

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Posgrados

**Sistema de información geográfica (SIG) de predios, acometidas, tuberías
y accesorios para la Empresa Pública Empresa Municipal de Agua
Potable y Alcantarillado de Riobamba (EP-EMAPAR), Ecuador**

Andrés Alejandro Yépez Villavicencio

Richard Resl, PhD.(c), Director de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito
para la obtención del título de Magíster en Sistemas de Información Geográfica

Quito, diciembre de 2014

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Postgrados

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

**Sistema de información geográfica (SIG) de predios, acometidas, tuberías
y accesorios para la Empresa Pública Empresa Municipal de Agua
Potable y Alcantarillado de Riobamba (EP-EMAPAR), Ecuador**

Andrés Alejandro Yépez Villavicencio

Richard Resl, PhD.(c)

Director de Tesis

Rafael Beltrán Ramallo, MSc.

Miembro del Comité de Tesis

Richard Resl, PhD.(c)

**Director de la Maestría en Sistemas
de Información Geográfica**

Stella de la Torre, Ph.D.

**Decana del Colegio de Ciencias
Biológicas y Ambientales**

Víctor Viteri Breedy, Ph.D.

Decano del Colegio de Posgrados

Quito, diciembre de 2014

© DERECHOS DE 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.

Andrés Alejandro Yépez Villavicencio

060300981-2

Quito, diciembre de 2014

RESUMEN

En el presente trabajo se presenta un desarrollo para incorporar un Sistema de Información Geográfica, en una empresa del sector público que brinda los servicios de agua potable y alcantarillado, situado en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, en el Ecuador; entidad que tiene delimitado su área de cobertura, y guiados por la ejecución de la obra denominada “Planes Maestros de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Riobamba”, se observa el momento oportuno para implementar la herramienta tecnológica invocada.

Con la construcción de nuevas redes de distribución de servicios que generan planos en formato CAD, e información histórica de la empresa, se procedió a la fijación del plano base de manzanas utilizando el sistema de coordenadas geográficas del Datum WGS-84, logrando posicionar espacialmente a la ciudad de Riobamba, por medio de un levantamiento topográfico de campo, usando un GPS de precisión junto a dos estaciones totales; señalando diferentes puntos de la ciudad; para a posterior geo posicionar otros planos constantes en el archivo institucional.

La recopilación adicional de información no gráfica, se la efectuó realizando un cruce con la base de datos de usuarios de la empresa y un levantamiento en campo por medio de entrevistas personalizadas y visitas a las acometidas colocadas en los diferentes predios de los abonados de la empresa.

Una vez con la información recopilada, se estructura y construye las diferentes capas, con la información almacenada, se procede a implementar la plataforma tecnológica necesaria, para que dichos datos puedan ser visualizados por los funcionarios de la empresa, por medio de la implementación de un sitio web en la intranet y extranet, pudiendo en la misma adicionalmente efectuar modificaciones en varias de las capas publicadas.

El trabajo realizado ayuda a que el uso de herramientas tecnológicas, permita poseer una herramienta indispensable en la actualidad, para llevar un inventario preciso de la infraestructura de la empresa, manteniendo una base de datos estructurada y geo posicionada; la cual junto con el talento humano necesario pueda servir como el soporte preciso para mantener información actualizada.

ABSTRACT

In this paper presents development to incorporate a Geographic Information System, a public sector company that provides potable water and sewerage, located in the city of Riobamba, Chimborazo Province, Ecuador; entity that has defined its coverage area, and guided by the execution of the work entitled "Planes Maestros de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Riobamba" observed the right time to implement the technological tool invoked.

With the construction of new networks of distribution services that generate CAD drawings format, and historical information on the company, proceeded to fixing the flat on apples using the Geographic Coordinate System Datum WGS-84, achieving position spatially Riobamba, through a field survey using a GPS precision with two total stations; pointing to different parts of the city; for a subsequent geo position other constant levels in the institutional file.

The additional collection of non-graphical information, making the effected a junction with the database of users of the company and field survey through customized and arranged visits undertaken in different premises of the subscribers of the company interviews .

Once the information collected, it is structured and builds the different layers, the stored information is necessary to implement the required technology platform for these data can be viewed by the officials of the company, through the implementation of a website on the intranet and extranet, it may in addition make changes in several layers published.

The work helps the use of technological tools, allowed to possess an indispensable tool in today, to keep an accurate inventory of the infrastructure of the company, maintaining a structured database and geo-positioned; which along with the human talent needed can serve as support to maintain accurate date information.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	5
ABSTRACT	6
REFERENCIA DE TÉRMINOS	19
GLOSARIO DE TÉRMINOS	21
CAPITULO I	42
1. Introducción.....	42
2. Antecedentes.....	43
3. Planteamiento del Problema	47
4. Hipótesis	49
5. Objetivos.....	49
5.1. Objetivo General.....	49
5.2. Objetivos Específicos	50
6. Enfoque de la solución	50
6.1. Contexto y marco teórico de la solución	50
6.2. Sistema de Información Geográfica (SIG)	51
6.3. Diferentes definiciones de SIG:.....	53
6.4. Descripción de la Infraestructura de los Sistemas	57
6.4.1. Infraestructura Primaria.....	57

CAPITULO II.....	61
7. Estudio Demográfico de las Zonas a Intervenir	61
7.1. Tendencia histórica del crecimiento poblacional.....	61
7.2. Metodología de proyección.....	67
7.2.1. Estimación y proyección de la fecundidad	69
7.3. Estimación y Proyección de la Mortalidad	73
7.3.1. Estructura y Nivel de la Mortalidad para 1950-2000	73
7.4. Estimación y proyección de la migración internacional	75
8. Proyecciones de la Población de la Ciudad de Riobamba.....	76
8.1. Tendencias de la tasa global de fecundidad	77
8.2. La esperanza de vida	79
8.3. La migración	80
8.4. Resultados de las proyecciones.....	80
8.5. Tendencias de crecimiento proyectadas en función de densidades propuestas	81
8.5.1. Densidades poblacionales del área de estudio	83
9. Población flotante en la ciudad de Riobamba y población de Guano	86
9.1. La demanda turística	86
9.2. Demanda estudiantil.....	87
9.3. Feriantes.....	87

9.4.	Distribución de la población flotante	88
9.5.	Consumidores de Guano	89
CAPITULO III		94
FUENTES DE INFORMACIÓN Y PLANIFICACIÓN LEVANTAMIENTO SIG.....		94
10.	Revisión del SIG del Cantón Riobamba Desarrollado por la Municipalidad.....	94
10.1.	Análisis de información	94
10.2.	Estado de la información gráfica actual	94
10.2.1	Información de la municipalidad.....	94
10.2.2.	Consideraciones del plano base	95
10.2.3.	Información del Consejo Provincial	96
10.2.4.	Información de la EP-EMAPAR	96
10.2.5.	Plano agua potable	96
10.2.6.	Plano aguas servidas	97
10.2.7.	Conclusiones de la información gráfica.....	99
10.3	Estado de la información alfanumérica actual	99
10.3.1.	Plano base Ilustre Municipalidad.....	100
10.3.2.	Plano agua potable (AP) EP-EMAPAR.....	100
10.3.3.	Plano aguas servidas (AS) EP-EMAPAR.....	100

11. Planificación de un modelo de levantamiento del SIG, que establezca los estándares de los planos y las bases de datos	100
12. Establecimiento de planes de mantenimiento y actualización de la cartografía base y redes.....	102
12.1. Hardware	102
12.2. Software	103
12.3. Métodos.....	104
12.4 Información	105
12.4.1. Plano base (Cartografía Base).....	105
12.4.2. Sistemas de agua potable y alcantarillado	106
12.5. Medición GPS	106
12.6 Calicatas	107
12.7 Medición manual.....	107
12.8 Personas.....	108
CAPITULO IV	110
ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SIG IMPLEMENTACIÓN	110
13. Normalización de las calles y códigos de infraestructura (Códigos de Unión). 110	
13.1. Plano Base	110
13.2 Codificación red de agua potable y red de alcantarillado	111

14.	Actualización de planos georeferenciados del sector inicial seleccionado para la presente tesis de control de pérdidas	111
14.1.	Plano base.....	112
14.2	Plano agua potable (AP).....	117
14.3.	Plano aguas servidas (AS).....	120
15.	Determinación de los abonados de agua potable y alcantarillado	123
16.	Levantamiento de los Planos de Agua Potable y Alcantarillado, Dentro del Sector Inicial	128
17.	Desarrollo de la base de datos	130
17.1.	Análisis de requerimientos	130
17.2.	Diseño de la base de datos.....	131
17.3.	Diseño del plano base.....	131
17.4.	Diseño plano agua potable	133
17.5	Diseño Plano Aguas servidas	135
18.	Integración de planos y bases de datos	136
18.1	Descripción de la herramienta.....	137
18.2	Geocodificación de datos	138
18.3	Volcado de datos	138
18.3.1	Plano base.....	139
18.3.2	Plano aguas potable	140

18.3.3 Plano aguas servidas	140
CAPITULO V.....	141
CONCLUSIONES.....	141
19. Gestión Utilizando el SIG.....	141
19.1. Funcionalidades para la gestión de redes de agua potable y alcantarillado	141
19.2. Simulación de eventos de gestión	143
19.3. Planos temáticos.....	143
19.4. Impacto de Implementación del SIG.....	143
19.4.1. Mayor confianza en la generación de información	143
19.4.2. Cambios en los métodos de trabajo	144
19.4.3. Tiempo de respuesta a pedidos.....	144
19.4.4. Ubicación geográfica de los clientes	145
19.4.5. Dimensiones de tuberías.....	145
19.4.6. Diseño capacidad hidráulica de colectores.....	145
19.4.7. Simulaciones.....	145
REFERENCIAS	147
ANEXO I: Datos varios.....	151
Mapa Político del Ecuador, (Instituto Geográfico Militar del Ecuador, 2014)	152

Mapa Físico de la Provincia de Chimborazo, (Instituto Geográfico Militar del Ecuador, 2014).....	153
Organigrama Estructural de la EP-EMAPAR, (EP-EMAPAR, Dir. Ingeniería, 2008)	154
Inspección De Servicios Planes Maestros Hoja Sistema Informático	155
Imagen del Sistema de Ingreso de Datos	156
ANEXO II: Planos Base en Formato CAD	157
Plano Sencillo con Elementos de la Ciudad (Municipio de Riobamba, Dir. Catastro, 2012).....	157
Plano Base de Manzanas Municipio de Riobamba (Municipio de Riobamba, Dir. Catastro, 2012).....	157
Plano Inicial de Servicio Agua Potable (Municipio de Riobamba, Dir. Catastro, 2012).....	158
Plano de Riobamba Alcantarillado (Municipio de Riobamba, Dir. Catastro, 2012)	158
Plano Base Georeferenciado Limite Urbano Riobamba SAM56	159
Plano de la Ciudad con Zonas de Cobertura de la EP-EMAPAR (EP-EMAPAR, Dir. Ingeniería, 2008).....	159
Redes de Distribución de la Ciudad (Consultora ACSAM, 2008)	160
Lámina Red El Tratamiento (Consultora ACSAM, 2008)	160
Red San José de Tapi (Consultora ACSAM, 2008)	161
Red El Recreo (Consultora ACSAM, 2008)	161

Red El Carmen (Consultora ACSAM, 2008)	162
Red Saboya (Consultora ACSAM, 2008).....	162
Red San Martín de Veranillo (Consultora ACSAM, 2008).....	163
Red Maldonado (Consultora ACSAM, 2008)	163
Red Piscín (Consultora ACSAM, 2008).....	164
Red Yaruquies (Consultora ACSAM, 2008).....	164
ANEXO III: Topografía (Velasgui, 2011).....	165
Detalles Técnicos sobre los Puntos GPS	165
Sistema de posicionamiento (referencia) y proyección.....	165
Control básico horizontal.....	166
a) Planificación.....	166
b) Reconocimiento.....	166
c) Monumentación.....	166
Determinación	166
Procesamiento de datos	168
Equipo.....	170
Características de los puntos GPS	171
Puntos GPS de control.....	173
Curvas de nivel cotas.....	173

Puntos topográficos levantados para estructurar plano aceras ciudad.....	174
Ríos quebradas y canales.....	175
ANEXO IV: Georeferenciación planos e información.....	183
Plano base catastral Riobamba sin georeferencia en ARCGIS (Municipio de Riobamba, Dir. Catastro, 2012).....	183
Plano base (EP-EMAPAR, Dir. Ingeniería, 2008)	183
Redes de distribución planos (Consultora ACSAM, 2008).....	184
Plano de Riobamba aceras georeferenciado en formato shape.....	184
Redes de agua potable georeferenciada en formato shape	185
Fotografía aérea de la zona de cobertura del servicio de la EP-EMAPAR, (Sig Tierras, Ecuador, 2013)	185
Predios que cuentan con servicio de agua potable de la EP-EMAPAR, (Catastro, EP-EMAPAR, 2013)	186
Válvulas ubicadas con la construcción de los planes maestros de la ciudad de Riobamba, (Catastro, EP-EMAPAR, 2013)	186
Hidrantes ubicados con la construcción de los planes maestros de la ciudad de Riobamba, (Catastro, EP-EMAPAR, 2013)	187
Nodos ubicados con la construcción de los planes maestros de la ciudad de Riobamba, (Catastro, EP-EMAPAR, 2013)	187
Predios censados por la EP-EMAPAR, ubicados en la ciudad de Riobamba, (Catastro, EP-EMAPAR, 2013).....	188

Reservas de agua potable de la EP-EMAPAR, ubicados en la ciudad de Riobamba, (Catastro, EP-EMAPAR, 2013).....	188
Alcantarillado	189
Colectores de alcantarillado de la EP-EMAPAR, ubicados en la ciudad de Riobamba, (Catastro, EP-EMAPAR, 2013)	189
Elementos de alcantarillado de la EP-EMAPAR, ubicados en la ciudad de Riobamba, (Catastro, EP-EMAPAR, 2013)	189
Servicio publicado en la intranet y la web.....	190
Servicio en la intranet elaborado con el trabajo ejecutado	190
Servicio en la web elaborado con el trabajo ejecutado en línea http://186.46.130.53:8181/demo/	190
Servicio en la web elaborado con el trabajo ejecutado en línea, barrios http://186.46.130.53:8181/demo/	191
Servicio en la web elaborado con el trabajo ejecutado en línea, calles http://186.46.130.53:8181/demo/	191
Servicio en la web elaborado con el trabajo ejecutado en línea, predios http://186.46.130.53:8181/demo/	192
Servicio en la web elaborado con el trabajo ejecutado en línea, fotografía aérea http://186.46.130.53:8181/demo/	192
Servicio en la intranet elaborado con el trabajo ejecutado, redes de agua potable	193
Servicio en la intranet elaborado con el trabajo ejecutado, subredes de agua potable	193

Servicio en la web elaborado con el trabajo ejecutado en línea, búsqueda de barrios http://186.46.130.53:8181/demo/	194
Servicio en la web elaborado con el trabajo ejecutado en línea, búsqueda de calles http://186.46.130.53:8181/demo/	194
Servicio en la web elaborado con el trabajo ejecutado en línea, edición de barrios http://186.46.130.53:8181/demo/	195
ANEXO V: Descripción de redes de agua potable (ACSAM, consultora;, 2009)...	196
Características de cada red diseñada	196
Red El Tratamiento.....	196
Red San José de Tapi.....	197
Red El Recreo.....	199
Red El Carmen.....	200
Red La Saboya.....	202
Red San Martín de Veranillo	203
Red Maldonado.....	205
Red Piscín.....	206
Red Yaruquies	208

REFERENCIA DE TÉRMINOS

A

Acera 55

alfanumérica 2

AQUA 2

Área .. 28, 32, 33, 34, 59, 60, 134, 135, 136, 137,
138, 140, 141, 142, 143

C

Calicatas 52

Calle 55

Calzada 55

Cámara de Inspección..... 14

Cámara de revisión domiciliaria 14

Captación 14

Caudal de incendio..... 134, 135, 136, 138, 139,
140, 141, 142, 143

caudales 5

Conducción..... 14

Conexión domiciliaria 13, 14

D

Diámetros..... 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141,
142, 143

E

EB 14

EMAPA-I 3

Emisario..... 15

G

geodatabase 6, 50

geodatabases..... 1, 6, 7

Geográfica 8

geográficamente..... 5, 43, 60, 63, 66

H

Hardware..... 48, 49

Hidrantes 13

hidráulicas 5

I

Impulsiones 13, 62

Información 2, iii, 1, 6, 7, 8, 9, 10, 27, 42, 43, 44, 48, 50, 55, 70, 82	Planta de Tratamiento 14, 15
Interceptor 14	plataforma 6
L	Población de servicio .. 134, 135, 136, 137, 139, 140, 141, 142, 143
Línea de 55	portales Web 6
Línea divisoria de calzada 56, 58, 59	Pozo de Revisión 14
longitud de la red . 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143	Pozos 14, 62, 63, 65
LOTAIP 1	Presiones dinámicas 134, 135, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 143
M	R
Macromedidores 13, 62	Red El Carmen 99, 137
Manzana 56	Red El Recreo 98, 136, 137, 138
Medición GPS 51	Red El Tratamiento 97, 134, 135
Medición manual 52	Red La Saboya 138, 139
Medidor domiciliario 13, 62	Red Maldonado 100, 140, 141
N	Red Piscín 101, 142
Nombre calles 56	Red San Martín de Veranillo 100, 139, 140
P	Red Yaruquies 101, 143
particularidades del diseño.. 135, 137, 138, 139, 143	Reserva de alimentación 134, 135, 136, 137, 138, 140, 141, 142, 143
Planes Maestros 4	Reservas 13, 125
Plano base ... 47, 50, 55, 56, 58, 59, 80, 119, 120	

S

Separación de sitios 56

Servicios 56, 58

servicios públicos..... 1

SIG..... 9

Sistemas2, 1, 8, 9, 12, 13, 14, 44, 48, 51, 53

Software48, 49, 106

Subsectores.. 134, 135, 136, 137, 138, 140, 141,
142, 143

Sumideros 14, 65

T

Tapones..... 13

U

Ubicación 83, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140,
142, 143

V

Válvulas de aire..... 13

Válvulas de corte 13

Válvulas de desagüe..... 13

Válvulas reductoras 13

Vereda 56

Vivienda 20, 56

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

ABC Altas Bajas y Cambios en una base de datos. Transacciones.

ACCESO La manera en la cual los archivos o conjuntos de datos son referenciados por la computadora

ADMINISTRACION DE LOS DATOS La función de controlar la adquisición análisis, almacenamiento, recuperación y distribución de los datos.

ADMINISTRADOR DE LA BASE DE DATOS. 1. Persona o grupo de personas responsable de la definición, protección y eficiencia de la base de datos de una empresa, al ser colocada en una computadora. 2. (SISTEMA) Un sistema que permite que múltiples usuarios independientes tengan acceso concurrente a la información.

ALGEBRA BOOLEANA Las operaciones de unión, intersección y complemento sobre conjuntos.

ALGEBRA DE MAPAS Conjunto de operaciones definidas sobre conjuntos de datos espaciales para el análisis y síntesis de la información espacial.

ALGORITMO 1. Un conjunto de reglas bien definidas para la solución de un problema en un número finito de pasos.

ALMACENAMIENTO Espacio físico. La acción de colocar datos en algún dispositivo.

ALMACENAMIENTO PRINCIPAL Almacenamiento direccionable por un programa desde el cual las instrucciones y otros datos pueden ser cargados directamente en los registros para su subsecuente ejecución o procesamiento.

ALTIMETRIA La representación y medición de las elevaciones.

ALTITUD Elevación, altura.

ALTURA GEOMETRICA La altura medida respecto al elipsoide de referencia.

ALTURA ORTOMETRICA La altura medida con respecto al nivel medio del mar (precisamente respecto al geoide) Es invariante ante transformaciones del datum.

ANALISIS DE REQUERIMIENTOS Estudio de las necesidades de los usuarios requerido para el diseño del sistema.

ANOTACION Información textual para describir un objeto o para proporcionar información adicional.

ARCHIVO DE DATOS Una colección de registros de datos relacionados, organizados de una manera específica.

AREA ABIERTA El primer punto y el último de la poligonal envolvente no son el mismo o alguno de los nodos tiene valencia impar.

AREA COMPLEJA Polígono con una o más "islas".

ARREGLO Estructura de datos en la que a cada elemento se le asigna un índice único. Su representación matemática es una matriz.

ASCII (American Standard Code for Information Interchange) Código para intercambio de información.

AZIMUT o ACIMUT Angulo entre la dirección norte y la dirección al objeto (girando como las manecillas del reloj)

B

BANDA 1. Rango de longitudes de onda o frecuencias.

BASE DE DATOS DISTRIBUIDA Base de datos con partes localizadas en diferentes nodos de una red

BASE DE DATOS RELACIONAL 1. Conjunto de relaciones cuya estructura se especifica en el esquema relacional. 2. Base de datos donde la información se arregla en tablas y sus dependencias se mapean como relaciones entre dos o más tablas.

BLOCK Grupo de registros tratados como una unidad.

BUFFER Una área de almacenamiento temporal reservada para uso en las operaciones de entrada-salida, dentro de la cual los datos son leídos, o dentro de la cual los datos son escritos. 2. Memoria para almacenar temporalmente la información transferida de un dispositivo a otro. 3. Área o polígono que rodea un punto, línea o área.

BYTE Grupo de dígitos binarios tratados como una unidad. En las computadoras actuales un byte tiene usualmente 8, 16 o 32 bits.

C

CACHE Dispositivo a área de memoria en RAM de alta velocidad.

CAD/CAM (Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing)
Diseño.../Manufactura auxiliados por computadora.

CARACTER Cualquiera de las letras, dígitos, signos de puntuación y matemáticos y otros símbolos.

CARACTER DE CONTROL Caracteres no gráficos que se emplean en la computadora tales como escape, control o "carriage return" (avanza línea).

CARACTERISTICAS CULTURALES Rasgos que representan las obras hechas por el hombre.

CARTOGRAFIA Ciencia y arte de hacer mapas y cartas.

CARTOGRAFIA BASE Colección de mapas y cartas empleadas como fuentes.

CATASTRO Registro público o levantamiento que define los límites de la propiedad.

CD-ROM (Compact Disk-Read Only Memory) Disco (óptico) compacto, memoria para lectura únicamente.

CENTROIDE 1. Centro geométrico de un polígono. 2. Punto en un polígono al cual se le asocia la información del polígono.

CLASIFICACION Un método de generalización consistente en agrupar los rasgos geográficos en clases o categorías de acuerdo a ciertas características comunes reduciendo su número o variedad, simplificando por tanto el mapa.

COBERTURA La extensión de la superficie terrestre representada en un mapa o imagen.

COBERTURA DE DATOS La completitud de los datos disponibles con respecto al tema y área escogidos.

COGO (Coordinate Geometry) Geometría por coordenadas

COMPACTAR Operación de organizar los datos para reducir el tamaño de un archivo.

COMPILACION La traducción de un programa de un lenguaje de alto nivel (de programación) a instrucciones para la máquina (lenguaje máquina).

COMPRESION Compactar.

CONTORNO (LINEA DE) Curva de nivel.

COORDENADAS Los n valores que determinan la posición de un punto en un espacio n dimensional; El valor de las componentes de un vector.

COORDENADAS GEOCENTRICAS. Un sistema cartesiano derecho con origen en el centro del elipsoide seleccionado, en el que el plano XY coincide con el plano del ecuador, el eje X apunta al meridiano de Greenwich; el eje Z coincide con el eje de rotación del elipsoide. Se emplean frecuentemente en los GPS.

COORDENADAS GEODESICAS (ELIPSOIDALES) Descripción de un punto en el espacio tridimensional por medio de la longitud y latitud geodésicas y la altura geométrica, todas referidas a un elipsoide de referencia.

COORDENADAS GEOGRAFICAS. Un sistema de coordenadas curvas definido sobre el elipsoide de referencia. Se expresan como Longitud (lon.), Latitud (lat.) y Altura (h) donde la lon. y la lat. son medidas angulares desde el meridiano origen y el ecuador respectivamente; h es la altura sobre el elipsoide de referencia.

COORDENADAS POLARES Sistema de coordenadas bidimensional en el que la posición se define por la distancia a un punto (polo) el ángulo a una línea de referencia.

COPIA DE RESPALDO Una copia de un archivo o de un conjunto de datos que se guarda para utilizarla en caso de que el archivo o conjunto de datos original sea destruido o degenerado

CORRECCION GEOMETRICA Corregir las deformaciones y distorsiones de una imagen digital.

CPU (Central Processing Unit) La componente central de la computadora donde se realizan las funciones lógicas y aritméticas básicas.

D

DATUM Elipsoide de referencia y su posición respecto a la Tierra. Usualmente se incluye el punto de origen, la orientación así como el radio y la excentricidad del elipsoide.

DBMS (Data Base Management System) Sistema Manejador de Base de Datos.

DESCOMPACTAR Operación de regresar a su forma original un archivo compactado.

DESCOMPRESION Descompactar.

DIAGRAMA DE CONFIABILIDAD Mapa esquemático marginal donde se muestra por áreas la precisión de cada una de las fuentes empleadas para compilar el mapa.

DICCIONARIO DE DATOS Catálogo de información sobre los datos y las relaciones contenidos en una base de datos.

DIGITALIZADORA (TABLETA..., MESA...) Dispositivo que permite digitalizar manualmente. Consiste de una superficie plana y un retículo con teclas o botones.

DIGITALIZAR. Convertir a formato digital la información analógica de un mapa, fotografía o dibujo ya sea automáticamente mediante un scanner o manualmente usando una digitalizadora.

DISCO OPTICO Disco sobre el cual se graba y lee la información por medio de luz coherente (láser) (ver CD-ROM).

DTM (Digital Terrain Model) Modelo Digital de Terreno (MDT) o DEM por sus siglas en inglés (Digital Elevation Model), son datos de tipo raster, organizaciones celulares de datos espaciales, es decir imágenes formadas por pequeñas celdas, procesadas a partir de información satelital. En una estructura raster, el valor para un parámetro de interés, por ejemplo la elevación del terreno, es asignado en cada celda del arreglo sobre el espacio.

E

EDITOR 1. Programa que permite insertar o modificar la información en un archivo permanente de la computadora. 2. Utilería para editar o procesar textos.

ELEVACION Distancia vertical medida desde una superficie de referencia (nivel medio del mar). Cota vertical.

ELIPSOIDE 1. Modelo matemático de la Tierra empleado para los cálculos geodésicos. 2. Superficie generada al hacer girar una elipse sobre uno de sus ejes. Ya que la forma de

la Tierra es distinta de un área geográfica a otra, para obtener el mejor ajuste, se usan distintos elipsoides para describir áreas particulares.

EMULADOR Programa que permite a un dispositivo realizar una función propia de otro.

EN LINEA Se dice (del estado) de un dispositivo cuando está bajo el control de la computadora.

ENTIDAD 1. Rasgo geográfico. 2. Entidad federativa, estado de la República. 3. Un objeto y sus atributos en la base de datos. 4. Algo sobre lo que se necesita guardar información. 4. Teoría Entidad Relación: Propone que cada entidad o grupo de entidades estará relacionada con otra (incluyendo así misma), por una acción o verbo, y que cada entidad será descrita por una serie de atributos o dominios propios. El objetivo es crear una descripción de la semántica de los datos que reflejen a la empresa y sus requerimientos de información de la manera más apropiada.

ERROR ALEATORIO También llamado observacional, son los errores producto de las limitaciones del instrumento, del redondeo de cifras, etc. Son los errores inevitables.

ERROR SISTEMATICO Errores causados por las operaciones imperfectas, las conversiones de unidades, los errores de paralaje al medir con una regla, etc. Son en buena medida errores inevitables.

ESCALA Razón entre la distancia medida en un mapa, fotografía o imagen y la distancia correspondiente en el terreno.

ESCALA NOMINAL Es la escala en las áreas del mapa donde no hay distorsión. Es la escala anotada en la leyenda.

ESCALA REAL EN UN PUNTO La escala del mapa en el punto A en dirección a B, es la razón entre la distancia AB en el mapa y la distancia AB en el elipsoide adoptado cuando B se acerca a A. La escala real del mapa puede calcularse como el producto del factor por la escala nominal del mapa.

ESCALA DE GRISES Ordenamiento de los tonos de gris entre el blanco y el negro.

ESCALA GRAFICA Línea graduada en un mapa o plano empleada para relacionar las distancias en este con las distancias en el terreno.

ESCALAR 1. Aumentar o reducir las dimensiones de un objeto sin modificar sus proporciones. 2. Magnitud no vectorial.

ESTEROESCOPIO Aparato que produce el efecto de profundidad (tres dimensiones) al observar con el dos fotografías del mismo objeto (estéreo par) tomadas desde puntos ligeramente separados.

ESTRUCTURA Un término genérico el cual se refiere a la agregación de unidades de datos, sus formatos, y sus relaciones. Un modelo o arreglo entre los elementos de un conjunto tal que algunos elementos son unidos, explícita o implícitamente, a otros.

ESTRUCTURA DE DATOS (DATA STRUCTURE) La organización de los datos en la computadora.

ETIQUETA 1. Nombre o descripción textual del objeto geográfico representado en el mapa. 2. Identificador del objeto.

EXPORTAR Proceso de transferir información de un sistema o plataforma a otro.

EXTRANET Colección de páginas seleccionadas de consulta mediante un explorador de internet, que están a disposición de socios de negocios seleccionados, por una determinada compañía, los cuales tienen acceso a directo a recursos computacionales al interior de su red. La extranet no es visible desde la red pública de Internet y la red cerrada de Intranet debiendo ser diseñada de esta forma. Fundamentalmente una extranet es parte de "Internet", puesto que es accesada por personas de diferentes instituciones quienes utilizan los sitios públicos de acceso web pero que no tienen acceso realmente a los equipos en la Intranet. La extranet deberá utilizarse como un medio de intercambio de información de manera confidencial. Cabe mencionar que el servidor de extranet comparte muchas características con el uso de Intranet permitiendo a los usuarios

interaccionar con ella mediante servicios razonablemente complejos implementando la eficiencia de su actividad diaria.

F

FACTOR DE ESCALA La razón entre la escala a lo largo de un meridiano (paralelo) en un punto dado y la escala en un punto estándar o a lo largo de una línea estándar con escala real. El factor de escala es "h" para los meridianos y "k" para los paralelos. Reflejan la distorsión en el punto dado. El factor de escala "s" es la distorsión en el área alrededor del punto dado. Las ecuaciones de los factores de escala son parte de la definición de la proyección.

FEATURE Rasgo.

FIDUCIAL (MARCA) Marca en los límites de las fotografías aéreas hechas en el momento de la exposición por la cámara que sirven para encontrar el punto central de la fotografía.

FORMATO DE TRANSFERENCIA Formato empleado para exportar o importar datos.

FOTOGRAFIA AEREA Usualmente fotografía de formato grande tomada desde un avión con cámaras especiales que registran en las márgenes las marcas fiduciales, fecha y hora, y otras características que permiten la identificación de la foto y las circunstancias en las que se tomó.

FOTOGRAMETRIA Técnica que mediante fotografías permite hacer mediciones confiables del terreno.

FREQUENCY DIAGRAM Histograma.

G

GENERALIZACION 1. Proceso de simplificar el contenido temático o geométrico de un mapa. 2. Inferir a partir de una solución particular.

GEOCODIFICAR Asignar una ubicación geográfica a los objetos.

GEOIDE La superficie equipotencial gravitacional de la Tierra que mejor se ajusta al nivel medio del mar.

GEODESICA Distancia más corta entre dos puntos sobre la superficie del elipsoide. En una esfera, una geodésica coincide con un círculo máximo.

GEOPROCESAMIENTO Manipulación y análisis de la información con referencia geográfica.

GEORREFERENCIA Las coordenadas de un punto que permiten su ubicación sobre la tierra.

GPS (Global Positioning System) Un sistema que, mediante la utilización de una constelación de satélites, permite determinar la posición de cualquier punto sobre la tierra con gran precisión.

H

HARDWARE Componentes físicos y equipos periféricos de una computadora, ("los fierros"). Es toda componente física involucrada en el funcionamiento de equipo informático.

HEURISTICO Basado en la experiencia.

HEXADECIMAL Numeración con base 16.

HISTOGRAMA Un diagrama de frecuencias.

I

I/O (Input / Output) Entrada / Salida.

IMPORTACION Proceso de cargar a un sistema, información proveniente de otro.

INFORMACION Es un conjunto de datos que al relacionarse adquieren sentido o un valor de contexto o de cambio.

INGENIERIA DE INFORMACION Es un conjunto de técnicas formales con las cuales son construidos modelos organizacionales, modelos de datos y modelos de procesos en una base comprensiva de conocimientos y son usados para crear y mantener sistemas de procesamiento de datos.

INPUT Entrada 1. Proceso de incorporar información. 2. Los datos que van a incorporarse al sistema.

INSET MAP Pequeño mapa de referencia dibujado en el área marginal en un mapa.

INTEGRIDAD DE LOS DATOS Concepto de que todas las unidades de datos deben ser protegidas contra invalidación accidental o deliberada.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL (AI) Ciencia que trata de la formalización de los procesos cognoscitivos.

INTERFASE Una frontera compartida. Puede ser una componente de hardware o porción de almacenamiento accesada por dos o más programas de cómputo.

INTERFASE CON EL USUARIO El modo empleado para la interacción entre la máquina y el usuario. Los menús de comandos y el lenguaje de comandos son las más usuales.

ITEM (Párrafo) Objeto, elemento de una base de datos.

J

JOYSTICK Dispositivo en forma de palanca con dos grados de libertad.

K

KEY (Llave) En bases de datos, el campo usado para tener acceso a la información.

L

LABEL Etiqueta.

LANDSAT Satélite artificial (EEUU) que recoge, registra y transmite imágenes digitales de la Tierra. Tiene un sistema de escaneo multispectral (MSS) de cuatro bandas (0.5-0.6, 0.6-0.7, 0.7-0.8 y 0.8- 1.1 micras) con una resolución nominal de 80 m. Cuenta con el mapeador temático (thematic, mapper) con una resolución de 30 m y siete canales: 1: 0.45-0.52, 2: 0.52-0.60, 3: 0.63-0.69, 4: 0.76-0.90, 5:1.55-1-75, 6: 10.4-12.5, 7: 2.08-2.46 (micras).

LATITUD Posición norte-sur medida como el ángulo entre (la normal a) el punto y el plano del ecuador.

LEYENDA Explicación de los símbolos, códigos y otros datos en la margen derecha o inferior de un mapa, incluyendo fecha, datum, fuente, precisión y escala.

LINEA Objeto geométrico representado por una sucesión de puntos.

LONGITUD Posición este-oeste. Se define como el ángulo entre el plano del meridiano local y el plano del meridiano de referencia.

M

MACRO Una instrucción que reemplaza a un conjunto de instrucciones del mismo lenguaje.

MANEJADOR DE BASE DE DATOS Interface con el usuario en el software de la base de datos.

MAPA Una representación de los rasgos y características naturales o artificiales de una superficie.

MAPA ANALOGICO Mapa en papel u otro material similar.

MAPA BASE Mapa de referencia sobre el que se ubica la nueva información geográfica.

MAPA CATASTRAL Mapa que muestra los límites o subdivisiones de la tierra con fines legales o hacendarios.

MAPA INDICE Mapa de referencia que representa el entorno del área mapeada e identifica los mapas componentes o los mapas adyacentes.

MAPA TEMATICO Mapa que ilustra las características de clase de una variable espacial en particular.

MATRIZ Arreglo rectangular de números en renglones y columnas.

MENU Interface en la que la computadora despliega en pantalla las opciones para que el usuario seleccione alguna usando el ratón o tecleando un carácter.

METADATO Los metadatos son datos altamente estructurados que describen información de la información o datos sobre los datos. Los metadatos describen quien, como y cuando han sido obtenidos un conjunto de datos en particular. Los metadatos son esenciales para entender la información almacenada en un Sistema de Información Geográfica.

MERIDIANO Círculo máximo perpendicular al plano del ecuador.

MODELAJE DE DATOS Pretende obtener una visión coherente de la información que mantiene la empresa, de una manera independiente a las transformaciones que sufra por su empleo en las diversas actividades de la empresa. Esta visión deberá identificar los diferentes tipos de entidades, atributos y sus relaciones, de manera tal que la información se encuentre normalizada.

MODELO 1. Representación de un conjunto de objetos y sus relaciones. 2. Descripción de la realidad, en particular si nos permite hacer pronósticos o predicciones. 3. Emulación, representación en miniatura.

MODEM (MOdulator-DEModulator) Aparato que nos permite enviar y recibir señales digitales sobre una línea de transmisión analógica (teléfono).

MODO PUNTUAL Digitalización en la que el operador incorpora explícitamente cada uno de los puntos.

N

NAD (North American Datum) Datum Norteamericano (Es el que se usa en México).

NEGATIVO Imagen, película o papel donde los oscuros aparecen claros y viceversa (y los colores como sus complementarios).

NETWORK Red.

NETWORK ANALYSIS Análisis de redes.

NIVEL Capa.

NODE Nodo.

NORMALIZACION Proceso de reducción sobre una estructura de datos que procura aumentar la integridad, disminuir la redundancia y las dependencias funcionales de esa estructura.

Q

OBJETO 1. En base de datos, fenómeno caracterizado por un conjunto de atributos; 2. En cartografía, la representación digital de una entidad o rasgo.

OPTICAL DISK Disco óptico, láser.

ORTOFOTOGRAFIA Fotografía área o mosaico en la que se han quitado las distorsiones producidas por la inclinación y el relieve del terreno.

P

PAISAJE El conjunto formado por el área geográfica y el punto de vista del observador o usuario dentro del cual se ubica el fenómeno observado y el mapa producto.

PARALELO Línea de intersección de la superficie de la Tierra con un plano paralelo al ecuador.

PARALELO ESTANDAR Un paralelo proyectado sin distorsión de escala. Paralelo (s) donde la Tierra corta la superficie de proyección.

PARTICION La fragmentación de la información o de la memoria en parte manejable. Una de estas partes.

PASSWORD Una cadena de caracteres que un programa, operador de computadora o usuario debe proporcionar para satisfacer requisitos de seguridad con objeto de tener acceso a la información.

PENDIENTE 1. Razón de cambio de una variable. 2. Inclinación del terreno.

PERCEPCION REMOTA Adquisición de información sobre las propiedades de un objeto empleando instrumentos que no están en contacto directo con el objeto estudiado; usualmente cuando el instrumento está a bordo de un avión o un satélite.

PIXEL (PIcture ELement) El elemento más pequeño, indivisible, de un gráfico.

PLANIMETRIA La representación de la posición horizontal.

PLOTTER Graficadora.

POLIGONAL Representación de rasgos lineales por una cadena de segmentos rectos.

PRECISION 1. Medida de la habilidad para distinguir entre dos valores casi iguales. 2. Número de cifras significativas con las que se expresa una cantidad.

PROCESAMIENTO DE DATOS Las operaciones realizadas en los datos por la computadora.

PROGRAMA DE APLICACION Un programa escrito por o para un usuario que se utiliza para resolver un problema específico.

PROYECCION Transformación matemática que nos permite representar una superficie no plana en un plano.

PUNTO Objeto de área nula representado por sus coordenadas.

PUNTO DE CONTROL Un punto cuya localización es conocida. Punto de ubicación en el terreno conocida que puede identificarse en la imagen o mapa y por tanto emplearse para hacer las transformaciones para la georeferenciación de la imagen o mapa.

PUNTOS CARDINALES Las cuatro direcciones principales: Norte (N), Sur (S), Este (E) y Oeste (O o W).

Q

Q-TREE o QUADTREE Estructura de datos jerárquica, en forma de árbol.

R

RANDOM ACCESS (Acceso aleatorio) Acceso directo.

RASTER (Malla, cuadrícula) Imagen formada por los colores o tonos de gris de una cuadrícula, en particular los píxeles del monitor.

RAVINE Cañada estrecha.

RECONOCIMIENTO DE PATRONES Proceso de clasificación de objetos en clases discretas.

RECTIFICACION Conjunto de técnicas empleadas para eliminar deformaciones o errores en aerofotografías, imágenes de satélite o mapas.

RECURSIVO Proceso, función o rutina que se ejecuta repetidas veces hasta que se satisface una condición específica.

RED En comunicaciones es el ensamble del equipo a través de conexiones hechas entre los equipos terminales. Malla.

REGISTRAR Proceso que nos permite alinear o sobreponer dos o más conjuntos de datos cartográficos o imágenes digitales.

RELACIONES Conexión o asociación existente entre las entidades.

RESOLUCION Distancia mínima entre dos objetos que puede ser distinguida por un sensor.

RGB (Red, Green, Blue) Rojo, Verde y azul. Monitor de color.

S

SEGMENTO Elemento de línea entre dos nodos cualesquiera.

SERVER Servidor, estación en una red que provee servicios a los usuarios o terminales tales como proporcionar archivos o utilerías o hacer impresiones.

SIG (Geographic Information System) Sistema de Información Geográfica.

SIMBOLO Representación gráfica de una entidad geográfica. Hay tres clases de símbolos, líneas y áreas.

SIMPLIFICACION Generalización, reducir el número de rasgos o datos en un mapa.

SIMULACION Modelar el comportamiento dinámico de un sistema.

SINTAXIS Reglas que gobiernan la estructura de un lenguaje.

SISTEMA Es un conjunto de elemento o subsistemas interrelacionados entre si con un objetivo común.

SISTEMA CARTESIANO Usualmente, un sistema coordenado donde la posición de un punto se mide a lo largo de dos (tres) ejes X y Y (y Z) ortogonales.

SISTEMA COORDENADO Un sistema de referencia que permite la localización unívoca de un punto en un espacio.

SISTEMA DEDICADO Sistema de cómputo dedicado a una tarea exclusivamente

SISTEMA EXPERTO Sistema de cómputo que refleja el conocimiento de varios expertos de manera estadística para la solución de problemas muy específicos de difícil solución.

SISTEMA OPERATIVO Software que controla la ejecución de programas de cómputo y que proporciona el control de entrada-salida, la administración de los datos, la asignación

de áreas de almacenamiento y los servicios relacionados a la utilización de la computadora.

SOFTWARE Programas, procedimientos y reglas para la ejecución de tareas específicas en un sistema de cómputo.

T

TABLA 1. Objeto constituido por registros en una base de datos relacional. 2. Relación

TABLA DE COLORES Tabla que muestra los colores y el código empleado por el dispositivo para los mismos.

TIN (Triangular Irregular Network) Estructura espacial de datos generada por la partición del espacio en triángulos ajenos.

TOPOGRAFIA Arte y ciencia de representar las formas del terreno y los principales detalles naturales o artificiales del mismo.

TOPOLOGIA "Analysis Situs" Una abstracción de ciertas ideas geométricos tales como continuidad y cercanía.

TRANSACCION Construcción, ABC y queries a una base de datos.

TRANSFORMACION Cambio de sistema de coordenadas.

TRANSFORMACION DE DATUM Procedimiento computacional para convertir las coordenadas de un punto del sistema definido con un datum al sistema definido con otro.

TRANSFORMACION GEOMETRICA Georreferir una imagen digital.

TRANSFORMACION LINEAL Escalamiento, rotación, reflexión, traslación etc.

TRANSPARENCIA Calidad de software que le permite operar en distintas plataformas de hardware.

U

UNION Operación de teoría de conjuntos. La unión es el conjunto que contiene todos los elementos de los conjuntos sobre los que se aplica.

USUARIO Cualquiera que requiere los servicios de un sistema de cómputo.

UTM Universal Transversa de Mercator (Proyección). La retícula UTM se extiende desde los 84 grados norte a los 80 grados sur. Se inicia en el meridiano 180, dividiéndose hacia el este en 60 zonas de 6 grados. Se emplea en mapas topográficos y en imágenes de satélite.

V

VECTOR 1. Cantidad con magnitud y dirección. 2. Dos o más valores coordenados (x, y, z). 3. Formato (x, y, z) en oposición al formato raster.

VECTORIZACION Conversión de datos raster o analógicos a formato vector.

VENTANA 1. Porción rectangular de un mapa o pantalla seleccionada para despliegue o control en una sesión interactiva. 2. Banda del espectro electromagnético para la que un medio es muy transparente.

VERTICES Nodos, en particular los puntos intermedios en una poligonal.

W

WINDOW (Ventana).

WORKSTATION (Estación de trabajo).

Z

ZOOM Función que permite el despliegue de áreas progresivamente más grandes (o pequeñas) de una imagen.

REFERENCIA (Asociación Española de Sistemas de Información Geográfica, 2012);
(Plataforma de los institutos geográficos Iberoamericanos, 2014)

CAPITULO I

1. Introducción

En la actualidad, los Sistemas de Información Geográfica (SIG)¹, resultan ser herramientas indispensables para el desarrollo de múltiples proyectos en las diferentes empresas, tanto gubernamentales como privadas. Permitiendo visualizar información geográfica y brindar funcionalidades para gestionar geodatabases ², esto permite representar espacialmente un sin número de información, los mismos que pueden ser utilizados para los procesos de planificación y toma de decisiones para analizar y controlar los servicios públicos o bienes públicos junto con el uso del suelo.

Instituciones del sector público, en este caso las empresas públicas, se encuentran reguladas por marcos legales, como lo es la Ley Orgánica de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Ecuador, LOTAIP; en su título Primero: Principios Generales, del cual se cita: *“El acceso a la información pública es un derecho de las personas que garantiza el Estado”*; y a su vez la modernización, la administración responsable de recursos y especialmente la planificación, ameritan la actualización y mejora de sus tecnologías, dentro de una de las cuales los procesos informáticos.

Frecuentemente las empresas del estado por diferentes ámbitos como lo son los temas económicos, de planificación o carencia de conocimientos no incorporan nuevas herramientas tecnológicas, en el caso de la Empresa Pública Empresa Municipal de Agua

¹ (Confederación de Empresarios de Andalucía, 2010) Es un software específico que permite a los usuarios crear consultas interactivas, integrar, analizar y representar de una forma eficiente cualquier tipo de información geográfica referenciada asociada a un territorio, conectando mapas con bases de datos

² (Esri, 2014) Combina "geo" (datos espaciales) con "base de datos" (almacén de datos) para crear un repositorio central de datos para el almacenamiento y gestión de datos espaciales

Potable y Alcantarillado EP-EMAPAR³, no tiene información precisa de los bienes que posee o su ubicación, por encontrarse en la área de influencia, esto con lleva a encontrar falencias para la planificación y evolución de los servicios que brinda.

2. Antecedentes

La Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Riobamba, EMAPAR⁴, fue una empresa creada el 24 de septiembre del 2004, mediante una ordenanza No.010-2004; y cuya principal competencia es prestar los servicios públicos de agua potable y alcantarillado a la población del cantón Riobamba y la conservación de las cuencas hidrográficas aprovechables; la misma que se debe a la Municipalidad de Riobamba, la cual como entidad del estado desde la fecha descrita ha tenido la obligación de prestar los servicios públicos del agua potable y alcantarillado, previsto por la Constitución Política vigente a la fecha. Es por esto que el Consejo Cantonal determina indispensable la creación de la EMAPAR, para que administre estos servicios.

Una vez creada la entidad regente; todos y cada uno de los bienes que se encontraba a cargo de la municipalidad, y que ayudaban a la administración del servicio, pasa a manos de la recién formada EMAPAR, mismos que no tenían un registro claro y conciso, que pudieren determinar un valor exacto de lo transferido en dominio. Adicional al efectuar esta transferencia de bienes, de igual forma, todos y cada uno de los beneficiarios del

³ (Consejo Cantonal de Riobamba, 2010) Empresa Pública Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Riobamba, empresa encargada de la producción, distribución de agua potable y recolección de aguas servidas de la ciudad de Riobamba, ECUADOR. Sitio web: <http://www.epemapar.gob.ec>

⁴ (Consejo Cantonal de Riobamba, 2010), Primera empresa municipal creada año 2004, para la gestión del servicio de Agua Potable de la ciudad de Riobamba, provincia Chimborazo, Ecuador

servicio pasaban a ser clientes de la empresa creada para el efecto; mismos que fueron detallados y enumerados en un sistema informático denominado AQUA⁵, el mencionado sistema contenía una base de datos alfanumérica⁶, el cual no brindaba datos precisos de usuarios o abonados, con inconsistencias tales como, imprecisión de calles, o no existentes; números de cédulas inventados; nombres incompletos; lecturas de consumo de medidores no reales y demás problemas que mostraban la ligereza con la que se llevaba la información.

En similares condiciones, acorde a la fecha mencionada, el inventario tanto de bienes muebles e inmuebles que se entregaron, fue nada real, esto no permitió conocer el inventario real con el que se iniciaba la gestión. Un dato adicional, relevante para el área técnica que asumía en su momento las funciones, fue el no contar con planos precisos de ubicación tanto de tuberías de agua potable como de alcantarillado, y que los entregados fueron recibidos de forma impresa en hojas de formato A0 y A1. Los mismos que no mantenían un formato estándar que permitiera la interpretación, o a su vez eran de sectores dispersos y desconocidos por no contar con ejes viales delimitados, no se precisaba los materiales utilizados, y muchos de ellos sin escalas definidas.

Conformada la estructura de la empresa y posesionados cada uno de sus miembros, comienza a operar la empresa con la infraestructura que contaba, brindando los servicios, buscando mejorar la calidad del servicio y ampliar su cobertura, aplicando la tecnología comprendida entre los años 2005 – 2009, se empieza a buscar una estandarización de la información e incrementar los planos de las nuevas construcciones ejecutadas en este

⁵ (Zabala, 2011), Sistema informático, de autoría del Departamento de Informática, del Municipio de Riobamba, 1998, utilizado para el cálculo y facturación, de los consumos de los clientes del servicio de agua potable – Riobamba, elaborado en la base de datos FoxPro

⁶ (Alegsa.com.ar, 2014), Dícese de todo aquello que utiliza tanto letras como números y otros caracteres especiales. Todos los caracteres alfanuméricos pueden representarse con 6 bits (6 bits permiten 64 valores posibles)

lapso de tiempo, aplicando programas de tipo CAD⁷, de igual forma se contrata varios ingenieros civiles, para que efectúen labores de campo y realicen levantamientos topográficos, de lo concerniente a los bienes de la empresa, esta labor ayudó a obtener información algo más clara de la operatividad institucional, en la parte técnica.

La empresa al estar levantando esta información, determina que existe una multiplicidad de características de materiales, en las tuberías instaladas tanto del servicio de agua potable como de alcantarillado, los mismos que han ido evolucionando con el transcurrir el tiempo y muchos de ellos han cumplido totalmente su vida útil; ocasionando un sin número de fallos, tanto de taponamientos de alcantarillado, como de fugas o roturas en los servicios de abastecimiento del servicio de agua potable. Es por esto que la empresa determina a finales del año 2008 el proceder con la contratación de una consultoría que proporcione los estudios completos de los denominados Planes Maestros de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Riobamba⁸.

Adicional a la mencionada contratación, se efectúa una compra directa a la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ibarra – EMAPA-I, de un sistema informático denominado Sistema Integrado⁹, al cual se migra toda la información que se

⁷ (Siemens, 2014), Computer-aided design (CAD) es el uso de programas computacionales para crear representaciones gráficas de objetos físicos ya sea en segunda o tercera dimensión (2D o 3D)

⁸ (Proveeduría - EMAPAR, 2008), Estudio completo para el abastecimiento del servicio por parte de la EMAPAR, a la ciudad de Riobamba, proyectado hasta el año 2040, incluyó cambio de tuberías, proyección de servicios, saneamiento de aguas residuales, conservación cuencas hídricas, fuentes de abastecimiento, levantamiento topográfico y demás.

⁹ (Asesor Jurídico - EMAPAR, 2009), Programa informático elaborado en lenguaje ASP, Microsoft y con base de Datos SQL Server; multiplataforma, que contiene módulos interrelacionados para el área administrativa, financiera, técnica, comercial, gerencia y gestión de Empresas de Agua Potable, creado por diferentes programadores.

mantenía en el antiguo sistema AQUA. La transferencia de la información entre plataformas fue de forma idéntica sin cambios, al tener la nueva plataforma, se logró realizar mejores análisis de la información contenida con mayores filtros y reportes de mayor calidad, observado muchas falencias existentes y que debían ser mejoradas; el programa adquirido almacena datos tipo alfanuméricos.

Para finales del año 2009, los estudios de los Planes Maestros, fueron completados y entregados; mismos que dieron un eje principal para el desempeño de la empresa en su labor diaria y poder proyectarse al futuro. Es importante mencionar que para el año 2009, se expide la Ley Orgánica de Empresas Públicas del Ecuador la cual obliga a la constitución de empresas del estado con la denominación de Empresas Públicas, para identificar a las mismas dentro de la estructura del estado, es por esto que el Consejo Cantonal de la ciudad de Riobamba, en uso de sus atribuciones que le confiere la ley, con fecha 18 de enero del 2010, en ordenanza municipal 001 – 2010; EXPIDE “La Ordenanza de Creación de la Empresa Pública Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Riobamba EP-EMAPAR Sustitutiva de la Ordenanza de creación de la Empresa EMAPAR”

Planteada la propuesta y presentada la información económica, se determina los valores que se debía invertir; las autoridades de aquel momento tomar la decisión de solicitar un crédito al Banco del Estado del Ecuador¹⁰; el cual luego del proceso normal es aprobado para el financiamiento de la Primera Etapa, para aquel tiempo era finales del año 2010; entregado los recursos a la EP-EMAPAR, se procedió efectuar el llamado por el Portal

¹⁰ (H. Congreso Nacional del Ecuador, 2006), Art. 95.- Es una institución financiera pública con personería jurídica, autónoma, de duración indefinida... Art. 96.- Objetivo... financiar programas, proyectos, obras y servicios encaminados a la provisión de servicios públicos cuya prestación es responsabilidad del Estado.

de Compras Públicas¹¹, en dicha licitación, se obtuvieron adjudicatarios y los mismos fueron contratados, otorgándoles la potestad de la gestión de los recursos y la ejecución de las obras, los que comenzaron a ejecutarse desde el año 2011.

La consultoría entregada para la Ejecución de los Planes Maestros de la ciudad de Riobamba, menciona en su parte pertinente, que se debe implementar un sistema de gestión de información acorde a la presente época, con herramientas informáticas actuales, el mismo debe estar dentro de un estándar para almacenar información relevante, exacta y entendible para todos y cada uno de los funcionarios de la empresa, en su parte pertinente; cumpliendo algo adicional a solo almacenar datos, sino también que pueda ser ubicado geográficamente.

3. Planteamiento del Problema

En la actualidad la cantidad y calidad de la información, de las empresas con una amplia historia de vida; hace que la gestión de sus bases de datos sea un asunto de vital importancia, lo cual determina el progreso o estancamiento de su evolución.

Efectuando el análisis de los antecedentes, la información contenida en la base de dato empresarial, se desprende que la multiplicidad de funcionarios que alimentaron la información, con la falta de estandarización en el proceso y toma de datos, hizo que la información contenida sea no real, imprecisa y muchas de las veces la guía que pretendía ser, se convierta en un trabajo improductivo.

La implementación real del estudio contratado de los Planes Maestros, traza el camino a seguir para la unificación de los estándares de la empresa; armoniza los procesos,

¹¹ (Asamblea Constituyente del Ecuador, 2008), Art. 21.- Sistema Informático de Compras Públicas del Ecuador, El Sistema Oficial de Contratación Pública del Ecuador COMPRASPUBLICAS será de uso obligatorio para las entidades sometidas a esta Ley y será administrado por el Instituto Nacional de Contratación Pública.

desencamina los resultados finales, rediseña la configuración de las redes, cambia las acometidas de usuarios, ordena los elementos que conforman la red de distribución de los servicios, en fin toma el control total de la EP-EMAPAR, normalizando todos y cada una de las direcciones que conforman la empresa, como lo es la Gerencia General; Direcciones Administrativa, Financiera, Comercial, Técnica e Ingeniería (*véase Anexo 1*).

Al encontrarse la empresa en el momento propicio, para dar un punto de arranque a la normalización de su información, pues se cambiará las redes de distribución en gran parte de la zona de cobertura, se conocerá de forma propicia, lugares de instalación, materiales, dimensiones, accesorios, características hidráulicas¹², número de conexiones por tubería instalada, profundidades y demás datos técnicos de la infraestructura, con la que se contará para los próximos años, las cuales estarán en uso durante su tiempo de vida útil.

La importancia de ser una empresa de servicios; radica en sus clientes, quienes son la razón de ser; por lo que el poder brindar la mejor calidad de los servicios, identificar a cada uno de sus clientes de forma personalizada, obtener la mayor cantidad de datos de cada uno de ellos de forma individual, con precisión; ayudará a que se brinden servicios de calidad y mejorará el contacto personal con cada uno de ellos.

Indudablemente que la tecnología en el área informática tanto en software como hardware, se encuentran disponibles en una diversidad de aspectos y costos, que facilitan la obtención de datos, almacenar, analizar información, y la funcionalidad tan directa de las conexiones de red globalizados. Se hacen indispensables de ser implementadas en todas las empresas para continuar caminando y evolucionar en su área de negocio.

¹² (RedGiga, 2014), Una rama de la física es la hidráulica, que es la ciencia que estudia el comportamiento de los fluidos en función de sus propiedades específicas. Es decir, estudia las propiedades mecánicas de los líquidos dependiendo de las fuerzas a que pueden ser sometidos.

Por lo analizado y expuesto, se puede indicar que como una de los trabajos a priori, que debe realizar la EP-EMAPAR, es la implementación de un Sistema de Información Geográfica, que almacene información de tuberías, predios y usuarios en una geodatabases, cada uno de los datos que se vaya recuperando o incorporando con la ejecución de los Planes Maestros de la EP-EMAPAR, y posterior a este sirva como plataforma base a seguir alimentando en el transcurrir de la vida institucional. La mencionada plataforma una vez culminada deberá ser publicada y compartida con cada uno de los actores del funcionar de la empresa, junto con sus abonados, quienes podrían cotejar su información y reutilizarla para sus intereses, o perfeccionarla.

4. Hipótesis

La reingeniería planteada con la ejecución de los Planes Maestros de la EP-EMAPAR, y el momento histórico de la empresa, hace indispensable la utilización de tecnología SIG, portales Web, para compartir información y mejorarla día a día, con el aporte del talento humano que forma la empresa.

5. Objetivos

Los objetivos que enmarcan la presente tesis se muestran a continuación:

5.1. Objetivo General

Introducir los conceptos del Sistema de Información Geográfica como un mecanismo de gestión empleado en la EP-EMAPAR para administrar de manera eficiente los sistemas físicos de agua potable y alcantarillado, mejorando el área técnica y comercial de la empresa.

5.2. Objetivos Específicos

- Exponer los aspectos generales y específicos del uso de un SIG en esta área de infraestructura. Analizar su impacto inmediato y la visión a futuro de su implementación.
- Analizar y adecuar los requerimientos técnicos y datos alfanuméricos para la creación de coberturas y la generación de bases de datos, con el objeto de diseñar e implementar un Sistema de Información Geográfica inicial de la ciudad de Riobamba.
- Aprovechar la información que será entregada por todos y cada uno de los contratistas que estarán trabajando en la ejecución de las obras; almacenándola en la geodatabases que para el efecto será creada.

6. Enfoque de la solución

Partiendo de la hipótesis planteada, se enfoca la solución en una pregunta ¿Cómo y hasta qué punto la implementación de un SIG mejorará la administración global de la EP-EMAPAR, buscando mejorar los servicios que presta al cantón Riobamba?

6.1. Contexto y marco teórico de la solución

La perspectiva propuesta para responder la pregunta planteada, radica en el enfoque institucional que hace indispensable la utilización de hardware y software aplicativo; acorde con funcionalidades por cada usuario, dependiendo su nivel jerárquico y operativo.

Al proponer este estudio se busca conseguir, una solución con proyección; que brinde una herramienta de apoyo para evaluar la realidad de la empresa, y analizar el futuro a mediano plazo; pero buscando a corto plazo mejorar la calidad del servicio brindado por la empresa.

El presente documento tiene un significado en el área local; ¿pues nunca se ha tratado con tal profundidad los datos que se obtendrán para el apoyo a la empresa; y adicionalmente, se brindará apoyo a entidades externas públicas o privadas, quienes podrán identificar los sitios de expansión y proyecciones hacia áreas de expansión; guiados por la presencia, o no, de servicios básicos como los ofrecidos por la EP-EMAPAR.

6.2. Sistema de Información Geográfica (SIG)

SIG es un acrónimo de:

Geographic Information Systems (US) – Sistema de Información Geográfica

Geographical Information Systems (UK, Aust., Canada) – Sistema para Información Geográfica.

Geographic Information Science (Academia) – Ciencia de Información Geográfica.

Para entender lo que representa un sistema de información geográfica es necesario considerar los términos que componen dicha sigla:

Geográfica...

El término es usado puesto que el mismo trabaja con características geográficas o espaciales. Esto significa que los objetos de este tipo pueden ser referenciados o estar relacionados a una ubicación específica en el espacio. Dichos objetos pueden ser no sólo de naturaleza física, sino también culturales o económicos. Por ejemplo, las características descritas en un mapa son representaciones gráficas o ilustrativas de objetos espaciales pertenecientes al mundo real.

La tecnología computacional ha sido capaz de asistir a este proceso a través del desarrollo cartográfico automatizado y del diseño asistido por computadora - CAD -. Esto permite

llevar a cabo en horas o minutos tareas que anteriormente tomaban días o semanas en ser completadas por cartógrafos.

Información...

Representa grandes volúmenes de datos manejados dentro de un SIG. Todos los objetos del mundo real tienen sus propias características o atributos descriptivos. Estos datos alfanuméricos (*no espaciales*) junto con la información de ubicación deben ser almacenados y gestionados para todas las variables espaciales de interés.

La tecnología de la computación ha permitido un manejo mucho más eficiente de la información a través de los *Sistemas de Gestión de Base de Datos*.

Sistemas...

Este término es usado para representar la metodología de sistema tomada por SIG, por la cual sistemas complejos son descompuestos en componentes para facilitar su manejo y entendimiento, pero que son considerados de manera integral.

Los sistemas computacionales son vitales para el almacenamiento y la manipulación de crecientes volúmenes de datos, el manejo de algoritmos espaciales complejos y la integración de datos en diferentes escalas, proyecciones y formatos; esenciales en un SIG.

El concepto de SIG está construido a partir del conocimiento de varias especialidades académicas, conformando así una nueva ciencia interdisciplinaria: Geografía

- Cartografía
- Ciencia de Localización
- Computación
- Modelado de datos
- Diseño de base de datos
- Diseño gráfico
- Matemáticas

- Topología
- Teoría de grafos
- Geometría
- Estadísticas
- Estadística Tradicional
- Estadística Espacial
- Ciencia de la información
- Métodos de Obtención y almacenamiento de datos
- Documentación

Existen diversas definiciones de SIG (definiciones técnicas, científicas, de sistemas de información, de negocios, etc.), y muchas de ellas poseen algunas partes en común. Todas incluyen el concepto de datos espaciales, permiten su distinción con referencia a los Sistemas de Gestión de Información, y vinculan el concepto de datos espaciales con los mapas.

Debido a la dependencia heredada de la cartografía, los Sistemas de Información Geográfica pueden ser vistos como el resultado de la vinculación de la Cartografía Asistida por Computadora y la tecnología de Base de Datos. Comparado a los mapas, un SIG tiene la ventaja inherente de que el almacenamiento de los datos y su presentación se encuentran separados. Por lo tanto, los datos pueden ser presentados y vistos de varias formas distintas

6.3. Diferentes definiciones de SIG:

SIG es una base de datos digital de propósito especial, en la cual un sistema de coordenadas espaciales común constituye el método primario de referencia. La comprensión del concepto de SIG requiere la definición de:

Entrada de Datos: proveniente de mapas, fotos aéreas, satélites, censos, y otros orígenes. Toda la información en un SIG está vinculada a una referencia espacial. Otras bases de

datos pueden contener información de ubicación, tales como direcciones de calles o códigos postales, pero una base de datos SIG utiliza georreferencias como el medio fundamental de obtención y almacenamiento de datos.

Almacenamiento, obtención y consulta de datos: el concepto de SIG integra diversas tecnologías. Mientras otras tecnologías pueden ser usadas sólo para analizar fotografías aéreas e imágenes satelitales que permitan crear modelos estadísticos, o dibujar mapas, estas capacidades son ofrecidas todas juntas dentro de un SIG.

Transformación, análisis y modelado de datos, incluyendo estadísticas espaciales: un SIG debe ser visto como un proceso de tratamiento de información espacial, y no sólo como el software o el hardware que lo soporta, es desarrollado para tomar decisiones. La forma en que los datos son introducidos, almacenados y analizados dentro de un SIG deben reflejar la forma en que la información será utilizada para una investigación específica o tarea de toma de decisión.

Salidas de Datos: se toma como tales a los mapas, reportes e información de planeamiento.

Un *Sistema de Información Geográfica* es una herramienta basada en computadora para trazar mapas y analizar objetos que existen y eventos que ocurren en la tierra. La tecnología SIG integra operaciones de base de datos comunes, tales como consultas y análisis estadístico junto con los beneficios de visualización y análisis geográfico ofrecido por los mapas. Estas habilidades diferencian a un SIG de otros sistemas de información, haciéndolo valioso a un numeroso rango de empresas privadas y públicas para el planeamiento de estrategias, predicción de salidas, etc.¹³

Es un sistema de información diseñado para trabajar con datos referenciados por coordenadas geográficas o espaciales. En otras palabras, un SIG es tanto un sistema de

¹³ ESRI (Environmental Systems Research Institute, Inc.)

base de datos con capacidad para manipular datos espaciales, así como también un conjunto de operaciones que permiten el análisis de los mismos.¹⁴

Es un sistema para capturar, almacenar, chequear, integrar, manipular, analizar y visualizar datos referenciados espacialmente en la tierra.¹⁵

Es un sistema automatizado para capturar, almacenar, obtener, analizar y visualizar datos espaciales.¹⁶

Es un sistema de hardware, software, y procedimientos diseñados para soportar la captura, gestión, manipulación, análisis, modelado y visualización de datos espaciales para resolver problemas complejos de planeamiento y gestión.¹⁷

Informalmente un SIG es un sistema basado en computadoras que almacena, integra y analiza información de "aspectos" de la tierra, que están sobre y debajo de ella. El uso de la computadora como medio de almacenamiento de la información de los planos, cartas y mapas permite establecer el concepto de mapa dinámico. A diferencia del mapa tradicional estático, permite variar la escala de la información gráfica, y también interactuar con ellos. Un SIG está capacitado para consultar y analizar esta información de manera que los individuos que deben tomar las decisiones basados en información relacionada a la tierra se encuentran habilitados para hacerlo de manera efectiva y en el tiempo correcto.

¹⁴ Star and Estes, 1990

¹⁵ Chorley, 1987

¹⁶ Clarke, 1990

¹⁷ NCGIA lecture by David Cowen, 1989

El presente proyecto se basa en utilizar una herramienta informática que permite el manejo de información de las planimetrías¹⁸ en interacción con bases de datos asociadas. Así el Proyecto se divide en cuatro etapas:

- Planos georeferenciados.
- Base de datos.
- Integración de planos y bases de datos.
- Gestión utilizando SIG.

En la sección de base de datos, se mostrará un modelo y un diseño óptimo para el mejor funcionamiento de un SIG. Este modelo es la base para que el SIG funcione y se pueda vincular con los datos cartográficos.

Los vectores cartográficos dentro del plano SIG, serán alimentados con algunos datos, para que se puedan vincular a las bases de datos externas con las que se trabajará. El modelo creado deberá ser capaz de lograr esta unión y establecer una relación entre los registros de las tablas de datos con cada vector del plano.

Una vez que esto sea resuelto, se mostrarán las diferentes consultas que pueden permitir hacer interactuar el plano con la información que se posea en la base de datos, todo orientado a resolver problemas reales y proyectar soluciones a problemas futuros.

¹⁸ Planimetría es un término que se incorporó recién en la edición número 23 del diccionario de la Real Academia Española (RAE). El concepto hace referencia a la herramienta focalizada en la medición y representación de una parte de la superficie de la Tierra sobre un plano.

6.4. Descripción de la Infraestructura de los Sistemas

La infraestructura de EP-EMAPAR se puede dividir en primaria, que abarca la mayor cantidad de superficie lineal de redes y representa el mayor valor del activo fijo, y secundarias, que son elementos de importancia para el funcionamiento de las redes. Estas se detallan a continuación.

6.4.1. Infraestructura Primaria

6.4.1.1. *Sistema de Agua Potable*

Es el conjunto de obras que permiten la utilización de una fuente de agua natural para el abastecimiento de agua potable a una ciudad. Incluye componentes tales como: captaciones, conducciones, plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, líneas de impulsión, tanques de reserva, redes de distribución y conexiones domiciliarias.

Las redes de distribución son aquellas instalaciones operadas y administradas por el prestador del servicio público de distribución para repartir el agua tratada proveniente de los tanques de reserva a los domicilios, mediante las instalaciones domiciliarias de agua potable.

Estas tuberías se encuentran en su totalidad bajo las calzadas de las ciudades. Funcionan bajo presión y utilizan cruces o codos para el cambio de dirección en las esquinas, y conectores con otras tuberías. La dirección del flujo puede variar de acuerdo a la demanda que se genera en los puntos de consumo.

6.4.1.2. *Sistema de Alcantarillado*

Es el conjunto de obras que permiten la recolección del agua residual de las edificaciones de una ciudad, así como el agua lluvia proveniente de las mismas así como de las calles y áreas públicas, para disponerlas en forma segura en un cuerpo receptor. Incluye componentes tales como las acometidas domiciliarias, los colectores e interceptores, estaciones de bombeo, emisarios, plantas de tratamiento o depuración y descargas.

Las redes colectoras son aquellas instalaciones operadas y administradas por el prestador del servicio público de recolección de aguas servidas y lluvias, para recoger el agua residual de los domicilios mediante las instalaciones domiciliarias de alcantarillado, así como el agua de lluvia de las calzadas mediante sumideros.

Estas redes no funcionan bajo presión, sino mediante el escurrimiento a gravedad por pendiente. Para cualquier cambio de dirección o sección de las tuberías, se utilizan los pozos de revisión. (Consultora ACSAM, 2008)

6.4.1.3. *Elementos Principales de los Sistemas de Agua Potable*

Hidrantes:	Están conectados sobre la matriz de agua potable. El grifo funciona de apoyo a emergencias. El grifo incluye como su elemento a la válvula de corte asociada a éste.
Válvulas de corte:	Estas válvulas están ubicadas sobre la matriz de agua potable y producen el corte de suministro al sector de servicio. Su función es cortar el abastecimiento en tuberías y a clientes, para hacer mantenciones y reparar daños.
Tapones:	Estos elementos bloquean las tuberías de agua potable en un extremo. Por lo general se encuentran en pasajes sin salida.
Conexión domiciliaria:	Tomas o derivaciones que conducen agua potable desde la tubería de distribución hasta un domicilio.
Medidor domiciliario:	Aparato que mide el consumo de agua potable del domicilio.
Válvulas de aire:	Permiten el ingreso o la salida de aire de las tuberías de agua.
Válvulas de desagüe:	Permiten hacer limpieza de tuberías de conducción o distribución.

Impulsiones:	Tuberías que salen de un sistema de bombeo
Válvulas reductoras:	Válvulas que reducen la presión de agua en las tuberías.
Macromedidores:	Miden la cantidad de agua que pasa por una tubería de gran diámetro.
Reservas:	Almacenan agua potable para el abastecimiento de un sector.
Pozos:	Pozos subterráneos de donde se extrae agua.
Captación:	Estructura que permite incorporar la cantidad necesaria de agua desde la fuente de abastecimiento hacia el sistema de agua potable.
Conducción:	Conjunto de conductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde el lugar de la captación hasta los tanques de almacenamiento o la planta de tratamiento.
Planta de Tratamiento:	Conjunto de obras, equipos y materiales necesarios para efectuar los procesos y operaciones unitarias que permitan obtener agua potable a partir de agua cruda de fuentes superficiales o subterráneas.

6.4.1.4. *Elementos Principales de los Sistemas de Alcantarillado*

Cámara de Inspección o Pozo de Revisión	Esta cámara permite la revisión y limpieza, cuando sea necesario, de las tuberías de aguas servidas. Sirven para el cambio de dirección y de sección de las tuberías y establecen las cotas de acuerdo con las pendientes de éstas.
EB:	Sigla que significa Estación de Bombeo, instalación que eleva el nivel de las aguas servidas, para llevarla a una cota más alta.

Conexión domiciliaria:	El tramo de la red pública de recolección comprendido desde su punto de empalme a la tubería de recolección, hasta la última cámara de inspección domiciliaria exclusiva.
Cámara de revisión domiciliaria:	Es la cámara ubicada dentro de la propiedad del usuario, que está más próxima al colector público de aguas servidas.
Sumideros	Reja colocada en la cuneta de las calzadas, para interceptar el agua de lluvia e introducirla en las tuberías de la red de alcantarillado pluvial
Interceptor	Tubería de alcantarillado semejante a un colector, que intercepta las aguas sanitarias de un sistema combinado, antes de su descarga en el cuerpo receptor.
Emisario	Colector que transporta el agua servida desde el último punto de recolección hasta la planta de tratamiento.
Planta de Tratamiento:	Conjunto de obras, equipos y materiales necesarios para efectuar los procesos y operaciones unitarias que permitan el tratamiento de aguas servidas, para mitigar el impacto de contaminación previo a la descarga hacia un cuerpo receptor.

(Consultora ACSAM, 2008)

CAPITULO II

7. Estudio Demográfico de las Zonas a Intervenir

7.1. Tendencia histórica del crecimiento poblacional

San Pedro de Riobamba es la primera ciudad en importancia en la provincia de Chimborazo. El cantón tiene una extensión aproximada de 956 km², y la ciudad cerca de los 30 km² o 3000 ha. Cuenta, en el año 2008, con 38.765 predios urbanos. El promedio de temperatura anual es de 13,6° C.

Riobamba es sin duda, la ciudad de los más bellos y esplendorosos paisajes del Ecuador; rodeada y protegida por seis nevados como el Chimborazo, Carihuairazo, Tungurahua, El Altar, Quilimas y Cubillines, sirven de atractivo para el turista nacional y extranjero. A continuación se hace una rápida revisión de las principales actividades productivas para caracterizar en forma general la Base Económico-Productiva de Riobamba.

Riobamba cuenta con un parque industrial al Sureste de la ciudad, siendo la rama industrial más importante la fabricación de productos minerales no metálicos. Aquí, se encuentra el mayor número de personas ocupadas (dentro de la actividad manufacturera). Son importantes la fábrica de Cemento Chimborazo y la Compañía Ecuatoriana de Cerámica. Existen también fábricas de productos alimenticios, de papel, metálicos e industria gráfica. Las artesanías de tagua, figurillas diversas son típicos de Riobamba. Así también los bolsos de cabuya y las cestas y esteras de totora elaboradas por los indios de Colta. Se venden además una gran cantidad de tejidos, y ropa de cuero de buena calidad. Existen explotaciones de oro, plata, cobre, yeso, azufre y mármol.

Riobamba tiene una agricultura diversificada favorecida por su clima. Entre los principales productos se pueden enumerar los siguientes: patatas, cereales, tubérculos, legumbres, hortalizas, frutas. Otros productos importantes son la cebada, maíz, fréjol, haba, cebolla, lechuga, remolacha, zanahoria amarilla. De la población ganadera se

destaca la bovina, porcina y ovina, así también tiene importancia la población caballar, mular y asnal. Dada la vocación agrícola de la provincia se ha considerado necesario el desarrollo de proyectos agroindustriales, especialmente de frutas, legumbres y la industria conservera.

Los recursos hídricos existentes son importantes para el riego y también es utilizado para la electrificación, favorece también ciertas zonas agropecuarias el canal de riego de Chambo que riega 7830 hectáreas de tierra cultivable.

En las ferias y mercados de la ciudad; se comercializan ponchos, fajas, shigras, alpargatas, alfombras, objetos de barro, bronce y tagua. Sobresale el tradicional barrio de Santa Rosa, en donde se encuentran gran cantidad de artesanos que trabajan en bronce, cuernos y tagua.

Se realizan algunas ferias los días sábado en Riobamba y sus zonas aledañas, en Cajabamba, Guamote, Salarón, Alausí y Pallatanga. Una de las ferias más curiosas es la de Salarón que se realiza los viernes. Las transacciones se hacen en idioma quichua y tiene la particularidad que el intercambio de alimentos se hace mediante trueque. El comercio se lo realiza sobre las actividades propias de la región, sobre los productos industriales, productos agrícolas y pecuarios.

A partir del año 2001 se le concede las atribuciones a la Municipalidad de Riobamba para desarrollar actividades tendientes a mejorar el turismo en el cantón, ya que por sus atractivos se considera una zona privilegiada para acrecentar la industria turística, pues posee ecosistemas diversos y específicos en cada uno de los lugares, como son:

- 324 lagunas, con gran variedad de especies de flora y fauna, entre las más importantes tenemos: la laguna de Ozogoche, lagunas De Atillo, laguna Negra (Alao), laguna de Colta en Balbanera.
- Montañas y Nevados que invitan a la práctica del montañismo, entre estos citamos los siguientes: El Chimborazo (6310 msnm), el Altar (5319 msnm), Carihuairazo (5116 msnm), volcán Tungurahua (5033 msnm).

- También se encuentra parte del Parque Nacional Sangay, considerado patrimonio natural de la humanidad.
- Otro atractivo constituye también el viaje en tren, el cual atraviesa bosques y páramos.

CITA: (Consejo Provincial de Chimborazo, 2008)

Dentro de la ciudad de Riobamba se puede visitar también su Centro Histórico, donde se encuentran las construcciones más antiguas como la Catedral de Riobamba, sus museos y la mayor concentración de monumentos.

Sin embargo, pese a tener todos estos atractivos que podrían convertirse en importantes ingresos económicos para la población, Riobamba, debe emprender proyectos específicos que mejoren la vialidad de comunicación hacia estos sectores importantes y la infraestructura turística y hotelera con el fin de prestar los servicios adecuados al turismo.

En la ciudad de Riobamba, las principales tendencias de crecimiento urbano, algunas de las cuales son espontáneas y no planificadas, se generan hacia el Norte, particularmente en el Noreste en torno a las vías a Guano y Penipe, y en el Noroeste en torno a la vía denominada By-pass (Av. Leonidas Proaño).

En Riobamba existe una regulación municipal que establece qué territorio adquiere la categoría de suelo urbano “No Urbanizable”. La Municipalidad ha determinado con la protección de las márgenes del río Chibunga y del canal de riego, que se convertirán en el futuro en parques lineales que cumplen el doble propósito de proteger las microcuencas y servir de áreas de recreación y embellecimiento paisajístico. Además se determina el sector de Las Abras por sus limitaciones topográficas y geológicas.

La población urbana para el año 2001 es de 124 807 habitantes que corresponden al 65% del total cantonal y la rural de 68 508 habitantes que son el 35%. A nivel cantonal el 47% de la población son hombres y el 53% son mujeres. En el área rural la población masculina es aún menor alcanzando el 46%. Considerando el área urbana de la ciudad y

su periferia, nuevamente la población femenina es superior a la masculina, esta equivale al 53%.

Existen veintiocho (28) Zonas Censales. La densidad media de la ciudad de Riobamba es de 42 hab./ha. Las zonas de mayor densidad corresponden al área central con valores que fluctúan entre 118 y 163 hab./ha, en tanto que en las áreas periféricas, cercanas al límite urbano, la densidad es muy baja con valores entre 19 y 39 hab./ha.

La ciudad de Riobamba para el año 2006 tenía registrado en el catastro 38855 predios y faltan, aproximadamente, 2000 predios por incorporarse al mismo. De los predios catastrados se estima que alrededor de 3000 (7,7%) no tienen título de propiedad. En cuanto a la cobertura territorial del catastro se observa que alcanza prácticamente la totalidad del área urbana. CITA: (Municipio de Riobamba, 2009)

Según la información censal, el 97% de viviendas disponían de servicio de agua potable desde la red pública. La disponibilidad de agua potable, desde la red pública, en las viviendas de Riobamba es muy heterogénea. Hay zonas con niveles de servicio que van desde el 64% de viviendas, en contraposición con otras que fluctúan entre el 96% y 100%.

Los estudios disponibles tanto a nivel nacional como mundial, muestran que los componentes del crecimiento de la población acusan una tendencia sostenida hacia la reducción de parámetros fundamentales (i.e., la tasa global de fecundidad, TGF), por otra parte debido al mejoramiento en las condiciones de salud y de vida en general, en la actualidad la esperanza de vida se ha incrementado sustancialmente si se compara con la evidencia observada a mediados del siglo anterior. Para el caso de Ecuador por ejemplo, la TGF en los sesenta era de 7, actualmente es ligeramente superior a 3; la esperanza de vida a mediados del siglo anterior no superaba los 50 años, actualmente se encuentra en niveles cercanos a 70 años como promedio.

Por otra parte, la distribución espacial de la población ha sufrido cambios dramáticos, mientras a mediados del siglo anterior, la población se concentraba fundamentalmente en el medio rural, ahora cerca de las dos terceras partes de la población de Ecuador vive en

ciudades, en efecto alrededor del 62% de la población de la ciudad vive en ciudades (2001), frente al 19% que correspondía al año 1950.

De acuerdo con la información de los Censos de Población (INEC) entre 1950 y el año 2001, la ciudad más que duplicó su población, en términos porcentuales va ganando en importancia respecto a la población total del Ecuador; en efecto, mientras en 1950 representaba el 0,93% del total nacional, para el año 2001 en ella se concentra el 1,03% de la población total del Ecuador (ver cuadro siguiente).

Cuadro 1

Población del Ecuador y de la ciudad de Riobamba

Año	Ecuador	Riobamba	%
1950	3'202.757	29.830	0,93%
1962	4'564.080	41.625	0,91%
1974	6'521.710	58.087	0,89%
1982	8'138.974	75.455	0,93%
1990	9'697.679	94.505	0,97%
2001	12'156.608	124.807	1,03%

Fuente: INEC: Censos de Población 1950 – 2001

Según el último censo de población del año 2001, la ciudad registró un total de 124 807, esto significa el 65% de la población cantonal, y corresponde al 31% de la población de la provincia de Chimborazo.

Durante el período comprendido entre 1950 y el 2001, la población de la ciudad se incrementó 4 veces, con tasas de crecimiento superiores al 2,8% entre 1950 y 1974, para el período 1974-1982, la ciudad crece al 3,1%; entre 1982 y 1990, el crecimiento disminuye a un 2,8% promedio anual; finalmente para el último período intercensal la

tasa de crecimiento alcanza al 2,5%, misma que es superior a la que se observa a nivel nacional. Este comportamiento señala que se trata de una ciudad con un una tendencia de crecimiento dinámico.

Cuadro 2

Tasas de crecimiento

Período	País	Riobamba
1950-1962	2,7%	2,8%
1962-1974	3,1%	2,9%
1974-1982	2,6%	3,1%
1982-1990	2,2%	2,8%
1990-2001	2,1%	2,5%

Fuente: INEC. Censos de Población y Vivienda Años 1950 – 2001

A partir de 1982 el comportamiento demográfico de Riobamba, se explica por una disminución sostenida de las tendencias reproductivas de la población que se expresa en menores tasas de natalidad y mortalidad, además a la tendencia migratoria.

La relación que existe entre la natalidad y la mortalidad determinan el crecimiento natural de la población; a su vez, el crecimiento total corresponde a la diferencia entre el crecimiento natural y el balance migratorio, así, la dinámica de la población obedece a la evolución de los componentes o factores del crecimiento, a saber: la fecundidad, la mortalidad y la migración.

7.2. Metodología de proyección

Existen diferentes métodos de proyección (matemáticos, económicos y demográficos), de estos el que mejor refleja el comportamiento y/o explica las tendencias de crecimiento poblacional, es el demográfico.

En general este método es relativamente sencillo, sin embargo, es muy importante que la base de información que se utilice para la proyección contenga datos adecuados y confiables, además que deben ser actualizados.

El método de componentes demográficos parte de estimar y proyectar en forma separada las tres variables que intervienen en el cambio demográfico: mortalidad, fecundidad y migración, tomando en cuenta sus relaciones mutuas. Este método difiere de los tradicionales en cuanto involucra el análisis de aquellos factores que directamente intervienen en la tendencia del proceso demográfico, considerando para ello los siguientes aspectos:

- Las tendencias recientes de la fecundidad en Ecuador¹⁹.
- Las expectativas de vida al nacer²⁰.
- La migración neta.

¹⁹ CEPAR, 2000 y 2004. ENDEMAIN III y IV. Encuesta demográfica y de salud materna e infantil.

²⁰ SEGEPLAN, 1994. Plan nacional de acción en población.

Para las proyecciones de la población de la ciudad de Riobamba se utilizó el Demproj²¹. Este modelo utiliza el método estándar de agrupación por componentes "cohortes"²², en el cual cada cohorte de cinco años se proyecta a través de todo el ciclo en incrementos quinquenales. El tamaño de un cohorte en particular puede verse afectado por migración y muerte. Los nacimientos ocurridos cada cinco años crean nuevos cohortes.

Es importante señalar que, los parámetros que se utilizaron en las proyecciones demográficas, corresponden a las últimas estimaciones realizadas por el INEC para las proyecciones de población de Ecuador (octubre 2003).

Las cifras finales sobre la población y los indicadores demográficos son el resultado de la evaluación de consistencia entre los censos de población y las demás fuentes de datos existentes.

Las investigaciones disponibles sobre los componentes demográficos concluyen que existen cambios significativos en el comportamiento reproductivo de la población, por tanto es factible ajustar las proyecciones demográficas a la tendencia experimentada principalmente en las tasas globales de fecundidad, tasas específicas de fecundidad, y la esperanza de vida.

²¹ Desarrollado por el Research Triangle Institute, Universidad de Carolina del Norte.

²² Este es un esquema estándar de proyecciones de población, explicado en Population Projections: Methodology of United Nations, Population Studies No. 83, New York: Department of International Economic and Social Affairs, United Nations, 1984.

7.2.1. Estimación y proyección de la fecundidad

7.2.1.1. *Estimación del nivel de la fecundidad para el período 1950–2000*

Si bien, la tasa bruta de natalidad²³ constituye un indicador relevante para determinar el crecimiento natural o vegetativo de la población, no representa necesariamente la evolución de la fecundidad, ya que se encuentra afectada por la proporción de mujeres en edad fértil y su distribución en los diferentes grupos de edad. Además, en el uso de esta medida sencilla (tasa bruta de natalidad) suele haber dificultades prácticas, porque intervienen datos provenientes de dos operaciones distintas: los registros de nacimientos (numerador) y los censos de población (denominador), lo que se agrava debido a que el registro de los nacimientos no siempre se realiza en el año de ocurrencia.

Según el INEC, "...previo al análisis de los nuevos datos disponibles (2001), se adoptaron las tasas globales de fecundidad (TGF) calculadas en 1993"²⁴. La estimación para los quinquenios siguientes, 1990 – 1995 y 1995 – 2000, se efectuaron a partir de la información de las ENDEMAIN de 1994 y 1999, de los Anuarios de Estadísticas Vitales hasta el año 2001 y del Censo de Población del 2001, así como de su consistencia con la información anterior.

²³ Tasa Bruta de Natalidad es la relación por cociente entre el número de nacimientos ocurridos durante cierto período de tiempo (1 año) y la población a mitad de período en cuyo seno ocurren dichos nacimientos.

²⁴ CONADE/CELADE/FNUAP (1993). Estimaciones y Proyecciones de Población 1950 – 2010, Quito, Ecuador.

Cuadro 3

Ecuador: Tasas globales de fecundidad

Por Quinquenios, 1950 – 2000

Períodos	TGF	Períodos	TGF
1950 – 1955	6,7	1975 – 1980	5,4
1955 – 1960	6,7	1980 – 1985	4,7
1960 – 1965	6,7	1985 – 1990	4,0
1965 – 1970	6,5	1990 – 1995	3,4
1970 – 1975	6,0	1995 – 2000	3,1

Fuente: INEC. Estimaciones y Proyecciones de población del Ecuador 1950 – 2000.

Elaboración: INEC

En el cuadro anterior se muestra la evolución estimada de la tasa global de fecundidad (TGF) para el período 1950 – 2000 que utilizó el INEC para sus proyecciones. Las TGF de los dos últimos períodos (3,4 y 3,1 hijos por mujer) se estimaron en función de las tendencias observadas y de las nuevas fuentes disponibles, completándose así la proyección hasta el año 2000.

7.2.1.2. Estimación de la Estructura de la Fecundidad para 1950–2000

Según el INEC, “...para determinar la estructura de la fecundidad, la evaluación realizada conllevó a la aceptación de las tasas específicas de fecundidad estimadas en 1993 para el período 1950 – 1990. Las correspondientes al período 1990 – 1995 se obtuvieron a partir de la aplicación de una estructura promedio –calculada con la información de las

estadísticas vitales de 1990, 1992 y 1995 y poblaciones estimadas a partir de los dos últimos censos- al nivel de fecundidad respectivo estimado para el quinquenio.

Para el período 1995 – 2000, se utilizó el promedio simple de las estructuras por edad de la fecundidad provenientes de los anuarios de estadísticas vitales de 1997, 2000 y 2001 y poblaciones estimadas a partir del censo del 2001 y la TGF estimada para el quinquenio...”. Estas tasas se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro 4

Ecuador: Tasas específicas de fecundidad

Por edad 1990 – 1995 y 1995 – 2000

Edades	1990 - 1995	1995 - 2000
15 – 19	0,0838	0,0854
20 – 24	0,1730	0,1611
25 – 29	0,1645	0,1478
30 – 34	0,1263	0,1133
35 – 39	0,0833	0,0722
40 – 44	0,0406	0,0329
45 – 49	0,0086	0,0073
Total	0,6801	0,620

Fuente: INEC. Estimaciones y Proyecciones de población del Ecuador 1950 – 2000.

Elaboración: INEC

Del análisis del cuadro anterior se concluye que:

- Si bien las tasas de fecundidad del grupo 15 – 19 años vienen descendiendo desde comienzos del período de estimación, se observa un ligero aumento de la misma en el quinquenio 1995 – 2000.
- Se observa un descenso sostenido de las tasas de fecundidad de todos los demás grupos de edades.

El presente estudio se basó en los cálculos realizados en otros estudios como, Endemain 1999, estadísticas vitales de los últimos años, el cuadro a continuación resume la composición de las tasas específicas de fecundidad estimadas para las mujeres en edad fértil, y que corresponden a la ciudad de Riobamba.

Cuadro 5

Ecuador: Tasas específicas de fecundidad

Edades	1990 – 2000
15 – 19	0,15
20 – 24	0,27
25 – 29	0,24
30 – 34	0,18
35 – 39	0,11
40 – 44	0,04
45 – 49	0,01
TOTAL	1,00

Fuente: Estadísticas Vitales del INEC 1990 – 2000

7.3. Estimación y Proyección de la Mortalidad

Las proyecciones realizadas en el presente estudio, consideraron los criterios del INEC en cuanto a la estructura y nivel de la mortalidad tanto para los primeros cinco años de vida como para la mortalidad adulta.

7.3.1. Estructura y Nivel de la Mortalidad para 1950-2000

a. Mortalidad en los primeros años de vida (0 a 5 años)

Según el INEC, "...Mediante la aplicación del método Brass/Trussel²⁵ a la información sobre el número de hijos nacidos vivos e hijos sobrevivientes del censo de población del 2001 y la utilización de la Familia Oeste de las Tablas Modelo de Coale - Demeny²⁶, se elaboraron estimaciones de los niveles de mortalidad infantil para el período 1987 – 1998...".

b. Mortalidad adulta y tablas de mortalidad

"...Con el promedio de las defunciones de los años 2000, 2001 y 2002 registradas en los Anuarios de Estadísticas Vitales correspondientes, la población por edades del censo del 2001 estimada a mitad de año y la aplicación del método conocido como "distribución por edad de las muertes" de Brass²⁷, se calcularon, corrigieron y ajustaron las tasas centrales de mortalidad de la población de cinco y más años de edad. Con estas tasas y

²⁵ Naciones Unidas (1986) Manual X: Técnicas Indirectas de Estimación Demográfica ST/ESA/SER.A/81, New York.

²⁶ Coale, A. Y P. Demeny (1966), Regional Model Life Tables and Stable Populations. Princeton University Press, Princeton, NJ.

²⁷ Naciones Unidas (1986). Op. Cit.

los niveles de mortalidad estimados para los menores de 5 años se construyeron las tablas de vida por sexo para el año 2001”.

“...Para 1990, se aceptaron las tasas centrales de mortalidad calculadas en 1993 y con las nuevas estimaciones de mortalidad para la población menor a cinco años de edad, se elaboraron las tablas pertinentes”.

“...Por último, se construyeron las tablas de mortalidad para los quinquenios de 1985 – 1990, 1990 – 1995 y 1995 – 2000 interpolando linealmente las esperanzas de vida al nacer estimadas para 1982, 1990 y 2001 (y las tablas de mortalidad respectivas) y utilizando el programa de interpolación de las tablas del programa PRODEM²⁸”, tal como se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro 6

Esperanza de vida al nacer

Período	Hombres	Mujeres
1985 – 1990	65,29	69,88
1990 – 1995	67,56	72,63
1995 – 2000	69,65	75,11

Fuente: INEC. Estimaciones y Proyecciones de Población del Ecuador 1950 – 2000.

²⁸ Paquete para proyecciones demográficas nacionales y subnacionales por microcomputador, CELADE.

7.4. Estimación y proyección de la migración internacional

Uno de los componentes del cambio demográfico es la migración. La magnitud y características de los movimientos migratorios dependen de una serie de interrelaciones que se establecen en la sociedad. Dentro de un país hay áreas de atracción, de rechazo y otras neutras, las cuales pueden ir cambiando con el tiempo. La migración que en su calidad de proceso que involucra gran cantidad de individuos, que normalmente impulsa la redistribución espacial de la población ha sido definido como "desplazamiento, con traslado de residencia de los individuos desde un lugar de origen a un lugar de destino o lugar de llegada y que implica atravesar los límites de una división geográfica"²⁹, o sea que los desplazamientos transitorios o temporales quedan excluidos, ya que si bien todo movimiento supone un desplazamiento en el tiempo y en el espacio, no todo movimiento espacial es una migración, ya que esta última supone un traslado de carácter permanente.

En las publicaciones oficiales del INEC se afirma que: "...Reconociendo las limitaciones que existen en torno a la determinación de la magnitud y estructura de la migración internacional, para la estimación de este componente se consideraron:

- Datos recabados en el censo del 2001 sobre migración y emigración internacional.
- Información de los registros de entradas y salidas de personas (anuarios de migración internacional).
- Datos del Proyecto de Investigación de la Migración Internacional en Latinoamérica (IMILA) del CELADE sobre población nacida en el Ecuador y censada en otros países.
- Datos del censo 2000 de España.

²⁹ Naciones Unidas. "Diccionario Demográfico Plurilingüe".

Esta información puso en evidencia que a partir de 1990, el país experimentó una notable disminución de su población como consecuencia de la migración como respuesta a la grave crisis económica y social que se profundizó en los últimos años.

Los datos empíricos llevaron a que se adopten valores negativos para el saldo migratorio internacional tanto para el quinquenio 1990 – 1995 como para el de 1995 – 2000.

En la proyección de la migración internacional elaborada por el INEC, se formularon dos supuestos:

- La persistencia entre el 2000 y el 2015 de un saldo neto negativo con una marcada tendencia a descender.
- La compensación de los movimientos migratorios a partir del año 2015 bajo el supuesto de que se formularán políticas públicas y se ejecutarán proyectos y programas orientados al gradual mejoramiento de las condiciones económicas y sociales del país.

8. Proyecciones de la Población de la Ciudad de Riobamba

Para la elaboración de las proyecciones demográficas de la ciudad de Riobamba se ha considerado un horizonte hasta el año 2040, partiendo de los resultados del censo de 2001. Es importante señalar que, debido a la necesidad de incorporar dentro de los límites del Área de estudio, áreas adicionales o periféricas a las consideradas como urbanas en el censo del 2001, se plantea que la población de la periferia de esta ciudad, que representa algo menos del 10% de la población asume la misma tendencia de crecimiento de esta jurisdicción. De manera que la población de base para el año 2001 se incrementa a 135 350 habitantes.

Para la hipótesis alta se propone que pese a la tendencia a la disminución en las tasas de crecimiento, las expectativas de reducción en la tasa global de fecundidad son lentas y que la composición del crecimiento se orienta fundamentalmente al componente vegetativo.

Para la hipótesis media se plantea que el crecimiento demográfico de la ciudad sigue las tendencias experimentadas por la población nacional, refleja un posible escenario, quizás el más probable, en cuanto a la disminución de las tasas de fecundidad, composición de las mujeres en edad fértil y posibles cambios en las corrientes migratorias, esto último considerando la dinámica de crecimiento de la ciudad. Los resultados de esta hipótesis de crecimiento de la población se utilizan más adelante para efectos de proyección de las tasas de motorización.

La hipótesis baja hace referencia a cambios significativos en los procesos de crecimiento de la ciudad, esto significa que se produciría para el horizonte de proyección una reducción más grande en los indicadores demográficos, cercanos a los límites de reposición de población.

- La población del año base corresponde a los resultados del censo de población del año 2001, la misma que para efectos de ingresar los datos al modelo de proyección, la población fue agrupada en grupos quinquenales de edad, proceso que se realizó para cada una de las áreas definidas en el cuadro anterior.
- El horizonte de proyección para los fines del proyecto comprende el período entre los años 2001 y el 2040.
- El índice de masculinidad adoptado fue de 100,3 hombres por cada 100 mujeres, dato que corresponde a los resultados del censo de población del 2001 para la ciudad de Riobamba.

8.1. Tendencias de la tasa global de fecundidad

Uno de los parámetros fundamentales que utiliza el modelo, es la tasa global de fecundidad, expresada como la expectativa de nacimientos por mujer durante su vida reproductiva, en el cuadro siguiente se presenta las hipótesis que se plantearon para cada una de las áreas objeto del presente análisis.

Para la ciudad de Riobamba se parte en el año 2001 de una TGF de 3,3 hijos por mujer, misma que siguiendo la tendencia experimentada por esta variable en el pasado, acusa una tendencia decreciente hasta llegar a 2,50 en el año 2040, para la primera hipótesis; la hipótesis media igualmente parte con una tasa similar llegando a 2,00 al horizonte de análisis; finalmente la hipótesis baja, supone una reducción más pronunciada de la TGF desde 3,30 en el año 2001 hasta 1,5 en el año 2040.

Cuadro 7

Tasa global de fecundidad

Año	Alta	Media	Baja
2001	3,30	3,30	3,30
2005	3,22	3,17	3,12
2010	3,12	3,00	2,88
2015	3,01	2,83	2,65
2020	2,91	2,67	2,42
2025	2,81	2,50	2,19
2030	2,71	2,33	1,96
2035	2,60	2,17	1,73
2040	2,50	2,00	1,50

Para cada hipótesis la proyección inicia con tasas globales de fecundidad son similares para guardar coherencia con la tendencia de corto plazo donde es muy difícil que se produzcan cambios significativos que determinen la necesidad de adoptar parámetros diferentes a los utilizados para el presente estudio.

8.2. La esperanza de vida

Otro parámetro que da cuenta del mejoramiento de las condiciones de vida de la población, es la esperanza de vida, en el país igual que el decrecimiento experimentado en la tasa global de fecundidad, se observa especialmente a partir de mediados del siglo anterior, la expectativa de vida de la población ha sufrido un cambio positivo muy sustancial, en efecto, a inicios de los cincuenta del siglo anterior, la esperanza de vida no superaba los 50 años, actualmente bordea los 70 años, en el cuadro siguiente se resume la hipótesis planteada para el comportamiento futuro de la esperanza de vida, diferenciándola según sexo.

Cuadro 8

Esperanza de Vida

Año	Hombres	Mujeres
2001	66,0	71,0
2005	66,9	71,7
2010	68,1	73,1
2015	69,2	74,2
2020	70,4	75,4
2025	71,5	76,5
2030	72,7	77,7
2035	73,8	78,8
2040	75,0	80,0

8.3. La migración

Este componente del crecimiento demográfico, se estima como la diferencia entre el crecimiento real y el crecimiento vegetativo, para efectos de la proyección constituye entonces la variable de ajuste del modelo porque permite reflejar tanto las condiciones actuales de crecimiento real de la población cuanto los resultados que se espera lograr en función de las hipótesis de crecimiento de la ciudad.

8.4. Resultados de las proyecciones

Según el censo de población del 2001, en la ciudad de Riobamba y su área de influencia inmediata habitaban 135 350 personas, de las cuales alrededor del 90% vivía en la parte consolidada de esta jurisdicción. Partiendo de los supuestos enunciados en los cuadros anteriores los resultados de la proyección demográfica hasta el año 2040 se presentan en el cuadro a continuación.

Cuadro 9

Proyecciones demográficas de Riobamba

Año	Hipótesis			Tasas de Crecimiento Real		
	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja
2001	135.350	135.350	135.350	2,54	2,54	2,54
2005	150.119	149.936	149.678	2,56	2,51	2,42
2008	162.127	161.568	160.738	2,52	2,43	2,29
2010	170.456	169.522	168.109	2,54	2,46	2,32
2015	191.874	189.508	185.889	2,37	2,23	2,01
2020	213.420	208.863	201.910	2,13	1,94	1,65

2025	235.606	227.945	216.388	1,98	1,75	1,39
2030	260.080	248.125	230.427	1,98	1,70	1,26
2035	286.867	269.059	243.337	1,96	1,62	1,09
2040	314.791	289.289	253.628	1,86	1,45	0,83

Según el cuadro anterior para el horizonte del período de proyección, la población de la ciudad de Riobamba llegaría según la hipótesis alta a 314 791 habitantes; para la hipótesis media la población alcanzaría a 289 289 habitantes, en tanto que para la hipótesis baja la población de la ciudad de Riobamba sería de 253 628 habitantes.

Para efectos de dimensionamiento del Área de estudio de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Riobamba, se recomienda utilizar para las estimaciones correspondientes, la hipótesis de crecimiento de la población, denominada como “*media*” puesto que se considera que ésta refleja de mejor manera las tendencias de crecimiento de la población de la ciudad.

8.5. Tendencias de crecimiento proyectadas en función de densidades propuestas

Las proyecciones demográficas que se presentan en el Cuadro 9 proponen una tendencia en el ritmo de crecimiento de la población, sin embargo, al interior de la ciudad y su área de influencia (periferia), las tendencias experimentadas son distintas, en efecto, en el centro de la ciudad, las tasas de crecimiento son menores que aquellas observadas en las zonas de rápido crecimiento esto último fundamentalmente por la disponibilidad de suelo urbanizable y dotación de servicios básicos.

Como el objetivo del Área de estudio es dimensionar la oferta de los servicios en función de las expectativas de crecimiento demográfico y la disponibilidad de suelo urbanizable,

en lo que sigue se propone ajustes al crecimiento de la población de las zonas de la ciudad, a partir de la tendencia experimentada durante el último período intercensal y la superficie disponible y que potencialmente puede ser utilizada para vivienda, considerando además que en la zona central de la ciudad, el ritmo de crecimiento va a ser inferior a la media de crecimiento proyectada para el total de la ciudad.

En tal sentido, se analizó y compatibilizó la población por zonas y sectores censales cuantificada en los censos de 1990 y 2001, especialmente para las áreas (A hasta G) que corresponden a la zona central de la ciudad, para este período las tasas de crecimiento son negativas; para efectos de proyección de la población de esta zona, se plantea una tasa de crecimiento positiva que resulta de la suma de la tasa de cada área (A hasta G) con la tasa global de la ciudad, el resultado es una tasa inferior cuya tendencia se pondera por la tasa global, con este procedimiento se obtiene tasas de crecimiento para cada área que son obviamente inferiores a la tasa de crecimiento de la ciudad.

Una vez proyectadas las tasas de crecimiento para cada área considerada (A hasta G), se aplica la siguiente expresión: $P_{t1} = P_{t0} * (1 + it)$, para todos los años de proyección. Los resultados se restan de la población total proyectada para cada año, la diferencia se redistribuye en las otras zonas de la ciudad considerando la proporción de cada zona respecto a la diferencia, con lo cual se obtiene para el resto de zonas un crecimiento mayor que en el área central de la ciudad.

A partir de este ajuste en la población proyectada, se estimó las densidades hasta el horizonte del proyecto, se consideró adicionalmente para el último año de proyección, el promedio de las densidades y la desviación estándar, a continuación se estimó una relación entre la desviación estándar menos la densidad del último año, este resultado se dividió para la media de las densidades y corregido por la densidad global estimada para el año 2040 (1).

El incremento de la densidad (2) en este nuevo escenario corresponde a la densidad estimada en el año uno más el resultado obtenido en (1); este resultado se multiplica por la superficie de cada zona y se ajusta por la proyección proyectada al horizonte del

proyecto, obtenida la nueva proyección por zonas, se estima la densidad final. Los resultados de la aplicación de este procedimiento permiten orientar el crecimiento de la población de la ciudad y su área de influencia en función de la disponibilidad de suelo urbanizable.

Obtenida la densidad de la población para el último año de proyección se relacionó este resultado con la densidad estimada al año 2001, la tasa de crecimiento obtenida permite interpolar las densidades para el resto de años. A partir de la estimación de las densidades, la población final por zonas se ajustó con los valores de proyección correspondientes a la hipótesis media.

8.5.1. Densidades poblacionales del área de estudio

Dentro de los límites del proyecto para él, se diferencian tres tipos de áreas, la primera, la urbana que, según el censo de población del 2001 fue dividida en 28 zonas; la segunda, la periférica que, según el censo de población del 2001, contempla a 41 sectores y la tercera, las áreas a las que se les ha denominado como adicionales. Para las dos primeras áreas, urbanas y periféricas, se tienen datos del censo del 2001, mientras que para las áreas adicionales no se cuenta con esta información.

Con este antecedente, para el cálculo de las densidades poblacionales de todas las áreas que se encuentran dentro de los límites del Área de estudio se procedieron de la siguiente manera:

- Se estimaron las poblaciones, según el método explicado, para cada año del período de diseño (2008 hasta 2040) y para cada una de las 28 zonas urbanas y 41 sectores definidos por el Censo del 2001.
- Se ingresaron los límites de estas 28 zonas urbanas y 41 sectores, con la intención de calcular las áreas.
- Dividiendo la población, de cada uno de los años indicados, de cada zona y sector para su respectiva área se obtiene la correspondiente densidad poblacional, debiéndose aclarar que, como se puede observar en el Apéndice

y plano correspondiente, dentro de los límites del área de estudio están todas las zonas urbanas pero no todos los sectores periféricos.

- Todas las áreas adicionales se encuentran junto a un área urbana ó un área periférica, en tal sentido, al disponer ya de la estimación de las dos primeras áreas, se asumió, para la mayoría de los casos, que el área adicional crecería de igual forma que el área a la que colinda (igual densidad poblacional). De esta manera se procedió con las cinco de las seis áreas adicionales:
 - Para el área Adicional 1 se asumió una densidad poblacional al final del período de diseño (año 2040) igual al de la Zona 1.
 - Para el área Adicional 2 se asumió igual crecimiento que el del sector 28.
 - Para el área Adicional 3 se asumió igual crecimiento que el del sector 32.
 - Para el área Adicional 4 se asumió igual crecimiento que el del sector 33.
 - Para el área Adicional 5 se asumió igual crecimiento que el del sector 40.
 - La densidad poblacional del área adicional 6, por ser la de mayor extensión y además porque limita con varias zonas y sectores, fue obtenida, para cada año, como el promedio de las densidades poblacionales de los sectores del área periférica que son parte del área de estudio.
- Con base en estos resultados y al límite del proyecto, en sus etapas, se procede a definir a las poblaciones del Área de estudio, con resultados que se resumen en el Cuadro 10.

En los límites del proyecto se puede identificar el detalle de cada una de las zonas urbanas, sectores periféricos y también a los sectores adicionales.

Cuadro 10**Proyecciones demográficas dentro de los límites del área de estudio**

Resumen de población proyecciones 1

ZONA/SECTOR	AREA (ha)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Total Urbano	2782,394	145012	148327	151654	154985	158310	161620	164906	168156	171359	174540	177688	180792	183843	186834	189852	192899	195973	199085
Total Periferia	792,051	4370	4534	4701	4870	5042	5217	5392	5569	5747	5925	6105	6285	6465	6644	6826	7010	7197	7385
Total Adicionales	447,819	1352	1403	1454	1507	1560	1614	1668	1723	1778	1833	1889	1944	2000	2056	2112	2169	2226	2285
TOTAL	4022,264	150734	154264	157810	161362	164912	168451	171966	175448	178883	182299	185682	189021	192308	195534	198790	202078	205397	208755

Resumen de población proyecciones 2

ZONA/SECTOR	ÁREA (ha)	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Total Urbano	2884.519	207008	210464	213754	217187	220667	224492	227830	231734	234063	238289	241790	245254	248664	252008	255332
Total Periferia	2041.436	15368	15759	16155	16555	16959	17367	17775	18184	18592	18998	19403	19803	20196	20583	20945
Total Adicionales	845.191	6570	6757.1	6939	7132.8	7298.9	7505	7701.7	7863.5	8015.5	8245	8413.6	8604.3	8754.8	8904.3	9084.2
TOTAL	5771.146	228946	232980	236848	240874	244925	249364	253307	257782	260670	265532	269606	273661	277615	281495	285361

9. Población flotante en la ciudad de Riobamba y población de Guano

Además de las estimaciones realizadas para determinar la demanda futura de la población de la ciudad de Riobamba y su área de influencia, en lo que sigue se describe la metodología utilizada para estimar la “posible demanda” del grupo denominado “población flotante”.

Se ha considerado para efectos de la medición actual de la población flotante a: la capacidad de oferta de la industria hotelera de la ciudad, la población estudiantil universitaria que asiste a los centros de educación superior pero que los fines de semana se desplazan a sus lugares de origen, a los comerciantes de las ferias que se realizan en Riobamba pero que no viven en dicha ciudad, finalmente a los consumidores de agua potable que pertenecen al cantón Guano pero que son abastecidos por EP-EMAPAR, estos últimos no se considera como población flotante.

9.1. La demanda turística

Actualmente en la ciudad de Riobamba existen 68 establecimientos hoteleros con una capacidad instalada de 1363 habitaciones y 3.990 plazas (camas). Si bien, por lo general, la ocupación de hoteles puede ser del orden de un 30%, se considera, para fines de demanda, que existen días, como los de las festividades de Riobamba, que existe una gran demanda del servicio hotelero, en consecuencia se ha estimado que esta ocupación llegaría hasta un 90%, es decir que, se tendrían unas 3591 plazas ocupadas.

Posteriormente, para proyectar la demanda futura se asume la tendencia de la llegada de turistas a Ecuador durante los últimos años, para el año base la tasa de crecimiento adoptada es del 2%, se plantea que la demanda será creciente hasta llegar al 4% promedio anual en el año 2040. Los resultados muestran que para ese año la demanda turística llegaría a 8.999 (Ver Cuadro 12).

9.2. Demanda estudiantil

A partir de una investigación realizada en los centros de educación superior con personal de la Consultora, se ha determinado que actualmente asistirían regularmente unos 15.000 estudiantes, de los cuales aproximadamente un 60% corresponde a estudiantes que asisten a dichos establecimientos pero que no son originarios de la ciudad, viven en ella 5 días a la semana, los fines de semana regresan a sus lugares de origen. De manera que la población estudiantil que no reside todo el tiempo en Riobamba sería de 9.000.

Según el censo de 2001 la población universitaria que asiste a establecimientos de enseñanza de manera regular era 10.275, durante estos últimos 7 años la tasa de crecimiento promedio anual es del 5,4%.

Para proyectar la población estudiantil se propone un comportamiento de las tasas de crecimiento promedio anuales, decreciente a partir del 5,4% (2001-2008) se plantea que al final del período disminuya al 2,5%. Por otra parte, se plantea que la participación de los estudiantes no residentes, que para el año 2008 alcanza al 60%, llegue al final del período a un 40%, con estos dos supuestos, se estima que la población flotante estudiantil alcance alrededor de 19.213 estudiantes (Ver Cuadro 12).

9.3. Feriantes

Durante los meses de (enero-octubre) de 2008, la información disponible sobre el número de vehículos que han transportado productos a las ferias de la ciudad son aproximadamente unos 700 mil, mensualmente equivale a algo más de 69.800 viajes, si se multiplica estos valores por el promedio de ocupantes por vehículo, se estima que unas 112.500 personas mes participarían en actividades de comercio, si se asume que los feriantes no residentes en la ciudad de Riobamba significan el 30% y que el número de ferias que se realizan durante el mes son 12, se obtiene que los comerciantes que no residen permanentemente en la ciudad son unos 2.800, este valor constituye el punto de partida para las proyecciones de este componente de la demanda.

RESUMEN INGRESO TOTAL DE VEHICULOS**ENERO – OCTUBRE 2011**

VEHICULOS	CANTIDAD	MES	OCUPANTES	TOCUPAN	NO RESIDENTES	COMERCIANTES
Pequeños	585.156	58.516	1,5	87.773	26.332	2.194
Medianos	75.252	7.525	2	15.050	4.515	376
Mulas	869	87	2	174	52	4
Trailer	55	6	2	11	3	0
Taxis y camionetas	21.172	2.117	3	6.352	1.905	159
Triciclos	11.226	1.123	2	2.245	674	56
Frutas Tropicales	4.520	452	2	904	271	23
Pescado y Marisco	144	14	2	29	9	1
TOTAL	698.394	69.839		112.538	33.761	2.813

DIAS DE FERIA MES		12
DIAS MES		30
RELACION		0,4
NO RESIDENTES		30%

En función de las tendencias de la economía regional, se asume para el inicio del período una tasa de crecimiento del 4%, y se propone o plantea que para el final esta tasa llegue al 1,5%, con lo cual se estima una población flotante de algo más de 6.000 comerciantes, que demandarían los servicios de agua potable y alcantarillado (Ver Cuadro 12).

9.4. Distribución de la población flotante

Para la distribución espacial de la población flotante se procedió de la siguiente manera:

La información del nombre y dirección de los hoteles existentes fue trasladada en el plano de la ciudad. Luego, en ese plano, se trazaron también los límites de las redes diseñadas de agua potable, de tal forma de conocer el número de camas de los hoteles por zonas de servicio. Finalmente, de la forma descrita, se realiza la proyección de la demanda futura de turistas, así mismo, por redes.

Aunque no se tienen datos exactos de la ubicación de la población estudiantil, si se tiene conocimiento que, en el caso de los estudiantes de la ESPOCH, la mayoría prefiere vivir cerca del centro educativo (se ha estimado que el 60%). De esta manera, el 60% la población estudiantil flotante de la ESPOCH fue localizada en la Red 1, mientras que el restante 40% en las otras zonas de servicio, en cantidades proporcionales a su población fija. Los estudiantes de la Universidad Nacional de Chimborazo, UNACH, fue distribuida en todas las redes proporcionalmente a sus poblaciones fijas.

Los feriantes están ubicados en el Mercado Mayorista, es decir entre las avenidas Celso Rodríguez y Circunvalación.

9.5. Consumidores de Guano

Según datos de la EP-EMAPAR, para el año 2007 la población del área de influencia abastecida y que no pertenece a la ciudad de Riobamba ni su periferia, es de 1 248 habitantes, distribuida conforme se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 11**Población de Guano abastecida por la EP-EMAPAR**

Comunidades	Población actual 2011 (habitantes)
El Bosque	85
Langos La Paz	102
Langos San Andrés	129
Sigsipamba	689
Miraflores	243
Total	1 248

Fuente: Ing. Luis Gabela. Ing. Lynda Vega, técnicos de EP-EMAPAR

Para proyectar esta población hasta el horizonte del proyecto, se asumen las tasas de crecimiento resultantes de la aplicación del modelo de proyecciones utilizado para el caso de Riobamba y su área de influencia, de manera que para el final del período esta población alcanzaría a 2 263 habitantes, los cuales deben incorporarse a la demanda residencial proyectada (Ver Cuadro 13).

Cuadro 12**Estimación de la población flotante**

Años	Turistas	Estudiantes	Feriantes	Total
2012	3.906	10.430	3.254	17.590
2013	3.993	10.791	3.365	18.149
2014	4.085	11.151	3.477	18.713
2015	4.180	11.512	3.589	19.281
2016	4.280	11.871	3.701	19.852
2017	4.384	12.229	3.813	20.426
2018	4.494	12.586	3.924	21.004
2019	4.608	12.940	4.036	21.583
2020	4.728	13.291	4.147	22.166
2021	4.853	13.639	4.257	22.750
2022	4.984	13.984	4.368	23.336
2023	5.123	14.324	4.477	23.924
2024	5.267	14.660	4.586	24.514
2025	5.420	14.991	4.694	25.105
2026	5.579	15.317	4.801	25.698
2027	5.748	15.637	4.908	26.292
2028	5.925	15.951	5.013	26.889
2029	6.111	16.259	5.117	27.487
2030	6.307	16.561	5.220	28.088
2031	6.514	16.855	5.322	28.692

2032	6.732	17.143	5.423	29.298
2033	6.963	17.423	5.523	29.908
2034	7.206	17.695	5.621	30.522
2035	7.464	17.959	5.718	31.141
2036	7.736	18.216	5.814	31.766
2037	8.024	18.464	5.908	32.397
2038	8.330	18.705	6.001	33.035
2039	8.653	18.936	6.092	33.682
2040	8.999	19.213	6.184	34.397

Cuadro 13

Población de Guano a ser abastecida por EP-EMAPAR

Año	Población	Tasa Crecimiento
2012	1.402	2,26
2013	1.433	2,21
2014	1.463	2,15
2015	1.494	2,09
2016	1.524	2,03
2017	1.554	1,98
2018	1.584	1,93
2019	1.614	1,87
2020	1.643	1,81
2021	1.672	1,75
2022	1.701	1,74

2023	1.731	1,73
2024	1.760	1,72
2025	1.790	1,71
2026	1.821	1,70
2027	1.852	1,69
2028	1.883	1,68
2029	1.914	1,67
2030	1.946	1,66
2031	1.978	1,66
2032	2.010	1,63
2033	2.043	1,6
2034	2.075	1,58
2035	2.107	1,55
2036	2.139	1,52
2037	2.171	1,48
2038	2.202	1,44
2039	2.233	1,39
2040	2.263	1,35

CAPITULO III

FUENTES DE INFORMACIÓN Y PLANIFICACIÓN LEVANTAMIENTO SIG

10. Revisión del SIG del Cantón Riobamba Desarrollado por la Municipalidad

10.1. Análisis de información

Se identificaron 3 fuentes importantes de generación de información gráfica y alfanumérica, que permitirán robustecer y complementar el SIG:

- Información de la Municipalidad
- Información del Consejo Provincial
- Información del EP-EMAPAR

Dentro del análisis de información se detallaran únicamente los elementos, que formen parte de la estructura SIG, como es el caso del plano base de los sistemas de Agua Potable y Alcantarillado, pero se identificarán elementos complementarios necesarios para fines de análisis y planificación del proyecto,

10.2. Estado de la información gráfica actual

Para poder realizar este trabajo, fue necesario un aporte de información por parte de EP-EMAPAR, con la cual se trabajó para conocer el funcionamiento de las redes y la identificación de éstas y de cada elemento contenido en las redes que sirvan para la gestión de este tipo de infraestructura.

10.2.1 Información de la municipalidad

Uno de los componentes en la conformación del SIG es la cartografía del plano base que forma parte de la información entregada por el Municipio, la misma que se encuentra en

formato AutoCAD, plano desarrollado por la Municipalidad de Riobamba, a partir del escaneo de hojas Mylares del IGM, en material indeleble a escala 1:1.000, para posteriormente vectorizarla en pantalla. La fuente de esta información IGM, es un proyecto de restitución de la ciudad de Riobamba del año 1986, donde se distinguen las manzanas, calles, ríos, vías de ferrocarril, aceras, lotes, predios y nombre de las calles de la localidad. Los planos de agua potable y alcantarillado utilizan este plano base como referencia.

La segunda información la constituyen planos en formato SIG (Shape files) de ARCVIEW, nivel cantonal en proyección UTM y en sistema de coordenadas PSAD 56. Dentro de la variada información se evidencia material fotográfico sobre artesanías, manufactura y turismo del cantón, además de planos temáticos elaborados a partir de la información SIG que se detalla a continuación:

Zonas de turismo, usos de suelo, áreas protegidas, usos de cultivos, tipos de suelo, Iros, zonas de riesgo, Geomorfología, Geología, Curvas de Nivel, Cuencas, Poblaciones, Vías, Monografías de control vertical y horizontal del cantón en PSAD56.

10.2.2. Consideraciones del plano base

Este plano no se encuentra georeferenciado. Aparentemente está en Proyección UTM (Universal Transversal de Mercator), coordenadas PSAD 56, con parámetros desconocidos, para el proceso de conversión al sistema WGS84.

Se necesita contar con un plano georeferenciado. Para realizar el cambio de este plano base a uno georeferenciado, se requiere levantar varios puntos de control en el nuevo sistema WGS84. Lo que significa que se deba ajustar nuevamente toda la información al nuevo sistema.

No existe separación de sitios, ni identificación de clientes, ni unión domiciliaria. Solo se identifican las aceras, las manzanas, las calles y predios. La principal necesidad de este plano base es mostrar geográficamente la ubicación de los clientes.

El plano base actualmente refleja una desactualización de aproximadamente 22 años; frente a este hecho se requiere la compra de una imagen satelital o fotografía aérea, a escala 1.000

como mínimo o 2.500 como máximo. Esto permitirá la comparación de la información en CAD, con el fin de actualizar la cartografía base.

10.2.3. Información del Consejo Provincial

Básicamente la constituye información a nivel provincial, la misma que está realizada en un estructura SIG, y la conforman estudios Hidrológicos, cuencas, zonas de riesgo, curvas de nivel, Geología, hidrogeología, vías, ríos, etc.

El volumen de información desarrollada a este nivel, no forma parte del presente proyecto con EP-EMAPAR, pero sin embargo puede ser integrada al SIG, con fines de planificación y otros estudios posteriores.

10.2.4. Información de la EP-EMAPAR

La información recibida de EP-EMAPAR, en su gran mayoría está desarrollada en AutoCAD, a excepción de un modelo piloto con características SIG orientadas a la infraestructura urbana, específicamente el sistema de Agua Potable, actividad realizada como parte de un trabajo de tesis del Ing. Edwin García, actualmente Técnico de Planes Maestros de la empresa.

Los análisis de la información se detallan a continuación por Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado

10.2.5. Plano agua potable

Como este plano tiene una referencia al plano base, tampoco se encuentra georeferenciado. Al no estar georeferenciado, los elementos de este plano deben ser vectorizados nuevamente y corregidos con una estructura de proyección SIG.

Al lado de cada tubería se identifica un texto con el diámetro, material y cotas de control vertical. Esto ayuda al llenado de las bases de datos, y al ser impreso, se pueden ver sus propiedades.

Dentro de este plano se identifican las calles por las cuales existen tuberías, pero no especifica la distancia por donde pasa con respecto a la acera o bordillo. (Figura 2.1).

En la mayoría de los casos se ven las tuberías de manera diagonal por las calles o por dentro de las manzanas, y los accesorios no representan una unión o término de una tubería como muestra la (Figura 3.1). Las válvulas aparecen de manera referencial sin saber cuál es su ubicación exacta. No aparecen los medidores domiciliarios ni su unión a la matriz. Es imprescindible contar con esta información.



(a) **Figura 3.1:** Plano AutoCAD de tuberías de agua potable

10.2.6. Plano aguas servidas

El elemento principal para estos planos es la cámara de inspección o pozo de revisión. Existe una cámara por cada cambio de dirección de las tuberías. La ubicación de las tapas de estas cámaras se encuentra representada de manera inexacta a la realidad. Esto provoca el mayor problema, debido a que la posición de la cámara establece la longitud de las tuberías que existen entre ellas.

En las tuberías se aprecia su dirección de evacuación, la cual sirve de análisis para la verificación hidráulica de los colectores.

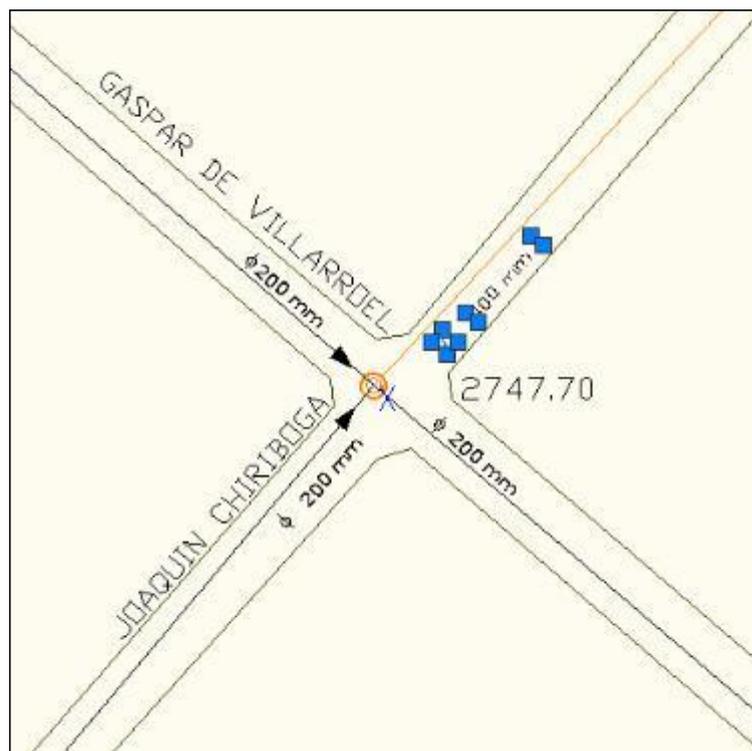
Al lado de cada tubería se identifica un texto con el diámetro. En las cámaras de inspección no se ven sus propiedades de cota de tubería, cota de salida, altura, y su número identificador. Esto ayudaría al llenado de la base de datos, y al ser impreso, se pueden ver sus propiedades.

En visitas al terreno se pudo apreciar que existen más cámaras que las que en el plano aparecen. Se necesita una actualización del plano.

No existe una vinculación entre los colectores públicos con los clientes. Es imprescindible contar con esta información.

En conclusión, el plano de alcantarillado aporta solo con las propiedades de cada cámara y tuberías. Para el desarrollo de la implementación de un SIG, es necesario contar con la ubicación exacta de las cámaras de inspección, y este plano no aporta esta información.

En la mayoría de los casos se ven las tuberías de manera diagonal por las calles y las cámaras no representan una unión o término de una tubería, además las entidades de texto están desagrupadas como muestra la (Figura 3.2).



(b) **Figura 3.2:** Plano AutoCAD de tuberías de alcantarillado

Las cámaras de inspección aparecen de manera referencial sin saber cuál es su ubicación exacta. No aparecen las cajas domiciliarias ni su unión a la cámara principal. Es imprescindible contar con esta información.

10.2.7. Conclusiones de la información gráfica

La información recuperada de los planos es solo referencial. Se requiere contar con un método para georeferenciar los elementos.

10.3 Estado de la información alfanumérica actual

Dentro de la empresa existe una base de datos muy detallada en Dbase, respecto al manejo de los clientes y sus consumos. Existe información en Excel de algunos elementos, con un formato diferente para cada tipo de información de los elementos.

Dentro de la tabla Dbase de clientes, se aprecian diferentes formatos en la dirección. Debe existir un formato único y exacto para la dirección. Esto incluye un normalizado de los nombres de las calles.

10.3.1. Plano base Ilustre Municipalidad

No presenta información almacenada en las bases de datos. Solo información en el mismo plano. Existen datos sobre información vinculada a los límites, cuarteles y grupos de facturación que se pueden extraer desde diferentes tipos de formatos.

10.3.2. Plano agua potable (AP) EP-EMAPAR

No presenta información almacenada en las bases de datos referente a la red. La información se encuentra en los mismos planos. La información de los elementos se encuentra en los planos y en archivos varios, en donde se almacenan sus fallas, usos en el caso de las acometidas, códigos y estado de la infraestructura.

10.3.3. Plano aguas servidas (AS) EP-EMAPAR

No presenta información almacenada en las bases de datos referente a la red. La información se encuentra en los mismos planos y en archivos Excel, con diversos formatos. La información de los elementos se encuentra en los planos y en archivos varios, en donde se almacenan sus fallas, códigos y estado de la infraestructura.

11. Planificación de un modelo de levantamiento del SIG, que establezca los estándares de los planos y las bases de datos

El desarrollo de implementación del SIG, para la empresa EP-EMAPAR, se fundamenta en las etapas descritas a continuación, las mismas que constituyen el modelo de planificación para esta actividad.

ETAPA 1	Evaluación de información existente
	Análisis de la Problemática Actual
	Descripción de los sistemas de Agua Potable y Alcantarillado
	Planos Georeferenciados (Base Gráfica)
Análisis de requerimientos	
Estudios de topologías de los sistemas de Agua Potable y Alcantarillado	
Criterios para sectorización y georeferenciación de los elementos de las redes	
Método de levantamiento y ubicación de redes	

ETAPA 2	Modelo y diseño de datos (Base Alfanumérica)
	Análisis de requerimientos
	Estudios de variables que integran las bases de datos
	Codificación de los sistemas
Integración de planos y bases de datos	
Unión de datos	
Descripción de la herramienta	
Geocodificación de datos	
Volcado de datos	

Gestión y Utilización de SIG	
ETAPA 3	<p>Funcionalidades para la Gestión de Predios, Redes de Agua Potable y Alcantarillado</p> <p>Recomendaciones</p> <p>Impacto de implementación del SIG</p>

12. Establecimiento de planes de mantenimiento y actualización de la cartografía base y redes

Los Sistemas de Información Geográfica poseen los siguientes componentes que requieren actualización y mantenimiento:

- Hardware.
- Software.
- Métodos.
- Información.
- Personal.

12.1. Hardware

Los SIG corren en un amplio rango de tipos de computadoras, configuraciones individuales o de red. Definir la arquitectura del sistema permite establecer la distribución física de SIG en servidores y establecer los usuarios y sus permisos correspondientes.

La distribución del sistema físico computacional viene dado por la base de datos conectada a servidores que permitan ingresar, desplegar, analizar y modificar datos geográficos dentro de la red interna de la empresa y vía Web. Las capas deben ser tres: clientes, servidor de datos y servidor de aplicaciones.

Estos servidores deben permitir el manejo de datos vectoriales, alfanuméricos y raster. No debe existir ninguna duplicidad de los datos antes mencionados.

Como primera instancia es necesario construir una intranet en la empresa, como mínimo de 4 Workstation, con amplia proyección en área gráfica, en la actualidad con procesadores CORE i7 o superiores y 8 GB en RAM (DDR 2), además la integración de tarjetas gráficas con características no menos de 1024 MB en RAM (DDR3), en tecnología PCIe 2.0. Estas computadoras permitirán la complementación del modelo piloto y la actualización del sistema SIG, en el área gráfica y base de datos.

Como actividad adicional y paralela se tendrá un servidor de aplicaciones, donde confluye toda la información desarrollada, que servirá para administrar y alimentar las estaciones de consulta de los clientes o personal de planificación y control de la empresa, este equipo debe tener características de servidor de altas prestaciones de desarrollo, respaldo y protección de información.

12.2. Software

El ARCGIS 10.3 provee las herramientas y funcionalidades necesarias para almacenar, analizar y mostrar información geográfica. Los componentes principales del software SIG son:

- Sistema de manejo de base de datos.
- Una interface gráfica de usuarios (GUI) para el fácil acceso a las herramientas.
- Herramientas para captura y manejo de información geográfica.
- Herramientas para soporte de consultas, análisis y visualización de datos geográficos.

Actualmente la mayoría de los proveedores de software SIG distribuyen productos fáciles de usar y pueden reconocer información geográfica estructurada en muchos formatos distintos.

En la implementación del SIG, se utilizó software de soporte gráfico AutoCAD 2014, por múltiples razones, primero por el origen de la información cartográfica en formato nativo DWG de AutoCAD, segundo por el conocimiento local en sistemas CAD, además que la mayor fuente de información local se encuentra en esta plataforma; por tal motivo se recomienda el uso de AutoCAD, como herramienta de actualización, y migración gráfica de retroalimentación SIG.

EL software oficial en el modelo de desarrollo SIG, es SIG Desktop de ARCGIS 10.3, que permite generar, analizar, representar, administrar, compartir y publicar información geográfica, y a través un modelo de datos de la geodatabases se convierte en la herramientas SIG que obtiene más ventajas geográfica en el mercado SIG actualmente.

En proyecciones a corto y mediano plano de la empresa, integrando los múltiples servicios que ofrece el ARCGIS en la Internet u dispositivos móviles, con fines de mantenimiento y actualización de la red se aconseja la integración del GIS Server y GIS móvil, como plan del sistema integral de ARCGIS.

12.3. Métodos

Para que un SIG tenga una implementación exitosa debe basarse en un buen diseño y reglas de actividad definidas, que serían los modelos y prácticas operativas exclusivas en cada organización y son parte del desarrollo de planificación del SIG, que será debidamente detallado en el informe general.

El método de levantamiento del SIG debe ser exacto y preciso. El SIG genera información de acuerdo a los datos que posee. Por lo tanto si estos datos que se ingresan al construir el sistema son erróneos, la información que se genere va a ser errónea. Esto significa que afecta de gran manera a la confiabilidad en decisiones que se tomen en base a esa información.

12.4 Información

El componente más importante para un SIG es la información. Se requiere de adecuados datos de soporte para que el SIG pueda resolver los problemas y contestar a preguntas de la forma más acertada posible. Se persigue la obtención de datos correctos, pero la recolección de los datos es un proceso largo que frecuentemente demora el desarrollo del producto. Mantener, actualizar, organizar y manejar los datos es esencial para la empresa.

12.4.1. Plano base (Cartografía Base)

Se deben establecer métodos de planificación para mantener permanentemente actualizados los datos del SIG.

Para el manejo de actualización del plano base se recomienda el uso de la imagen satelital, adquirida para este proyecto específicamente. Se utilizará en la identificación de las vías o caminos o elementos que se requiera, lo que, complementado con una visita al sitio, permite una mayor apreciación y exactitud de las entidades.

En la medida de lo posible, implementar como política de la empresa, que la entrega de los nuevos proyectos arquitectónicos y urbanos sea en formato digital DWG del sistema AutoCAD, con planos topográficos georeferenciados en Proyección UTM (Universal Transversa de Mercator) con el sistema de coordenadas WGS84.

La EP-EMAPAR, actualmente cuenta con 32 monografías de control vertical y horizontal, levantadas por el estudio técnico de los Planes Maestros, información que se encuentra en la institución y que puede servir como guía para determinar la infraestructura SIG de la empresa al usuario final y facilitará la labor topográfica de los proyectos en la georeferenciación.

12.4.2. Sistemas de agua potable y alcantarillado

Se recomiendan, los tres siguientes métodos de captura de información, los mismos que permitirán la continuidad de construcción del modelo SIG y la actualización del mismo a futuro.

12.5. Medición GPS

El GPS (Global Positioning System, en español siglas SPG) entrega las coordenadas terrestres (x, y) de la posición en que el equipo se encuentre.

Para obtener la ubicación georeferenciada de los elementos de red, se necesita contar como mínimo con un GPS submétrico o centimétrico, la empresa actualmente cuenta con un GPS ZOKKIA STRATUS, que mediante un pos procesó se obtiene precisiones centimétricas.



Estas mediciones se deben hacer al ubicar el instrumento en el elemento de red, adquirir la coordenada (x, y) y reSIGtrarla en un formato donde puedan ser leídas por un programa para generar automáticamente la cartografía de esos elementos. La definición del formato de estas coordenadas va a depender del programa que se utilice para leer y generar los objetos, siendo el formato ASCII el más común para los diferentes programas y equipos.

Se debe establecer la medición de todos los elementos de red que estén en la superficie con sus respectivas coordenadas. Esta medición debe identificar los elementos y establecer su ubicación geográfica. Al momento de obtener la coordenada terrestre por medio del GPS, se debe hacer una anotación para identificar el tipo de elemento que se está posicionando. Debe existir una lista o un archivo para cada tipo de infraestructura, indicando el nombre del elemento y su ubicación geográfica entregada por el GPS en formato (x, y).

En este hemisferio, pudieran existir pérdidas de conexión con el GPS, especialmente entre edificios. Cuando esto ocurra, se debe aplicar un método manual de medición.

12.6 Calicatas

Se harán calicatas mediante excavación manual con el fin de determinar la profundidad y el tipo de material localizado.

Mediante esta herramienta se puede determinar la profundidad y el material de la tubería detectada. También puede determinar el diámetro de ésta. Su uso para determinar la profundidad de cada tubería, conexión domiciliaria y cualquier otro elemento subterráneo permitirá construir con mayor exactitud los planos.

Su utilización se verá requerida en:

- Las esquinas de cada cuadra para determinar con precisión la conexión y distribución de las redes de agua potable.
- En veredas amplias para determinar su ubicación y determinar el material de la superficie en donde se encuentre (cemento, tierra, césped). También identifica si algunas tuberías se encuentran fuera de la línea oficial, pero dentro de un cerco de propiedad privada.
- En cada calle donde no se pueda determinar la ubicación de las tuberías.
- Para determinar los nodos donde se conectan los clientes a las tuberías.
- Determinar la profundidad, material y diámetro de las tuberías.

12.7 Medición manual

Sirve de apoyo a las mediciones anteriores. Es la ubicación de los elementos por medio de la medición de distancias por sobre elementos de referencia, previamente georeferenciados. Entre estos elementos de referencia se encuentran la línea de edificación o línea oficial, línea divisoria de la calzada u otro elemento de referencia confiable.

Las herramientas para esta medición son variadas. Es una medición no exacta, pero complementaria al uso de GPS para la ubicación de los elementos superficiales de las redes.

Puede ser muy útil para medir la distancia desde la línea de edificación hasta las tuberías, y desde la línea de edificación hasta el medidor domiciliario o cámara domiciliaria. También debe ser considerada para determinar el ancho de acera donde se pueden ubicar las redes, y distinguir el espacio dedicado a árboles y postes de cables.

Las mediciones en terreno deben ser apoyadas por croquis impresos con base de la ciudad georeferenciada. En estos croquis pueden hacerse las anotaciones que permitan un catastro correcto de las redes.

12.8 Personas

Existe una interrelación y una dependencia de la componente humana con los SIG. Las tecnologías SIG son de valor limitado si no se cuenta con los especialistas en manejar el sistema y desarrollar planes de implementación del mismo. Sin el personal experto en su desarrollo, la información empezaría a quedar obsoleta y se manejaría erróneamente. Sin personas, el hardware y el software no se manipularían en todo su potencial.

La generación de información y uso del SIG se sugiere que sea otorgado al Departamento de Sistemas dentro de la empresa como primer paso, como segundo paso conformar un área específica en la empresa orientada a la actualización y depuración de la información tanto gráfica como alfanumérica y desde este departamento generar y distribuir información que sea solicitada desde otros departamentos dentro de la empresa. Para el resto de los departamentos se debe entregar permisos de usuarios para el acceso al SIG.

Los usuarios podrán contar por permisos de acuerdo a los siguientes perfiles:

- Usuario de consulta de planos.
- Usuario de consulta de datos.
- Usuario modificación de datos alfanuméricos.

- Usuario modificación datos cartográficos.

Estos perfiles pueden ser combinados de acuerdo a los permisos que se otorguen dentro de la empresa.

Debe existir una bitácora de los usuarios que ingresen al sistema y un registro de las modificaciones que se realicen al modelo. En caso de querer realizar una modificación al sistema, se debe generar una petición e informar los tipos de cambios.

Los usuarios deben recibir una capacitación sobre el manejo del ARCGIS. Estos usuarios deben capacitarse en cómo manejar los layers, hacer consultas mediante selección en el plano y consultas SQL.

La capacitación también debe hacerse sobre el manejo de los datos en red y conceptos asociados a consultas y modificaciones.

CAPITULO IV

ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SIG IMPLEMENTACIÓN

13. Normalización de las calles y códigos de infraestructura (Códigos de Unión)

Codificación

La codificación de los elementos de red permite indicar su ubicación y establecer su comportamiento dentro del plano. Es necesario establecer un estándar de códigos para la totalidad de los elementos de red.

La importancia de establecer un código que permita la futura programación de redes de acuerdo a ciertos parámetros, puede lograr automatizar algunas funciones o consultas requeridas.

La tarea de creación de estos códigos es compleja, pero obligatoria para establecer un estándar en el comportamiento de las redes.

13.1. Plano Base

Codificación de las calles de la ciudad de Riobamba: no existe un proceso técnico que facilite la localización de predios y direcciones domiciliarias. La estructura que se evidencia, es por nombre de las calles.

Esta característica tiene como ventajas que los nombres son más elocuentes y por lo tanto más fáciles de recordar para los usuarios, pero existe la desventaja de que no ayudan a ubicar lugares/edificios, ya que no existe una regla que rijan su ubicación geográfica.

Partes de los cambios en las grandes ciudades es el uso de códigos numéricos para las calles dentro de los SIG.

La codificación no forma parte de este estudio, pero recoge como únicas recomendaciones el uso del nombre de calle, como etiqueta única sin abreviaciones, al menos en la construcción de las bases de datos, como detalle de ubicación de los elementos del sistema de Agua Potable y Alcantarillado.

13.2 Codificación red de agua potable y red de alcantarillado

La estructura de codificación de los distintos elementos que forman parte de los sistemas de agua potable y alcantarillado, se hace referencia las mismas, ID que emite el sistema CAD (AutoCAD), para cada uno de sus entidades, se consideró esta forma de codificar por dos razones:

- La 100% de la Información está desarrollada ambiente CAD en AutoCAD, la misma que para efectos de estructura SIG, se toma la identidad la proporcionada automáticamente por AutoCAD, el nombre de campo es HANDLE, la misma que sirve como campo único de integración de la base Alfanumérica y la base grafica
- La implementación e actualización del SIG es a través de AutoCAD, que nos da esta ventaja de codificación de elementos, para posterior sincronización con el SIG

14. Actualización de planos georeferenciados del sector inicial seleccionado para la presente tesis de control de pérdidas

Para la actualización del sector inicial, intervinieron dos fuentes principales. Como primera instancia se realizó un levantamiento topográfico con datos geodésicos de los elementos de la red; posteriormente se ejecutó un levantamiento detallado de las esquinas (planos esquineros), donde convergen la infraestructura tanto de agua potable y alcantarillado, además se tomaron todas las consideraciones de manejo de topologías, con una estructura de diferenciación de los distintos elementos que intervienen en las redes; este modelo de desarrollo se detalla a continuación.

14.1. Plano base

La estructura implementada para el SIG de EP-EMAPAR, en el aspecto Urbano se refleja en la ILUSTRACION 2 y para poder entender bien los conceptos, se muestra una nomenclatura técnica de los elementos del plano Base.

- Acera:** Parte de una vía destinada principalmente para circulación de peatones, separada de la circulación de vehículos.
- Calle:** Vía vehicular de cualquier tipo que comunica con otras vías y que comprende tanto las calzadas como las aceras entre dos propiedades privadas o dos espacios de uso público o entre una propiedad privada y un espacio de uso público.
- Calzada:** Parte de una vía destinada al tránsito de vehículos.
- Cuadra:** Costado de una manzana medido entre líneas oficiales de vías vehiculares continuas.
- Línea de fabrica:** La indicada en el plano del instrumento de planificación territorial, como deslinde entre propiedades particulares y bienes de uso público o entre bienes de uso público.
- Manzana:** Predio o conjunto de predios rodeados de bienes nacionales de uso público. La manzana enmarca los sitios.
- Vereda:** Parte pavimentada de la acera.
- Vivienda:** Edificación o unidad destinada al uso habitacional.

En este plano base se deben identificar:

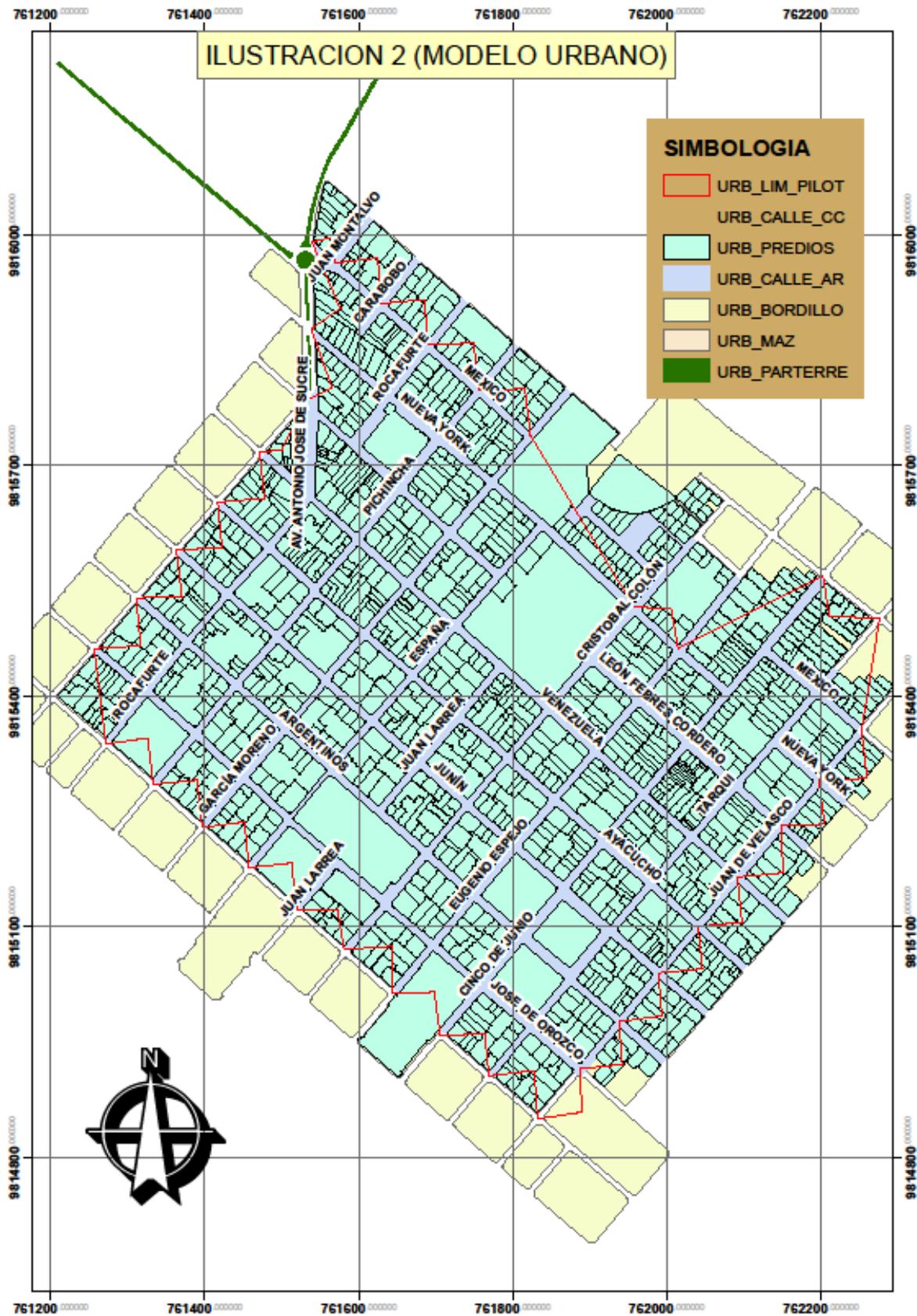
- Aceras.
- Calles.
- Nombre de calles.
- Calzadas.
- Cuadras.

- Separación de sitios.
- Otros elementos como: ríos y línea férrea.

Se requiere contar con varias coberturas (layers) que muestren los elementos anteriores.

Estos se muestran a continuación:

Plano base:	Muestra la línea divisoria de la acera y la calzada. Puede ser considerado como la representación de cada cuadra.
Separación de sitios:	Identifica la línea oficial entre la acera y la propiedad particular, y el límite entre cada propiedad particular.
Nombre calles:	Identifica el nombre de cada calle. Estos nombres deben ser normalizados.
Línea divisoria de calzada:	Línea que divide la calzada en dos partes iguales.
Servicios:	Identifica los servicios más importantes de una ciudad, tales como Bomberos, Hospitales, Bancos, Puentes, Colegios, Clínicas, y otros puntos de interés.



A estas coberturas mencionadas, se les pueden agregar nuevas layers, como por ejemplo, ríos, ferrocarril, puentes, poblaciones o villas, cotas de nivel, y cualquier otra cobertura que ayude a mostrar de mejor manera el terreno real donde se desarrolle la aplicación. Siempre mostrando una planimetría georeferenciada con escala 1:5.000.

Tabla 2.1. Topología elementos plano base.

	Topología
Plano base	Polígono
Sitios	Polígono
Nombre de calles	Texto
Línea divisoria de calzada	Línea
Ríos	Polígono
Villas	Polígono
Ferrocarril	Línea
Servicios	Punto
Curvas de nivel	Línea

Para características normadas de los elementos topológicos se creó una clave para nombrar cada cobertura dentro del plano base. Ésta coincide con el nombre físico del archivo.

Tabla 2.2. Clave nombre para los elementos urbanos están estructurados de la siguiente manera:



Por lo cual cada layer (cobertura) de área urbana, queda de la siguiente manera:

Tabla 2.3. Nombre de layers plano base.

	Nombre del Layer
Plano base	URB_MAZ
Parterres y redondeles	URB_PARTERRE
Nombre de calles	URB_CALLE_NC
Ríos	URB_RIO
Ferrocarril	URB_FERRO
Geología	URB_GEOLO
Área de las vías	URB_CALLE_AR
Línea divisoria de calzada	URB_CALLE_CC
Predios Urbanos	URB_PREDIOS

A este plano es necesario agregarle datos de importancia, como:

Límites:

- Límite Área Urbana:** Zona de límite municipal en que se presentan concentradamente características de tipo urbano en lo que se refiere a uso y ocupación del suelo, densidad, servicios y funciones.
- Límite Área de Actuación:** Delimita el área de actuación de la empresa.
- Límite Cuarteles:** Enmarca a los clientes que se ven afectados por un corte de suministro de agua potable.
- Límite Área de Operación:** Delimita el área operacional de la empresa.
- Límites Grupos Tarifarios:** Enmarca a los clientes que pertenecen al grupo tarifario.

Las topologías para cada elemento se muestran a continuación:

Tabla 2.4. Topología límites plano base

	Topología
Límite Área Urbana	Polígono
Límite Área de Actuación	Polígono
Límite Área de Operación	Polígono

Para características normadas de los elementos topológicos consultar Anexo 1.

De acuerdo a la clave creada para el plano base, los nombres de las coberturas de estos límites son los siguientes.

Tabla 2.5. Nombre de layers límites plano base

	Nombre del Layer
Límite Área Urbana	URB_LIM_URB
Límite rutas operación	URB_LIM_RUT
Límite sectorización	URB_LIM_SECT

Si se encontrara con la necesidad de incluir texto en el plano para alguna de estas coberturas, se deberá crear una nueva layer de topología tipo texto (normalización en el Anexo 1) con el nombre de la cobertura a la que pertenezca de acuerdo con el siguiente formato.

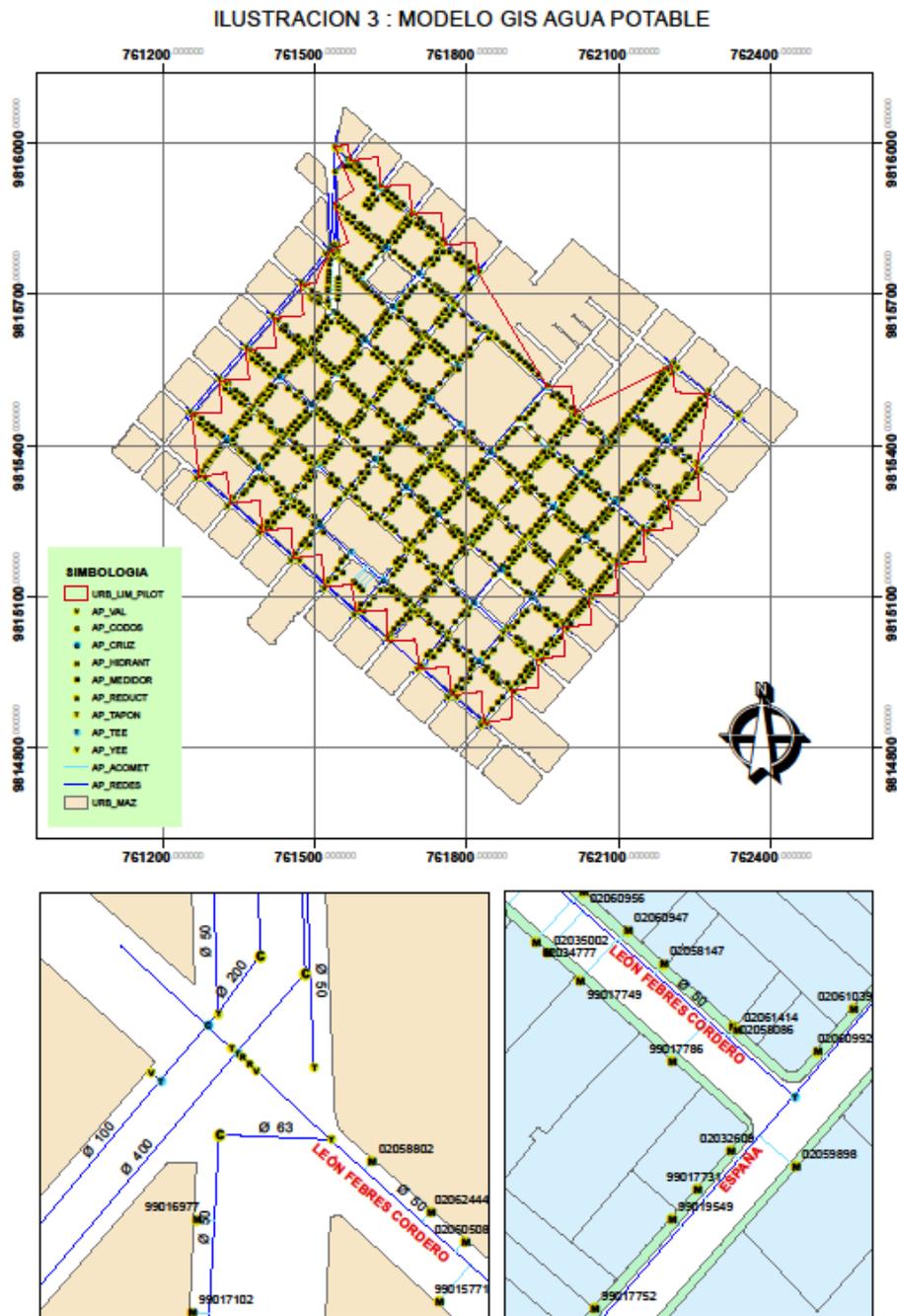
14.2 Plano agua potable (AP)

En este plano se muestran todos los elementos de la red de agua potable, como se evidencia en la ILUSTRACION 3, que pese a ser redes subterráneas, existen elementos que las comunican con la superficie. Entre esos elementos los más importantes son las acometidas y las tapas de las válvulas de corte. La ubicación de estos elementos servirá de referencia para establecer la ubicación de las tuberías de agua potable.

Estas tuberías se ubican geográficamente, casi en su totalidad, bajo las calzadas. La ubicación de los elementos anteriormente señalados permite dar con la ubicación de la calzada la cual pertenece la tubería. Pero para lograr determinar la ubicación exacta y profundidad de las tuberías, se debe incorporar el uso de calicatas al catastro.

Para obtener un plano que describa estas redes de manera precisa, es necesario el uso de calicatas para identificar de manera exacta la ubicación de estas redes en el subsuelo. Con esta herramienta se puede obtener la ubicación de codos, cambios de sentido, profundidad, material, uniones y la ubicación exacta de donde está conectado cada cliente y cada grifo.

Es necesario tener planes de actualización de esta información, profundidad y ubicación de cada tubería y elemento conectado en la red, cuando se ejecuten labores de manteniones o cambios de estas redes en el futuro.



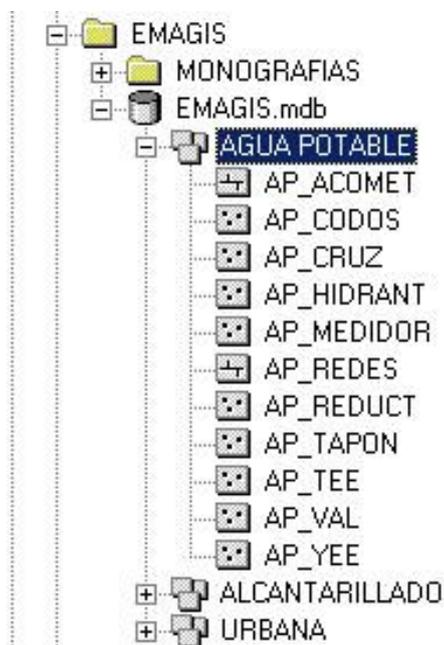
Las topologías para cada elemento se muestran a continuación.

Tabla 2.6. Topología elementos plano agua potable.

	Topología
Tuberías AP	Línea
Acometida	Punto/línea
Válvula de corte	Punto
Tapones	Punto
Medidor domiciliario	Punto
Arranque domiciliario	Línea
Ventosas	Punto
Impulsiones	Línea
Válvulas Reductoras	Punto
Macromedidores	Punto
Pozos	Polígono
Sondajes	Polígono

Para características normadas de los elementos topológicos. Se creó una clave para nombrar cada cobertura dentro del plano base. Ésta coincide con el nombre físico del archivo.

Tabla 2.7. Clave nombre de layers plano agua potable se estructuran de la siguiente manera:



Entonces cada layer (cobertura) del plano agua potable, queda de la siguiente manera.

Tabla 2.8. Nombre de layers plano agua potable

	Nombre del Layer
Tuberías AP	AP_REDES
Acometida	AP_ACOMET
Válvula de corte	AP_VAL
Tapones	AP_TAPON
Medidores domiciliarios	AP_MEDIDOR
Hidrante	AP_HIDRANT
Reductor	AP_REDUCT
Tee	AP_TEE
Cruz	AP_CRUZ
Codos	AP_CODOS
Yee	AP_YEE
Pozos	AP_POZOS
Sondajes	AP_ZOND

Dentro de este plano existe la necesidad de contar con un texto para identificar algunas propiedades de la infraestructura. Algunos elementos llevan su nombre y su identificador. Estos deben ser incluidos en un layer diferente al usado para cada elemento. Para agregar un texto en el plano, se debe establecer a qué infraestructura pertenece.

La topología de estas coberturas es de texto. El nombre de la cobertura debe ser de acuerdo a la Provincia, Ciudad, tipo de plano y layer, como se explica a continuación.

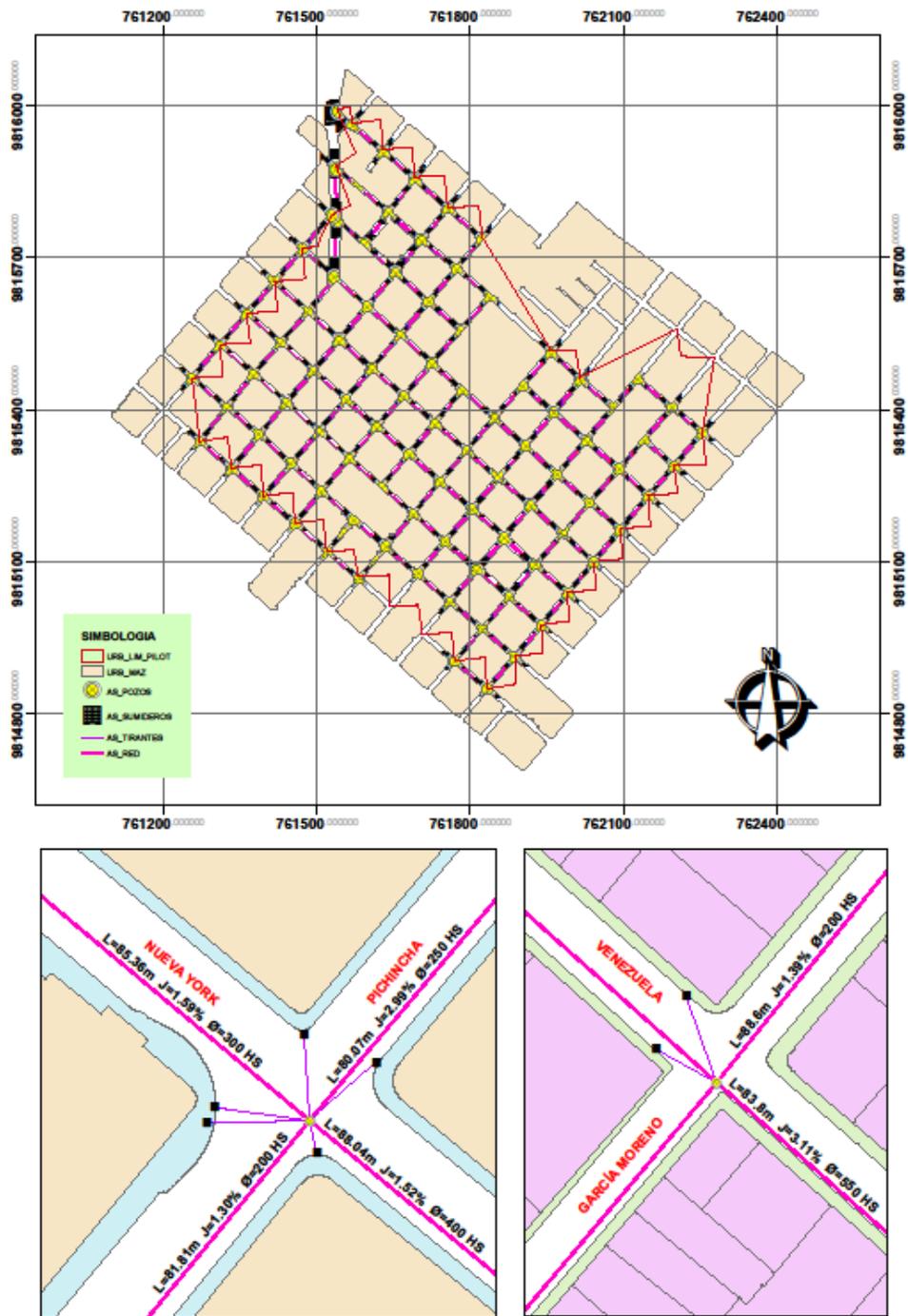
14.3. Plano aguas servidas (AS)

Existe un elemento que conecta las tuberías subterráneas de alcantarillado con la superficie y permite establecer su ubicación y longitud exacta. Este elemento es la tapa de la cámara de inspección.

Las redes de alcantarillado se ubican geográficamente en las calzadas, mayoritariamente, y en las aceras, como se evidencia en la ILUSTRACION 4. Este tipo de infraestructura no

utiliza codos, solo tuberías rectas. Cualquier cambio de dirección de las tuberías debe hacerse por medio de una cámara de inspección.

ILUSTRACION 4: MODELO GIS ALCANTARILLADO



Las topologías para cada elemento se muestran a continuación.

Tabla 2.9. Topología elementos plano aguas servidas.

	Topología
Tuberías AS	Línea
Cámara de Inspección	Polígono
Cámara Domiciliaria	Punto
Unión domiciliaria	Línea
Sectores	Polígono

Para características normadas de los elementos topológicos. Se creó una clave para nombrar cada cobertura dentro del plano base. Ésta coincide con el nombre físico del archivo.

Tabla 2.10. Clave nombre de layers plano aguas servidas, se estructura de la siguiente manera.



Entonces cada layer (cobertura) del plano de aguas servidas, queda de la siguiente manera.

Tabla 2.11. Nombre de layers plano aguas servidas.

	Nombre del Layer
Tuberías AS	AS_RED
Sumideros	AS_SUMIDEROS
Tirantes	AS_TIRANTES
Pozos de Revisión	AS_POZOS
Cámara Domiciliaria	AS_CAM_DOM

Dentro de este plano existe la necesidad de contar con un texto para identificar algunas propiedades de la infraestructura, y visualización de identidades. Algunos elementos llevan su nombre y su identificador. Estos deben ser incluidos en un layer diferente al usado para cada elemento. Para agregar un texto en el plano, se debe establecer a qué infraestructura pertenece. La topología de estas coberturas es de texto. El nombre de la cobertura debe ser de acuerdo a la Provincia, ciudad, tipo de plano y layer, como se explica a continuación.

15. Determinación de los abonados de agua potable y alcantarillado

Para la vectorización de los medidores domiciliarios y cámaras domiciliarias de los abonados se efectuaron las siguientes acciones

Los pasos a seguir para la georeferenciación y vectorización de los elementos del plano agua potable son:

- Determinar la ubicación de las acometidas. Las acometidas están conectadas directamente a las tuberías matrices, lo cual permite saber por dónde pasa la matriz. Las acometidas poseen una válvula propia a menos de un metro del punto de inserción en la tubería y al ser parte de la acometida, solo se le identifica en la tabla de datos. Se recomienda el uso de GPS (Global Positioning System) para la obtención de las coordenadas terrestres. Puede servir de guía poseer fotografías aéreas de manera complementaria al utilizar el GPS o medidas manuales.
- Determinar la ubicación de las válvulas. Las válvulas se ven representadas en la superficie mediante pequeñas tapas, que se ubican sobre las tuberías de agua potable. Estas tapas se encuentran en aceras y/o calzadas y en el SIG sirven para marcar el recorrido de las tuberías de agua potable. Es necesario ubicar geográficamente este elemento para determinar la ubicación de las tuberías. Se recomienda el uso de GPS para la obtención de las coordenadas.
- Identificación de otros elementos superficiales. Se debe establecer la ubicación terrestre exacta de cada elemento de infraestructura asociado a estas redes, visible

desde el terreno. Estos elementos son las ventosas, macromedidores, válvulas reductoras, pozos y cualquier otro elemento que pertenezca a estos sistemas.

- Identificar el lado de la calzada en el cual está instalada las tuberías de AP. Como estas redes se encuentran casi en su totalidad bajo las calzadas, es necesario obtener una referencia de la ubicación de la red. Esto se hace mediante la localización de las acometidas y válvulas. En caso de no contar con estos elementos, se requerirá el uso de calicatas.
- La infraestructura subterránea se vectoriza de manera exacta. Para que el SIG genere información exacta, sus datos deben ser exactos o al menos con un error sub-métrico. Los tapones, por ejemplo, no tienen conexión con la superficie, y resulta imposible determinar el término de las tuberías, ni su posición ni el largo total de las tuberías. Se debe incorporar el uso de calicatas para la determinación exacta de estos elementos. Las tuberías y sus conexiones domiciliarias deben ser vectorizadas de acuerdo a la realidad.
- Vectorización de tuberías. Una vez que se conoce la ubicación georeferenciada de todos los elementos anteriores, se procede a vectorizar las tuberías. Se define el tramo de tubería al vector comprendido entre intersecciones de matrices. Se vectoriza por cuadra y se establece una línea que pasa la calle, hasta el lado de la acera más cercana a la matriz. Se utiliza lo anterior para no vectorizar tuberías muy pequeñas ni uniones cortas entre ellas (Figura 2.3). Si se hiciera de esa manera, los registros en la base de datos aumentarían considerablemente. Al utilizar la topología de línea, se conectan mediante un nodo al pasar por sobre los elementos anteriormente mencionados para unirlos, y así poder integrarlos a las consultas futuras. Todas las tuberías deben unirse unas con otras de acuerdo a la realidad a través de nodos. Si algunas tuberías se atraviesan, pero en la realidad no se unen, no deben unirse en el plano.

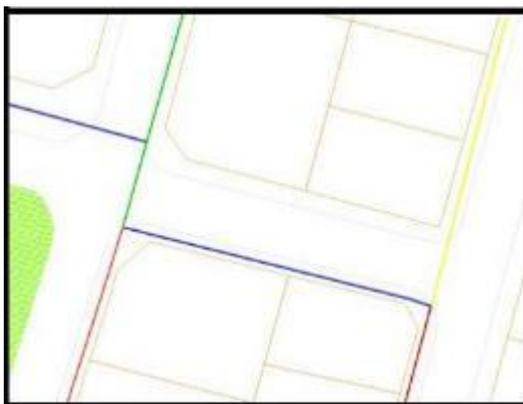


Figura 2.3. Vectorización de tuberías agua potable.

Los elementos secundarios deben estar unidos a cada tubería mediante un punto, o mediante una extensión de conexión de acuerdo a la cobertura utilizada para cada elemento. Esto es indispensable para futuras consultas con el SIG.

Para la ubicación de las tuberías se recomienda el uso de calicatas para lograr una exactitud en la distribución y profundidad de la red. La profundidad es necesaria para análisis 3D y para obtener la dimensión real de las tuberías en base a la dimensión del plano; operativamente facilitará las labores de mantenimiento.

Una vez que se tenga la matriz y los elementos secundarios georeferenciados en el plano, se procede a la conexión domiciliaria entre el medidor y la matriz.

Para poder hacer la conexión domiciliaria, se debe establecer la ubicación geográfica de los medidores de cada cliente. Estos deben ubicarse como un punto en el interior del sitio al momento de ser vectorizado. En el caso de edificios, vectorizar la misma distribución de la realidad, esto es vectorizar todos los medidores y macromedidores si existieran, dentro del sitio en su ubicación exacta, indicando si hay un arranque (conexión domiciliaria) o más hasta los medidores.

La ubicación de los medidores debe ser su ubicación real exacta dentro del sitio. Esta información se puede obtener mediante GPS o medición de referencia.

Una vez vectorizado este punto que representa al medidor de los clientes, se editan las tuberías y se le agregan nodos dentro de cada tubería a la misma distancia perpendicular a la ubicación de los medidores o según los nodos reales que determine la calicata, de la misma forma que la ubicación del arranque domiciliario.

Luego se utiliza una nueva cobertura para la unión domiciliaria, de manera que se conecte la tubería matriz con los medidores.

Para el caso de las cámaras de inspección se requiere contar con datos que también se deben escribir en forma de texto. Estos datos pueden ser indicados en un costado y unirlos por medio de una flecha (Figura 2.4), solo en los casos que su escritura provoque confusión dentro del plano. Estos dos elementos de texto y línea (flecha) deben estar en la cobertura de texto de la cámara. El formato es:

CI. N°	Identificador cámara.
CI=	Cota de Invert. ingreso
CS=	Cota de Invert. salida.
H=	Altura de la cámara.

Para poner el material y el diámetro de una tubería, se realiza de la misma manera que para las tuberías de agua potable.



Figura 2.4. Texto en los elementos de red de aguas servidas.

En el proceso de georeferenciación del plano aguas servidas, lo primero es georeferenciar las tapas de las cámaras de inspección. Se recomienda el uso de GPS para la obtención de las coordenadas. Se necesita la ubicación exacta de la totalidad de las cámaras de inspección de la ciudad. Una vez que se posean todas las coordenadas de las tapas de las cámaras, es decir, su ubicación real exacta y estén vectorizadas, se realiza la vectorización de las tuberías de alcantarillado.

Para la vectorización de las tuberías (Figura 2.5), se vectoriza una tuberías entre cada cámara, según corresponda a la realidad de la red de recolección. Como cada línea es un vector y las tuberías funcionan por medio de la pendiente, se debe vectorizar de acuerdo a la dirección de evacuación. El sentido o dirección del vector debe coincidir con la dirección de la pendiente de escurrimiento y evacuación de las aguas servidas.

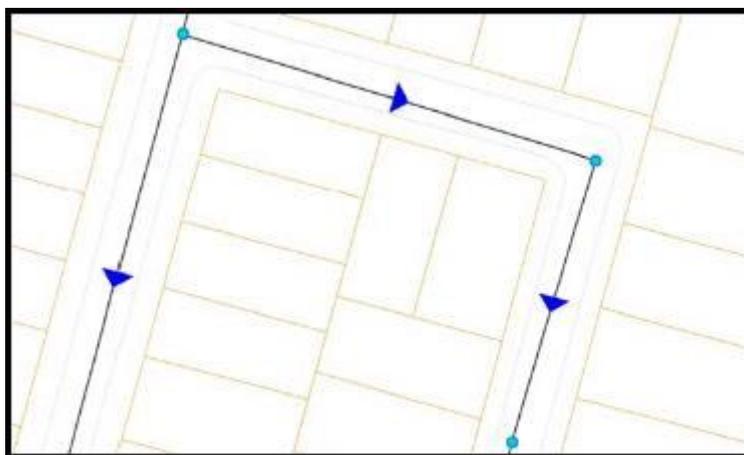


Figura 2.5. Vectorizado red Alcantarillado.

Una vez que se posea las tuberías de alcantarillado y los elementos secundarios georeferenciados en el plano, se procede a la unión domiciliaria.

Para poder hacer la unión domiciliaria, se debe establecer la ubicación geográfica de las cámaras domiciliarias de cada cliente. Éste debe ubicarse como un punto en el interior del sitio al momento de ser vectorizado. Debido a lo difícil de obtener esta información, se sugiere establecer la ubicación de esta cámara de manera referencial, perpendicular a la conexión desde el colector público, y siempre dentro del sitio donde corresponda. Es necesario determinar cuáles son los clientes que poseen conexión a los colectores públicos,

debido a que no todos los clientes que tienen el servicio de agua potable cuentan con conexión de alcantarillado.

Una vez vectorizado este punto que representa a la cámara domiciliaria de los clientes, se editan las tuberías y se le agregan nodos a cada tuberías a la misma distancia perpendicular a la ubicación de las cámaras domiciliarias. Luego se utiliza una nueva cobertura para la unión domiciliaria, de manera que se una las cámaras domiciliarias con los colectores públicos.

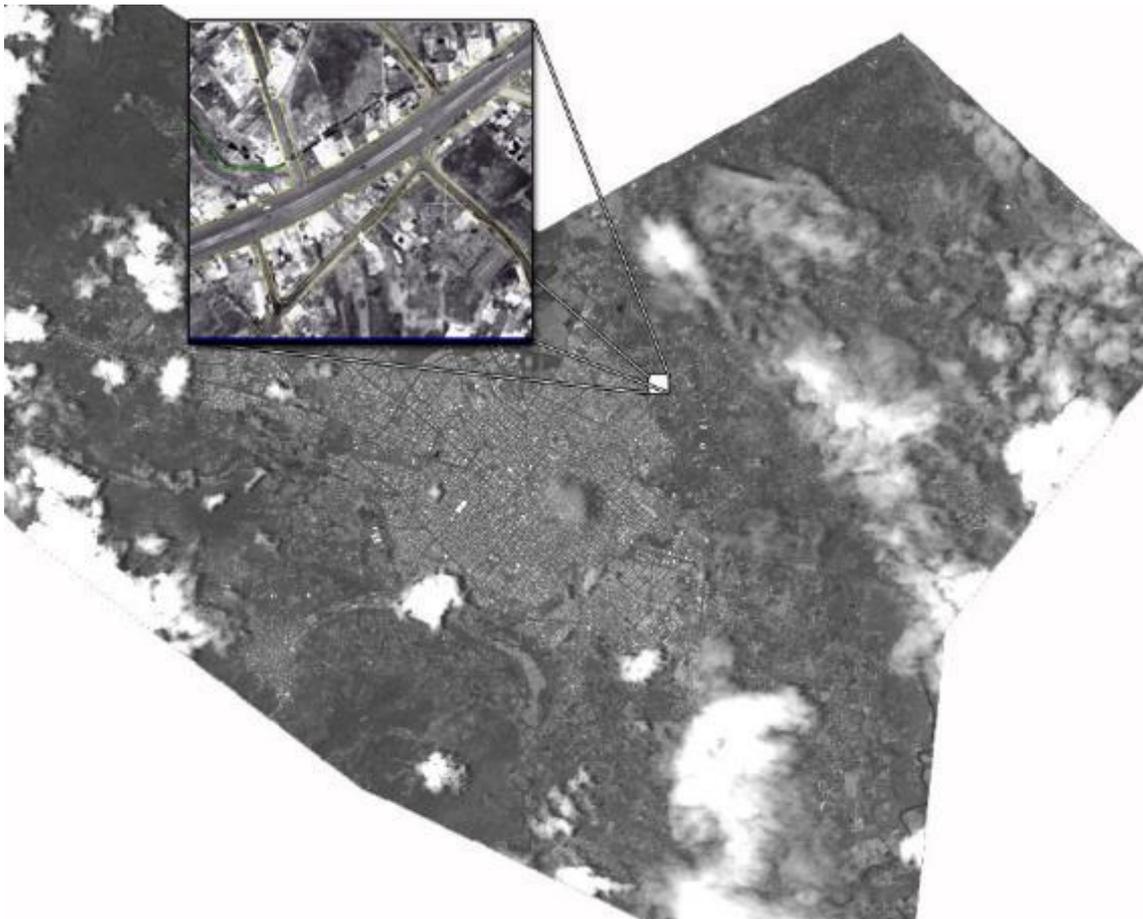
16. Levantamiento de los Planos de Agua Potable y Alcantarillado, Dentro del Sector Inicial

Para la elaboración del SIG (Sistema de Información Geográfica) para la EP-EMAPAR, se examinó todos los archivos, generados en una plataforma SIG, en este caso ARCGIS, por el Municipio, información de características generales a nivel provincial, únicamente se evidencio archivos en formatos nativos CAD (AutoCAD), que podrían, emplearse para el desarrollo de modelo base urbano de Riobamba, así como su plan piloto, esta información se desarrolló en coordenadas PSAC 56, sistema que contrasta, con el sistema a utilizarse, que es WGS84, de igual manera se efectuó, las transformaciones de un sistema a otro, sumado a esto se levantaron puntos de control a largo y ancho de la ciudad con el fin de Georeferenciar, y afinar mucho más este plano base, la construcción del modelo SIG, depende mucho de esto y son estos detalles que determinan, la maniobrabilidad y viabilidad de un proyecto SIG. Todos estos elementos constituyen parte de base gráfica a utilizarse en el Proyecto, de igual manera, a la par se recopilo y proceso información que pasará a formar parte de la base de datos del SIG (fichas, esquineros, fotos etc.).

Además con la adquisición de las imagen satelital WorldView pancromáticas (blanco y negro de 50cm de resolución) de la ciudad de Riobamba, toma realizada febrero y abril de 2008, que suman un área de 120 km, que va más allá de los límites establecidos de estudio, esta toma satelital, nos ha permitido complementar y actualizar las base cartografía de la ciudad, los distintos elementos urbanos manzanas, aceras, cuerpos de agua, caminos de herradura, canales e hitos urbanos de ubicación. Esta acción se ha está llevando a cabo

mediante la georeferenciación de imagen, con varios puntos de control, levantados alrededor de la ciudad, por la empresa, esta acción que nos garantiza, precisión de este actividad.

Con el levantamiento efectuado de los planos esquineros de los sistemas de agua potable, alcantarillado más el uso de sistemas de GPS (Global Positioning System), se realizó la georeferenciación de los distintos elementos que conforman los sistemas



17. Desarrollo de la base de datos

17.1. Análisis de requerimientos

Este diseño debe ser capaz de adecuarse a los elementos del plano, para que exista una interacción entre ambos. Se necesita un modelo que funcione con una base de datos externa e interna, en donde se puedan unir los vectores del plano con cada registro de la base de datos.

Se necesita contar con un modelo en el cual se pueda almacenar información necesaria para el apoyo a la toma de decisiones. Dentro de esta información es necesario contar con información histórica de cada elemento de infraestructura.

El plano base debe contar con información que permita la ubicación geográfica de los elementos. Las cuadras deben poseer datos que sirvan para análisis futuros, como es el caso de poseer identificación del INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) para identificar datos censales de los clientes o información del SRI (Servicio de Rentas Internas). Los sitios deben ser identificados por la dirección.

Para el plano de agua potable y el plano de alcantarillado, se debe establecer para cada elemento su propia estructura. Se identifican los elementos como una cobertura (layer), la cual se estructura como una tabla de datos, y cada elemento propio de cada layer se identifica como un registro dentro de la tabla correspondiente al layer.

Como todos los elementos del plano van a estar conectados a una tabla de datos, se requiere un modelo para cada uno. Para los elementos que no poseen datos, no se consideran dentro del diseño, pero se pueden agregar o modificar posteriormente.

El SIG genera información, la cual puede ser agregada posteriormente a los registros. Para lograr esto, se deben agregar los campos respectivos a las tablas del layer correspondiente a los registros.

17.2. Diseño de la base de datos

Se describe a continuación el diseño de las base de datos para cada tipo de cobertura utilizada correspondiente a cada plano, con la finalidad de poder unirlos, y poder establecer marcos para la gestión.

Se remarca (en negritas dentro de cada tabla) el campo de unión con el plano. Esto es que en la base de datos interna del plano y la base de datos externa deben existir los mismos campos con los mismos valores. El resto de los campos son optativos dentro de la base de datos externa o interna. En caso que no se remarque ningún campo de una tabla, significa que puede ser almacenado en la base de datos interna y externa. Este modelo acepta modificaciones antes y después de la ejecución para adaptarse a problemas y mantenimientos futuros.

Los códigos o la asignación de la normalización de los nombres de calles en las ciudades quedan a cargo de la Empresa contemplando la posible colaboración de empresas u organismos dedicados a la formación de nombres de calles.

Se presenta un diseño en un formato donde se explica el comportamiento de cada campo. El nombre del campo puede variar, pero su significado o valor debe mantenerse para que no afecte el diseño. Existe una nomenclatura para campos repetidos con un número secuencial expresado con una “_n” al final del campo, que quiere decir que son datos que son recurrentes y se agregan cuando un evento se repite.

Este diseño de datos es creado para ser implementado dentro de las tablas internas de un software SIG, pero en el diseño se contempla agregar tablas externas que deben necesariamente tener el mismo diseño de los campos destacados en negritas para poder ser unidas a las coberturas del plano.

17.3. Diseño del plano base

A continuación se define el diseño de los elementos y límites del plano base.

Tabla 3.1 Diseño predios Urbanos

OBJECTID *	Shape *	Handle	Elevation	MEDIDOR	Shape Length	Shape Area
1	Polygon	585	0	02056461	484.65	12866.17
2	Polygon	5F6	0	02060065	65.61	217.37
3	Polygon	5F7	0	02060449	39.92	99.1
8	Polygon	5FC	0	02060952	95.5	387.03
9	Polygon	5FD	0	02061024	96.7	409.93
12	Polygon	600	0	02060430	90.88	370.36
13	Polygon	601	0	02060534	96.73	406.88
14	Polygon	602	0	02061409	63.97	216.73
15	Polygon	603	0	02059231	64.89	227.26
17	Polygon	605	0	02059925	70.35	294.09
18	Polygon	606	0	02060749	67.92	260.48
19	Polygon	607	0	02060917	85.84	343.54

Tabla 3.2 Diseño vías centro de la vía

OBJECTID *	Shape *	Id	nom call	Shape Length
1	Polyline	0	JUAN MONTALVO	77.14
2	Polyline	0	MEXICO	24.8
3	Polyline	0	CARABOBO	74.57
4	Polyline	0	CARABOBO	48.29
5	Polyline	0	MEXICO	81.74
6	Polyline	0	ROCAFURTE	74.81
7	Polyline	0	MEXICO	81.53
8	Polyline	0	ROCAFURTE	83.23
9	Polyline	0	NUEVA YORK	123.95
10	Polyline	0	ROCAFURTE	78.37
11	Polyline	0	LEÓN FEBRES CORDERO	71.09

Tabla 3.3 Diseño de manzanas

OBJECTID *	Shape *	FID	Entity	Handle	Layer	Shape Length	Shape Area
1	Polygon	0	Polyline	C5	Base_Manzana	278.145035	4930.198997
2	Polygon	0	Polyline	C6	Base_Manzana	279.312189	4904.411748
3	Polygon	0	Polyline	C7	Base_Manzana	221.368431	2593.99785
4	Polygon	0	Polyline	C8	Base_Manzana	235.518372	2751.537401
5	Polygon	0	Polyline	C9	Base_Manzana	297.128598	5575.86569
6	Polygon	0	Polyline	CA	Base_Manzana	206.467826	1970.927562
7	Polygon	0	Polyline	CB	Base_Manzana	292.440206	5551.962312
8	Polygon	0	Polyline	CC	Base_Manzana	320.05657	5598.582115
9	Polygon	0	Polyline	CD	Base_Manzana	521.051867	10375.157203
10	Polygon	0	Polyline	CE	Base_Manzana	275.623299	4781.829623
11	Polygon	0	Polyline	CF	Base_Manzana	286.306886	5226.900713
12	Polygon	0	Polyline	D0	Base_Manzana	272.630277	4712.671423
13	Polygon	0	Polyline	D1	Base_Manzana	286.013249	5180.935658

Tabla 3.4 Diseño de las Bordillo de Aceras

OBJECTID *	Shape *	FID	Entity	Handle	Layer	Shape Length	Shape Area
1	Polygon	0	Polyline	BE	bordillo	296.381183	5645.220983
2	Polygon	0	Polyline	BF	bordillo	282.682809	5013.506176
3	Polygon	0	Polyline	C0	bordillo	296.819917	5654.135324
4	Polygon	0	Polyline	C1	bordillo	300.307661	5809.127814
5	Polygon	0	Polyline	C2	bordillo	533.789227	11257.743447
6	Polygon	0	Polyline	C3	bordillo	285.207035	5252.577259
7	Polygon	0	Polyline	C4	bordillo	287.672968	5354.108232
8	Polygon	0	Polyline	C5	bordillo	256.300446	4012.890559
9	Polygon	0	Polyline	C6	bordillo	284.525712	5171.466411
10	Polygon	0	Polyline	C7	bordillo	303.237717	5868.180148
11	Polygon	0	Polyline	C8	bordillo	300.761624	5837.723118

17.4. Diseño plano agua potable

A continuación se define el diseño de los elementos del plano agua potable.

Tabla 3.5. Diseño tuberías AP del plano agua potable

OBJECTID *	Shape *	FID	Entity	Handle	DIAMETRO	Shape Length
383	Polyline	0	Line	6D1	50	7.2
384	Polyline	0	Line	6D2	50	72.24
385	Polyline	0	Line	6D3	100	1.6
386	Polyline	0	Line	6D4	50	79.33
387	Polyline	0	Line	6D5	100	7.5
388	Polyline	0	Line	6D6	100	74.99
389	Polyline	0	Line	6D7	100	85.85
390	Polyline	0	Line	6D8	100	1.26
391	Polyline	0	Line	6D9	100	0.65

Tabla 3.6. Diseño Medidor del plano agua potable

OBJECTID *	Shape *	X	Y	Z	ROUTA	TEXTO	SEC	HOMBRE	DIRECCION	N. CASA	MEDIDOR	TAR
1	Point	761405.89	9915248.239	0	ROUTA-01	1	1620	MONICAYO CACERES BIMA	GARCIA MORENO	24-17	9800299	R2
2	Point	761416.429	9915260.911	0	ROUTA-01	2	1630	PAREDES GUEVARA MARIA ELEVAC.	GARCIA MORENO	24-31	98003634	CO
3	Point	761421.304	9915266.771	0	ROUTA-01	3	1640	MANCHENO BEATRIZ	GARCIA MORENO	24-39	98003110	CO
4	Point	761436.163	9915264.636	0	ROUTA-01	4	1650	LEON JORGE	GARCIA MORENO	24-61	98001605	R2
5	Point	761430.986	9915303.58	0	ROUTA-01	5	1220	ARIAS ARIAS HECTOR	OROZCO	25-21	98003410	R2
6	Point	761424.485	9915309.496	0	ROUTA-01	6	1230	VARGAS RODRIGUEZ SANDRA ELIZ	OROZCO	25-27	98000739	R2
7	Point	761423.435	9915310.45	0	ROUTA-01	7	1240	VARGAS MORALES FALSTO VICENT	OROZCO	25-35	98001075	T3
8	Point	761403.216	9915328.623	0	ROUTA-01	8	1250	ARREGUI GALO	OROZCO	25-49	98003307	CO
9	Point	761400.851	9915330.972	0	ROUTA-01	9	1260	LOPEZ ARTURO	OROZCO	25-59	98001974	R2
10	Point	761394.691	9915336.57	0	ROUTA-01	10	1270	LOPEZ ANGEL	OROZCO	25-61	98001319	R2
11	Point	761391.894	9915334.613	0	ROUTA-01	11	1280	ENDARA PICONLUIS EFRAIN	PICHINCHA	24-64	980038230	IN
12	Point	761376.924	9915328.444	0	ROUTA-01	12	1290	LOPEZ LUIS	PICHINCHA	24-56	980038221	CO
13	Point	761371.622	9915321.661	0	ROUTA-01	13	1300	CANDO CARRILLO ERLINDA DEL R.	PICHINCHA	24-46	980039535	CO
14	Point	761362.711	9915310.769	0	ROUTA-01	14	1310	LOPEZ CAMPOS ANTONI	PICHINCHA	24-30	98000394	R2

Tabla 3.7. Diseño de Válvulas y Accesorios

OBJECTID	FID	Entity	Handle	Layer	OID	ficha N	Material	Observacio	Mat tub
1	0	Point	1B5	valvulas	128	97	H.F.	0	A.C.
2	0	Point	1B6	valvulas	127	97	H.F.	0	A.C.
3	0	Point	1B7	valvulas	125	98	H.F.	50	A.C.
4	0	Point	1B8	valvulas	124	98	H.F.	50	A.C.
5	0	Point	1B9	valvulas	126	98	H.F.	100	A.C.
6	0	Point	1BA	valvulas	131	1	H.F.	150	A.C.
7	0	Point	1BB	valvulas	129	1	H.F.	200	A.C.
8	0	Point	1BC	valvulas	130	1	H.F.	50	A.C.
9	0	Point	1BE	valvulas	0	2	H.F.	50	A.C.

Mat tub	Cond Opera	Diametro	Prof	Cod rotac	Tipo de da	tipo de Ca	Mat tap	N Vucl act	N Vucl Tot
A.C.	Buena	200	6.75	Derecha	Grande	Asfalto	H.F.	9.5	14.5
A.C.	Buena	400	0.5	Derecha	Grande	Asfalto	H.F.	16	37
A.C.	Buena	50	0.5	Derecha	Grande	Asfalto	H.F.	19	20
A.C.	Buena	50	0.8	Derecha	Grande	Asfalto	H.F.	5	6
		0	0			Asfalto		0	0
A.C.	Buena	50	0.75	Derecha	Grande	Asfalto	H.F.	5	6
A.C.	Buena	50	0.75	Derecha	Grande	Asfalto	H.F.	0	0
A.C.	Buena	200	0.75	Derecha	Grande	Asfalto	H.F.	33	36
A.C.	Buena	50	1.28	Derecha	Grande	Asfalto	H.F.	0	0

Tabla 3.8. Diseño de Acometida

OBJECTID *	Shape *	FID	Entity	Handle	DIAMETRO	Shape Length
468	Polyline	0	Line	18D1	0.5'	2.395043
458	Polyline	0	Line	18C7	0.5'	9.227221
459	Polyline	0	Line	18C8	0.5'	9.283494
460	Polyline	0	Line	18C9	0.5'	1.801463
461	Polyline	0	Line	18CA	0.5'	9.303853
462	Polyline	0	Line	18CB	0.5'	1.777903
463	Polyline	0	Line	18CC	0.5'	9.386029
464	Polyline	0	Line	18CD	0.5'	1.764215
465	Polyline	0	Line	18CE	0.5'	2.381062
477	Polyline	0	Line	18DA	0.5'	2.658596

17.5 Diseño Plano Aguas servidas

A continuación se define el diseño de los elementos del plano de aguas servidas.

Tabla 3.9. Diseño tuberías AS del plano aguas servidas

Layer	SHAPE Leng	OID	HANDLE 1	DIAMETRO	MATERIAL	PENDIENTE	P ENTRADA	C ENTRADA	P SALIDA	C SALIDA	Shape Length
RED_PRINC	84.511908	31 62		200	HS	1.72	32	2761.377	4.3	2759.892	84.511908
RED_PRINC	85.949169	40 61		200	HS	1.54	42	2761.236	4.3	2759.917	85.949169
RED_PRINC	81.96077	8 40		250	HS	2.99	5	2760.799	12	2758.351	81.96077
RED_PRINC	80.907763	0 3F		400	HS	1.95	2	2760.799	3	2759.219	80.907763
RED_PRINC	70.602107	21 41		400	HS	1.72	21	2760.769	22	2759.553	70.602107
RED_PRINC	83.371604	27 50		550	HS	0.60	31	2760.625	32	2760.127	83.371604

Tabla 3.10. Diseño pozo del plano aguas servidas

OBJECTID	Shape	OBJECTID	FID	Entity	POZOS Namd	POINT X	POINT Y	OID	POZOS COB	prof pozo	cota entre	cota sold
1	Point	1	0	Point	71	761702.236526	9615732.969002	12	13	2.5	2.5	2.5
2	Point	2	0	Point	72	761773.196941	9615675.40144	13	14	4.5	2.7	4.4
3	Point	3	0	Point	73	761838.90487	9615620.2575	14	15	4.35	4.3	4.35
4	Point	4	0	Point	74	761958.778918	9615509.67762	15	16	4.15	4.15	4.15
5	Point	5	0	Point	75	762015.481577	9615454.53787	16	17	4.55	4.3	4.3
6	Point	6	0	Point	76	762079.866233	9615400.60060	17	18	3.65	2.95	1.2
7	Point	7	0	Point	78	761823.302818	9615733.85498	6	7	4.3	3.25	0
8	Point	8	0	Point	79	761756.938894	9615793.14196	5	6	2.75	2.65	2.75
9	Point	9	0	Point	74	762128.164377	9615457.60176	7	8	1.47	1.29	1.29

diámetro d	MAT PARIDE	MAT ESTADO	CUELLO POZ	ESTADO CIE	POZO ENLUC	MAT FONDO	ESTADO FON	CANTIDAD S	TEND SER
0.9	Memp. Ladrillo	Buena	Memp. Ladrillo	Buena	No	Hormigón	Erosionado	Nada	N/A
0.9	Memp. Ladrillo	Buena	Memp. Ladrillo	Buena	No	Hormigón	Erosionado	Nada	N/A
0.9	Memp. Ladrillo	Buena	Memp. Ladrillo	Buena	No	Hormigón	Erosionado	Poco	Común
0.9	Memp. Ladrillo	Buena	Memp. Ladrillo	Buena	No	Hormigón	Ben Conservado	Nada	N/A
1	Memp. Ladrillo	Buena	Memp. Ladrillo	Buena	No	Hormigón	Erosionado	Nada	N/A
0	Memp. Ladrillo	Buena	Memp. Ladrillo	Buena	No	Hormigón	Erosionado	Nada	N/A
0.9	Memp. Ladrillo	Buena	Memp. Ladrillo	Buena	No	Hormigón	Erosionado	Nada	N/A
0.9	Memp. Ladrillo	Buena	Memp. Ladrillo	Buena	No	Hormigón	Erosionado	Nada	N/A
0.94	Predel Hc	Regular	Predel Hc	Regular	SI	Hormigón	Perforado	Moderada	Común

MATERIAL T	DIAM TAPA	COSTE CEJ	ESTADO CEJ	MATERIAL C	UBICACIÓN	OID	POZOS ha 1	POZOS CO 1
Hierro	57 cm	SI	Buena	Hierro	Nueva York y Pichincha	12	71	13
Hierro	57 cm	SI	Buena	Hierro	Nueva York y García Moreno	13	72	14
Hierro	57 cm	SI	Buena	Hierro	Nueva York y España	14	73	15
Hierro	57 cm	SI	Buena	Hierro	Nueva York y Cristóbal Colón	15	74	16
Hierro	57 cm	SI	Buena	Hierro	Nueva York y Eugenio Espejo	16	75	17
Hierro	57 cm	SI	Regular	Hierro	Nueva York y Ciro de Junco	17	76	18
Hierro	57 cm	SI	Buena	Hierro	México y Gabriel García Moreno	6	78	7
Hierro	57 cm	SI	Buena	Hierro	México Y Pichincha	5	79	6
Hierro	57 cm	SI	Buena	Hierro	México y Ciro de Junco	7	7A	8

Tabla 3.11. Diseño de Sumidero del plano aguas servidas

CODIGO SUM	CODIGO POZ	pozo infra	cota infra	TIPO	MAT REJIL	ESTADO REJ	MATERIAL P	ESTADO PAR	MATERIAL P	ESTADO FOR
210	50 185	1.14		Callede	Varillas de Hierro	Buena	Prefabricado H 15"	Buena	N/A	N/A
114	25 169	1.56		Callede	Varillas de Hierro	Buena	Hormigon Armado	Buena	N/A	N/A
213	50 180	1.00		Callede	Varillas de Hierro	Buena	Prefabricado H 15"	Buena	N/A	N/A
78	18	1.41		Callede	Varillas de Hierro	Buena	Prefabricado H 15"	Buena	Prefabricado H 15"	Buena
321	76 174	1.09		Callede	Varillas de Hierro	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
320	76 170	1.09		Callede	Varillas de Hierro	Buena	Hormigon Armado	Buena	N/A	N/A
161	38 186	0.73		Callede	Varillas de Hierro	Buena	Prefabricado H 15"	Buena	N/A	N/A
211	50 185	1.13		Callede	Varillas de Hierro	Buena	Prefabricado H 15"	Buena	N/A	N/A
66	15	1.40		Callede	Varillas de Hierro	Buena	Prefabricado H 15"	Buena	Hormigon Armado	Buena

ESTADO REJ	MATERIAL P	ESTADO PAR	MATERIAL P	ESTADO FOR	H	ht	Ref	CONEXION	COORDENADA	UBICACION
Buena	Prefabricado H 15"	Buena	N/A	N/A	0.84	1.14	1.42	Pozo	N/A	Avacucho y Cinco de Junio
Buena	Hormigon Armado	Buena	N/A	N/A	0.78	1.54	3.83	Pozo	N/A	León Felipez Condere y Esafia
Mala	Prefabricado H 15"	Buena	N/A	N/A	0.80	N/A	1.88	Red	N/A	Avacucho y Cinco de Junio
Buena	Prefabricado H 15"	Buena	Prefabricado H 15"	Buena	0.74	1.41	0.70	Red	N/A	Nueva York y Cinco de Junio
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1.09	1.23	Pozo	N/A	José de Orozco y Rocafuerte
Buena	Hormigon Armado	Buena	N/A	N/A	0.80	1.00	0.82	Pozo	800H 52	José de Orozco y Rocafuerte
Buena	Prefabricado H 15"	Buena	N/A	N/A	0.81	0.73	1	Pozo	N/A	Venezuela y Cinco de Junio
Buena	Prefabricado H 15"	Buena	N/A	N/A	0.72	1.13	1.45	Pozo	N/A	Avacucho y Cinco de Junio
Buena	Prefabricado H 15"	Buena	Hormigon Armado	Buena	0.70	1.40	1.00	Red	N/A	Nueva York y Rocafuerte

18. Integración de planos y bases de datos

Una vez que se posee el plano georeferenciado construido, y las base de datos internas y externas diseñadas, se procede a la unión de los planos con las bases de datos.

Esta unión se debe hacer mediante un software SIG. El software utilizado para la unión de estos datos es ARCGIS 10.3.

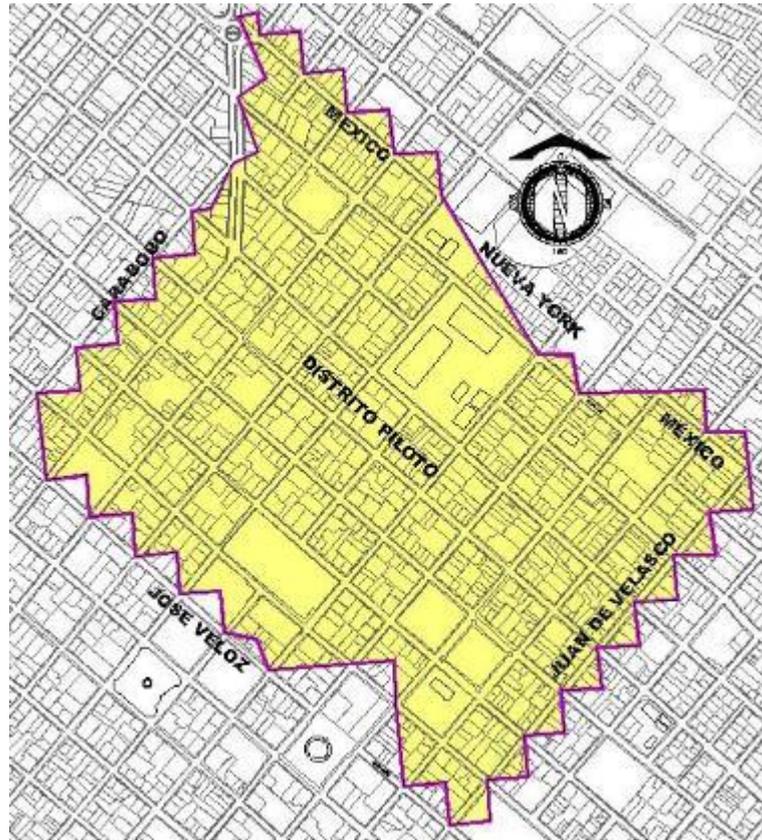


Figura 4.1. Sector diseño inicial implementado en la ciudad de Riobamba.

18.1 Descripción de la herramienta

ARCGIS es una herramienta SIG de manejo de planos con un motor propio de base de datos con consultas SQL. Permite la visualización de imágenes raster y la posibilidad de asociar imágenes a vectores. Con esta herramienta se puede generar información cartográfica y de análisis para el apoyo a la toma de decisiones.

Se utilizará esta herramienta para la unión con una base de datos externa y se explicará cómo hacerlo. También se utilizarán las mismas bases de datos internas asociadas a cada layer para hacer gestión.

Existen varias herramientas que se pueden agregar a ARCGIS y que permiten realizar acciones adicionales

18.2 Geocodificación de datos

Para poder hacer la unión a una tabla externa, deben existir campos comunes únicos en las dos tablas, interna y externa, para que la conexión se realice de manera automática.

En el caso de campos que contienen códigos únicos, se asocian de manera automática entre ambas tablas, internas y externas, asignando la coordenada X e Y de cada registro de la tabla interna a la tabla externa. Ambos datos de código deben coincidir. Para esto el formato y el tipo de dato también deben ser los mismos.

- Como ejemplo de geocodificación de datos se muestra cómo se realiza la unión entre los medidores domiciliarios del plano agua potable y una tabla externa de clientes. Es necesario recordar que esta tabla externa e interna debe tener el mismo formato y tipo de dato del campo a utilizar para la geocodificación. La tabla externa Clientes tiene el número de medidor en el campo servicio, y el número de medidor se encuentra en el registro código de la tabla interna de nombre 0501AP_medidor_dom.

En el caso de la dirección, la dirección es única para el caso de un sitio, y se debe geocodificar mediante el campo dirección. Es necesario tener normalizados los nombres de las calles para que no se produzcan errores en la geocodificación.

- Otro ejemplo de geocodificación de datos muestra cómo se realiza la unión entre los sitios del plano base con una tabla externa que contenga datos específicos de estos, incluyendo ambos el campo dirección con el mismo formato y normalizado. La geocodificación empareja registros exactamente iguales, y en caso de la dirección, las cadenas de caracteres deben ser idénticas.

18.3 Volcado de datos

Los registros de cada tabla señaladas en el capítulo de Diseño de Base de Datos deben ser llenados de la manera más exacta posible. Los datos pueden ser extraídos en terreno o por la

información confiable que posea la empresa. Pero algunos datos pueden ser actualizados una vez que el SIG se encuentre funcionando.

Nos enfocaremos a la generación de información por parte del SIG, tomando como apoyo la información de la Empresa, que en caso de estar en una tabla externa, se supone llena de datos. Pero pese a tener información, el método de generación de información del SIG es mucho más confiable y exacto que los métodos utilizados en la Empresa previo a la implementación de este sistema. Se sugiere una actualización de datos con los generados en el SIG.

El volcado de los datos se analizará por separado para cada plano y para los elementos más comunes de llenado.

18.3.1 Plano base

Se explica a continuación la actualización de algunos registros. El método de actualizado se puede aplicar a varios registros.

- Para el llenado de los registros de los sitios, específicamente en el campo donde se encuentra el nombre de la calle, se seleccionan en el plano todos los sitios que pertenezcan a una misma calle, en donde el nombre de la calle debe estar en mayúsculas. Se repite esta tarea hasta llenar todos los registros con el nombre de la calle a la cual pertenecen. Esta selección debe realizarse de acuerdo a la realidad. Luego se agrega el campo de calle para asignarle el nombre al sitio. Este proceso debe ser llenado uno a uno, seleccionando un sitio a la vez y anotando dentro de la tabla interna su registro asociado al sitio.

El nombre de las calle normalizado, deben estar separados por un espacio. Estos registros deben ser iguales para que se pueda geocodificar las tablas. Es necesario tener el mismo formato entre la tabla externa e interna, por eso es necesario regularizar la tabla externa a un formato definido y adecuarla a la tabla interna.

Para el resto de los elementos del plano base sólo se requiere un código. Este debe ser actualizado en cada registro en la tabla de la cobertura correspondiente. Este llenado se hace

manual, uno a uno, seleccionando el vector y anotando su código en su registro correspondiente en su tabla.

18.3.2 Plano aguas potable

En otros registros es necesario hacer el cálculo mediante el SIG, como es el caso del cálculo de medidores en un sitio, números de clientes dentro de un cuartel o dentro de algún límite. Estas tareas son similares y se presenta la solución a una de ellas.

- Para el llenado de las tuberías en los campos diámetro y material, se seleccionan todos los vectores o tuberías de un cierto material, un material a la vez hasta completarlos todos, y se realiza la actualización.

18.3.3 Plano aguas servidas

- Dentro de la unión domiciliaria existe el campo dirección. Este campo se puede actualizar mediante su intersección con el sitio. Se seleccionan todas las uniones domiciliarias

Con esto se actualizan de manera automática todas las longitudes de las tuberías en metros. Para cada registro (vector) se le asigna su longitud cartográfica generada automáticamente por el SIG.

Para códigos únicos, el volcado de datos debe realizarse de manera unitaria, registro por registro. Al seleccionar el vector en el plano, el registro asociado a ese vector queda identificado en la base de datos.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

19. Gestión Utilizando el SIG

19.1. Funcionalidades para la gestión de redes de agua potable y alcantarillado

El SIG permitirá la gestión operativa y lógica de todos los elementos que componen las redes de distribución y recolección, clientes y datos asociados a estos en todas las áreas de la Empresa.

Se podrá administrar la cartografía mediante su navegación y visualización en pantalla, pudiéndose crear consultas de selección dentro de los planos.

Los alcances generales de la implementación de este sistema se muestran a continuación:

- Definición de las áreas de proyectos, sectores y límites de operación de proyectos.
- Clasificar los objetos en categorías para una visualización y organización de funcionamiento y comportamiento de los elementos.
- Definir gráficamente la apariencia de los elementos de red. .
- Conectividad entre objetos de diferentes coberturas para interacción.
- Posibilidad de asociar fotos aéreas, planos escaneados de cortes transversales, planillas de cálculos, u otros elementos con descripción a distintos elementos de red.
- Relación de todos los elementos de red a una base de datos.
- Consulta de datos mediante la selección de uno o varios elementos desde el plano, o desde la base de datos mediante consultas SQL.
- Visualización de un conjunto de elementos mediante planos temáticos (colores por rango) o visualización de profundidad (3D).

- Posibilidad de hacer consultas de actualización, para actualizar la base de datos con información exacta generada por el SIG.
- Actualizaciones de calles y cartografía georeferenciada sin cambiar la estructura de los datos.
- Actualizaciones en datos de manera rápida y exacta.
- El SIG podrá hacer cálculos de datos internos de cada vector, basándose en la conectividad con otros elementos de red.
- Visualización de reclamos, problemas o fallas de conexión hacia clientes para determinar el origen del problema.
- Visualización de reclamos o fallas frecuentes en los elementos de red.
- Definición de recorridos óptimos de manera geográfica para la lectura de medidores.
- Planificar rutas para realizar cortes de servicios.
- Análisis del valor de reemplazo de un sector de red.
- Obtención de información de consumos de clientes por sectores de tanques, metros de tuberías por material y diámetro, datos de producción por sector. Información fundamental para el cálculo de tarifas.

Búsqueda de:

- Calles.
- Grupos de elementos dentro de un área definida de búsqueda.
- Direcciones.
- Medidores.
- Intersección de calles.
- Nombre de cliente, tipo de tarifa.
- Elementos de red por nombre, característica o identificador de red.

19.2. Simulación de eventos de gestión

La simulación de problemas reales y consultas dentro del SIG, permite revisar y comprobar las funcionalidades del SIG en esta área de infraestructura.

19.3. Planos temáticos

Esta herramienta permite realizar comparaciones e identificar diferencias o similitudes entre eventos a analizar. Estos planos son creados como un nuevo layer junto con una ventana que muestra su leyenda e identifica los valores mediante colores o esquemas de tamaño.

Los tipos de plano que se pueden generar son gráficos de barra, circulares, graduados, de rangos, de densidad, individuales y de cuadrícula. Cada tipo de gráfico es de acuerdo a algún campo de la base de datos para comparar y mostrar su información con respecto a los demás registros.

19.4. Impacto de Implementación del SIG

19.4.1. Mayor confianza en la generación de información

Los datos generados por el SIG son exactos y ofrecen la confianza a los usuarios sobre la información generada a partir de cartografía de precisión, gracias a los métodos confiables de construcción y prueba de la aplicación. Si el método de levantamiento del SIG es improvisado y sus datos no son exactos, la información que genere va a ser inexacta, y las decisiones que se tomen en base a información equívoca pueden ocasionar un costo altísimo dentro la Empresa.

Los métodos de levantamiento que permitan reflejar la realidad con exactitud dentro de un computador, con herramientas de consultas y análisis, permite a los usuarios la seguridad y confianza acerca de la generación de información por parte del SIG.

19.4.2. Cambios en los métodos de trabajo

Al contar con toda la información en el SIG, éste se transforma en la herramienta para generar información de apoyo a la toma de decisiones dentro de la gestión de la Empresa. El uso del SIG en la Empresa afecta a todos los departamentos que realicen gestión con clientes e infraestructura, utilizando sus planos georeferenciados y su respectiva base de datos como gestión de apoyo a la toma de decisiones. El SIG se transformará en el único sistema informático que administre y almacene información dentro de la Empresa.

El SIG engloba la totalidad de los planos de la ciudad que se manejan en la Empresa junto con la distribución y elementos de las redes y los demás componentes de los sistemas de agua potable y alcantarillado. El SIG también contempla la utilización de la totalidad las bases de datos relacionadas con las redes que incluye la mayoría de los diferentes departamentos de la Empresa.

La implementación del SIG deberá definir un departamento de generación de información, desde donde se genere y distribuya información solicitada desde otros departamentos, sin restringir el acceso a planos o a datos a éstos.

19.4.3. Tiempo de respuesta a pedidos

Al contar con toda la información de infraestructura y clientes, el tiempo en obtener la información para algún análisis específico dentro de la Empresa va a ser mucho menor en comparación a no contar con dicha información. La generación de información con la herramienta SIG es muy rápida y exacta, tardando minutos en realizar una tarea que en comparación a no contar con la herramienta, tardaría semanas.

La generación de información sin la herramienta SIG es demorosa y hasta puede llegar a ser monótona y engorrosa. Con la implementación de esta herramienta, se podrá acceder, manejar y analizar de manera rápida y confiable todos los datos e información necesitada a través de los planos o su información respectiva sobre algún elemento o registro en particular.

19.4.4. Ubicación geográfica de los clientes

Es esencial contar con la ubicación geográfica de los clientes para la gestión de la Empresa. Estos clientes se ven ubicados por la división de los sitios del plano base y dentro de estos cuando hablamos de más de un medidor por sitio (edificios). Este volcado de clientes permite determinar con mayor precisión el consumo por sector de tanque de distribución, las capacidades hidráulicas de los colectores, identificación de clientes por cuartel, proyección de demanda y otras acciones de gestión.

Al obtener la ubicación geográfica de los clientes, todas las labores de gestión en base a clientes van a ser simplificadas con el uso del SIG. Reclamos, proyección de consumos, análisis hidráulicos y otras gestiones en base a clientes serán realizadas por el SIG.

19.4.5. Dimensiones de tuberías

Se puede contar con las dimensiones exactas de las tuberías. Con este modelo se puede ver la ubicación y dimensión de los elementos de red. La generación de datos cartográficos de las redes coincidirá con las dimensiones instaladas en las calles.

Al obtener estas dimensiones, se pueden asociar a obtener valores de reemplazo, cálculos de mantenciones y la obtención del valor del activo fijo asociado a estos elementos.

19.4.6. Diseño capacidad hidráulica de colectores

Gracias al manejo vectorial de las tuberías, se puede asignar la carga de clientes a las cámaras para la verificación hidráulica de los colectores. Seleccionando una tubería, se puede llegar a los clientes que descarguen a una cámara en común, y asignar estos clientes a la cámara correspondiente. Esta información se puede almacenar dentro de la base de datos para futuros usos.

19.4.7. Simulaciones

Este sistema SIG permite hacer simulaciones de eventos y planos temáticos de apoyo para visualizar frecuencias de ocurrencias de eventos, tipos de fallas, consumos y otras

características que sirvan para gestión. El uso de estos planos permite analizar eventos futuros y compararlos mediante un análisis temporal de eventos.

Estas simulaciones permiten realizar análisis de cómo se distribuyen los eventos de manera geográfica, para permitir encontrar patrones comunes y determinar causas probables y soluciones a dichos eventos.

Con estas simulaciones de eventos se pueden detectar fallas o eventos recurrentes, sin costo, de manera rápida y exacta. Estas simulaciones van a permitir generar información importante y necesaria para la gestión de toma de decisiones.

REFERENCIAS

- ACSAM, Consultora. (2009). *Informe planes maestros, tomo i*. Riobamba: ACSAM.
- Alegsa.com.ar. (1 de Abril de 2014). *Diccionario de informática y tecnología*. Obtenido de <http://www.alegsa.com.ar/>
- Asamblea Constituyente del Ecuador. (2008). *Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública*. Quito: Asamblea Constituyente del Ecuador.
- Asesor Jurídico - EMAPAR. (18 de Enero de 2009). Convenio 005 EMAPA-i EMAPAR. *Convenio 005 EMAPA-i EMAPAR*. Riobamba, Chimborazo, Ecuador: EMAPAR.
- Asociación Española de Sistemas de Información Geográfica. (23 de 8 de 2012). *AESIG*. Obtenido de AESIG: http://www.aesig.es/infosig/diccionario/diccionari_e.htm
- Catastro, EP-EMAPAR. (2013). *Predios de Usuarios*. Riobamba: EP-EMAPAR.
- Confederación de Empresarios de Andalucía. (01 de 01 de 2010). *Sistemas de Información Geográfica, tipos y aplicaciones empresariales*. Obtenido de <http://sig.cea.es/SIG>
- Consejo Cantonal de Riobamba. (21 de 01 de 2010). Ordenanza 001-2010. *Creacion de la Empresa Pública Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Riobamba EPEMAPAR sustitutiva de la ordenanza de creacion de la empresa EMAPAR*. Riobamba, Chimborazo, Ecuador: Consejo Cantonal de Riobamba.
- Consejo Provincial de Chimborazo. (Febrero de 2008). Chimborazo y sus encantos. Riobamba, Chimborazo, Ecuador.
- Consultora ACSAM. (01 de 01 de 2008). Planes maestros anexo 3.3 memorias agua potable. Riobamba, Chimborazo, Ecuador.

EP-EMAPAR, Dir. Ingeniería. (01 de 01 de 2008). Planos Ciudad de Riobamba. Riobamba, Chimborazo, Ecuador.

Esri. (2014, 01 15). *esri*. Retrieved 01 15, 2014, from esri: <http://www.esri.com>

H. Congreso Nacional del Ecuador. (2006). *Ley Organica de Regimen Monetario Y Banco del Estado*. Quito: Registro Oficial Suplemento 196 de 26-ene-2006.

Instituto Geográfico Militar del Ecuador. (03 de 12 de 2014). *Instituto Geográfico Militar del Ecuador*. Obtenido de Instituto Geográfico Militar del Ecuador: <http://www.igm.gob.ec/work/index.php>

Municipio de Riobamba. (2009). *Proyección Riobamba para el Milenio*. Riobamba: Municipio de Riobamba.

Municipio de Riobamba, Dir. Catastro. (06 de 05 de 2012). Planos catastrales Riobamba. Riobamba, Chimborazo, Ecuador.

Plataforma de los institutos geográficos Iberoamericanos. (01 de 01 de 2014). *Plataforma de los institutos geográficos Iberoamericanos*. Obtenido de Geoinstitutos: <http://www.geoinstitutos.com/glosario.asp>

Proveeduría - EMAPAR. (21 de Marzo de 2008). Pliegos para Consultoría Planes Maestros - EMAPAR. *Pliegos para Consultoría Planes Maestros - EMAPAR*. Riobamba, Chimborazo, Ecuador: EMAPAR.

RedGiga. (1 de Enero de 2014). *Motorgiga, Diccionario*. Obtenido de <http://diccionario.motorgiga.com/>

SIEMENS. (1 de Enero de 2014). *Siemens PLM Software* . Obtenido de <http://www.plm.automation.siemens.com/>

Sig tierras, Ecuador. (Septiembre de 2013). Restitucion aero fotografica del ecuador. Quito, Pichincha, Ecuador.

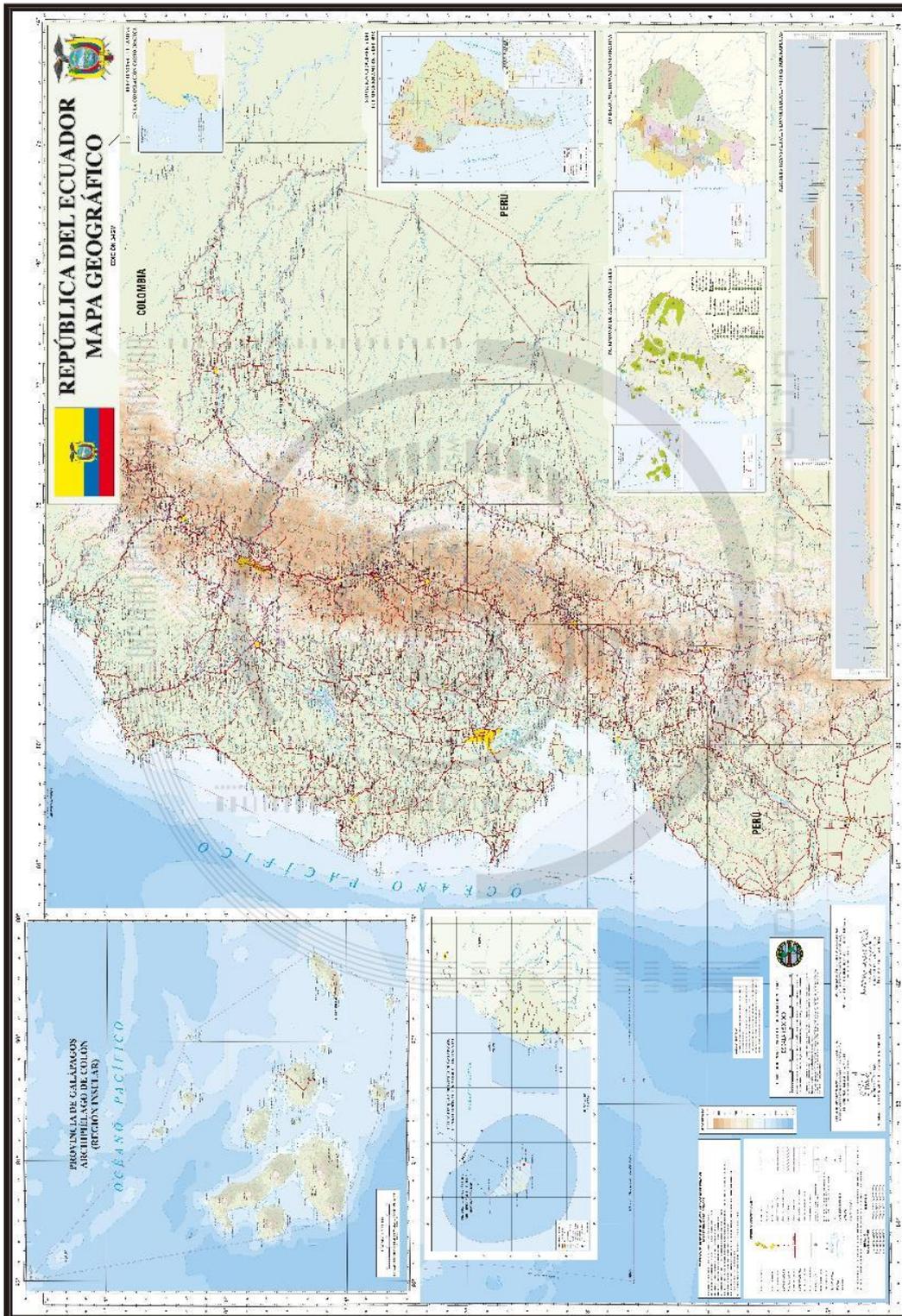
Velastegui, V. (2011). *Levantamiento placas sistema posicionamiento*. Riobamba: EP-EMAPAR.

Zabala, R. (25 de Septiembre de 2011). Ingeniera en Sistemas. (A. A. V., Entrevistador)

ANEXOS

ANEXO I: Datos varios

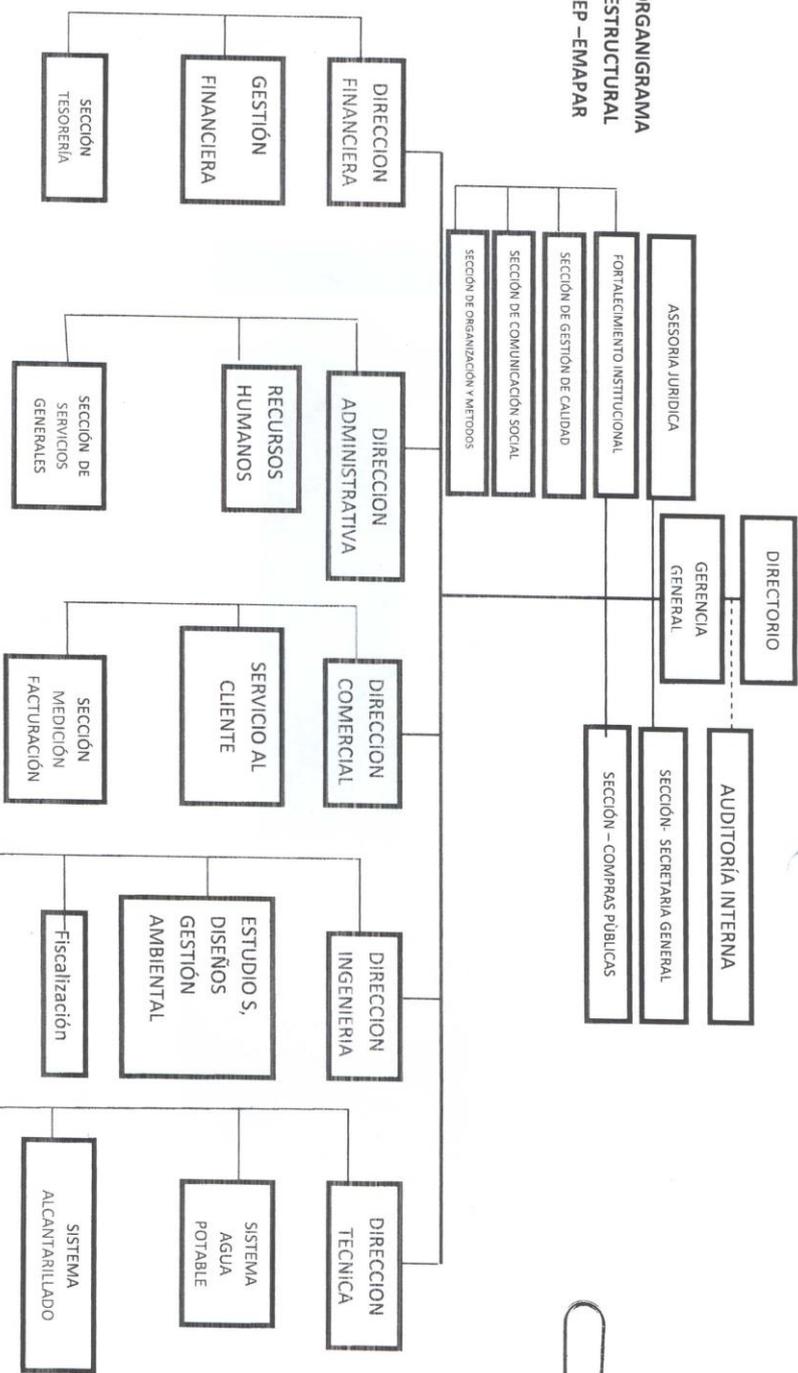
Mapa Geográfico del Ecuador, (Instituto Geográfico Militar del Ecuador, 2014)



Organigrama Estructural de la EP-EMAPAR, (EP-EMAPAR, Dir. Ingeniería, 2008)



ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL EP-EMAPAR



Aprobado:

[Signature]
Lcda. Juan Solazar
PRESIDENTE

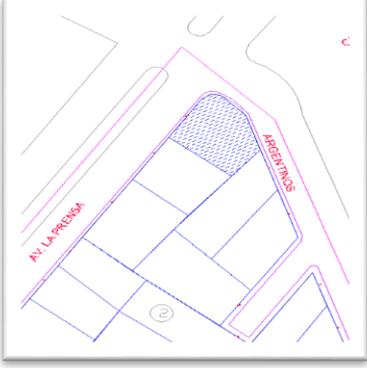
[Signature]
Lcda. Edith Coranqui
MIEMBRO

[Signature]
Ing. Jose Recalde
MIEMBRO

[Signature]
Alc. Edgar Cabezas
MIEMBRO

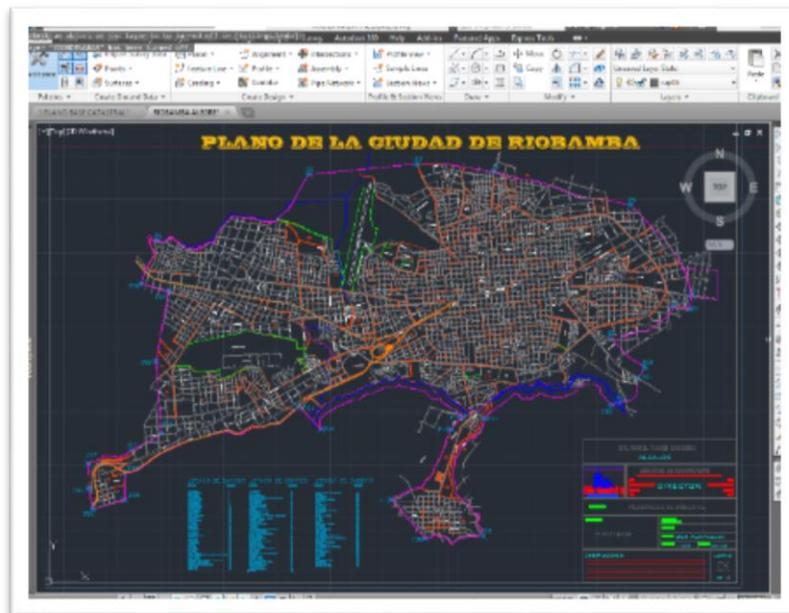
[Signature]
Ing. Victor Langa
MIEMBRO

Inspección De Servicios Planes Maestros Hoja Sistema Informático

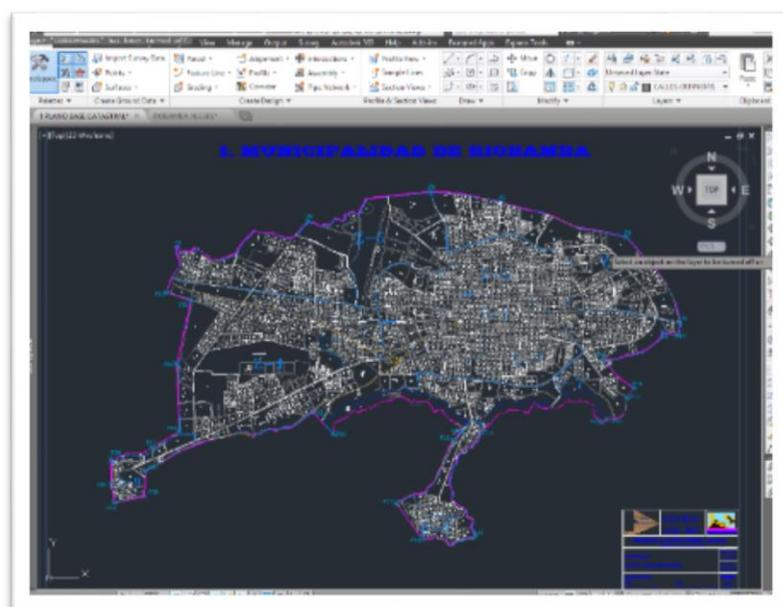
No. Formulario	1					
Clave Catastral agua	0519020801					
TIPO DE INSPECCION				No. DE SOLICITUD	No. DE TRAMITE	
INSTALACION	INGRESO	FACTIBILIDAD	CERTIFICADO	FECHA	No. CUENTA	11887
DATOS GENERALES						
APELLIDOS			NOMBRES		CEDULA/RUC	
ANDRADE ANDRADE			CESAR ALBERTO		0600061311	
DIRECCION DEL PREDIO						
AVENIDA O CALLE PRINCIPAL		MZ/N.CASA	INTERSECCION 1	UBICACION EN LA CUADRA		
LA PRENSA		G - 17	ARGENTINOS	EN LA ESQUINA		
REFERENCIA				SECTOR		
CASA DE 1 PISO- FACHADA CON BALDOSA TOMATE Y LOCAL				COLEGIO RIOBAMBA		
MEDIDOR	LECTURA	ruta	SECUENCIA	TELEFONO DEL USUARIO		
ZR12320559						
						
COORDENADAS:						
INFORME DEL INSPECTOR DE CATASTROS						
TIPO DE CALZADA:	ASFALTO		ADOQUIN		TIERRA	
FIRMA DE INSPECTOR RESPONSABLE		FIRMA DEL CLIENTE			FIRMA COORDINADOR DE INSPECCIONES	

ANEXO II: Planos Base en Formato CAD

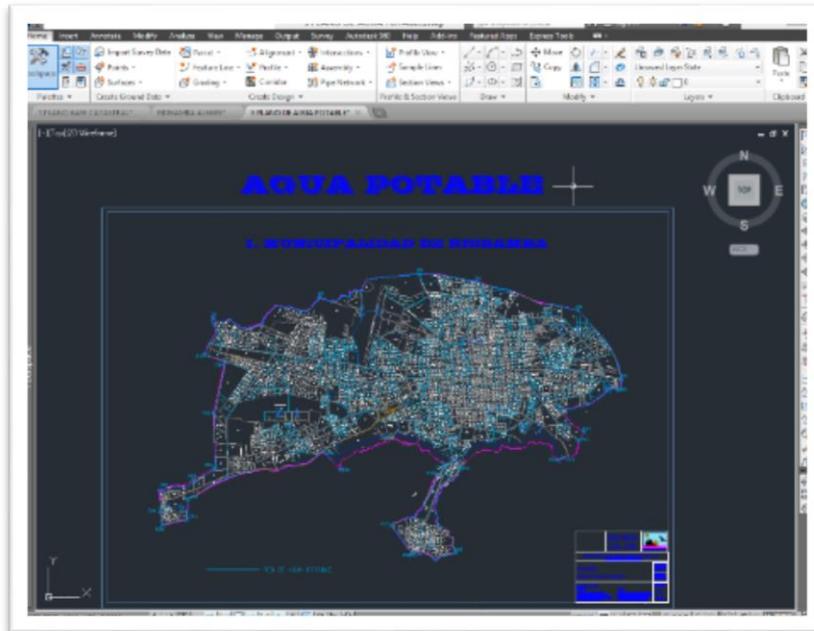
Plano Sencillo con Elementos de la Ciudad (Municipio de Riobamba, Dir. Catastro, 2012)



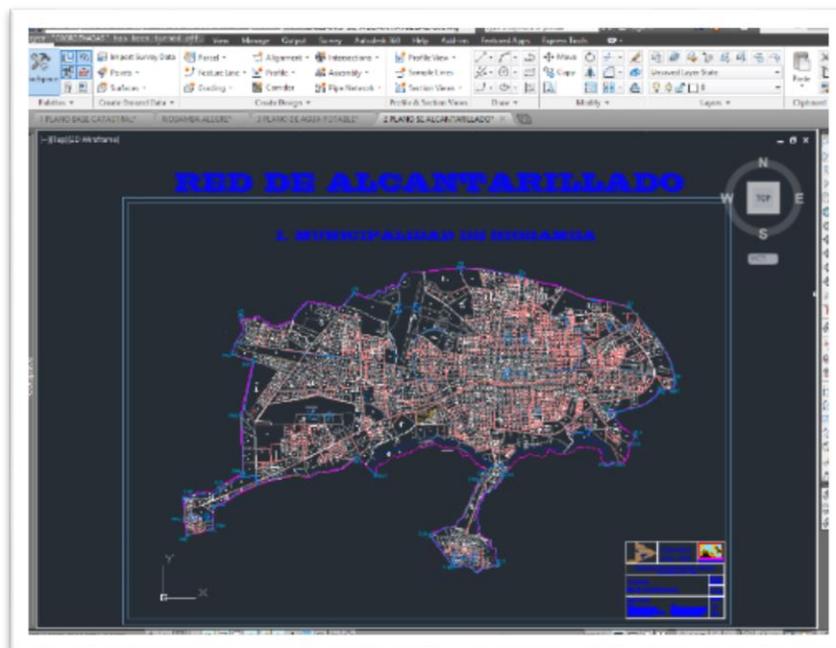
Plano Base de Manzanas Municipio de Riobamba (Municipio de Riobamba, Dir. Catastro, 2012)



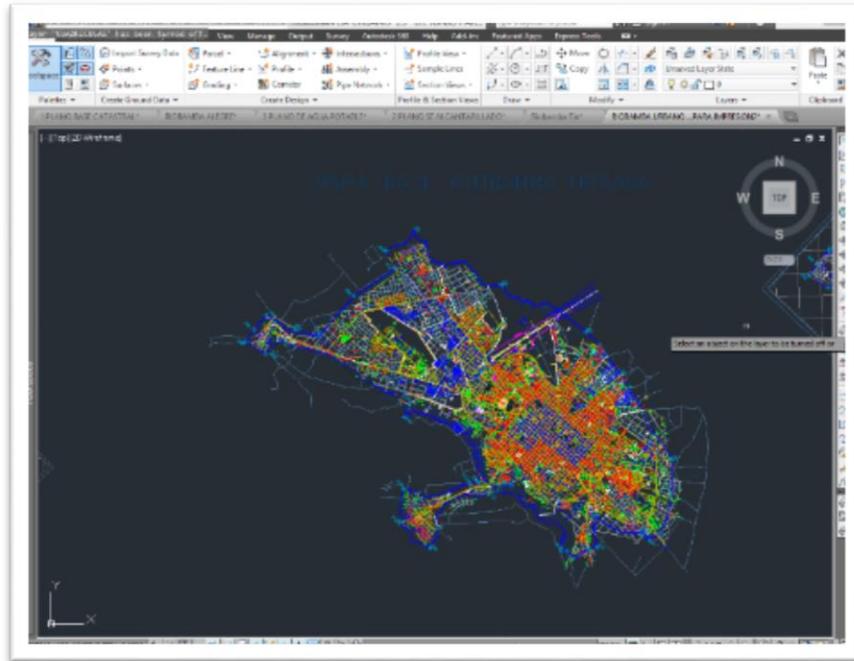
Plano Inicial de Servicio Agua Potable (Municipio de Riobamba, Dir. Catastro, 2012)



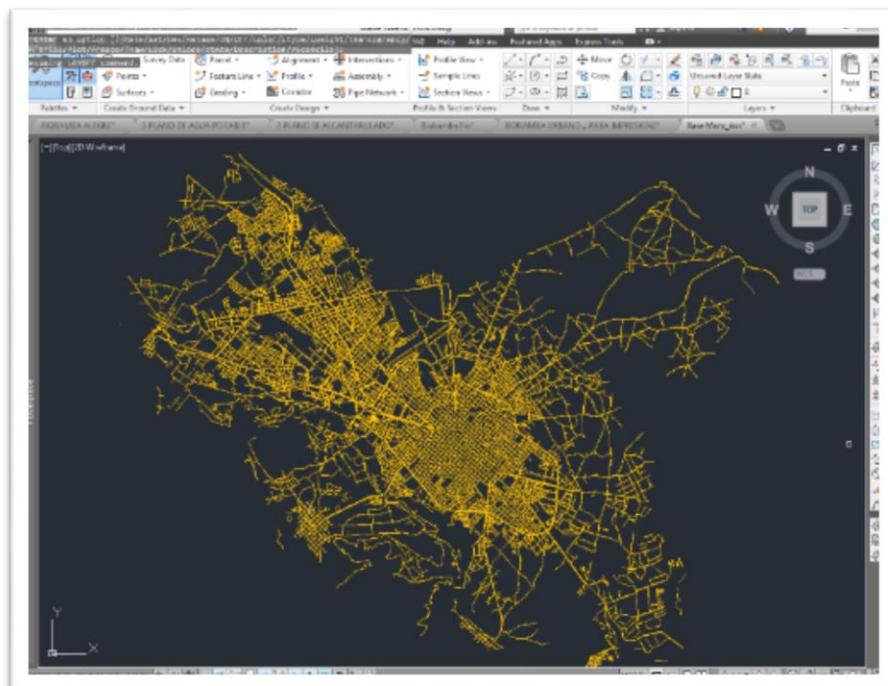
Plano de Riobamba Alcantarillado (Municipio de Riobamba, Dir. Catastro, 2012)



Plano Base Georeferenciado Limite Urbano Riobamba SAM56



Plano de la Ciudad con Zonas de Cobertura de la EP-EMAPAR (EP-EMAPAR, Dir. Ingeniería, 2008)



Redes de Distribución de la Ciudad (Consultora ACSAM, 2008)

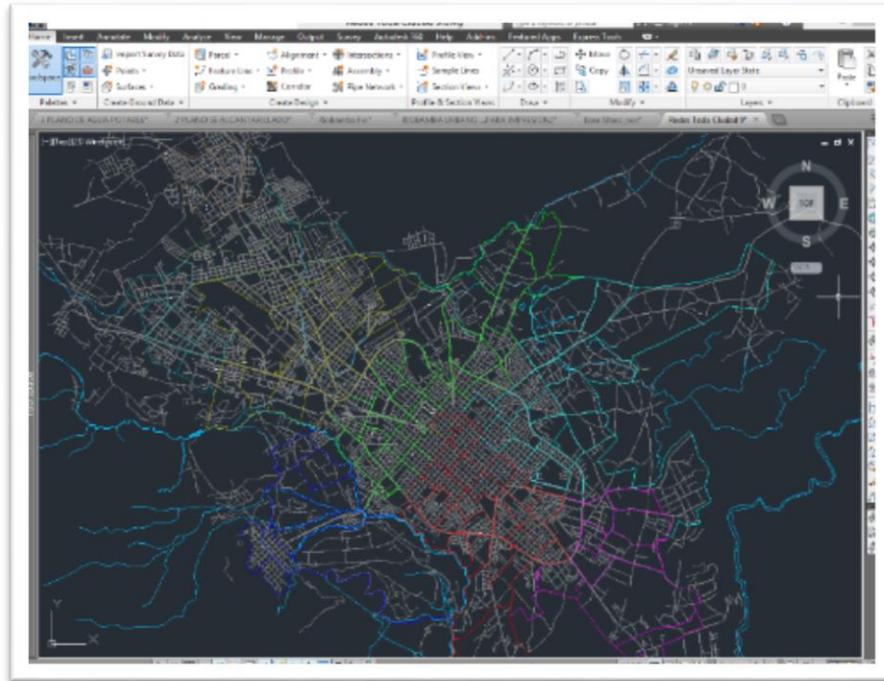
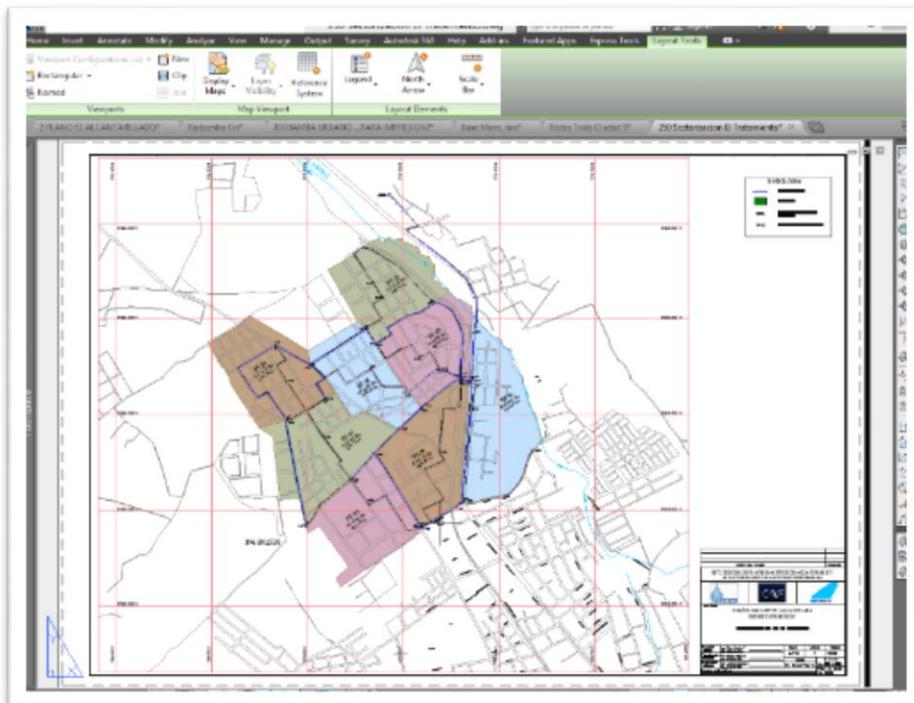
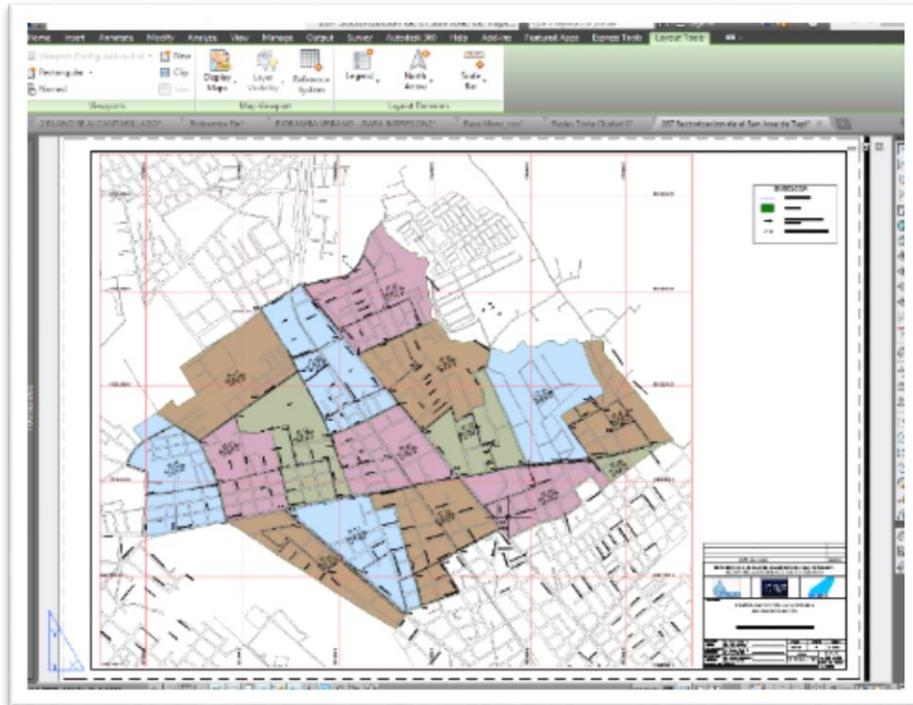


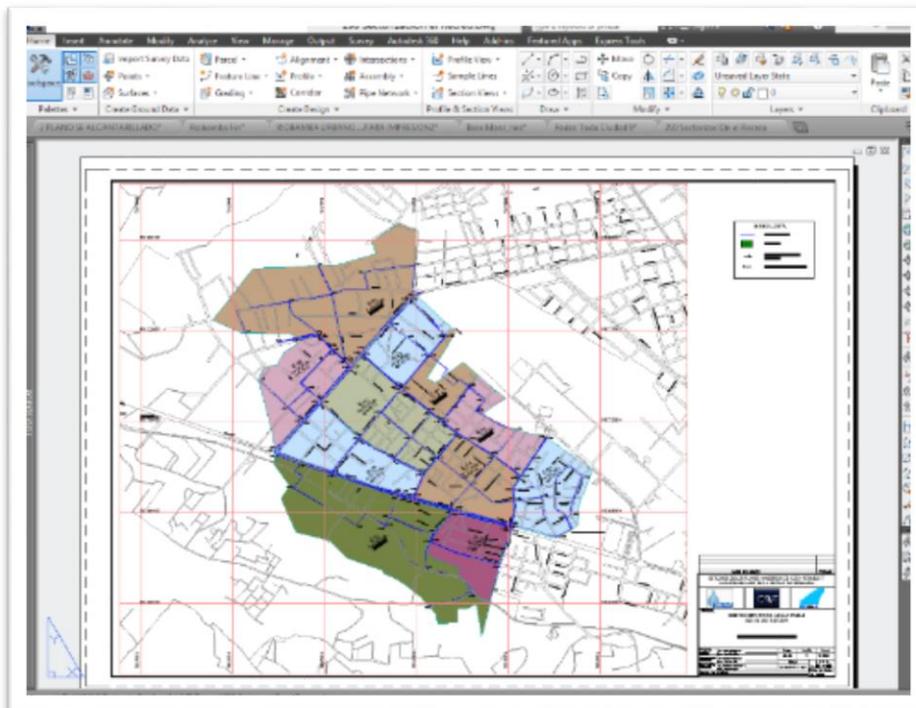
Lámina Red El Tratamiento (Consultora ACSAM, 2008)



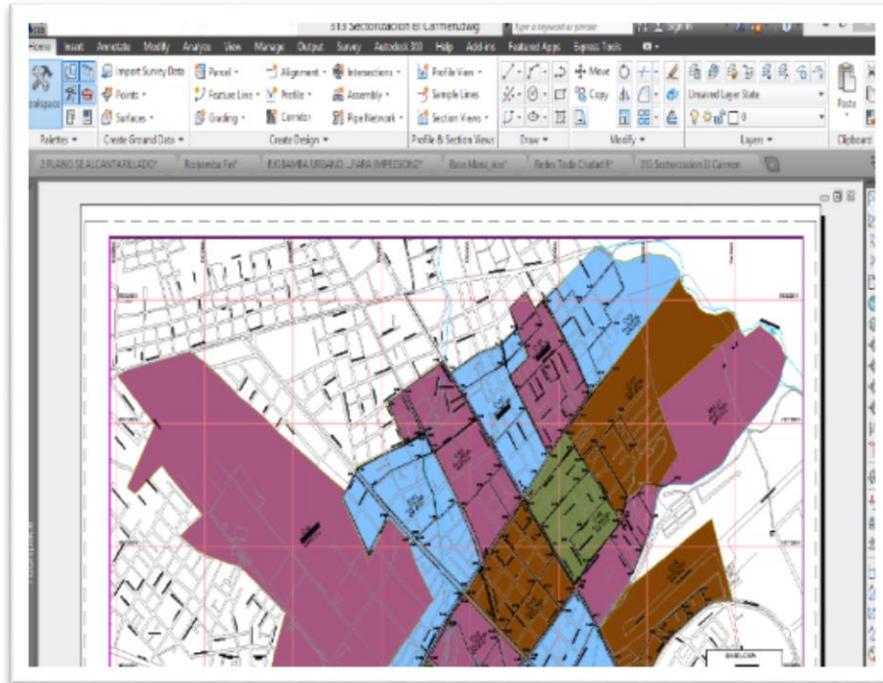
Red San José de Tapi (Consultora ACSAM, 2008)



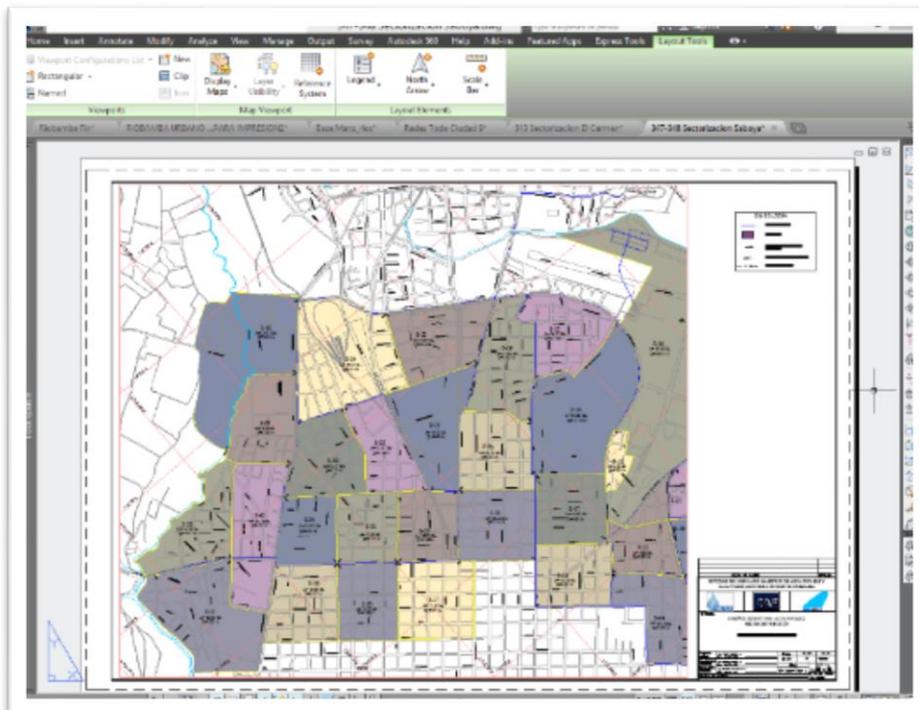
Red El Recreo (Consultora ACSAM, 2008)



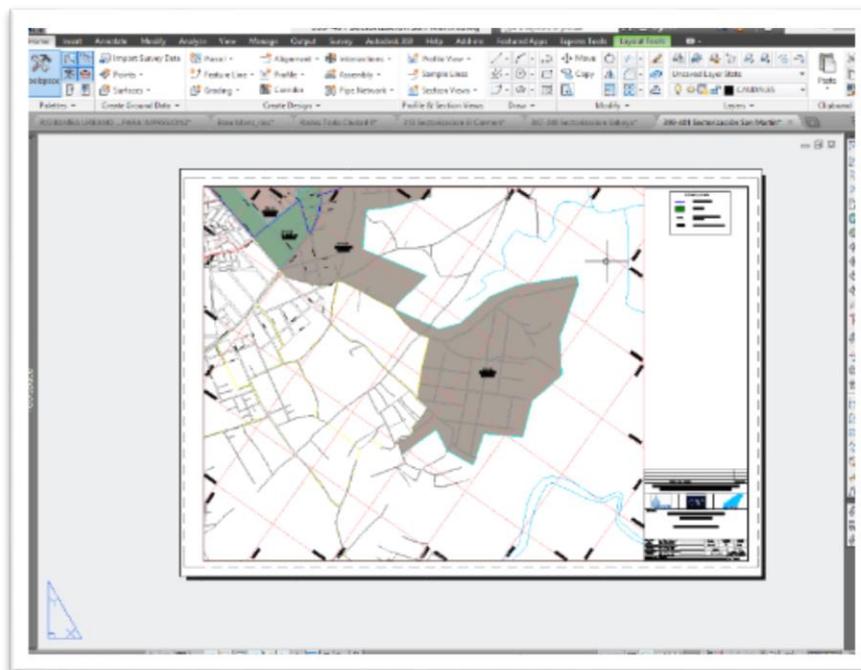
Red El Carmen (Consultora ACSAM, 2008)



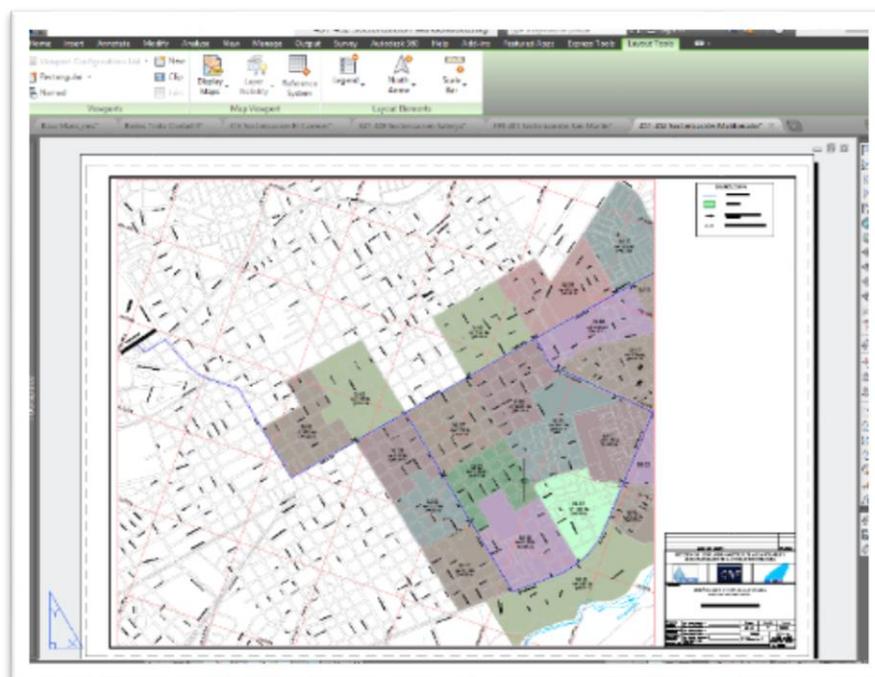
Red Saboya (Consultora ACSAM, 2008)



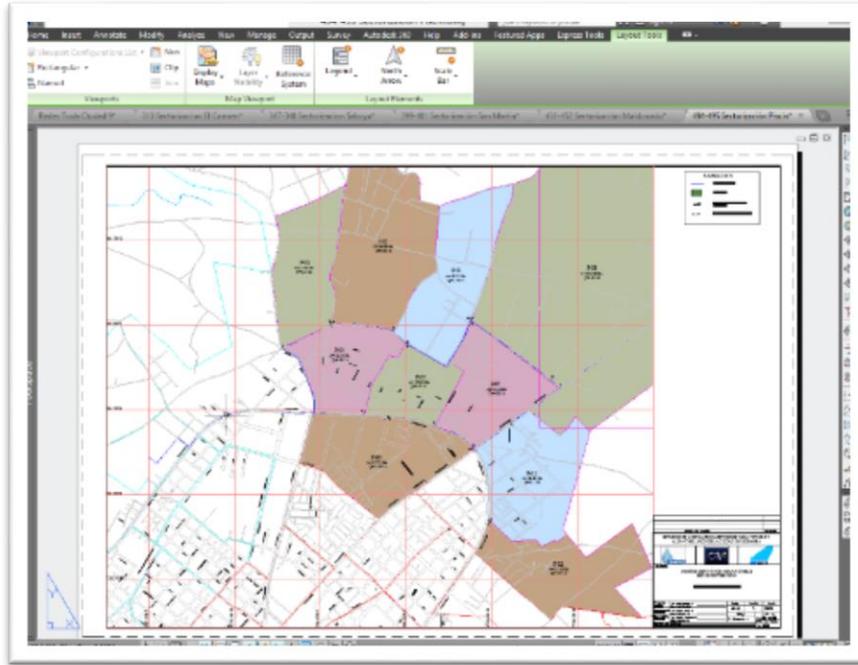
Red San Martín de Veranillo (Consultora ACSAM, 2008)



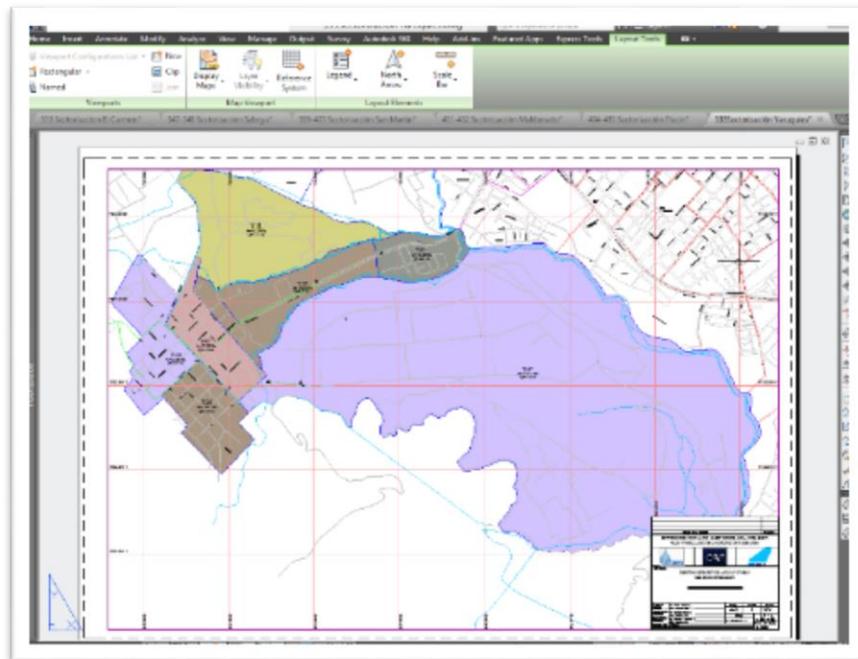
Red Maldonado (Consultora ACSAM, 2008)



Red Piscín (Consultora ACSAM, 2008)



Red Yaruquíes (Consultora ACSAM, 2008)



ANEXO III: Topografía (Velasategui, 2011)

Detalles Técnicos sobre los Puntos GPS

La determinación de las coordenadas de los puntos de control comprende los procesos que se detallan a continuación.

Sistema de posicionamiento (referencia) y proyección

Datum Geocéntrico:	WGS-84
Elipsoide de referencia:	GRS 80
Semi-eje mayor:	6'378.137,000 m
1/f:	298.25722356300
Hemisferio:	Sur
Modelo Geoidal:	Global EGM96
Modelo Troposferico:	Saastamonien
Modelo Ionosférico:	Aplicado a todas las líneas base mayores a 5 Km.
Proyección:	UTM, Zona 17

Todos estos datos se utilizan en el procesamiento de la información satelital tanto en la generación de líneas base como en el ajuste final de datos.

Control básico horizontal

Se lo estableció utilizando el sistema de posicionamiento global (GPS); considerando que la información satelital se recepta en el sistema de referencia WGS-84, para la determinación de las coordenadas de los puntos requeridos. Se utilizó como punto de partida (base) el vértice IEES de la red de control GPS establecida por el IGM. Este punto se encuentra dentro de la ciudad de Riobamba adjunto a las instalaciones del IEES.

a) Planificación

La planificación de los sitios en los cuales se materializaron los puntos determinados, se realizó sobre el requerimiento de ubicación de los mismos.

b) Reconocimiento

El reconocimiento se realizó, de manera conjunta con la Supervisión, determinando la ubicación más óptima tanto para los fines requeridos como para obtener una recepción satelital óptima y sin mayores obstrucciones.

c) Monumentación

Una vez establecido el detalle característico para cada uno de los puntos identificables se procedió a la señalización de los mismos, de acuerdo a las especificaciones acordadas con la Supervisión.

Determinación

Bajo estas consideraciones la determinación de los puntos se la realizó de la siguiente manera:

Sobre el vértice IEES, se ubicaría un receptor GPS, al cual denominaremos BASE.

A partir del punto BASE, y considerando como estación fija, mediante el método de radiación se determinó los puntos requeridos, sobre los cuales se instalaría un segundo receptor GPS, denominado ROVER.

Para ambos receptores, se exige en todo momento el cumplimiento de los siguientes procedimientos para una correcta recepción de la información satelital:

Tiempo de recepción mínimo: 60 minutos

Ángulo de enmascaramiento : 10°

N° satélites mínimo enganchados: 04

Intervalo de grabación: 15 seg.

Horas de recepción óptimas: PDOP < 4

HDOP < 3

Tipo de posicionamiento: Estático

Correcto centrado de la antena sobre el punto a determinar, considerando que el eje vertical de la antena sea perpendicular a la señal en cada uno de los puntos.

Correcto nivelado de la antena mediante la base nivelante.

Correcta orientación de la antena, de forma que la brújula incorporada a ésta, señale el norte magnético.

Medida de la altura inclinada de la antena realizada con flexómetro, con una garantía en la medida mejor que 0.002 metros.

Procesamiento de datos

Para el procesamiento de datos se utilizó el software Trimble Geomatics Versión 1.62, cuyo soporte lógico puede resumirse en la utilización de los siguientes módulos:

Módulo QUICK PLAN, para determinar las horas más apropiadas en la recepción de la información satelital; los datos se obtienen para cada uno de los días de posicionamiento; esta es la información inicial y primordial para cada uno de los equipos de control horizontal y esta siempre disponible antes de comenzar con el posicionamiento de los diferentes puntos.

Módulo GPLOAD, para transferir la información de cada uno de los receptores al computador, esta transferencia se la hace directamente a través de un cable USB, cuidando que no existan errores en la bajada de datos y en la denominación de cada punto.

Módulo WAVE, para el establecimiento de las líneas base observadas con los siguientes parámetros:

Data Processing Mode	: WIDE LN
Convergence Criterion	: 0.001000
Minimun Precent Of Measurements For SV	: 10
Maximun Iterations To Perform	: 10
Apply Tropospheric Correction	: Y (Model Saastamoinen)
Antenna Measurement Method	: Measured to bottom of notch on ground
Zone Name	: WGS – 84
Coordinate System	: Geographic
Datum Name	: WGS – 84

Timezone	: ECUADOR: -5:00
Ephemeris	: Broadcast
Met Data	: Standard
Position Quality	: Fixed Control (para las bases FARO, PV7, P36)
Elevation Mask	: 10 degrees
Baseline generation	: All baselines
Iono Correction	: Iono free
Triple Diff. Epoch Gap	: 1
Default Survey Type	: Static

Módulo TRIMNET, para el ajuste de todas las observaciones.

La información obtenida se almacenó en el ordenador de cálculo en la base de datos propia del Trimble Geomatics Office que maneja un nombre completo para cada proyecto y con subdirectorios que se nombran a través del día de la observación.

Se tomaron las coordenadas fijas del vértice IESS, punto utilizado como base para el procesamiento y ajuste de datos.

Para la obtención de la altura de los puntos determinados se utilizó en primera instancia el modelo geoidal EGM96 (WW15MGH), cuando se efectúa un primer ajuste se genera un modelo geoidal residual denominado Primary Residual. Cabe señalar que al utilizar el modelo geoidal WW15MGH y al generar el modelo Primary Residual se utilizó su

correspondiente altura elipsoidal determinadas por el IGM, cuyos valores se mantienen fijos en el procesamiento de datos.

Una vez que se han obtenido las coordenadas geográficas de los puntos determinados en el sistema WGS-84, se procede a convertir las mismas a coordenadas planas en la Proyección Transversa de Mercator, mediante el mismo software.

El método utilizado en el posicionamiento satelital fue el Estático.

Los resultados del ajuste en el WGS-84, transformación a coordenadas planas para la Proyección Normal de Mercator de los puntos de control se detallan al final de este documento.

Equipo

Para la determinación de los puntos de control horizontal y vertical mediante posicionamiento satelital, se utilizaron los siguientes equipos:

Dos receptores geodésicos GPS marca TRIMBLE modelo 5800, con sus respectivas antenas geodésicas Zephyr, provistos de doble frecuencia (L1, L2) y código C/A y RTK. Equipos que permiten la medida de líneas base de hasta 2000 kilómetros con una precisión de \pm + 0.05 PPM).

Software Post-Proceso Trimble Geomatics Office.

Una computadora.

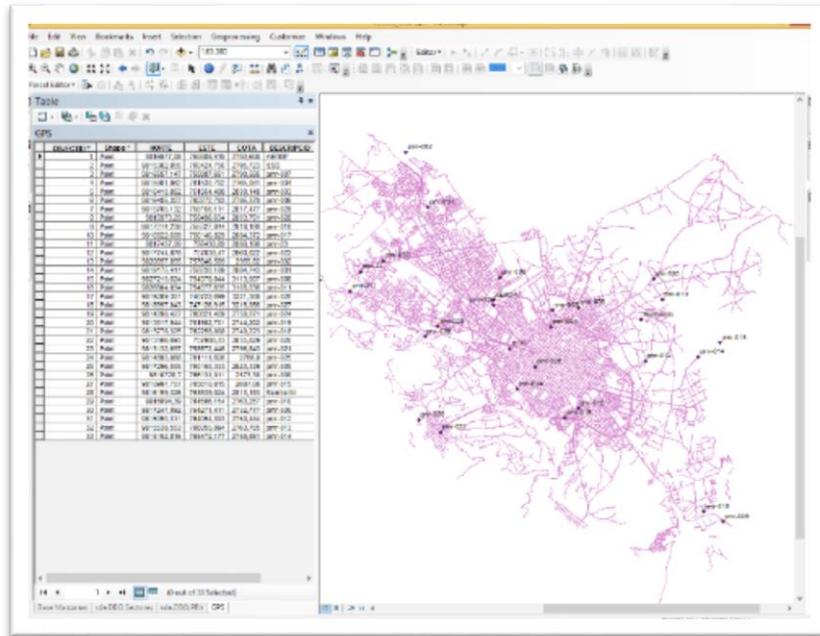
Material auxiliar diverso como trípodes, plomadas ópticas, basamentos, baterías de 12 V.

Características de los puntos GPS

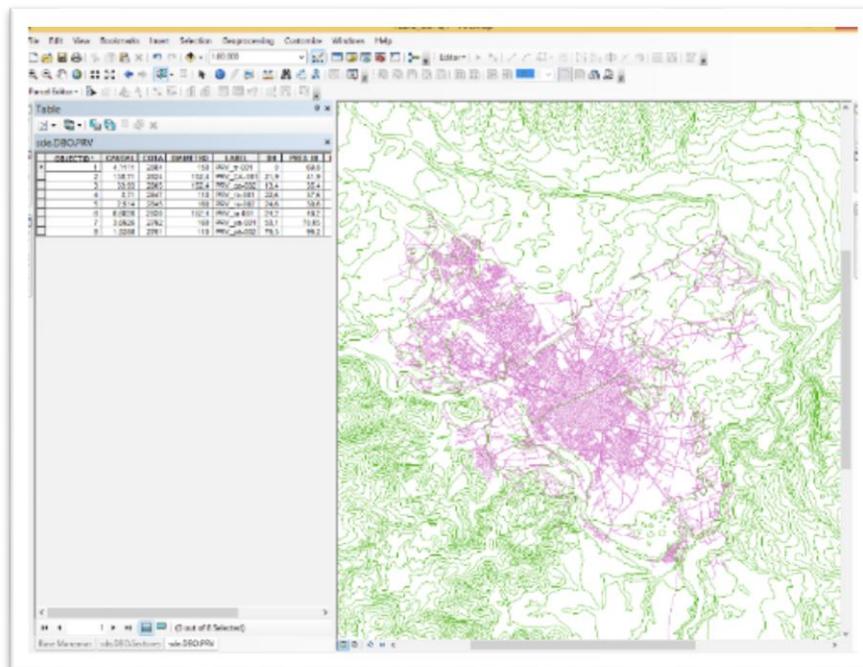
IDENTIFICACIÓN GPS	COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEOGRÁFICAS		Cotas msnm
	NORTE	ESTE	LATITUD	LONGITUD	
AEROPUERTO	9816677,980	759988,419	1°39'25.84600"S	78°39'47.62800"W	2792,698
IESS	9815382,855	760424,756	1°40'07.97610"S	78°39'33.46780"W	2798,676
pmr-001	9819175,411	758230,189	1°38'04.63901"S	78°40'44.58111"W	2884,498
pmr-002	9820657,855	757646,589	1°37'16.41734"S	78°41'03.50905"W	2959,590
pmr-003	9816410,882	761564,498	1°39'34.47731"S	78°38'56.64973"W	2800,221
pmr-004	9815961,962	761530,702	1°39'49.08761"S	78°38'57.72536"W	2765,130
pmr-005	9817296,555	760160,333	1°39'05.70928"S	78°39'42.09213"W	2822,670
pmr-006	9816485,327	762272,783	1°39'32.02728"S	78°38'33.74789"W	2786,017
pmr-007	9816557,147	759987,651	1°39'29.77827"S	78°39'47.64821"W	2790,567
pmr-008	9827215,624	754378,044	1°33'43.12239"S	78°42'49.44534"W	3113,007
pmr-009	9810728,700	766131,011	1°42'39.20567"S	78°36'28.75271"W	2573,779
pmr-010	9816694,390	764506,154	1°39'25.13699"S	78°37'21.53336"W	2763,257
pmr-011	9826804,034	754377,635	1°33'56.51718"S	78°42'49.44405"W	3108,036
pmr-012	9815050,311	764054,393	1°40'18.65613"S	78°37'36.07829"W	2750,444
pmr-013	9815538,553	766055,094	1°40'02.68899"S	78°36'31.39921"W	2763,765
pmr-014	9815162,816	765472,177	1°40'14.93908"S	78°36'50.23457"W	2759,851
pmr-015	9810997,707	765610,815	1°42'30.47286"S	78°36'45.58577"W	2687,568
pmr-016	9817214,238	755327,844	1°39'08.57155"S	78°42'18.36698"W	2919,099
pmr-017	9816922,689	756146,829	1°39'18.02876"S	78°41'51.87053"W	2884,304

pmr-018	9813778,325	762258,098	1°41'00.11992"S	78°38'34.11768"W	2749,318
pmr-019	9813517,944	761902,701	1°41'08.60731"S	78°38'45.60056"W	2744,490
pmr-020	9813466,693	757986,430	1°41'10.42817"S	78°40'52.24734"W	2855,679
pmr-021	9813132,697	758572,446	1°41'21.27468"S	78°40'33.28298"W	2796,690
pmr-022	9817744,878	757038,470	1°38'51.23815"S	78°41'23.06637"W	2860,635
pmr-023	9817437,990	756430,890	1°39'01.24829"S	78°41'42.70353"W	2889,065
pmr-024	9814298,427	760621,409	1°40'43.25864"S	78°39'27.06639"W	2758,075
pmr-025	9814893,868	761111,626	1°40'23.86233"S	78°39'11.23642"W	2766,986
pmr-026	9819289,301	746722,699	1°38'01.35576"S	78°46'56.73531"W	3221,368
pmr-027	9818997,043	747126,915	1°38'10.85289"S	78°46'43.65213"W	3216,066
pmr-028	9815973,290	758496,634	1°39'48.83594"S	78°40'35.84374"W	2803,751
pmr-029	9815705,132	758156,111	1°39'57.57569"S	78°40'46.84574"W	2817,477
pmr-030	9817247,092	764271,411	1°39'07.16020"S	78°37'29.14581"W	2732,827
San Martín	9816159,326	763939,024	1°39'42.57117"S	78°37'39.85230"W	2812,654

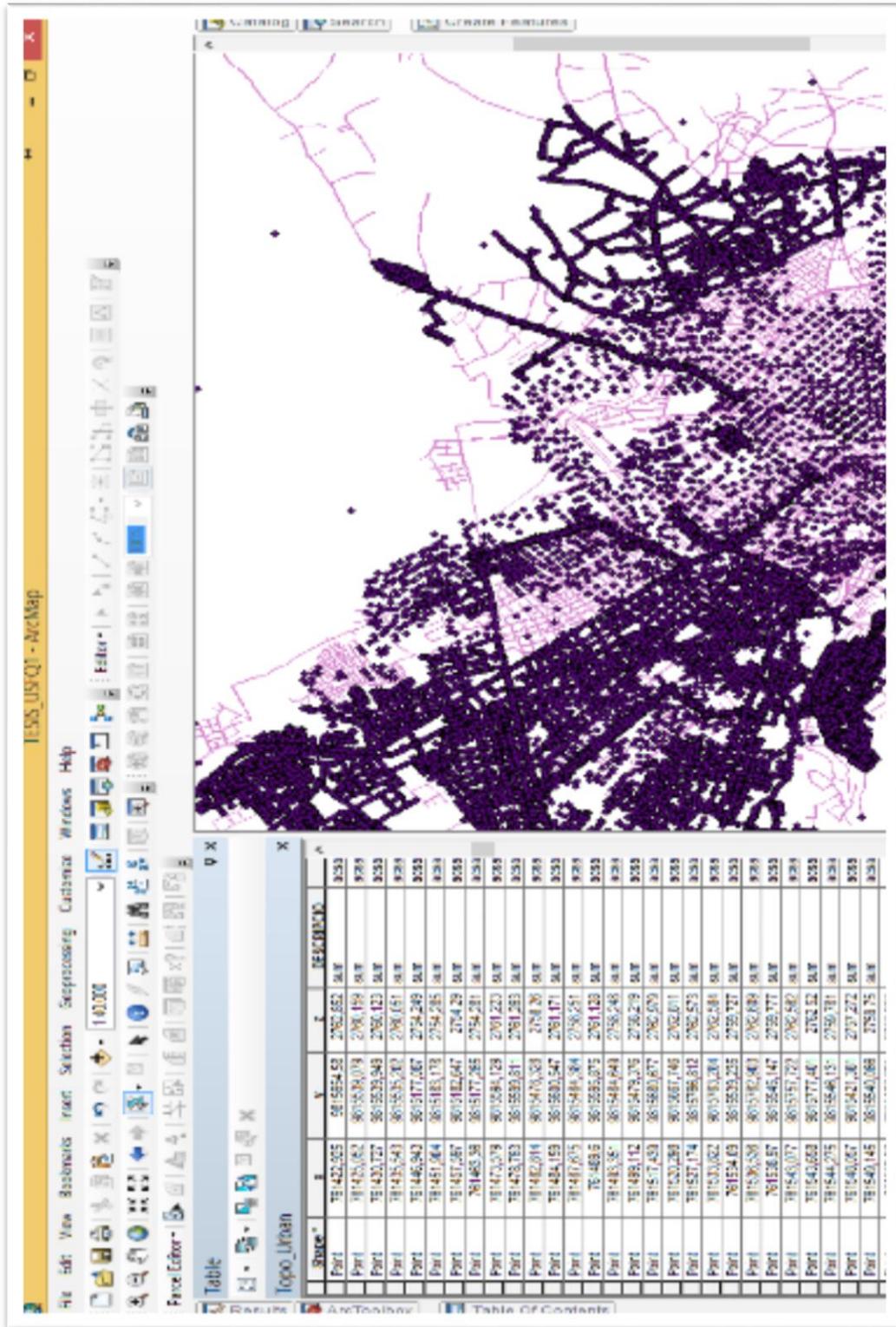
Puntos GPS de control



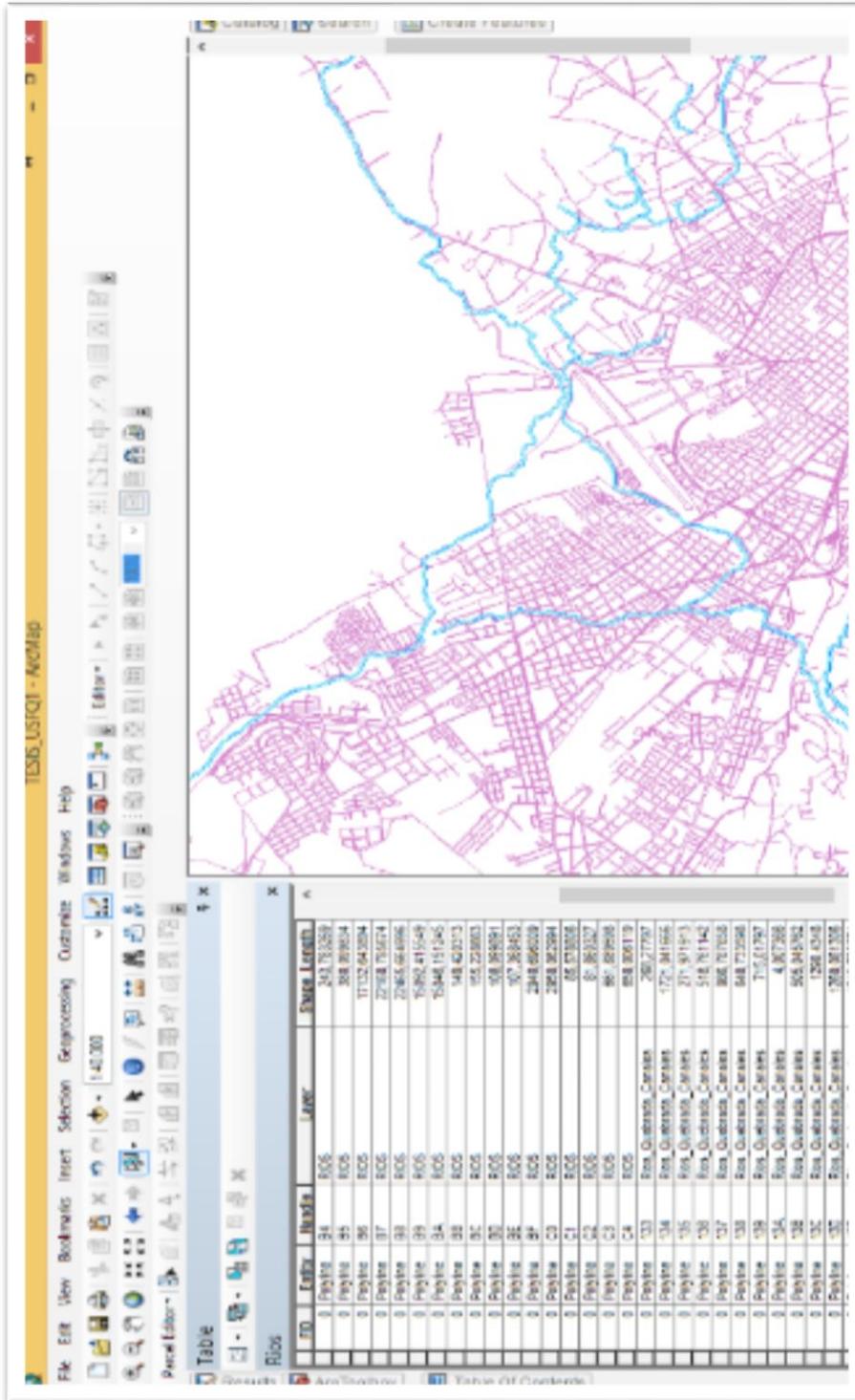
Curvas de nivel cotas

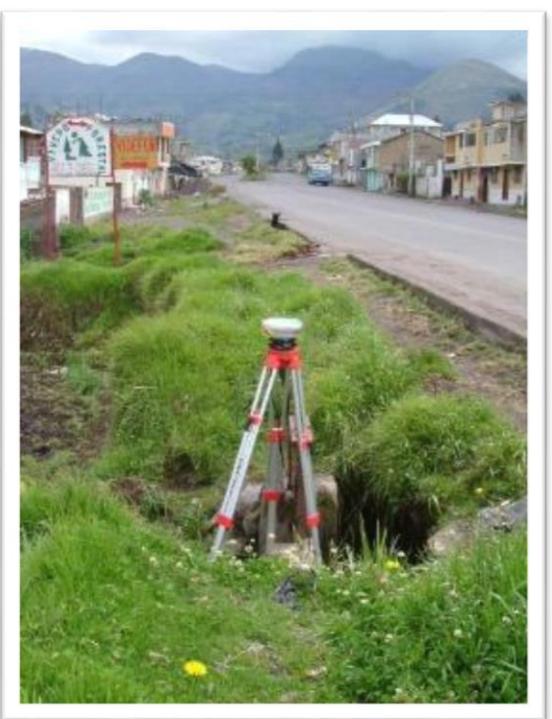
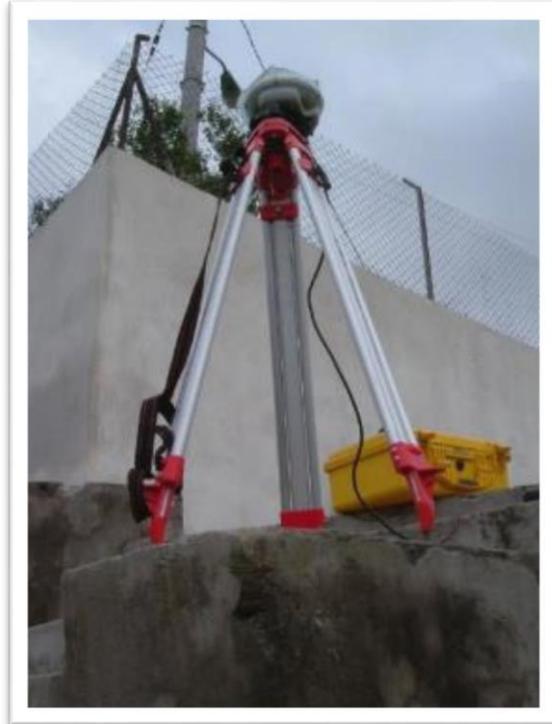


Puntos topográficos levantados para estructurar plano aceras ciudad



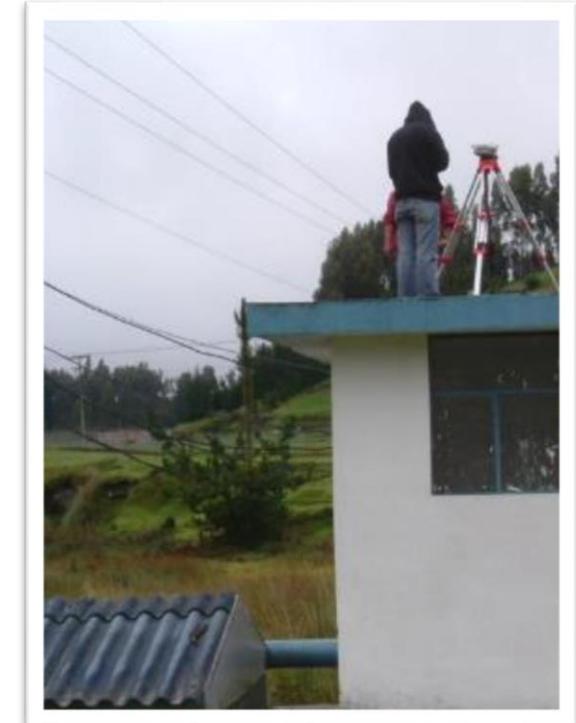
Ríos quebradas y canales











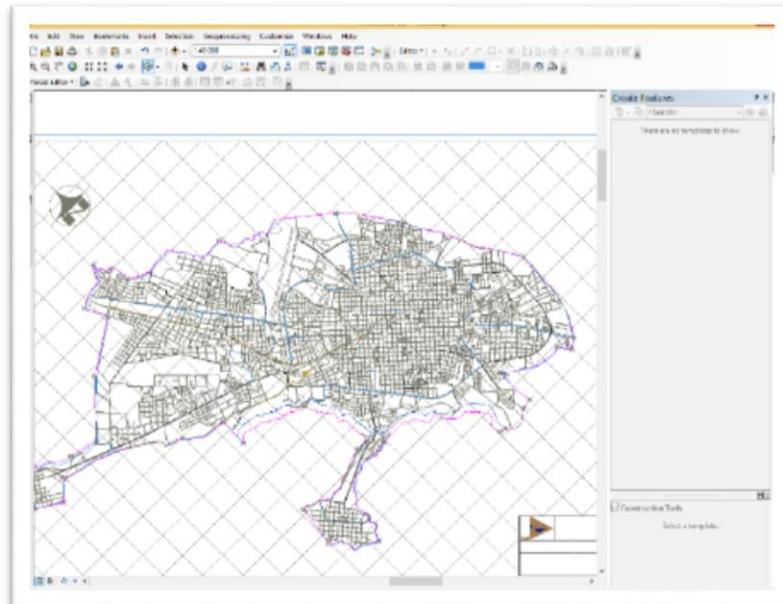




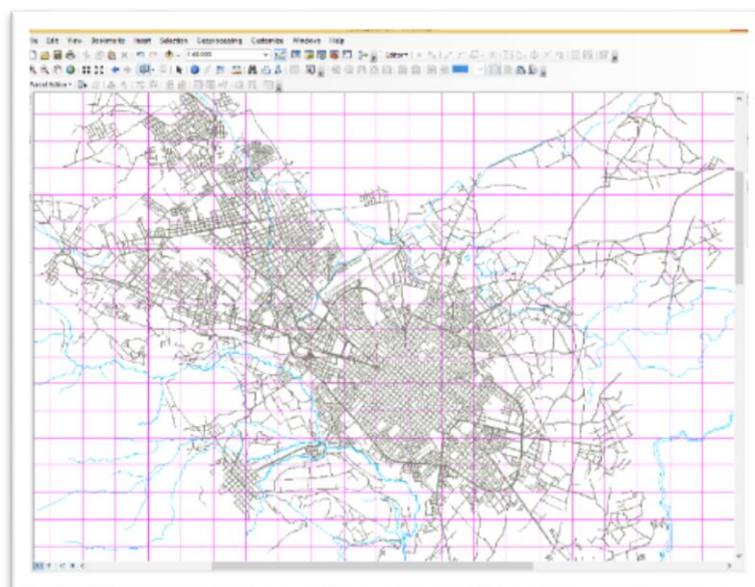


ANEXO IV: Georeferenciación planos e información

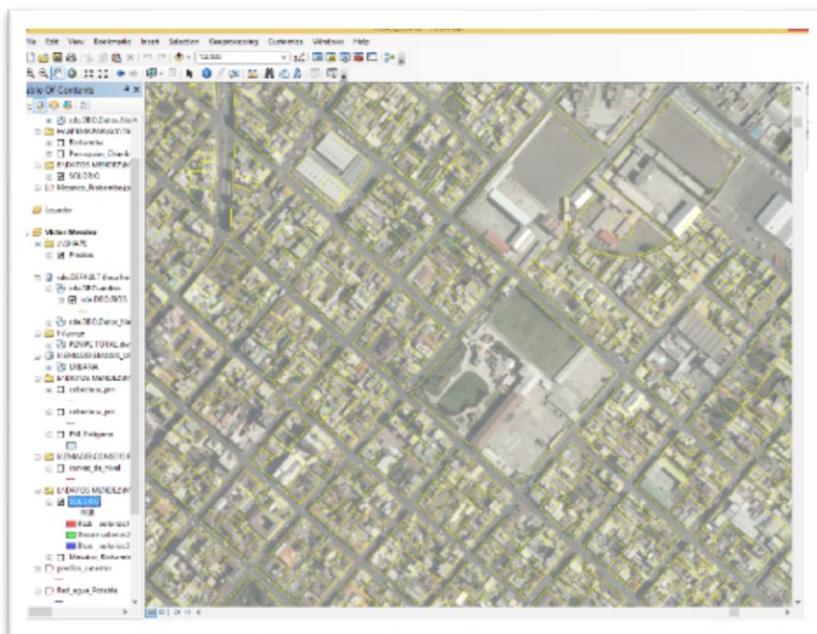
Plano base catastral Riobamba sin georeferencia en ARCGIS (Municipio de Riobamba, Dir. Catastro, 2012)



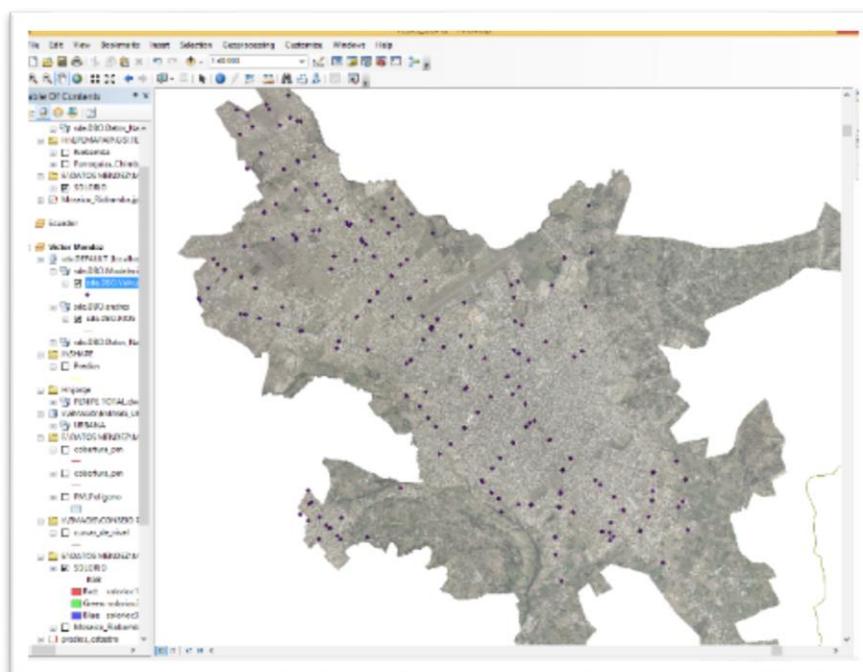
Plano base (EP-EMAPAR, Dir. Ingeniería, 2008)



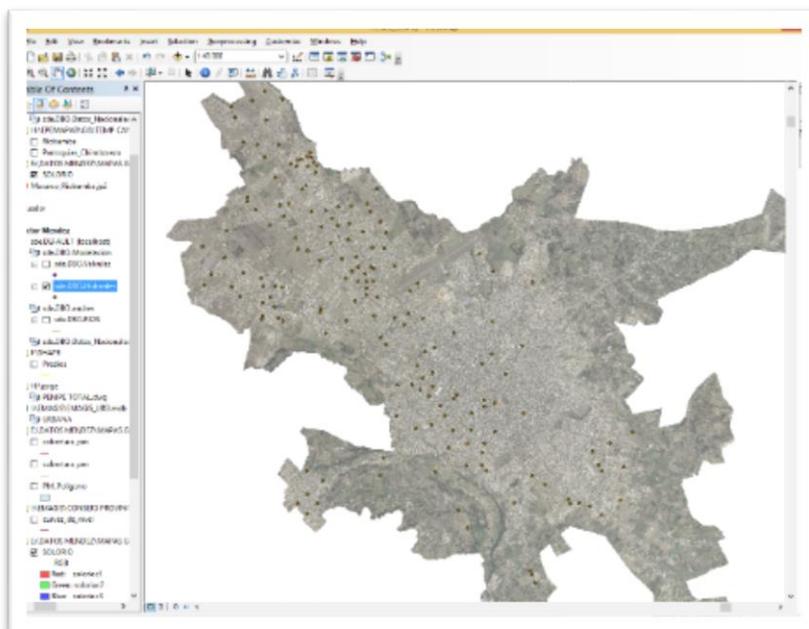
Predios que cuentan con servicio de agua potable de la EP-EMAPAR, (Catastro, EP-EMAPAR, 2013)



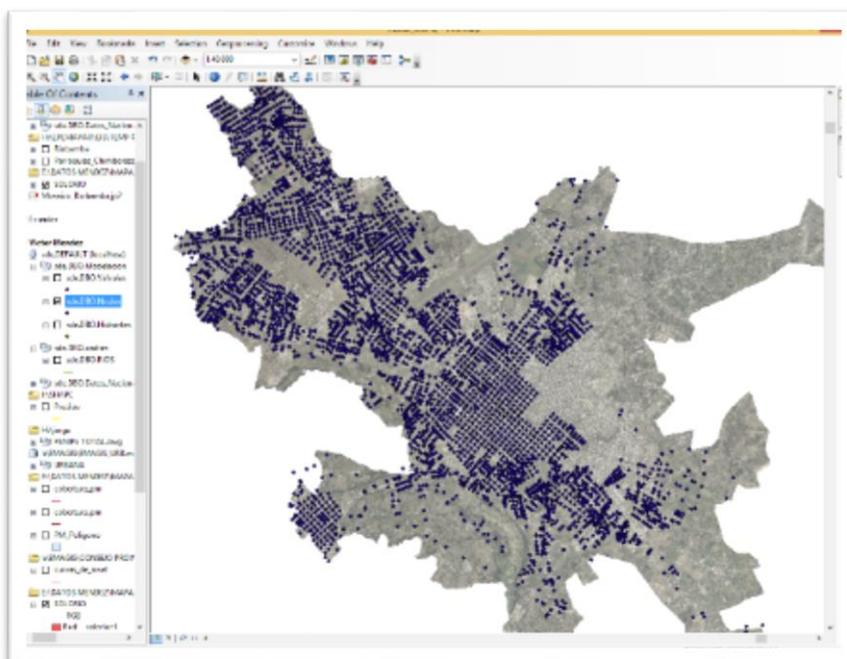
Válvulas ubicadas con la construcción de los planes maestros de la ciudad de Riobamba, (Catastro, EP-EMAPAR, 2013)



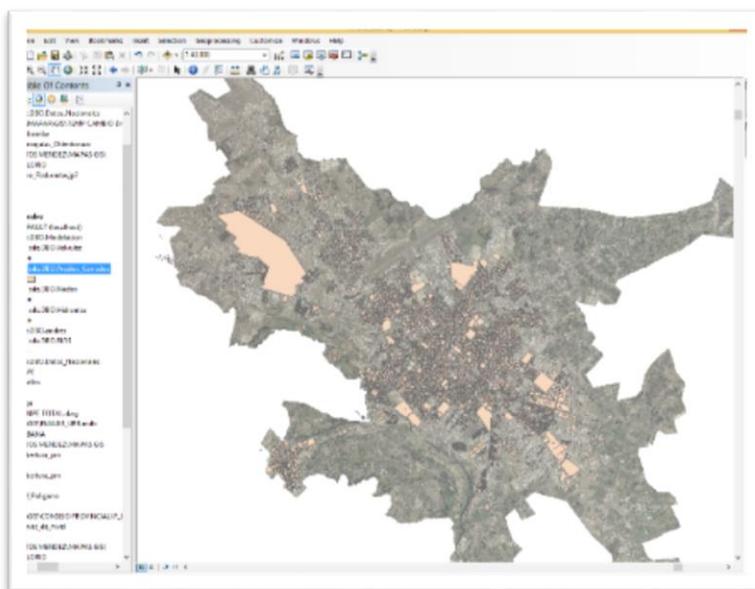
Hidrantes ubicados con la construcción de los planes maestros de la ciudad de Riobamba, (Catastro, EP-EMAPAR, 2013)



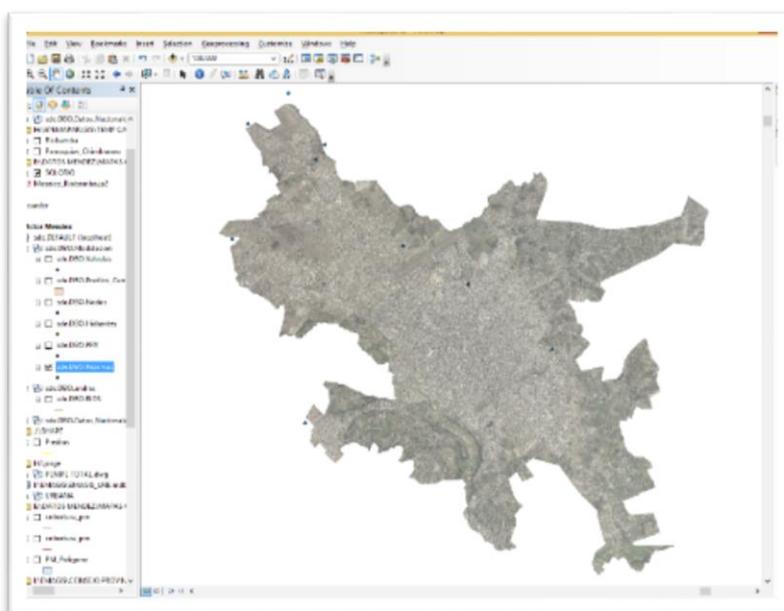
Nodos ubicados con la construcción de los planes maestros de la ciudad de Riobamba, (Catastro, EP-EMAPAR, 2013)



Predios censados por la EP-EMAPAR, ubicados en la ciudad de Riobamba, (Catastro, EP-EMAPAR, 2013)

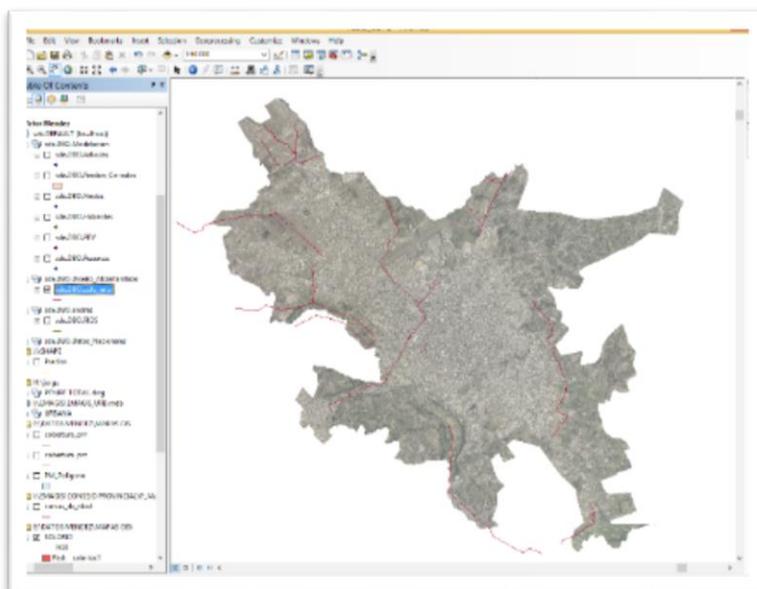


Reservas de agua potable de la EP-EMAPAR, ubicados en la ciudad de Riobamba, (Catastro, EP-EMAPAR, 2013)

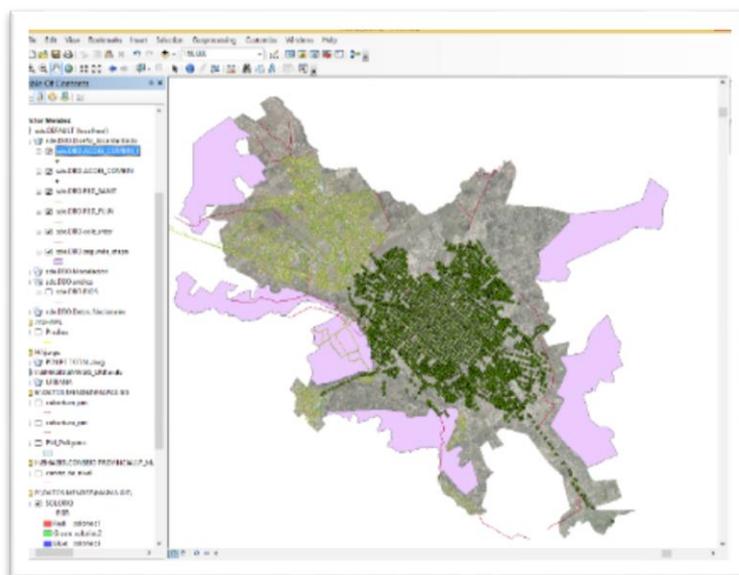


Alcantarillado

Colectores de alcantarillado de la EP-EMAPAR, ubicados en la ciudad de Riobamba, (Catastro, EP-EMAPAR, 2013)

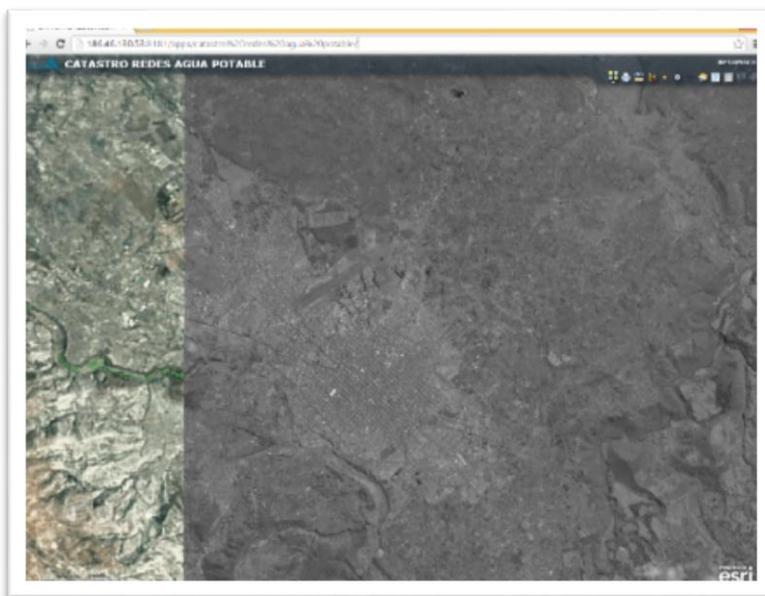


Elementos de alcantarillado de la EP-EMAPAR, ubicados en la ciudad de Riobamba, (Catastro, EP-EMAPAR, 2013)

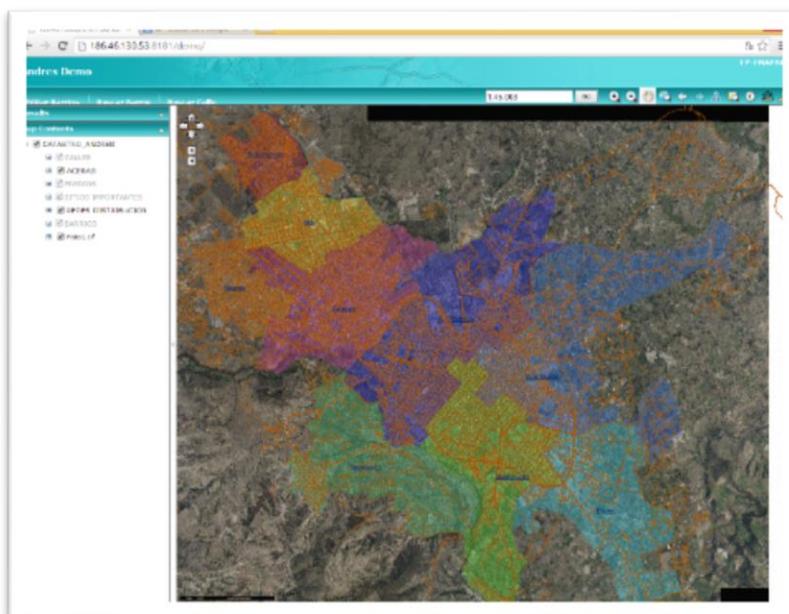


Servicio publicado en la intranet y la web

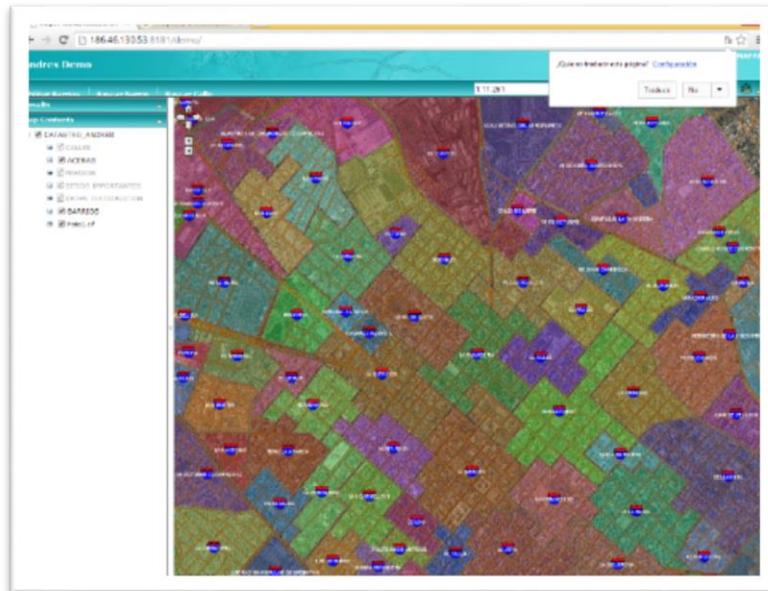
Servicio en la intranet elaborado con el trabajo ejecutado



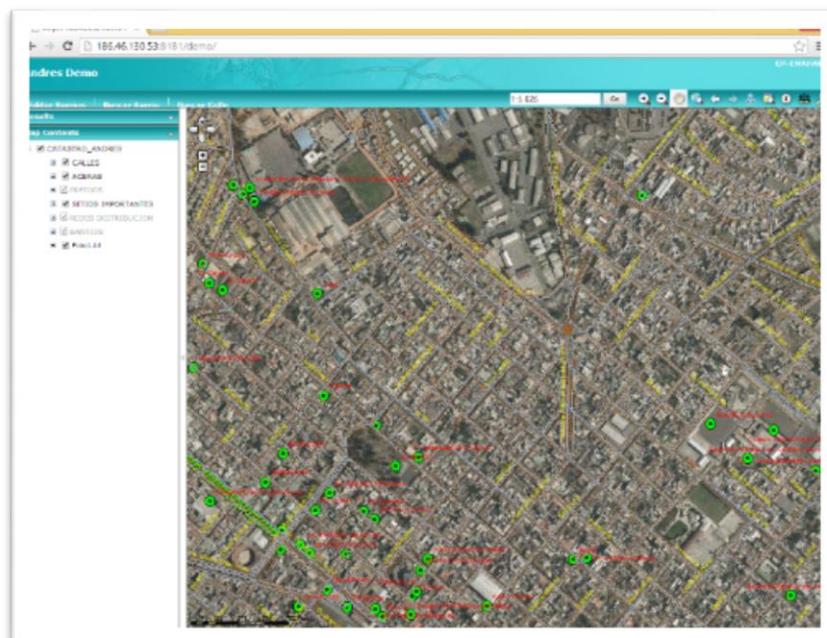
Servicio en la web elaborado con el trabajo ejecutado en línea
<http://186.46.130.53:8181/demo/>



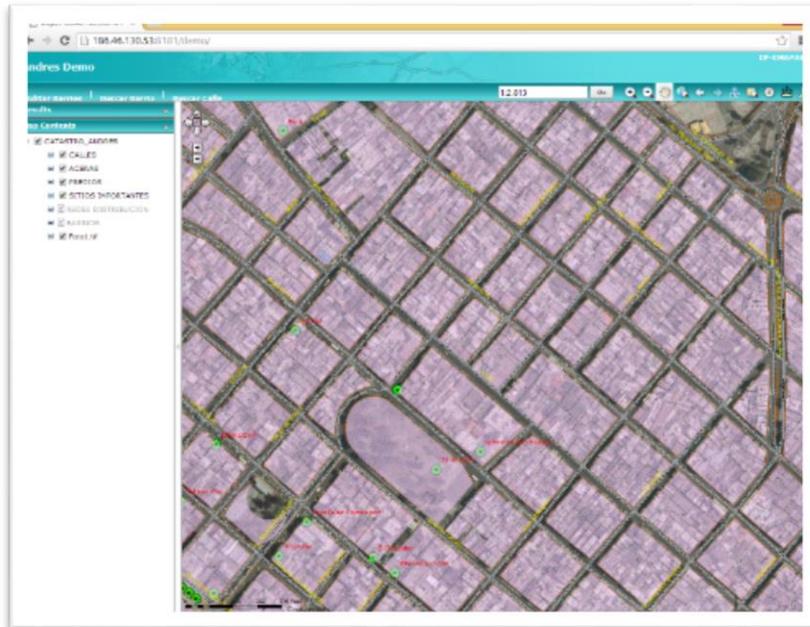
Servicio en la web elaborado con el trabajo ejecutado en línea, barrios
<http://186.46.130.53:8181/demo/>



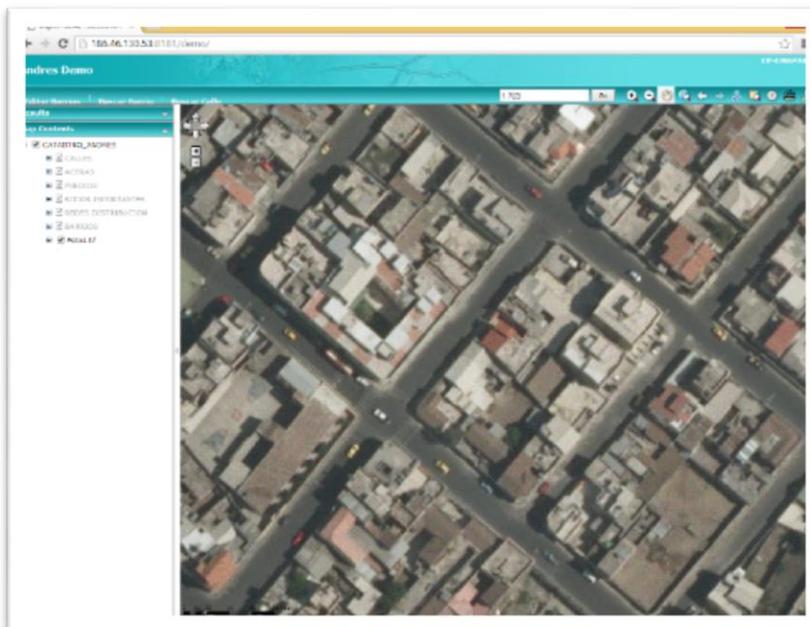
Servicio en la web elaborado con el trabajo ejecutado en línea, calles
<http://186.46.130.53:8181/demo/>



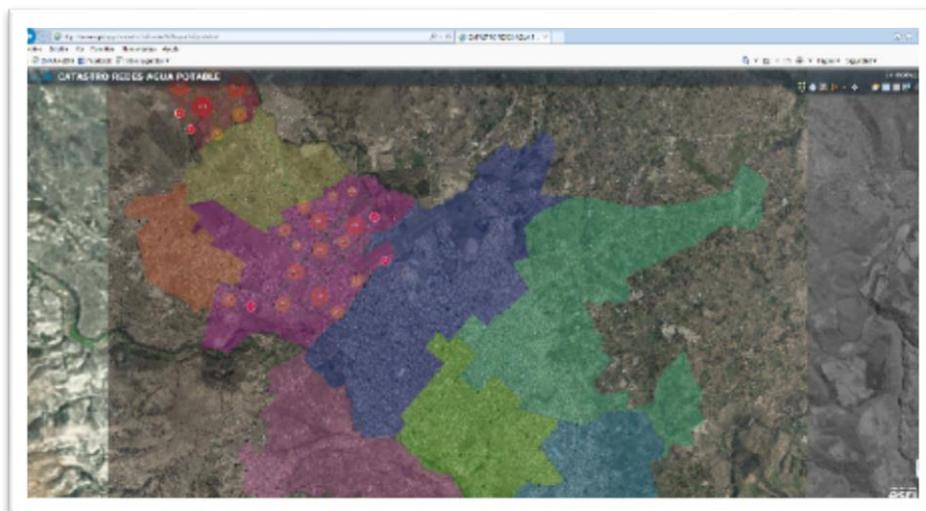
Servicio en la web elaborado con el trabajo ejecutado en línea, predios
<http://186.46.130.53:8181/demo/>



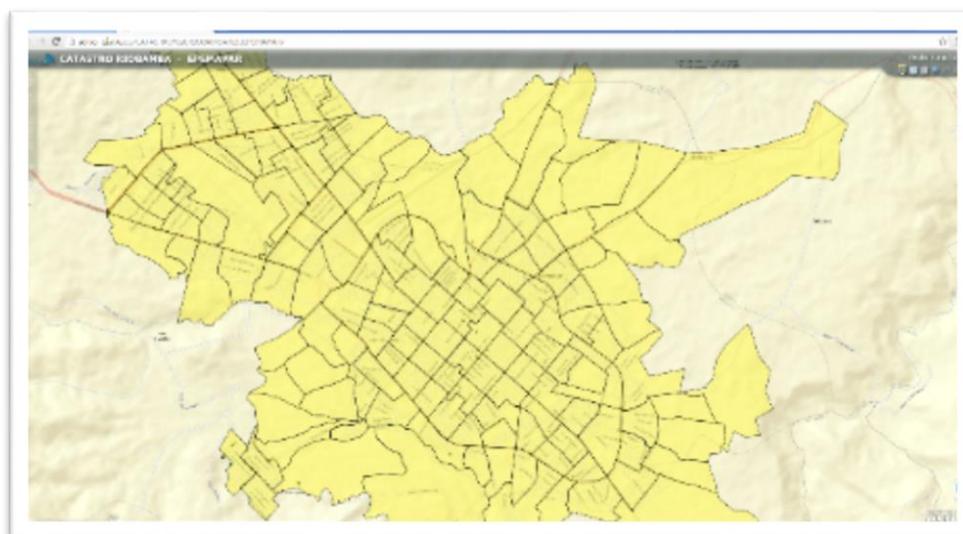
Servicio en la web elaborado con el trabajo ejecutado en línea, fotografía aérea
<http://186.46.130.53:8181/demo/>



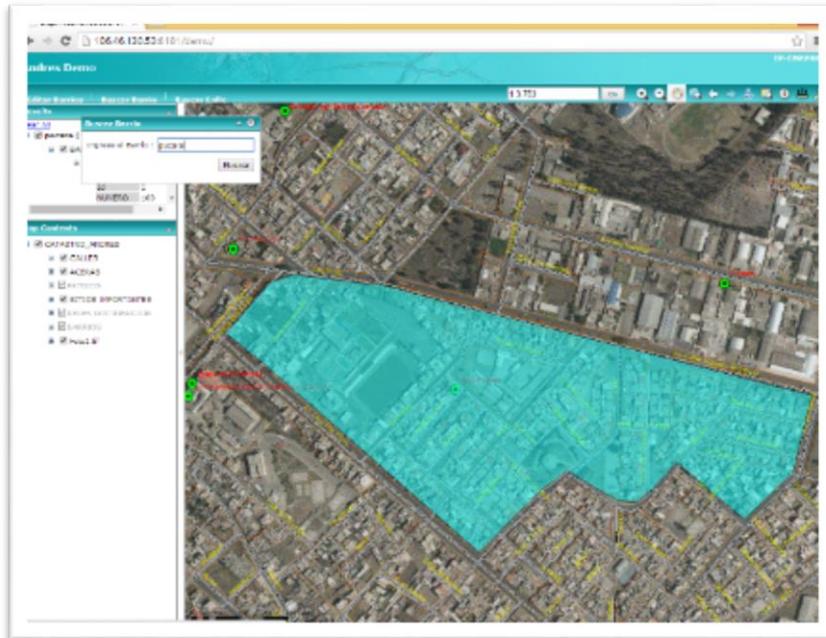
Servicio en la intranet elaborado con el trabajo ejecutado, redes de agua potable



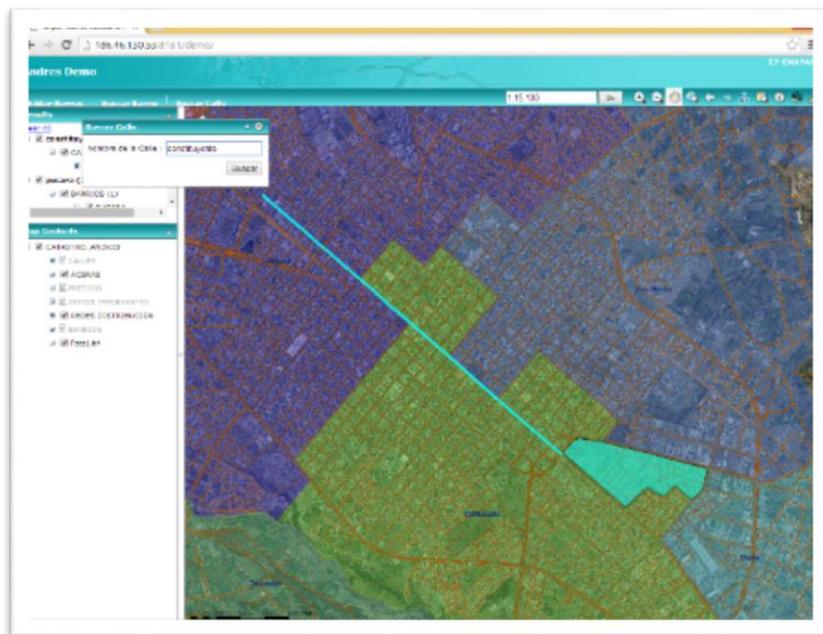
Servicio en la intranet elaborado con el trabajo ejecutado, subredes de agua potable



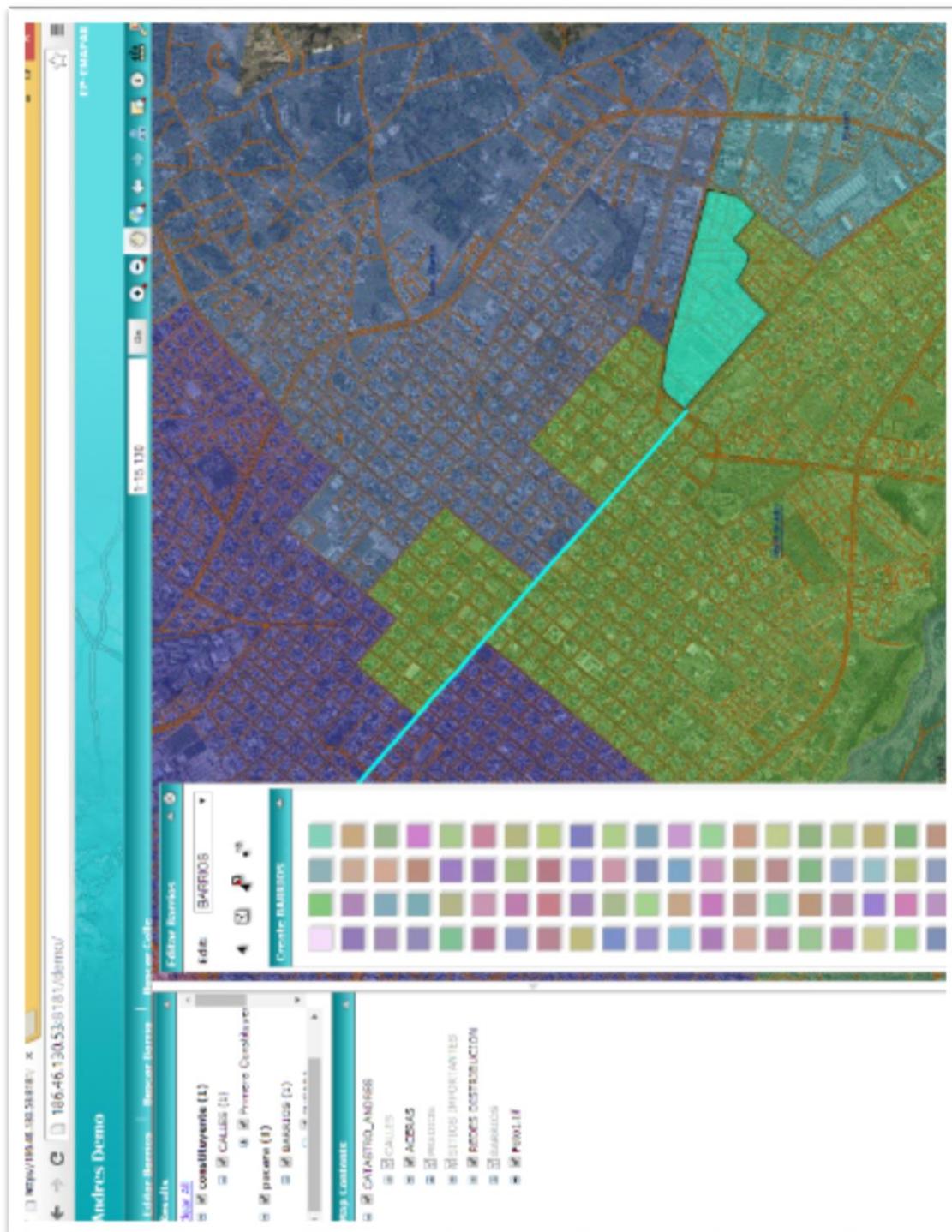
Servicio en la web elaborado con el trabajo ejecutado en línea, búsqueda de barrios <http://186.46.130.53:8181/demo/>



Servicio en la web elaborado con el trabajo ejecutado en línea, búsqueda de calles <http://186.46.130.53:8181/demo/>



Servicio en la web elaborado con el trabajo ejecutado en línea, edición de barrios
<http://186.46.130.53:8181/demo/>



ANEXO V: Descripción de redes de agua potable (ACSAM, consultora;, 2009)

Características de cada red diseñada

A continuación se realiza la descripción con las principales características de diseño de cada una de las redes diseñadas.

Red El Tratamiento

Ubicación: La red está ubicada en la parte norte de la ciudad, aproximadamente entre las cotas 2965 y 2863 msnm.

Reserva de alimentación: la red estará abastecida desde la nueva reserva diseñada junto al tratamiento actual conocido como Aireadores (cota en el fondo de la reserva 2950,90 msnm).

Área: el área a la que atenderá esta red es igual a unas 168 ha. En la actualidad, en esta área se han instalado sólo unos pequeños tramos de tuberías, existiendo entre sus pobladores, grandes dificultades para abastecerse del líquido vital.

Subsectores: esta zona de servicio ha sido dividida en 8 subsectores.

Población de servicio: de acuerdo a las estimaciones realizadas, la población fija servida a la que atenderá esta red en el año 2025 será igual a 5785 habitantes, en tanto que, esta población, para el año 2040 se incrementará a 9194 habitantes. En términos de población fija más población equivalente flotante servida, la red dará servicio a 6059 y 9560 habitantes, en su orden, para los años 2025 y 2040.

Caudal de incendio: de acuerdo a las poblaciones de servicio, se ha probado para un hidrante de 12 l/s.

Presiones dinámicas: para caudal máximo horario, se tiene una presión mínima de 6,5 mca y una presión máxima de 63,3 mca. La presión mínima se da en un área pequeña de

topografía con niveles elevados que, dada esa condición, se dificulta proporcionarles un servicio con mayores presiones.

Diámetros y longitud de la red nueva: en el cuadro siguiente se muestra el resumen de las tuberías nuevas, principales y secundarias, requeridas para la conformación de esta zona de servicio.

Tuberías nuevas en Red El Tratamiento

Diámetro (mm)	Longitud (m)
63	35.718
110	5.829
250	1.837
315	1.000
Total	44.384

Otras particularidades del diseño: La parte del extremo noroeste del sector, está ubicada en cotas que no pueden ser atendidas directamente desde la red, por lo que, se ha previsto alimentar desde la red a una reserva existente (cerca del nodo N-9) y desde allí bombear hasta una reserva en la parte alta (el bombeo y esta última reserva también son existentes) y desde aquí distribuir el agua a esta área. Debido a la topografía del lugar a la que prestará servicio la red, ha sido necesario instalar una válvula reductora de presión, que se ubicará entre los nodos N-13 y N-31 en la Panamericana Norte, Vía a Quito.

Red San José de Tapi

Ubicación: La red está ubicada en la parte norte de la ciudad, aproximadamente entre las cotas 2867 y 2819 msnm.

Reserva de alimentación: la red estará abastecida desde la reserva San José de Tapi, que está construida pero que aún no funciona, (cota en el fondo de la reserva 2881,60 msnm).

Área: el área a la que atenderá esta red es igual a unas 306 ha.

Subsectores: esta zona de servicio ha sido dividida en 16 subsectores.

Población de servicio: de acuerdo a las estimaciones realizadas, la población fija servida a la que atenderá esta red en el año 2025 será igual a 11 662 habitantes, en tanto que, esta población, para el año 2040 se incrementará a 18 532 habitantes. En términos de población fija más población equivalente flotante servida, la red dará servicio a 12 165 y 19 201 habitantes, en su orden, para los años 2025 y 2040.

Caudal de incendio: de acuerdo a las poblaciones de servicio, se ha probado para un hidrante de 12 l/s.

Presiones dinámicas: para caudal máximo horario, se tiene una presión mínima de 13,8 mca y una presión máxima de 44,6 mca.

Diámetros y longitud de la red nueva: en el cuadro siguiente se muestra el resumen de las tuberías nuevas, principales y secundarias, requeridas para la conformación de esta zona de servicio.

Tuberías nuevas en Red San José de Tapi

Diámetro (mm)	Longitud (m)
63	35.514
90	2.078
110	5.936
160	1.676
200	391
315	1.346
Total	47.272

Red El Recreo

Ubicación: La red está ubicada en la parte noroeste de la ciudad, aproximadamente entre las cotas 2876 y 2806 msnm.

Reserva de alimentación: la red estará abastecida desde la reserva El Recreo, que está construida pero que aún no funciona, (cota en el fondo de la reserva 2884,60 msnm).

Área: el área a la que atenderá esta red es igual a unas 221 ha.

Subsectores: esta zona de servicio ha sido dividida en 11 subsectores.

Población de servicio: de acuerdo a las estimaciones realizadas, la población fija servida a la que atenderá esta red en el año 2025 será igual a 7791 habitantes, en tanto que, esta población, para el año 2040 se incrementará a 12608 habitantes. En términos de población fija más población equivalente flotante servida, la red dará servicio a 8156 y 13095 habitantes, en su orden, para los años 2025 y 2040.

Caudal de incendio: de acuerdo a las poblaciones de servicio, se ha probado para un hidrante de 12 l/s.

Presiones dinámicas: para caudal máximo horario, se tiene una presión mínima de 5,9 mca y una presión máxima de 57,6 mca. En todos los puntos en los que se tienen presiones bajas se debe a que, la diferencia de nivel entre la reserva y estos puntos es de apenas unos 10 m, sin embargo, se encuentran cerca de la reserva por lo que se prevé que, aunque con presiones bajas, serán abastecidos adecuadamente.

Diámetros y longitud de la red nueva: en el cuadro siguiente se muestra el resumen de las tuberías nuevas, principales y secundarias, requeridas para la conformación de esta zona de servicio.

Tuberías nuevas en Red El Recreo

Diámetro (mm)	Longitud (m)
63	21.213
90	213
110	6.311
160	1.122
200	395
250	137
315	348
Total	29.739

Otras particularidades del diseño: Debido a la topografía del lugar a la que prestará servicio la red, ha sido necesario instalar dos válvulas reductoras de presión, que se ubicarán, la primera, entre los nodos N-69 y N-168 en la Av. Pedro Vicente Maldonado y Juan de Sosaya y, la segunda, entre los nodos N-174 y N-169 en las calles Esteban Marañón y Diego de Covio Canascal.

Red El Carmen

Ubicación: La red está ubicada en la parte norte centro de la ciudad, aproximadamente entre las cotas 2824 y 2775 msnm.

Reserva de alimentación: la red estará abastecida desde la reserva El Carmen (cota en el fondo de la reserva 2869,50 msnm).

Área: el área a la que atenderá esta red es igual a unas 611 ha, en la que se incluye a la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (ESPOCH).

Subsectores: esta zona de servicio ha sido dividida en 18 subsectores. Entre los subsectores, se encuentra la ESPOCH que tiene un área de aproximadamente 118 ha.

Población de servicio: de acuerdo a las estimaciones realizadas, la población fija servida a la que atenderá esta red en el año 2025 será igual a 25062 habitantes, en tanto que, esta población, para el año 2040 se incrementará a 44080 habitantes. En términos de población fija más población equivalente flotante servida, la red dará servicio a 31522 y 45457 habitantes, en su orden, para los años 2025 y 2040.

Caudal de incendio: de acuerdo a las poblaciones de servicio, 1 hidrante de 24 l/s.

Presiones dinámicas: para caudal máximo horario, se tiene una presión mínima de 10 mca y una presión máxima de 44,4 mca.

Diámetros y longitud de la red nueva: en el cuadro siguiente se muestra el resumen de las tuberías nuevas, principales y secundarias, requeridas para la conformación de esta zona de servicio.

Tuberías nuevas en Red El Recreo

Diámetro (mm)	Longitud (m)
63	44.569
90	147
110	7.515
160	2.464
200	738
250	462
315	1.591
400	415
500	2.457
Total	60.358

Otras particularidades del diseño: Debido a la topografía del lugar a la que prestará servicio la red, ha sido necesario instalar dos válvulas reductoras de presión, que se ubicarán, la primera, a unos 79 m antes del nodo N-2 en la Av. José Lizarzaburu y Remigio Romero y Cordero y, la segunda, entre los nodos N-200 y N-201 en la Av. José Lizarzaburu y Av. Saint Amand Montroond.

Red La Saboya

Ubicación: Es una de las redes que está ubicada en la parte central de la ciudad, aproximadamente entre las cotas 2794 y 2727 msnm.

Reserva de alimentación: la red estará abastecida desde la reserva La Saboya (cota en el fondo de la reserva 2817 msnm).

Área: el área a la que atenderá esta red es igual a unas 907 ha.

Subsectores: esta zona de servicio ha sido dividida en 36 subsectores.

Población de servicio: de acuerdo a las estimaciones realizadas, la población fija servida a la que atenderá esta red en el año 2025 será igual a 64392 habitantes, en tanto que, esta población, para el año 2040 se incrementará a 73490 habitantes. En términos de población fija más población equivalente flotante servida, la red dará servicio a 66589 y 76628 habitantes, en su orden, para los años 2025 y 2040.

Caudal de incendio: de acuerdo a las poblaciones de servicio, 3 hidrantes de 24 l/s.

Presiones dinámicas: para caudal máximo horario, se tiene una presión mínima de 9,2 mca y una presión máxima de 49,5 mca. La presión de 9,2 mca se presenta en un extremo de la red, todos los demás puntos tienen presiones mayores a los 11 mca.

Diámetros y longitud de la red nueva: en el cuadro siguiente se muestra el resumen de las tuberías nuevas, principales y secundarias, requeridas para la conformación de esta zona de servicio.

Tuberías nuevas en Red La Saboya

Diámetro (mm)	Longitud (m)
63	90.269
90	567
110	27.966
160	2.264
200	2.999
250	5.513
315	2.986
355	1.850
400	2.157
500	171
630	1.186
<u>Total</u>	<u>137.928</u>

Otras particularidades del diseño: Debido a la topografía del lugar a la que prestará servicio la red, ha sido necesario instalar una válvula reductora de presión, que se ubicará, cerca del nodo N-0659 en la Av. Atahualpa y calle San Andrés.

Red San Martín de Veranillo

Ubicación: Es una de red que está ubicada en la parte centro este de la ciudad, aproximadamente entre las cotas 2790 y 2728 msnm.

Reserva de alimentación: la red estará abastecida desde la reserva diseñada San Martín de Veranillo (cota en el fondo de la reserva 2800 msnm).

Área: el área a la que atenderá esta red es igual a unas 942 ha.

Subsectores: esta zona de servicio ha sido dividida en 23 subsectores.

Población de servicio: de acuerdo a las estimaciones realizadas, la población fija servida a la que atenderá esta red en el año 2025 será igual a 29246 habitantes, en tanto que, esta población, para el año 2040 se incrementará a 40678 habitantes. En términos de población fija más población equivalente flotante servida, la red dará servicio a 30115 y 42422 habitantes, en su orden, para los años 2025 y 2040.

Caudal de incendio: de acuerdo a las poblaciones de servicio, 2 hidrantes de 24 l/s.

Presiones dinámicas: para caudal máximo horario, se tiene una presión mínima de 7,9 mca y una presión máxima de 59,7 mca. La presión de 7,9 mca se presenta en un punto alto de la red, todos los demás puntos tienen presiones mayores a los 16 mca.

Diámetros y longitud de la red nueva: en el cuadro siguiente se muestra el resumen de las tuberías nuevas, principales y secundarias, requeridas para la conformación de esta zona de servicio.

Tuberías nuevas en Red San Martín de Veranillo

Diámetro (mm)	Longitud (m)
63	79.901
110	28.994
160	5.996
200	1.802
315	2.712
355	1.784
500	1.073
Total	122.671

Red Maldonado

Ubicación: Es una de las redes que está ubicada en la parte central de la ciudad, aproximadamente entre las cotas 2762 y 2649 msnm.

Reserva de alimentación: la red estará abastecida desde la reserva existente Maldonado (cota en el fondo de la reserva 2792 msnm).

Área: el área a la que atenderá esta red es igual a unas 610 ha.

Subsectores: esta zona de servicio ha sido dividida en 27 subsectores.

Población de servicio: de acuerdo a las estimaciones realizadas, la población fija servida a la que atenderá esta red en el año 2025 será igual a 39026 habitantes, en tanto que, esta población, para el año 2040 se incrementará a 44146 habitantes. En términos de población fija más población equivalente flotante servida, la red dará servicio a 39760 y 45213 habitantes, en su orden, para los años 2025 y 2040.

Caudal de incendio: de acuerdo a las poblaciones de servicio, 2 de 24 l/s.

Presiones dinámicas: para caudal máximo horario, se tiene una presión mínima de 12,6 mca y una presión máxima de 59,0 mca. La presión de 59 mca se presenta en un solo punto de la red, todos los demás puntos tienen presiones menores a los 52 mca.

Diámetros y longitud de la red nueva: en el cuadro siguiente se muestra el resumen de las tuberías nuevas, principales y secundarias, requeridas para la conformación de esta zona de servicio.

Tuberías nuevas en Red Maldonado

Diámetro (mm)	Longitud (m)
63	55.690
90	750
110	16.816
160	2.826
200	7.462
250	2.684
315	2.758
355	2.052
400	146
500	2.087
Total	93.271

Red Piscín

Ubicación: Es una red que está ubicada al sureste de la ciudad, aproximadamente entre las cotas 2744 y 2599 msnm.

Reserva de alimentación: la red estará abastecida desde la reserva recién construida Piscín (cota en el fondo de la reserva 2767 msmsm).

Área: el área a la que atenderá esta red es igual a unas 644 ha.

Subsectores: esta zona de servicio ha sido dividida en 12 subsectores.

Población de servicio: de acuerdo a las estimaciones realizadas, la población fija servida a la que atenderá esta red en el año 2025 será igual a 9373 habitantes, en tanto que, esta población, para el año 2040 se incrementará a 13192 habitantes. En términos de población

fija más población equivalente flotante servida, la red dará servicio a 9732 y 13788 habitantes, en su orden, para los años 2025 y 2040.

Caudal de incendio: de acuerdo a las poblaciones de servicio, se ha probado para un hidrante de 12 l/s.

Presiones dinámicas: para caudal máximo horario, se tiene una presión mínima de 9,3 mca, una presión media de unos 26 mca y se presentan para unos seis puntos bajos presiones mayores a los 60 mca que, para poder bajarlas se requiere de nuevas válvulas reductoras de presión, que no se recomienda se instalen en la primera etapa sino cuando se incremente el número de usuarios con estas presiones.

Diámetros y longitud de la red nueva: en el cuadro siguiente se muestra el resumen de las tuberías nuevas, principales y secundarias, requeridas para la conformación de esta zona de servicio.

Tuberías nuevas en Red Piscín

Diámetro (mm)	Longitud (m)
63	16.636
90	83
110	14.284
160	3.114
200	1.797
250	439
315	1.144
Total	37.497

Otras particularidades del diseño: Debido a la topografía del lugar a la que prestará servicio la red, ha sido necesario instalar dos válvulas reductoras de presión, que se ubicarán,

la primera, en la Vía a Chambo a unos 300 m antes del desvío hacia Licto y, la segunda, en la Vía a Licto a unos 420 m luego del cruce con la Vía a Chambo.

Red Yaruquíes

Ubicación: Es una red que está ubicada al suroeste de la ciudad, aproximadamente entre las cotas 2839 y 2716 msnm.

Reserva de alimentación: la red estará abastecida desde la reserva existente Yaruquíes (cota en el fondo de la reserva 2850 msnm).

Área: el área a la que atenderá esta red es igual a unas 458 ha.

Subsectores: esta zona de servicio ha sido dividida en 7 subsectores.

Población de servicio: de acuerdo a las estimaciones realizadas, la población fija servida a la que atenderá esta red en el año 2025 será igual a 6767 habitantes, en tanto que, esta población, para el año 2040 se incrementará a 11097 habitantes. En términos de población fija más población equivalente flotante servida, la red dará servicio a 6843 y 11288 habitantes, en su orden, para los años 2025 y 2040.

Caudal de incendio: de acuerdo a las poblaciones de servicio, se ha probado para un hidrante de 12 l/s.

Presiones dinámicas: para caudal máximo horario, se tiene una presión mínima de unos 8 mca (se presenta en dos puntos, todos los demás, son mayores a 10 mca), una presión media de unos 38 mca y una presión máxima de unos 56 mca.

Diámetros y longitud de la red nueva: en el cuadro siguiente se muestra el resumen de las tuberías nuevas, principales y secundarias, requeridas para la conformación de esta zona de servicio.

Tuberías nuevas en Red Yaruquíes

Diámetro (mm)	Longitud (m)
63	10.888
110	15.784
160	736
200	1.581
250	61
Total	29.050