices del alcantarillado, situación que no se da en ciertos barrios aledaños al cantón.

En la actualidad existen varios proyectos para mejora del servicio, los cuales se están en ejecución para una mejor calidad del servicio.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVOS GENERALES

- Implementar un Sistema de Información Geográfica para redes de Alcantarillado del Cantón Paute, Ecuador.
- Integrar mediante un sistema informático (cliente/servidor) la información espacial y temática para gestionar de manera eficiente y oportuna los distintos requerimientos de nuestros usuarios.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer procesos de recepción de catastros de obras de Alcantarillado.
- Georefenciar y digitalizar la infraestructura de Alcantarillado.

- Estandarizar la información digital de redes de Alcantarillado del Cantón Paute
- Crear bases de datos para el manejo de la información normalizada de las redes de Alcantarillado.
- Implementar una aplicación de sistemas de Información geográfica para manejo del servicio de Alcantarillado.

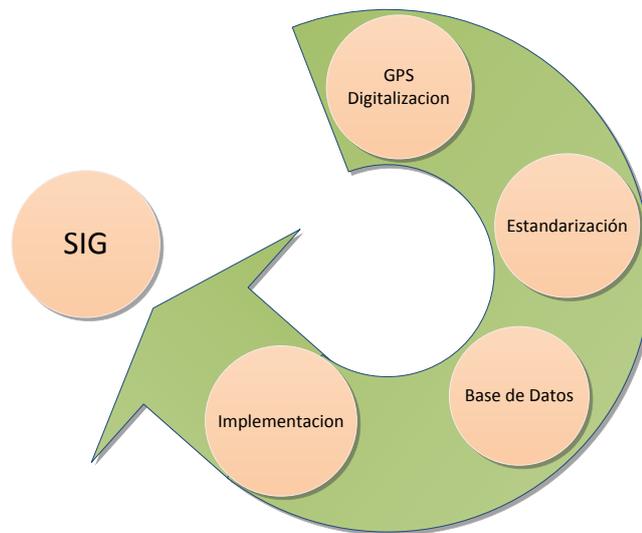


Fig. 1: Implementación de una aplicación de sistema de información geográfico para el manejo de alcantarillado

1.4. ALCANCE

Para conocer el alcance del proyecto debo identificar y evaluar el sistema de alcantarillado en su situación actual, para posteriormente definir procedimientos y metodologías que utilizare durante el desarrollo del mismo. Para conseguir lo propuesto debemos seguir los siguientes pasos:

Recopilación y análisis de la información del sistema de catastros de la infraestructura de Alcantarillado.

Recuperación de la infraestructura de Alcantarillado mediante GPS.

Digitalización y validación de la información tomada en campo.

Estandarización de la información de la infraestructura de Alcantarillado.

Creación de base de datos para Alcantarillado.

Implementación del software para manejo de las redes de Alcantarillado y la base de datos.

Definición de los procedimientos que deberán seguirse para mejorar y optimizar los procesos de mantenimiento catastral.

1.5. METODOLOGIA

La municipalidad del Cantón Paute, requiere del mejoramiento y optimización de cada uno de los componentes de los sistemas de la Red de Alcantarillado, identificando los problemas que estos presentan, y proponiendo soluciones técnicas viables para los mismos, además de un instrumento actualizable que contenga en tiempo real la infraestructura e inventario de los sistemas de la Red de alcantarillado, para lo cual se presenta una metodología base para la realización de los trabajos de este proyecto:

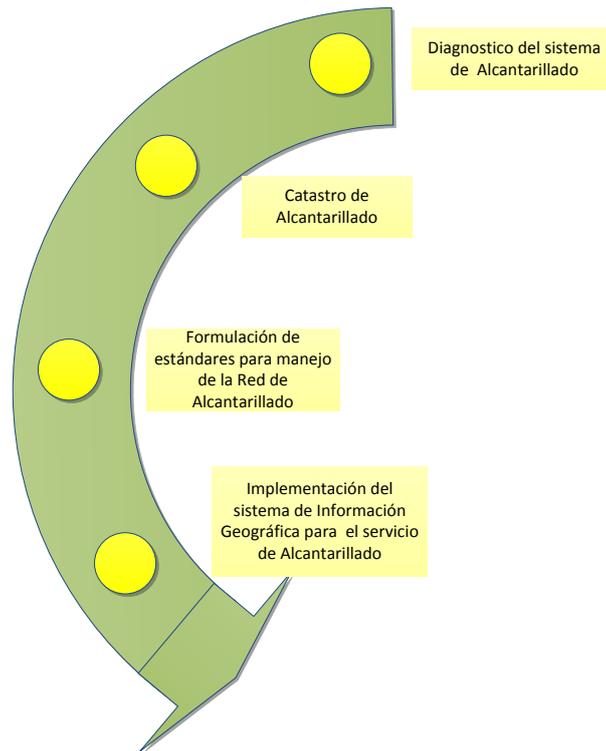


Fig. 2: Metodología base para la realización de trabajos de alcantarillado

1.6. MEDICIÓN TERRESTRE

La **Topografía** (de *topos*, "lugar", y *grafos*, "descripción") es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la Tierra, con sus formas y detalles; tanto naturales como artificiales (ver planimetría y altimetría). Esta representación tiene lugar sobre superficies planas, limitándose a pequeñas extensiones de terreno, utilizando la denominación de geodesia para áreas mayores. De manera muy simple, puede decirse que para un topógrafo la Tierra es plana (geoméricamente), mientras que para un geodesta no lo es.

Para eso se utiliza un sistema de coordenadas tridimensional, siendo la X y la Y competencia de la planimetría, y la Z de la altimetría.

Los mapas topográficos utilizan el sistema de representación de planos acotados, mostrando la elevación del terreno utilizando líneas que conectan los puntos con la misma cota respecto de un plano de referencia, denominadas curvas de nivel, en cuyo caso se dice que el mapa es *hypsográfico*. Dicho plano de referencia puede ser o no el nivel del mar, pero en caso de serlo se hablará de altitudes en lugar de cotas.

Actualmente el método más utilizado para la toma de datos se basa en el empleo de una estación total, con la cual se pueden medir ángulos horizontales, ángulos verticales y distancias. Conociendo las coordenadas del lugar donde se ha colocado la Estación es posible determinar las coordenadas tridimensionales de todos los puntos que se midan.

Procesando posteriormente las coordenadas de los datos tomados es posible dibujar y representar gráficamente los detalles del terreno considerados. Con las coordenadas de dos puntos se hace posible además calcular las distancias o el desnivel entre los mismos puntos aunque no se hubiese estacionado en ninguno.

Se considera en topografía como el proceso inverso al replanteo, pues mediante la toma de datos se dibuja en planos los detalles del terreno actual. Este método está siendo sustituido por el uso de GPS, aunque siempre estará presente pues no siempre se tiene cobertura en el receptor GPS por diversos factores (ejemplo: dentro de un túnel). El uso del GPS reduce considerablemente el trabajo, pudiéndose conseguir precisiones buenas de 2 a 3 cm si se trabaja de forma cinemática y de incluso 2 mm de forma estática. Los datos de altimetría o z levantados por la estación no son ni deben tomarse como definitivos, sino hasta comprobarlos por una nivelación diferencial.

1.7. GPS (Global Positioning System)

El **SPG** o **GPS** es un sistema global de navegación por satélite (GNSS) que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona o un

vehículo con una precisión hasta de centímetros (si se utiliza GPS diferencial), aunque lo habitual son unos pocos metros de precisión. El sistema fue desarrollado, instalado y actualmente operado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos.

El GPS funciona mediante una red de 24 satélites en órbita sobre el planeta tierra, a 20.200 km, con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la Tierra. Cuando se desea determinar la posición, el receptor que se utiliza para ello localiza automáticamente como mínimo tres satélites de la red, de los que recibe unas señales indicando la identificación y la hora del reloj de cada uno de ellos. Con base en estas señales, el aparato sincroniza el reloj del GPS y calcula el tiempo que tardan en llegar las señales al equipo, y de tal modo mide la distancia al satélite mediante "triangulación" (método de trilateración inversa), la cual se basa en determinar la distancia de cada satélite respecto al punto de medición. Conocidas las distancias, se determina fácilmente la propia posición relativa respecto a los tres satélites. Conociendo además las coordenadas o posición de cada uno de ellos por la señal que emiten, se obtiene la posición absoluta o coordenadas reales del punto de medición. También se consigue una exactitud extrema en el reloj del GPS, similar a la de los relojes atómicos que llevan a bordo cada uno de los satélites.

La antigua Unión Soviética construyó un sistema similar llamado GLONASS, ahora gestionado por la Federación Rusa.

Actualmente la Unión Europea está desarrollando su propio sistema de posicionamiento por satélite, denominado Galileo.

A su vez, la República Popular China está implementando su propio sistema de navegación, el denominado Beidou, que prevén que cuente con entre 12 y 14 satélites entre 2011 y 2015. Para 2020, ya plenamente operativo deberá contar con 30 satélites. De momento (abril 2011), ya tienen 8 en órbita.

El **DGPS** (Differential GPS), o **GPS diferencial**, es un sistema que proporciona a los receptores de GPS correcciones de los datos recibidos de los satélites GPS, con el fin de proporcionar una mayor precisión en la posición calculada. Se concibió fundamentalmente debido a la introducción de la disponibilidad selectiva (SA).

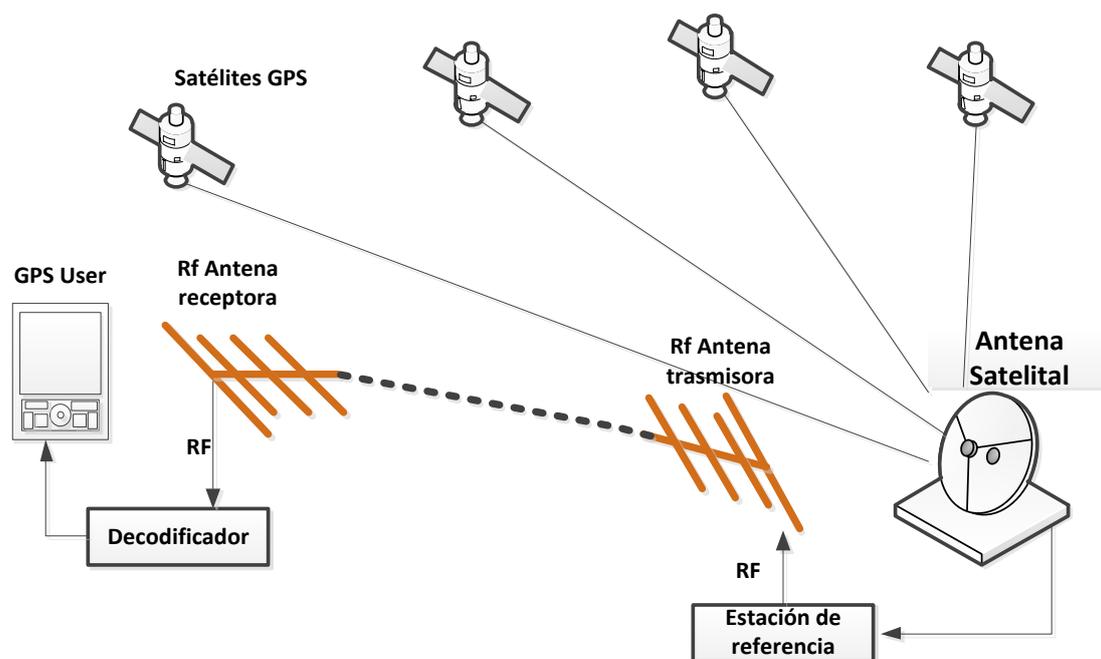


Fig. 3: GPS diferencial

El fundamento radica en el hecho de que los errores producidos por el sistema GPS afectan por igual (o de forma muy similar) a los receptores situados próximos entre sí. Los errores están fuertemente correlacionados en los receptores próximos.

Un receptor **GPS** fijo en tierra (referencia) que conoce exactamente su posición basándose en otras técnicas, recibe la posición dada por el sistema GPS, y puede calcular los errores producidos por el sistema GPS, comparándola con la suya, conocida de antemano. Este receptor transmite la corrección de errores a los receptores próximos a él, y así estos pueden, a su vez, corregir también los errores producidos por el sistema dentro del área de cobertura de transmisión de señales del equipo GPS de referencia.

1.8. CAD

El diseño asistido por computadora, más conocido por sus siglas inglesas **CAD** (*computer-aided design*), es el uso de un amplio rango de herramientas computacionales que asisten a ingenieros, arquitectos y a otros profesionales del diseño en sus respectivas actividades. El **CAD** es también utilizado en el marco de procesos de administración del ciclo de vida de productos (en inglés *product lifecycle management*).

También se puede llegar a encontrar denotado con las siglas **CADD** (*computer-aided design and drafting*), que significan «dibujo y diseño asistido por computadora».

Estas herramientas se pueden dividir básicamente en programas de dibujo en dos dimensiones (2D) y modeladores en tres dimensiones (3D). Las herramientas de dibujo en 2D se basan en entidades geométricas vectoriales como puntos, líneas, arcos y polígonos, con las que se puede operar a través de una interfaz gráfica. Los modeladores en 3D añaden superficies y sólidos.

El usuario puede asociar a cada entidad una serie de propiedades como color, usuario, capa, estilo de línea, nombre, definición geométrica, etc., que permiten manejar la información de forma lógica. Además pueden asociarse a las entidades o conjuntos de éstas otro tipo de propiedades como material, etc., que permiten enlazar el **CAD** a los sistemas de gestión y producción.

De los modelos pueden obtenerse planos con cotas y anotaciones para generar la documentación técnica específica de cada proyecto. Los modeladores en 3D pueden, además, producir previsualizaciones fotorrealistas del producto, aunque a menudo se prefiere exportar los modelos a programas especializados en visualización y animación, como Autodesk Maya, Bentley MicroStation, Softimage XSI o Autodesk 3ds Max y la alternativa libre y gratuita Blender, capaz de modelar, animar y realizar videojuegos.

El proceso de diseño en **CAD** consiste en cuatro etapas.

- **Modelado geométrico.** Se describe como forma matemática o analítica a un objeto físico, el diseñador construye su modelo geométrico emitiendo comandos que crean o perfeccionan líneas, superficies, cuerpos, dimensiones y texto; que dan a origen a una representación exacta y completa en dos o tres dimensiones. El representado en línea abarca todas las aristas del modelo que se pueden considerar como líneas llenas dando como resultado una imagen ambigua ya que algunas veces las formas son complicadas y para facilitararlo se pueden usar los colores para distinguir las líneas de las piezas y tener una mejor visualización.
- **Análisis y optimización del diseño.** Después de haber determinado las propiedades geométricas, se somete a un análisis ingenieril donde podemos analizar las propiedades físicas del modelo (esfuerzos, deformaciones, deflexiones, vibraciones). Se disponen de sistemas de calendarización, con la capacidad de recrear con exactitud y rapidez esos datos
- **Revisión y evaluación del diseño.** En esta etapa importante se comprueba si existe alguna interferencia entre los diversos componentes, en útil para evitar problemas en el ensamble y el uso de la pieza. Para esto existen programas de animación o simulaciones dinámicas para el cálculo de sus tolerancias y ver que requerimientos son necesarios para su manufactura
- **Documentación y dibujo (drafting).** Por último, en esta etapa se realizan planos de detalle y de trabajo. Esto se puede producir en dibujos diferentes vistas de la pieza, manejando escalas en los dibujos y efectúa transformaciones para presentar diversas perspectivas de la pieza.

1.9. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

Un **Sistema de Información Geográfico "SIG o GIS"**, es una integración organizada de hardware, software, datos geográficos y personal, diseñado para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión. También puede definirse como un modelo de una parte de la realidad referido a un sistema de coordenadas terrestre y construido para satisfacer unas necesidades concretas de información.

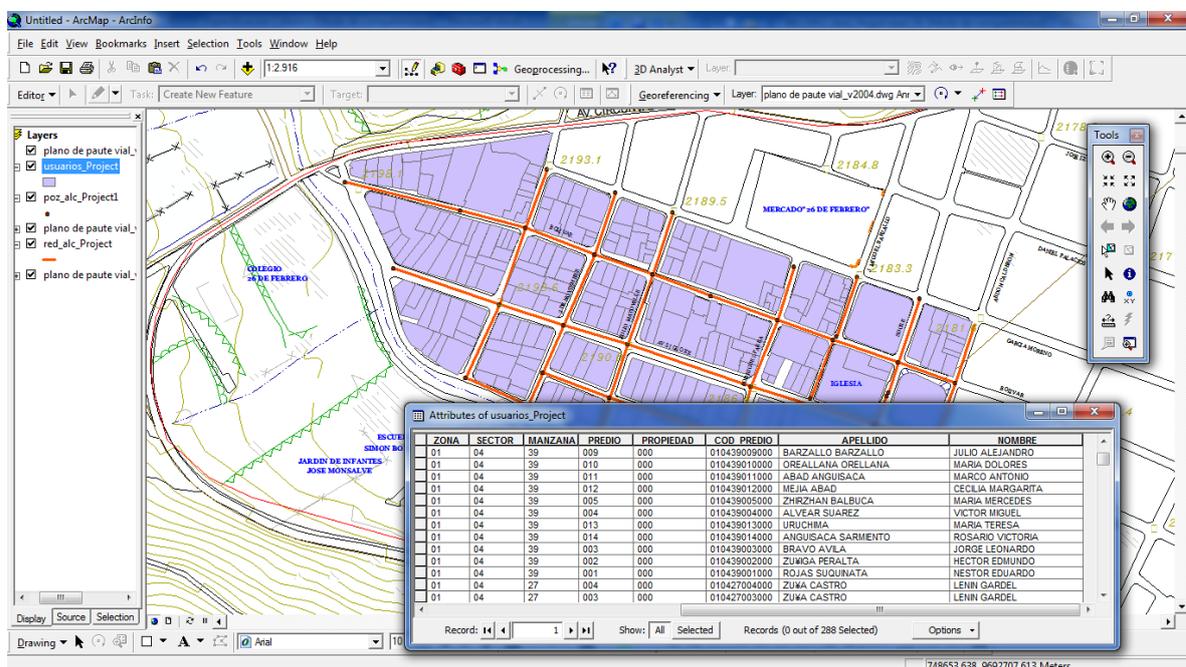


Fig. 4: Un Sistema de Información Geográfica

SIG es una tecnología de manejo de información geográfica formada por equipos electrónicos y programas, que permiten manejar una serie de datos espaciales y realizar análisis complejos con estos. Viene del acrónimo Sistema de información Geográfica.

El SIG funciona como una base de datos con información geográfica (datos alfanuméricos) que se encuentra asociada por un identificador común a los

objetos gráficos de un mapa digital. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos e, inversamente, preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía.

La razón fundamental para utilizar un SIG es la gestión información espacial. El sistema permite separar la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, y facilitando al profesional la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología de los objetos, con el fin de generar otra nueva que no podríamos obtener de otra forma.

Principales Tareas

Las principales tareas que puede resolver un Sistema de Información Geográfica, ordenadas de menor a mayor complejidad, son:

- a. **Localización:** preguntar por las características de un lugar concreto.
- b. **Condición:** el cumplimiento o no de unas condiciones impuestas al sistema.
- c. **Tendencia:** comparación entre situaciones temporales o espaciales distintas de alguna característica.
- d. **Rutas:** cálculo de rutas óptimas entre dos o más puntos.
- e. **Pautas:** detección de pautas espaciales.
- f. **Modelos:** generación de modelos a partir de fenómenos o actuaciones simuladas.

Por ser tan versátiles los Sistemas de Información Geográfica, su campo de aplicación es muy amplio, pudiendo utilizarse en la mayoría de las actividades con un componente espacial. La profunda revolución que han provocado las nuevas tecnologías ha incidido de manera decisiva en su evolución.

Un Sistema de Información Geográfica puede mostrar la información en capas temáticas para realizar análisis multicriterio complejos.



Fig. 5: Componentes de un SIG¹

Los elementos más importantes en un SIG son:

Hardware: Uno de los dispositivos más importantes para incorporar la información a un SIG es un GPS.

Como parte indispensable se usan pc's (pentium 2.0 GHZ y 512 RAM como mínimo), Plotters y Scanners.

Software: Se utiliza software de ESRI como ARCVIEW y ARCINFO de la familia ARCGIS.

Datos geográficos: Los datos geográficos están compuestos por todo lo que vemos a nuestro alrededor, entre ellos pueden estar las calles, los postes eléctricos, las casas, las montañas, pozos, lagos, ríos, teléfonos públicos, etc.

Equipo humano: Es el encargado de trabajar esta información valiendose del hardware, software y los datos geográficos. El equipo humano es la parte más importante en un sistema SIG.

¹ Sistema de información geográfica. Corporación Autónoma Regional de Nariño. <http://corponarino.gov.co/pmapper-4.1.1/sig/interfase/interfase.html>

1.10. CAD vs SIG

Los sistemas **CAD** se basan en la computación gráfica, que se concentra en la representación de Diseño Asistido por Computador), nacieron para diseñar y dibujar nuevos objetos. Son herramientas muy utilizadas por diseñadores, delineantes, arquitectos e ingenieros. El acento se pone en las funcionalidades gráficas. Por ello pronto fueron utilizados para dibujar mapas, que se estructuraban en capas temáticas, mejorando el proceso de producción tanto en calidad como en rapidez y coste.

La mayor diferencia entre los sistemas **SIG** y **CAD** estriba en el volumen y diversidad de datos mucho mayor que maneja el SIG y en los métodos de análisis que utiliza (es decir, la base de datos y el análisis espacial). Lo que distingue al **SIG** del **CAD** es la capacidad de aquel para integrar datos georreferenciados y para realizar ciertas operaciones de análisis, como la búsqueda espacial (que incluye el análisis de proximidad o buffer) y las superposiciones de mapas.

1.11. SISTEMA DISTRIBUIDO

Es un concepto poco claro de definir. Colección de elementos de cómputo autónomo que se encuentran físicamente separados y no comparten una memoria común, se comunican entre sí a través del intercambio de mensajes utilizando un medio de comunicación. Los sistemas autónomos pueden tener características no homogéneas.

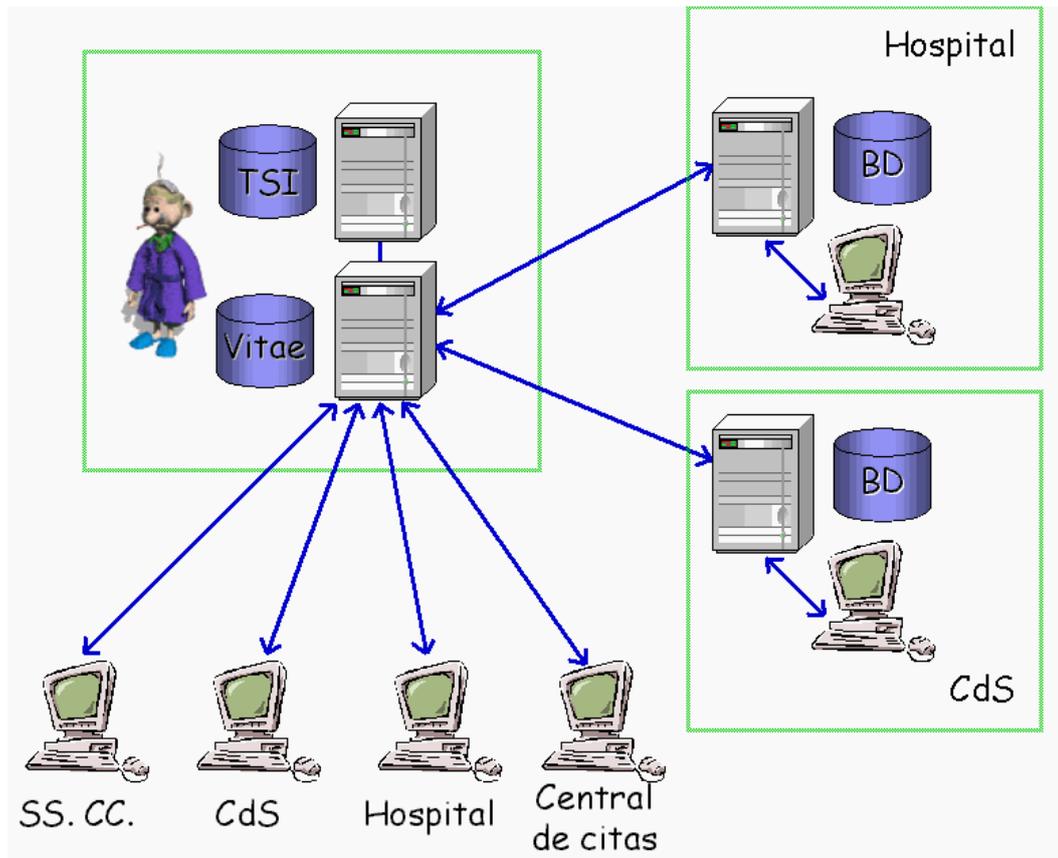


Fig. 6: Sistema Distribuido²

Características de los Sistemas Distribuidos. Cada elemento de cómputo tiene su propia memoria y su propio Sistema Operativo.

- Control de recursos locales y remotos.
- Sistemas Abiertos (Facilidades de cambio y crecimiento).
- Plataforma no standard (Unix, NT, Intel, RISC, Etc.).

² Sistemas Distribuidos, 2011. Laboratorio de dispositivos móviles. <http://mick-st.blogspot.com/2011/05/sistemas-distribuidos-clase.html>

- Medios de comunicación (Redes, Protocolos, Dispositivos, Etc.).
- Capacidad de Procesamiento en paralelo.
- Dispersión y parcialidad.

Factores que han afectado el desarrollo de los Sistemas Distribuidos

- Avances Tecnológicos.
- Nuevos requerimientos.
- Globalización
- Aspectos Externos (Culturales, Políticos, Económicos).
- Integración.

Sistema Distribuido es un concepto poco claro de definir. Colección de elementos de cómputo autónomo que se encuentran físicamente separados y no comparten una memoria común, se comunican entre sí a través del intercambio de mensajes utilizando un medio de comunicación. Los sistemas autónomos pueden tener características no homogéneas.

Características de los Sistemas Distribuidos.

- Cada elemento de cómputo tiene su propia memoria y su propio Sistema Operativo.
- Control de recursos locales y remotos.
- Sistemas Abiertos (Facilidades de cambio y crecimiento)
- Plataforma no standard (Unix, NT, Intel, RISC, Etc.).
- Medios de comunicación (Redes, Protocolos, Dispositivos, Etc.).

- Capacidad de Procesamiento en paralelo.
- Dispersión y parcialidad.

1.12. CLIENTE SERVIDOR

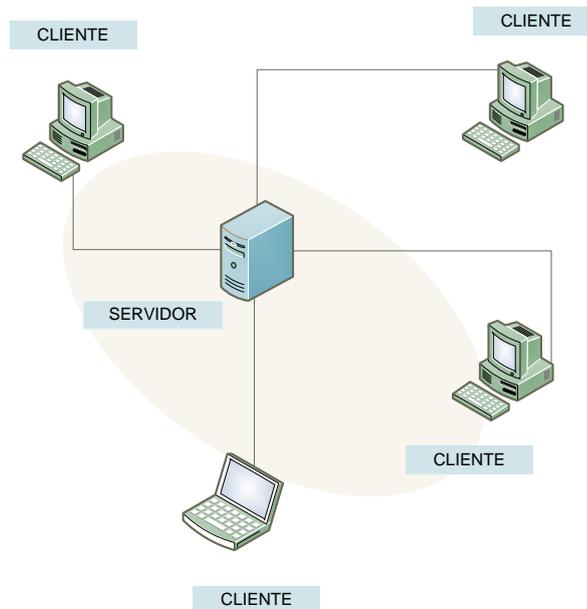


Fig. 7: Arquitectura Cliente - Servidor

La **arquitectura cliente-servidor** es un modelo de aplicación distribuida en el que las tareas se reparten entre los proveedores de recursos o servicios, llamados servidores, y los demandantes, llamados clientes. Un cliente realiza peticiones a otro programa, el servidor, que le da respuesta. Esta idea también se puede aplicar a programas que se ejecutan sobre una sola computadora, aunque es más ventajosa en un sistema operativo multiusuario distribuido a través de una red de computadoras.

En esta arquitectura la capacidad de proceso está repartida entre los clientes y los servidores, aunque son más importantes las ventajas de tipo organizativo debidas a la centralización de la gestión de la información y la separación de responsabilidades, lo que facilita y clarifica el diseño del sistema.

La separación entre cliente y servidor es una separación de tipo lógico, donde el servidor no se ejecuta necesariamente sobre una sola máquina ni es necesariamente un sólo programa. Los tipos específicos de servidores incluyen los servidores web, los servidores de archivo, los servidores del correo, etc. Mientras que sus propósitos varían de unos servicios a otros, la arquitectura básica seguirá siendo la misma.

Una disposición muy común son los *sistemas multicapa* en los que el servidor se descompone en diferentes programas que pueden ser ejecutados por diferentes computadoras aumentando así el grado de distribución del sistema.

La arquitectura **cliente-servidor** sustituye a la arquitectura monolítica en la que no hay distribución, tanto a nivel físico como a nivel lógico.

La red **cliente-servidor** es aquella red de comunicaciones en la que todos los clientes están conectados a un servidor, en el que se centralizan los diversos recursos y aplicaciones con que se cuenta; y que los pone a disposición de los clientes cada vez que estos son solicitados. Esto significa que todas las gestiones que se realizan se concentran en el servidor, de manera que en él se disponen los requerimientos provenientes de los clientes que tienen prioridad, los archivos que son de uso público y los que son de uso restringido, los archivos que son de sólo lectura y los que, por el contrario, pueden ser modificados, etc. Este tipo de red puede utilizarse conjuntamente en caso de que se esté utilizando en una red mixta.

En la arquitectura C/S el remitente de una solicitud es conocido como cliente. Sus características son:

- Es quien inicia solicitudes o peticiones, tienen por tanto un papel activo en la comunicación (dispositivo maestro o amo).
- Espera y recibe las respuestas del servidor.
- Por lo general, puede conectarse a varios servidores a la vez.

- Normalmente interactúa directamente con los usuarios finales mediante una interfaz gráfica de usuario.
- Al contratar un servicio de redes, se debe tener en cuenta la velocidad de conexión que le otorga al cliente y el tipo de cable que utiliza , por ejemplo : cable de cobre ronda entre 1 ms y 50 ms.

Al receptor de la solicitud enviada por el cliente se conoce como servidor. Sus características son:

- Al iniciarse esperan a que lleguen las solicitudes de los clientes, desempeñan entonces un papel pasivo en la comunicación (dispositivo esclavo).
- Tras la recepción de una solicitud, la procesan y luego envían la respuesta al cliente.
- Por lo general, aceptan conexiones desde un gran número de clientes (en ciertos casos el número máximo de peticiones puede estar limitado).
- No es frecuente que interactúen directamente con los usuarios finales.

1.13. SISTEMAS DE GESTIÓN DE BASE DE DATOS (SGBD)

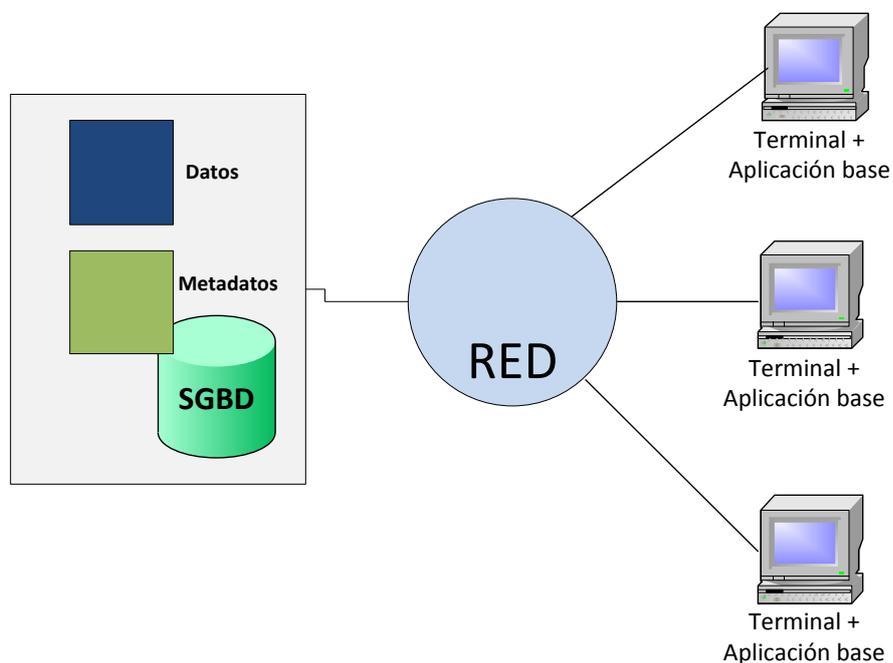


Fig. 8: Sistema de gestión de base de datos

Los **sistemas de gestión de bases de datos** o mejor conocidos como **SGBD** (en inglés *database management system*, abreviado *DBMS*) son un tipo de software muy específico, dedicado a servir de interfaz entre la base de datos, el usuario y las aplicaciones que la utilizan

El propósito general de los sistemas de gestión de bases de datos es el de manejar de manera clara, sencilla y ordenada un conjunto de datos que posteriormente se convertirán en información relevante para una organización.

Existen distintos objetivos que deben cumplir los SGBD:

- Abstracción de la información. Los SGBD ahorran a los usuarios detalles acerca del almacenamiento físico de los datos. Da lo mismo si una base de datos ocupa uno o cientos de archivos, este hecho se hace transparente al usuario. Así, se definen varios niveles de abstracción.

- Independencia. La independencia de los datos consiste en la capacidad de modificar el esquema (físico o lógico) de una base de datos sin tener que realizar cambios en las aplicaciones que se sirven de ella.
- Consistencia. En aquellos casos en los que no se ha logrado eliminar la redundancia, será necesario vigilar que aquella información que aparece repetida se actualice de forma coherente, es decir, que todos los datos repetidos se actualicen de forma simultánea. Por otra parte, la base de datos representa una realidad determinada que tiene determinadas condiciones, por ejemplo que los menores de edad no pueden tener licencia de conducir. El sistema no debería aceptar datos de un conductor menor de edad. En los SGBD existen herramientas que facilitan la programación de este tipo de condiciones.
- Seguridad. La información almacenada en una base de datos puede llegar a tener un gran valor. Los SGBD deben garantizar que esta información se encuentra segura de permisos a usuarios y grupos de usuarios, que permiten otorgar diversas categorías de permisos.
- Manejo de transacciones. Una transacción es un programa que se ejecuta como una sola operación. Esto quiere decir que luego de una ejecución en la que se produce una falla es el mismo que se obtendría si el programa no se hubiera ejecutado. Los SGBD proveen mecanismos para programar las modificaciones de los datos de una forma mucho más simple que si no se dispusiera de ellos.
- Tiempo de respuesta. Lógicamente, es deseable minimizar el tiempo que el SGBD demora en proporcionar la información solicitada y en almacenar los cambios realizados.

Ventajas

Proveen facilidades para la manipulación de grandes volúmenes de datos (ver objetivos). Entre éstas:

- Simplifican la programación de equipos de consistencia.
- Manejando las políticas de respaldo adecuadas, garantizan que los cambios de la base serán siempre consistentes sin importar si hay errores correctamente, etc.
- Organizan los datos con un impacto mínimo en el código de los programas.
- Disminuyen drásticamente los tiempos de desarrollo y aumentan la calidad del sistema desarrollado si son bien explotados por los desarrolladores.

Usualmente, proveen interfaces y lenguajes de consulta que simplifican la recuperación de los datos.

Desventajas

- Típicamente, es necesario disponer de una o más personas que administren la base de datos, de la misma forma en que suele ser necesario en instalaciones de cierto porte disponer de una o más personas que administren los sistemas operativos. Esto puede llegar a incrementar los costos de operación en una empresa. Sin embargo hay que balancear este aspecto con la calidad y confiabilidad del sistema que se obtiene.
- Si se tienen muy pocos datos que son usados por un único usuario por vez y no hay que realizar consultas complejas sobre los datos, entonces es posible que sea mejor usar una hoja de cálculo.

- Complejidad: el software muy complejo y las personas que vayan a usarlo deben tener conocimiento de las funcionalidades del mismo para poder aprovecharlo al máximo.
- Tamaño: la complejidad y la gran cantidad de funciones que tienen hacen que sea un software de gran tamaño, que requiere de gran cantidad de memoria para poder correr.
- Coste del hardware adicional: los requisitos de hardware para correr un SGBD por lo general son relativamente altos, por lo que estos equipos pueden llegar a costar gran cantidad de dinero.

CAPITULO II

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

2. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE HARDWARE Y SOFTWARE

Hardware. Se define como todo lo tangible, material, o lo que se puede tocar del equipo de cómputo, por ejemplo; los conectores, el ratón (mouse), el teclado, el monitor, unidades de disco, las unidad lectora de cd, el cpu, el micrófono, el scanner etc. Y se clasifican según el uso de la computadora en: dispositivos de entrada, salida y almacenamiento.

Software la palabra “software” se refiere al equipamiento lógico o soporte lógico de un computador digital, y comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios para hacer posible la realización de una tarea específica.

Estos elementos son partes indispensables para el desarrollo de un Sistema de Información Geográfica, por esta razón realizaremos un breve detalle de cada uno de estos componentes, además incluiremos la instalación de los paquetes para el desarrollo de la aplicación.

2.1. DESCRIPCIÓN DE HARDWARE Y SOFTWARE DISPONIBLE

Hardware

La Ilustre Municipalidad está conformada por una red informática compuesta de un servidor que es el elemento principal de procesamiento de datos y que controla también el acceso a los recursos comunes como son las impresoras y las unidades de almacenamiento.

Las estaciones de trabajo que son computadoras personales o cualquier terminal conectada a la red. De esta manera trabaja con sus propios programas o aprovecha las aplicaciones existentes en el servidor.

Software

Se cuenta con un sistema operativo de red, protocolos de comunicación, y un sistema gubernamental para manejo de pequeños municipios que se encarga de:

- Solicitudes de instalaciones nuevas de Alcantarillado
- Facturación y recaudación
- Reclamos y control de daños
- Actualización de catastros en general

A continuación detallaremos el Hardware que se cuenta para el desarrollo del proyecto.

	SERVIDOR	ESTACIONES DE TRABAJO
H A R D W A R E	1024Mb de RAM	512Mb de RAM
	80 Gb de capacidad en disco	40 Gb de capacidad en disco
	Monitor SVGA de 17 pulgadas	Monitor SVGA de 14 pulgadas
	Procesador PENTIUM IV de 3.2 Ghz	Procesador PENTIUM IV de 3.2 Ghz
	Disco Duro de 80 Gb	Disco Duro de 80 Gb
	1 Gb de memoria en video	1 Gb de memoria en video
	Unidad de CD ROM	Unidad de CD ROM
	Unidad de DVD ROM	
	Sistema Operativo Windows	Microsoft Windows XP
	Base de Datos Oracle	CAD
F	Manejadores de ODBC para acceso	Office 2003

T W A R E	a la Base de Datos ORACLE	
	Software gobierno seccional	

Tabla 1: Características de Equipos

2.2. INSTALACIÓN DE SOFTWARE.

En el caso del software se analizó varias herramientas, para conjugar compatibilidad, funcionamiento, desarrollo y luego procedimos con la instalación.

Estación de Trabajo

Para la estación de trabajo utilizaremos en siguiente software:

- **Sistema Operativo**

Windows XP, es la plataforma sobre la cual trabajaremos, ya que esta versión es compatible con el resto de software que utilizaremos.

- **Base de datos**

Access, es la base de datos que se utilizará para la información de la red de Alcantarillado, la que viene inmersa en el paquete de Microsoft Office.

Computador personal

- **Creación de ODBC**

Se debe realizar la creación del ODBC para que exista comunicación entre cliente/servidor. Para realizar este procedimiento se siguieron los pasos que a continuación se detallan:

Se escoge la opción agregar en el administrador de orígenes de datos ODBC dentro del Panel de Control, seleccionando el controlador ODBC Driver para Access.

Ingresamos el nombre del origen de datos, la descripción, sistema y el identificador del usuario dentro de los datos generales.

- **AutoCad**

Es el paquete para digitalización de la información catastral de la red de alcantarillado, cuya instalación se realiza a través de la ejecución del .exe

- **ArcGIS 9.2**

El ArcGIS Desktop es como un conjunto de aplicaciones integradas: ArcMap, ArcCatalog y ArcToolbox. Usando estas tres aplicaciones en conjunto se puede desarrollar cualquier actividad o tarea SIG, desde una muy simple hasta una muy avanzada, incluyendo mapeo, administración de datos, análisis geográfico, edición de datos y geoprocésamiento. Además, ArcGIS 9.x permite tener acceso a muchos otros recursos y datos espaciales disponibles en Internet a través de los servicios de ArcIMS.

El ArcGIS desktop es un sistema amplio, integrado, escalable, diseñado para satisfacer las necesidades de un amplio rango de usuarios.

ArcMap

ArcMap es la aplicación central de ArcGIS Desktop. Esta aplicación SIG se usa para todas las actividades relacionadas al mapeo, incluyendo cartografía, análisis de mapas y edición. En esta aplicación se trabaja esencialmente con mapas. Los mapas tiene un diseño de página que contiene una ventana geográfica, o una vista con una serie de layers, leyendas, barras de escalas, flechas indicando el norte y otros elementos.

ArcMap ofrece diferentes formas de ver un mapa Una vista de datos geográficos Una vista del diseño del cartográfico (layout), en la cual se pueden desarrollar un amplio rango de funciones avanzadas de SIG.

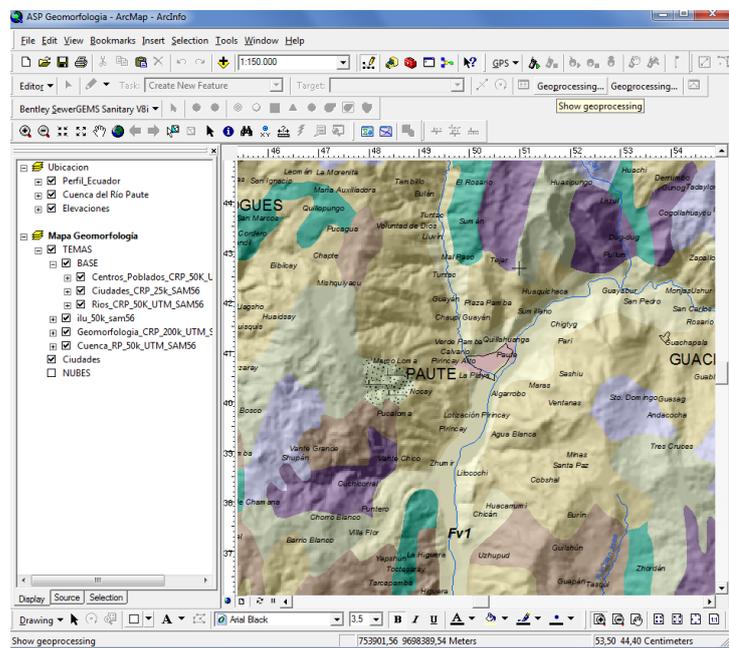


Fig. 9: Pantalla ArcMap

ArcCatalog

La aplicación ArcCatalog ayuda a organizar y administrar todos los datos SIG. Incluye herramientas para explorar y encontrar información geográfica, para grabar y visualizar los metadatos, para una rápida visión de cualquier conjunto de datos y para definir la estructura del diseño de los layers con datos geográficos.

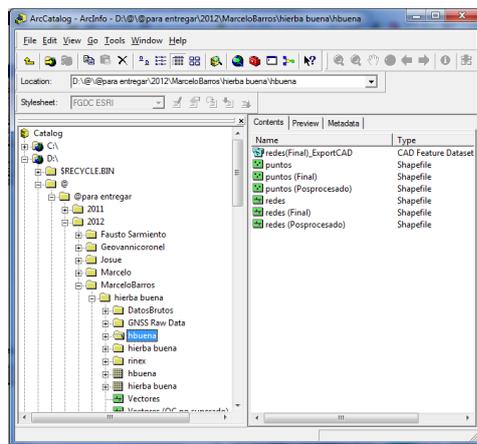


Fig. 10: Pantalla ArcCatalog

ArcToolbox

ArcToolbox es una aplicación sencilla que contiene muchas herramientas SIG para usar en el geoprocesamiento de datos. Existen dos versiones de ArcToolbox: una completa que viene con el software ArcInfo y una versión más simple o liviana que viene con el software ArcView y ArcEditor.

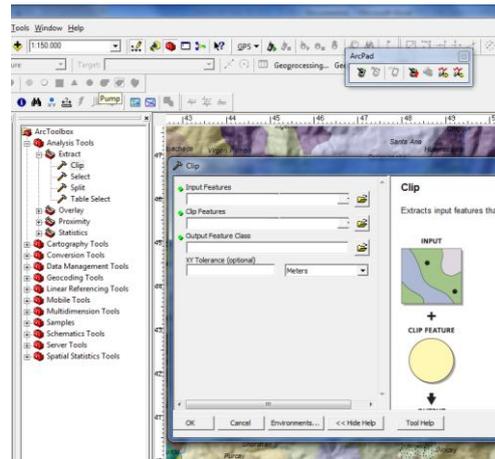


Fig. 11: Pantalla ArcToolbox

Las Aplicaciones Las aplicaciones ArcMap, ArcCatalog y Arctoolbox han sido diseñadas para trabajar en conjunto con ellas, con el fin de desempeñar todas las funciones y peraciones de un SIG. Por ejemplo, se puede buscar y encontrar un documento en ArcCatalog, luego abrirlo en ArcMap haciendo doble click en Catalog.

Luego se puede editar y mejorar sus datos usando las herramientas disponibles en el ambiente de edición de ArcMap.

También se pueden buscar datos de otro sitio a través de las conexiones de bases de datos de ArcCatalog. Una vez que se haya encontrado los datos de interés, pueden ser arrastrados y dejarlos como un layer en ArcMap. Además se puede arrastrar y dejar datos de ArcCatalog en herramientas de ArcToolbox.

Una vez que se ha creado nueva información geográfica usando estas tres aplicaciones, los metadatos del conjunto de datos resultantes se pueden grabar utilizando ArcCatalog.

Formatos de datos compatibles:

Una meta fundamental para ArcGIS es la capacidad de trabajar con todos sus archivos de datos y con los de un DBMS, así como también con los servicios de ArcIMS. Tanto ArcMap y ArcCatalog permiten trabajar con una amplia fuente de datos. También se puede ver y administrar estas fuentes de datos en ArcCatalog, grabar y administrar los metadatos y buscar sus fuentes de datos basándose en su contenido. En ArcMap los layers de los mapas se pueden crear a partir de cualquiera de estas fuentes de datos. También se pueden ejecutar operaciones de consultas, de proyecciones de mapas al instante, de unión de tablas y de análisis de mapas.

Tal vez la capacidad más interesante es la de trabajar con los servicios de ArcIMS en ArcMap y ArcCatalog, exactamente como lo haría cualquier otra fuente de datos del SIG. Esto abre a ArcMap a todo un nuevo mundo SIG a través de Internet.

Arcmap permite desarrollar cualquier operación de mapeo, o análisis de mapa en forma virtual sobre un conjunto de datos ArcIMS.

- **Lenguajes de Programación .NET**

Microsoft .NET es una plataforma de desarrollo y ejecución de aplicaciones. Esto quiere decir que no sólo nos brinda todas las herramientas y servicios que se necesitan para desarrollar modernas aplicaciones empresariales y de misión crítica, sino que también nos provee de mecanismos robustos, seguros y eficientes para asegurar que la ejecución de las mismas sea óptima. Los componentes principales de la plataforma .NET son:

- Un entorno de ejecución de aplicaciones, también llamado "Runtime", que es un componente de software cuya función es la de ejecutar las

aplicaciones .NET e interactuar con el sistema operativo ofreciendo sus servicios y recursos.

- Un conjunto de bibliotecas de funcionalidades y controles reutilizables, con una enorme cantidad de componentes ya programados listos para ser consumidos por otras aplicaciones.
- Un conjunto de lenguajes de programación de alto nivel, junto con sus compiladores y linkers, que permitirán el desarrollo de aplicaciones sobre la plataforma .NET.
- Un conjunto de utilitarios y herramientas de desarrollo para simplificar las tareas más comunes del proceso de desarrollo de aplicaciones
- Documentación y guías de arquitectura, que describen las mejores prácticas de diseño, organización, desarrollo, prueba e instalación de aplicaciones .NET

A lo largo de este artículo se analizará cada uno de estos puntos con mayor detalle.

Por otra parte, .NET representa la evolución COM (Component Object Model), la plataforma de desarrollo de Microsoft anterior a .NET y sobre la cual se basaba el desarrollo de aplicaciones Visual Basic 6 (entre otros tantos lenguajes y versiones).

Características de .NET:

Describiremos a continuación algunas de las características principales de la plataforma Microsoft .NET:

- Se dice que es una plataforma de ejecución intermedia, ya que las aplicaciones .NET no son ejecutadas directamente por el sistema operativo, como ocurre en el modelo tradicional de desarrollo. En su lugar,

las aplicaciones .NET están diseñadas para ser ejecutadas contra un componente de software llamado Entorno de Ejecución (muchas veces también conocido como “Runtime”, o “Máquina Virtual”). Este componente es el encargado de manejar el ciclo de vida de cualquier aplicación .NET, iniciándola, deteniéndola, interactuando con el Sistema Operativo y proveyéndole servicios y recursos en tiempo de ejecución.

- La plataforma Microsoft .NET está completamente basada en el paradigma de Orientación a Objetos
- .NET es multi-lenguaje: esto quiere decir que para poder codificar aplicaciones sobre esta plataforma no necesitamos aprender un único lenguaje específico de programación de alto nivel, sino que se puede elegir de una amplia lista de opciones.
- .NET es una plataforma que permite el desarrollo de aplicaciones empresariales de misión crítica, entendiéndose por esto que permite la creación y ejecución de aplicaciones de porte corporativo que sean críticas para la operación de tipos variados de organizaciones. Si bien también es muy atrayente para desarrolladores no profesionales, estudiantes y entusiastas, su verdadero poder radica en su capacidad para soportar las aplicaciones más grandes y complejas.
- .Net fue diseñado de manera tal de poder proveer un único modelo de programación, uniforme y consistente, para todo tipo de aplicaciones (ya sean de formularios Windows, de consola, aplicaciones Web, aplicaciones móviles, etc.) y para cualquier dispositivo de hardware (PC's, Pocket PC's, Teléfonos Celulares Inteligentes, también llamados “SmartPhones”, Tablet PC's, etc.). Esto representa un gran cambio con respecto a las plataformas anteriores a .NET, las cuales tenían modelos de programación, bibliotecas, lenguajes y herramientas distintas según el tipo de aplicación y el dispositivo de hardware.

- Uno de los objetivos de diseño de .NET fue que tenga la posibilidad de interactuar e integrarse fácilmente con aplicaciones desarrolladas en plataformas anteriores, particularmente en COM, ya que aún hoy existen una gran cantidad de aplicaciones desarrolladas sobre esa base.

.NET no sólo se integra fácilmente con aplicaciones desarrolladas en otras plataformas Microsoft, sino también con aquellas desarrolladas en otras plataformas de software, sistemas operativos o lenguajes de programación. Para esto hace un uso extensivo de numerosos estándares globales que son de uso extensivo en la industria. Algunos ejemplos de estos estándares son XML, HTTP, SOAP, WSDL y UDDI.

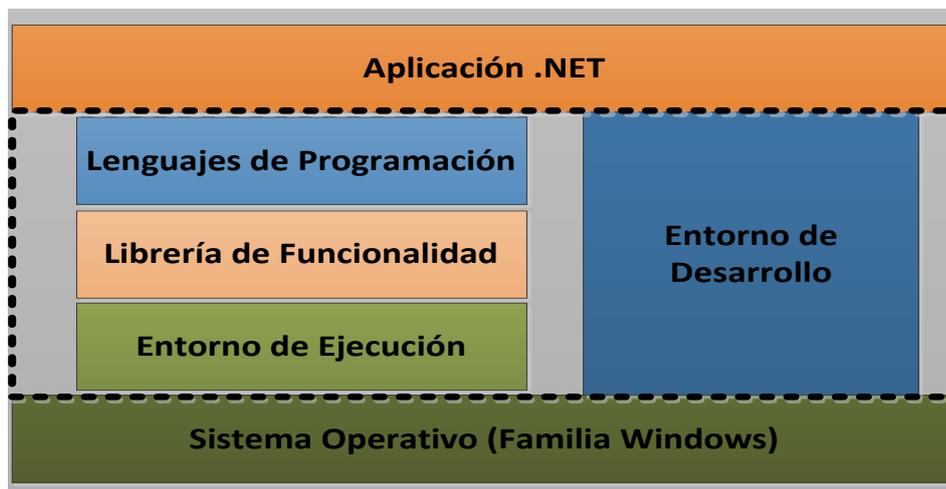


Fig. 12: Plataforma de Ejecución Intermedia

NET Como evolución de COM

.Net comprende:

Entorno de Ejecución (Runtime)

- COM: Windows
- .NET: Common Language Runtime

Librerías de Funcionalidad

- COM: Algunas (ADO, FSO, etc.)
- .NET: Muy extensa (.NET Framework Class Library)

Lenguajes de Programación

- COM: VB, C++, VFP, ASP, J++
- .NET: Common Language Specification

Entorno de Desarrollo (IDE)

- COM: Uno para cada lenguaje
- .NET: Uno independiente del lenguaje (VS.NET)

¿Qué es el NET Framework?

El .NET Framework (traducido como “Marco de Trabajo”) es el componente fundamental de la plataforma Microsoft .NET, necesario tanto para poder desarrollar aplicaciones como para poder ejecutarlas luego en entornos de prueba o producción.

El paquete de software fundamental de la plataforma .NET. Incluye:

- Entorno de Ejecución (Runtime)
- Bibliotecas de Funcionalidad (Class Library)

Se distribuye en forma libre y gratuita

El .NET framework tiene tres variantes principales, todas descargables gratuitamente desde Internet

.NET Framework Redistributable Package: este es el mínimo componente de la plataforma .NET que se necesita para poder ejecutar aplicaciones. Normalmente ésta es la variante que se instala en los entornos productivos, una vez que el desarrollo y las pruebas de la aplicación han finalizado.

Está compuesto por:

- El entorno de ejecución de la plataforma .NET
- Las bibliotecas de funcionalidad reutilizable

.NET Framework SDK: esta versión contiene herramientas de desarrollo de línea de comandos (compiladores, depuradores, etc.), documentación de referencia, ejemplos y manuales para desarrolladores de aplicaciones. Normalmente ésta variante se instala en los entornos de desarrollo de aplicaciones, y es más útil a los programadores que a los usuarios finales.

Para poder instalar la versión SDK (Software Development Kit) es necesario instalar previamente el Redistributable Package.

.NET Compact Framework: esta es una versión reducida del .NET Framework Redistributable, especialmente pensada para ser instalada en dispositivos móviles como Pocket PC's y SmartPhones.

¿Dónde instalar el Framework?

El .NET Framework debe estar instalado en cualquier dispositivo de hardware para que la ejecución de una aplicación .NET sea posible. En el caso de las aplicaciones de escritorio (también llamadas “De Formularios Windows”) y las aplicaciones de consola (aplicaciones cuya interfaz de usuario es una consola de comandos), el Framework debe estar presente del lado del cliente (computadora donde se ejecuta la parte de la aplicación que interactúa con el usuario), y en el servidor sólo en caso de que la aplicación sea distribuida y tenga parte de su funcionalidad centralizada en una única computadora.

	Cliente	Servidor
Aplicación de Escritorio		
Aplicación Web		
Aplicación de Consola		
Aplicación Móvil	.NET Compact Framework	

Fig. 13: Donde Instalar el Framework

En el caso de las aplicaciones Web, el único requisito del lado del cliente es tener un navegador y una conexión de red al servidor, el cual debe tener instalado el .NET Framework.

Para las aplicaciones móviles, que se ejecutan sobre Windows Mobile en algún dispositivo tipo Pocket PC o Smartphone, es necesario tener instalado el .NET Compact Framework en el dispositivo.

CAPITULO III

DISEÑO DEL CATASTRO DE ALCANTARILLADO

3. DISEÑO DEL CATASTRO DE ALCANTARILLADO

En esta parte del proyecto vamos a establecer la estructura de los elementos gráficos que comprende la Red de Alcantarillado, como son: los tramos-tuberías, pozos, sumideros, till, pozos, etc.

Para el trabajo se procederá a recopilar la información mediante GPS y el diseño de la base cartográfica, se utilizara AutoCAD ya que actúa sobre un entorno de simulación de la realidad.

3.1. ANTECEDENTES.

El sistema existente de Alcantarillado en el cantón Paute y sobre todo en la cabecera cantonal, tiene el objetivo de hacer la recolección, conducción y al mismo tiempo el desalojo tanto de las Alcantarillados pluviales y servidas, las mismas que son eliminados hacia la cuenca del río Paute.

3.1.1. Red de Alcantarillado:



Fig. 14: Sistema de Alcantarillado³

La existencia de redes del alcantarillado que circundan la cabecera cantonal, en donde la urbe y los barrios tienen la posibilidad de eliminar Alcantarillados residuales, estas son:

- Alcantarillado Sanitario
- Alcantarillado Sanitario Combinado
- Alcantarillado Pluvial

³ Sistema genérico. <http://www.consorcioaa.com/cmscaa/export/sites/default/imgs/3.1-SistemaGenerico.jpg>

Descargas:

- El alcantarillado sanitario tiene el objetivo de eliminar todos los desechos provenientes de las viviendas que se encuentran en el cantón, teniendo una longitud aproximada de 5780 m y cuya descarga se los hace directamente en el río Paute.
- El alcantarillado sanitario combinado tiene el objetivo de eliminar además de los desechos provenientes de las viviendas, todas las Alcantarillados circulantes por el cantón (pluviales, de riego, etc.) y cuya longitud aproximada es de 14468 m y su descarga se lo hace en el río Paute.
- El alcantarillado pluvial tiene el objetivo de eliminar las Alcantarillados provenientes de las lluvias, riegos, etc. Su longitud aproximada es de 12143 m y su descarga se lo hace en el río Paute.

Conexiones domiciliarias: En el cantón Paute existen 1611 abonados, cuyas domiciliarias descargan directamente a las matrices del alcantarillado, en donde se puede manifestar que en el centro cantonal todas las viviendas y predios existentes se encuentran comunicados a la matriz principal, no así ciertos barrios aledaños al cantón. En el centro cantonal se pueden verificar domiciliarias nuevas en las que predomina el tubo de hormigón con diámetros hasta de 20cm, mientras las domiciliarias antiguas en las que predomina el denominado tapa caño, cuyas dimensiones son de hasta 15cm x 20cm.

Cobertura: La población que habita en el centro cantonal de Paute, en cuanto al servicio del alcantarillado, la misma que está bajo la administración de la Ilustre Municipalidad de Paute corresponde al 80%.

Calidad de Servicio: Se han determinado continuamente taponamientos, colapsos, tramos en los cuales las pendientes no son muy bien definidas, los mismos que son la causa para que constantemente colapse el sistema de alcantarillado, debilitando así la calidad en el servicio.

Esquema Tarifario: Según la ordenanza municipal el esquema tarifario corresponde al 50% del consumo de Alcantarillado potable.

3.2. FUENTES DE INFORMACIÓN.

Recolección de información.

Luego de establecer las necesidades de los departamentos, se analizó detenidamente la información para establecer las entidades gráficas y de datos que se crearán para este sistema.

Recolección de información gráfica

En la Ilustre Municipalidad se facilitó la información gráfica de la redes de Alcantarillado que constaba de los siguientes elementos:

- Mapas y dibujos en papel.
- Información geográfica proveniente de otras fuentes.

Los mapas son dibujos o esquemas que representan una cierta franja de un territorio sobre una determinada superficie de dos dimensiones.

Dado que los mapas se desarrollan con propiedades métricas, ayudan a medir superficies y distancias con una gran exactitud, por lo tanto, brinda datos de utilidad para el desarrollo del proyecto.

Se denomina información geográfica a los datos espaciales georeferenciados requeridos como parte de las operaciones científicas, administrativas o legales. Dichos datos poseen una posición implícita (por ejemplo: una referencia catastral) o explícita (coordenadas obtenidas a partir de los datos capturados mediante GPS).

3.3. ENTIDADES GRÁFICAS.

Para la representación de la red de Alcantarillado se creó las siguientes entidades gráficas:

- Tubería: Entidad lineal comprendida entre dos elementos gráficos que representan, por lo general, pozos ubicados en los extremos de los mismos.
- Pozos: Entidad gráfica tipo punto, representa a un dispositivo de control de la red, en el que se puede revisar el servicio de alcantarillado en los diferentes sectores de la ciudad.
- Sumideros: Entidad gráfica tipo punto, generalmente va unido a los tramos de tuberías para desembocar el Alcantarillado de la superficie.
- Till: Entidades gráficas tipo punto, se encuentran almacenadas en librerías.

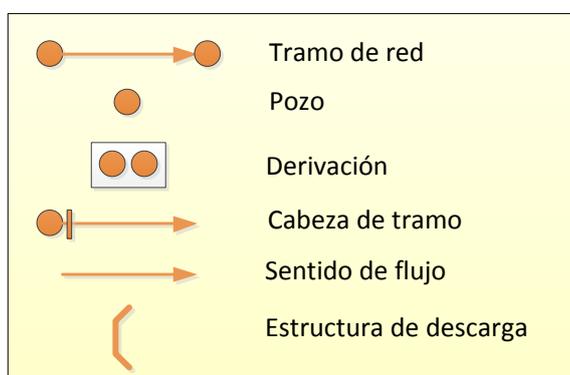


Fig. 15: Simbología de Alcantarillado

CAPITULO IV

METODOLOGIA

4. METODOLOGIA

Se debe elaborar una metodología de implantación de SIG, la cual permitirá desarrollar un SIG con la calidad requerida en el tiempo y costo planificado y que cumpla con las expectativas del cliente para mejorar la eficiencia y efectividad de su implantación, así como lograr minimizar el impacto organizacional.

4.1. PROCEDIMIENTO

Implantar un SIG implica un largo período de tiempo y surgen constantemente nuevos requerimientos tecnológicos, por ello es ventajoso utilizar esta metodología que brinda un desarrollo evolutivo e incremental al proceso, logrando con ello obtener un sistema con una calidad alta y que satisfaga todas las necesidades del cliente. La metodología cuenta con algunas fases. A continuación se detallan los nombres de las fases y una breve descripción de lo que se hace en cada una de ellas:

- **Formación**

Se tener conocimientos básicos sobre los sistemas de información Geográfica y fundamentos sobre temas relacionados como: medición terrestre, GPS, CAD, GIS, Sistemas Distribuidos, cliente servidor, DBMS, lenguajes de programación en .NET

- **Análisis de las Necesidades de Información**

Se identifican cuáles son las necesidades de información existentes en función de los objetivos de la organización.

Tener un archivo digital del catastro de Alcantarillado, que sea georeferenciado, y cuyas entidades tengan atributos.

Relacionar a la base de datos con el catastro digital y realizar consultas visuales a todo nivel.

- **Definición del Alcance del SIG.**

Se definen los requerimientos en este caso en tres tipos de niveles

Requerimientos de datos: Catastros Digitalizados, con atributos



Fig. 16: Redes de alcantarillado

Requerimientos de herramientas de software Instalación de software relacionado con el proyecto como es el caso de AutoCAD, y ArcGIS.

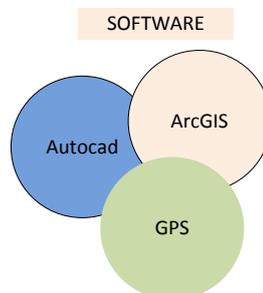


Fig. 17: Requerimiento de Software

Requerimientos de Hardware: Se encuentra en el Capítulo 2. Evaluación de Alternativas Tecnológicas.

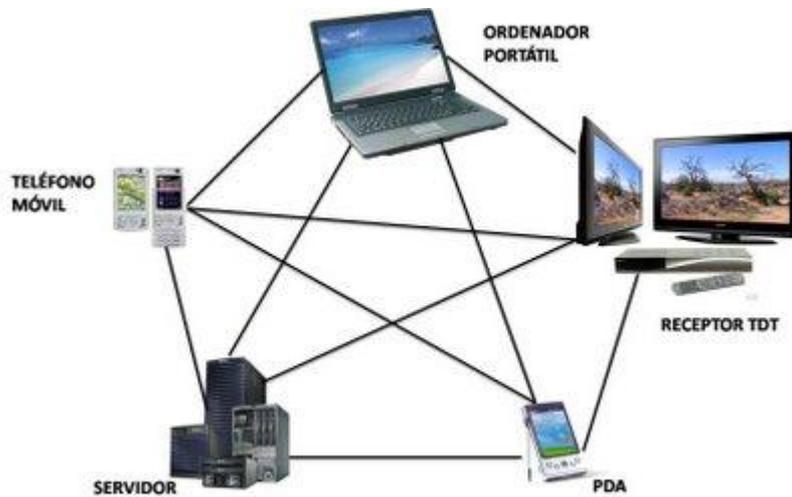


Fig. 18: Requerimiento de hardware⁴

- **Conversión de Datos.**

Se convierten los datos e información disponible en formato digital.

En este caso ya teníamos archivos en formato digital pero mediante el GPS, realizamos la georeferenciación de la información.

⁴ Sistemas operativos de red. Sistemas operativos de red y sistemas operativos, 2009. <http://marcosventuraosorio261v.blogspot.com/2009/03/sistemas-operativos-de-red-y-sistemas.html>

- **Definición de metadatos**

Son datos que describen otros datos. En general, un grupo de metadatos se refiere a un grupo de datos, llamado *recurso*. El concepto de metadatos es análogo al uso de índices para localizar objetos en vez de datos. Por ejemplo, en una biblioteca se usan fichas que especifican autores, títulos, casas editoriales y lugares para buscar libros. Así, los metadatos ayudan a ubicar datos.

Metadatos es un término que se refiere a datos sobre los propios datos. Un ejemplo es un folleto que nos informa sobre el lugar y el tipo de un libro. Nos está dando datos sobre otros datos: el libro al que se refiere el folleto. El contenido combinado de los datos y metadatos se conoce generalmente como paquete contenedor.

Es conveniente almacenar información sobre:

- Título, área incluida, temas, actualidad, restricciones, etc.
- Precisión, a qué nivel están completos los datos, linaje, etc.
- Datos espaciales como Vector, raster, punto.
- Proyección, datum, sistemas de coordenadas, etc.
- Información acerca de entidades, atributos, dominio de valores de los atributos, etc.
- Distribuidor, formatos, medios, estatus, etc.
- Nivel de actualización, institución o persona responsable, etc.

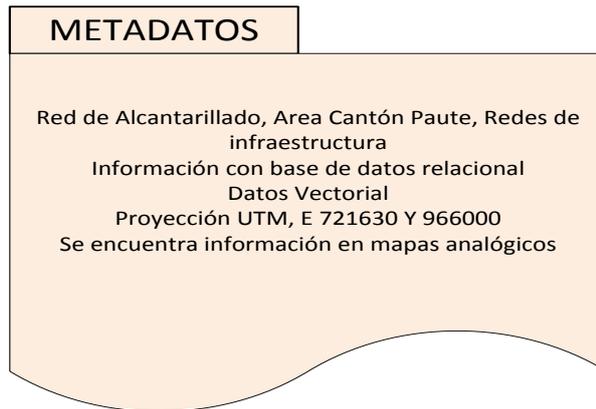


Fig. 19: Metadatos

- **Diseño Conceptual de la Base de Datos**

Se diseña un modelo entidad/relación donde se reflejan las posibles entidades y relaciones que contendrá el SIG.

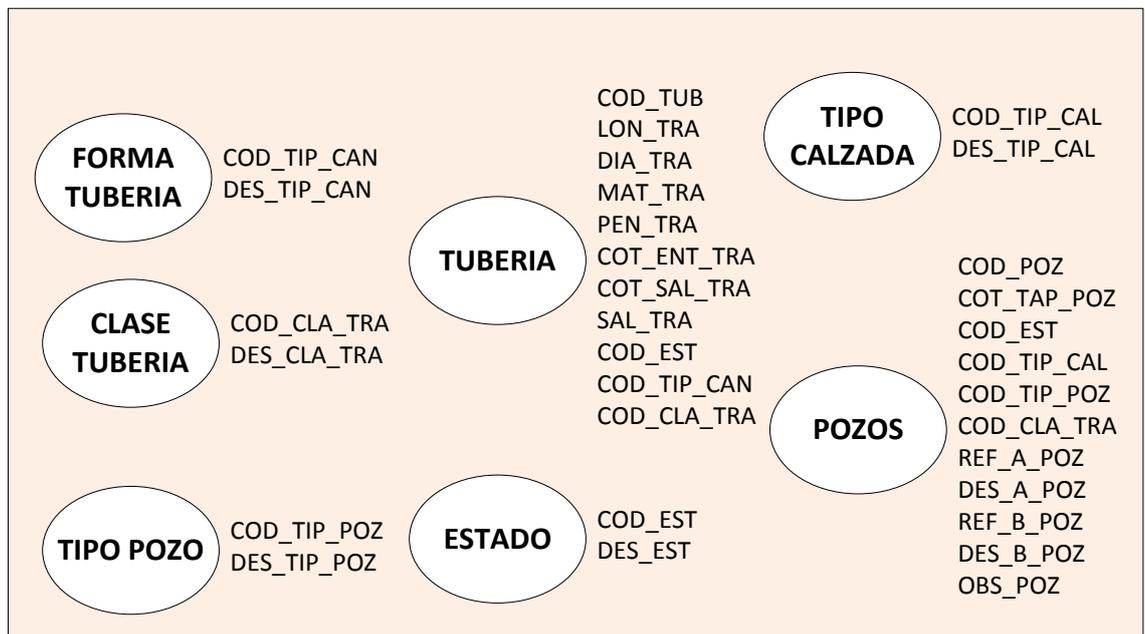


Fig. 20: Modelo Entidad Relación

- **Diseño Físico de la Base de Datos**

Se expresa en tablas del diccionario de datos (capítulo 5)

- **Desarrollo de Programas y Aplicaciones**

Se desarrollan los programas y aplicaciones que responden a las necesidades operativas de la organización.

- **Proyecto Piloto**

Se escoge un área de estudio y se estructura un prototipo para evaluar dichas potencialidades.

CAPITULO V

ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS

5. ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS

Para el manejo de la base de datos se definió las entidades que forman parte del sistema, las estructuras de cada una, el modelo Entidad – Relación, el diccionario de datos, las funcionalidades y las consultas.

5.1. ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS.

La estructura de una base de datos hace referencia a los tipos de datos, los vínculos o relaciones y las restricciones que deben cumplir esos datos. La estructura de una base de datos es diseñada empleando algún tipo de modelo de datos.

5.1.1. Entidades.

Una entidad caracteriza a un tipo de objeto, real o abstracto, del problema a modelizar. Toda entidad tiene existencia propia, es distinguible del resto de las entidades, tiene nombre y posee atributos definidos en un dominio determinado. Una entidad es todo aquello de lo que se desea almacenar información. En el diagrama E-R las entidades se representan mediante rectángulos.

5.1.2. El Modelo Entidad - Relación:

Cuando se utiliza una base de datos para gestionar información, se está plasmando una parte del mundo real en una serie de tablas, registros y campos ubicados en un ordenador; creándose un modelo parcial de la realidad. Antes de crear físicamente estas tablas en el ordenador se debe realizar un modelo de datos.

El modelo de datos más extendido es el denominado ENTIDAD/RELACIÓN (E/R) En el modelo E/R se parte de una situación real a partir de la cual se definen **entidades** y **relaciones** entre dichas entidades:

- **Entidad**

Se trata de un objeto del que se recoge información de interés de cara a la base de datos. Gráficamente se representan mediante un rectángulo. Un ejemplo sería la entidad banco, donde se recogerían los datos relativos a ese banco, como puede ser el nombre, el número de sucursal, la dirección, etc.

Dentro de las entidades pueden ser fuertes o débiles. Las fuertes son las que no dependen de otras entidades para existir, mientras que las entidades débiles siempre dependen de otra entidad sino no tienen sentido por ellas mismas.

- **Relación**

Podemos definir la relación como una asociación de dos o más entidades. A cada relación se le asigna un nombre para poder distinguirla de las demás y saber su función dentro del modelo entidad-relación. Otra característica es el grado de relación, siendo las de grado 1 relaciones que solo relacionan una entidad consigo misma. Las de grado 2 son relaciones que asocian dos entidades distintas, y las de grado n que se tratan de relaciones que unen más de dos entidades.

Las relaciones se representan gráficamente con rombos, dentro de ellas se coloca el nombre de la relación.

Otra característica es el tipo de correspondencia entre dos relaciones;

- 1:1. Uno a uno, a cada ocurrencia de una entidad le corresponde como máximo una ocurrencia de la otra entidad relacionada.

- 1:N. Uno a Mucho, a cada ocurrencia de la entidad A le pueden corresponder varias de la entidad B.
- N:M. Muchos a muchos, cada ocurrencia de una entidad puede contener varias de la otra entidad relacionada y viceversa.
- Para finalizar las características de la relación tenemos la cardinalidad que define el número máximo y mínimo de ocurrencias de cada tipo de entidad. Se representa con los valores máximo coma mínimo encerrados entre paréntesis encima de la relación. (máximo, mínimo)

- **Atributo**

Se define como cada una de las propiedades de una entidad o relación. Cada atributo tiene un nombre y todos los posibles valores que puede tener. Dentro de una entidad tiene que haber un atributo principal que identifica a la entidad y su valor tiene que ser único. Un ejemplo de atributo principal sería el dni dentro de la entidad persona.

5.1.3. Modelo Entidad-Relación del Sistema

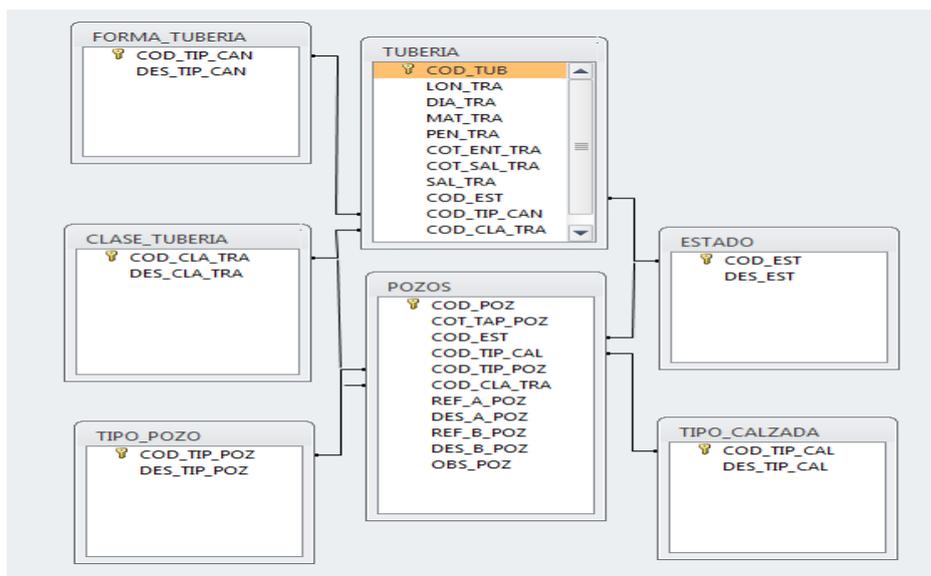


Fig. 21: Tablas de la Base de Datos

5.1.4. Estructura del Diccionario de Datos

Es un compendio en el que aparecen todos los flujos de datos y su estructura ordenados alfabéticamente.

Estructura de Cabecera

Contiene la información general de cada una de las tablas:

- **Número:** Contiene el número de la tabla a la que se hace referencia.
- **Descripción:** Muestra la descripción de la tabla.
- **Nombre de la Entidad:** Nombre que tendrá en el Modelo Entidad-Relación
- **Nombre de la Tabla:** Nombre que tendrá la tabla

Estructura del Detalle

El detalle del diccionario se describe a continuación:

- **Código:** Describe que tipo de relación tiene este campo en esta tabla, pudiendo ser los siguientes:
 - **AID** = Llave propia, que significa atributo identificador.
 - **DEP** =Dependencia de otra entidad cuyas llaves pueden ser a su vez propias o de dependencia.
 - **REF** = Referencia a otra entidad.
 - **ATR** = Atributo propio.

- Llave: Indica si en esa tabla el campo es llave propia, foránea o alterna.
- Tipo: Indica el tipo de edición del campo. Ejemplo:
- Alfanumérico o carácter, numérico, etc
- Tamaño: Contiene el tamaño del campo.
- Descripción del elemento: Nombre descriptivo largo del elemento datos

Diccionario de datos del sistema

NUMERO: 1

DESCRIPCION: POZOS DEL ALCANTARILLADO

NOMBRE ENTIDAD: POZOS_ALCANTARILLADO

NOMBRE DE LA TABLA: POZOS_ALCANTARILLADO

CODIGO	LLAVE	NOMBRE	TIPO	LONGITUD	DESCRIPCION DEL ELEMENTO
AID		COD_POZ	Número	Simple	
ATR		COT_TAP_POZ	Número	Simple	COTA TAPA POZO
DEP		COD_EST	Texto	255	ESTADO POZO
DEP		COD_TIP_CAL	Texto	255	TIPO CALZADA POZO
DEP		COD_TIP_POZ	Texto	255	TIPO POZO
DEP		COD_CLA_TRA	Texto	255	CLASE ALCANTARILLADO DEL TRAMO
ATR		REF_A_POZ	Número	Simple	REFERENCIA A DEL POZO
ATR		DES_A_POZ	Texto	255	DESCRIPCION A DEL POZO
ATR		REF_B_POZ	Número	Simple	REFERENCIA B DEL POZO
ATR		DES_B_POZ	Texto	255	DESCRIPCION B DEL POZO
ATR		OBS_POZ	Texto	255	OBSERVACIONES DEL POZO

Tabla 2: Pozos de Alcantarillado

NUMERO: 2
DESCRIPCION: CLASE DE TUBERIA
NOMBRE ENTIDAD: CLASE_TUBERIA
NOMBRE DE LA TABLA: CLASE_TUBERIA

CODIGO	LLAVE	NOMBRE	TIPO	LONGITUD	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	DEL
AID		COD_CLA_TRA	Texto	255	CODIGO CLASE TRAMO	
ATR		DES_CLA_TRA	Texto	255	DESCRIPCION CLASE TRAMO	

Tabla 3: Clase de Tubería

NUMERO: 3
DESCRIPCION: ESTADO DE TUBERIA Y/O RED
NOMBRE ENTIDAD: ESTADO_TUBERIA_RED
NOMBRE DE LA TABLA: ESTADO_TUBERIA_RED

CODIGO	LLAVE	NOMBRE	TIPO	LONGITUD	DESCRIPCION DEL ELEMENTO
AID		COD_EST	Texto	255	CODIGO ESTADO
ATR		DES_EST	Texto	255	DESCRIPCION ESTADO

Tabla 4: Estado de Tubería y/o Red

NUMERO: 4
DESCRIPCION: FORMA DE LA TUBERIA
NOMBRE ENTIDAD: FORMA_TUBERIA
NOMBRE DE LA TABLA: FORMA_TUBERIA

CODIGO	LLAVE	NOMBRE	TIPO	LONGITUD	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	DEL
AID		COD_POZ	Número	Simple		
ATR		COT_TAP_POZ	Número	Simple	COTA TAPA POZO	

Tabla 5: Forma de la Tubería

NUMERO: 5
DESCRIPCION: TIPO DE CALZADA
NOMBRE ENTIDAD: TIPO_CALZADA
NOMBRE DE LA TABLA: TIPO_CALZADA

CODIGO	LLAVE	NOMBRE	TIPO	LONGITUD	DESCRIPCION DEL ELEMENTO
AID		COD_TIP_CAL	Texto	255	CODIGO TIPO CALZADA
ATR		DES_TIP_CAL	Texto	255	DESCRIPCION TIPO DE CALZADA

Tabla 6: Tipo de Calzada

NUMERO: 6
DESCRIPCION: TIPO DE POZO
NOMBRE ENTIDAD: TIPO_POZO
NOMBRE DE LA TABLA: TIPO_POZO

CODIGO	LLAVE	NOMBRE	TIPO	LONGITUD	DESCRIPCION DEL ELEMENTO
AID		COD_TIP_POZ	Texto	255	CODIGO TIPO POZO
ATR		DES_TIP_POZ	Texto	255	DESCRIPCION TIPO POZO

Tabla 7: Tipo de Pozo

NUMERO: 7
DESCRIPCION: TUBERIA
NOMBRE ENTIDAD: TUBERIA
NOMBRE DE LA TABLA: TUBERIA

CODIGO	LLAVE	NOMBRE	TIPO	LONGITUD	DESCRIPCION DEL ELEMENTO
AID		COD_TUB	Número	Entero	
ATR		LON_TRA	Número	Simple	LONGITUD
ATR		DIA_TRA	Número	Entero largo	DIAMETRO

ATR		MAT_TRA	Texto	255	MATERIAL
ATR		PEN_TRA	Número	Doble	PENDIENTE
ATR		COT_ENT_TRA	Número	Simple	COTA ENTRADA
ATR		COT_SAL_TRA	Número	Simple	COTA SALIDA
ATR		SAL_TRA	Número	Entero largo	SALTO DE TRAMO
DEP		COD_EST	Texto	255	ESTADO DEL TRAMO
DEP		COD_TIP_CAN	Texto	255	CODIGO TIPO CANAL
DEP		COD_CLA_TRA	Texto	255	CLASE ALCANTARILLADO DEL TRAMO
ATR		OBS_TUB	Texto	255	OBSERVACIONES

Tabla 8: Tubería

5.2. FUNCIONALIDADES

El sistema SIG de Alcantarillado tiene las siguientes funcionalidades:

Almacenamiento de información a través de una base de datos gráfica y alfanumérica que nos permitirá capturar gran cantidad de información que será de utilidad para el manejo del GIS.

Gestión de la información, para obtener la independencia entre la organización física y lógica de los datos, es decir la independencia entre la base de datos y los programas que la gestionan, para poder de este modo controlar su almacenamiento, recuperación y actualización

Análisis espacial que nos permitirá atribuir valores a los datos geográficos (operaciones de consulta, medición de áreas o perímetros, superposición de capas de información)

Representación de la información de forma gráfica a través de planos, en texto o tablas.

5.3. CONSULTAS GRÁFICAS

A continuación, hacemos conocer las consultas que se han realizada clasificándolas de la siguiente manera:

Red de alcantarillado.- Formaran parte de la red de distribución de alcantarillado: Colectores que comprende tramos cuyo diámetro es mayor a 300mm o también consultas de tramos con diámetros menores.

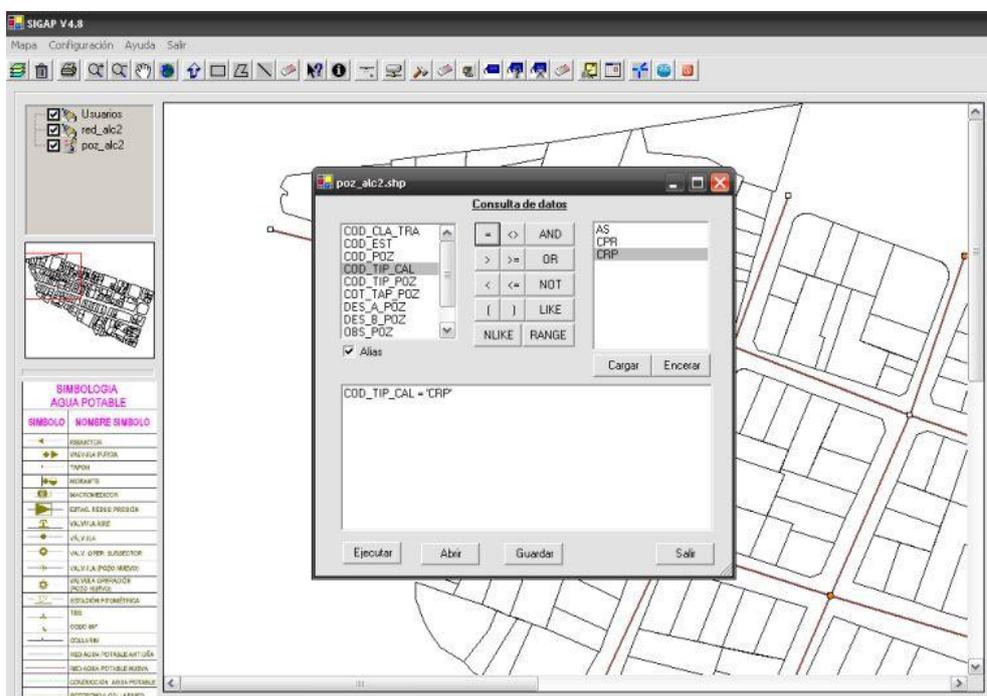


Fig. 22: Consulta Tipo Calzada

Pozos de la Red de Alcantarillado.- Al referirnos a este aspecto manifestamos que para hacer las consultas en base a las cotas, planteando modelos digitales del terreno, pendientes, etc. Además de consultas de tipos de calzada, estados, etc.

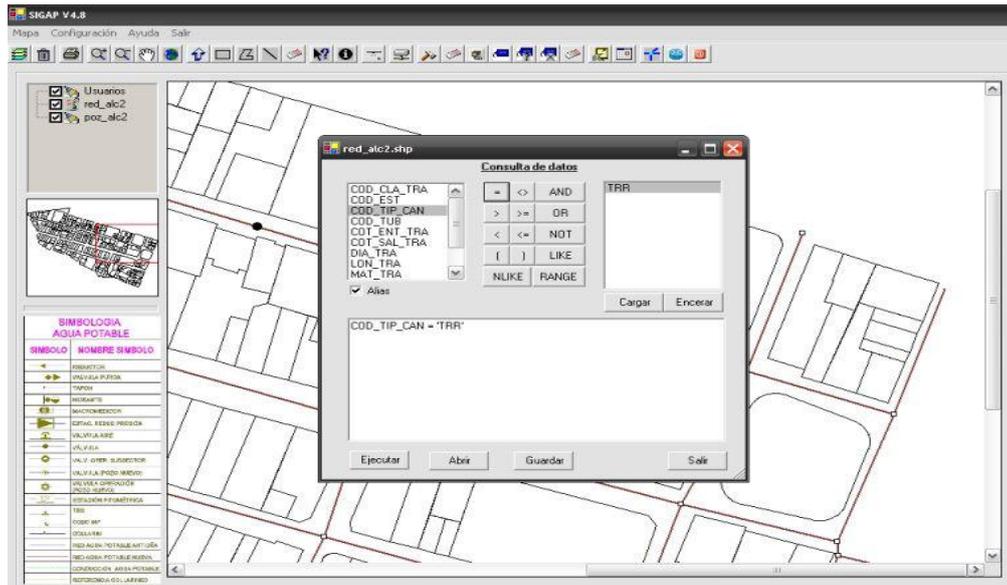


Fig. 23: Consulta tipo canal

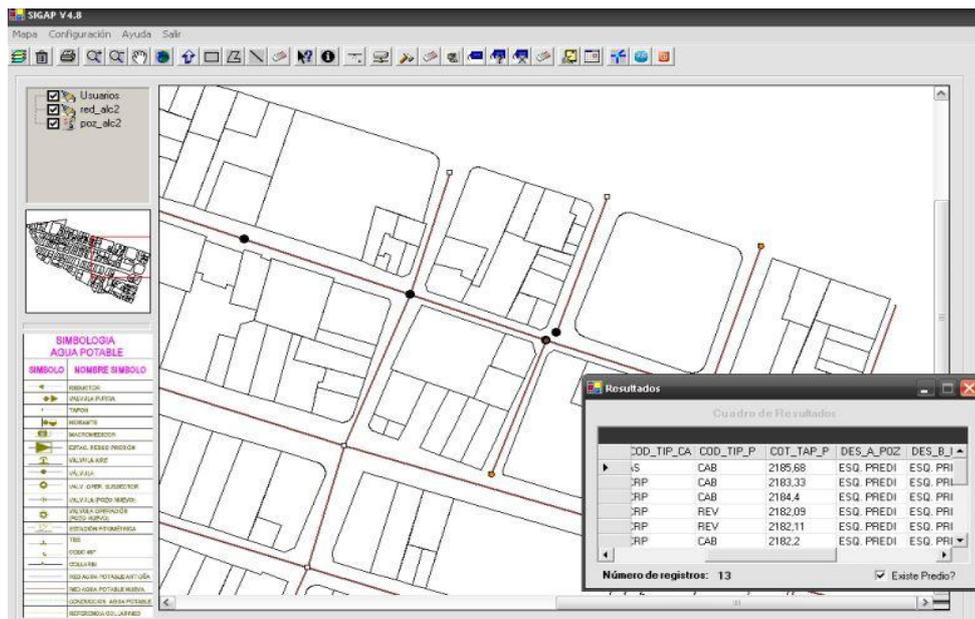


Fig. 24: Consulta número de pozos

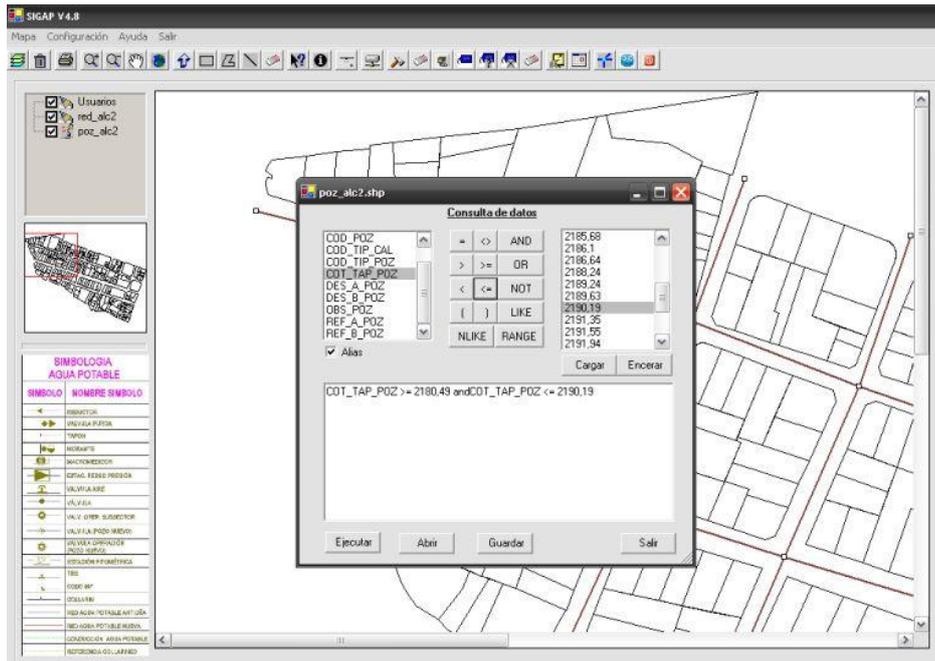


Fig. 25: Consulta tipo pozo

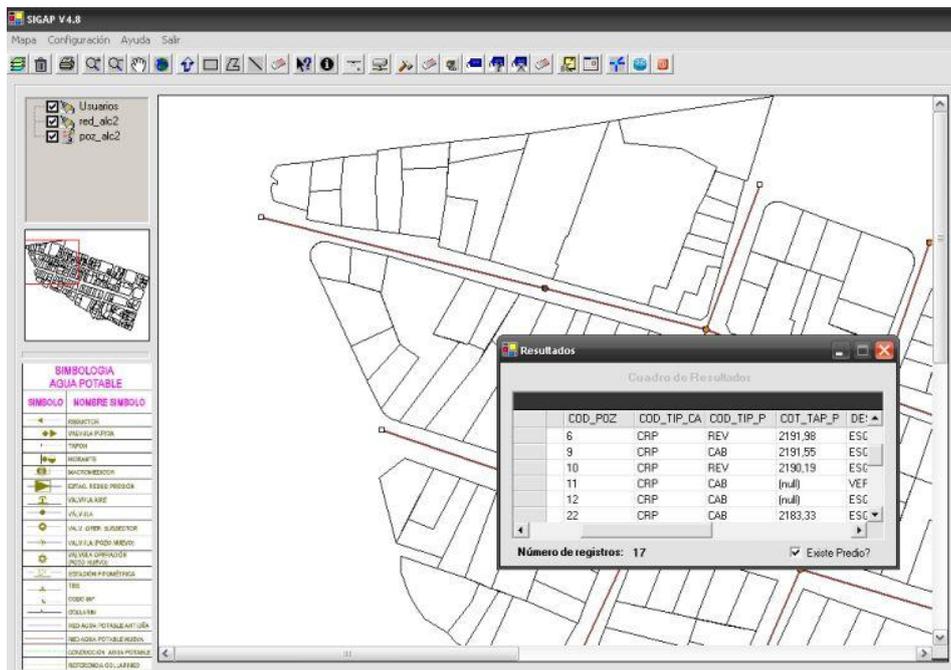


Fig. 26: Consulta predios con alcantarillado

CAPITULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

Para trabajar con un proyecto SIG de Alcantarillado debemos conocer los siguientes conceptos: **Topografía** (de *topos*, "lugar", y *grafos*, "descripción") es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la tierra, con sus formas y detalles; tanto naturales como artificiales. **GPS** es un sistema global de navegación por satélite (GNSS) que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona o un vehículo con una precisión hasta de centímetros (si se utiliza GPS diferencial), aunque lo habitual son unos pocos metros de precisión.

El diseño asistido por computadora, más conocido por sus siglas inglesas **CAD** (*computer-aided design*), es el uso de un amplio rango de herramientas computacionales que asisten a ingenieros, arquitectos y a otros profesionales del diseño en sus respectivas actividades. **Sistema de Información Geográfico "SIG o GIS"**, es una integración organizada de hardware, software, datos geográficos y personal, diseñado para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión.

Sistema Distribuido, se conoce como la colección de elementos de cómputo autónomo que se encuentran físicamente separados y no comparten una memoria común, se comunican entre sí a través del intercambio de mensajes utilizando arquitectura cliente-servidor es un modelo de aplicación distribuida en el que las tareas se reparten entre los proveedores de recursos o servicios, llamados servidores, y los demandantes, llamados clientes.

Los **sistemas de gestión de bases de datos**, son un tipo de software muy específico, dedicado a servir de interfaz entre la base de datos, el usuario y las aplicaciones que la utilizan

Para trabajar con el proyecto se analizará las herramientas tanto **Hardware**, como **Software**, que son elementos indispensables para el desarrollo del proyecto. En el caso del **Hardware**, se define como todo lo tangible, material, o lo que se puede tocar del equipo de cómputo, por ejemplo; los conectores, el ratón (mouse), el teclado, el monitor, unidades de disco, las unidad lectora de cd, el cpu, el micrófono, el scanner etc. Y se clasifican según el uso de la computadora en: dispositivos de entrada, salida y almacenamiento. **Software** la palabra “software” se refiere al equipamiento lógico o soporte lógico de un computador digital, y comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios para hacer posible la realización de una tarea específica

Como paso siguiente se establecerá la estructura de los elementos gráficos que comprende la Red de Alcantarillado, como son: los tramos-tuberías, pozos, sumideros, till, pozos, etc.;

La información se recopiló mediante **GPS** y el diseño de la base cartográfica se realizó utilizando **AutoCAD** y se elaboró la metodología de implantación de SIG, la cual permitió desarrollar un **SIG** con la calidad requerida en el tiempo y costo planificado y que cumpla con las expectativas del cliente para mejorar la eficiencia y efectividad de su implantación, así como lograr minimizar el impacto organizacional.

Además se procede con la creación de tablas para infraestructura del catastro que nos permitirá la actualización de la información y por ende el manejo de la misma.

Con el uso de esta metodología se pretenden solucionar los problemas que afectan el desarrollo e implantación de los SIG, pues se centra en llevar un control de todos los procesos para entregar en tiempo el producto a realizar, hay más

exigencia de qué se debe hacer y cuándo se deben entregar las tareas asignadas proporcionando un aumento en la motivación y el nivel de responsabilidad en los miembros del equipo. Es importante tener en cuenta que utilizar una metodología ágil para comenzar el desarrollo e implantación de un SIG es fácil de asimilar, pues los miembros del equipo se sienten cómodos y al cliente le agrada el producto final.

6.2. RECOMENDACIONES

La información del catastro de alcantarillado se encuentra en formato analógico, sería conveniente contratar su digitalización.	EJECUCIÓN INMEDIATA
El catastro digital de alcantarillado debería adicionar una red de BM's que permita unificar las cotas en la red	EJECUCIÓN A MEDIANO PLAZO
La información del catastro de alcantarillado debe actualizarse continuamente para servir como herramienta para los otros departamentos.	EJECUCIÓN INMEDIATA
La implementación de una guía metodológica es esencial para el manejo de catastro de alcantarillado	EJECUCIÓN A MEDIANO PLAZO
En el catastro de alcantarillado es de fundamental importancia ingresar y revisar los datos de cotas para hacer futuras modelaciones en 3d.	EJECUCIÓN A MEDIANO PLAZO
Los conocimientos de los funcionarios en cuanto a tecnología deben ser actualizados	EJECUCIÓN A MEDIANO PLAZO
Todos los catastros del alcantarillado deberían tener	EJECUCIÓN A

información digital para proceder a enlazarla al catastro manejado	MEDIANO PLAZO
---	------------------

BIBLIOGRAFIA

Hugo, P. A. (2006). *Sistemas sanitarios alternativos para la ciudad de Tijuana, Baja California*. Tijuana: Red Frontera Norte.

OIRSA. (2005). Sistemas de información geográfica. En OIRSA, *Sistemas de información geográfica* (págs. 10-33).

Corporación Andina de Fomento. (2007). Análisis del sector agua potable y saneamiento. En C. A. Fomento, *Análisis del sector agua potable y saneamiento* (págs. 2-17). Corporación Andina de Fomento.

TECNOPROJECT. (2003). *Que es GPS*. Recuperado el 01 de 10 de 2012, de <http://www.tecnoprojectltda.com/QUEESGPS.htm>

Juan, P. L. (2010). *Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del territorio: entrada, manejo, análisis y salida de datos espaciales: teoría general y práctica para ESRI ArcGIS 9 (4a. ed.)*. ECU.

TELESPAZIO. (2012). *Que es GIS*. Recuperado el 02 de 10 de 2012, de <http://www.aurensis.com/page.php?id=163&lang=ESP>

Virgilio, B. S. (2009). Desarrollo de modelos hidrológicos con herramientas SIG. En B. S. Virgilio, *Desarrollo de modelos hidrológicos con herramientas SIG* (págs. 17-20). Asociación de Geógrafos Españoles.

WIKILEARNING. (2007). *Introducción a .NET*. Recuperado el 03 de 10 de 2012, de http://www.wikilearning.com/tutorial/introduccion_a_la_plataforma_net_y_mono-introduccion_a_net/11990-1

ANEXOS A. SOFTWARE

A.1. INTRODUCCIÓN

Los componentes de ArcObjects son los bloques de construcción de la familia de productos ArcGIS, y las librerías ArcObjects proporcionan un conjunto de componentes de software y un marco de trabajo para desarrollar aplicaciones GIS.

Los controles ArcGIS Engine y herramientas de desarrollo .NET pueden ser combinados por su gran versatilidad para crear aplicaciones que realizan tareas GIS específicas, incluyendo navegación en mapas, selección de elementos y renderizado, operaciones espaciales, proyección de data, administración de data, editado, geoprocésamiento y creación de mapas.

A.2. ÁMBITO DEL SOFTWARE

El programa, inicia colocando el Perfil y la Contraseña correspondiente al grupo de trabajo, en este caso el perfil será USUARIO y la contraseña ALCANTARILLADO en mayúsculas o minúsculas.

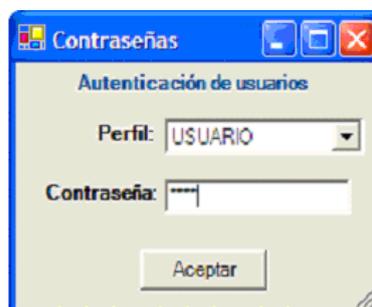


Fig. 27: Identificación Usuario

El entorno del programa consta de tres partes:

- Tabla para Shapes
- Ventanas de visualización
- Menú Principal
- Barras de botones

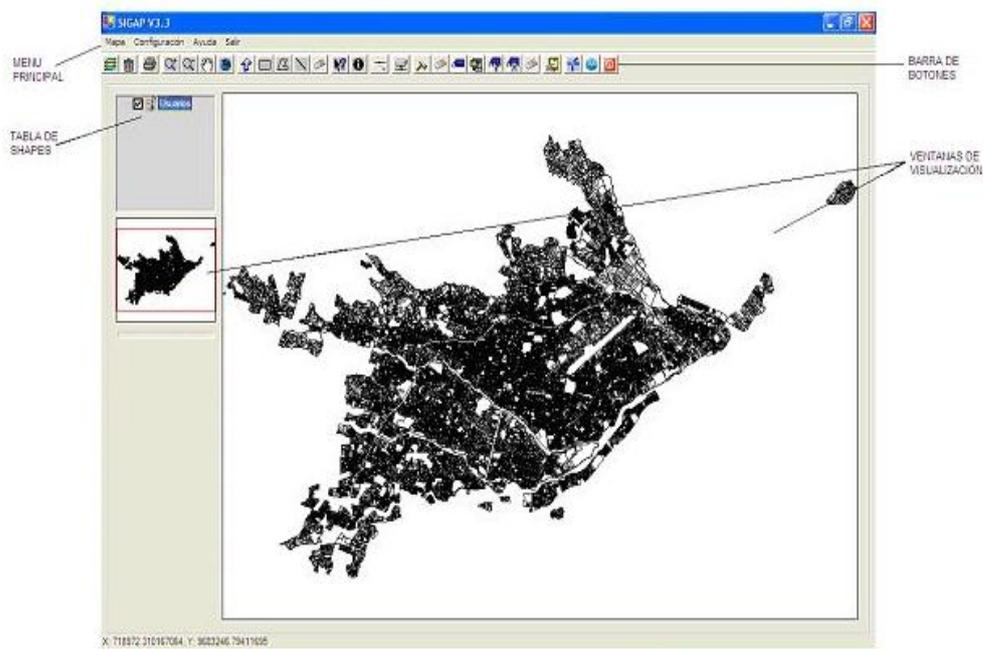


Fig. 28: Entorno del Programa

A.2.1. Tabla de shapes

En esta se encuentran todos los shapes o capas que contiene el programa ya sea visualizados o activados; una casilla de verificación, junto a la capa indica que esta o no visible, pero no es lo mismo activar un tema que hacerlo visible; cuando un tema es activado aparece con un icono diferente a cuando esta visible; al activarlo se le indica al programa que comience a trabajar con los elementos de dicho shape.

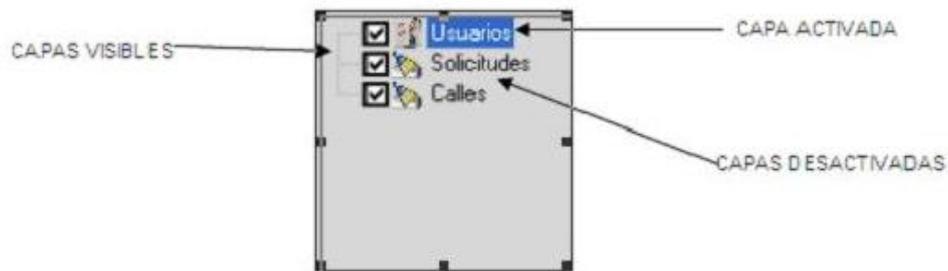


Fig. 29: Tablas de SHP

A.2.2. Ventanas de Visualización

Ventana pequeña: Es una guía de ubicación con respecto a la grande. En caso que el zoom sea muy amplio, es posible ubicarse en cualquier parte del mapa dando un clic en una ubicación específica del mapa pequeño.

Ventana grande: Donde se presentan la cartografía del proyecto, es en donde se realizarán todas las acciones de consulta y presentación de resultados.

A.2.3. Menú Principal

Despliega las principales funciones del programa, contiene los siguiente submenús: Mapa, Configuración, Ayuda y Salir

Mapa

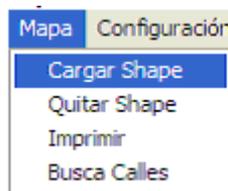


Fig. 30: Funciones del Submenú Mapa

Cargar Shape: Permite agregar nuevos mapas al área de trabajo.

Quitar Shape: Elimina mapas del área de trabajo.

Imprimir: Imprime el mapa, así como el resultado de una consulta o selección.

Busca Calles: Realiza la búsqueda de calles con su respectiva intersección.

Configuración



Fig. 31: Funciones del Submenú Configuración

Base de Datos: Permite establecer parámetros para la conexión con la base de datos. El acceso a esta opción está habilitada únicamente al administrador.

Shape: Nos permite modificar los colores en atributos en el mapa.

- Configuración del Shape: Que esta relacionado a los colores de mapa general, por omisión tenemos el color blanco para el fondo de los predios y para los bordes color negro.
- Configuración de la Consulta: Nos permite modificar los colores de la información consultada, por omisión tenemos el color amarillo para el fondo del predio y el negro para el borde
- Configuración de Selección: Se activa cuando utilizamos las herramientas de selección que serán vistas posteriormente, como color de omisión en el fondo del shape tenemos el color celeste y como borde el color negro

- Visibilidad etiquetas: Nos permite controlar la visibilidad de las etiquetas con respecto al zoom que se aplique al mapa, mientras menor es la visibilidad mayor el área en que se desplegarán las etiquetas.
- Símbolos: Sirve para configurar el tamaño y el color de los ítems en los shapes de símbolos, como por ejemplo los shapes de pozos, sumideros, descargas, etc.



Fig. 32: Configuración del Shape

Red: Tiene la misma funcionalidad de la pantalla anterior pero varia porque permite cambiar los atributos de las redes y accesorios de Alcantarillado.



Fig. 33: Configuración del Shape para la Red

Rastreo: Esta opción permite cambiar los atributos de la pantalla más pequeña de visualización del mapa



Fig. 34: Configuraciones Generales

Ayuda

Despliega la ayuda del programa.

Ayuda

Salir

Sale de la aplicación

Barra de herramientas

A continuación se detallan las funciones de la barra de herramientas.

Agregar un nuevo shape

Pulsar el botón  para añadir una capa o shape, en el cuadro de dialogo que aparece a continuación; buscar el directorio Archivos en la Carpeta SIGAP_RED que esta en la raíz, ubicarse en el shape deseado y cargarlo con un doble click o pulsando en botón Abrir

Quitar shapes

Activar el shape deseado y pulsar el botón  para eliminarlo.

Imprimir

La selección Imprimir se divide en dos opciones:

Imprimir página.

Imprime la pantalla seleccionada escogiendo el sentido de la hoja para la impresión.

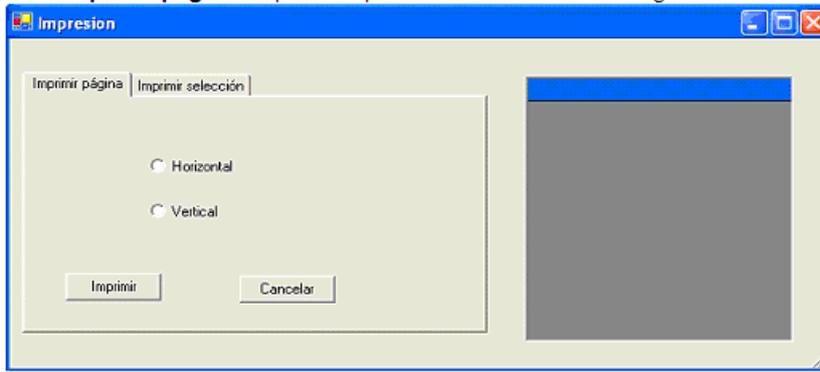


Fig. 35: Impresión Página

Imprimir Información.

Imprime la información alfanumérica adicional. Para utilizar esta opción se escoge el campo requerido en la vista izquierda y se pulsa los botones de selección para enviar los campos a la vista derecha, finalmente se debe presionar el botón imprimir.

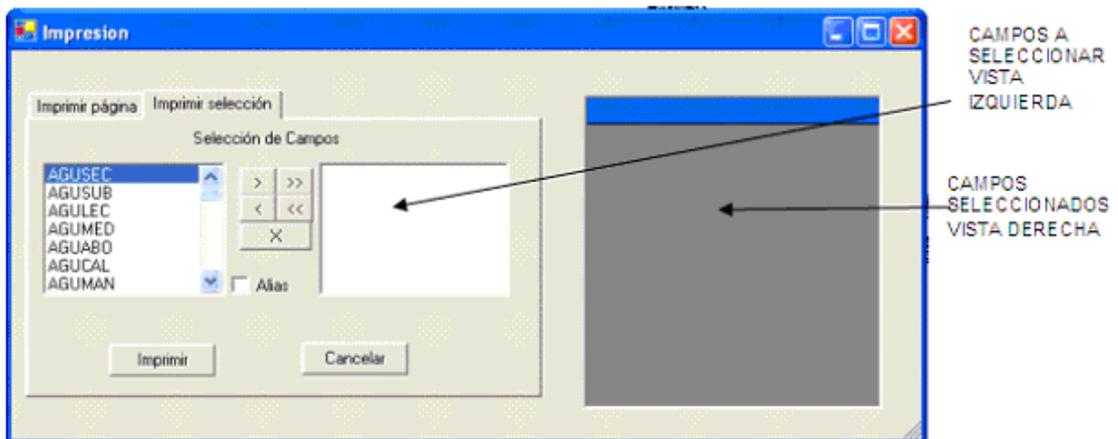
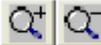


Fig. 36: Impresión Selección

Herramientas de Zoom para el Mapa

Los botones  permiten ampliar o reducir una determinada área de la vista, tomando como centro una posición. Si quiere ampliar un área de la vista se da click en el botón Zoom In  y se mantiene pulsado el botón izquierdo del ratón arrastrándolo hasta la esquina opuesta del recuadro que se quiere trazar. Para minimizar la zona deseada dar click en el botón Zoom out  del mapa y continuar el procedimiento hasta alcanzar la vista deseada.



Permite cambiar el encuadre de la vista arrastrando el campo de visualización en todas las direcciones mediante el ratón; para cambiarlo se debe mantener el botón izquierdo del ratón pulsado y moverlo hacia la dirección deseada.



Para llevar el zoom a la extensión total.

Herramientas para Selección



Selecciona los predios deseados uno a la vez; si necesita seleccionar varios predios se debe mantener la tecla control presionado y seguir seleccionado.



Selecciona los predios deseados mediante un cuadrado haciendo un click izquierdo del ratón y arrastrándolo hasta seleccionar el área deseada.



Selecciona mediante un polígono el área deseada con un click izquierdo del ratón y arrastrándolo hasta el punto deseado, continúa presionado y nuevamente realiza un click izquierdo y arrastra repitiendo el proceso hasta cerrar el polígono con doble click izquierdo.



Selecciona mediante una línea los predios necesarios dando un click izquierdo del ratón y arrastrándolo hasta el punto deseado, terminando con un doble click izquierdo



Borra la selección realizada

Información

Para obtener información de cada uno de los elementos se debe pulsar el botón



previo a mantener activa la capa del shape a consultar.

Herramientas de Consulta



Sirve para activar el cuadro de dialogo que permite construir la expresión de consulta necesaria para encontrar la información solicitada.

En la lista de la izquierda encontramos los campos con sus respectivos alias, que utilizaremos para construir la mencionada consulta. Luego de establecer los valores de cada campo de consulta, hay que presionar la tecla “Enter” para terminar la expresión. Adicionalmente se dispone de una ventana en la parte superior derecha para cargar los valores existentes en el campo seleccionado, dicha información se la obtiene presionando el botón cargar.

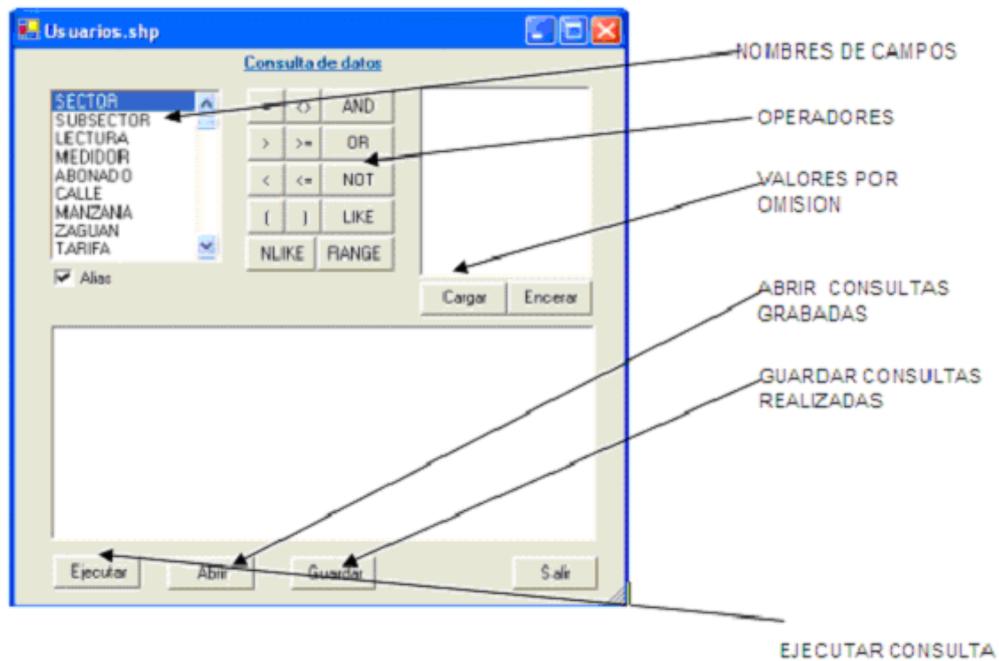


Fig. 37: Consulta de Datos



Borra la consulta realizada

El momento en que se realiza la consulta, los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

	ABONADO	AGUACT	AGUALC	AGUA
▶	ANDRADE GUDINO JOSE	6405	2.50	6385
	ANDRADE GUTIERREZ MA	5642	3.16	5623
	SARMIENTO ANDRADE GE	5621	0	5587
	QUINDE ANDRADE GENAR	5458	4.23	5429
	QUINDE ANDRADE GONZA	4211	2.90	4190
	VAZQUEZ ANDRADE GALO	3848	5.14	3810

Número de registros: 23 Existe Predio?

Fig. 38: Resultados de la Consulta

Herramientas para etiquetar información

 Permite etiquetar la información que se encuentra en toda la pantalla, por ejemplo si estamos trabajando con el shape de Usuarios, presionando este botón etiquetará todos los predios que se encuentren visibles en la pantalla. Se desplegará la siguiente pantalla:

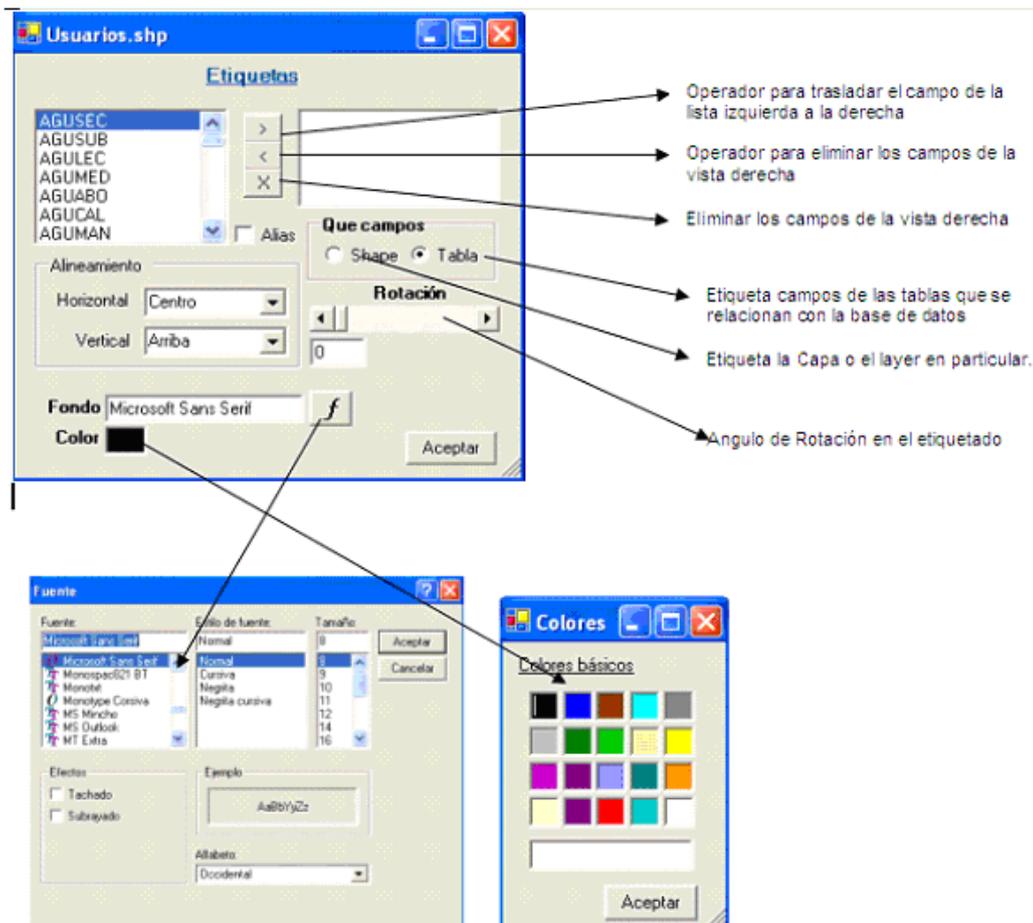


Fig. 39: Etiquetas

 Permite etiquetar solamente la información resultante de una consulta o selección.



En caso de que en un mismo predio exista más de un usuario, mediante esta función se puede escoger el usuario que se desea etiquetar. Esta función sirve para todos los shapes de tipo polígonos.



Este botón encera el predio que se escogió con el botón anterior. Una vez encerado se visualizará el primer usuario del predio en caso que existan dos o más usuarios en dicho predio.



Borra las etiquetas.

Atributos de letra como el color, el tipo, el tamaño, el ángulo de rotación, la alineación deben ser seleccionados, y por ultimo se pulsa el botón aceptar por realizar el proceso de etiquetado.

Búsqueda de calles

Esta opción sirve para ubicar en el mapa la intersección de dos calles. Funciona de la siguiente manera:

Verificar que el shape de calles esté activo, luego presionar el botón de búsqueda



, en el cual se colocará el nombre de la calle y la intersección, finalmente pulsar el botón Buscar y el mapa realizará un zoom a la zona de la intersección.

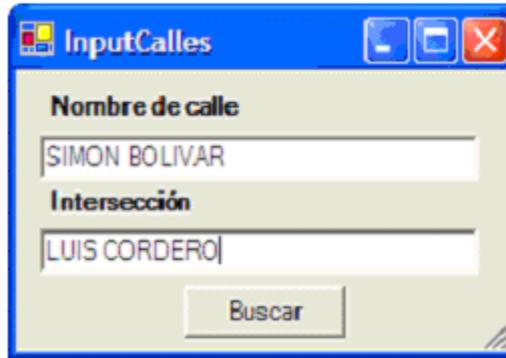


Fig. 40: Búsqueda de Calles

Información de Válvulas y Tuberías

Esta función es accedida por el botón , tiene la finalidad de relacionar las válvulas con sus respectivas tuberías y viceversa. El modo en que funciona es el siguiente: Se debe seleccionar una válvula específica en el shape de válvulas, luego presionar este botón y se encenderán las tuberías relacionadas a esta válvula, de igual manera se puede seleccionar una tubería para que se enciendan las válvulas correspondientes.