



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



INSTITUTO DE POSTGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERIA DE SOFTWARE

**“LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y SU INCIDENCIA EN LA
VISUALIZACIÓN INTERACTIVA DE RESULTADOS SOCIO-AMBIENTALES DEL USO
DE AGUA Y ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE IBARRA-ECUADOR”**

**Trabajo de Postgrado previo a la obtención del Título de Magíster en Ingeniería del
Software**

DIRECTOR:

Larry M. Frolich, PhD.

AUTOR:

Hernán Patricio Castro Andrade

IBARRA - ECUADOR

2018

APROBACIÓN DEL TUTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Resolución No. 001-073 CEAACES-2013-13
INSTITUTO DE POSGRADO



Ibarra, 06 de julio del 2018

Dra. Lucía Yépez V MSc.

Directora
Instituto de Posgrado

ASUNTO: Conformidad con el documento final

Señora Directora:

Nos permitimos informar a usted que revisado el Trabajo de Grado "LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y SU INCIDENCIA EN LA VISUALIZACIÓN INTERACTIVA DE RESULTADOS SOCIO-AMBIENTALES DEL USO DE AGUA Y ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE IBARRA-ECUADOR" del maestrante HERNÁN PATRICIO CASTRO ANDRADE del Programa de Maestría en INGENIERÍA DEL SOFTWARE, tenemos a bien certificar que ha sido acogidas y satisfechas todas las observaciones realizadas.

Atentamente,

	Apellidos y Nombres	Firma
Tutor/a	LARRY M. FROLICH, PHD.	
Asesor/a	ROMERO MARIA JOSE, MSc	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	0401232426		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Castro Andrade Hernán Patricio		
DIRECCIÓN:	Av. Ricardo Sánchez, Ibarra-Ecuador		
EMAIL:	hernanpatricioc5@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0989979539

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y SU INCIDENCIA EN LA VISUALIZACIÓN INTERACTIVA DE RESULTADOS SOCIO-AMBIENTALES DEL USO DE AGUA Y ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE IBARRA-ECUADOR
AUTOR (ES):	Castro Andrade Hernán Patricio
FECHA: DD/MM/AAAA	18/07/2018
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input type="checkbox"/> PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Maestría en Ingeniería del Software
ASESOR /DIRECTOR:	Romero María José, MSc - Larry M. Frolich, PhD

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 18 días del mes de julio del 2018

EL AUTOR:

(Firma).....

Nombre: Hernán Patricio Castro Andrade

DEDICATORIA

Quiero dedicarles este trabajo a mis padres y a todas las personas que me supieron alentar en mis estudios, con su ánimo me ayudaron a culminar esta investigación.

A mis hermanos, quienes siempre apoyan en el camino de mi vida.

Tabla de contenido

CAPÍTULO I.....	14
INTRODUCCIÓN	14
1.1 Problema de Investigación	16
1.2 Formulación de problema	18
1.3 Objetivos de la investigación	18
1.3.1. Objetivo General.....	18
1.3.2. Objetivos Específicos	18
1.4 Hipótesis o preguntas de Investigación.....	19
1.4 Justificación	19
CAPÍTULO II.....	21
MARCO REFERENCIAL	21
2.1. Antecedentes	21
2.2. Referentes teóricos.....	23
2.2.1. Fundamentación Filosófica.....	23
2.2.2. Análisis de herramientas de SIG	23
2.2.3. Componentes del SIG.....	24
2.2.4. Arquitectura de un SIG	25
2.2.5. Ventajas de los Clientes Ligeros versus de Escritorio	27
2.2.6. Fundamentación Legal	28
CAPITULO III	32
MARCO METODOLÓGICO	32
3.1. Descripción del área de estudio	32
3.1.2. Alcance	32
3.2. Diseño y tipo de investigación	33
3.2.1. PRIMERA ETAPA, Selección del visor geográfico:	33
3.2.2. SEGUNDA ETAPA, tratamiento digital de los datos.....	38
3.2.3. TERCERA ETAPA, Creación de la aplicación informática.	48
3.2.4. CUARTA ETAPA, Visualización de datos y su incidencia.....	51
CAPITULO IV	53
RESULTADOS Y DISCUSIÓN O PROPUESTA	53
4. Resultados:.....	53
4.1. PRIMERA ETAPA: análisis de SIG y selección del visor geográfico	53
4.1.2. Descripción básica de grupos de herramientas SIG	54

4.1.3.	Normativas y estándares de los SIG que se aplican en los Visores geográficos.	58
4.1.4.	Aplicación de variables al grupo de visores Web (Clientes ligeros).....	61
4.1.5.	Características del visor GeoMoose seleccionado.....	65
4.1.5.1.	Principales características	66
4.1.5.2.	Estructura de GeoMoose	67
4.2.	SEGUNDA ETAPA, Adaptación digital de los datos	71
4.3.	TERCERA PARTE, Creación de la aplicación informática.....	79
4.3.5.5.	Roles de la metodología XP.....	88
4.3.5.6.	Desarrollo Práctico utilizando la metodología XP (eXtreme Programming).....	89
4.3.5.7.	Asignación de roles del proyecto	94
4.3.5.8.	Tareas de ingeniería (Task card).....	95
	Plan de entrega del proyecto	96
	Modelos para el desarrollo del software	97
	Ciclo de vida del SVI (Sistema Visor Interactivo).....	98
	Descripción Tareas De Ingeniería	99
4.3.5.11.	Pruebas de aceptación primera iteración.....	110
4.3.5.14.	Bosquejos del sistema, segunda iteración	120
4.3.5.15.	Pruebas de aceptación segunda iteración.....	123
4.4.	CUARTA ETAPA: Incidencia de la aplicación informática	125
4.4.1.	Análisis de los resultados generales de la investigación	132
	CAPITULO V.....	134
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	134
	Conclusiones:.....	134
	Recomendaciones:	135
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	137
	ANEXOS	142
	Anexo 1.....	142
	Anexo 2.....	160
	Anexo 3.....	163

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fundamentación legal.....	28
Tabla 2. Variables para clasificación de un visor geográfico.....	36
Tabla 3. Barrios y parroquias urbanas y rurales de Ibarra.....	44
Tabla 4. Variables para seleccionar la metodología.....	50
Tabla 5. Variables comparativas para el nivel de agilidad.....	51
Tabla 6. Tipo de herramientas SIG.....	53
Tabla 7. Estándares y Normativas para el desarrollo de un SIG.....	58
Tabla 8. Análisis comparativo de herramientas SIG, clientes ligeros o de navegador Web.....	62
Tabla 9. Principales Lenguajes de desarrollo.....	67
Tabla 10. Variables y funciones de control en un Layer.....	68
Tabla 11. Datos multitemporales del número de medidores.....	72
Tabla 12. Consumo multitemporal en m ³ de agua potable.....	72
Tabla 13. Valoración de metodologías basado en autores conocidos en el área de Software.....	80
Tabla 14. Coincidencias de búsqueda por nivel de popularidad en buscadores Web. ...	81
Tabla 15. Especificaciones de cada metodología según las variables o criterios utilizadas.....	81
Tabla 16. Resumen de Ventajas y desventajas.....	82
Tabla 17. Valores para obtener la agilidad de la metodología XP.....	83
Tabla 18. Valores para obtener la agilidad de la metodología SCRUM.....	84
Tabla 19. Resultados finales comparativos.....	85
Tabla 20. Descripción de una historia de usuario.....	86
Tabla 21. Detalle de una tarea de ingeniería.....	87
Tabla 22. Plantilla de Prueba de aceptación.....	87
Tabla 23. Plantilla de una Tarjeta CRC.....	88
Tabla 24. Listado de historias de usuario.....	89
Tabla 25. Historial de Accesos al sistema.....	90
Tabla 26. Parámetros del sistema.....	90
Tabla 27. Categorización de mapas.....	91
Tabla 28. Carga de capas geográficas.....	91
Tabla 29. Administración del catálogo de objetos IGM.....	92
Tabla 30. Administración de los Metadatos Cartográficos.....	92
Tabla 31. Gráficos estadísticos.....	93
Tabla 32. Interfaz del usuario Frontend.....	93
Tabla 33. Interfaz de consultas.....	94
Tabla 34. Asignación de roles.....	94
Tabla 35. Descripción de tareas de ingeniería para el desarrollo de la aplicación informática.....	95
Tabla 36. Cronograma de actividades para el desarrollo de las historias de usuario.....	96
Tabla 37. Historias de usuario, Primera iteración de entregables.....	99
Tabla 38. Diseño de Interfaz para el Acceso a la administración del Sistema cartográfico.....	99
Tabla 39. Validación de usuarios del ingreso al sistema.....	99
Tabla 40. Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios.....	100

Tabla 41. Diseño de Interfaz para el ingreso de parámetros	100
Tabla 42. Validación de parámetros	101
Tabla 43. Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios	101
Tabla 44. Diseño y agrupamiento para la creación del árbol de categorías afines	101
Tabla 45. Categorización de mapas de acuerdo al grupo tipo árbol	102
Tabla 46. Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios	102
Tabla 47. Diseño de la interfaz para la carga de capas geográfica	102
Tabla 48. Validación de la carga de capas geográficas	103
Tabla 49. Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios	103
Tabla 50. Diseño de la interfaz para la administración del catálogo de Objetos del IGM	103
Tabla 51. Validación de los datos previo a su ingreso a la base de datos	104
Tabla 52. Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios	104
Tabla 53. Diseño de la interfaz para la administración de los Metadatos Cartográficos	105
Tabla 54. Validación de los datos previo al ser respaldados	105
Tabla 55. Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios	105
Tabla 56. Historias de usuario, Primera iteración de entregables, prototipos	106
Tabla 57. Listado de las historias de usuario que se someterán a validaciones	110
Tabla 58. Acceso al sistema	110
Tabla 59. Parámetros del sistema	111
Tabla 60. Categorización de mapas	112
Tabla 61. Carga de capas geográficas	112
Tabla 62. Administración del catálogo de objetos IGM	113
Tabla 63. Administración de los Metadatos Cartográficos	113
Tabla 64. Historiales para segunda iteración	114
Tabla 65. Tareas de usuario para la segunda iteración	114
Tabla 66. Diseño de la interfaz para las consultas personalizadas y generación estadística.....	115
Tabla 67. Validación de los datos para la consulta y generación de Gráficos estadísticos	115
Tabla 68. Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios	116
Tabla 69. Diseño de toda la interfaz del visor hacia el cliente final	116
Tabla 70. Validación de cargas visuales de la interfaz del usuario frontend.....	117
Tabla 71. Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios	117
Tabla 72. Diseño de la interfaz para las consultas de datos y vinculación con herramientas de BI.....	117
Tabla 73. Validación de la consulta realizada dentro del BI y comparación en el visor geográfico	118
Tabla 74. Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios	118
Tabla 75. Gráficos estadísticos	118
Tabla 76. Interfaz del usuario Frontend.....	119
Tabla 77. Interfaz de consultas	119
Tabla 78. Historias de usuario, Segunda iteración de entregables, prototipos	120
Tabla 79. Listado de las historias de usuario que se someterán a validaciones	123
Tabla 80. Diseño de la interfaz para las consultas.....	123
Tabla 81. Diseño de toda la interfaz del visor	124

Tabla 82. Diseño de la interfaz para las consultas de datos	125
Tabla 83. Variables para cálculos del tamaño de la muestra.....	130
Tabla 84. Comparación entre metodologías tradicionales y ágiles.	143
Tabla 85. Criterios de valoración según	144
Tabla 86. Criterios de valoración para calificar las metodologías	144
Tabla 87. Valoración mediante investigación	145
Tabla 88. Criterios de valoración respecto al Uso, Aplicabilidad, Capacidad de Agilidad, Proceso y productos.....	146
Tabla 89. Criterios comparativos entre metodologías.	149
Tabla 90. Criterios de prácticas inmersos en las metodologías	150
Tabla 91. Comparación del grado de agilidad entre las metodologías XP, SCRUM y Delfdroid.....	151
Tabla 92. Grado de agilidad de las metodologías XP, SCRUM, Delfdroid en la tercera dimensión 3.....	151
Tabla 93. Criterios de los Procesos de Software en, XP, SCRUM, Delfdroid.....	154
Tabla 94. Resumen de la Metodología SCRUM	155

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol del problema	18
Figura 2. Simulación del cambio en la densidad poblacional mediante LanduseSIM.	22
Figura 3. Componentes de un SIG.....	24
Figura 4. División distinta del SIG.	25
Figura 5. Arquitectura de un SIG.	25
Figura 6. Grupo del inicio y clasificación en el ámbito del SIG móvil en función de las tecnologías.	26
Figura 7. Tipos y representación de datos espaciales.	27
Figura 8. Categorías fundamentales.	30
Figura 9. Ubicación del área de estudio del proyecto macro.	32
Figura 10. Sector de estudio.	33
Figura 11. Entidades geométricas.....	39
Figura 12. Catastro del cantón Ibarra.	40
Figura 13. Datos generales INEC, Urbano Rural.....	41
Figura 14. Creación de un archivo XLS a Shapefile.....	41
Figura 15. Capas CAD de Barrios urbanos de la ciudad de Ibarra.....	42
Figura 16. Datos iniciales de EMELNORTE.	48
Figura 17. Tipos de herramientas de un SIG.	54
Figura 18. Análisis general de visores geográficos, Clientes ligeros o de navegador Web.....	65
Figura 19. Interfaz principal del visor GeoMoose.	66
Figura 20. Búsqueda por polígonos como parte de la usabilidad.....	70
Figura 21. Recorte del shapefile perteneciente a la ciudad de Ibarra (WGS84).....	71
Figura 22. Recorte del área de estudio urbano rural, ciudad de Ibarra.	72
Figura 23. Recorte del área de estudio 32 zonas datos INEC urbano rural, ciudad de Ibarra.	73
Figura 24. Barrios del área de estudio.	74
Figura 25. Perfil del Catón Ibarra.	74
Figura 26. Catastro del área de estudio conjuntamente con 32 zonas censales 2010.	75
Figura 27. Predios con área de construcción.	75
Figura 28. Nombres y ubicaciones de Instituciones importantes.	76
Figura 29. Parroquias del cantón Ibarra.	76
Figura 30. Codificación de 32 sectores censales.	77
Figura 31. Ubicación de medidores de consumo del recurso agua tipo residencial.	77
Figura 32. Zonas urbanas dentro del cantón Ibarra.	78
Figura 33. Puntos de ubicación de medidores de energía eléctrica EMELNORTE, capa inferior zona de estudio.	78
Figura 34. Modelo relacional de la base de datos.	97
Figura 35. Arquitectura de la aplicación informática.....	97
Figura 36. Diagrama de secuencia para el ingreso de información a la base de datos.	98
Figura 37. Diseño del bosquejo de acceso al sistema.	106
Figura 38. Pantalla principal de la aplicación informática.	107
Figura 39. Diseño del bosquejo, Importación de archivos shapefile.....	107
Figura 40. Diseño del bosquejo, Administrador de metadatos.....	108
Figura 41. Interfaz de acceso a la administración de parámetros.....	108
Figura 42. Interfaz del administrador de parámetros de la aplicación.....	109
Figura 43. Interfaz de carga de layers a la base de datos.	109
Figura 44. Interfaz de tabla de atributos de un layer.....	110

Figura 45. Diseño del bosquejo, Pantalla frontend.	120
Figura 46. Diseño del bosquejo, Pantalla frontend de búsquedas y visor geográfico.	121
Figura 47. Interfaz del visor frontend.	121
Figura 48. Pantalla de búsquedas en capas activas.	122
Figura 49. Pantalla de búsqueda en layers activos.	122
Figura 50. Pantalla de diagramas estadísticos.	123
Figura 51. Resultados porcentuales pregunta uno.	126
Figura 52. Resultados porcentuales pregunta dos.	126
Figura 53. Resultados porcentuales pregunta tres.	127
Figura 54. Resultados porcentuales pregunta cuatro.	127
Figura 55. Resultados porcentuales pregunta cinco.	128
Figura 56. Resultados porcentuales pregunta seis.	128
Figura 57. Resultados porcentuales pregunta siete.	129
Figura 58. Resultados porcentuales pregunta ocho.	129
Figura 59. Resultados porcentuales pregunta nueve.	130
Figura 60. Resultados porcentuales pregunta diez.	130
Figura 61. Fórmula para obtener el valor de muestreo de una población finita.	130
Figura 62. Ciclo de la metodología SCRUM.	155

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
INSTITUTO DE POSGRADO
PROGRAMA DE MAESTRÍA

“LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y SU INCIDENCIA EN LA VISUALIZACIÓN INTERACTIVA DE RESULTADOS SOCIO-AMBIENTALES DEL USO DE AGUA Y ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE IBARRA-ECUADOR”

Autor: Ing. Hernán Patricio Castro Andrade

Tutor: PhD, Larry M. Frolich

Año: 2018

RESUMEN

Este trabajo se desarrolló un sitio Web incorporando un visor geográfico interactivo para las empresas proveedoras de energía eléctrica y agua potable para mejorar la calidad del servicio al cliente. En esta investigación se reúne resultados de las empresas EMELNORTE y EMAPA de la ciudad de Ibarra y adicionalmente de otras entidades que coadyuvan a una mejor representación geográfica de resultados de datos del INEC del país, sitios importantes, catastro urbano, para lograr identificar los factores más relevantes que influyen en el consumo del recurso agua y energía eléctrica. Con la finalidad de visualizar interactivamente y geográficamente los datos, se llevó a cabo una selección técnica y mejoramiento de usabilidad de un visor geográfico, como también una adaptación digital de los archivos cartográficos de los resultados adquiridos en un mismo sistema de coordenadas y proyección. Adicionalmente el desarrollo de una aplicación Web que permita administrar e importar nuevos análisis y resultados hacia el visor geográfico para mantener actualizado los datos del uso de agua y energía eléctrica comparado con factores socio-ambientales. Así también la selección técnica de una metodología ágil de desarrollo de software y la adaptabilidad de la misma con la finalidad de incorporar calidad a la aplicación informática, y finalmente teniendo como resultado la utilización y administración de un visor geográfico que incida en una mejor planificación de estas empresas en beneficio de la urbe.

Palabras clave: software GIS, usabilidad, visor geográfico, cartografía

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
INSTITUTO DE POSGRADO
PROGRAMA DE MAESTRÍA

“LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y SU INCIDENCIA EN LA
VISUALIZACIÓN INTERACTIVA DE RESULTADOS SOCIO-AMBIENTALES DEL USO
DE AGUA Y ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE IBARRA-ECUADOR”

Autor: Ing. Hernán Patricio Castro Andrade

Tutor: PhD, Larry M. Frolich

Año: 2018

ABSTRACT

This work is a website was developed incorporating an interactive geographic viewer for electricity and drinking water supply companies to improve the quality of customer service. This research brings together the results of the companies EMELNORTE and EMAPA of the city of Ibarra and additionally of other entities that contribute to a better geographical representation of data results of the INEC of the country, important sites, urban cadastre, in order to identify the most important factors relevant factors that influence the consumption of water and electricity. In order to interactively and geographically visualize the data, a technical selection and improvement of usability of a geographic viewer was carried out, as well as a digital adaptation of the cartographic files of the results acquired in the same coordinate and projection system. Additionally, the development of a Web application that allows managing and importing new analyzes and results towards the geographic viewer to keep the data of the use of water and electric power updated compared to socio-environmental factors. Also the technical selection of an agile software development methodology and its adaptability in order to incorporate quality to the computer application, and finally resulting in the use and administration of a geographic viewer that affects better planning these companies for the benefit of the city.

Keywords: GIS software, usability, geographic viewer, mapping

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de información geográfica en los últimos años han experimentado un amplio crecimiento a nivel de todo el mundo, por permitir el manejo de la información a nivel espacial y la modelización de la realidad del espacio físico, esta nueva forma de representación del espacio terrestre y análisis de datos permite ampliar el campo de los SIG (Sistemas de información geográfica), hacia otras ramas del conocimiento que requiere de un componente espacial para revelar los enigmas de la localización, condición, tendencia, distribución y modelación (Ordóñez, Mier y Álvarez, 2010).

El auge de las tecnologías igualmente ha permitido que los sistemas de información geográfica migren a la Web a través del uso del Internet con interfaces desarrolladas mediante un conjunto de tecnologías que ha permitido crear páginas Web interactivas y sencillas de utilizar facilitando al usuario el acceso y generación de información georreferenciada.

La aplicación de sistemas SIG están manifestados en Europa en el manejo de proyectos, como: el SIGC (sistemas de información geográfica corporativo). Es una iniciativa promovida por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia en la Junta de Andalucía en España. El objetivo primordial fue desarrollar una plataforma orientada a servicios de mapas interactivos en la Web, geocodificación de direcciones postales y clientes Web de referencia, según mencionan Ordóñez, Mier y Álvarez (2010). Uno de los objetivos específicos fue producto de software libre mediante la utilización de PostgreSQL (sistema base de datos relacional), J2EE (Java 2 Enterprise Edition) y PostGIS (módulo que añade soporte de objetos geográficos).

A nivel nacional existe el geoportal IGM (Instituto Geográfico Militar) que brinda servicios en un listado de varios sitios Web de las instituciones públicas que permiten organizar, visualizar y descargar los datos geográficos que disponen según sea el caso, en forma libre, tales como: mapas, Orto-fotos, información nacional y regional con una resolución de 50k/wms y 25k/wms. El Instituto Nacional Geológico Minero Metalúrgico del Ecuador, Ministerio del Ambiente, Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Ministerio de Salud Pública, Universidad del Azuay, Gobierno Provincial Autónomo de El Oro, Agencia Nacional Postal, Secretaría del Agua, Agencia de Regulación y Control del Agua (IGM, 2017). Este

sistema nacional permite la interacción de actores con el objeto de acceder, recoger, almacenar y transformar datos en información relevante para la planificación del desarrollo a nivel nacional; de esta manera la información del mapeo y los datos geográficos sean transparentes y disponibles para todos los interesados.

Otro sitio Web donde se encuentra datos geográficos y estadísticos es en el SNI (Sistema Nacional de Información) constituye un conjunto de elementos geográfico-estadísticos donde interactúan varios actores en la transformación de datos a información para mejorar la planificación a nivel nacional. Elementos como: proyecciones y estudios demográficos, infraestructura ecuatoriana de datos geoespaciales, descarga de información territorial, entre otros. Hay que mencionar que dentro de los datos geoespaciales dentro de la infraestructura ecuatoriana agrupa varios portales, como:

- Instituto Geográfico Militar (IGM)
- Ministerio de Agricultura y Ganadería
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda
- Ministerio de Defensa
- Ministerio de Minería
- Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico
- Instituto Oceanográfico de la Armada
- Instituto Espacial Ecuatoriano, entre otros (SNI, 2018).

En la ciudad de Ibarra se puede nombrar a la Prefectura de Imbabura como una entidad precursora en el área de los SIG cuyo portal Web presenta algunos servicios de información geográfica, como:

- El mapeo de proyectos ejecutados
- Estados de las obras de adoquinados, asfaltado, puentes, rehabilitación de riego, entre otros.

Son expuestos en un visor geográfico el cual muestra datos importantes de cada obra desde hace cinco años, presentación de ortofotos, imágenes satelitales e imágenes tomadas por drones (Prefectura de Imbabura, 2017).

La ciudad de Ibarra de tamaño mediano con una población de aproximadamente 150000 habitantes cinco zonas, cinco parroquias urbanas, siete parroquias rurales y 106 barrios,

situada en un lugar montañoso y estratégico con avances técnicos significativos, pero con poco análisis y planificación integrada, como, por ejemplo:

La integración de datos con el INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos 2010) donde existe información del número de habitantes, densidad poblacional, número de viviendas, nivel de educación, población económicamente activa (PEA), índice social de necesidades básicas insatisfechas (NBI), datos catastrales que dispone con información relevante, como: área de construcción, tipo de construcción, valoración de predios, entre otros datos. Todos estos datos multitemporales disponibles se podrían integrar para un mejor análisis para la planificación urbano rural.

De todo lo mencionado anteriormente es imprescindible incorporar una herramienta que visualice georreferenciadamente datos agrupados por indicadores estratégicos para enfocar de manera precisa una planificación donde involucre la información dispersa de la Municipalidad, EMELNORTE, EMAPA, INEC y con ayuda de herramientas de BI solventar problemas que se vienen dando actualmente.

1.1 Problema de Investigación

El auge de la tecnología contribuye a que se debe estar en una constante actualización y mejoramiento de herramientas de software de visualización geográfica para el tratamiento y análisis de la información de los usuarios y como en el transcurso del tiempo EMELNORTE y EMAPA, empresas administradoras de energía eléctrica y agua potable respectivamente. Los cambios de infraestructura en la red de suministro para abastecer las necesidades de consumo de la población de éstos recursos en mención y como el crecimiento poblacional afecta la planificación estratégica.

A pesar de la disposición de herramientas informáticas que poseen las dos empresas, la información disponible de los usuarios no está ligada por ejemplo a los datos de catastros de la municipalidad, así como la relación entre la información que poseen las dos empresas de EMELNORTE y EMAPA, es decir, cada empresa posee datos del mismo usuario separadamente. Por lo tanto, se hace imprescindible el acoplamiento de esta información dispersa en una base de datos geoespacial y que mediante una herramienta de visualización geográfica haga posible una vista panorámica de indicadores que permitan mostrar los problemas de la urbe y descubrir las causas que lo genera.

A continuación, se detallan los datos generales de cada empresa:

Datos EMAPA:

- 54000 usuarios, 2012-2015 uso por mes, cada usuario con: dirección y sectores (23 sectores total), número de medidor en formato vectorial.
- Mapa base de sectores en formato DraWinG utilizado principalmente por AutoCAD de extensión .DWG
- Disponibilidad de software SIG: ArcView 9.2

Datos EMELNORTE:

- 140000 usuarios de provincias de Imbabura, 2011-2015 uso por mes, cada usuario con: dirección, parroquia, número de medidor.
- Mapa base en formato vectorial
- Disponibilidad de software SIG: ArcView 9.2

En ninguno de los casos dispone relación con otros indicadores de calidad de vida urbana, datos del INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos 2010), mapa catastral del Municipio (número de predios 90000 aprox.) parroquias-barrios, datos depurados en formato vectorial, número de predios 65536. Este análisis, por sectores, de las docenas de miles de usuarios de agua potable y energía eléctrica estará presentado por una interfaz mediante un visor geográfico interactivo que potencialice los datos que disponen cada entidad en estudio.

La falta de análisis de los factores que determinan los consumos de agua y energía eléctrica mediante una herramienta informática adecuada conlleva que no se de una oportuna y apropiada planificación en la construcción de puntos de conexión del recurso agua y energía eléctrica, el mejoramiento continuo del servicio hacia los clientes finales. Además, la cantidad de información que se maneja a diario, como los datos históricos no se tienen análisis apropiados para comprender la tendencia y temporadas de mayor y/o menor consumo. Con el aporte de datos macro y con una actualización permanente, se dará un paso más hacia una urbe inteligente que contribuirá a un mejoramiento en la calidad de vida y una planificación socio-culturo-ambientalmente sana.

Hay que indicar también que la utilización de herramientas informáticas utilizadas por las entidades mencionadas (EMAPA y EMELNORTE) no incorpora en gran medida a opciones de visualización gráfica de análisis de consumo del recurso agua y energía eléctrica combinadas con otros factores de la urbe, como, por ejemplo, con datos del

INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos 2010), datos catastrales, que finalmente son los que permitirán una adecuada planificación.

1.2. Formulación de problema

En la Figura 1, se muestra el árbol del problema donde se evidencia una inapropiada utilización de herramientas geográficas para la visualización interactiva de resultados socio-ambientales de EMAPA y EMELNORTE. Una representación de las causas y efectos del problema detectado.

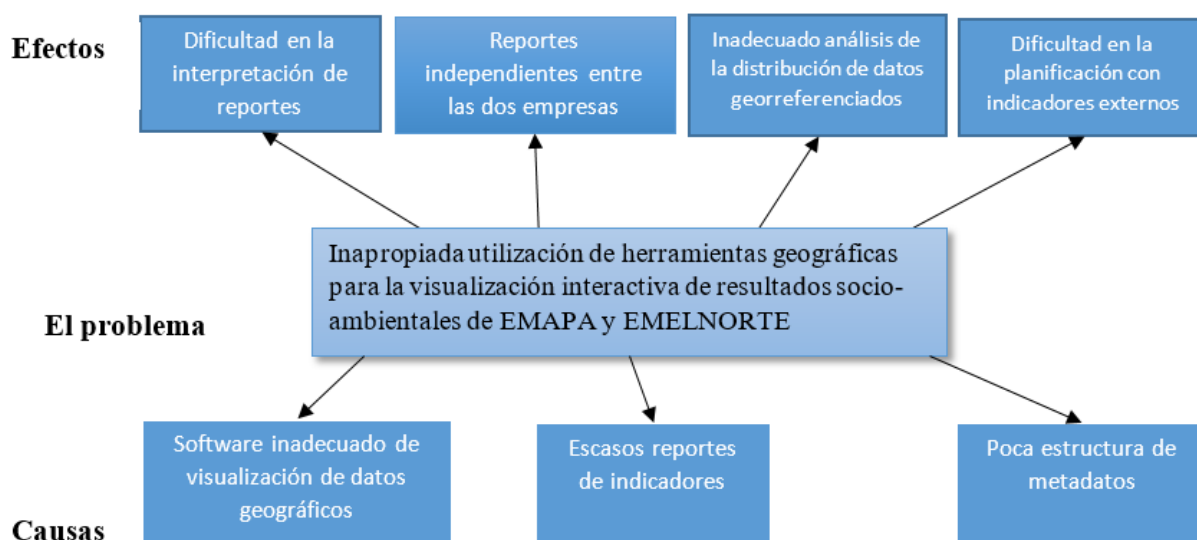


Figura 1. Árbol del problema.

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo General

Desarrollar un visor interactivo geográfico para la gestión optimizada de los factores que afecten el uso de agua potable y energía eléctrica de la ciudad de Ibarra-Ecuador.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Establecer una base de comparación de Sistemas de Información Geográfica.
- Adaptar los datos del uso de agua potable y energía eléctrica para integrar en un Sistema de Información Geográfica.
- Crear una interfaz amigable e interactiva para el mapeo de recursos y datos socio-ambientales en la ciudad de Ibarra-Ecuador.
- Determinar la incidencia del visor geográfico como herramienta guía en lineamientos de gestión.

1.4. Hipótesis o preguntas de Investigación

Los Sistema de Información Geográfica inciden en la visualización interactiva de los resultados socio-ambientales del uso de agua potable y energía eléctrica en la ciudad de Ibarra-Ecuador

Preguntas directrices

- ¿Existe un software que permita un mapeo interactivo en línea de los resultados socio-ambientales de uso del agua y de energía eléctrica?
- ¿Cómo crear una interfaz de mapeo interactivo para la visualización comparativa del uso del consumo de agua potable y energía eléctrica con factores socio-ambientales?
- ¿Cómo se zonifica los resultados socio-ambientales de los usuarios del uso de agua potable y energía eléctrica en la ciudad de Ibarra?
- ¿Cómo inciden los sistemas de información geográfica como guía de análisis y gestión de datos?

1.4. Justificación

Esta investigación se fundamenta por sus líneas de acción dentro de la zona 1 del Plan del Buen Vivir, donde el objetivo principal es garantizar la conservación de las cuencas hidrográficas mediante el uso adecuado, racional, promoviendo una cultura del ahorro de los recursos hídricos y de energía eléctrica dentro del área doméstica (SENPLADES, 2013).

Esta investigación, se apoya por su gran importancia, de actualidad y porque afecta a toda una colectividad conformada por 140000 usuarios anexos a la empresa EMELNORTE y 54000 usuarios anexos a EMAPA aproximadamente (Datos obtenidos del 2012 al 2015), además parte investigativa que proyecta ser una herramienta que apoye a una adecuada y mejor planificación del consumo de agua y energía eléctrica porque permitirá detectar zonas o barrios el alto o bajo consumo del recurso y conjuntamente anexado información de otros indicadores como INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos 2010). Una investigación que permita mediante un instrumento informático, visualizar geográficamente la distribución del recurso agua y energía eléctrica, como también un mejor análisis mediante la representación de gráficos estadísticos, dinámicos

generados a partir de consultas personalizadas mediante la ayuda de un BI (Business Intelligence) por ser parte del proyecto macro Ibarra Verde.

Es eminente que un visor geográfico con una mejor usabilidad hará un tratamiento de los datos con coordenadas geográficas, permitirá la administración de la información, la cual trabajará en línea y los cambios que se realicen se verán reflejados en tiempo real, esto implica a corto y largo plazo el ahorro de recurso económico y de tiempo.

Esta investigación permitirá la integración de datos de algunas áreas, tales como: consumo del recurso agua, energía eléctrica, datos del INEC y como base el catastro de la zona urbana de la ciudad de Ibarra. Todas estas variables generarán información muy importante que guiará a la institución rectora de la red de agua a mejorar una planificación, pertinente y actualizada, cabe mencionar que mediante esta aplicación, permitirá generar, almacenar, sintetizar y administrar información geográficamente de factores que inciden en el comportamiento de los consumos del recurso agua y energía eléctrica de la zona1 y basándose en el plan del Buen Vivir, promovida por el gobierno ecuatoriano, que busca garantizar la gestión y conservación de las cuencas hidrográficas, el uso, regulación, educación ambiental, que incentiva la cultura de conservación del agua, como es la racionalización en el uso doméstico que se menciona en SENPLADES; además, mediante proyectos, como: “Sembrando agua para el futuro”. En las comunidades rurales de Imbabura (Sandoval y Günther, 2013).

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes

Con los SIG se pueden representar de forma rápida y sencilla fenómenos que ocurren en el territorio, además de procesar gran cantidad de información en poco tiempo lo que representa un ahorro de recursos técnicos y del recurso tiempo. La necesidad de representar de forma gráfica los procesos que ocurren en el territorio se realiza la integración del ordenamiento territorial con los Sistemas de Información Geográfica, con la finalidad de resolver problemas de planificación y gestionar el crecimiento ordenado del territorio y sus habitantes (Medina, 2015).

A nivel del mundo se han realizado varios estudios en varios frentes respecto al crecimiento urbano y la planificación inteligente de algunos países en enfrentar el crecimiento acelerado en las grandes ciudades y al mismo tiempo la conservación de espacios verdes. Es el caso de Ajmer ciudad de Rajasthan (India), donde se utilizó un modelo SLEUTH (modelos predictivos en la planificación territorial y evaluación de impacto ambiental) para simular el crecimiento urbano complejo que es relativamente más heterogénea en las zonas dentro de la ciudad que en la parte rural. Mediante el uso de mapas satelitales multitemporales y con la ayuda de SIG (Sistemas de Información Geográfica) han ayudado a detectar la tendencia y crecimiento en la urbe y tener una visión más amplia para una planificación a largo plazo.

El estudio de la expansión en la urbe en una determinada zona de Argentina en los asentamientos periféricos se logró detectar mediante el uso de sensores remotos y aplicaciones de autómatas celulares para modelamiento, análisis y simulación de la densidad poblacional. El uso de GIS-tools (ArcGIS-ESRI) mediante el uso LanduseSIM, permite convertir los datos de polígonos a raster y mediante otros pasos adicionales se logra evidenciar el crecimiento urbano y la invasión de espacios abiertos mediante con mejor detalle como se muestra en la Figura 2.

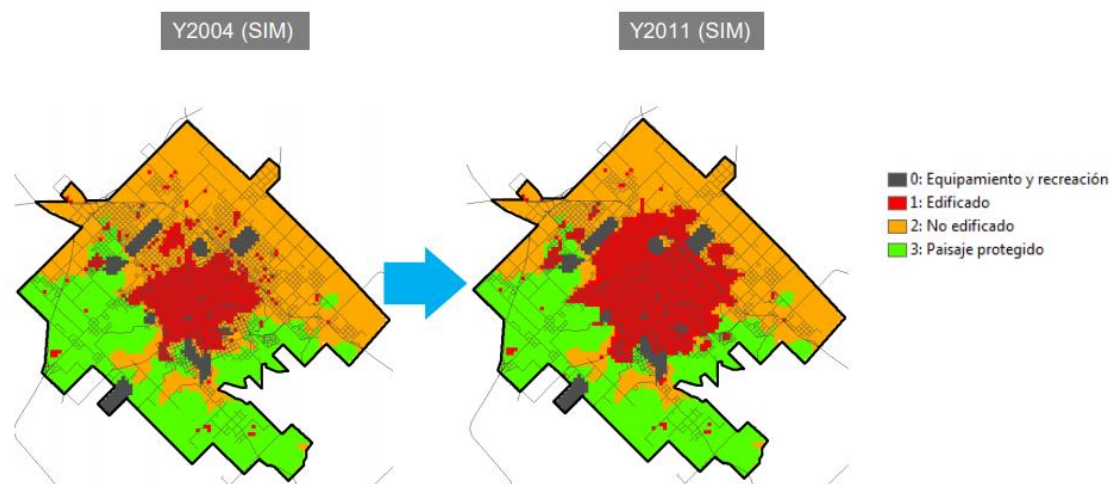


Figura 2. Simulación del cambio en la densidad poblacional mediante LanduseSIM.

Nota: Tomado de Linares y Picone (2018).

Linares y Picone (2018) mencionan en 1.a propuesta metodológica para la extracción y análisis de densidades urbanas mediante la teledetección con el uso de herramientas SIG en la ciudad de Tandil-Argentina, se realizó un estudio del tipo de edificaciones y los materiales utilizados mediante imágenes satelitales (Landsat 5 TM) para determinar la tendencia de crecimiento urbanístico en el transcurso de los años 2004 al 2011, con esto determinar una mejor planificación respecto a los tipos de servicios básicos que requiere cada sector y los espacios destinados como áreas verdes.

Cabe mencionar que a nivel nacional mediante el último censo realizado a nivel nacional en el año 2010 se hace referencia a sitios vulnerables en la urbe (determinados por barrios) y con el cruce de más variables se logró determinar una cartografía temática con ayuda de herramientas SIG en la ciudad de Ibarra. La finalidad de disponer de esta cartografía radica básicamente para los momentos de crisis, sean por eventos de la naturaleza u otros factores y determinar una mejor planificación y planes de contingencia, entre esta cartografía temática se menciona: cartografía vial, infraestructura sanitaria, red de energía eléctrica, red de abastecimiento de agua potable, seguridad y organismos de socorro, salud, abastecimiento de combustible, transporte, educación, entre otras. Por otra parte, determinar el número de habitantes por género, edad, nivel de educación, población económicamente activa (PEA), población económicamente inactiva (PEI), entre otros. Todo esto a través de los últimos años según el crecimiento poblacional y como esto afecta en la cantidad de recursos necesarios y la relación con la expansión del área agrícola en la zona rural para el abastecimiento de la ciudad de Ibarra (Velarde, 2013).

2.2. Referentes teóricos

2.2.1. Fundamentación Filosófica

Esta investigación se basa en un modelo de análisis empírico que enmarca dar una solución a las viables del problema, mediante una observación directa al tipo de herramientas que son utilizadas actualmente en las instituciones de investigación para el análisis de datos del consumo del recurso agua y energía eléctrica y una adecuada usabilidad del software puede incidir en la planificación urbana. Respecto al aspecto legal se menciona a continuación.

La importancia de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la aplicación para la formulación de los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, principalmente en fases de diagnóstico y propuesta, procesos que han abarcado la recopilación de datos e información existente de múltiples instituciones, generación de información primaria, análisis y procesamiento para finalmente generar propuestas a desarrollarse en años futuros (Ayala, 2014).

2.2.2. Análisis de herramientas de SIG

Para comprender las herramientas de SIG, es necesario entender los elementos y el funcionamiento. En la actualidad se han convertido en un papel muy importante por tanto cabe citar que el 70% de la información que se utiliza en cualquiera de las áreas están georreferenciadas. Es decir que la información se encuentra referenciada geográficamente a un lugar específico e incorpora información adicional relativa a su referencia (Ayala, 2014). Además, servirá para seleccionar la herramienta de SIG adecuada (visor geográfico) para el proyecto valorando aspectos de calidad de software, que en este caso se valorará el aspecto de la Usabilidad.

¿Qué es un GIS?

GIS de las siglas en inglés Geographic Information System, Sistemas de Información Geográfica, donde se define GIS como un, “Sistema de información diseñado para trabajar con datos referenciados mediante coordenadas espaciales o geográficas.” (Ayala, 2014) es la combinación de los datos dentro de un mapa de orden superior, es decir funciona como una base de datos con información georreferenciada ligada a objetos gráficos dentro de un área específica (datos alfanuméricos).

2.2.3. Componentes del SIG

Para entender el funcionamiento de un SIG es necesario citar a cinco componentes esenciales que participan directamente, como:

- **Datos:** es el elemento primario para trabajar en un SIG, incorporando datos geográficos, coordenadas.
- **Métodos:** es el conjunto de metodologías que deben ser aplicadas en los datos de estudio.
- **Software:** es una aplicación informática que permite la manipulación de los datos y la aplicación de metodologías.
- **Hardware:** permite el funcionamiento de los anteriores.
- **Personas:** hacen uso de los elementos anteriores para la conformación de análisis de los datos transformados en información.

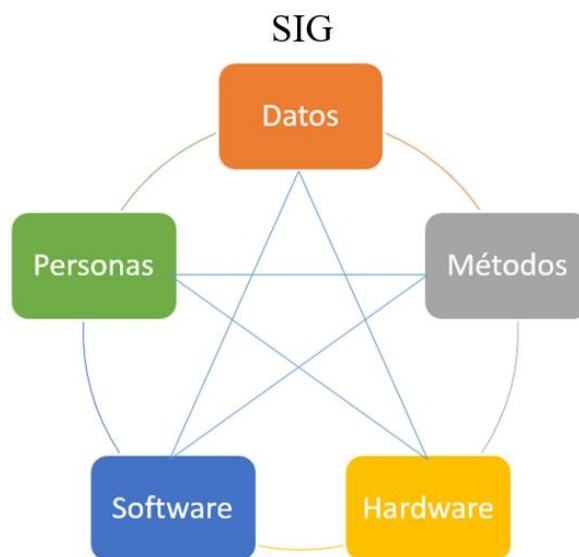


Figura 3. Componentes de un SIG.
Nota: Tomado de Ayala (2014).

A éstos componentes actualmente se incorpora un elemento adicional que son los visores Web o clientes livianos, campos de aplicación, de tal forma que agrupan mayor cantidad de análisis enfocado a la nube, como se muestra en la Figura 3. Mientras que en la Figura 4, se muestra la división del SIG.

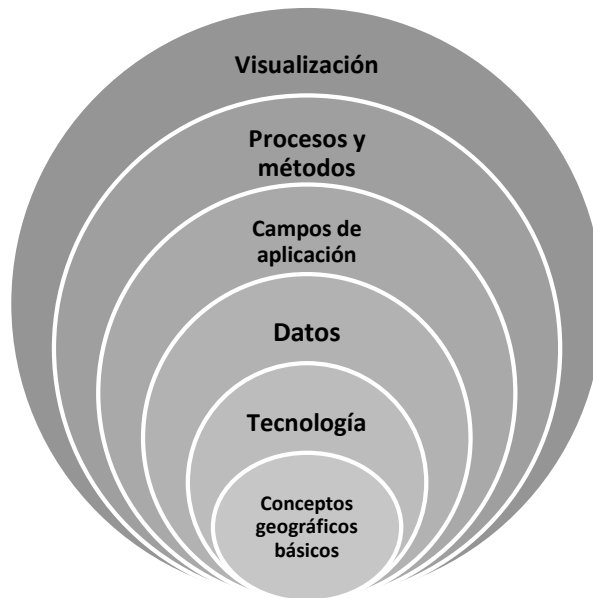


Figura 4. División distinta del SIG.
 Nota: Tomado de Ayala (2014).

2.2.4. Arquitectura de un SIG

Un SIG está conformado por un servidor y aplicaciones Web (Clientes livianos) y de escritorio, que son utilizados para resolver problemas de gestión y de planificación. En la Figura 5, se muestran las aplicaciones, base de datos, visores, navegador y servidores Web que en conjunto forman la arquitectura de un SIG.

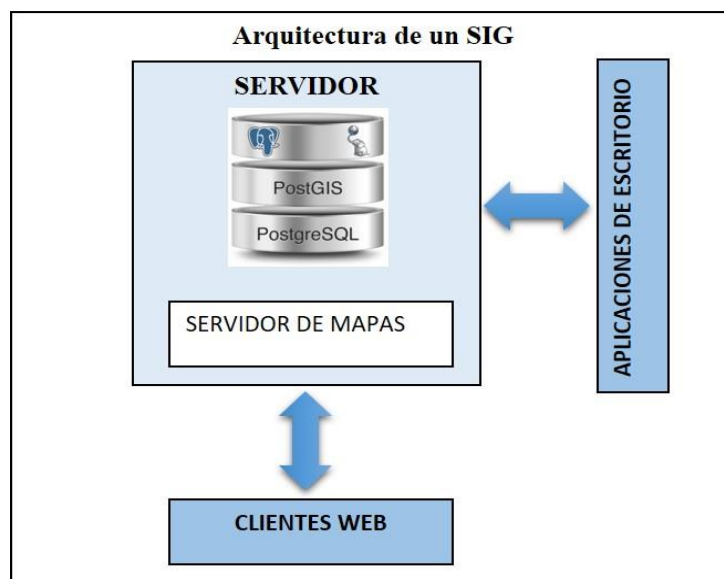


Figura 5. Arquitectura de un SIG.
 Nota: Tomado de Ayala (2014).

Toda ésta arquitectura se combina para analizar los datos del mundo real representándolos en datos discretos, almacenados con la ubicación geográficamente exacta, mediante el almacenamiento continuo dentro de una matriz o cuadrícula regular a los cuales se les denomina **Datos Raster** (imágenes que representan a datos e información de la naturaleza o elevaciones), y **Datos Vectoriales** (representan capas de imágenes de límites políticos, ciudades, calles). Éstos dos tipos de datos se incorpora información adicional llamada atributos.

Esta gama de información (vector, raster), permitió el apareamiento de grupos basados en GIS, tomando como centro la localización basado en servicios (LBS-location based services). El avance de los medios de comunicación e internet dio paso a las NICTs (Nueva Información y Comunicación Tecnológica) generando dispositivos móviles GPS (Sistemas de posicionamiento global). Todo lo mencionado se resume en la Figura 6 (Brimicombe, 2002).

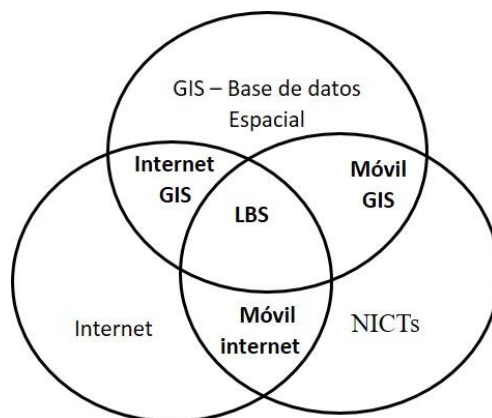


Figura 6. Grupo del inicio y clasificación en el ámbito del SIG móvil en función de las tecnologías.
 Nota: Tomado de Allan Brimicombe (2002).

Y finalmente servicios Web, WMS, CSW, WFS, WCS (Definidos por el OGC). (OSGeo-Live 11.0, 2017), que mencionare más adelante. En este contexto, se puede ilustrar en el siguiente gráfico los dos tipos de dato (Vector, Raster) que debe soportar un visor geográfico más los estándares ISO, que se mencionará más adelante (Kanin, Parinova y Lvovich, 2013).

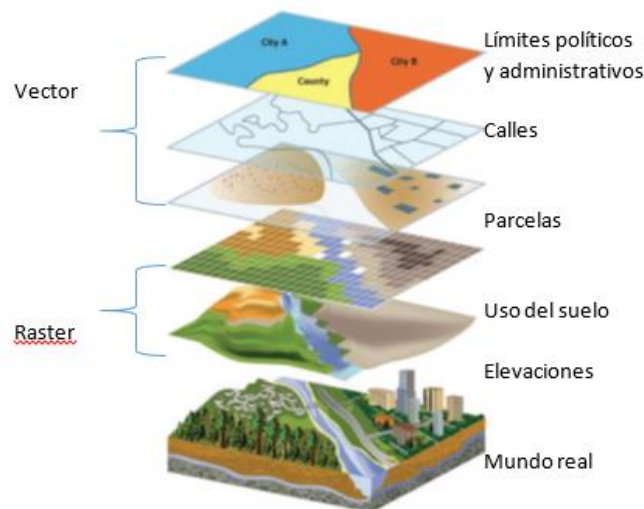


Figura 7. Tipos y representación de datos espaciales.
 Nota: Tomado de ArcGIS (2015).

2.2.5. Ventajas de los Clientes Ligeros versus de Escritorio

Los clientes ligeros o Web Mapping incorporan parte de los SIG dentro de una página Web, lo que les da ciertas ventajas, pero también desventajas en comparación con los SIG de escritorio. Según Ayala (2014) en su libro menciona algunos aspectos importantes que tomar en cuenta del Web mapping y los SIG de escritorio que son más especializados, pero que no llegan a mayor cantidad de usuarios como lo hacen mediante la Web los *Clientes Ligeros*. A continuación, se destacan algunas ventajas y desventajas en comparación de éstos dos tipos de SIG.

- **No es necesario un software de SIG específico:** el cliente remotamente puede acceder a la información mediante sólo la utilización de un navegador Web, el de escritorio deberá estar instalado en un equipo específico sin acceso remoto.
- **Perfil menos técnico:** al estar al alcance de todos mediante la Web la información geográfica y más información, los usuarios pueden crear sus propios mapas e información específica georreferenciada y apoyada por muchos usuarios que además pueden aportar en la evolución de la aplicación a diferencia de los SIG de escritorio donde los únicos usuarios que aportan al versionamiento será el equipo desarrollador dueño del código fuente.
- **Potenciamiento del trabajo colaborativo:** hay muchas aplicaciones que son alimentadas por usuarios dispersos en todo el mundo que en este caso alimentan a

muchos SIG interconectados, pudiendo ser utilizados y mejorados por los usuarios colaboradores.

- **Información actualizada e incluso en tiempo real:** al mantenerse interconectados los usuarios mediante la Web, facilita enormemente el acceso a la información.
- **Independencia del sistema:** como un navegador Web es el que permite su uso, no está ligado a un sistema operativo en específico y de navegador inclusive, además incorpora funcionalidades para navegación en dispositivos móviles. Para los SIG de escritorio deberán ser versiones exclusivamente para el sistema operativo donde será instalada la aplicación.
- **Licenciamiento:** Los clientes ligeros al ser de código abierto, los usuarios no necesariamente deben cancelar por el uso, a menos que desee dar una contribución voluntaria o dar aportes en mejoras de la aplicación mediante nuevos algoritmos o nuevas herramientas. Entre el más conocido de las aplicaciones de escritorio es ArcGIS, diseñado para la edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica, agrupando una gran cantidad de herramientas de propiedad de ESRI (Environmental Systems Research Institute), fundada por Jack Dangermond en 1969 (ESRI, 2017).
- **Combinación de cartografía y otros elementos:** la combinación de multimedia y el uso de hiperenlaces hace que se potencialice a diferencia de los SIG de escritorio (Ayala, 2014).

2.2.6. Fundamentación Legal

Para la sustentación legal del presente trabajo se menciona algunos artículos amparados en la constitución ecuatoriana. En la Tabla 1 se presentan los principales.

Tabla 1
Fundamentación legal.

Constitución del Ecuador 2008 menciona
El derecho que tiene cada ser humano al consumo y uso del recurso agua, así como a la conservación de las fuentes de agua para el aseguramiento de la vida según el “Art. 12” (Asamblea Constituyente de la República del Ecuador, 2008).
De acuerdo el “Art. 415” menciona la importancia que da el Estado y los gobiernos autónomos descentralizados en la adaptación de políticas integrales y participativas de

ordenamiento territorial urbano y de uso del suelo, esto permitirá regular el crecimiento urbano y el manejo de la fauna urbana e incentiven el establecimiento de zonas verdes.

Todos los gobiernos autónomos descentralizados están en la obligación de desarrollarán programas de uso racional del agua, y de reducción, reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos para el bienestar social y ambiental (Asamblea Constituyente de la República del Ecuador, 2008).

El Art. 375.- numeral 2, del Estado: menciona que se mantendrá un catastro nacional, integrado y georeferenciado, de hábitat y vivienda actualizado (Asamblea Constituyente de la República del Ecuador, 2008).

DEL COOTAD

El Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización

Componentes del sistema: Cartografía catastral, valoración y registro. Deben obedecer a una normativa conforme el Art. 139.- del COOTAD: la cual menciona:

“... La formación y administración de los catastros inmobiliarios urbanos y rurales corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados municipales, los que con la finalidad de unificar la metodología de manejo y acceso a la información deberán seguir los lineamientos y parámetros metodológicos que establezca la ley”.

La disposición Constitucional Transitoria Decimoséptima y el COOTAD en el artículo 139, dice: “El gobierno central a través de la entidad respectiva financiará y en colaboración con los gobiernos autónomos descentralizados municipales, elaborará la cartografía geodésica del territorio nacional para el diseño de los catastros urbanos y rurales de la propiedad inmueble y de **los proyectos de planificación territorial**” para el buen vivir.

En el año de 1998, Hábitat de las Naciones Unidas, definió el concepto de catastro al 2014 que el Ecuador lo adopta como el inventario metodológico público de la información correspondiente a “**todos**” los “**objetos espaciales** [cartografía básica y temática] y legales [predios, derechos, propietarios]” del país, basado en el levantamiento de sus límites; que permita responder a las preguntas: dónde están y cuánto cuestan ?, quién los posee y cómo? en referencia a los predios que conforman el espacio territorial nacional.

Para el levantamiento y entrega de información para la respectiva investigación las dos entidades como, EMAPA y EMELNORTE dieron el visto bueno mediante el documento de autorización a las personas investigadoras.

Esquema del marco teórico de la investigación, iniciando desde el marco global de la Geodesia pasando por el posicionamiento global mediante dispositivos, los SIG hasta llegar a la usabilidad de los Visores Geográficos que ayudan a presentar datos de resultados Socio-ambientales, consumo de recursos dentro de la urbe geográficamente visualizados. En la Figura 8 se muestra las categorías fundamentales.

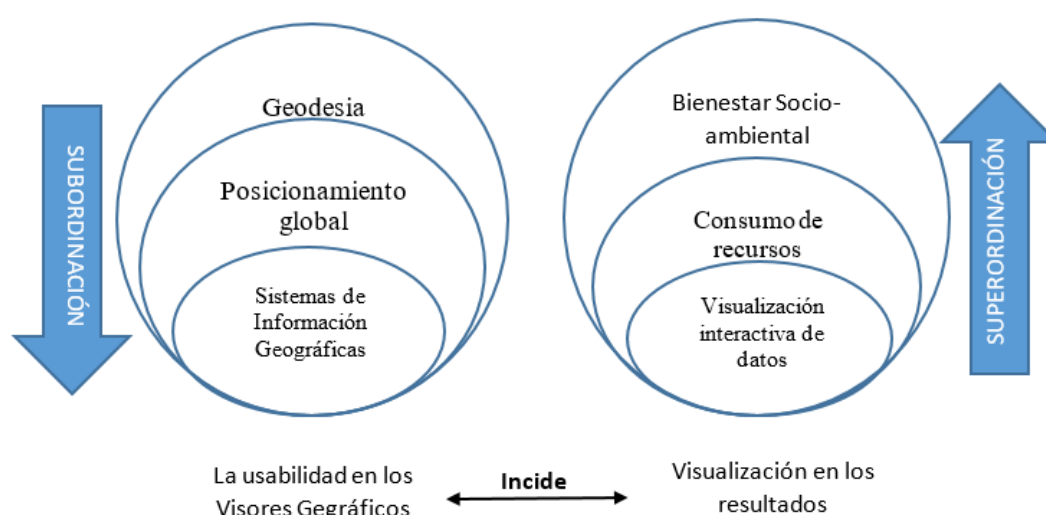


Figura 8. Categorías fundamentales.

- **Geodesia:** permitirá comprender la conformación de los mapas temáticos por cada área y/ zona geográfica.
- **Posicionamiento global:** permitirá saber la localización mediante coordenadas geográfica dentro de una zona a nivel global de un objeto, persona, con alta precisión dentro del terreno etc.
- **Sistemas de información geográfica:** permitirá el ordenamiento, captura, almacenamiento, manipulación de los datos y el análisis de la información geográficamente referenciada.
- **Bienestar Socio-ambiental:** conocer mediante la utilización de un visor geográfico el factor económico por el consumo del recurso agua y energía eléctrica y su incidencia en el bienestar socio-ambiental.
- **Consumo de recursos:** saber cuál es la tendencia del consumo de agua y energía eléctrica en la urbe.

- **Visualización interactiva de resultados:** interacción de los usuarios con el visor geográfico y la presentación de la información en línea.

Representa la línea base de la investigación, donde los SIG permitirán el tratamiento de grandes bases de datos robustas, almacenamiento, administración y mediante herramientas de análisis SIG, la visualización interactiva de la información de los resultados de consumo de los recursos, agua potable y energía eléctrica mediante referenciación y posicionamiento global de los datos, enmarcado dentro de un área geográfica (la ciudad de Ibarra-Ecuador). Mediante éste contexto se pretenderá establecer planificaciones adecuadas del consumo de agua y energía eléctrica, en aras de un bienestar socio-ambiental (Fleitas, Rdoríguez, Lorenzo y Quesada, 2016).

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Descripción del área de estudio

Áreas de servicio EMELNORTE y EMAPA en la zona urbana de la ciudad de Ibarra Ecuador. Y mediante el cruce de datos del INEC (Instituto nacional de estadísticas y censos), datos del catastro urbano. En la Figura 9 se muestra la ubicación y el área de estudio de la investigación.

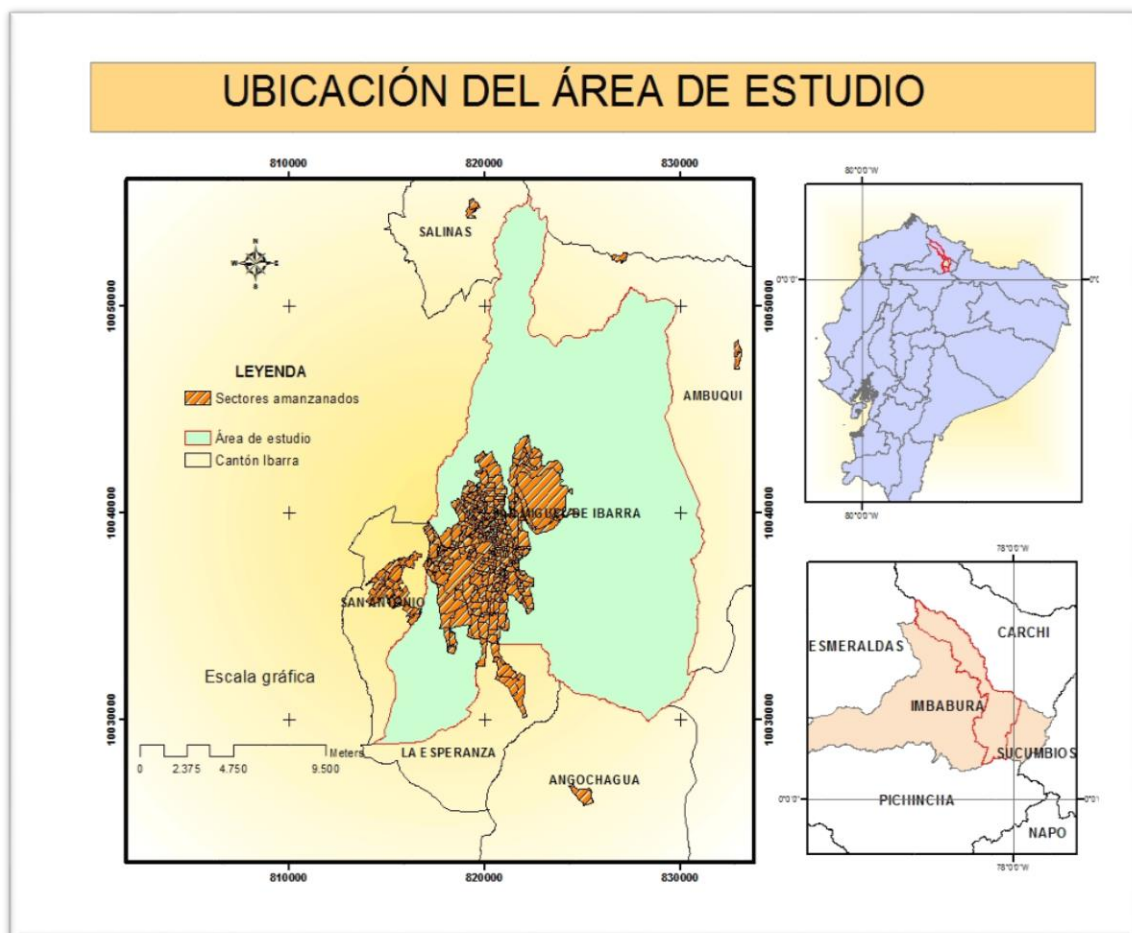


Figura 9. Ubicación del área de estudio del proyecto macro.

Nota: Tomado de SENPLADES (2014).

3.1.2. Alcance

El proyecto "Ibarra Verde" se llevó a cabo en la ciudad de Ibarra, capital de la provincia de Imbabura, en los departamentos de planificación de cada entidad EMELNORTE y EMAPA y contó con el siguiente alcance de desarrollo como se nota en la Figura 10.



Figura 10. Sector de estudio.

Desarrollo e implementación de un visor geográfico que dispone de:

- Una interfaz amigable, mediante la utilización de Métricas de usabilidad (Norma ISO / IEC 9126-4 de Usabilidad)
- Filtro para consultas personalizadas
- Menú de layers cartográficas
- Administración de layers cartográficas mediante el DATUM (referente a la geometría de una superficie) WGS84 (World Geodetic System 1984) con los datos de EMELNORTE, EMAPA, INEC, Catastro municipal de la zona urbana de la ciudad de Ibarra y otras entidades importantes.
- Enlaces a datos BI (Business Intelligence) de ORACLE (Proyecto Ibarra Verde)
- Zonificación cartográfica
- Administrador backend (usuario administrador)
- Diseño de Fronend.
- Base de datos PotsgreSQL- PostGIS
- Un servidor de mapas. Mapserver y
- Navegador Web para el funcionamiento

En la parte investigativa se utilizó de métricas de usabilidad aplicando la Norma ISO/IEC 9126-4 orientada hacia la usabilidad en el software.

3.2. Diseño y tipo de investigación

En esta investigación se desarrolló en cuatro etapas que representan cada uno de los objetivos planteados:

3.2.1. PRIMERA ETAPA, Selección del visor geográfico:

Para definir el estado del arte, mediante el análisis bibliográfico, base importante para el desarrollo de la investigación en la comparación de los SIG (Sistemas de Información geográfica y visores geográficos) para el almacenamiento, generación, sistematización y

administración de los datos de acuerdo al primer objetivo. “*Establecer una base de comparación de Sistemas de información geográfica*”.

Debido a que el desarrollo de la aplicación informática está enmarcado en el análisis y selección del mejor visor geográfico, es necesario realizar un estudio previo concerniente a características de los SIG enfocado en aspectos más relevantes, como, metadatos, capas, estándares entre otras. En ese contexto, a continuación, se detallan los pasos seguidos:

1. Investigación bibliográfica de los Sistemas de Información Geográfica (SIG):

Se utilizó los repositorios bibliográficos:

- <http://rraae.org.ec/> Repositorio de bibliotecas unificadas
- <https://pkp.sfu.ca/ocs/> Publicación de revista
- <https://dialnet.unirioja.es/> Revistas, Tesis
- <http://dl.acm.org/> Buscador de libros, publicación de ponencias realizadas.
- <http://site.ebrary.com/lib/colecciones/search.action?p00=&fromSearch=fromSearch> Buscador de libros.
- http://go.galegroup.com/ps/i.do?p=GPS&sw=w&u=utn_cons&v=2.1&pg=BasicSearch&it=static&authCount=1&selfRedirect=true Para encontrar investigaciones realizadas a nivel mundial.
- <https://www.dawsonera.com/> Buscador de libros, publicaciones.
- <http://scienceresearch.com/scienceresearch/> Buscador de libros, publicaciones, tesis, ingeniería, medicina y más.

De todas estas direcciones de repositorios bibliográficos, el objetivo es utilizando palabras clave encontrar información que permitió investigar, analizar los SIG y tener bases sólidas del funcionamiento de herramientas de georreferenciación.

Las palabras claves que se emplearon fueron:

- Filtros por fecha: Fecha: 2013-2018
- Software SIG o Software GIS
- Tipo de documentos: Aplicaciones prácticas en empresas, Casos de estudio
- Geographic information systems (más) caso de estudio

Así por ejemplo se logró coincidencias más precisas. Con estos resultados se buscó los siguientes temas:

Antecedentes de un SIG: entender que es un SIG y como a través del tiempo se ha convertido en una herramienta fundamental para análisis y planificación georreferenciada, esto con la finalidad de tener una idea general de éste tipo de herramientas geoespaciales.

Componentes de un SIG: establecer las variables que interactúan para el funcionamiento de un SIG. Como, por ejemplo: software, datos, métodos, las personas, hardware y cuáles son los resultados después de haber aplicado un método. Por ejemplo, el polígono de Thiessen para determinar el área de influencia dentro de un lugar específico de estudio.

Arquitectura de un SIG: conocer los elementos que hacen posible los resultados representados en un mapa interactivo mediante un visor geográfico, la base de datos (en este caso PostgreSQL con PostGIS), el servidor de mapas MapServer y grupo visores geográficos (clientes ligeros) que será determinado en el paso dos.

Tipo de datos dentro de un SIG: determinar el tipo de datos soportados por la base de datos, se investigó sobre datos raster y vectoriales para determinar el soporte posterior dentro de un visor geográfico y hacer una comparativa entre estas herramientas, variable importante para elegir cual es la más idóneo.

Tipo de servidores de mapas: un visor geográfico, es necesario que este alojado dentro de un servidor de mapas para que el visor geográfico elegido funcione, y presente la información requerida; se investigó todos los tipos de servidores existentes y analizar las características de preferencia Open Source y enfocados a la Web.

2. **El análisis de las características** en conformidad a la *usabilidad como parte de la calidad del software* teniendo en cuenta *los estándares y normativas internacionales* ISO 9000, 9126-3, IEEE, que determinan la calidad a través de la facilidad de uso, por lo tanto, es lo que se tomó en cuenta para determinar del listado de herramientas SIG, cual se adapta mejor a las necesidades según requerimientos del usuario y la mejor adaptabilidad de uso de interfaz del visor, herramientas y administración.

Sitios que se realizó la búsqueda:

- <http://standards.ieee.org/> Estándares de la IEEE
- <https://www.iso.org/home.html> Para el estudio y análisis de normas de calidad respecto a la usabilidad en el diseño.

Palabras claves:

- (“Software GIS”) Coincidencias iniciales.
- (“Software GIS”) más el rango de fecha 2014-2018
- (“Software GIS” and “Usabilidad” Or “Calidad”) más el rango de fecha 2013-2017, más publicaciones, más tipo de documentos revistas de publicaciones científicas.

Con la bibliografía encontrada se investigó y analizó el estándar ISO 9000, 9126-3 respecto a características que se debe tener en cuenta al momento de realizar un diseño de la interfaz de una aplicación de software respecto a la usabilidad para el uso del usuario y las características que debería tener un visor geográfico en la visualización de los resultados.

3. **Comparación de Clientes ligeros** (Visores de navegación Web) determinar, cual es el más apropiado o cual es el que se ajusta más de acuerdo a variables que se detalla más adelante.

Sitios recomendados para la búsqueda:

- <https://mappinggis.com/> Elementos de herramientas de administración y georreferenciación de datos.
- http://docs.geoserver.org/2.10.0/user/installation/win_installer.html
Documentación del Administrador de mapas.
- https://live.osgeo.org/es/overview/udig_overview.html Documentación de visores de escritorio y Web.

Para enfatizar algunos aspectos importantes hay que tener en cuenta las siguientes ventajas que brindan los Clientes ligeros versus herramientas SIG de escritorio, y en base a este contexto poder definir mejor las variables a tener en cuenta para la selección del visor geográfico.

Luego haber revisado los tipos de visores, estándares, normas y visto las ventajas que tiene al utilizar estas aplicaciones, se utilizó las siguientes variables expuestas en la Tabla 2 para determinar finalmente el visor geográfico más idóneo.

Tabla 2.
Variables para clasificación de un visor geográfico.

Criterio de variables
Plataformas de escritorio soportadas. (Usabilidad-Portabilidad)

Windows, Mac, Linux,

Plataformas para dispositivos móviles soportadas: (Usabilidad-Portabilidad)

Android, iOS

Navegadores de escritorio soportados: (Usabilidad-Portabilidad)

Chrome, Firefox, IE 7-11

Navegadores de dispositivos móviles: (Usabilidad-Portabilidad)

- Chrome para Android 4+ y iOS.
- Firefox para Android.
- IE10/IE11 para dispositivos basados en Win8.
- Safari para iOS 3-7.

Estándares OGC implementados mínimos

WMS, WMTS, CSW, WFS

Arquitectura modular

Mapeo interactivo: Usabilidad

Alto(3), Medio(2), Bajo(1), No cumple (0)

Soporte de capas raster.

(Usabilidad-Compatibilidad)

Soporte de capas vectoriales

(Usabilidad-Compatibilidad)

Filtro mediante catálogo de objetos

Herramienta búsqueda por selección (Select Features). (Calidad de software-

Usabilidad)

Cantidad de herramientas

Alto(3), Medio(2), Bajo(1), No cumple (0)

Cantidad en líneas de código

Líneas de código

Líneas de comentarios por código

Líneas en blanco por líneas de código

Líneas de código en %

Líneas de comentarios por código en %

Líneas en blanco por líneas de código en %

Características acumuladas: Totales

Se agregará los valores siguientes para la cuantificación de datos:

0 = No cumple – No hay referencias

1 = Bajo

2 = Medio

3 = Alto

Los tipos de visores a comparar fueron herramientas de clientes ligeros (Clientes Web):

1. OpenLayers 3
2. LeafletCesium
3. Geomajas
4. Mapbender
5. GeoMoose
6. GeoNode

Del visor que alcance mayor porcentaje en características de acuerdo a las variables anteriores, se realizará un análisis de las características tanto en diseño como en código, de tal manera que sea el que mejor se adapte a los datos a visualizar y que se realizó mejoras de usabilidad.

3.2.2. SEGUNDA ETAPA, tratamiento digital de los datos.

Procesamiento de la información; se consultó y recopiló en las empresas de EMAPA y EMELNORTE los datos para georreferenciar y crear una base de datos en colaboración del grupo que conforma el proyecto “Ibarra Verde” y parte de *BI* (Business Intelligence) socio-ambiental para adaptar los datos al visor geográfico, para dar cumplimiento al segundo objetivo específico “**Adaptar los datos del uso de agua potable y energía eléctrica para integrar en un sistema de información geográfica**”. Para éste objetivo se utilizó la metodología descriptiva para el manejo de base de datos Cartográfica y su adaptabilidad al visor geográfico mediante herramientas QGIS (open source), ArcGIS. Para esto fue necesario tener en cuenta el tipo de Entidades Geométricas (Conjunto homogéneo de entidades comunes, cada una con la misma representación espacial) encontradas en la información recopilada, como:

Puntos: representación muy pequeña como para simbolizar una línea, polígono o ubicaciones de puntos geográficos, tales como puntos obtenidos con navegador GPS.

Líneas: utilizadas para representar longitud ya que no poseen área, tales como calles, límites, curvas de nivel.

Polígonos: conjunto de entidades de área de muchos lados que representan parcelas, zonas, países, límites cantonales, parroquiales y provinciales etc.

Anotaciones: texto de mapa que incluye las propiedades de visualización, como: anotación de calles, ríos, límites, sectores, etc (ESRI, 2017). En la Figura 11 se muestra la conformación geométrica de notaciones geográficas.

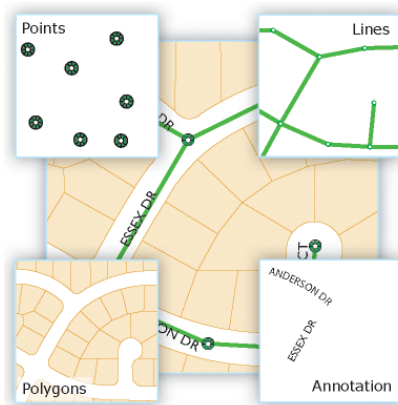


Figura 11. Entidades geométricas.

Nota: Tomado de Recuperado de <http://desktop.arcgis.com> (2017).

Teniendo en cuenta las entidades geográficas se procedió a revisar la información recopilada. Para lograr éste objetivo fue necesario revisar los tipos de datos proporcionados por las dos entidades en estudio. A demás datos del catastro municipal de la ciudad de Ibarra, del INEC (Instituto Nacional de estadísticas y Censos), y SENPLADES (Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo), y Secretaría de gestión de riesgos (SGR). Recopilada esta información se procedió a validar y estandarizar los shapefiles a un solo sistema de coordenadas estandarizado (wgs84, plano, GCS_WGS84 geográficos), los mismos que son empleados por el Instituto espacial ecuatoriano y el IGM.

En primera instancia la información digital proporcionada por el Municipio de la ciudad de Ibarra no disponía del grupo de archivos necesarios para el funcionamiento adecuado, ocasionando inconvenientes en la proyección de coordenadas y todos los polígonos no coincidían con las coordenadas con INEC y SENPLADES. Fue necesario revisar la proyección del sistema de coordenadas PSAD56 o WGS84 y tener en un solo sistema de coordenadas mediante una reproyección.

Como primer paso se realizó una extracción de la zona de estudio para delimitar según el alcance inicial de estudio (Zona urbana de la ciudad de Ibarra); a continuación, la información catastral a nivel de todo el cantón Ibarra.

1. Datos Catastrales iniciales: En la Figura 12 se muestra toda la información del cantón Ibarra, del cual se hizo un recorte sólo del área de investigación mediante herramientas de SIG.

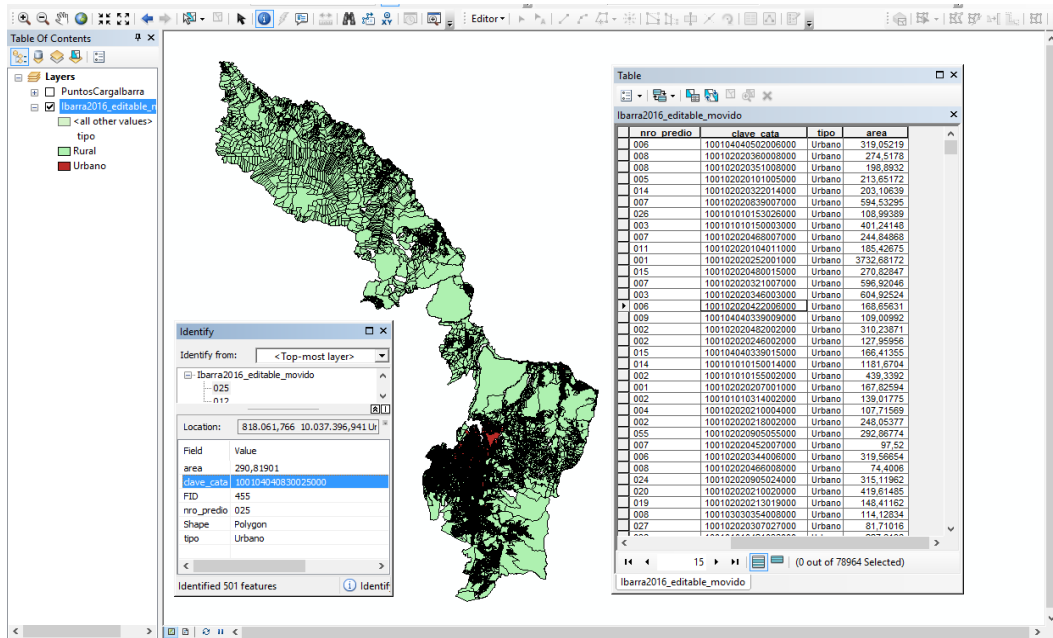


Figura 12. Catastro del cantón Ibarra.

Nota: Tomado de Ilustre Municipio de Ibarra – Departamento de Avalúos y Catastros (2016).

Para el recorte de la zona de estudio (zona urbana) se utilizó la herramienta de *Analysis Tools/ Extract/Clip* que permite realizar cortes entre dos capas dentro de un archivo shapefile.

2. Datos obtenidos de INEC: Están de forma general de la zona urbana y rural en área de estudio por lo tanto fue necesario delimitar sólo al área de estudio.

Lugar	Código	Nombre de canton	Nombre de parroquia	Codigo de zona	Codigo de sector	Ninguno			Centro de Alfabetización/(EBA)			Preescolar			Prim
						HOMBRE	MUJER	TOTAL	HOMBRE	MUJER	TOTAL	HOMBRE	MUJER	TOTAL	
ÁREA URBANA	100150001001	IBARRA	IBARRA	01	01	9	5	14	0	0	0	2	3	5	83
ÁREA URBANA	100150001002	IBARRA	IBARRA	01	02	9	16	25	0	1	1	3	2	5	121
ÁREA URBANA	100150001003	IBARRA	IBARRA	01	03	4	3	7	1	1	2	4	3	7	89
ÁREA URBANA	100150001004	IBARRA	IBARRA	01	04	5	16	21	0	0	0	2	4	6	75
ÁREA URBANA	100150001005	IBARRA	IBARRA	01	05	4	4	8	0	1	1	1	3	4	58
ÁREA URBANA	100150001006	IBARRA	IBARRA	01	06	7	10	17	2	0	2	4	1	5	73
ÁREA URBANA	100150001007	IBARRA	IBARRA	01	07	4	7	11	0	0	0	3	2	5	74
ÁREA URBANA	100150001008	IBARRA	IBARRA	01	08	0	5	5	1	0	1	2	1	3	42
ÁREA URBANA	100150001009	IBARRA	IBARRA	01	09	5	8	13	0	1	1	1	1	2	78
ÁREA URBANA	100150001010	IBARRA	IBARRA	01	10	1	4	5	0	0	0	2	0	2	49
ÁREA URBANA	100150001011	IBARRA	IBARRA	01	11	1	1	2	1	0	1	1	2	3	40
ÁREA URBANA	100150001012	IBARRA	IBARRA	01	12	2	4	6	0	1	1	0	0	0	25
ÁREA URBANA	100150002001	IBARRA	IBARRA	02	01	12	13	25	2	2	4	2	4	6	168
ÁREA URBANA	100150002002	IBARRA	IBARRA	02	02	3	11	14	0	0	0	7	3	10	70
ÁREA URBANA	100150002003	IBARRA	IBARRA	02	03	6	9	15	0	3	3	3	4	7	91
ÁREA URBANA	100150002004	IBARRA	IBARRA	02	04	15	17	32	0	3	3	0	4	4	131
ÁREA URBANA	100150002005	IBARRA	IBARRA	02	05	13	12	25	0	0	0	6	3	9	121
ÁREA URBANA	100150002006	IBARRA	IBARRA	02	06	7	7	14	2	3	5	4	7	11	93
ÁREA URBANA	100150002007	IBARRA	IBARRA	02	07	4	4	8	0	0	0	1	1	2	62
ÁREA URBANA	100150002008	IBARRA	IBARRA	02	08	5	7	12	0	2	2	3	2	5	60
ÁREA URBANA	100150002009	IBARRA	IBARRA	02	09	2	2	4	0	0	0	2	2	4	39
ÁREA URBANA	100150002010	IBARRA	IBARRA	02	10	6	5	11	1	2	3	1	3	4	67
ÁREA URBANA	100150003001	IBARRA	IBARRA	03	01	1	4	5	0	0	0	2	0	2	43
ÁREA URBANA	100150003002	IBARRA	IBARRA	03	02	3	1	4	1	4	5	2	2	4	40
ÁREA URBANA	100150003003	IBARRA	IBARRA	03	03	6	10	16	0	2	2	3	1	4	125

Figura 13. Datos generales INEC, Urbano Rural.
Nota: Tomado de Lucero (2018) e INEC (2010).

En este caso los datos se encuentran en archivo de .XLS. es necesario transformar en un archivo shapefile, para esto se realizó lo siguiente:

1. Dar formato al archivo de XLS, es decir especificar un nombre de cabecera de columna como máximo de 10 caracteres que es la que va a reconocer de la tabla cuando importemos dentro de ArcMap.
2. Tener cuidado de los encabezados de cada columna dentro de la tabla que no tenga caracteres especiales, espacios al inicio o final de la palabra o tildes para no tener errores al importar la tabla. A demás, formatearlos de tipo texto, en Excel (ir en herramientas/General/seleccionar **ABC-Texto**).
3. Formatear los datos, significa que es necesario que los datos numéricos estén en tipo de número (ir en herramientas/General/seleccionar **12 número**).
4. Ir a ArcMap, agregar el archivo de Excel, como se muestra en la Figura 14.

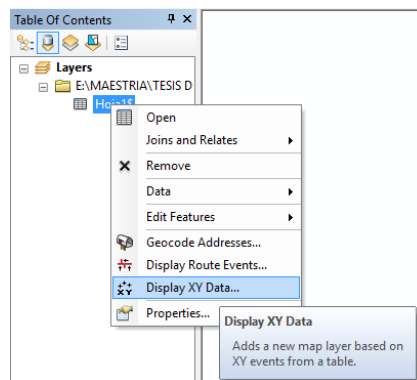


Figura 14. Creación de un archivo XLS a Shapefile.

5. Seleccionar *Display XY Data* para crear el tipo de archivo, en este caso *Shapefile*
6. Especificar la columna del archivo XLS donde se encuentran los datos de coordenadas *XY*
7. Seleccionar un sistema de coordenadas WGS84 - UTM
8. Una vez importados y georreferenciados los datos, es necesario guardar y seleccionar el tipo de archivo, en este caso *Shapefile*.
9. Abrir el otro archivo Shapefile que contiene el área de investigación y delimitar luego con el área de los datos INEC, para esto utilizar *Analysis Tools/ Extract/Clip*, de igual manera con los shapefiles de EMAPA y EMELNORTE

3. Tratamiento digital de los datos Barrios de la ciudad de Ibarra

Para continuar conformando más datos para el visor geográfico se obtuvo datos en formato *DWG* (Drawing) de Autocad, por lo tanto, fue necesario transformar a un solo formato (shapefile). A continuación, tenemos los datos originales en la Figura 15.

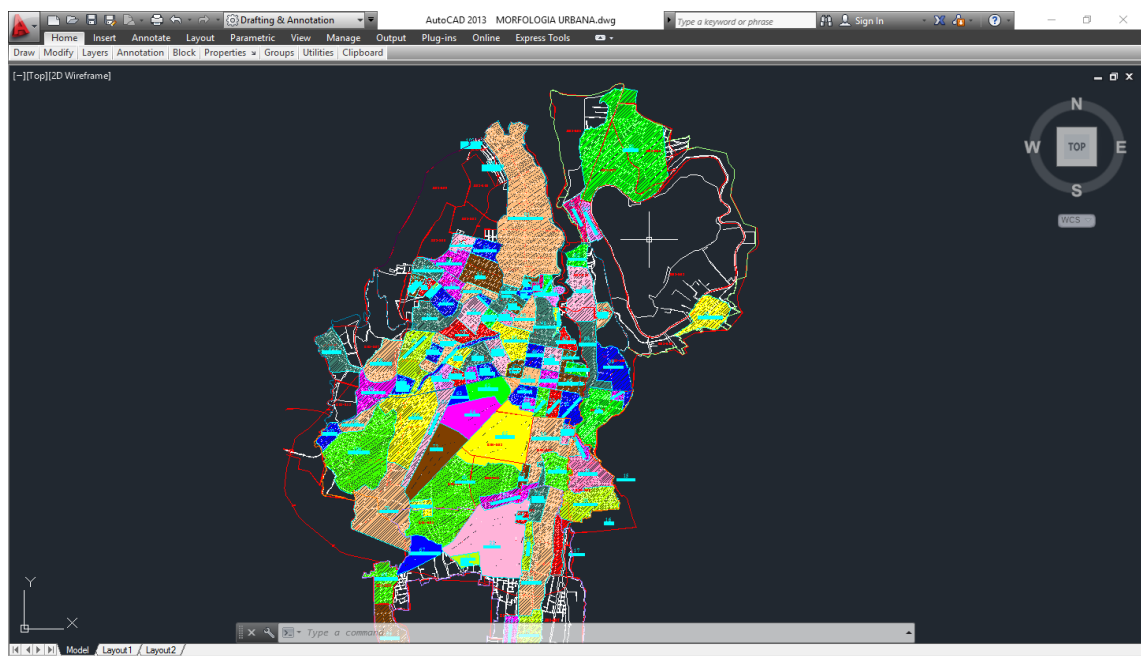


Figura 15. Capas CAD de Barrios urbanos de la ciudad de Ibarra.
 Nota: Tomado de Ilustre Municipio de Ibarra – Departamento de Avalúos y Catastros (2016).

Para cambiar de un formato *DWG* a Shapefile, se realizó lo siguiente.

1. Utilizar la herramienta ArcToolbox\Conversion Tools \To CAD \ Add CAD Fiels
2. Abrir el archivo de AutoCAD

3. Direcccionar a una carpeta y guardar el nuevo archivo como Shapefile

Luego de haber transformado el anterior archivo de AutoCAD se separó los datos de barrio, zonas, parroquias, como se muestra en la tabla 3, con la finalidad de disponer en capas separadas para que en el visor geográfico se puedan activar o deshabilitar, éstos datos contribuirán para realizar el cruce con los demás shapefiles de EMAPA, EMELNORTE, INEC.

En la Tabla 3 se muestra un total de 106 barrios, 5 parroquias urbanas y 7 rurales, 5 zonas, esta distribución permitirá tener layers separadas para mostrar los datos en el visor geográfico.

Tabla 3.*Barrios y parroquias urbanas y rurales de Ibarra.*

Morfología Urbana- Barrios ciudad de Ibarra - 2016			
1. Huertos familiares	28. Bola Amarilla	55. San Miguel	82. Azaya Norte
2. El Priorato	29. Los Ceibos	56. Simón Bolívar	83. Lomas de Azaya
3. El Mirador	30. Teodoro Gómez	57. Auxilios Mutuos	84. Mirador de Azaya
4. STA. Marianita	31. Domingo Albuja	58. Ajaví Grande	85. Coop. 16 de Diciembre
5. La Quinta	32. San Juan Calle	59. Ciudad Blanca	86. Santa. Teresita
6. El Olivo	33. Don Bosco	60. Urb. Pílanquí	87. Los Pinos
7. Olivo Alto	34. Basílica	61. Urb. Jardín	88. La Primavera
8. El Bosque	35. Egas Grijalva	62. Selva Alegre	89. Alpachaca
9. La Victoria	36. Amazonas	63. Urb. Ajaví	90. Panecillo
10. Yahuarcocha	37. Cabezas Borja	64. Pílanquí	91. Las Palmas
11. Católica	38. Velasco	65. Yacucalle	92. El Empedrado
12. Bev	39. El Carmen	66. Yuyucocha	93. Flota Imbabura
13. Alpargate	40. San Francisco	67. Ejido de Caranqui	94. Nuevos Horizontes
14. La Campiña	41. El Libertador	68. 20 de Octubre	95. Zoila Galarraga
15. Romerillo	42. Tahuando	69. 19 de Enero	96. Cananvalle
16. Tejar	43. San Agustín	70. La Floresta	97. El Milagro
17. La Palma	44. La Merced	71. 10 de Agosto	98. Pugacho Bajo

18. La Pradera	45. San Martín	72. Pulmón	99. Urb. Colinas del Sur
19. Bellavista	46. Sto. Domingo	73. Almeida Galarraga	100. El Ejido
20. El Retorno	47. Los Molinos	74. Urb. Rivadeneira	101. Aeropuerto
21. San Luis	48. Ajavi Chico	75. Nuevo hogar	102. Pugacho Alto
22. Caranqui	49. Galo Larrea	76. Urb. José M. Leodoro	103. Chorlaví
23. Guayaquil de Piedras	50. El Obrero	77. El Chofer	104. La Florida
24. La Candelaria	51. El Camal	78. Ciudadela Ciudad de Ibarra	105. Coop. De Vivienda Miravalle
25. Fausto Endara	52. Colinas de Ibarra	79. 28 de Abril	106. Plan de Vivienda Imbabura
26. Primavera	53. Coop. Carchi	80. 16 de Febrero	
27. Cuatro Esquinas	54. Urb. 7 de Abril	81. Azaya	
5 Zonas			
Parroquias			
1. San Francisco	2. Caranqui	5. Alpachaca	
3. La dolorosa del Priorato	4. El Sagrario		Urbanas
1. Angochagua	4. La esperanza	7. La Carolina	
2. San Antonio	5. Ambuqui	8. Ibarra	Rurales
3. Lita	6. Salinas		

7. Verificación de los polígonos de catastros

Para la depuración de los datos catastrales se descartaron algunos polígonos por no tener número de predios, iniciando el trabajo de verificación de 78829 polígonos inicialmente con la ayuda de ortofotos del proyecto (SIGTIERRAS, 2011). Identificándose varios elementos geográficos como:

- Parques
- Parterres
- Redondeles
- Universidades
- Unidades educativas
- Terminal terrestre
- Hospitales y mercados.

En los casos de los predios correspondientes a la ubicación de mercados, los polígonos eran muy pequeñas, por lo que se procedió a unir para formar polígonos representativos más generales.

De los 78829 polígonos iniciales se redujeron a 75011 por las razones antes mencionadas.

Cuando se sobre puso las capas de la información de los 461 *sectores censales* (INEC 2010 todo el cantón Ibarra) con el *CATASTRO* (verificado) se obtuvo **85307** polígonos, es decir los sectores censales cruzaron a más de 10000 polígonos y por esa razón existen mayor cantidad de polígonos (Lucero, 2018).

Cuando se cruzó la información de las 53 *zonas censales* (INEC 2010 todo el cantón Ibarra) con el *CATASTRO* verificado, se obtuvo 79234 polígonos, es decir las zonas censales cruzaron a más de 4000 polígonos y por esa razón existen mayor cantidad de polígonos. Por lo tanto, son datos confiables para generar cuadros estadísticos (Lucero, 2018).

Hay que notar que la capa de información del INEC empleada es de todo el cantón Ibarra, es decir que puede ser utilizada para los análisis de EMELNORTE y EMAPA.

Cabe mencionar que los polígonos de la base catastral del GAD municipal presentaron fallas en la edición del trazado de los predios (polígonos sin corrección de topología),

existiendo incremento en el número de polígonos. Por otra parte, al hacer el cruce de las zonas censales con el catastro municipal se duplicaron los polígonos (por cortarse los polígonos catastrales con los polígonos censales). Para lograr corregir el límite de las zonas censales tuvo que ser ajustado considerando la ubicación de los predios para que no haya cruce de polígonos.

Hay que notar que el área que se editó los polígonos del catastro corresponde a las zonas censales donde geográficamente se ubican los medidores de EMAPA, es decir de la parroquia Urbana y Rural de Ibarra, y parroquia de San Antonio. Por esa razón se tienen finalmente 62861 predios en dicha área.

8. Datos de EMAPA:

De los 53141 medidores de consumo de agua correspondientes a los clientes urbanos, existen medidores que tiene exactamente las mismas coordenadas geográfica de ubicación (valores x, y) y 1725 medidores tiene los mismos valores registrados. Esto ocasiona inconvenientes al momento de unir los valores de consumo, porque tiene las mismas secuencias. Para solucionar este inconveniente se aumentó al código concatenado (plan, ruta, secuencia) subsecuencia para tener una codificación de acuerdo al manejo de los datos de EMAPA (Lucero, 2018).

Con el geo proceso realizado quedan 51399 medidores de agua que se intersectan con el recorte del shapefile de áreas censales para el área urbana de Ibarra. Se ha intersectado los datos de ubicación de los medidores con las áreas censales del INEC y los aspectos sociales, de esta actividad se tiene una tabla en Excel en la que se repiten los datos censales y sociales por cada dato de ubicación de medidor, pero filtrando por codificación censal se pueden determinar cuántos medidores existen por zonas censales y sectores (Lucero, 2018).

9. Datos de EMELNORTE

La información de EMELNORTE no presenta problema, se encontró en el sistema de coordenadas WGS84 y se realizó el corte del área de estudio debido a que la información proporcionada incluye la ubicación de los medidores de toda la provincia e incluso de otras zonas, para esto se utilizó la herramienta *Analysis Tools/ Extract/Clip*.

En la Figura 16 se muestra un aproximado de 120948 Clientes Residenciales, 13089 Clientes Comerciales, 2099 Clientes Industriales, 2532 otros datos (EMELNORTE, 2016-2017).

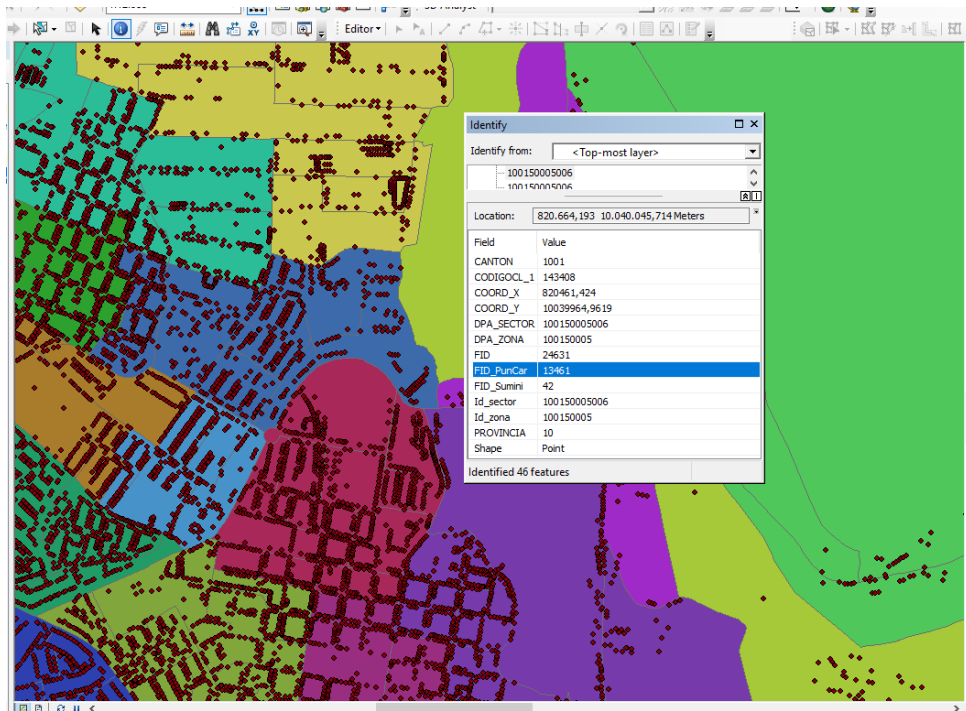


Figura 16. Datos iniciales de EMELNORTE.

Nota: Tomado de EMELNORTE 2016-2017.

3.2.3. TERCERA ETAPA, Creación de la aplicación informática.

Mediante la utilización de una metodología ágil y representación de los datos en el Visor Geográfico.

La *Recopilación y análisis de requerimientos de usuario*; mediante la base de requerimientos de usuario recopilada en EMAPA y EMELNORTE, se analizó, depuró y organizó para la creación de módulos de consultas, de zonificación personalizada y a la vez enlazadas con las bases de datos geoespaciales y alfa-numéricas. Finalmente se generó una interfaz amigable y que cumpla con los requerimientos funcionales del software y obtener una herramienta de calidad mediante la aplicación de la usabilidad dentro del software. A demás, la utilización de un servidor de mapas, herramienta que gestiona la administración de todos y cada uno de las capas georreferenciadas, con esto se cumplió el objetivo tres **“Crear una interfaz amigable e interactiva para el mapeo de recursos y datos socio-ambientales en la ciudad de Ibarra-Ecuador.”**

Para el desarrollo de ésta tercera etapa se utilizó una metodología ágil, la cual será seleccionada luego de haber analizado las más conocidas dentro del área de desarrollo de software.

1. Para la selección de la metodología más idónea se realizó un análisis y comparación entre las metodologías tradicionales y las metodologías ágiles para tener un contexto general y las ventajas en la utilización del grupo de metodologías ágiles entre estas tenemos las más nombradas:

- SCRUM, Extreme Programming (XP)
- Dynamic System Development Method (DSDM)
- Crystal
- Adaptative Software Development (ASD)
- Feature-Driven Development (FDD).

Otras metodologías ágiles:

- Agile Modeling
- Agile Model Driven Development
- Agile Project Management
- Agile Unified Process
- Internet Speed Development
- Lean development
- Pragmatic programming
- Test Driven Development
- XBreed
- Win Win Spiral
- Evolutionary Project Management
- Story cards driven development
- Open Unified Process (Cadavid, Martínez y Vélez, 2013) y (Tinoco, Rosales y Salas, 2010).

2. Para la selección de la mejor metodología se debió hacer énfasis a **critérios** como:

- Cuáles son las más conocidas
- Revisar las que han sido citadas y explicadas en libros de ingeniería de software.
- Revisión de las investigaciones, revisiones e implementaciones referenciadas por asociaciones como la IEEE (Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica), ACM

(Asociación de Maquinaria Computacional), donde mencionan entre un rango de tiempo las cuales fueron las metodologías más populares en documentos científicos entre 2003 al 2007 éstas fueron la metodología XP y SCRUM por la adaptabilidad durante el desarrollo de proyectos de software (Cadavid, Martínez, y Vélez, 2013).

- Tener en cuenta la adaptación en la industria del desarrollo del software en los últimos años donde practican metodologías ágiles los últimos años. Y más proveedores de software (Cadavid, Martínez, y Vélez, 2013).
 - Tabla de valoraciones comparativas de otros autores, buscadores Web (área científica y desarrollo).
3. Utilizar variables de valoración respecto a desarrollo en tiempo, costos, cumplimiento en tiempos de entrega sólo para las dos metodologías más relevantes que se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4.
Variables para seleccionar la metodología.

Variables
Tamaño de los proyectos
Tamaño de equipo del proyecto
Dedicada solo a desarrollo de software
Estilo de desarrollo
Estilo de código
Entorno tecnológico
Entorno físico
Cultura de negocio
Mecanismos de abstracción

4. **Determinar la agilidad de las dos metodologías más relevantes:** Se Determinó valores/grado utilizando la fórmula determinada por:
Grados de Agilidad (**DA**) mediante la flexibilidad (**FY**), velocidad (**SD**), eficiencia (**LS**), aprendizaje (**LG**) y la adaptabilidad (**RS**). Para aplicar estos principios *Qumer* y *Henderson Sellers* proponen la fórmula DA (del inglés, Object, Phase or Practices).

$$DA(\text{Object}) = (1/m)\sum m DA(\text{del inglés, Object, Phase or Practices})$$

Donde 5=FY, SD, LS, LG, RS (Grados de agilidad)

3= Número de criterio (Inicio, Construcción, Transacción)

1= Verdad

0= Falso

Tabla 5.

Variables comparativas para el nivel de agilidad.

1	Desarrollo del proyecto
2	Desarrollo iterativo e incremental
3	Modalidad de programación o creación del software
4	Tiempo horas semanales para desarrollo (40 horas)

Luego de haber seleccionado la metodología ágil se empleó en el desarrollo de la aplicación informática y adecuar a las condiciones locales, es decir sólo lo que sea aplicable en el área de estudio y enmarcado en el proyecto.

3.2.4. CUARTA ETAPA, Visualización de datos y su incidencia.

Con los datos almacenados y enlazados a herramientas de BI provistas por el grupo de investigadores pertenecientes al proyecto macro “Ibarra Verde” (Caso BI), se traerá en primer plano gráficos de análisis multitemporales, mediante el cruce de datos (factores socio-ambientales, resultados de consumo del recurso agua y energía eléctrica) georreferenciados con el uso del visor geográfico que permitirá la zonificación interactiva con el usuario. Por otra parte, un servidor de mapas, que permitió la presentación de la información mediante el uso de un visor geográfico (previamente analizado por el primer objetivo planteado en la investigación), para una mejor toma de decisiones y planificación, aplicando métricas de usabilidad de software. Para esto se realizó lo siguiente.

Instalación de la aplicación utilizando los requerimientos no funcionales (Software adicional para el funcionamiento).

Capacitación rápida del manejo de la administración de la aplicación informática.

Encuesta determinando el valor de muestra mediante la fórmula estadística para una población finita con diez preguntas para la validación respecto a la usabilidad y la incidencia de ésta herramienta informática (visor geográfico) en las empresas de estudio. Luego de aplicar la encuesta se tabuló los datos obtenidos.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN O PROPUESTA

4. Resultados:

4.1. PRIMERA ETAPA: análisis de SIG y selección del visor geográfico

Para definir el análisis y comparación de los SIG (Sistemas de Información geográfica y Visores geográficos) para el almacenamiento, generación, sistematización y administración de los datos de acuerdo al primer objetivo. *“Establecer una base de comparación de Sistemas de información geográfica”*. Partimos definiendo un grupo de herramientas de SIG.

Hay varios tipos de herramientas que son parte del mundo de los SIG, en este caso se hace referencia 10 grandes grupos de *software libre* geoespacial, en la Tabla 6 se muestran las siguientes herramientas:

Tabla 6.
Tipo de herramientas SIG.

#	Tipo	Total
1	SIG de escritorio	7
2	Clients ligeros o de navegador Web	8
3	Servicios Web	15
4	Bases de Datos	4
5	Navegación y mapas	6
6	Herramientas espaciales	7
7	SIG de campos específicos	5
8	Datos	4
9	Bibliotecas geoespaciales	4
10	SIG Móvil	9
	Total	69

De la Tabla 6, se puede contabilizar diez grupos de herramientas dando un total de 69 tipos de aplicaciones informáticas geoespaciales, casi en totalidad de licencia libre.

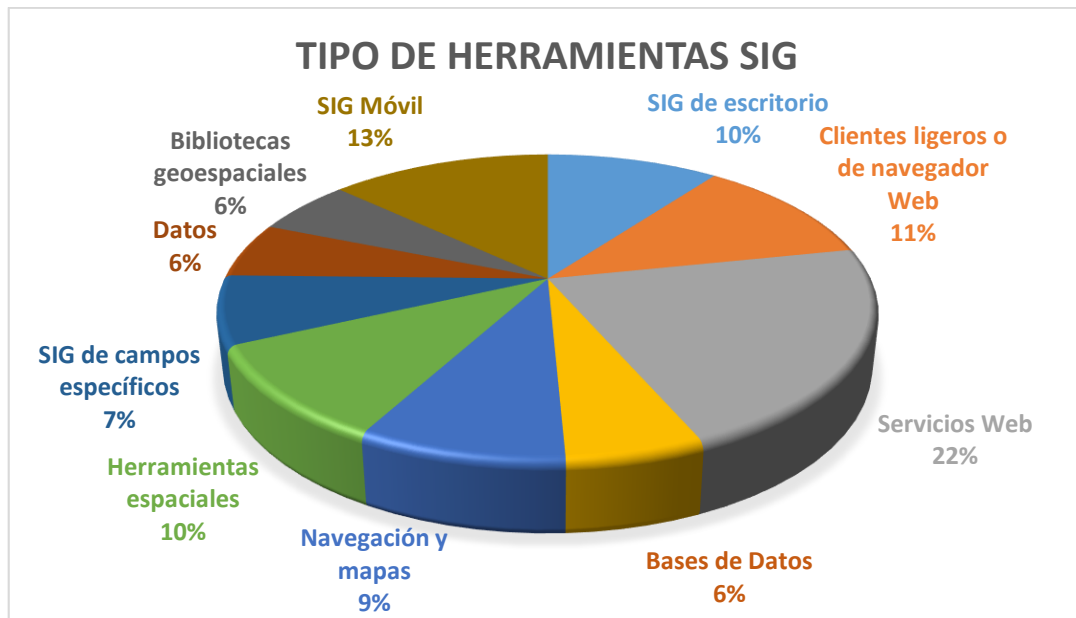


Figura 17. Tipos de herramientas de un SIG.

De la Figura 17, se puede deducir que el mayor grupo de aplicaciones SIG son los de servicios enfocados a la Web, en este caso en primer lugar es, Servicios Web (para publicación de datos en la Web) con el 22% debido a que contiene 15 aplicaciones informáticas y que son herramientas que permiten la administración de datos shapefile, KML (Lenguaje basado en XML para representar datos geográficos en tres dimensiones); en segundo lugar, con 13% SIG Móvil, con un total de 9 aplicaciones informáticas diseñados para dispositivos móviles (GPS, teléfonos móviles, tabletas) y clientes ligeros o de navegador Web con un 11%. Estos tres grupos que se describen como vemos se relacionan mucho debido a que están enfocados a la Web, pero los que se tomarán en cuenta para realizar la comparación son los denominados Clientes Ligeros (Por las ventajas revisadas en la metodología). A continuación, una descripción rápida de todos los grupos de herramientas SIG encontrados que son de licencia libre (Open source).

4.1.2. Descripción básica de grupos de herramientas SIG

1. **SIG de escritorio:** De uso general, permiten la visualización, edición y análisis de la información geoespacial y creación de mapas.
 - QGIS
 - GRASS GIS
 - GvSIG Desktop
 - User-friendly Desktop Internet GIS (uDig)

- Kosmo Desktop
 - OpenJUMP GIS
 - SAGA, recuperado de (OSGEO, 2017).
- 2. Clientes ligeros o de navegador Web:** permiten la visualización, edición y análisis en el navegador Web, de adaptación móvil, mapas 2D en el navegador, globos 3D, framework de geoportal y sistemas de gestión de contenidos.
- OpenLayers 3 (escrito en JavaScript)
 - Leaflet (escrito en JavaScript)
 - Cesium (escrito en JavaScript)
 - Geomajas (Java)
 - Mapbender (escrito en JavaScript)
 - GeoMoose (escrito en JavaScript)
 - GeoNode (Phyton), recuperado de (OSGEO, 2017).
- 3. Servicios Web:** para la publicación de datos en la Web, servidor de mapas (y datos) para su utilización en aplicaciones cliente servidor
- GeoServer
 - MapServer
 - deegree
 - ncWMS
 - EOxServer
 - GeoNetwork
 - pycsw
 - MapProxy
 - QGIS Server
 - istSOS
 - 52°North SOS (Servicios de Sensores de Observación)
 - 52°North WPS
 - ZOO Project
 - PyWPS
 - TinyOWS, recuperado de (OSGEO, 2017).
- 4. Bases de Datos:** permiten el almacenamiento de datos espaciales, Raster Multi-dimensional

- PostGIS
 - SpatiaLite
 - Rasdaman
 - pgRouting, recuperado de (OSGEO, 2017).
- 5. Navegación y mapas:** permiten la visualización, edición, Tracks de GPs, Ploteo de GPS marino.
- GpsPrune
 - Marble
 - WorldWind Java
 - OpenCPN
 - OpenStreetMap
 - Viking, recuperado de (OSGEO, 2017).
- 6. Herramientas Espaciales:** permiten render cartográfico, procesamiento de imágenes, procesos estadísticos.
- GMT
 - OTB
 - Un vistazo a las tareas espaciales en R
 - Mapnik
 - MapSlicer
 - OSSIM
 - GeoKettle, recuperado de (OSGEO, 2017).
- 7. SIG de campos específicos:** herramientas de acción específica como gestión de desastres, mapeo, Render de terrenos 3D, predicción meteorológica, mapeo del fondo marino.
- Sahana Eden
 - Ushahidi
 - osgEarth
 - MB-System
 - zyGrib, recuperado de (OSGEO, 2017).
- 8. Datos:** manejo de datos espaciales en el manejo de temperatura y precipitación, extractos de OpenStreetMap.
- Natural Earth

- OSGeo North Carolina, conjunto de datos de Estados Unidos para uso educacional
- OpenStreetMap
- Conjunto de datos NetCDF, recuperado de (OSGEO, 2017).

9. Bibliotecas geoespaciales: permiten la transformación de Sistemas de Referencia de Coordenadas, meteorología y climatología entre otras herramientas de transformación de datos Geoespaciales.

- GDAL/OGR
- GeoTools
- GEOS
- Proj.4, libLAS, recuperado de (OSGEO, 2017).

10. Grupo de SIG para dispositivos Móviles

Por el avance en hardware y software últimamente que han brindado mayor potencia para los SIG y sobre todo a la necesidad de relacionarse con el entorno. Dispositivos usados para el SIG (GPS, Teléfonos móviles, tabletas), y aplicaciones más utilizadas en el entorno Android, son:

- CartoDroid
- OruxMaps
- ArcGIS
- GvSIGMini
- QField
- Google Maps
- Google Earth
- OSM Browser
- AppStudio for ArcGis: Permite convertir mapas en aplicaciones móviles de fácil uso, disponible para Android, iOS, Windows y la publicación de las mismas, recuperado de (OSGEO, 2017).

11. Otros: es importante nombrar aplicaciones con licenciamiento, como ArcGis de tipo escritorio producido y comercializado por ESRI, bajo el nombre genérico de ArcGis que se agrupan varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica recuperado de (OSGEO, 2017).

Visto el conjunto de herramientas de software de SIG, se realizó el análisis de las características en conformidad a la usabilidad como parte de la calidad del software teniendo así los estándares y normativas internacionales ISO 9000, 9126-3, IEEE, que determinan la calidad a través de la facilidad de uso, por lo tanto, es lo que se tomó en cuenta para determinar del listado de herramientas SIG, cual se adapta mejor a las necesidades según requerimientos del usuario y la mejor adaptabilidad de uso de interfaz del visor, herramientas y administración.

4.1.3. Normativas y estándares de los SIG que se aplican en los Visores geográficos.

Luego de haber investigado las normativas y estándares que manejan los SIG para la presentación de datos, a continuación, se describen las que rigen para los Visores geográficos dedicados para la Web (Clientes ligeros) y en versión de licencia libre. Estas normativas y estándares permitieron seleccionar el visor geográfico con mejores niveles de calidad y las mejoras que se realice serán de usabilidad para el mejor manejo de la aplicación informática. En la Tabla 7 se muestra los siguientes estándares.

Tabla 7.

Estándares y Normativas para el desarrollo de un SIG.

Normativas y Estándares Nacionales	
IGM (Ecuador)	<ul style="list-style-type: none"> • Catálogo de objetos • Técnicas para el levantamiento de la información. Utilización del sensor LIDAR (Ligth Detection and Ranging) • Técnicas para la producción de cartografía básica (Red Geodésica Oficial) • Estandarización para la georreferenciación: Técnicos (para la representación geográfica mediante código o algoritmos), Semánticos (describe la información adscrita al mapa), Manuales y directivas (normas para medición). • Técnicas para Ortofotos digitales (fotografías satelitales en formato Raster)

- Control de exactitud posicional en cartografía (precisión en el terreno)
- Manejo de escalas (utilización de mojones)

Recuperado de (IGM, Geoportales y Visores Geográficos, 2017).

**Instituto espacial
ecuatoriano (IEE) ex
CLIRSEN** (Centro de
Levantamientos Integrados
de Recursos Naturales por
Sensores Remotos)

- Metadatos, coberturas a nivel nacional

CONAGE
(Consejo nacional de
Geoinformática)

Proporciona información técnica para la generación de Metadatos baso en la ISO 19115 y su esquema XML, bajo la norma ISO 19139

Normativas y Estándares Internacionales

OGC (Estándar Open
Geospatial Consortium)

Tipo de archivos

- GML: Codificación XML sirve para el transporte y almacenamiento de información geográfica (Cox, Cuthbert, Daisey, Davidson, Johnson, Keighan, y Reich, 2002).
 - KML: Es una gramática XML usada para codificar y transportar representaciones de datos geográficos para su visualización en un geobrowser (en este caso visor geográfico) (Sandvik, B, 2008).
 - WFS: Da una interfaz de comunicación que permite interactuar con los mapas servidos por el estándar WMS (Iglesias, Luaces, y Trillo, 2017).
 - WMS: Es un estándar para publicar cartografía en Internet definido por OGC, que permite visualizar información geográfica
-

	georreferenciada a través de la Web (Álvarez, 2010).
	<ul style="list-style-type: none"> • WCS: Permite realizar las peticiones de cobertura geográfica (3D) a través de la Web manejando llamadas independientes de la plataforma (Fonts y Granell, 2009). • CSW: Permite la gestión de metadatos (Hontoria y Subirana, 2008).

Comisión ICA (Asociación Cartográfica Internacional)	Calidad de los datos espaciales, precisión posicional
Normas ISO (Organización Internacional de Normalización)	19100: Determinación de la calidad de la información 19101: Modelo de referencia 19104: Terminología 19107: Perfil geométrico 19111: Georreferenciación, Coordenadas 19136: Normas para archivos GML, codificación XML 19119: Generación de Metadatos 19115: Descripción geométrica Metadato (PEM Perfil Ecuatoriano de metadatos) 19119: Servicios metadatos 19128: (WMS) interfaz de servidor Web de mapas 19126: Determinar el catálogo de objetos (ISO, 2018).

Usabilidad (Usability) dado por ISO 9241. Criterios de éste estándar tenemos funcionalidad, eficiencia, compatibilidad, *usabilidad*, fiabilidad, seguridad, facilidad de mantenimiento y portabilidad.

“Es un atributo cualitativo definido comúnmente como la facilidad de uso” (Sánchez, 2015).








“Usabilidad es la eficiencia y satisfacción con la que un producto permite alcanzar objetivos específicos a usuarios específicos en un contexto de uso específico” (González, Montero y Gutiérrez, 2012).

Para este estudio se ha considerado el atributo de portabilidad y Usabilidad (Sánchez, 2015), (Mascheroni, Greiner, Dapozo y Estayno, 2013).

En base a éstas normas y estándares se hace la siguiente comparativa entre visores geográficos, dando relevancia a la usabilidad como parte de la calidad en el software.

4.1.4. Aplicación de variables al grupo de visores Web (Clientes ligeros)

El grupo de visores SIG a analizar son los *clientes ligeros* de navegación Web en el ámbito de estándares y normas de calidad y tipos de archivos soportados descritos en la metodología con el respectivo logotipo de identificación, éstos son los siguientes:

- OpenLayers 
- Leaflet 
- Cesium WebGL virtual globe and map 
- Geomajas 
- Mapbender 
- GeoMoose 
- GeoNode 

En la Tabla 8 se muestra la comparativa en base a estándares, normas nacionales e internacionales. Para notar que característica cumple, cada aplicación se utilizó el valor de “1”, en caso de no cumplir fue el valor de “0”. En el caso de existir rango de valores, se utilizó Alto (3), Medio (2), Bajo (1) y en caso de no haber referencias tuvo la notación de “No disponible”

Tabla 8.*Análisis comparativo de herramientas SIG, clientes ligeros o de navegador Web.*

Análisis General de los Visores SIG, Clientes livianos o de navegador Web							
Visor / Criterio	OpenLayers	Leaflet	Cesium	Geomajas	Mapbender	GeoMoose	GeoNode
Plataformas de escritorio soportadas. (Usabilidad-Portabilidad) Windows, Mac, Linux,	No disponible	1	No disponible	1	1	1	1
Plataformas para dispositivos móviles soportadas: (Usabilidad-Portabilidad) Android, iOS	0	1	0	0	0	0	0
Navegadores de escritorio soportados: (Usabilidad-Portabilidad) Chrome, Firefox, IE 7-11	1	1	1	1	1	1	1
Navegadores de dispositivos móviles: (Usabilidad-Portabilidad) <ul style="list-style-type: none"> • Chrome para Android 4+ y iOS. • Firefox para Android. • IE10/IE11 para dispositivos basados en Win8. 	1	1	0	0	0	1	0

• Safari para iOS 3-7.								
Estándares OGC implementados								
mínimos	0	0	1	0	1		1	1
WMS, WMTS,CSW,WFS								
Arquitectura modular	0	0	0	0	0		1	0
Mapeo interactivo:								
Usabilidad	1	1	2	2	2		3	3
Alto(3), Medio(2), Bajo(1)								
Soporte de capas Raster.								
(Usabilidad-Compatibilidad)	1	1	1	0	0		1	1
Soporte de capas Vectoriales								
(Usabilidad-Compatibilidad)	1	1	1	1	1		1	1
Filtro mediante catálogo de objetos	0	0	0	0	1		1	1
Herramienta búsqueda por selección								
(Select Features). (Calidad de software-Usabilidad)	0	0	0	0	0		1	0
Cantidad de herramientas								
Alto(3), Medio(2), Bajo(1)	1	1	1	1	2		3	3
Cantidad en líneas de código								
Líneas de código	127,194	116,290	346,922	393,932	316,027		47,824	96,998

Líneas de comentarios	39,059	3,609	69,217	151,781	96,358	16,179	24,873
Líneas en blanco	22,292	21,306	53,896	78,222	49,780	10,398	16,945
Líneas de código en %	67.5%	82.4%	73.8%	63.1%	68.4%	64.3%	69.9%
Líneas de comentarios en %	20.7%	2.6%	14.7%	24.3%	20.8%	21.7%	17.9%
Líneas de blanco en %	11.8%	15.1%	11.5%	12.5%	10.8%	14.0%	12.2%
Características acumuladas TOTAL	6	8	7	6	9	15	12

Simbología:

0 = No cumple

1 = Bajo

2 = Medio

3 = Alto

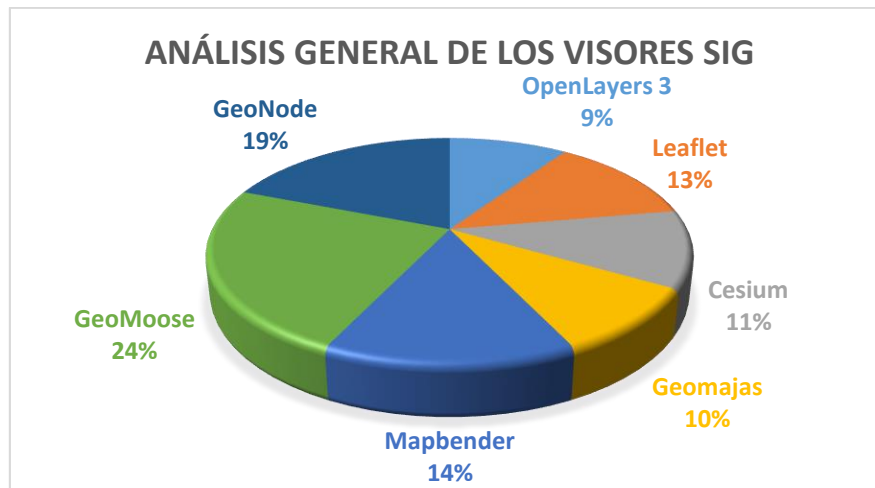



Figura 18. Análisis general de visores geográficos, Clientes ligeros o de navegador Web.

En la Figura 18, se puede notar claramente que el Visor GeoMoose es el que mayor porcentaje acumulando un 24% respecto a la tabla anterior basada en las variables propuestas respecto a usabilidad, disponibilidad de la información y compatibilidad con navegadores Web, además de disponer una codificación con líneas de comentarios como ayuda para otros programadores. A demás, en base al anterior análisis y dando cumplimiento a criterios establecidos el que mayor porcentaje de cumplimiento a normas OGC, ISO y Usabilidad descritas en la tabla 8 y por el número de herramientas necesarias que incorpora (como es la búsqueda por selección de polígonos), se eligió **GeoMoose**  para el desarrollo de la investigación. El visor GeoMoose está basado en OpenLayers que cuenta con una madurez de 10 años en la Web y soporte técnico. Sin embargo, en es necesario un *framework-servidor de mapas* que soporte al visor y la aplicación de interfaces de usuario (IU) para el despliegue de información geoespacial como es **MapServer** (propuesto inicialmente en el anteproyecto), además el visor Geomoose está basado en dicho *framework* (Compatibilidad con Mapserver). Para el análisis comparativo fue recuperado de (OSGEO, 2017).

A continuación, se entrará a la etapa de descripción del Visor GeoMoose para tener un conocimiento breve de esta aplicación informática.

4.1.5. Características del visor GeoMoose seleccionado

En la Figura 19, se muestra la interfaz principal del visor geográfico GeoMoose con el menú de herramientas horizontal, menú vertical de presentación de capas y en la parte central el área de visualización de los mapas.

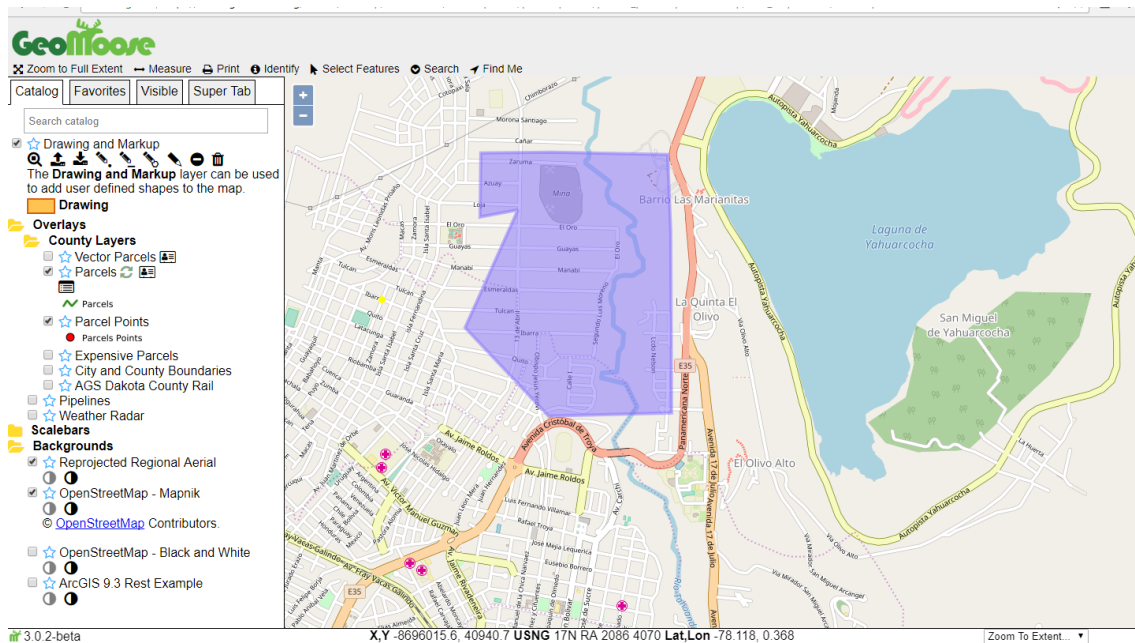


Figura 19. Interfaz principal del visor GeoMoose.

Nota: Tomado de <https://www.geomoose.org> (2017).

“GeoMoose es un ‘framework’ de navegación de mapas para la visualización distribuida de datos cartográficos.” (OSGeo-Live, 2017). Permite la gestión de datos geoespaciales, permitiendo extender la funcionalidad de MapServer y del visor OpenLayers mediante la herramienta incorporada de identificación ‘drill-down’ (permite mantener una organización tipo árbol). Esto hace que se pueda organizar muchas capas, operaciones de selección y de búsqueda con el grupo de datos.

GeoMoose se caracteriza por ser una herramienta rápida en procesamiento con gran cantidad de capas y servicios al mismo tiempo y de fácil configuración de interfaz de usuario, además la fácil incorporación de nuevos servicios por poseer una arquitectura modular (OSGeo-Live, 2017).

4.1.5.1. Principales características

- Mantenimiento de datos distribuido.
- Accesibilidad a datos de: MapServer, Google, VirtualEarth, YahooMaps, Tilecache, ArcGIS REST, WMS.
- Vistas múltiples de datos y configuración
- Manejo de catálogo de datos

- Posee herramientas de: medida, dibujado, consulta, desvanecimiento, reordenación, re-proyección, zoom, visualización de coordenadas, visualización de consultas, impresión de las capas activas en formato .pdf.
- Visualización: Posee un visor de mapas, vista de vuelo, menú lateral, navegación, controles de usuario en pestañas.
- Integración con el servidor de mapas MapServer.
- Diseño modular, necesario para añadir nuevos servicios
- Publicación de un número muy elevado de capas
- Multiplataforma: Windows, Linux, Mac.
- Estándares implementados: WMS, WFS (Cliente), WFS-T (Cliente) de OCG.
- Soporte de tipo de datos: Raster, Vectorial (OSGeo-Live, 2017).

En la Tabla 9 se muestra los principales lenguajes que este desarrollo el visor geográfico GeoMoose

Tabla 9.
Principales Lenguajes de desarrollo.

Lenguaje	Líneas de código	Comentarios de ayuda	% de comentario	Espacios entre líneas	Total líneas	Total %
<i>JavaScript</i>	17,972	9,122	33.7%	4,776	31,870	42.8%
<i>PHP</i>	16,439	4,716	22.3%	3,263	24,418	32.8%
<i>CSS</i>	4,673	788	14.4%	895	6,356	8.5%
<i>HTML</i>	4,568	270	5.6%	257	5,095	6.8%
<i>XML</i>	1,938	466	19.4%	391	2,795	3.8%
<i>Python</i>	1,042	755	42.0%	563	2,360	3.2%

Nota: Tomado de (OSGeo-Live, 2017).

4.1.5.2. Estructura de GeoMoose

API de GeoMoose

- **De Control:**
 - Delete-Feature: Una nueva clase para eliminar entidades dentro de una capa.

- Measure: Basado en el Visor OpenLayers, Amplía la clase Control.Measure que sirve para proporcionar seguimiento de tracking (OSGeo-Live, 2017).

- **De Dialogo:**

- Editor de atributos: Permite la edición con marco de dialogo
- Download: permite mensajes para descarga
- Error: mensajes de error y alertas
- Layer: Clase para representar una capa
- Layout: Incorporada para evitar errores
- Layout.default: Es un constructor para la función layout
- Fuentes de mapas: Para el manejo de variables, funciones (OSGeo-Live, 2017).

Tabla 10.
Variables y funciones de control en un Layer.

Variables	Detalle
mapbookType	Tipo de la estructura del XML dentro del mapa
_ol_layer	Objeto de openLayers
path	La ruta del recurso o mapa
cssName	Identificador de origen de mapa
params	Encontrar el listado de mapas
paths	Lista de rutas para un layer
title	Título de la capa
metadata	Datos insertados dentro de una capa
controls	Control para el soporte de una capa
clearPopupsOnMove	Movimiento de una ventana emergente movable mediante el puntero del mouse
displayInLayerSwitcher	Alterna orígenes de mapa
Funciones	Detalle
_parseParams	Maneja parámetros para recurso de mapas
_parseLayers	Control de entrada de un mapa
onLayersChange()	Llamada de cambios existentes dentro de un lapso de tiempo dentro de una capa
_getLayersList()	Devuelve una matriz de todas las capas actuales

getStatusDifferences()	Retorna un listado de elementos en estados encendido y apagado de capas que son diferentes
getLayerByName()	Retorna un nombre por cada capa
isVisible()	Revisa si una capa es visible o no
preParseNode(mapbook_xml)	Sobre escribe para crear algunos tipos de capas
constructor	Permite crear nuevas instancias dentro del listado de capas
checkPath	Comprueba si se trata de una ruta de coincidencia para esta capa con otra
setVisibility	Retorna el estado de una capa, en activa o inactiva
addToMap	Añade capas o recursos al mapa
isPrintable	Para imprimir la o las capas activas
deactivate	Permite la activación-desactivación de una capa

Nota: Tomado de (OSGeo-Live, 2017).

- **Fuente de mapas:**

- AGS: manejo de máximos y mínimos de posicionamiento en la referencia espacial
- Google: provee enlace a recursos en la Web
- Mapserver/Geoserver: convierte una solicitud normal a un objeto WMS (para facilitar el acceso, manipulación e intercambio de información geográfica en la Web)
- Vector: permite que los clientes WFS puedan aplicar ediciones (inserciones, borrados y actualizaciones) a los datos en la base de datos de origen a través del servicio de WFS a través de la Web
- Vector GeoJSON: soporta renderización de una URL de GeoJSON (formato estándar de opensource diseñado para la representación de elementos geográficos sencillos).
- Vector.WFS: permite la edición de una capa
- WMS: sirve para facilitar el acceso, manipulación e intercambio de información geográfica en la Web.
- XYZ: proporciona origen de capa

- **De Etiqueta:**

- Tool: herramientas de selección de capas

- Tool.MeasureArea: proporciona un área de media en una capa
- **De UI** (Interfaz de usuario). Recuperado de (OSGeo-Live, 2017).

Luego del análisis de éste tipo de herramientas y la comparación mediante el sometimiento de estándares nacionales (IGM, CLIRSEN) e internacionales (CONAGE, OGC, ISO), se pudo determinar el grado de uso de las mismas en el desarrollo de los visores geográficos.

En la investigación se puso énfasis en el grado de calidad del software, en teste caso se tomó en cuenta el grado de *Usabilidad*, donde se determinó que todos estos tipos de herramientas utilizan un buscador para localizar un punto específico en un mapa digitando dentro de un formulario, pero no se lo hace mediante el trazado de un polígono. En éste contexto para aumentar la *Usabilidad*, se incorporó una mejora a la herramienta de trazado de polígonos que ya tiene GeoMoose, por lo tanto, se habilitó la funcionalidad de otros tipos de selección, como, por ejemplo, un círculo, rectángulo, lineal y el uso de filtrado de búsqueda. Logrando la habilitación de un buscador interactivo que permite el dibujado sobre el mapa y dé como resultado todos los datos que se encuentren dentro y/o de la intersección del layer y el polígono dibujado y poder determinar de manera más interactiva las consultas que realice el usuario. Hay que recalcar que todas estas herramientas de búsqueda por polígonos solo se habilitaron, ya que el visor ya incorpora, como se muestra en la Figura 20.



Figura 20. Búsqueda por polígonos como parte de la usabilidad.

Nota: Tomado de <https://www.geomoose.org> (2017).

Selección por espacio geográfico, inclusión, exclusión permite guardar más de una consulta y éstos resultados exportar a los formatos .pdf, HTML, CSV.

4.2. SEGUNDA ETAPA, Adaptación digital de los datos

Siguiendo con la investigación, para el segundo objetivo “*Adaptar los datos del uso de agua potable y energía eléctrica para integrar en un sistema de información geográfica*”, fue necesario formatear los datos recopilados a un mismo sistema de coordenadas, proyección y delimitación en el área de estudio.

Los siguientes gráficos muestran el adecuamiento y formateo de datos globales a datos específicos del área de estudio.

En la siguiente Figura 21, tenemos los catastros pertenecientes sólo al área de estudio los cuales fueron agregados al visor geográfico.

1. Datos de catastros (área de estudio)

Recorte del área de estudio con el sistema de coordenadas WGS84, donde se muestra en la figura 21 los datos del catastro combinados con la información del INEC del año 2010.

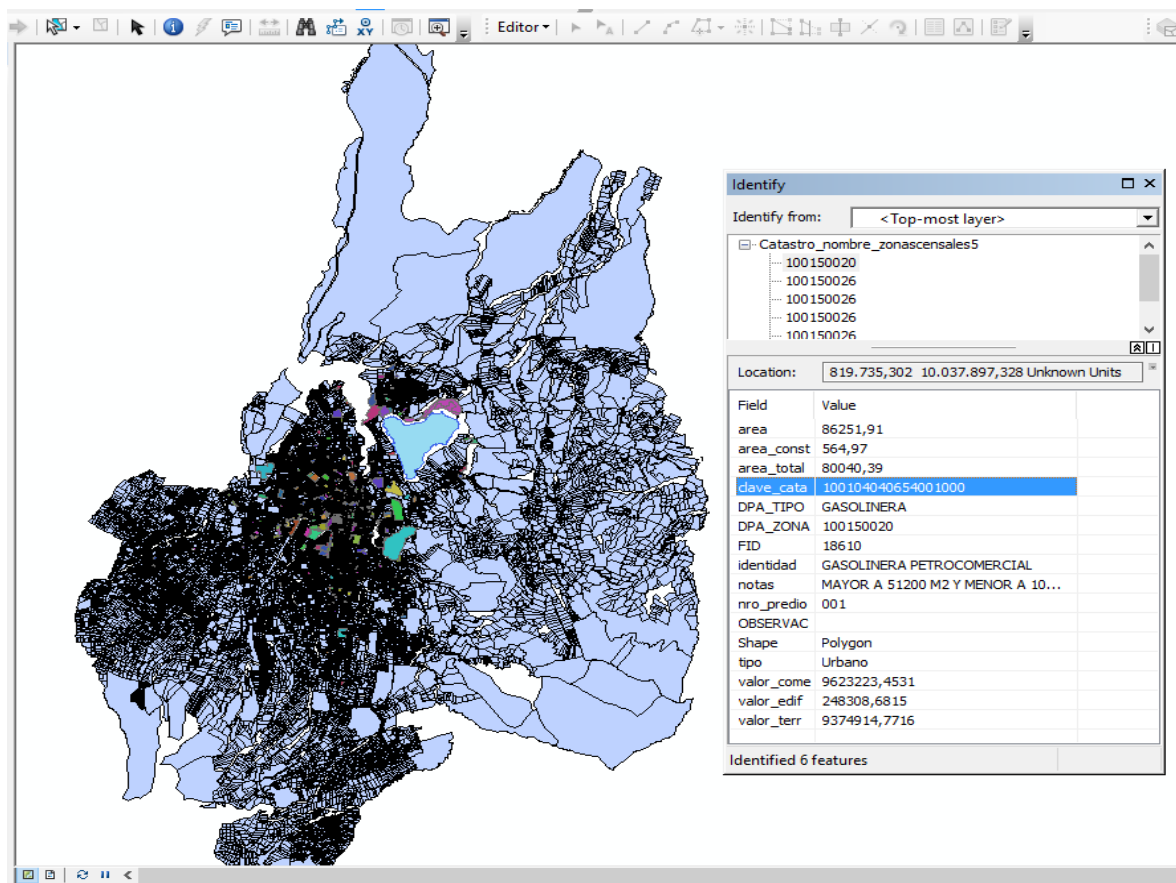


Figura 21. Recorte del shapefile perteneciente a la ciudad de Ibarra (WGS84).
Nota: Tomado de Ilustre Municipio de Ibarra – Departamento de Avalúos y Catastros (2016).

2. Datos de INEC 2010 del área de estudio

Recorte del área de estudio urbano rural de la ciudad de Ibarra unido con las 32 zonas INEC 2010, cada zona está representado con un color diferente para una mejor visualización.

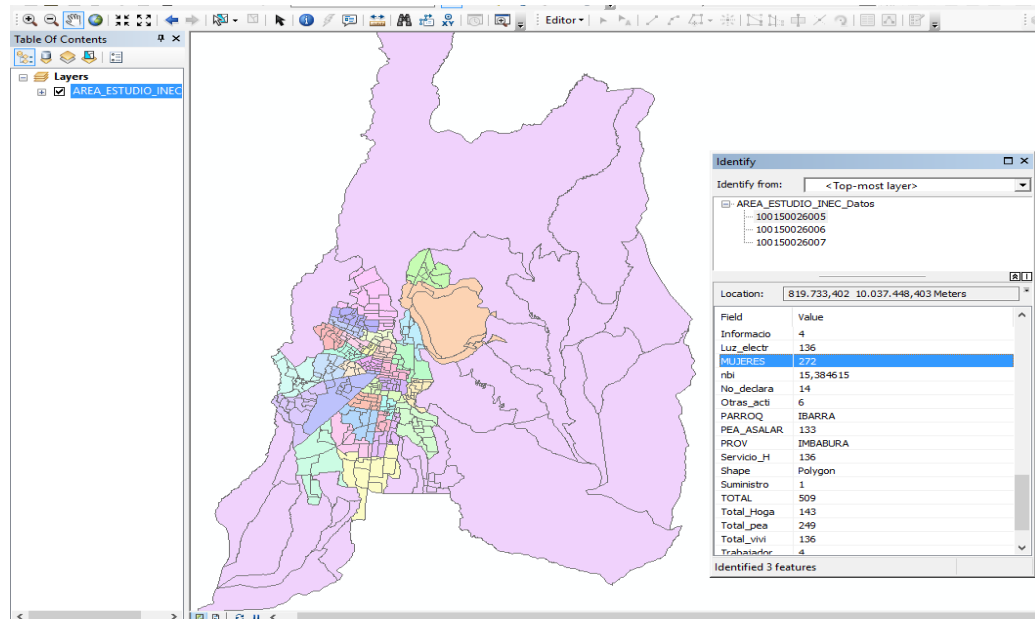


Figura 22. Recorte del área de estudio urbano rural, ciudad de Ibarra.

Nota: Tomado de INEC (2010).

3. Luego de haber depurado los datos de **EMAPA** se tiene como resultado las siguientes tablas 11 y 12 con los valores representativos durante tres años:

En las Tablas 11 y 12, los resultados del proceso de validación de datos fueron obtenidos del trabajo de investigación conjunta (Lucero, 2018).

Tabla 11.

Datos multitemporales del número de medidores.

Total de Suministros/Medidores			
Tiempo	Datos Generales	Datos Ciudad de Ibarra	Datos por parroquias
2014	51289	40097	11192
2015	53453	41728	11724
2016	55235	42976	12259

Nota: Tomado de Lucero (2018).

Tabla 12.

Consumo multitemporal en m³ de agua potable.

Total de Consumo por suministro			
Tiempo	Datos Generales m ³	Datos Ciudad de Ibarra m ³	Datos por parroquias m ³
2014	12142355	9651046	2491309

2015	12585916	9950358	2635558
2016	12937143	10129332	2807811

Nota: Tomado de Lucero (2018).

Área con delimitación de la zona de investigación urbana rural, hay un total de 74967 registros. Estos datos ayudaron par que el visor contenga datos depurados sin polígonos con error (polígonos abiertos) o datos de medidores repetidos.

4. Archivos digitales en formato geográfico en capa .shp de ARCGIS: las siguientes capas shapefile, son el resultado de haber adaptado digitalmente los datos solo al área de estudio. Hay que mencionar que las figuras 22 hasta la 32 están en el sistema de coordenadas WGS84 / UTM Zona 17S

1. Área de estudio INEC: Capa del área de estudio de 32 zonas con datos INEC 2010, y otros cálculos en las respectivas tablas de atributos, como, área de zona, servicios básicos, total de viviendas, total hombres, total mujeres, número de industrias, etc.

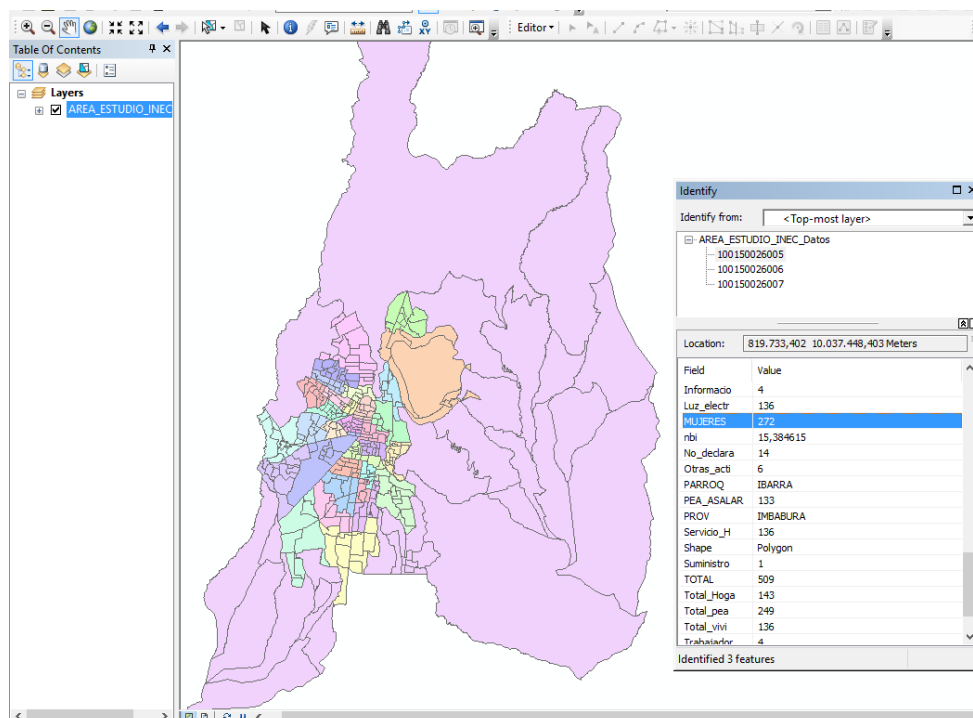


Figura 23. Recorte del área de estudio 32 zonas datos INEC urbano rural, ciudad de Ibarra.

Nota: Tomado de INEC (2010).

2. Barrios con nombres: capa .shp con nombres y ubicación de los barrios del área de estudio; fue necesario adaptar al formato vectorial dentro de una capa shapefile desde un archivo de AutoCAD de extensión DWG, donde la tabla de atributos contiene datos de nombres de barrios, área, coordenadas.

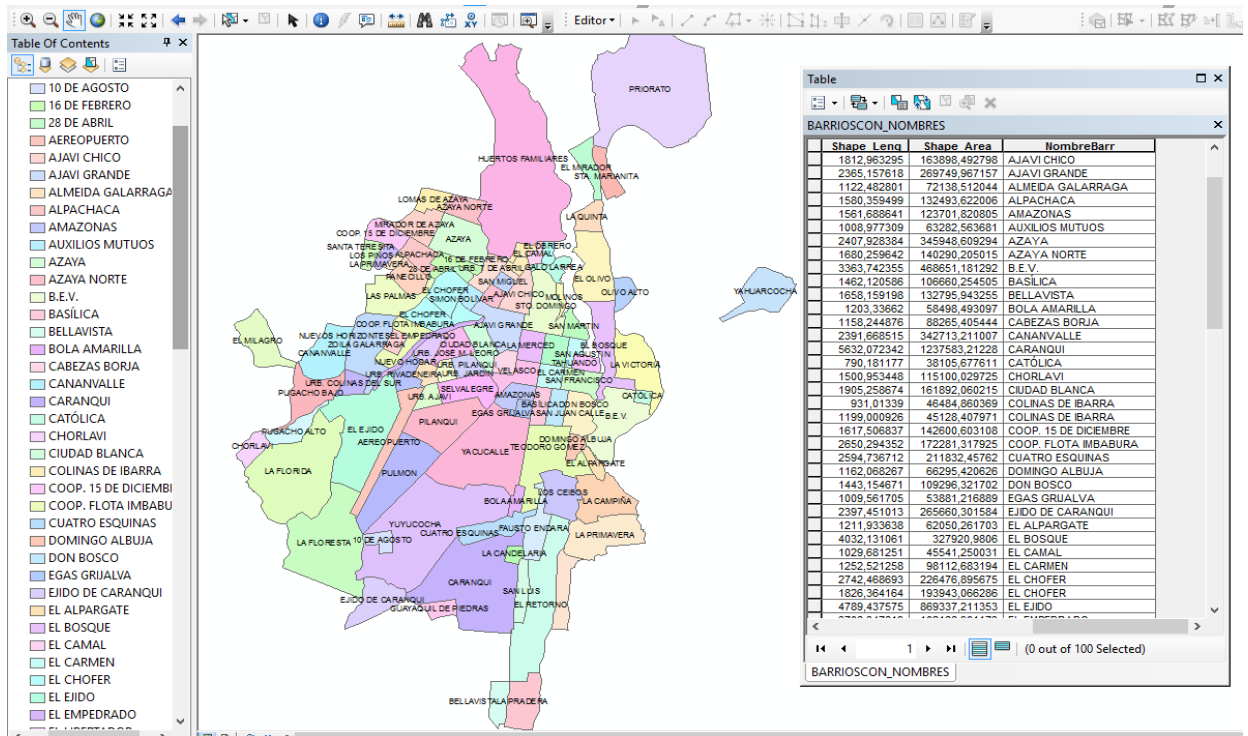


Figura 24. Barrios del área de estudio.

Nota: Tomado de Ilustre Municipio de Ibarra – Departamento de Avalúos y Catastros (2016).

3. Polígono del Cantón Ibarra: capa del perfil del cantón Ibarra con la tabla de atributos que contiene el código de provincia, código de cantón, área, nombre del cantón.

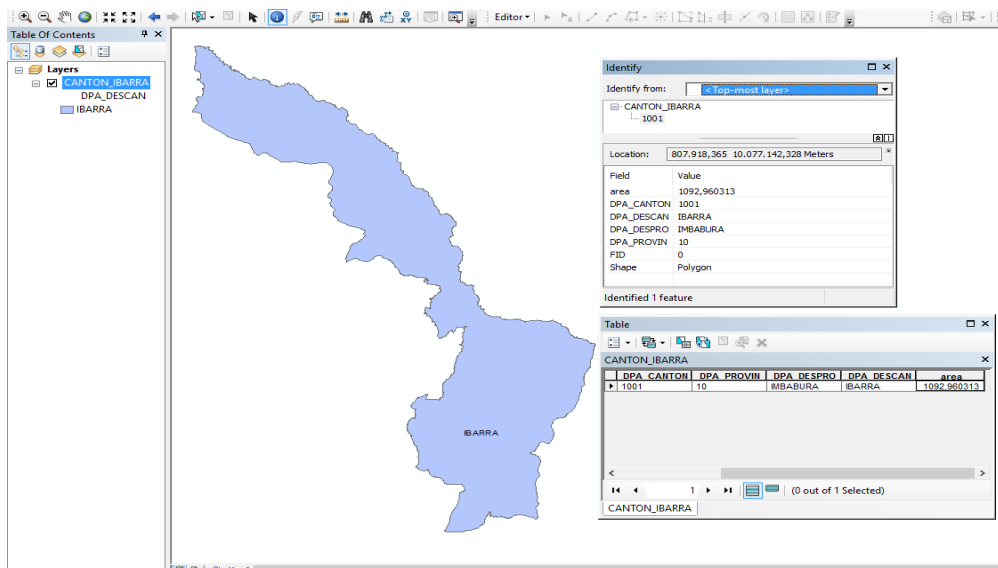


Figura 25. Perfil del Catón Ibarra.

Nota: Tomado de Ilustre Municipio de Ibarra – Departamento de Avalúos y Catastros (2016).

4. Catastros de 32 zonas: capa catastro del área de estudio con 32 zonas censales con datos completos del catastro. Fue necesario realizar una unión de las capas

de catastro, área de estudio y 32 zonas INEC 2010 para determinar una visualización de los servicios básicos disponibles.

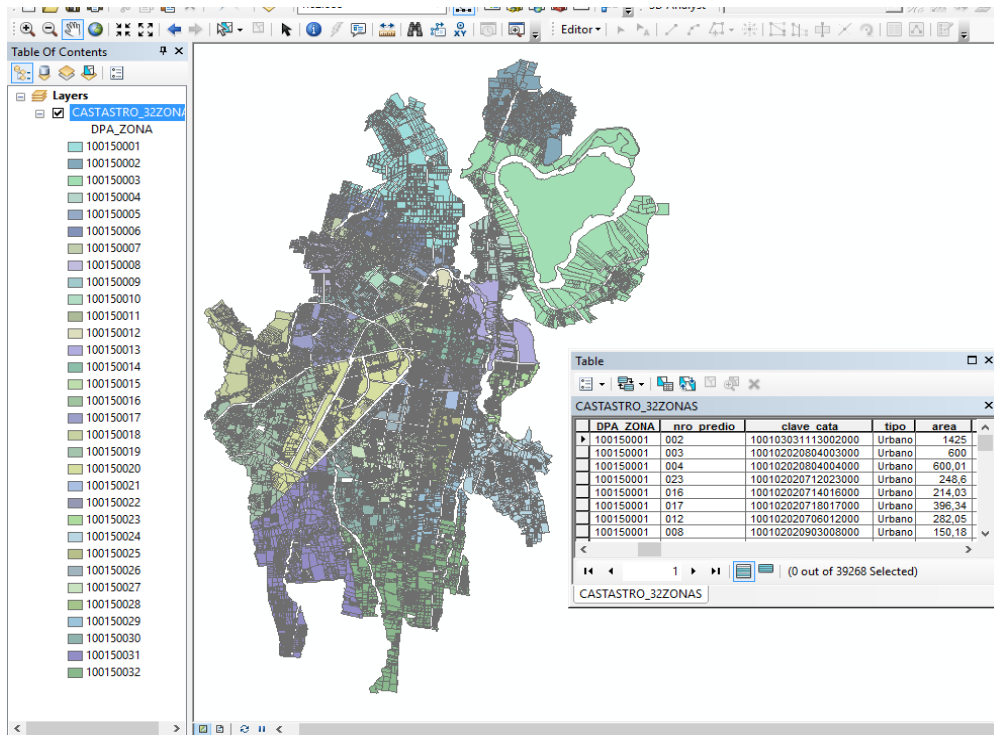


Figura 26. Catastro del área de estudio conjuntamente con 32 zonas censales 2010.

Nota: Tomado de Ilustre Municipio de Ibarra – Departamento de Avalúos y Catastros (2016).

5. Catastro de 32 zonas censales: capa del catastro del área de estudio con construcciones dentro de las 32 zonas censales 2010. Contiene datos de área de predio, código catastral, código de zona, código de sector, valoraciones de predio, número de pisos de las edificaciones.

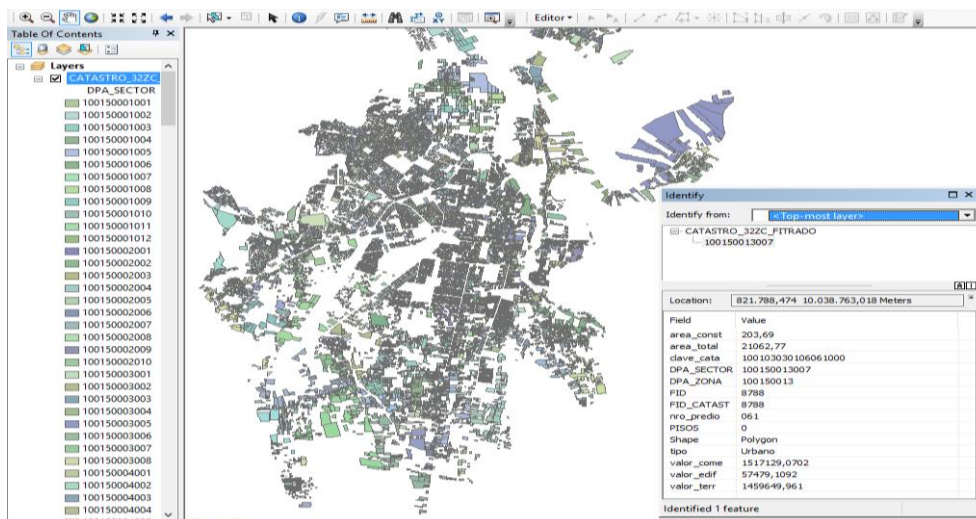


Figura 27. Predios con área de construcción.

Nota: Tomado de Ilustre Municipio de Ibarra – Departamento de Avalúos y Catastros (2016).

6. Nombres de entidades importantes: capa shapefile que contiene nombres y ubicaciones de instituciones educativas, hospitales, edificios importantes, iglesias, áreas verdes, centros de abastecimiento de alimentos, etc.

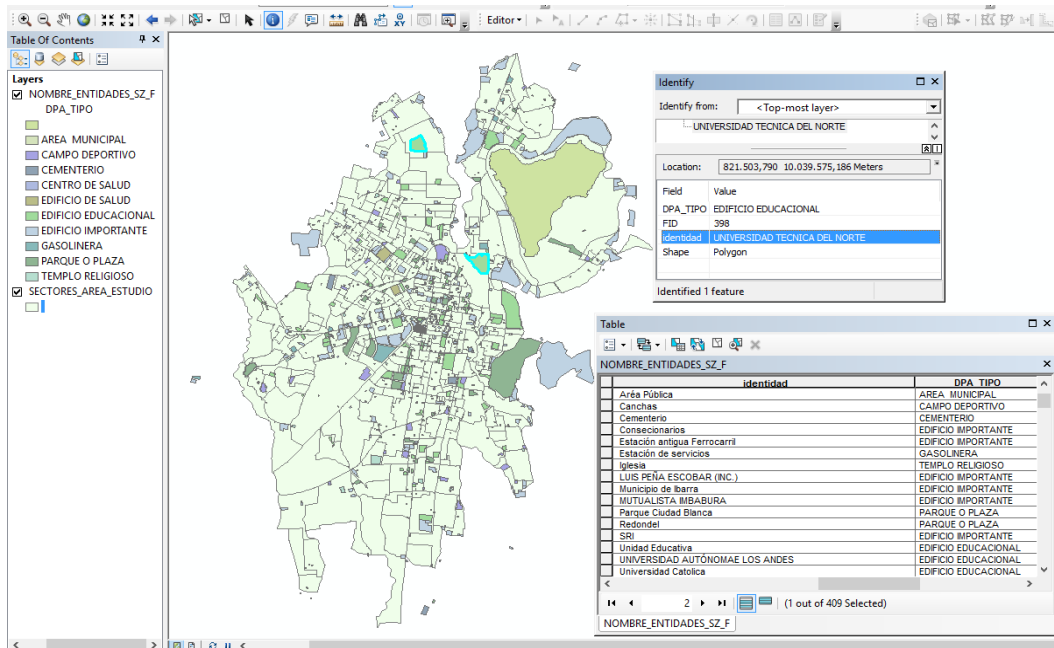


Figura 28. Nombres y ubicaciones de Instituciones importantes.

Nota: Tomado de la carrera en Recursos Naturales Renovables Universidad Técnica del Norte (2017).

7. Parroquias urbanas de Ibarra: contiene las parroquias del cantón Ibarra, cada uno con los respectivos códigos provincial, cantonal y nombre de parroquia.

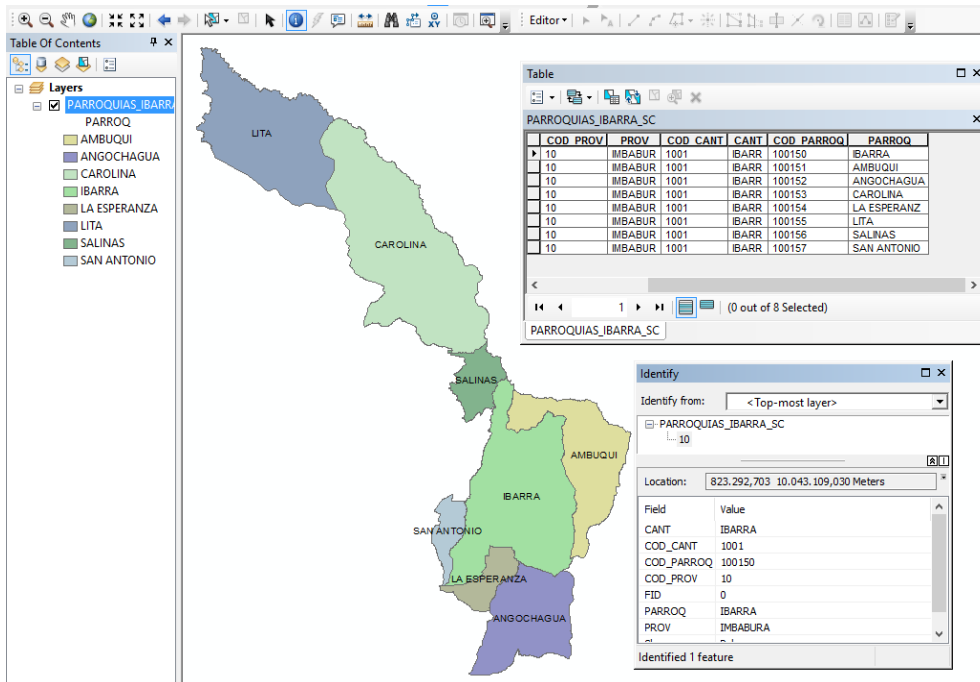


Figura 29. Parroquias del cantón Ibarra.

Nota: Tomado de Ilustre Municipio de Ibarra – Departamento de Avalúos y Catastros (2016).

8. Sectores y áreas de estudio: capa que contiene información solo de codificación de zonas y 32 sectores censales 2010, código de zona, provincia, cantón, parroquia, diferenciadas por color basado en el código zonal.

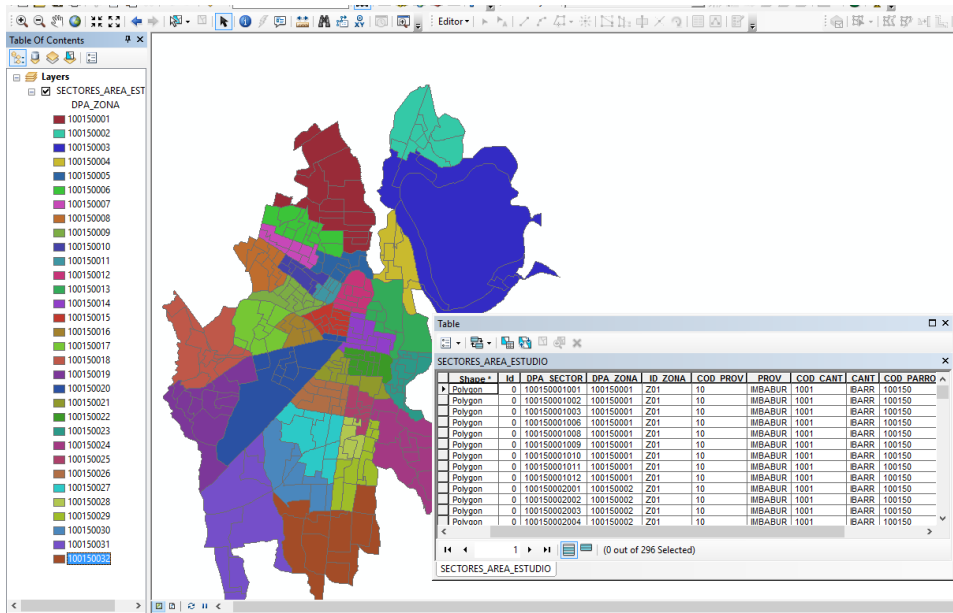


Figura 30. Codificación de 32 sectores censales.
Nota: Tomado de INEC (2010).

9. Suministros de EMAPA: capa con los puntos de ubicación de todos los medidores de agua potable de EMAPA en unión con los datos INEC 2010 y la capa catastral del área de estudio.

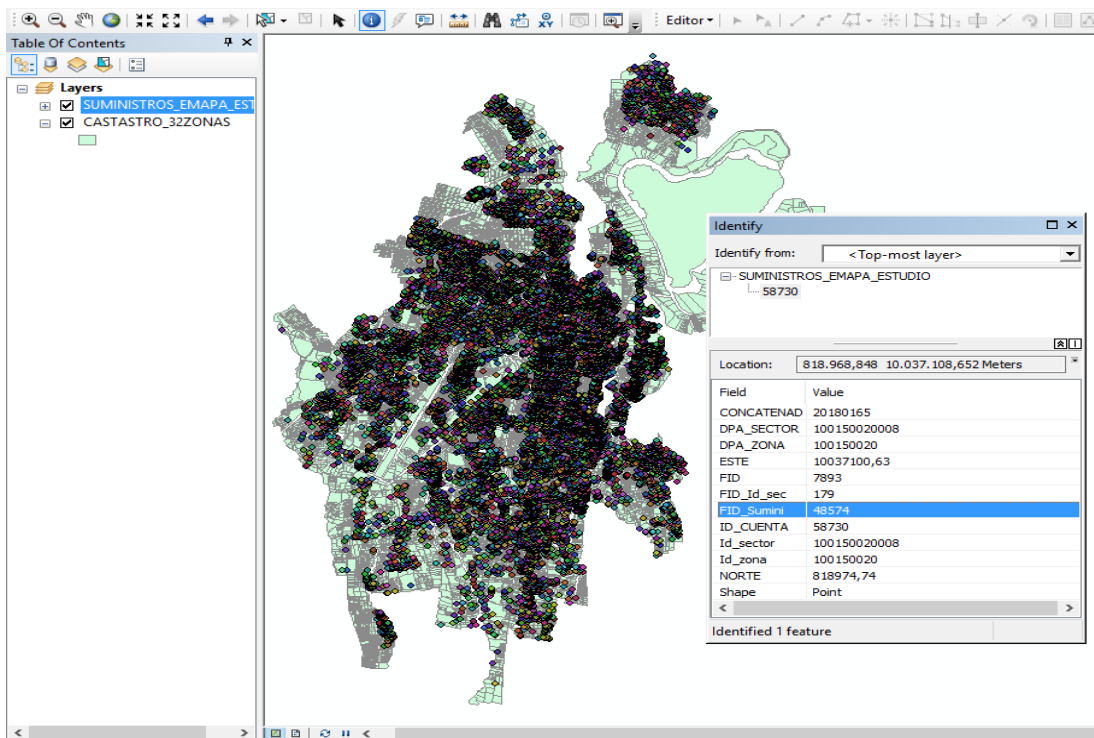


Figura 31. Ubicación de medidores de consumo del recurso agua tipo residencial.
Nota: Tomado de EMAPA (2016).

10. Zonas urbanas: en la Figura 32 se muestra la capa que contiene ubicación de polígonos de zona urbana del área de estudio con códigos de provincia, cantón, nombre de parroquia, área total y respectiva tabla de atributos.

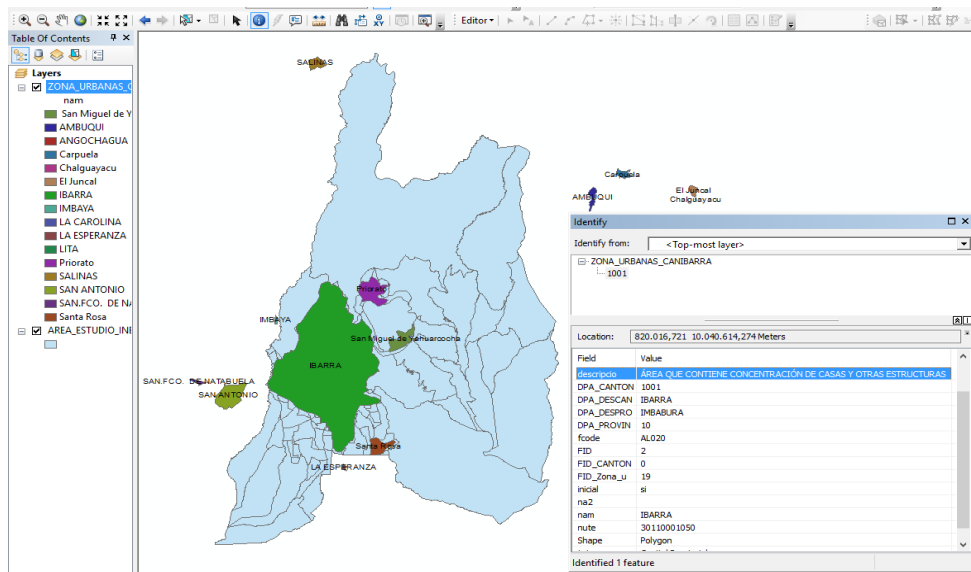


Figura 32. Zonas urbanas dentro del cantón Ibarra.

Nota: Tomado de Ilustre Municipio de Ibarra – Departamento de Avalúos y Catastros (2016).

11. Suministros EMELNORTE e INEC: en la Figura 33 se muestran los puntos de ubicación de los medidores de energía eléctrica de EMELNORTE en unión con el área de estudio, tabla de atributos (coordenadas geográficas, códigos de provincia, cantón, parroquia, medidor).

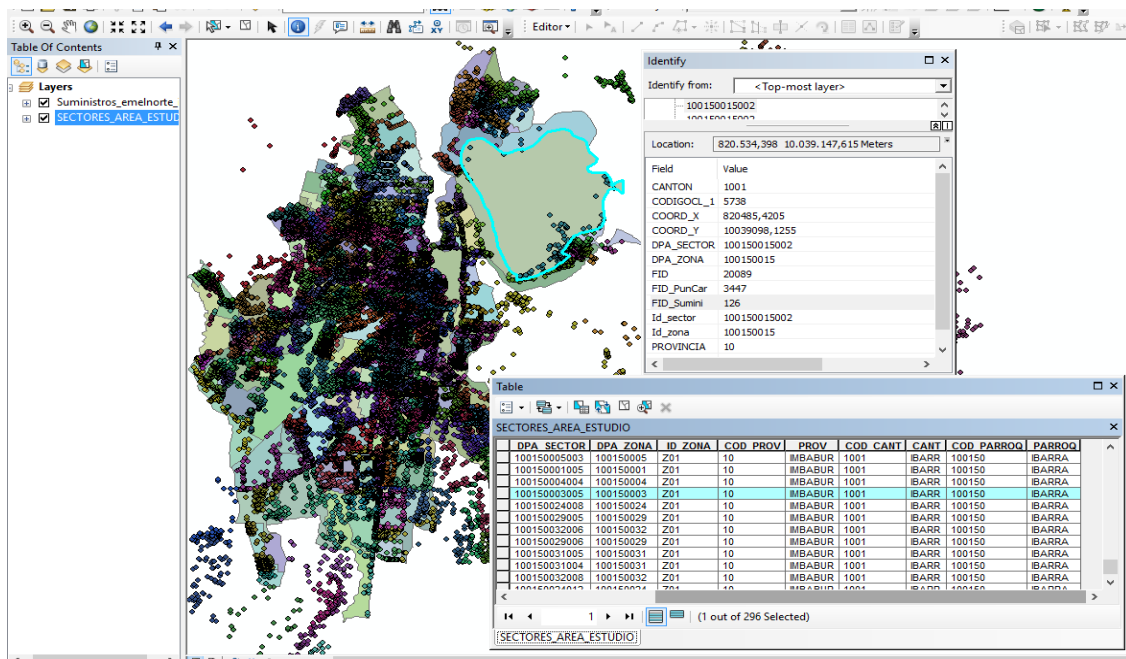


Figura 33. Puntos de ubicación de medidores de energía eléctrica EMELNORTE, capa inferior zona de estudio.

Nota: Tomado de EMELNORTE (2016).

4.3. TERCERA PARTE, Creación de la aplicación informática.

Mediante la utilización de una metodología ágil y representación de los datos en el visor geográfico

La ingeniería del software juega un papel muy importante en el proceso del desarrollo de aplicaciones informáticas que deben tener características fundamentales, como es: portabilidad, mantenibilidad, funcionalidad, fiabilidad, productividad entre otras, igualmente, las metodologías son procesos de desarrollo que permiten la construcción ágil y con calidad. Pero, ¿qué es una metodología? *“Una metodología es una colección de procedimientos, técnicas, herramientas y documentos auxiliares que ayudan a los desarrolladores de software en sus esfuerzos por implementar nuevos sistemas de información.”* (Avison y Fitzgerald, 2016).

Para la selección de la metodología que se adapta mejor al proyecto y basados a criterios de las más conocidas y por estudios realizados por (Cadavid, Martínez y Vélez, 2013) y (Tinoco, Rosales y Salas, 2010), tenemos:

4.3.1. Metodologías más conocidas

- SCRUM
- Extreme Programming (XP)
- Dynamic System Development Method (DSDM)
- Crystal
- Adaptive Software Development (ASD)
- Feature-Driven Development (FDD).

4.3.2. Metodologías más citadas en Bibliografía de ingeniería del software más conocidos

- Sommerville, donde menciona las siguientes metodologías: XP, SCRUM, Crystal, ASD, DSDM y FDD (Sommerville, I.,2009).
- Pressman, centra su objetivo en el funcionamiento de: XP, DSDM, ASD, SCRUM, FDD y Agile Modelling (AM), (Pressman, ,2005).
- Jiang y Eberlein, Soporte de decisión para el desarrollo de procesos de ingeniería de requisitos, IEEE, XP, SCRUM.
- Thorstein, Hannay, Pfahl, Benestad y Langtangen. Una revisión de la literatura de prácticas ágiles y sus efectos en el desarrollo de software

científico. Cuarto taller Internacional de Ingeniería de Software para Ciencia e Ingeniería Computacional (SECSE '11). Nueva York, ACM (2011).

- Según Silva, Selbach, Maurer y Hellmann (2012). Usuario, Diseño experiencia y desarrollo ágil de la teoría práctica. Revista de Ingeniería de Software y Aplicaciones, 5 (10), 743-751 (2012).
- Szöke (2011). A feature partitioning method for distributed agile release planning, Disponible desde www.fi.upm.es/catedra-ibmrational/files/770027.pdf (2017). Y entre otros más autores, donde mencionan otras metodologías ágiles, pero como más relevantes son XP y SCRUM. **Anexo1.** Para la valoración de las metodologías se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13.

Valoración de metodologías basado en autores conocidos en el área de Software.

Autores/Metodología	XP	SCRUM	DSDM	CRYSTAL (ASD)	(FDD)
Sommerville	1	1	1	0	1
Pressman	1	1	1	0	1
Jiang y Eberlein	1	1	0	0	0
Thorstein, M., Hannay	1	1	0	0	0
Szöke, Á.	1	1	0	0	0
Total	5	5	2	0	2

Valor asignado por nombramiento por lo menos una vez de los autores que se adjuntan en la Tabla 13.

Leyenda:

Nombrado = 1

Sin ninguna cita = 0

Se puede observar en la Tabla 13, las dos metodologías más nombradas son XP y SCRUM por los autores citados, un muestreo pequeño pero que da una tendencia a la popularidad de cada metodología. Se puede observar en la Tabla 14 que las metodologías XP y SCRUM son las que tienen mayor coincidencia en las búsquedas o más populares.

Tabla 14.

Coincidencias de búsqueda por nivel de popularidad en buscadores Web.

Buscador/ Metodología	XP	SCRUM	DSDM	CRYSTAL	ASD	FDD
https://scholar.google.es	24700	19100	2300	1960	680	742
http://rraae.org.ec/	3180	4560	3	12	4	2
https://dialnet.unirioja.es/	7	5	1	20	3	0
http://onlinelibrary.wiley.com/	21	6	0	37	0	0
https://www.ieee.org	3	6	0	0	1	0
http://scienceresearch.com/scienceresearch/	1219	918	903	1339	1078	930
Total	29130	24595	3207	3368	1766	1674

Para realizar los filtros de búsquedas se tomó en cuenta las palabras claves, *tesis, libros, artículos* de los últimos ocho años (esta búsqueda se realizó el 15-03-2018).

4.3.3. Utilización de variables: Valoración respecto a desarrollo en tiempo, costos, cumplimiento en tiempos de entrega sólo para las *dos metodologías más relevantes*. En la Tabla 15 se muestran algunos criterios y variables.

Tabla 15.

Especificaciones de cada metodología según las variables o criterios utilizadas.

Variables/Criterio	Metodología	
	XP	SCRUM
Tamaño de los proyectos	Pequeños y medianos	Pequeños, medianos y grandes
Tamaño de equipo	Menor que 10	Múltiples equipos menores que 10
Dedicada solo a desarrollo de software	Para desarrollo de software y medianos proyectos	Enfocada más para administración proyectos
Estilo de desarrollo	Iterativo y rápido	Iterativo y rápido
Estilo de código	Limpio y sencillo	No especificado
Entorno tecnológico	Requiere rápida retroalimentación	No especificado
Entorno físico	Equipos en un mismo lugar y equipos distribuidos	No especificado
Cultura de negocio	Colaborativo y cooperativo	No especificado

Mecanismos de abstracción	Orientado a objeto	Orientado a objeto
---------------------------	--------------------	--------------------

Nota: Tomado de Chiluisa Pallo y Loarte Cajamarca (2014).

De acuerdo al análisis de cada metodología se determinó los resultados adjuntos en la Tabla 15. Los criterios seleccionados permiten determinar que metodología es más compatible al proyecto a realizar y el grupo encargado para el desarrollo. Hay que notar que las dos permiten o incorporan grupos de trabajo, pero lo más importante es que en la metodología XP es dedicada a desarrollo de software, que es lo que se necesita en este proyecto. La metodología SCRUM es enfocada a administración de proyectos grandes y múltiples grupos que no es el caso actual. En la Tabla 16 se muestran características de cada metodología.

Tabla 16.
Resumen de Ventajas y desventajas.

Comparación entre las dos metodologías	
SCRUM	XP
Los cambios en los Sprint no son permitidos	Mientras que el equipo no haya iniciado a trabajar una sección en particular, y/o una nueva característica de tamaño similar se puede cambiar por una función no iniciada, es decir es susceptible a modificaciones durante o al final cuando ya están terminada la tarea.
Es una metodología basada en la administración de proyectos	Es una metodología de desarrollo centrada en la programación y creación del producto
Las iteraciones se dan cada 2 a 4 semanas para entrega de cada producto	Las iteraciones se dan de 1 a 3 semanas para entrega de cada producto
Al terminar un Sprint, las tareas del Sprint Backlog que se hayan realizado y que el Product Owner (el usuario-cliente) haya mostrado su conformidad ya no se modifican.	Las tareas se van terminando aunque son susceptibles de ser modificadas durante el transcurso de proyecto e incluso después de que funcionen correctamente, existe la posibilidad de hacer cambios o readecuación

Cada miembro del equipo trabaja de manera individual	El trabajo se realiza en parejas
Mayor tiempo en cada entrega por lo tanto mayor costo	Menor tiempo en cada entrega, menor costo para el usuario
Si un miembro del equipo falla tiende a fracasar esa tarea o incluso el proyecto	Tasa de errores muy pequeña
Si una tarea no está clara se pueden extender el tiempo de desarrollo o se pueden extender en varios sprint.	Aplicable en cualquier lenguaje de programación

Nota: Tomado de Canós y Letelier (2012).

4.3.4. Determinación de agilidad de las metodologías XP y SCRUM:

Determinado por las siguientes variables y la fórmula siguiente.

$$DA (\text{Object}) = (1/m) \sum m DA (\text{del inglés, Object, Phase or Practices})$$

Variables determinadas por los valores/grado de agilidad (DA) mediante la flexibilidad (**FY**), velocidad (**SD**), eficiencia (**LS**), aprendizaje (**LG**) y la adaptabilidad (**RS**). Para aplicar estos principios Qumer y Henderson Sellers proponen la fórmula DA (del inglés, Object, Phase or Practices). Donde tenemos los siguientes coeficientes.

Donde 5=FY, SD, LS, LG, RS;

4= Número de criterio

1= Verdad

0= Falso

En la Tabla 17 tenemos los valores para obtener el grado de agilidad de la metodología XP.

Tabla 17.

Valores para obtener la agilidad de la metodología XP.

Características de agilidad						
Metodología (XP)	FY	SD	LS	LG	RS	Total
Practicas - desarrollo						
1 Desarrollo del proyecto	1	1	1	1	1	5

2	Desarrollo iterativo e incremental	1	1	1	1	1	5
3	Modalidad de programación o creación del software	1	1	1	1	1	5
4	Tiempo horas semanales para desarrollo (40 horas)	0	1	0	1	1	3
Total		3	4	3	4	4	18
Grado de agilidad		3/4	4/4	3/4	4/4	4/4	18/(4*5)

Grado de agilidad = $18 / (4*5) = 0.90$

Tabla 18.

Valores para obtener la agilidad de la metodología SCRUM

		Características de agilidad					
	Metodología (SCRUM)	FY	SD	LS	LG	RS	Total
Prácticas – desarrollo							
1	Desarrollo del proyecto	1	1	1	1	1	5
2	Desarrollo iterativo e incremental	1	0	1	1	1	4
3	Modalidad de programación o creación del software	0	0	1	1	1	3
4	Tiempo horas semanales para desarrollo (40 horas)	1	1	1	1	1	5
Total		3	2	4	4	4	17
Grado de agilidad		3/4	2/4	4/4	4/4	4/4	17/(4*5)

Grado de agilidad = $17 / (4*5) = 0.85$

El grado de agilidad respecto a estas 4 variables entre estas dos metodologías son casi las mismas difiriendo en la agilidad en los criterios del tipo o modalidad de programación de la aplicación (programación en pares e individual para XP y SCRUM respectivamente), y en el manejo del tiempo para el desarrollo en XP es determinante el uso solo de las 40

horas semanales mientras que SCRUM es más flexible en el uso de tiempo versus el Sprint que asegura su terminación. Por lo tanto, se puede decir que las dos metodologías responden a la entrega del proyecto en el menor tiempo basados en los requerimientos del cliente. **Ver Anexo1.** En la Tabla 19 se muestra los valores de agilidad de cada metodología.

Tabla 19.
Resultados finales comparativos

Resultados comparativos		
Criterios/Metodologías	XP	SCRUM
Referencias por autores en libros de Ing. De Software	5	5
Coincidencias de búsqueda por nivel de popularidad	29130	24595
Nivel de agilidad	0.90	0.85

Finalmente tenemos que la metodología XP se adapta mejor al proyecto a desarrollar, primeramente, por ser una metodología dedicada al desarrollo y proyectos pequeños y medianos mas no a la administración, no necesita de un grupo mayor a 10 personas y tiene un grado de agilidad aceptable por el manejo de iteraciones constantes y de cortos tiempos de entrega. En consecuencia, la aplicación de software se desarrollará con la metodología XP.

4.3.5. Modelo XP

La metodología XP describe cuatro tipos de variables para los distintos proyectos de desarrollo de software, el *costo, tiempo, calidad y alcance*. Y al igual que las otras metodologías tiene ciclos de vida, pero en este caso XP propone de manera dinámica, especificando la necesidad de entender lo que el cliente requiere, estimar esfuerzos, dar una pronta solución y entrega oportuna del producto desarrollado y funcional al cliente.

La forma dinámica propuesta por XP favorece cuando existen requerimientos no muy claros o que el mismo cliente no sabe expresarlos y que al final esto se ve reflejado a la modificación, cambios, eliminación inclusive de requerimientos durante el desarrollo de la aplicación de software. Por lo tanto, los ciclos de desarrollo deben ser cortos (denominados Iteraciones) y entregables funcionales al cliente al término de

cada ciclo (se puede separar en diferentes fases). Cada ciclo incluye, análisis, diseño, desarrollo y pruebas finales, todo esto mediante el uso de un conjunto de criterios de XP (Joskowicz, 2008; Canós y Letelier, 2012).

4.3.5.1. Historias de Usuario o fase de exploración

Es la representación de una parte del comportamiento del sistema, de forma sencilla, clara (lenguaje natural, requisitos funcionales y no funcionales). Debe ser comprensible y sin ambigüedades, delimitada, de tal forma que los programadores puedan entender y plasmarlo en la aplicación informática mediante código de programación. En la Tabla 20 se define el alcance en si del proyecto a desarrollar.

Tabla 20.
Descripción de una historia de usuario.

Historia de usuario	
Número: Permite registrar e identificar el número de historia de usuario	Usuario: Persona que utilizará la funcionalidad del sistema (Módulo)
Nombre Historia: Describe de forma general la historia de usuario	
Prioridad en Negocio: Grado de importancia asignado por el cliente	Riesgo en Desarrollo: Complejidad de desarrollo
Puntos Estimados: Número de semanas o tiempo necesario para desarrollar una historia de usuario	Iteración Asignada: Es el número de iteraciones necesarias para lograr la funcionalidad de la historia de usuario
Programador Responsable: Persona encargada para programar la funcionalidad de la historia de usuario	
Descripción: Detalle minucioso de una historia de usuario	
Observaciones: Aclaraciones necesarias para determinar a detalle una historia de usuario	

Nota: Tomado de Chiluisa Pallo y Loarte Cajamarca (2014).

4.3.5.2. Tareas de ingenierías (Task Card)

Son las actividades que se realizan de cada historia de usuario y estas están relacionadas con el desarrollador (Ferreira, 2013). En la Tabla 21 se detalla las tareas de ingeniería.

Tabla 21.
Detalle de una tarea de ingeniería.

TAREA DE INGENIERÍA	
Número de Tarea: Permite identificar una tarea en particular	Número de Historia: Número de la historia de usuario
Nombre de Tarea: Descripción de una tarea de Ingeniería (es el desarrollo en sí)	
Tipo de Tarea: Tipo que corresponde la tarea (Desarrollo, diseño)	Puntos Estimados: Número de días o el tiempo necesario para lograr desarrollar la tarea de ingeniería
Fecha Inicio: Fecha inicio de la tarea.	Fecha Fin: Fecha final estimada de la tarea de ingeniería
Programador Responsable: Persona responsable de la programación de la tarea	
Descripción: Detalle de la tarea	

Nota: Tomado de Ferreira (2013).

4.3.5.3. Pruebas de aceptación

En el desarrollo de una aplicación informática las pruebas de aceptación son muy importantes para el éxito en el funcionamiento integral de un sistema final, además le ayuda detectar errores y corregirlos a tiempo (Chiluisa y Loarte, 2014).

Tabla 22.
Plantilla de Prueba de aceptación.

PRUEBA DE ACEPTACIÓN	
Código: Número único de identificación de la prueba	Historia de usuario: Permite identificar el número de una historia de usuario en particular
Nombre historial de usuario: Nombre de la historia de usuario	
Condiciones iniciales para la ejecución: Condiciones iniciales que debería cumplirse para realizar la prueba	
Entrada de datos y pasos para ejecución: Ingreso de datos y secuencia a seguir para revisar la funcionalidad	
Resultado esperado: Respuesta del sistema ante el ingreso de datos	
Aceptación de la prueba: Respuesta del cliente respecto al grado de satisfacción (Aprobada o No Aprobada)	

Nota: Tomado de Chiluisa y Loarte (2014).

4.3.5.4. Tarjetas CRC (Clase-Responsabilidades-Colaboradores)

Permiten registrar el nombre de la clase que se está desarrollando (Codificación, diseño), colaboradores y responsabilidades las cuales se muestran en la Tabla 23 (Chiluisa y Loarte, 2014).

Tabla 23.

Plantilla de una Tarjeta CRC.

TARJETAS CRC	
Nombre de la clase: Nombre de la clase que se va a desarrollar	
Responsabilidad: Atributos, operaciones que conforman una clase (para cualquier lenguaje de programación)	Colaboradores: Otras clases, funciones que contribuyen para el funcionamiento de la clase principal

Nota: Tomado de Chiluisa y Loarte (2014).

4.3.5.5. Roles de la metodología XP

Cliente: responsable de conducir y conocer las funcionalidades deseables que contenga el sistema. Participante en las reuniones conjuntamente con el equipo involucrado en desarrollar la aplicación.

Programador: personas que desarrollaran las funcionalidades del sistema y estiman los tiempos de desarrollo de cada historia de usuario, decir transforman las tareas a código.

Encargado de Pruebas (Tester): encargado de realizar las pruebas de aceptación conjuntamente con el cliente y verificar que se cumpla la funcionalidad según cada historia de usuario.

Encargado de Seguimiento (Tracker): realiza un seguimiento de la planificación de cada proyecto de desarrollo.

Entrenador (Coach): la responsabilidad, guiar al grupo en el seguimiento que la metodología exige.

Gestor (Big Boss): Es el gerente del proyecto, debe tener una idea del estado de avance (Pérez y González, 2010).

Todas estas herramientas que trae de la metodología XP, se realizará una adaptación hacia el medio de desarrollo y al proyecto, es decir se aplicará sólo lo necesario para construir

la aplicación informática, por ejemplo, la programación en parejas, bitácoras de reuniones frecuentes con el Big Boss no es aplicable, porque no existe tal grupo de trabajo.

Nota: Por necesidad del proyecto se aumenta una persona experta en el tema del área geográfica, en este caso denominado **Consultor** (No detalla la metodología), quien guiará en la adaptación digital de las capas shapefile, esto con el objetivo de la estandarización de la parte cartográfica (WGS 84 / UTM zone 17S).

4.3.5.6. Desarrollo Práctico utilizando la metodología XP (eXtreme Programming)

Historiales de usuario

Hay que mencionar que estas historias de usuario están basadas en la recopilación de observaciones e información proporcionada por las entidades públicas EMAPA, EMELNORTE y por requerimientos del grupo de investigadores del proyecto macro “Ibarra Verde”.

Las historias de usuario para el **SVI** (Sistema Visor Interactivo) se muestran en la Tabla 24 y son las siguientes:

Tabla 24.

Listado de historias de usuario.

Número	Nombre Historial
1	Acceso al sistema
2	Parámetros del sistema
3	Categorización de mapas
4	Carga de capas geográficas
5	Administración del catálogo de objetos IGM
6	Administración de los Metadatos Cartográficos
7	Gráficos estadísticos
8	Interfaz del usuario Frontend
9	Interfaz de consultas

En la Tabla 25 se detalla las historias de usuario que nos permitirá generar los diseños y la programación del aplicativo informático.

Tabla 25.
Historial de Accesos al sistema.

Historia de usuario	
Número: 1	Usuario: Administrador
Nombre Historia: Acceso al sistema.	
Prioridad en Negocio: Alta (Alta, media, baja)	Riesgo en Desarrollo: Alta (Alta, media, baja)
Puntos Estimados: 0,5	Iteración Asignada: 1
Programador Responsable: Patricio Castro	
Descripción: Los tipos de usuarios del sistema tendrán un nombre de usuario y clave única con la que podrá ingresar al sistema para realizar la administración respectiva.	
Observaciones: El usuario administrador será el único que podrá realizar cambios en el sistema para la visualización de los mapas dentro del visor. La contraseña deberá contener como máximo 10 caracteres alfanuméricos	

En la Tabla 26 se detalla los parámetros que contiene el sistema informático.

Tabla 26.
Parámetros del sistema.

Historia de usuario	
Número: 2	Usuario: Administrador
Nombre Historia: Parámetros del sistema.	
Prioridad en Negocio: Alta (Alta, media, baja)	Riesgo en Desarrollo: Media (Alta, media, baja)
Puntos Estimados: 1	Iteración Asignada: 1
Programador Responsable: Patricio Castro	
Descripción: Ingreso de datos para el usuario administrador y datos para manejo de la interfaz de administración (backend).	
Observaciones: el usuario Administrador tendrá los siguientes datos: Nombre se usuario, clave, dirección, correo, teléfono. Para la interfaz y logotipos es necesario el ingreso de: un banner puede ser animación o imagen, representativa al sistema, un logotipo (Representantes de las instituciones donde se desarrolla el sistema) de extensión .jpg,	

En la Tabla 27 se muestra las categorías de los menús que se puede crear en la administración.

Tabla 27.
Categorización de mapas.

Historia de usuario	
Número: 3	Usuario: Administrador
Nombre Historia: Categorización de mapas	
Prioridad en Negocio: Alta (Alta, media, baja)	Riesgo en Desarrollo: Media (Alta, media, baja)
Puntos Estimados: 0,5	Iteración Asignada: 1
Programador Responsable: Patricio Castro	
<p>Descripción: Se deberá generar un menú tipo árbol para la categorización, éste deberá contener: nombre del grupo para los mapas, categoría y finalmente el nombre de la capa; al ser tipo árbol en el menú deberá visualizar el número del grupo, el subíndice o categoría y finalmente la numeración correspondiente anclado al nombre de la capa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Al hacer un clic deberá desplegar el menú tipo árbol • visualizar su categorización • visualizar y enlazar a los datos de la capa 	
<p>Observaciones: El menú deberá desplegar, por ejemplo.</p> <p>2.” Nombre del grupo”</p> <p>2.1. “Nombre de la categoría”</p> <p>2.1.1. “nombre de la capa1”,</p> <p>2.1.2. “nombre de la capa2”,</p> <p>...</p> <p>aquí deberá permitir enlazar al grupo de capas agrupadas</p>	

Tabla 28.
Carga de capas geográficas.

Historia de usuario	
Número: 4	Usuario: Administrador
Nombre Historia: Carga de capas geográficas.	

Prioridad en Negocio: Alta (Alta, media, baja)	Riesgo en Desarrollo: Alta (Alta, media, baja)
Puntos Estimados: 1	Iteración Asignada: 2
Programador Responsable: Patricio Castro	
Descripción: El usuario administrador podrá cargar capas geográficas a la base de datos de cartografía de PostgreSQL en un esquema dedicado para la cartografía exclusivamente y se visualizará en el visor previo al ser guardadas en la base de datos de forma definitiva.	
Observaciones: Al realizar la carga de las capas debe permitir que se pueda seleccionar más de una capa .shp, y visualizar un listado previo donde el usuario seleccione para pre visualizar y seleccione una por lo menos para guardar en la base de datos.	

Tabla 29.
Administración del catálogo de objetos IGM.

Historia de usuario	
Número: 5	Usuario: Administrador
Nombre Historia: Administración del catálogo de objetos IGM	
Prioridad en Negocio: Media (Alta, media, baja)	Riesgo en Desarrollo: Media (Alta, media, baja)
Puntos Estimados: 1	Iteración Asignada: 1
Programador Responsable: Patricio Castro	
Descripción: Permitirá la visualización y administración de objetos categorizados del IGM (Instituto Geográfico Militar)	
Observaciones: cada objeto deberá estar concatenado con la cartografía que se suba a la base de datos de tal forma que permita tener cada capa categorizada según el catálogo de objetos del IGM	

Tabla 30.
Administración de los Metadatos Cartográficos

Historia de usuario	
Número: 6	Usuario: Administrador
Nombre Historia: Administración de los Metadatos Cartográficos	

Prioridad en Negocio: Alta (Alta, media, baja)	Riesgo en Desarrollo: (Alta, media, baja)
Puntos Estimados: 1	Iteración Asignada: 1
Programador Responsable: Patricio Castro	
Descripción: El usuario administrador podrá ingresar datos relevantes a cada objeto cartográfico creado, como: Geometría, Nombre de la capa, el autor, una descripción, el DATUM (Modelo matemático).	
Observaciones: Geometría, Nombre de la capa deberán ser datos obligatorios	

Tabla 31.
Gráficos estadísticos.

Historia de usuario	
Número: 7	Usuario: Administrador
Nombre Historia: Gráficos estadísticos	
Prioridad en Negocio: Media (Alta, media, baja)	Riesgo en Desarrollo: Medio (Alta, media, baja)
Puntos Estimados: 2	Iteración Asignada: 2
Programador Responsable: Patricio Castro	
Descripción: Permita realizar consultas personalizadas de las capas contenidas en la base de datos y a partir de éstas obtener gráficos estadísticos. Para generar las gráficas estadísticas se deberá tener una opción donde le permita seleccionar el tipo de gráfico, visualizar valores y leyendas.	
Observaciones: Utilización por ejemplo del componente de PHP pChart.	

Tabla 32.
Interfaz del usuario Frontend.

Historia de usuario	
Número: 8	Usuario: Cliente
Nombre Historia: Interfaz del usuario Frontend	
Prioridad en Negocio: Media (Alta, media, baja)	Riesgo en Desarrollo: Media (Alta, media, baja)
Puntos Estimados: 1	Iteración Asignada: 1

Programador Responsable: Patricio Castro
Descripción: Diseño de la interfaz para el cliente donde contenga un visor con principales herramientas, como, el zoom, regla de medición, menú de visualización de todas las capas existentes, el usuario podrá seleccionar cada capa y crear su propias consultas para visualizar gráficas estadísticas a partir de éstas.
Observaciones: Para mayor detalle y análisis de datos se puede enlazar a la URL de la aplicación de BI, parte del proyecto macro “Ibarra verde”

Tabla 33.
Interfaz de consultas.

Historia de usuario	
Número: 9	Usuario: Cliente, Administrador
Nombre Historia: Interfaz de consultas	
Prioridad en Negocio: Media (Alta, media, baja)	Riesgo en Desarrollo: Media (Alta, media, baja)
Puntos Estimados: 1	Iteración Asignada: 1
Programador Responsable: Patricio Castro	
Descripción: Diseño de la interfaz para el cliente donde contenga un visor principal y el usuario podrá seleccionar cada capa y crear su propias consultas para visualizar gráficas estadísticas a partir de éstas.	
Observaciones: El usuario podrá seleccionar el tipo de gráficas estadística para visualizar los resultados de las consultas	

Luego de haber recopilado las historias de usuario más importantes se procedió a la asignación de roles y responsabilidades para realizar todas las tareas que se desglosan a continuación.

4.3.5.7. Asignación de roles del proyecto

Tabla 34.
Asignación de roles.

Roles del proyecto	
Roles	Asignado a

Programador	Patricio Castro
Cliente	EMAPA, EMELNORTE
Persona Tester	Patricio Castro
Encargado del seguimiento (Tracker)	Ph.D. Larry Frolinch
Consultor (área cartográfica)	Msc. Oscar Rosales

4.3.5.8. Tareas de ingeniería (Task card)

Una Historias de Usuario se descompone en varias tareas de ingeniería, las cuales describen las actividades que se realizarán en cada historia de usuario para disponer de mejor detalle y con la asignación de tiempos establecidos para cada una de ellas.

Tareas de ingeniería

Tabla 35.

Descripción de tareas de ingeniería para el desarrollo de la aplicación informática.

Número de Tarea	Número de Historias	Nombre de la Tarea
1	1	Diseño de Interfaz para el Acceso a la administración del Sistema cartográfico
2	1	Validación de Usuarios al ingreso al sistema.
3	1	Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios (Tipo y número de campos de la tabla).
4	2	Diseño de Interfaz para el ingreso de parámetros
5	2	Validación de parámetros.
6	2	Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios (Tipo y número de campos de la tabla).
7	3	Diseño y agrupamiento para la creación del árbol de categorías afines
8	3	Categorización de mapas de acuerdo al grupo tipo árbol
9	3	Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios (Tipo y número de campos de la tabla).
10	4	Diseño de la interfaz para la carga de capas geográfica

11	4	Validación de la carga de capas geográficas previo a la visualización en el visor temporal antes de guardar en la base de datos definitiva
12	4	Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios (Tipo y número de campos de la tabla). De la tabla temporal y de la tabla definitiva.
13	5	Diseño de la interfaz para la administración del catálogo de Objetos del IGM
14	5	Validación de los datos previo a su ingreso a la base de datos según categorización del IGM
15	5	Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios (Tipo y número de campos de la tabla).
16	6	Diseño de la interfaz para la administración de los Metadatos Cartográficos
17	6	Validación de los datos previo al ser respaldados
18	6	Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios (Tipo y número de campos de la tabla).

Plan de entrega del proyecto

Tabla 36.

Cronograma de actividades para el desarrollo de las historias de usuario.

Historias	Iteraciones	Prioridad	Esfuerzo	Fecha inicio	Fecha fin
Historia 1	1	Alta	3	06-03-2017	08-03-2017
Historia 2	1	Alta	4	09-03-2017	14-03-2017
Historia 3	1	Alta	4	15-03-2017	18-03-2017
Historia 4	2	Alta	5	20-03-2017	24-03-2017
Historia 5	1	Media	5	03-04-2017	07-04-2017
Historia 6	2	Alta	5	17-04-2017	21-04-2017
Historia 7	1	Media	5	24-04-2017	28-04-2017
Historia 8	1	Media	10	08-05-2017	19-05-2017
Historia 9	1	Media	10	05-06-2017	16-06-2017

Modelos para el desarrollo del software

En la Figura 34, se muestra las tablas de almacenamiento de los datos cartográficos y la referencia respectiva en la base de datos PostgreSQL mediante un diagrama de entidad relación.

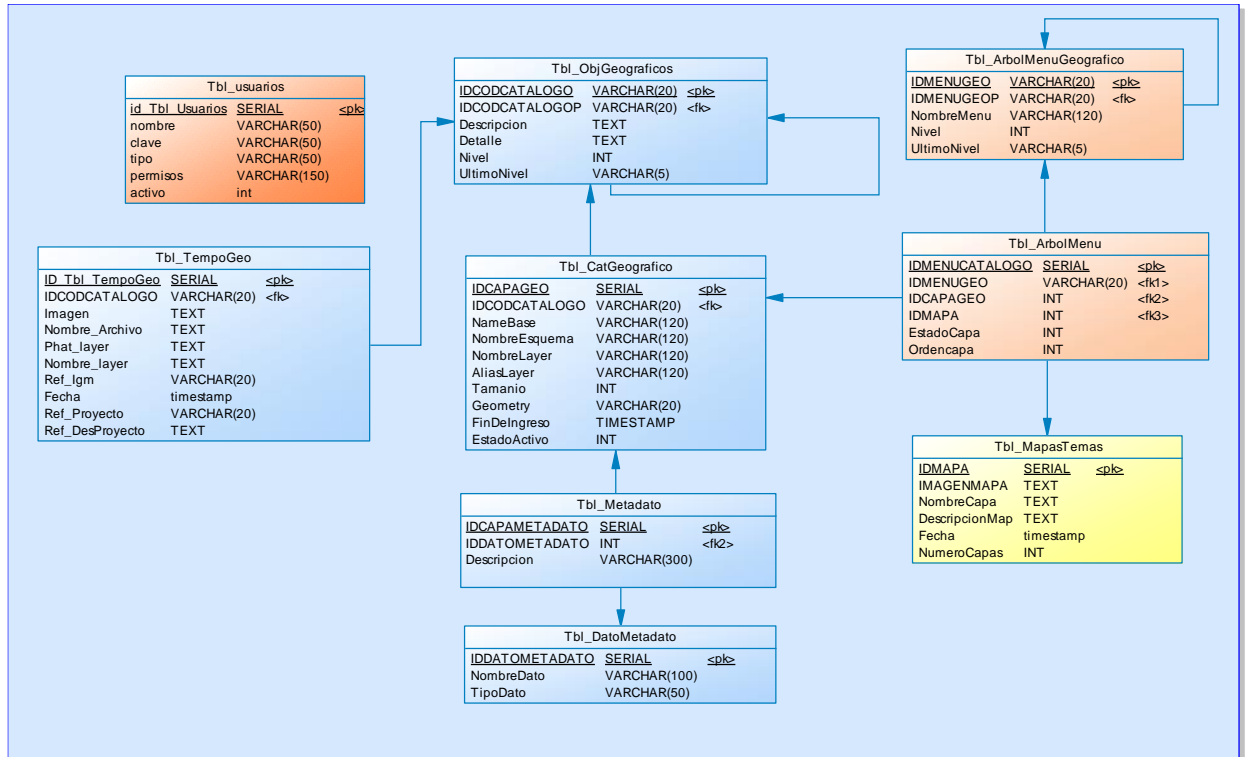


Figura 34. Modelo relacional de la base de datos.

En la Figura 35, se muestra la arquitectura y la relación entre los componentes internos de la aplicación informática, donde se evidencia los clientes webs (el visor geográfico) que hacen petición de información a la base de datos PostgreSQL mediante GeoServer y éste a su vez es mantenido por la aplicación Web (administración de parámetros backend).

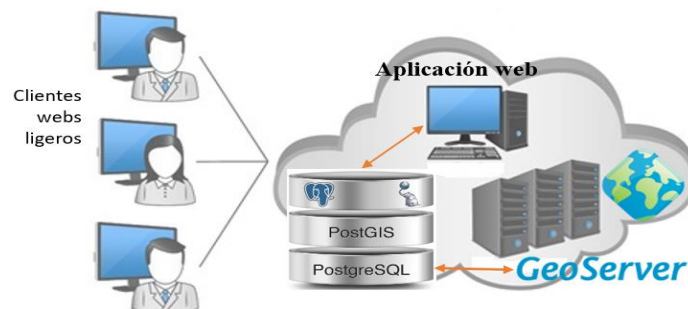


Figura 35. Arquitectura de la aplicación informática.

El diagrama representado en la Figura 36, representa la secuencia que debe realizar el usuario administrador para el ingreso de cartografía a la base de datos, donde luego haber iniciado sesión, realiza la creación de un grupo al cual pertenecerá la cartografía que se asigne, seguidamente realiza el ingreso de datos cartográficos al grupo creado y como paso final presentará la tabla de atributos del archivo .dbf donde se puede realizar actualizaciones se es necesario. Para el ingreso de más cartografía se repiten los mismos pasos descritos anteriormente.

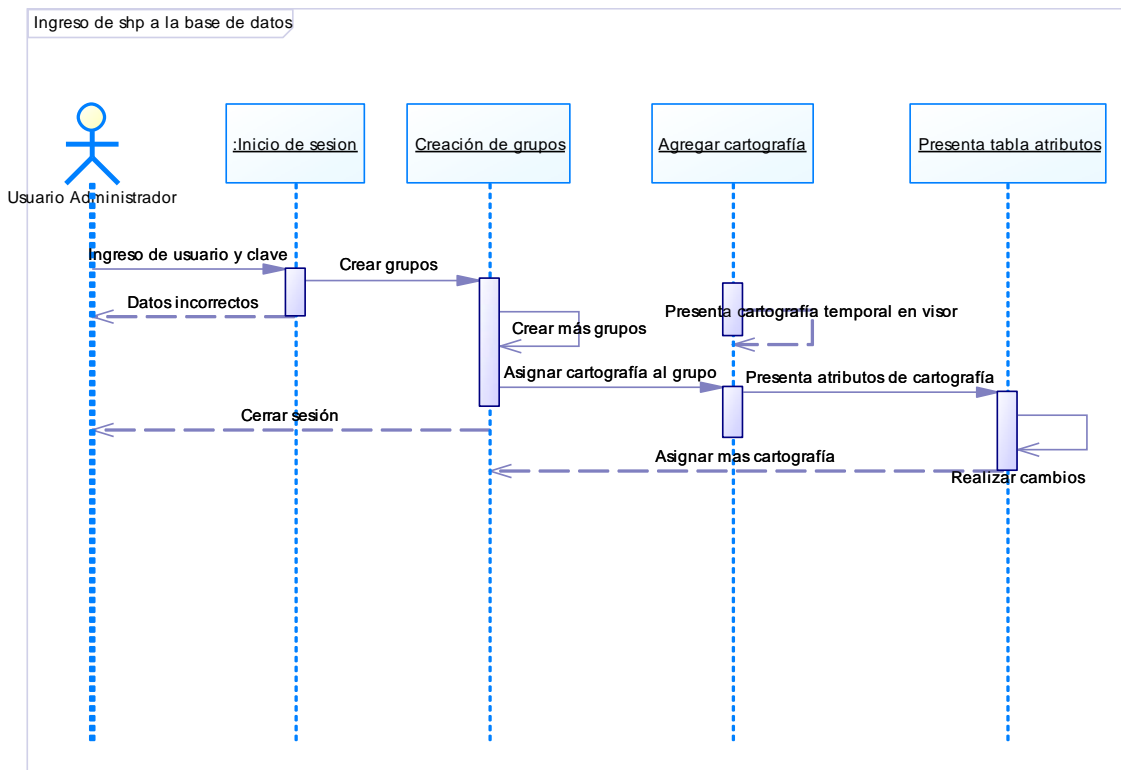


Figura 36. Diagrama de secuencia para el ingreso de información a la base de datos.

Hay que mencionar que, en esta parte al momento de ingresar los datos a la base de datos, existe un *disparador* que se encarga de crear un archivo cartográfico en datos SQL agregados al esquema *cartografía* la cual contiene todos los datos vectoriales con la respectiva proyección de coordenadas.

Ciclo de vida del SVI (Sistema Visor Interactivo)

Primera Iteración

En esta primera iteración se han desarrollado los módulos de Acceso al sistema y parte de la administración del mismo, donde están involucrados los parámetros (Datos para el

usuario administrador de la aplicación) que hace posible el funcionamiento posterior del sistema y a su vez aplicando la metodología de programación extrema XP.

Tabla 37.
Historias de usuario, Primera iteración de entregables.

Número	Historia
1	Acceso al sistema
2	Parámetros del sistema
3	Categorización de mapas
4	Carga de capas geográficas
5	Administración del catálogo de objetos IGM
6	Administración de los Metadatos Cartográficos

A continuación, se detalla cada una de las tareas generadas a partir de cada historial de usuario detalladas anteriormente. Esto permite que el programador tenga definido los tiempos de desarrollo y la tarea encomendada a realizar.

Descripción Tareas De Ingeniería

Tabla 38.
Diseño de Interfaz para el Acceso a la administración del Sistema cartográfico.

TAREA DE INGENIERÍA	
Número de Tarea: 1	Número de Historia: 1
Nombre de Tarea: Diseño de Interfaz para el Acceso a la administración del Sistema cartográfico	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 1
Fecha Inicio: 06-03-2017	Fecha Fin: 06-03-2017
Programador Responsable: Patricio Castro .	
Descripción: Se realizará el diseño de interfaz, en el cual los usuarios del sistema digita el usuario y contraseña respectivas.	

Tabla 39.
Validación de usuarios del ingreso al sistema.

TAREA DE INGENIERÍA	
Número de Tarea: 2	Número de Historia: 1

Nombre de Tarea: Validación de Usuarios al ingreso al sistema	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 1
Fecha Inicio: 07-03-2017	Fecha Fin: 07-03-2017
Programador Responsable: Patricio Castro .	
Descripción: Se realizará la validación de los datos, usuario y contraseña.	

Tabla 40.

Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios.

TAREA DE INGENIERÍA	
Número de Tarea: 3	Número de Historia: 1
Nombre de Tarea: Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios (Tipo y número de campos de la tabla).	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 1
Fecha Inicio: 08-03-2017	Fecha Fin: 08-03-2017
Programador Responsable: Patricio Castro .	
Descripción: Se adapta la base de datos del sistema para que ésta pueda contener los registros del usuario administrador y su verificación.	

Tabla 41.

Diseño de Interfaz para el ingreso de parámetros.

TAREA DE INGENIERÍA	
Número de Tarea: 4	Número de Historia: 2
Nombre de Tarea: Diseño de Interfaz para el ingreso de parámetros	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 1
Fecha Inicio: 09-03-2017	Fecha Fin: 09-03-2017
Programador Responsable: Patricio Castro .	
Descripción: Se requiere que el administrador haga ingreso de datos mediante ésta interfaz, como: parámetros de tipos de gráficos, localidad (Provincia, cantón), para utilizar cuando ingrese los datos del usuario administrador. Provincia y cantón deberá ser una selección dependiente (selecciona una provincia y se despliegue los cantones que pertenecientes).	

Tabla 42.
Validación de parámetros.

TAREA DE INGENIERÍA	
Número de Tarea: 5	Número de Historia: 2
Nombre de Tarea: Validación de parámetros	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 2
Fecha Inicio: 10-03-2017	Fecha Fin: 13-03-2017
Programador Responsable: Patricio Castro .	
Descripción: Se requiere que el administrador haga validación del ingreso del tipo de datos antes de su ingreso, tipos de alertas o mensajes de confirmación.	

Tabla 43.
Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios.

TAREA DE INGENIERÍA	
Número de Tarea: 6	Número de Historia: 2
Nombre de Tarea: Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios (Tipo y número de campos de la tabla).	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 1
Fecha Inicio: 14-03-2017	Fecha Fin: 14-03-2017
Programador Responsable: Patricio Castro .	
Descripción: Se necesita disponer de la base de datos para el registro de parámetros con el respectivo tipo de dato en la tabla contenedora.	

Tabla 44.
Diseño y agrupamiento para la creación del árbol de categorías afines.

TAREA DE INGENIERÍA	
Número de Tarea: 7	Número de Historia: 3
Nombre de Tarea: Diseño y agrupamiento para la creación del árbol de categorías afines	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 2
Fecha Inicio: 15-03-2017	Fecha Fin: 16-03-2017
Programador Responsable: Patricio Castro .	

Descripción: El administrador podrá desplegar y crear carpetas según la categoría que le corresponda a una nueva capa perteneciente a un nuevo grupo

Tabla 45.

Categorización de mapas de acuerdo al grupo tipo árbol.

TAREA DE INGENIERÍA	
Número de Tarea: 8	Número de Historia: 3
Nombre de Tarea: Categorización de mapas de acuerdo al grupo tipo árbol	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 1
Fecha Inicio: 17-03-2017	Fecha Fin: 17-03-2017
Programador Responsable: Patricio Castro .	
Descripción: El administrador deberá poder hacer la validación para la creación de nuevas carpetas pertenecientes a una categoría	

Tabla 46.

Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios.

TAREA DE INGENIERÍA	
Número de Tarea: 9	Número de Historia: 3
Nombre de Tarea: Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios (Tipo y número de campos de la tabla).	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 1
Fecha Inicio: 18-03-2017	Fecha Fin: 18-03-2017
Programador Responsable: Patricio Castro .	
Descripción: Se necesita crear en la base de datos los índices vinculantes para cada categoría de manera automática al momento de crear una nueva categoría	

Tabla 47.

Diseño de la interfaz para la carga de capas geográfica.

TAREA DE INGENIERÍA	
Número de Tarea: 10	Número de Historia: 4
Nombre de Tarea: Diseño de la interfaz para la carga de capas geográfica	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 3
Fecha Inicio: 20-03-2017	Fecha Fin: 22-03-2017

Programador Responsable: Patricio Castro .

Descripción: Se desarrollará la interfaz para la selección y carga del grupo de archivos perteneciente a una capa cartográfica.

Tabla 48.

Validación de la carga de capas geográficas.

TAREA DE INGENIERÍA

Número de Tarea: 11

Número de Historia: 4

Nombre de Tarea: Validación de la carga de capas geográficas previo a la visualización en el visor temporal antes de guardar en la base de datos definitiva

Tipo de Tarea: Desarrollo

Puntos Estimados: 1,5

Fecha Inicio: 23-03-2017

Fecha Fin: 24-03-2017

Programador Responsable: Patricio Castro .

Descripción: El administrador podrá validar el tipo de datos de ingreso y pre-visualizarlos en un visor de manera temporal, para luego ser guardados de manera permanente.

Tabla 49.

Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios.

TAREA DE INGENIERÍA

Número de Tarea: 12

Número de Historia: 4

Nombre de Tarea: Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios (Tipo y número de campos de la tabla). De la tabla temporal y de la tabla definitiva.

Tipo de Tarea: Desarrollo

Puntos Estimados: 0,5

Fecha Inicio: 24-03-2017

Fecha Fin: 24-03-2017

Programador Responsable: Patricio Castro .

Descripción: Se necesita crear y adecuar una base de datos de tipo cartográfica para el almacenamiento de los datos.

Tabla 50.

Diseño de la interfaz para la administración del catálogo de Objetos del IGM.

TAREA DE INGENIERÍA

Número de Tarea: 13

Número de Historia: 5

Nombre de Tarea: Diseño de la interfaz para la administración del catálogo de Objetos del IGM

Tipo de Tarea: Desarrollo

Puntos Estimados: 2

Fecha Inicio: 03-04-2017

Fecha Fin: 04-04-2017

Programador Responsable: Patricio Castro .

Descripción: Se diseñará una interfaz para que el usuario administrador pueda hacer el ingreso de nuevos datos al catálogo de objetos

Tabla 51.

Validación de los datos previo a su ingreso a la base de datos.

TAREA DE INGENIERÍA

Número de Tarea: 14

Número de Historia: 5

Nombre de Tarea: Validación de los datos previo a su ingreso a la base de datos según categorización del IGM

Tipo de Tarea: Desarrollo

Puntos Estimados: 2

Fecha Inicio: 05-04-2017

Fecha Fin: 06-04-2017

Programador Responsable: Patricio Castro .

Descripción: Deberá permitir validar los datos antes del ingreso o registro en la base de datos

Tabla 52.

Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios.

TAREA DE INGENIERÍA

Número de Tarea: 15

Número de Historia: 5

Nombre de Tarea: Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios (Tipo y número de campos de la tabla).

Tipo de Tarea: Desarrollo

Puntos Estimados: 1

Fecha Inicio: 07-04-2017

Fecha Fin: 07-04-2017

Programador Responsable: Patricio Castro .

Descripción: Se necesita crear la base de datos para guardar los datos del catálogo de objetos IGM

Tabla 53.*Diseño de la interfaz para la administración de los Metadatos Cartográficos.*

TAREA DE INGENIERÍA	
Número de Tarea: 16	Número de Historia: 6
Nombre de Tarea: Diseño de la interfaz para la administración de los Metadatos Cartográficos	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 3
Fecha Inicio: 17-04-2017	Fecha Fin: 19-04-2017
Programador Responsable: Patricio Castro .	
Descripción: El diseño de la interfaz deberá permitir el ingreso de datos desde un formulario, visualice una vista de datos ingresados donde permita al administrador generar un CRUD (Crear, Leer, Actualizar, Eliminar)	

Tabla 54.*Validación de los datos previo al ser respaldados.*

TAREA DE INGENIERÍA	
Número de Tarea: 17	Número de Historia: 6
Nombre de Tarea: Validación de los datos previo al ser respaldados	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 1
Fecha Inicio: 20-04-2017	Fecha Fin: 20-04-2017
Programador Responsable: Patricio Castro .	
Descripción: Permitirá al instante del ingreso la validación de los mismos antes de ser guardados a la base de datos.	

Tabla 55.*Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios.*

TAREA DE INGENIERÍA	
Número de Tarea: 18	Número de Historia: 6
Nombre de Tarea: Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios (Tipo y número de campos de la tabla).	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 1
Fecha Inicio: 21-04-2017	Fecha Fin: 21-04-2017
Programador Responsable: Patricio Castro .	

Descripción: Se necesita crear la base de datos para guardar los metadatos cartográficos.

4.3.5.9. Bosquejos de los diseños primera iteración

Los siguientes diseños se basan en los requerimientos de usuario e historiales para la implementación de los diseños finales para la aplicación.

Tabla 56.

Historias de usuario, Primera iteración de entregables, prototipos.

Número	Historia
1	Acceso al sistema
2	Parámetros del sistema
3	Categorización de mapas
4	Carga de capas geográficas
5	Administración del catálogo de objetos IGM
6	Administración de los Metadatos Cartográficos

1. Acceso al sistema

En la interfaz de la Figura 37, permitirá el ingreso y validación de datos ingresados en el formulario de inicio de sesión. En caso de ser los datos correctos se podrá ingresar a la zona de administración, caso contrario se presentará una ventana emergente de error.

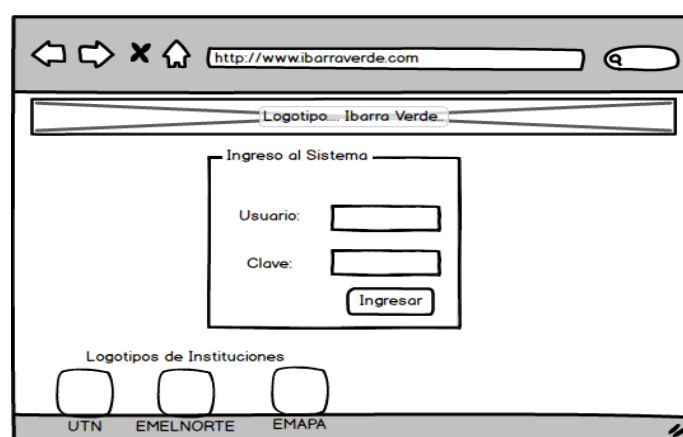


Figura 37. Diseño del bosquejo de acceso al sistema.

2. Pantalla de administración del sistema

En esta sección el usuario administrador podrá ingresar datos de parámetros, por ejemplo: la creación del árbol de asignación las capas .shp a proyectos o instituciones. A demás, la carga de datos cartográficos a la base de datos y visualización en un visor interno para asegurar que es correcta la subida de la información, como se muestra en la Figura 38.

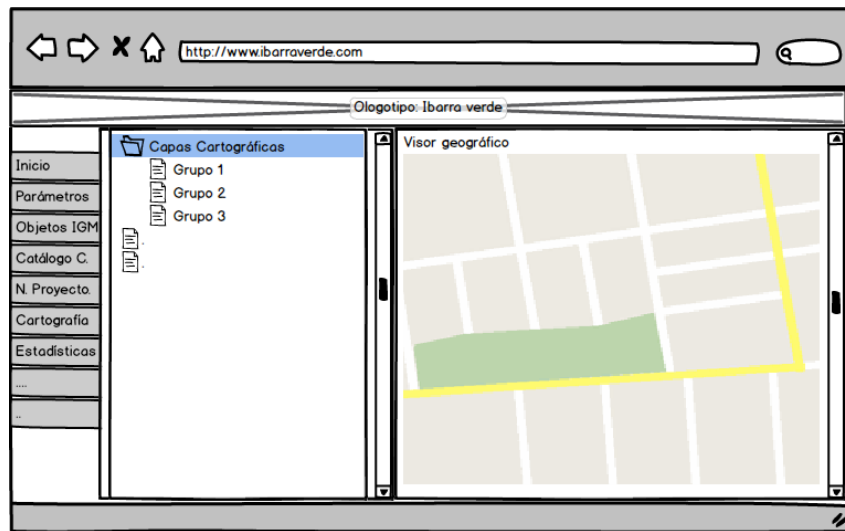


Figura 38. Pantalla principal de la aplicación informática.

3. Importación de capas shapefile

En la Figura 39 permitirá el ingreso de capas shapefile a la base de datos con una pre-visualización en un visor geográfico, en caso de no ser archivos correctos o estén incompletos, no se agregará a la lista para ser agregado a la base de datos.

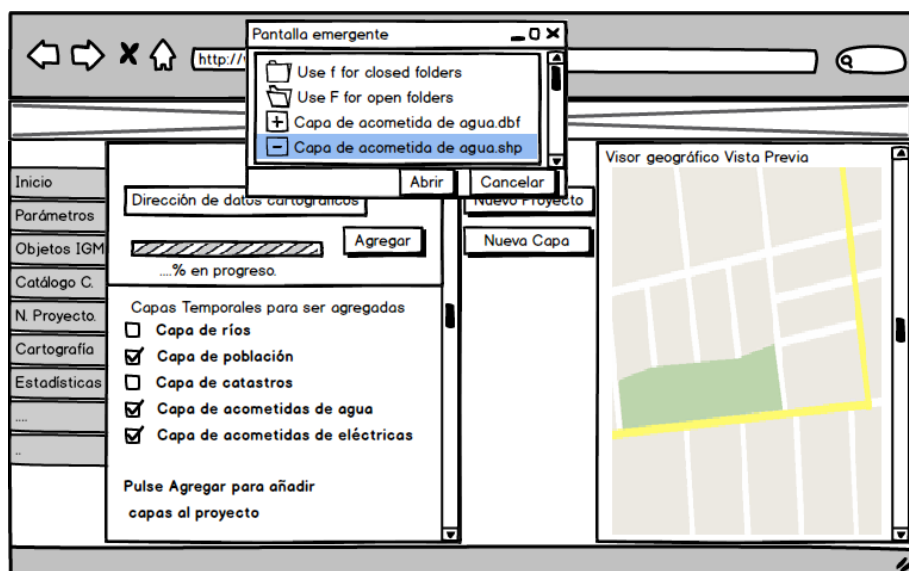


Figura 39. Diseño del bosquejo, Importación de archivos shapefile.

4. Administración de metadatos

En la Figura 40 permitirá agregar información básica de metadatos a las capas geográficas como un dato adicional.

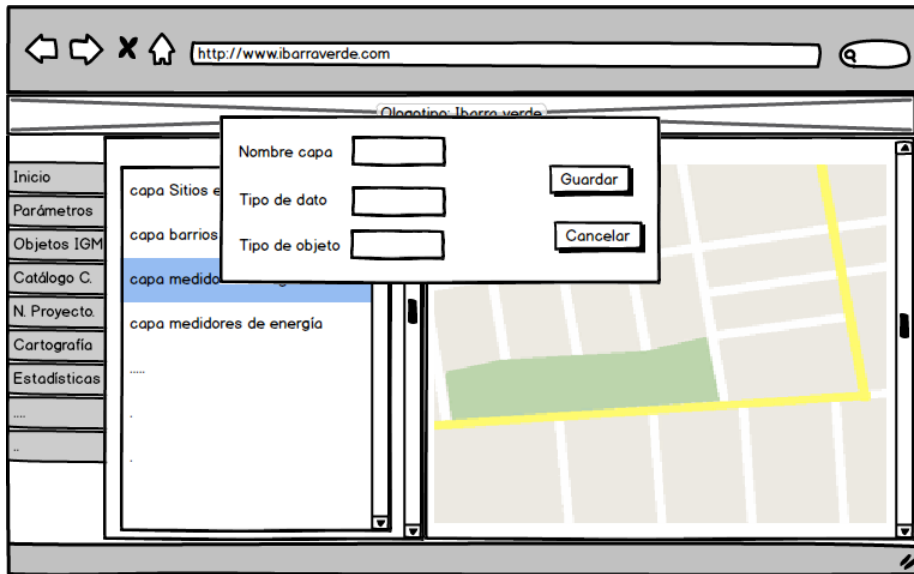


Figura 40. Diseño del bosquejo, Administrador de metadatos.

4.3.5.10. Diseños finales de la aplicación, primera iteración

1. Acceso a la administración de parámetros de la aplicación mediante el ingreso de usuario y contraseña respectiva, caso contrario se visualizará una ventana emergente de error, como se muestra en la Figura 41.

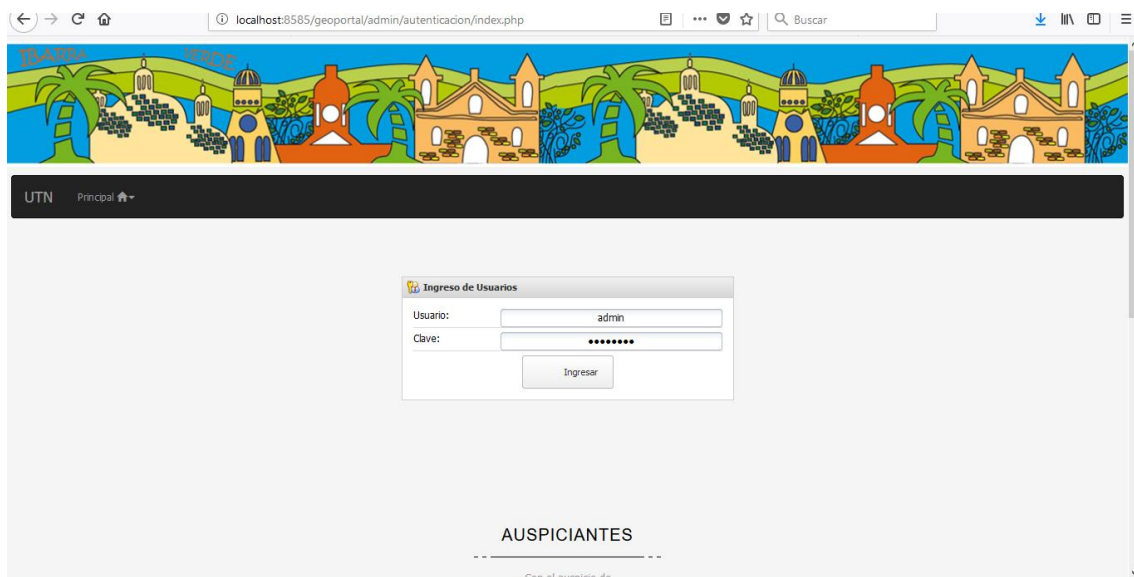


Figura 41. Interfaz de acceso a la administración de parámetros.

- Interfaz principal de administración de parámetros, como la creación del árbol del menú para asignación de las capas shapefile agregadas a la base de datos, como se muestra en la Figura 42.

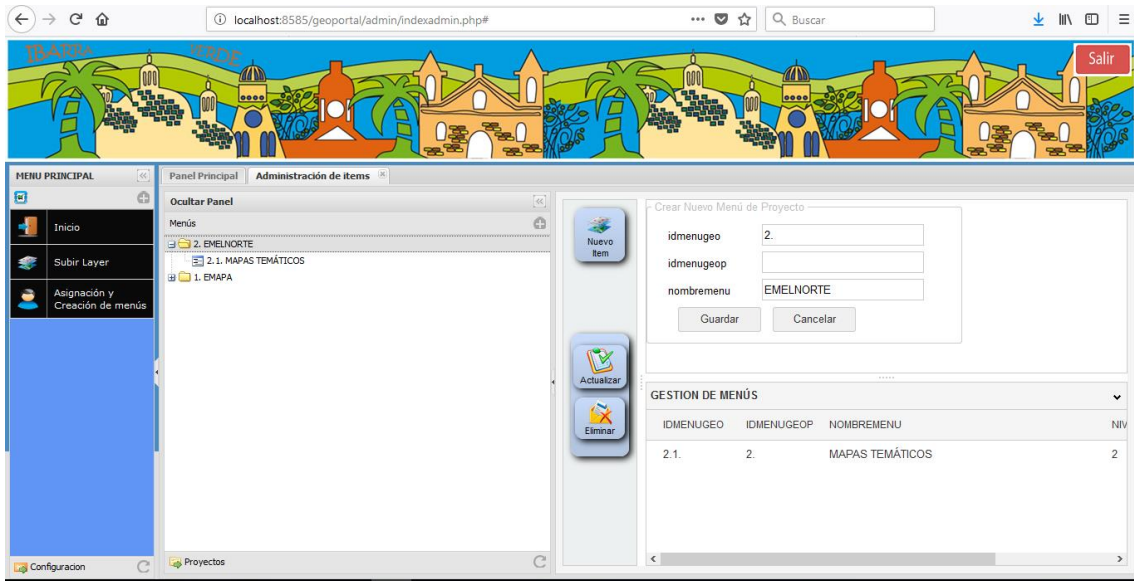


Figura 42. Interfaz del administrador de parámetros de la aplicación.

- Interfaz de carga de layers a la base de datos, se debe seleccionar todos los archivos pertenecientes al mapa geográfico; los archivos de capa .shp y .dbf son obligatorios, como se muestra en la Figura 43.

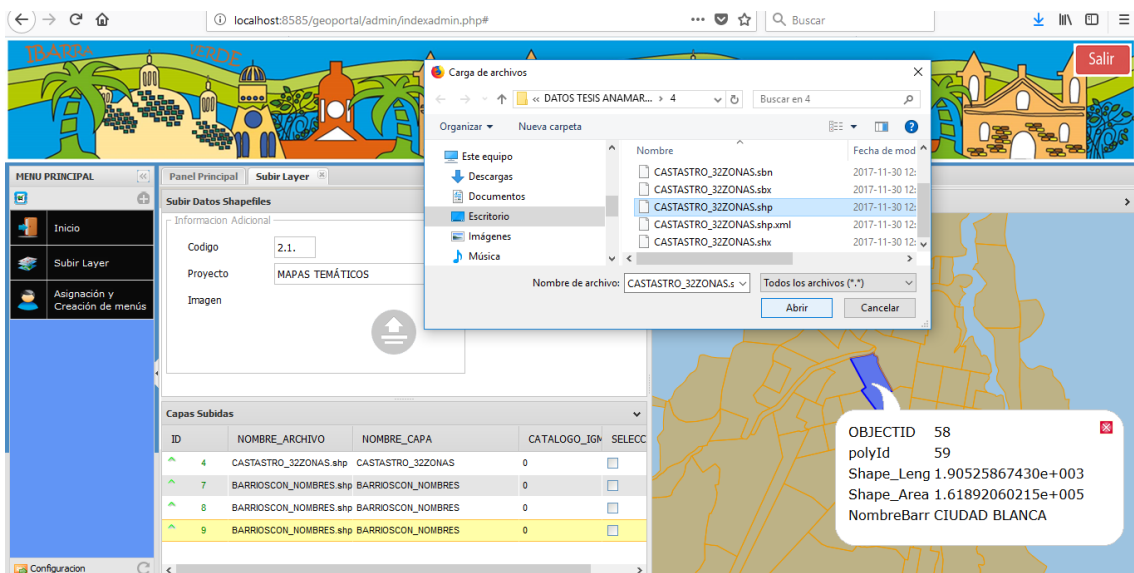


Figura 43. Interfaz de carga de layers a la base de datos.

- Interfaz de datos y tabla de atributos de un layer que se visualizará cuando se haya agregado un mapa geográfico a la base de datos. Además, se puede hacer actualizaciones directamente a los datos en caso de ser necesario, como se muestra en la Figura 44.

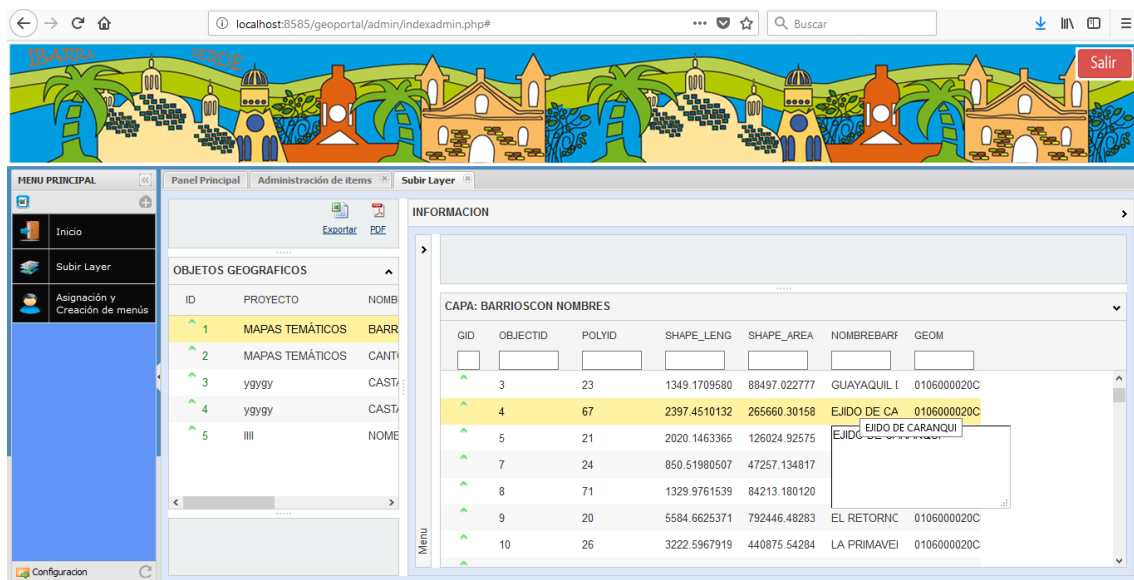


Figura 44. Interfaz de tabla de atributos de un layer.

4.3.5.11. Pruebas de aceptación primera iteración

A continuación, se define de manera general el ingreso, procesamiento y salida de datos de cada historial involucrados en la primera iteración. Esta sección permite el desarrollo del resto de módulos de la aplicación con la respectiva validación de datos.

Tabla 57.

Listado de las historias de usuario que se someterán a validaciones

Número de prueba	Número de historia	Nombre de prueba
1	1	Acceso al sistema
2	2	Parámetros del sistema
3	3	Categorización de mapas
4	4	Carga de capas geográficas
5	5	Administración del catálogo de objetos IGM
6	6	Administración de los Metadatos Cartográficos

Descripción de las pruebas de aceptación

Tabla 58.

Acceso al sistema

Caso de Prueba	
Código: 1	Historia de usuario: 1

Nombre historial de usuario: Acceso al sistema
Condiciones iniciales para la ejecución: El usuario debe tener perfil de administrador y debe tener el respectivo usuario y contraseña, para poder ingresar al sistema (en este caso maneja un solo tipo de usuario que es el Administrador).
Entrada de datos y pasos para ejecución: Dar clic en el botón Administración que se encuentra en el menú principal de la interfaz Web. En el formulario ingresar datos del Usuario y la contraseña. Pulsar la tecla intro, o hacer clic en el botón de inicio de sesión. En caso del ingreso erróneo de los datos, tendrá un mensaje de alerta.
Resultado esperado: Acceso al sistema de administración de mapas.
Aceptación de la prueba: La prueba fue satisfactoriamente

Tabla 59.
Parámetros del sistema

Caso de Prueba
Código: 2 Historia de usuario: 2
Nombre historial de usuario: Parámetros del sistema
Condiciones iniciales para la ejecución: El campo de ingreso de datos permitirá el ingreso solo de letras
Entrada de datos y pasos para ejecución: Ingresar los datos en el formulario y hacer clic en el botón <i>Guardar</i> para registrarlos en la base de datos, en caso de ingreso de datos numéricos en los campos del formulario se obtendrá un mensaje de alerta impidiendo el ingreso y retornando al formulario para un nuevo intento.
Resultado esperado: Se guardó los datos en las respectivas tablas de la Base de Datos. y se visualiza dentro de una lista conjuntamente con el resto de ingresos. En el caso de los combos dependientes al seleccionar la categoría más alta (Provincia), se despliega automáticamente el grupo perteneciente a esa categoría (provincia-catón).
Aceptación de la prueba: La prueba fue satisfactoriamente

Tabla 60.
Categorización de mapas.

Caso de Prueba	
Código: 3	Historia de usuario: 3
Nombre historial de usuario: Categorización de mapas	
Condiciones iniciales para la ejecución:	
Se deberá tener categorizada la información y a partir de ésta generar el menú tipo árbol.	
Entrada de datos y pasos para ejecución:	
Ingresar en el formulario el nombre del grupo (es único grupo o nombre del proyecto). Ingresar nombre de la categoría. En caso de que ya exista se hará una notificación de la duplicación de la categorización.	
Resultado esperado:	
Los datos ingresados exitosamente y se podrá visualizar el menú jerárquico creado. En caso de duplicidad se visualizará un mensaje de alerta y no se guardará la información.	
Aceptación de la prueba: La prueba fue satisfactoriamente	

Tabla 61.
Carga de capas geográficas.

Caso de Prueba	
Código: 4	Historia de usuario: 4
Nombre historial de usuario: Carga de capas geográficas	
Condiciones iniciales para la ejecución:	
Para generar una nueva capa cartográfica, deberá ser subidos el siguiente grupo de archivos con las extensiones: .shp (archivo de forma shapefile), .dbf (extensión de base de datos almacena atributos), .cpg (identifica el conjunto de caracteres), .sbn (almacena índice de datos espaciales) y demás archivos que estén en el grupo. y previamente georreferenciado en el sistema de coordenadas WGS84/UTM Zona 17S. Por ejemplo: seleccionar, capa .shp, capa .shx y .dbf.	
Entrada de datos y pasos para ejecución:	
Seleccionar un nuevo proyecto dentro de las categorías creadas con anterioridad, hacer clic en el botón <i>Subir datos</i> , seleccione el grupo de archivos pertenecientes a la capa	

cartográfica a subir, finalmente pulsar el botón agregar. Seguidamente deberá pre visualizar los porcentajes 100% de haber subido todos los archivos requeridos, caso contrario no se cargará y no se visualizará la nueva capa a ser subida en el visor ni en la lista de capas temporales. Finalmente, cuando esta subida la capa podrá seleccionarla y pulsaremos en el botón *Guardar*.

Resultado esperado:

Se agregará al listado de capas temporales y se visualizará dentro del visor de mapas. Pulsar guardar para agregar a la base de datos cartográfica.

Aceptación de la prueba: La prueba fue satisfactoriamente

Tabla 62.

Administración del catálogo de objetos IGM.

Caso de Prueba

Código: 5 Historia de usuario: 5

Nombre historial de usuario: Administración del catálogo de objetos IGM

Condiciones iniciales para la ejecución:

El usuario administrador deberá tener claro la categorización de objetos al que pertenece según el catálogo de objetos del IGM

Entrada de datos y pasos para ejecución:

Pulsar el botón *Nuevo*, ingrese los datos pertenecientes al nuevo objeto, pulsar guardar para agregar el nuevo objeto.

Resultado esperado:

Los nuevos datos se agregaron según categorización de objetos IGM

Aceptación de la prueba: La prueba fue satisfactoriamente

Tabla 63.

Administración de los Metadatos Cartográficos.

Caso de Prueba

Código: 6 Historia de usuario: 6

Nombre historial de usuario: Administración de los Metadatos Cartográficos

Condiciones iniciales para la ejecución:

El usuario administrador deberá tener ingresado una capa cartográfica dentro de una categoría o grupo.

Entrada de datos y pasos para ejecución:

Seleccionar una capa cartográfica, pulsar el botón *Nuevo*, en el nuevo formulario ingrese los datos característicos para esa capa.

Resultado esperado:

Todos los datos fueron agregados a la base de datos, no importa tener un campo vacío.

Aceptación de la prueba: La prueba fue satisfactoriamente

4.3.5.12. Segunda Iteración

En esta segunda iteración se han desarrollado los módulos de Consultas y gráficos estadísticos tanto para el usuario Administrador, como para los usuarios finales, donde están involucrados todos los parámetros e información que hace posible el funcionamiento del sistema y a su vez aplicando la metodología de programación extrema XP.

Tabla 64.

Historiales para segunda iteración.

Número	Historia
1	Diseño de la interfaz para las consultas personalizadas y generación estadística
2	Diseño de toda la interfaz del visor hacia el cliente final
3	Diseño de la interfaz para las consultas de datos

Tareas de Ingeniería

Tabla 65.

Tareas de usuario para la segunda iteración.

Número de Tarea	Número de Historias	Nombre de la Tarea
19	7	Diseño de la interfaz para las consultas personalizadas y generación estadística
20	7	Validación de los datos para la consulta y generación de Gráficos estadísticos

21	7	Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios (Tipo y número de campos de la tabla).
22	8	Diseño de toda la interfaz del visor hacia el cliente final
23	8	Validación de cargas visuales de la interfaz del usuario frontend respecto a la usabilidad para realizar las consultas.
24	8	Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios (Tipo y número de campos de la tabla).
25	9	Diseño de la interfaz para las consultas de datos y vinculación con herramientas de BI en la generación de gráficos estadísticos
26	9	Validación de la consulta realizada dentro del BI y comparación en el visor geográfico
27	9	Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios (Tipo y número de campos de la tabla).

Descripción de las tareas de ingeniería

Tabla 66.

Diseño de la interfaz para las consultas personalizadas y generación estadística.

TAREA DE INGENIERÍA	
Número de Tarea: 19	Número de Historia: 7
Nombre de Tarea: Diseño de la interfaz para las consultas personalizadas y generación estadística	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 3
Fecha Inicio: 24-04-2017	Fecha Fin: 26-04-2017
Programador Responsable: Patricio Castro .	
Descripción: Diseñar una interfaz que permitirá al usuario Administrador y usuario final la selección de las diferentes capas cartográficas cargadas dentro de una lista, y finalmente proceda a generar los gráficos estadísticos (Barra, pastel)	

Tabla 67.

Validación de los datos para la consulta y generación de Gráficos estadísticos.

TAREA DE INGENIERÍA

Número de Tarea: 20	Número de Historia: 7
Nombre de Tarea: Validación de los datos para la consulta y generación de Gráficos estadísticos	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 1
Fecha Inicio: 27-04-2017	Fecha Fin: 27-04-2017
Programador Responsable: Patricio Castro .	
Descripción: permitirá validar que la selección de capas que utilice puedan generar gráficos estadísticos, se generará mensajes de guía para el usuario.	

Tabla 68.

Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios.

TAREA DE INGENIERÍA	
Número de Tarea: 21	Número de Historia: 7
Nombre de Tarea: Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios (Tipo y número de campos de la tabla).	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 1
Fecha Inicio: 28-04-2017	Fecha Fin: 28-04-2017
Programador Responsable: Patricio Castro .	
Descripción: permitirá guardar de manera temporal los datos seleccionados para generar las consultas y gráficos estadísticos.	

Tabla 69.

Diseño de toda la interfaz del visor hacia el cliente final.

TAREA DE INGENIERÍA	
Número de Tarea: 22	Número de Historia: 8
Nombre de Tarea: Diseño de toda la interfaz del visor hacia el cliente final	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 6
Fecha Inicio: 08-05-2017	Fecha Fin: 15-05-2017
Programador Responsable: Patricio Castro .	
Descripción: Se presentará un visor geográfico que muestre las capas seleccionadas por el usuario y la información correspondiente al momento de hacer clic en la capa activa mediante ventanas emergentes.	

Tabla 70.*Validación de cargas visuales de la interfaz del usuario frontend.*

TAREA DE INGENIERÍA	
Número de Tarea: 23	Número de Historia: 8
Nombre de Tarea: Validación de cargas visuales de la interfaz del usuario frontend respecto a la usabilidad para realizar las consultas.	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 2
Fecha Inicio: 16-05-2017	Fecha Fin: 17-05-2017
Programador Responsable: Patricio Castro .	
Descripción: permitirá guiar al usuario para el uso de las herramientas incorporadas dentro del visor geográfico.	

Tabla 71.*Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios.*

TAREA DE INGENIERÍA	
Número de Tarea: 24	Número de Historia: 8
Nombre de Tarea: Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios (Tipo y número de campos de la tabla).	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 2
Fecha Inicio: 18-05-2017	Fecha Fin: 19-05-2017
Programador Responsable: Patricio Castro .	
Descripción: permitirá guardar de manera temporal los datos seleccionados para generar las consultas y gráficos estadísticos	

Tabla 72.*Diseño de la interfaz para las consultas de datos y vinculación con herramientas de BI.*

TAREA DE INGENIERÍA	
Número de Tarea: 25	Número de Historia: 9
Nombre de Tarea: Diseño de la interfaz para las consultas de datos y vinculación con herramientas de BI en la generación de gráficos estadísticos	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 6
Fecha Inicio: 05-06-2017	Fecha Fin: 12-06-2017
Programador Responsable: Patricio Castro .	

Descripción: Se realizará el enlace a las herramientas de BI de la base de datos de ORACLE para consultas de datos

Tabla 73.

Validación de la consulta realizada dentro del BI y comparación en el visor geográfico.

TAREA DE INGENIERÍA	
Número de Tarea: 26	Número de Historia: 9
Nombre de Tarea: Validación de la consulta realizada dentro del BI y comparación en el visor geográfico	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 2
Fecha Inicio: 13-06-2017	Fecha Fin: 14-06-2017
Programador Responsable: Patricio Castro .	
Descripción: Visualizar paralelamente los datos vinculados del BI con los datos del visor geográfico, donde el usuario pueda seleccionar las capas de análisis.	

Tabla 74.

Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios.

TAREA DE INGENIERÍA	
Número de Tarea: 27	Número de Historia: 9
Nombre de Tarea: Adaptación de la Base de Datos para los Usuarios (Tipo y número de campos de la tabla).	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Puntos Estimados: 2
Fecha Inicio: 15-06-2017	Fecha Fin: 16-06-2017
Programador Responsable: Patricio Castro.	
Descripción: vinculación de datos desde la base BI para consultas internas y graficación estadística	

4.3.5.13. Pruebas segunda iteración

Mediante esta validación aseguraremos que el ingreso, el proceso y salida de datos sea lo esperado.

Tabla 75.

Gráficos estadísticos.

Caso de Prueba

Código: 7	Historia de usuario: 7
Nombre historial de usuario: Gráficos estadísticos	
Condiciones iniciales para la ejecución: Deberá tener agregado por lo menos una capa cartográfica	
Entrada de datos y pasos para ejecución: Hacer clic en la capa o capas cartográficas y el campo que desea hacer la consulta, finalmente seleccionar el tipo de gráfico estadístico.	
Resultado esperado: Se grafica dependiendo de la selección del tipo de gráfico estadístico (gráfico de barras, pastel, todos, otros)	
Aceptación de la prueba: La prueba fue satisfactoriamente	

Tabla 76.
Interfaz del usuario Frontend.

Caso de Prueba	
Código: 8	Historia de usuario: 8
Nombre historial de usuario: Interfaz del usuario Frontend	
Condiciones iniciales para la ejecución: Disponer de un banner referente al proyecto, información relevante para ser agregados en la interfaz.	
Entrada de datos y pasos para ejecución: Hacer clic en el menú para visualizar información del sitio Web y el respectivo visor cartográfico.	
Resultado esperado: Se visualiza toda la información que enlaza desde el menú y enlaces.	
Aceptación de la prueba: La prueba fue satisfactoriamente	

Tabla 77.
Interfaz de consultas.

Caso de Prueba	
Código: 9	Historia de usuario: 9
Nombre historial de usuario: Interfaz de consultas	
Condiciones iniciales para la ejecución:	

Estar en la sección del visor cartográfico

Entrada de datos y pasos para ejecución:

Seleccionar la o las capas que desea hacer la consulta, finalmente pulsar el botón *Consultar*, también puede seleccionar gráficos estadísticos que se graficarán de acuerdo a las capas y campos seleccionados

Resultado esperado:

Se visualiza todas las capas en el visor geográfico y respectiva consulta.

Aceptación de la prueba: La prueba fue satisfactoriamente

4.3.5.14. Bosquejos del sistema, segunda iteración

Tabla 78.

Historias de usuario, Segunda iteración de entregables, prototipos.

Número	Historia
1	Diseño de la interfaz para las consultas personalizadas y generación estadística
2	Diseño de toda la interfaz del visor hacia el cliente final
3	Diseño de la interfaz para las consultas de datos

1. Pantalla de usuario final

En la Figura 45 presentará el menú horizontal principal con las herramientas de búsqueda, medición, actualización, entre otras.

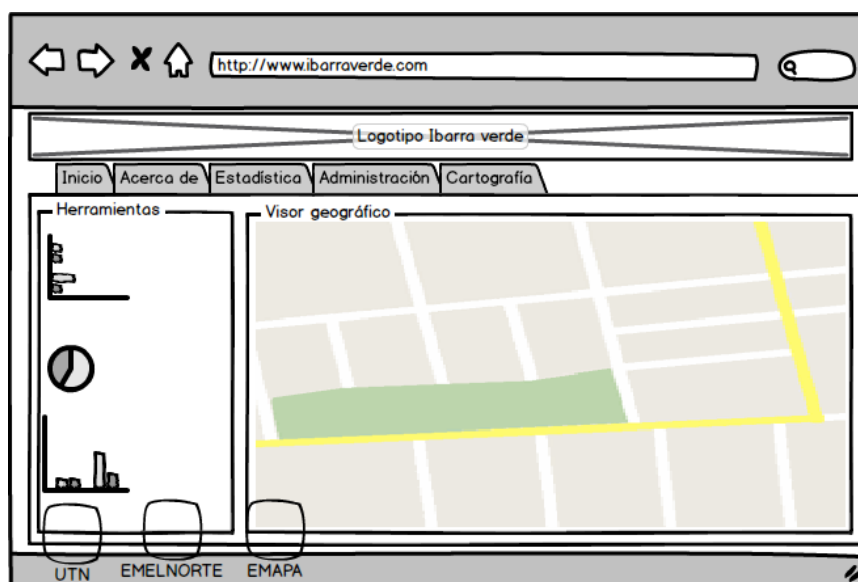


Figura 45. Diseño del bosquejo, Pantalla frontend.

2. Pantalla de consultas

Presentará herramientas de consulta y visualiza los datos consultados, como se muestra en la Figura 46.

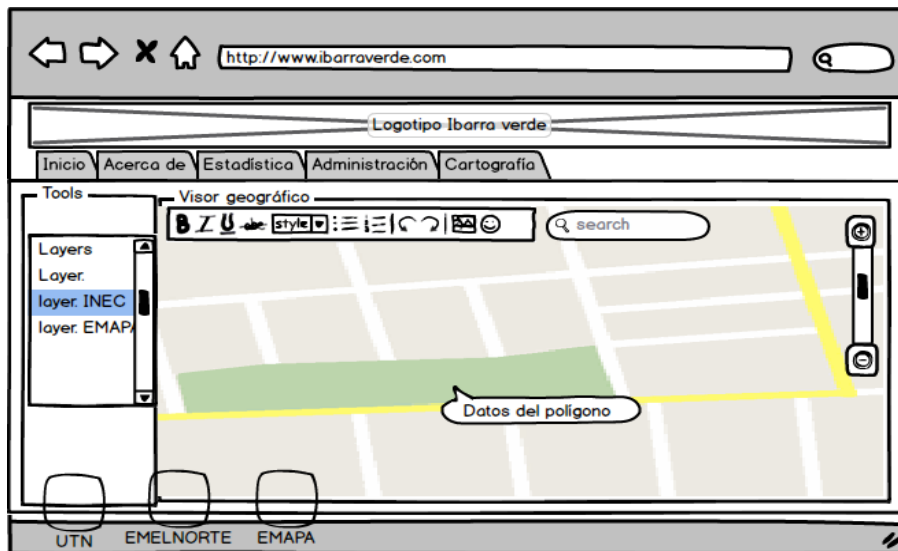


Figura 46. Diseño del bosquejo, Pantalla frontend de búsquedas y visor geográfico.

Diseños finales de la aplicación, segunda iteración

La Figura 47 de interfaz frontend donde presenta herramientas de búsqueda, menús horizontal y vertical de agregación de capas.

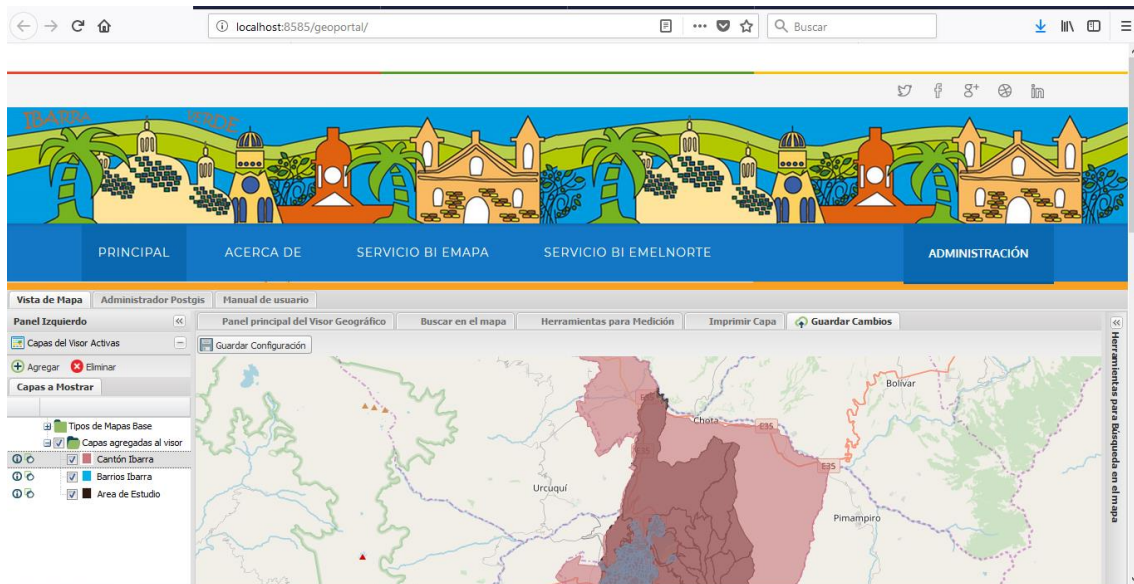


Figura 47. Interfaz del visor frontend.

1. La Figura 48 de consultas de profundidad, presenta herramientas de búsqueda tipo polígono en la capa activa y seleccionada. Como resultados presenta los datos sólo del área que haya sido seleccionada, es decir presenta datos de cada capa que interviene en la consulta y presentando una tabla de resultados individualmente.

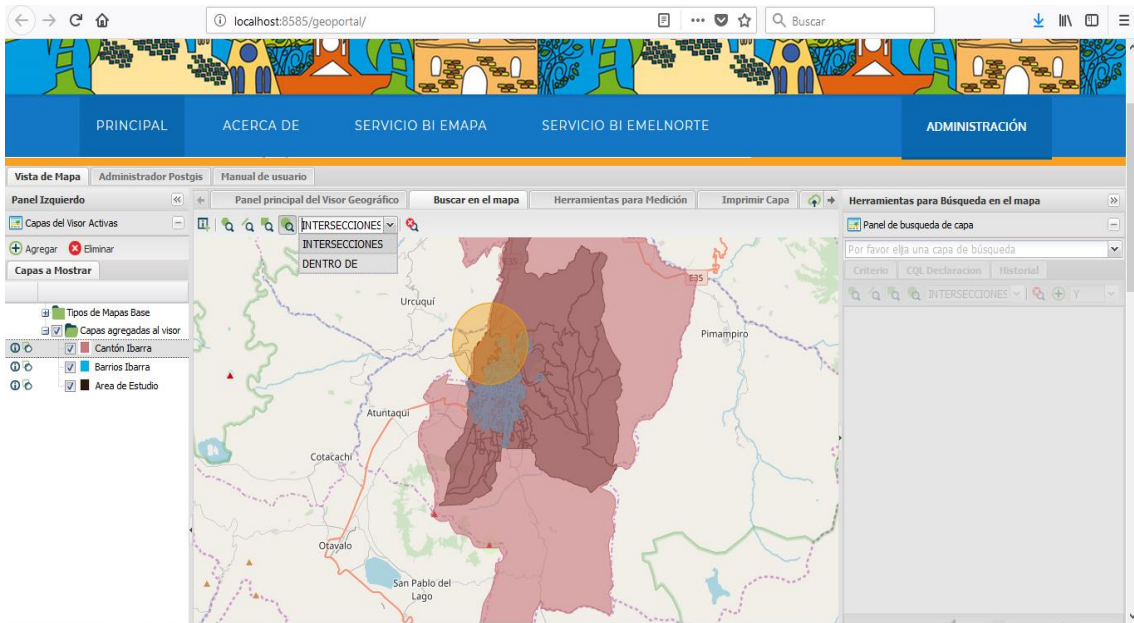


Figura 48. Pantalla de búsquedas en capas activas.

2. La Figura 49 presenta datos de la consulta de manera individual y una ventana emergente del catastro seleccionado

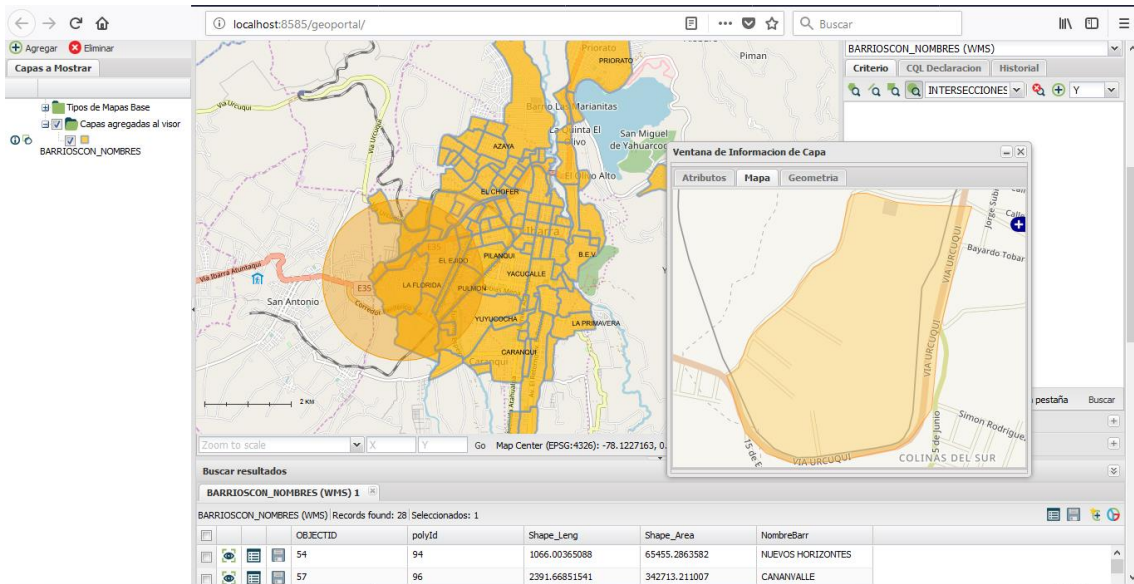


Figura 49. Pantalla de búsqueda en layers activos.

3. La Figura 50 presenta una pantalla emergente con datos agrupados de manera estadística los datos de la tabla de atributos.

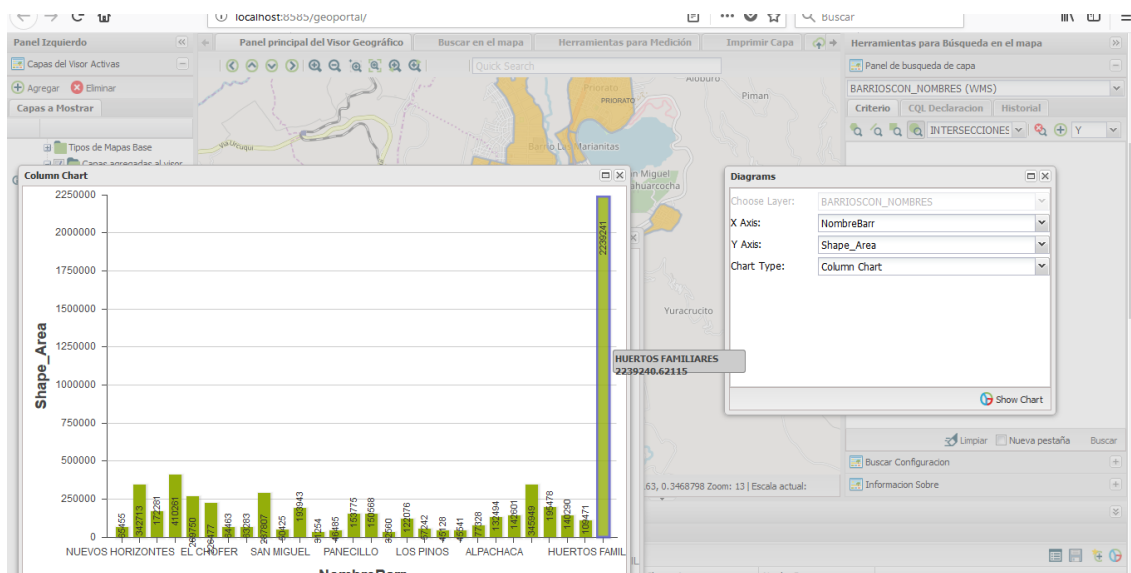


Figura 50. Pantalla de diagramas estadísticos.

4.3.5.15. Pruebas de aceptación segunda iteración

A continuación, se define de manera general el ingreso, procesamiento y salida de datos de cada historial involucrados en la segunda iteración. Esta sección validación ingreso de datos y de interfaz de usuario frontend y backend.

Tabla 79.

Listado de las historias de usuario que se someterán a validaciones.

Número de prueba	Número de historia	Nombre de prueba
1	7	Diseño de la interfaz para las consultas personalizadas y generación estadística
2	8	Diseño de toda la interfaz del visor hacia el cliente final
3	9	Diseño de la interfaz para las consultas de datos

Descripción de las pruebas de aceptación

Tabla 80.

Diseño de la interfaz para las consultas

Caso de Prueba	
Código: 1	Historia de usuario: 7

Nombre historial de usuario: Diseño de la interfaz para las consultas personalizadas y generación estadística

Condiciones iniciales para la ejecución:

El usuario debe tener perfil de administrador (debe tener usuario y contraseña) o de usuario final, en este caso se maneja un solo tipo de usuario que es el Administrador.

Entrada de datos y pasos para ejecución:

Tanto para frontend y backend el formulario de filtro de datos es el mismo.

Ingrese las palabras claves o nombre de las capas que están activas en el visor, seleccione las opciones que corresponda a la consulta que desea realizar.

Dar clic en el botón Consultar.

En caso del ingreso erróneo de los datos, tendrá un mensaje de alerta.

Resultado esperado:

Acceso a los resultados y gráficos estadísticos.

Aceptación de la prueba: La prueba fue satisfactoriamente

Tabla 81.

Diseño de toda la interfaz del visor.

Caso de Prueba

Código: 2 **Historia de usuario:** 8

Nombre historial de usuario: Diseño de toda la interfaz del visor hacia el cliente final

Condiciones iniciales para la ejecución:

El usuario debe tener perfil de administrador (debe tener usuario y contraseña) o de usuario final, en este caso se maneja un solo tipo de usuario que es el Administrador.

Entrada de datos y pasos para ejecución:

Tanto para frontend y backend la interfaz del visor será la misma.

Ingrese las palabras claves o nombre de las capas que están activas en el visor, seleccione las opciones que corresponda a la consulta que desea realizar o seleccione las capas mediante la activación de las casillas para visualizar en el visor los datos.

Dar clic en el botón Consultar ingresando datos de búsqueda.

Desplazar el zoom más (+), menos (-) en la interfaz.

Hacer clic en cualquier polígono dentro de la capa activa, se mostrará toda la información perteneciente a ese polígono, caso contrario un mensaje de alertas.

En caso del ingreso erróneo de los datos, tendrá un mensaje de alerta.

Resultado esperado:
 Respuestas correctas a acciones externas

Aceptación de la prueba: La prueba fue satisfactoriamente

Tabla 82.
Diseño de la interfaz para las consultas de datos.

Caso de Prueba

Código: 3 **Historia de usuario:** 9

Nombre historial de usuario: Diseño de la interfaz para las consultas de datos

Condiciones iniciales para la ejecución:
 El usuario debe tener perfil de administrador (debe tener usuario y contraseña) o de usuario final, en este caso se maneja un solo tipo de usuario que es el Administrador.

Entrada de datos y pasos para ejecución:
 Tanto para frontend y backend el formulario de filtro de datos es el mismo.
 Ingrese las palabras claves o nombre de las capas que están activas en el visor, seleccione las opciones que corresponda a la consulta que desea realizar.
 Dar clic en el botón Consultar.
 En caso del ingreso erróneo de los datos, tendrá un mensaje de alerta.

Resultado esperado:
 Respuestas correctas a acciones externas

Aceptación de la prueba: La prueba fue satisfactoriamente

4.4. CUARTA ETAPA: Incidencia de la aplicación informática

A continuación, se presenta la encuesta con cada resultado. Para mayor detalle **Ver Anexo2.**

1 - La organización de los menús o la información presentada en el visor geográfico es:
 La pregunta uno persigue la organización que mantiene el menú, herramientas respecto al diseño de interfaces y colorimetría, como también la distribución de todos los accesos directos (botones). En la Figura 51, se puede observar que tiene un buen porcentaje de aceptación lo que indica que el diseño es aceptable.

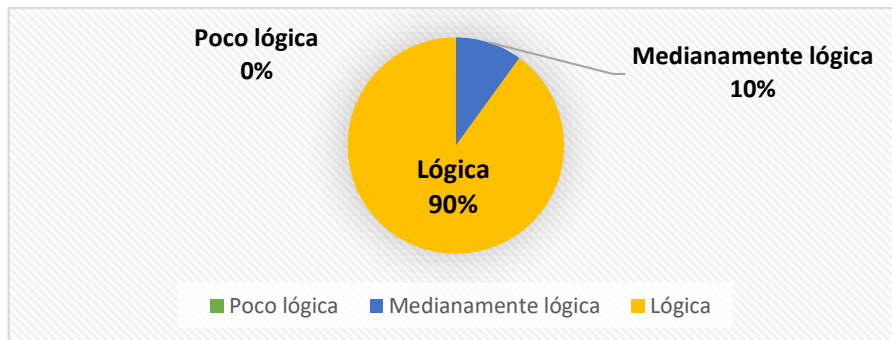


Figura 51. Resultados porcentuales pregunta uno.

2 - Los mensajes para prevenir errores son:

Esta pregunta es para saber qué tan claros son los textos de mensajes sean de error o advertencia, esto con la finalidad de que la aplicación interactúe con el usuario y también evite el ingreso de datos incorrectos. Como resultado se obtuvo un poco más del 50% lo que nos indica que en algunas ocasiones no son talvez apropiados, como se muestra en la Figura 52.

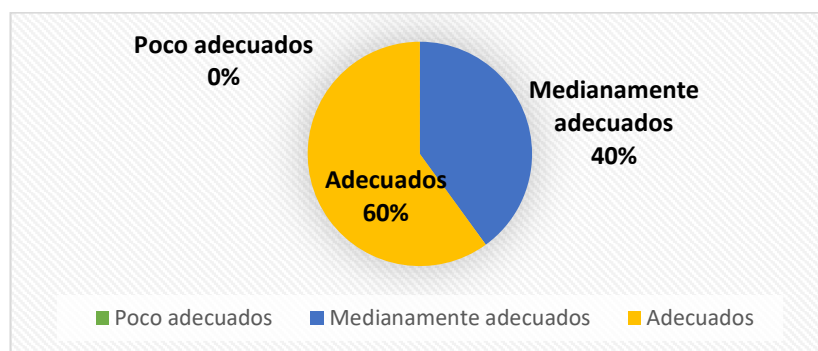


Figura 52. Resultados porcentuales pregunta dos.

3 - El visor geográfico interactivo tiene una interfaz:

En la Figura 53 se muestra los resultados de la pregunta 3 que son coherentes a la pregunta uno, porque la distribución de las herramientas fue aceptada y el diseño de la interfaz es sencilla y dispone lo necesario.

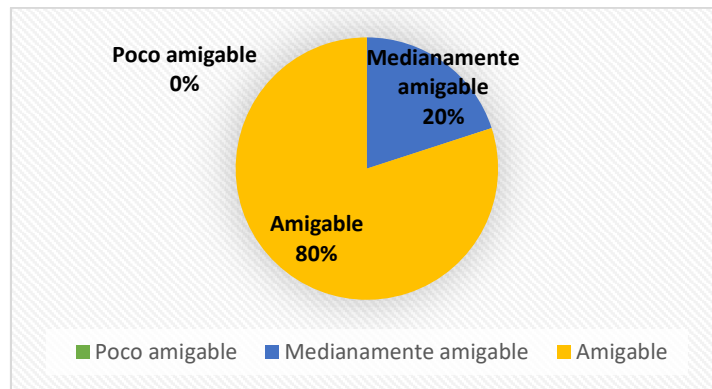


Figura 53. Resultados porcentuales pregunta tres.

4 - La interfaz del software es fácil de usar:

En este caso se puede notar que tanto la distribución de herramientas y diseño son compatibles pero el uso de las mismas no es tan claro, el porcentaje puede darse porque algunas de las personas que se hizo la encuesta no tiene conocimientos básicos por lo menos de datos cartográficos o desconoce del tema, por lo tanto, no lo es tan fácil el uso. Pero se puede concluir que se mantiene la usabilidad de la aplicación en términos de calificación buena, como se muestra la Figura 54.

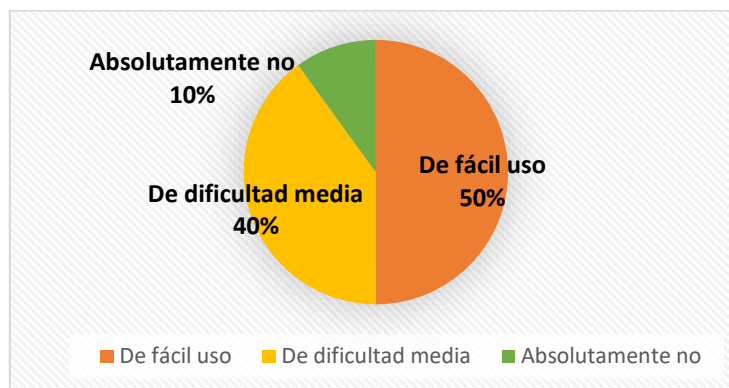


Figura 54. Resultados porcentuales pregunta cuatro.

5 - Las herramientas que incorpora el visor geográfico son:

Las herramientas son adecuadas en un 70% dando a notar que, si son apropiadas para el visor geográfico y un 30% medianamente adecuadas, esto puede darse porque en la encuesta se integró a personas que tenían poco conocimiento de cartografía, esto se realizó justamente para ver la facilidad de interpretación visual del diseño con las herramientas.

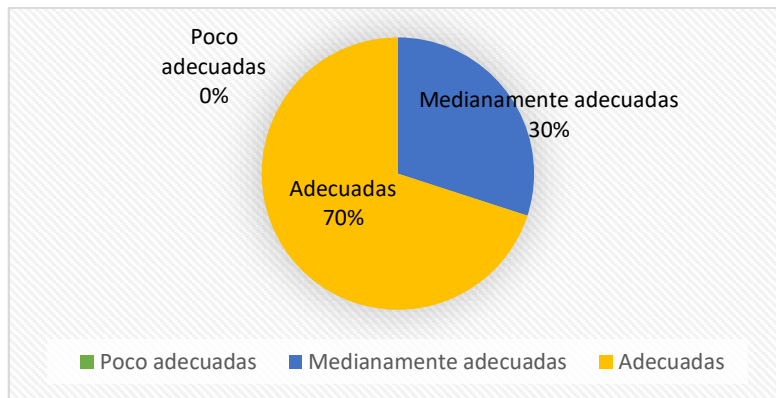


Figura 55. Resultados porcentuales pregunta cinco.

6 - Los formatos (WMS, WFS, WMTS, CSW, KML, ATOM, GEORSS, Shapefile, WMC.) soportados por el visor geográfico para subir layers son:

En esta pregunta permite saber qué estos tipos de formatos son conocidos con un 89%, lo que permitirá que en otras versiones sigan manteniéndolos en el visor geográfico y dan la ventaja de tener archivos en diferentes formatos ampliando las posibilidades del uso de la aplicación informática.

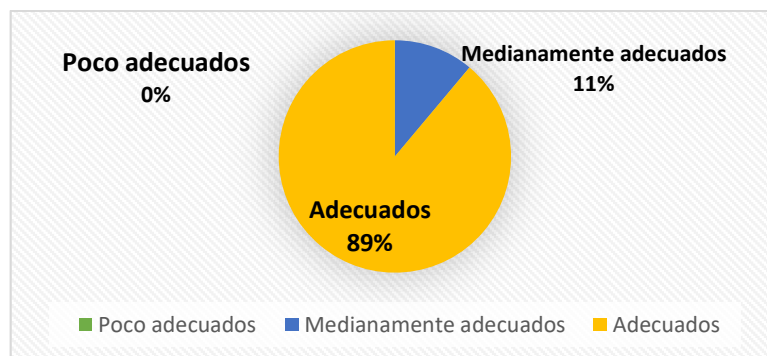


Figura 56. Resultados porcentuales pregunta seis.

7 - La visualización de resultados en varias capas cartográficas dentro del visor le permiten identificar con rapidez los problemas detectados en el polígono de la zona urbana:

Se puede evidenciar que tiene una aceptación del 56% lo que indica que se debe seguir mejorando la presentación de los datos geográficos.

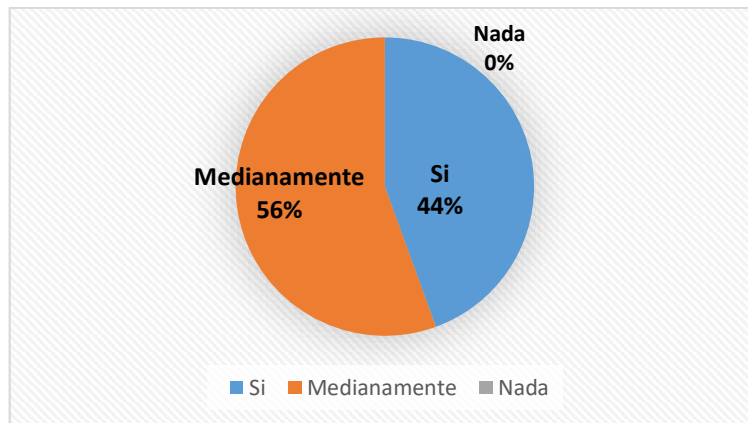


Figura 57. Resultados porcentuales pregunta siete.

8 - El uso del visor geográfico interactivo permite mejorar la planificación del servicio que las empresas EMAPA, EMELNORTE brindan en la urbe:

Un 78% de las personas encuestadas ven en la aplicación una herramienta que permite mejorar la planificación, un 22% dan como un software que medianamente dará mejoras en la planificación para las instituciones.

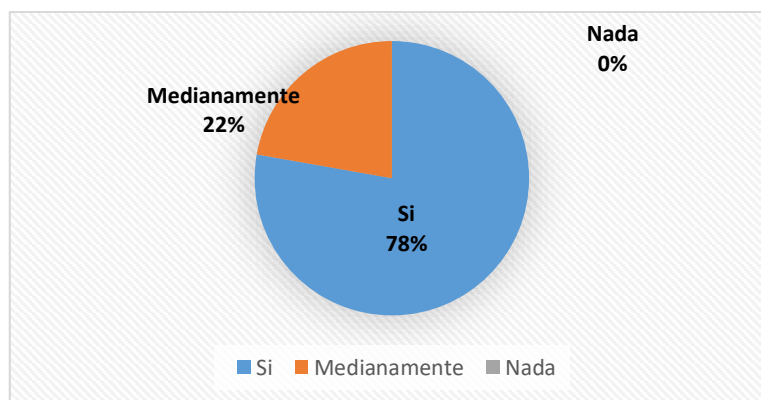


Figura 58. Resultados porcentuales pregunta ocho.

9 - La utilización del visor geográfico interactivo le permite dar una mejor respuesta a las necesidades que se generan en la zona urbana donde las empresas prestan el servicio:

Un 89% de los encuestados respondieron afirmativamente, lo que significa que las herramientas y formatos de archivos soportados por el visor geográfico permiten visualizar rápidamente los sitios vulnerables en la urbe. Hay que mencionar que se puede incorporar un sinnúmero de capas cartográficas y hacer búsquedas dinámicas capaces de filtrar datos por cualquier campo de la tabla de atributos y visualizarlos de manera inmediata.

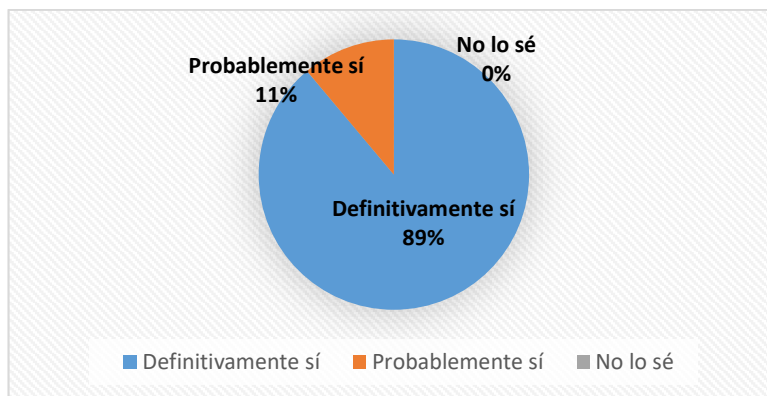


Figura 59. Resultados porcentuales pregunta nueve.

10 - Recomendaría usar y aplicar el presente software en las empresas:

Un 89% de los encuestados si recomendaría el uso del visor geográfico, por lo tanto, queda demostrado que ésta herramienta informática incide en la mejora para la toma de decisiones dentro de la planificación, en consecuencia, un aumento en el porcentaje de la calidad empresarial en el servicio hacia los clientes.

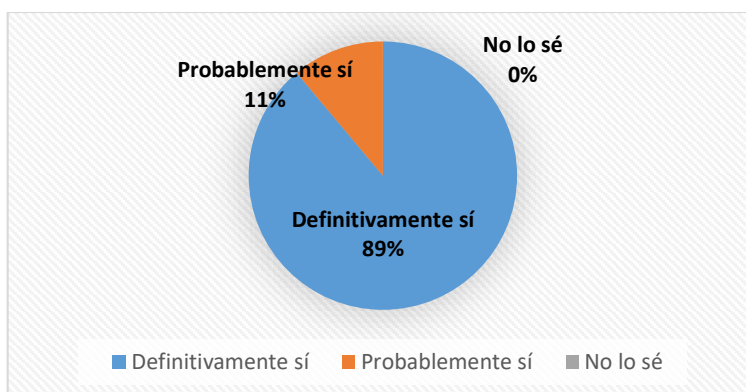


Figura 60. Resultados porcentuales pregunta diez.

Fórmula simplificada para obtener la muestra

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{N * e^2 + Z^2 * p * q}$$

Figura 61. Fórmula para obtener el valor de muestreo de una población finita.

Nota: Tomado de Vargas (2014).

Tabla 83.

Variables para cálculos del tamaño de la muestra

Población finita	
Cuando se conoce cuantos elementos tiene la población	
Parámetros	Valores

N = Universo	10
Z = nivel de confianza	1.96
e = error de estimación	0.05
p = probabilidad a favor	0.5
q = probabilidad en contra	0.5
n = tamaño de la muestra	10

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.5 \times 0.5 \times 10}{10 \times 0.05^2 + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5} = \frac{3.8416 \times 0.5 \times 0.5 \times 10}{0.025 + 0.9604} = 10$$

Análisis de resultados:

La encuesta aplicada refleja una buena aceptación de la aplicación informática implementada ante el problema que se identificó para realizar esta investigación, se tomó en cuenta el área administrativa en cada empresa. Es notorio que en las preguntas uno a tres, relacionadas a la *usabilidad de software* en la aplicación mantiene un porcentaje de aceptación buena de los usuarios con un promedio de 77%, lo que demuestra que el uso y aplicación de estándares y metodologías de desarrollo tienen una incidencia al momento del desarrollo de aplicaciones sean más amigable y fácil de usar por parte de los usuarios finales como en la parte administrativa.

El uso de varios formatos de archivos cartográficos (WMS, WFS, WMTS, CSW, KML, ATOM, GEORSS, Shapefile, WMC.) con un resultado del 89% según la pregunta seis en la encuesta realizada, da una gran ventaja para la visualización de datos dentro del visor geográfico porque permite soportar y mostrar mayor información lo cual permite exponer visualmente un gran número de capas de diferente origen.

Con respecto a las preguntas siete a la diez referente a la utilización y visualización de resultados de datos dentro de un visor geográfico mantiene igualmente una buena aceptación en su uso, lo que indica que una aplicación informática que dispone de una visualización georreferenciada de los datos tiene una incidencia mayor que otra aplicación que solo dispone de datos planos. En este contexto se puede observar que el uso de herramientas incorporadas en un visor mejora la visualización y análisis de los datos, además, mantiene un 88% de aceptación en que una aplicación de estas características mejora el tiempo de respuesta en la atención de los problemas en la urbe y también permitiendo ubicar geográficamente el problema, por tanto, esto conlleva a un ahorro del recurso tiempo, económico y una mejor planificación.

Hay que mencionar que para la realización de los diseños de interfaces hay que tener conocimientos del manejo de colorimetría, tipos de letras, posicionamiento de botones, accesos directos de herramientas y enlaces, etc. Es decir, la utilización de la *ergonomía* en el software, es por esta razón que muchos Frameworks incorporan estándares ISO como, por ejemplo, la ISO la norma 9241 de la 8 a la 17, donde menciona el uso de la gama de colores, ingreso de datos, principios de diálogo, presentación de información, diálogos de menús, entre otros. En ese argumento se aplicó para un buen diseño un buen porcentaje de este estándar ISO.

4.4.1. Análisis de los resultados generales de la investigación

En cada objetivo se realizó una investigación previa lo que permitió la selección de herramientas apropiadas para cumplir cada meta trazada. Así pues, para el primer objetivo se realizó una selección de un grupo de visores tomando como base para la clasificación y selección que sean de licencia libre y que cumplan estándares de calidad de software poniendo hincapié a la usabilidad para lo cual como metodología se utilizó un cuadro comparativo logrando la clasificación y finalmente la selección del visor apropiado. Hay que mencionar que luego de haber seleccionado el visor geográfico se realizó una investigación de las características, funcionamiento y las funciones principales para tener conocimiento de la programación, esto con la finalidad de lograr hacer ciertos cambios mediante la manipulación del código de programación interno. Además, hay que decir que luego de haber acumulado un valor del 24% entre siete visores que se analizó fue la mejor opción, pero esto no significa que al momento de adecuarlo o personalizarlo tenga las garantías que funcione en su totalidad, es por eso que para poder hacer modificaciones se basó en OpenLayers y se empezó a realizar cualquier adaptación.

Hay que señalar también que la parte complicada fue el posicionamiento de las capas cartográficas en la zona 17S-Latinoamérica porque se visualizaban en otra zona a nivel mundial a pesar de que era la proyección correcta. Finalmente, para corregir este problema se debió utilizar propiamente OpenLayers que está basado el visor GeoMoose para la visualización de los datos obviando la utilización del servidor MapServer, para esto se utilizó GeoServer como gestor de referencia geográfica.

Luego el Adecuamiento digital de los datos en el mismo formato y proyección geográfica (WGS84/UTM Zona 17S) lo que permitió pasar a un tercer objetivo que era el desarrollo de una aplicación que permita administrar en cierto modo la subida de layers a una base de datos y finalmente al visor. Para esto se realizó una comparativa de las metodologías

de desarrollo ágil y que finalmente se hace una adaptación de las mejores características de las dos más relevantes para seguir un camino apropiado que permita mantener el horizonte respecto al desarrollo de software con buenas prácticas. Es así que, se implementó la característica de llevar dentro de la metodología XP un elemento adicional que ayude a controlar aspectos diferentes al conocimiento del programador, en este caso un consultor que es el experto en un área específica y que se encuentra inmersa en la investigación realizada como es la parte geográfica; de ésta forma lograr plasmar características, normas, estándares en la aplicación.

Hay que describir que al momento de la depuración de la cartografía recopilada inicialmente se encontró muchos errores que fueron corregidos en su mayoría, como polígonos abiertos, catastros sin área o eran áreas muy pequeñas como para ser consideradas como predio o puestos de venta dentro de mercados. Para lograr detectar los errores de edición y corregirlos se utilizó la herramienta *Topology*, también se probó con *vectorial/herramientas de geometría* de QGIS.

En el momento de utilizar una metodología ágil en este caso XP en nuestro entorno de desarrollo (Ciudad de Ibarra), hay que agregar que no es compatible un buen porcentaje al momento del desarrollo, porque al tiempo de la codificación solo se dispuso de una persona encargada de la codificación, diseño e implantación de la aplicación final y no de una manera ideal contando con un grupo de programadores como para aplicar la programación en parejas que propone la metodología, por ejemplo. Por esta razón, se realizó una adaptación de la metodología y en base a la experiencia en desarrollo de software se logró construir toda la aplicación y mantener siempre claro el objetivo principal, lo que se debería hacer en cada una de los historiales de usuario o requerimientos funcionales y no funcionales.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

Cuando se implementan las capacidades de acceso a datos remotos en un entorno Web con elementos que incorporan Sistemas de Información Geográfica, se consigue ampliar la diversidad de análisis de los datos por los usuarios y lograr identificarlos geográficamente.

Al realizar una selección de un grupo de visores geográficos se pudo constatar que la mayoría está basada en OpenLayers, permitiendo la publicación de datos geográficos con mejor facilidad en el entorno Web debido al lenguaje de programación de Javascript en el que está desarrollado, lo que ha permitido que soporte una amplia gama de datos vectoriales de fuentes abiertas más populares y en varias proyecciones.

Para la selección de un visor geográfico a partir de un grupo de clientes ligeros fue necesario aplicar algunas variables, como: la usabilidad, número de herramientas disponibles, compatibilidad en navegadores Web, líneas de código respaldado con comentarios, entre otras. Se determinó el más óptimo para incorporar los datos geográficos logrando sumar calidad hacia la aplicación final.

Se debe tener en cuenta estándares de calidad en las aplicaciones informáticas, realizar pruebas en cada fase del desarrollo propuesta por la metodología XP, como también no se puede construir un software sin la participación continua del usuario final.

Los datos estandarizados a través del visor geográfico mediante la utilización de especificaciones OGC es muy relevante en la administración y mantenimiento de la aplicación geográfica Web a través del tiempo, logrando presentar información de calidad, actualizada y abaratando costos de mantenimiento.

Las metodologías ágiles presentan un enfoque primordial al momento del desarrollo de una aplicación informática, porque permiten dar seguimiento de cada una de las fases de construcción de un software, ajustando en gran porcentaje a la satisfacción de los usuarios finales con niveles óptimos de calidad dentro del tiempo requerido y planificado.

El papel importante que juega la obtención de los historiales de usuario, es primordial para lograr una aplicación de software que cumpla con las expectativas iniciales del proyecto, lo cual reducen costos de mantenimiento, recursos humanos y tiempo de reprogramación del software.

La aplicación de la ingeniería del software durante las fases del desarrollo de un software permite que incida en la presentación de datos y/o resultados visuales y geográficamente presentados a los usuarios finales para la toma de mejores decisiones como también en una acertada planificación de la urbe en la distribución equitativa de los recursos de energía eléctrica y servicio de agua.

Recomendaciones:

La importancia de la aplicación de los estándares y normas para el desarrollo de aplicaciones informáticas debe tenerse en cuenta desde el primer momento para todo proyecto interactivo con los usuarios finales y administrativos para no estar realizando modificaciones cuando una aplicación informática ya está en etapas de pruebas finales.

Es necesario al momento de elegir y aplicar una metodología saber cuál es la más idónea o se ajusta al proyecto a desarrollar, caso contrario se lograría hacer el mismo trabajo, pero con tiempos y costos mayores a los que se lograría implementando la metodología adecuada.

En vista que las metodologías ágiles no fueron desarrolladas con los datos y circunstancias que nos rodean en nuestro medio, es imprescindible realizar una adaptación al medio que nos encontramos, sean estas económicas, tiempos, el número de personas disponibles, conocimiento, y entre otras. Esto hace que no se pueda seguir al cien por ciento lo que diga una metodología, pero si sea una buena práctica para el desarrollo de software.

Es importante mencionar que para el adecuamiento de un visor geográfico luego de haber investigado cual cumple estándares, no siempre será la herramienta que mejor se adapte o sea fácil de incorporar nuevas características, sean estos por la complejidad del código fuente o por la poca documentación de esa aplicación. En este contexto se debe tener una segunda opción para implementar la aplicación.

Es imprescindible utilizar en un mismo sistema de coordenadas los datos vectoriales para no tener problemas al momento de sobreponer más capas geográficas para determinar una visualización de varios indicadores o variables que se desea analizar.

Es recomendable que la información geográfica antes de agregar al visor geográfico y publicar sea validada, tanto de datos como en la estructura del mapa, es decir que no existan polígonos abiertos y/o áreas de valor cero, esto puede provocar que los resultados tengan un sesgo alto de error y se llegue a una mala interpretación.

Es importante que las dos empresas EMELNORTE y EMAPA realicen una homologación de la información y manejar los datos en conjunto para evitar duplicidad, errores de edición y se logre incorporar datos de catastros, datos INEC 2010 y otros actores sociales que indirectamente inciden en la planificación diaria y a largo plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albán, M., Martínez-Alier, J., Vallejo, C. (Comps.). (2009). *Aportes para una estrategia ambiental alternativa: indicadores de sustentabilidad y políticas ambientales*. Quito: FLACSO, Sede Ecuador, SENPLADES, UNDP y CISMIL 2015.
- Acosta, B. S. y Yanza, A. V. (2013). Lineamientos para el desarrollo de aplicaciones SIG Web.
- Álvarez, A. G (2010). Reseña Biográfica. In I congreso uruguayo de infraestructura de datos espaciales contribuyendo al desarrollo de una red regional-2010 (p. 56).
- Allan Brimicombe (2002). GIS: ¿Where are the Frontiers Now? Centre for Geo-Information Studies University of East London,
- ArcGIS Press (2015). *The ArcGIS® Book*, 10 grandes ideas sobre cómo aplicar la geografía al mundo que nos rodea
- Ávila Domenech, Ernesto y Meneses Abad Abel. (2013). Delfdroid y su comparación evaluativa con XP y SCRUM mediante el método 4-DAT. Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 7(1), 16-23. Recuperado en 30 de diciembre de 2017, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S222718992013000100003&lng=es&tlng=es
- Ávila Domenech, E. y Meneses Abad A. (2013). Delfdroid y su comparación evaluativa con XP y SCRUM mediante el método 4-DAT. Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 7(1), 16-23.
- Avison, D. E. y Fitzgerald, G. (2006). *Information system development. Maidenhead*
- Ayala Víctor (2014). *Sistemas de Información Geográfica*.
- Bedón, G. (2011). La descentralización y los GAD en el marco de la Constitución y del COOTAD: del desmantelamiento a la recuperación del rol del Estado. *Agora democrática*, 9.
- Beltrán Fernández, C. A. (2015). Metodología para la identificación de inconsistencias en la depuración de información cartográfica catastral haciendo uso de herramientas SIG (Bachelor's thesis, Universidad Militar Nueva Granada).
- Buzai, G. D. (2013). Aportes del análisis geográfico con Sistemas de Información Geográfica como herramienta teórica, metodológica y tecnológica para la práctica del ordenamiento territorial.
- Bustillo Holgado, E., y Rodríguez Bustamante, P. (2015). Los Sistemas de Información Geográfica y las ciudades inteligentes. *Polígonos. Revista de Geografía*, 0(27), 257-270. <http://dx.doi.org/10.18002/pol.v0i27.3283>
- Cacuango Díaz, Luis Enrique. (2017), Propuesta metodológica para gestión de proyectos de desarrollo de software personalizado y marco de trabajo para soporte técnico

- de la empresa Voicecenter que presta soluciones de sistemas de Call Center (Tesis Postgrado). Universidad de las Américas, Quito, Ecuador
- Cadavid, A. N., Martínez, J. D. F. y Vélez, J. M. (2013). Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software. *Prospectiva*, 11(2), 30-39.
- Canós, J. H. y Letelier, M. C. P. P. (2012). Metodologías ágiles en el desarrollo de software.
- Colegio24hs (2014). Métodos científicos. Buenos Aires, AR: Colegio24hs. Recuperado de <http://www.ebrary.com>
- Cordero, A. P., Argudo, M. A., y Chasi, R. B. (2017, February). SCRUM en la educación: Caso de estudio como método de trabajo. In INCISCOS 2016.
- Cox, S., Cuthbert, A., Daisey, P., Davidson, J., Johnson, S., Keighan, E., ... y Reich, L. (2002). OpenGIS® Geography Markup Language (GML) Implementation Specification, versión.
- Chiluisa, A. P., y Loarte, B. G. (2014). Desarrollo e Implantación del Sistema de Control de Inventarios y Gestión de Laboratorios para la Facultad de Ciencias de la Escuela Politécnica Nacional. Quito.
- ESRI (2017). Conceptos básicos de clases de Entidad, Recuperado de <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/geodatabases/feature-class-basics.htm#>
- Ferreira, R. (2013). *XP Extreme Programming*. Recuperado el 2015, de <http://slideplayer.es/slide/84721/>
- Flórez Leonardo Marín, Felipe Grisales Tobón, (2014), *Formulación de Criterios para la selección de Metodologías de Desarrollo De Software*. Universidad Tecnológica De Pereira
- Fotheringham, S., y Rogerson, P. (Eds.). (2013). *Spatial analysis and GIS*. CRC Press.
- Fonts Bartolomé, Ó., y Granell Canut, C. (2009). Visualización geográfica 3D. Estándares y aplicaciones.
- Fleitas, N. S., Rdoríguez, R. C., Lorenzo, M. M. G. y Quesada, A. R. (2016). Modelo de manejo de datos, con el uso de inteligencia artificial, para un sistema de información geográfica en el sector energético. *Enfoque UTE*, 7(3), 95-109.
- González-Sánchez, J. L., Montero-Simarro, F., y Gutiérrez-Vela, F. L. (2012). EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE USABILIDAD COMO INDICADOR DE CALIDAD DEL SOFTWARE. *El profesional de la información*, 21(5).
- Hontoria, J. P., y Subirana, J. C. (2008). Nuevas perspectivas en el uso de la información geográfica: las infraestructuras de datos espaciales. *Treballs de la Societat catalana de Geografia*, 641-653.
- Highsmith, J. A. (2002). *Agile software development ecosystems* (Vol. 13). Addison-Wesley Professional.

- IGM (2017). *Geoportales y Visores Geográficos*. Recuperado de <http://sni.gob.ec/geoportales-y-visores>
- ISO (2018). International Organization for Standardization. Recuperado de <https://www.iso.org>
- Joskowicz, J. (2008). Reglas y prácticas en eXtreme Programming. *Universidad de Vigo*, 22.
- Iglesias, V. F., Luaces, M. R., y Trillo, D. (2017) Servicio de impresión de información geográfica en forma de mapas siguiendo el estándar OGC WPS.
- Kanin, DM, Parinova, LV, y Lvovich, I. Ya. (2013). Las tecnologías de la información como herramienta para la intelectualización de la gestión del desarrollo sostenible. *Información y seguridad*, 16 (1), 31.
- Letelier, P., y Penades, M. C. (15 de 01 de 2006). *Metodologías Ágiles para el desarrollo del software: Extreme Programming (XP)*. Recuperado el septiembre de 2017, de <http://www.cyta.com.ar/ta0502/v5n2a1.htm>
- Linares, S., y Picone, N. (2018). 10 Application of Remote Sensing and Cellular Automata Model to Analyze and Simulate Urban Density Changes. *Urban Remote Sensing*, 213.
- Lucero (2018). *Factores Socio Ambientales para establecer Lineamientos de gestión en la optimización del uso de agua potable en la ciudad de Ibarra (Tesis de Posgrado)*. Universidad Técnica del Norte.
- Mascheroni, Greiner, Dapozo y Estayno, (2013). Ingeniería de Usabilidad. Una Propuesta Tecnológica para Contribuir a la Evaluación de la Usabilidad del Software. *Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software*, 1(4), 125-134.
- Medina, J. (2015). Algunos aspectos metodológicos en planificación regional. Provincia Santiago Chile
- Monge, L. Á., Torres, J. P., López, L. E., y Navarro, C. X. (2010). Análisis comparativo de servidores de mapas. *GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, (10), 1-10.
- Niño, R. V. M. (2011). Metodología de la Investigación: diseño y ejecución. Bogotá, CO: Ediciones de la U. Retrieved from <http://www.ebrary.com>
- O'CONNELL, P. H. I. L. I. P., y CALLAN, T. (2012). *Analysing Pensions: Modelling and Policy Issues*. ESRI.
- OIRSA (2005). Sistemas de información geográfica. Quito, SV: OIRSA. Retrieved from <http://www.ebrary.com>
- Ordóñez, A. Z., de Mier, C. G., y Álvarez, B. M. (2010). SIGC: hacia una arquitectura orientada a servicio basada en software libre para los SIG de la Junta de Andalucía.

En La información geográfica al servicio de los ciudadanos [Recurso electrónico]: de lo global a lo local (pp. 615-623). Universidad de Sevilla.

OSGeo-Live 11.0, (2017), OSGeo-Live, Recuperado de

<https://live.osgeo.org/es/overview/overview.html>

OSGEO, (2017), *Documents*, Recuperado de

<https://docs.geomoose.org/master/apidocs/files/GeoMOOSE/Application-js.html>

Pico, Linares, Santiago. (2014). Propuesta metodológica para la extracción y análisis de densidades urbanas mediante teledetección y SIG. Caso de estudio: ciudad de Tandil, Argentina. *Revista Universitaria de Geografía*, 23(2), 77-96. Recuperado en 19 de febrero de 2018, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-42652014000200002&lng=es&tlng=es.

Prefectura de Imbabura. (2017). Geoimbabura, Recuperado de <http://www.gisimbabura.gob.ec/>

Pressman, R. S. (2005), *Ingeniería del software: un enfoque práctico*. México, 2005, McGraw-Hill.

Pérez, P. María J. y Francisco J. González C. (2010). *Guía Comparativa de Metodologías Ágiles (Tesis de Grado)*. Universidad de Valladolid, Valladolid.

Qumer, A., y Brian, H.-S. (2006). Measuring agility and adptability of agile methods: A 4-Dimensional Analytical tool. IADIS International Conference Applied Computing, 503-507.

Qumer, A., y Henderson-Sellers, B. (marzo de 2013). An evaluation of the degree of agility in six agile methods and its applicability for method.

Ramsey, P., y Columbia, V. B. (2017). Introduction to postgis. *Refractions Research Inc.*

Rubin, K. (2013). *Essential SCRUM- A practical guide to the most popular agile process*. Estados Unidos: Addison Wesley

Sandoval-Moreno, A., y Günther, M. G. (2013). *La gestión comunitaria del agua en México y Ecuador: otros acercamientos a la sustentabilidad*. Ra Ximhai, 9(2).

Sandvik, B. (2008). Using KML for thematic mapping. Institute of Geography School of GeoSciences. Edinburgh, University of Edinburgh. MSc in Geographical Information Science, 22.

Sánchez, W. (2015). *La usabilidad en Ingeniería de Software: definición y características*.

Senplades. (2013). Plan Nacional Buen Vivir 2013-2017.pdf. *SENPLADES-Ecuador*.

SIGTIERRAS, (2017). Ministerio de Agricultura y Ganadería, SIGTIERRAS. Recuperado de <http://www.sigtierras.gob.ec/>

SNI. (2018). Sistema Nacional de Información, SNI. Recuperado de <http://sni.gob.ec/inicio>

- Sommerville, I. (2009), *Software engineering.*, Boston, Addison Wesley 2010, (9ª ed.)
- Tinoco, O., y Rosales, P., y Salas, J. (2010). Criterios de selección de metodologías de desarrollo de software. *Industrial Data*, 13 (2), 70-74.
- Tesis (Magíster en Sistemas de Información Geográfica), Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Postgrados; Quito, Ecuador, 2015.
- Vargas Biesuz, B. E. (2014). Tópicos de inferencia estadística: El método inductivo y el problema del tamaño de la muestra. *Fides et Ratio-Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 7(7), 86-92.
- Velarde E. (2013). Análisis de vulnerabilidades a nivel municipal-perfil territorial cantón san miguel de Ibarra. (Estudio de investigación). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador
- Zambrano, W. A. (2017). Estudio comparativo de metodologías de desarrollo ágil en base al desarrollo de una aplicación móvil, modalidad proyecto de investigación, para la obtención del Título de Ingeniero Informático (tesis de licenciatura, Quito: UCE).

ANEXOS

Anexo 1.

Metodología de desarrollo ágil.

La ingeniería del software juega un papel muy importante en el proceso del desarrollo de aplicaciones informáticas que deben tener características fundamentales, como es: portabilidad, mantenibilidad, funcionalidad, fiabilidad, productividad ente otras, igualmente, las metodologías son procesos de desarrollo que permiten la construcción ágil y con calidad. Pero, ¿qué es una metodología?

“Una metodología es una colección de procedimientos, técnicas, herramientas y documentos auxiliares que ayudan a los desarrolladores de software en sus esfuerzos por implementar nuevos sistemas de información” (Avison y Fitzgerald, 2016).

“Una metodología está formada por fases, cada una de las cuales se puede dividir en sub-fases, que guiarán a los desarrolladores de sistemas a elegir las técnicas más apropiadas en cada momento del proyecto y también a planificarlo, gestionarlo, controlarlo y evaluarlo” (Avison y Fitzgerald, 2016).

Para el desarrollo del software tenemos las metodologías tradicionales y las metodologías ágiles, las dos con un diferente contexto.

- **Metodologías tradicionales**

Las metodologías tradicionales de desarrollo de software, se orientan hacia la planeación de proyectos, teniendo en cuenta una rigurosa recopilación de requerimientos previo al desarrollo y diseño de la aplicación informática.

En las metodologías tradicionales tienden a ver un solo y grande proyecto unificado, con requerimientos acordados al inicio con el cliente que requiere la aplicación informática y que por lo general no cambian hasta el término del desarrollo del software. Esto implica una baja comunicación entre el cliente y el o los desarrolladores, esto lo hace al final del desarrollo del desarrollo del software (Cadavid, Martínez y Vélez, 2013).

- **Metodologías ágiles**

Las metodologías ágiles, como su nombre lo señalan, son flexibles durante todo el proyecto en el desarrollo de aplicaciones informáticas, mantienen una documentación vasta. El cliente mantiene una estrecha comunicación con el equipo de desarrollo y los requerimientos son recopilados por cada iteración y en todo el transcurso de la construcción de la aplicación informática. Cabe mencionar que del proyecto global desde un inicio se prioriza y se divide en pequeñas faces entregables, es decir no es necesario esperar el término del todo el proyecto para poder utilizar la aplicación. A diferencia de las metodologías tradicionales, en éstas se puede desarrollar por partes, priorizar módulos de la aplicación según lo requiera el cliente y ser utilizadas hasta que sea completado todo el proyecto (Cadavid, Martínez y Vélez, 2013).

Esta metodología sugiere un grupo multidisciplinario conformado por 17 personas entre desarrolladores de software, escritores, consultores, quienes lo construyeron y suscribieron en 2001, dando así origen a las metodologías ágiles con lineamiento común (no significa que no existiesen metodologías ágiles anteriormente)

Finalmente, las metodologías ágiles dan por hecho que los requerimientos pueden cambiar durante el proceso de desarrollo de las aplicaciones informáticas. En este contexto se ha citado algunos tipos de comparaciones de algunos autores y estudios realizados para tener mayor claridad al momento de seleccionar la metodología más adecuada. Los datos de la Tabla 84 fueron obtenidos de (Zambrano, 2017).

Tabla 84.
Comparación entre metodologías tradicionales y ágiles.

Área	Metodologías tradicionales	Metodologías ágiles
Desarrolladores	Predictivos, orientados a procesos	Adaptativos, orientado a personas.
Proceso	Proceso rígido	Proceso flexible.
Arquitectura	Se concibe como un proyecto	Un proyecto es subdividido en más pequeños subproyectos.
Comunicación	Poca comunicación con el cliente	Comunicación constante con el cliente durante el desarrollo.
Requerimientos	Entrega de software al finalizar el proyecto	Entregas constantes de subproductos de software.
Documentación	Documentación extensa	Poca documentación.

Nota: Tomado de Zambrano (2017).

Criterio: Tabla de valoraciones comparativas de otros autores, algunos ejemplos de comparación (Flórez y Grisales, 2014).

Tabla 85.
Criterios de valoración según

Condiciones Evaluativas	Si(1), No(0)
¿Posee limitaciones de presupuesto para el desarrollo del proyecto?	
¿Puede el proyecto considerarse de tamaño grande?	
¿Es necesario que el desarrollo del software se realice en un periodo corto de tiempo en relación con el tamaño de este?	
¿Se requiere un volumen amplio de documentación en las diferentes etapas del proyecto?	
¿El proyecto requiere ser desarrollado por un equipo amplio y multidisciplinario?	
¿Considera que el proyecto a realizar es susceptible a diversos cambios durante su ejecución?	
¿Existe alguna imposibilidad del cliente de estar presente durante todo el proceso de desarrollo del proyecto?	

Criterios Tabla 85, 86 para valorar una metodología propuesta por (Tinoco, Rosales y Salas, 2010).

Tabla 86.
Criterios de valoración para calificar las metodologías.

Criterio	Puntaje/Puntos	
Metodologías que se encuentra en libros en español e inglés y revistas	Si	5
	No	1
En el caso de la certificación y Training (Formación) que certifiquen instituciones la implementación de esta metodología (Training y capacitaciones)	Si	5
	No	3
	Training	

Para las que tienen grupos o alianzas y fuerte actividad	Si	5
	No	2
Presentan mayor número de proyectos de software	Si	5
	No	1

Nota: Tomado de Tinoco, Rosales y Salas (2010).

Tabla 87.
Valoración mediante investigación.

Metodología	Mayor presencia en Internet	Mejor documentación	Certificadas y con training	Comunidades	Presencia empresarial	Proyectos de software	Total
Agile Project Management (APM)	2	1	3	5	1	1	13
Dynamic Systems development methods (DSDM)	1	3	5	5	4	4	22
SCRUM	5	2	5	5	5	5	27
Test Driven Development	3	4	3	2	2	2	16
Extreme Programming (XP)	4	5	3	2	3	3	20
Total	15	15	19	19	15	15	98,00

Nota: Tomado de Tinoco, Rosales y Salas (2010).

Valores obtenidos según, Tinoco, Rosales y Salas (2010).

SCRUM = 27

Dynamic Systems development methods (DSDM) = 22

Extreme Programming (XP) = 20

Para la siguiente Tabla 88, sean las siguientes consideraciones para valorizar los criterios comparativos respecto al uso, aplicabilidad, capacidad de agilidad (Pérez y González, 2010).

Donde 0 = Falso y 1= Verdadero

Tabla 88.

Criterios de valoración respecto al Uso, Aplicabilidad, Capacidad de Agilidad, Proceso y productos.

Metodologías Ágiles					
		Orientada al Desarrollo de Software	Orientada a la Gestión de Proyectos		
		XP	SCRUM	KANBAN	SCRUMBAN
USO	Respeto de las fechas de entrega	0	1	0	0
	Cumplimiento de los requisitos	1	1	1	1
	Respeto al nivel de calidad	0	0	0	0
	Satisfacción del usuario final	0	1	0	0
	Entornos turbulentos	1	1	1	1
	Favorable al Off shoring	1	0	1	0
	Aumento de la productividad	1	1	1	1
CAPACIDAD DE AGILIDAD	Iteraciones cortas	1	1	1	1
	Colaboración	1	1	1	1
	Centrado en las personas	1	1	1	1

	Refactoring político	0	1	1	1
	Prueba político	1	1	0	1
	Integración de los cambios	1	1	1	1
	De peso ligero	1	1	1	1
	Los requisitos funcionales pueden cambiar	1	1	1	1
	Los requisitos no funcionales pueden cambiar	0	0	1	1
	El plan de trabajo puede cambiar	1	0	1	1
	Los recursos humanos pueden cambiar	1	0	1	1
	Cambiar los indicadores	1	0	0	0
	Reactividad	1	1	1	1
	Intercambio de conocimientos	0	1	1	1
APLICABILIDAD	Tamaño del proyecto	1	1	1	1
	La complejidad del proyecto	1	0	1	0
	Los riesgos del proyecto	1	0	1	0
	El tamaño del equipo	1	1	1	1
	El grado de interacción con el cliente	1	1	0	0
	Grado de interacción con los usuarios finales	0	1	0	0
	Grado de interacción entre los miembros del equipo	1	1	0	1

	Grado de integración de la novedad	1	1	0	1
	La organización del equipo 0		0	0	0
PROCESOS Y PRODUCTOS	Nivel de abstracción de las normas y directrices				
	Gestión de proyectos	0	1	0	1
	Descripción de procesos	1	0	0	0
	Normas y orientaciones concretas sobre las actividades y productos	0	1	1	1
	Las actividades cubiertas por el método ágil				
	Puesta en marcha del proyecto	0	0	0	0
	Definición de requisitos	1	1	0	1
	Modelado	0	0	1	1
	Código	1	1	1	1
	Pruebas unitarias	1	1	1	1
	Pruebas de integración	1	1	1	1
	Prueba del sistema	1	1	1	1
	Prueba de aceptación	0	0	0	0
	Control de calidad	0	0	0	0
	Sistema de uso	0	0	0	0
	Productos de las actividades del método ágil				
	Modelos de diseño	1	0	1	0
	Comentario del código fuente	1	1	1	1

Ejecutable	1	1	1	1
Pruebas unitarias	1	1	1	1
Pruebas de integración	1	1	1	1
Pruebas de sistema	1	0	1	1
Pruebas de aceptación	0	0	0	0
Informes de calidad	0	0	0	0
Documentación de usuario	0	0	0	0
TOTAL:	34	32	32	33

Nota: Tomado de Tinoco, Rosales y Salas (2010).

Al final de la comparación de estas metodologías, María J. Pérez P. y Francisco J. González C. concluyen según los resultados se observa que *XP* y *SCRUMBAN* son los que han obtenido más puntuación. Podrían aplicar una u otra, incluso *XP* para la fase de desarrollo y *SCRUM* para la gestión de los proyectos de la organización.

Selección mediante el método de 4-DAT (Dimensional Analytical tool)

Esta herramienta tiene 4 dimensiones que proporcionan criterios de evaluación, como:

1. **El alcance:** alcance del método es interactivo e incremental, como son los grupos de desarrollo, sigue una ágil retroalimentación (características de las metodologías ágiles). Tablas 89, 90 (Ávila y Meneses, 2013).

Tabla 89.

Criterios comparativos entre metodologías.

Criterio	Metodología		
	XP	SCRUM	Delfdroid
Tamaño de los proyectos	Pequeños y medianos	Pequeños, medianos y grandes	Pequeños y medianos
Tamaño de equipo	Menor que 10	Múltiples equipos menores que 10	Múltiples equipos menores que 10
Estilo de desarrollo	Iterativo y rápido	Iterativo y rápido	Iterativo y rápido

Estilo de código	Limpio y sencillo	No especificado	Limpio y sencillo
Entorno tecnológico	Requiere rápida retroalimentación	No especificado	Requiere rápida retroalimentación
Entorno físico	Equipos en un mismo lugar y equipos distribuidos	No especificado	Equipos en un mismo lugar y equipos distribuidos
Cultura de negocio	Colaborativo y cooperativo	No especificado	Colaborativo y cooperativo
Mecanismos de abstracción	Orientado a objeto	Orientado a objeto	Orientado a objeto

Nota: Tomado de Ávila y Meneses (2013).

Tabla 90.
Criterios de prácticas inmersos en las metodologías.

No	Criterios
1	Desarrollo iterativo e incremental mediante Sprint cortos
2	Programación en pares
3	Pruebas
4	40 horas semanales
5	Utilización de metáforas
6	Rápida retroalimentación
7	Diseño simple
8	Refactorización
9	Participación activa de todos los miembros del proyecto
10	Creación de varios modelos en paralelo
11	Reutilización constante
12	Estándar de codificación
13	Reunión para controlar el Sprint terminado y planificar el siguiente
14	Reportando progreso
15	Cliente en la puerta

Nota: Tomado de Ávila y Meneses (2013).

Finalmente, Ávila E. y Meneses A. aplica los mismos criterios y valorizan con XP y SCRUM, obteniendo los siguientes resultados comparativos (Ávila y Meneses, 2013).

Tabla 91.

Comparación del grado de agilidad entre las metodologías XP, SCRUM y Delfdroid.

	XP	SCRUM	Delfdroid
Fase	0.70	0.60	0.73
Posición	2	3	1
Prácticas	0.73	0.80	0.80
Posición	3	1	1
Promedio (fases y prácticas)	0.72	0.70	0.77
Posición	0.72	0.70	0.77
Total	7.87	6.80	5.07

Nota: Tomado de Ávila y Meneses (2013).

2. Los valores ágiles: Considera valores cualitativos y presenta datos ágiles propuestos por Ávila y Meneses (2013).

Tabla 92.

Grado de agilidad de las metodologías XP, SCRUM, Delfdroid en la tercera dimensión 3.

Valores ágiles	XP	SCRUM	Delfdroid
Individuos e interacciones	<ul style="list-style-type: none"> • Planificación • Colectividad • Cliente inmerso en el desarrollo • Programación en pares 	<ul style="list-style-type: none"> • Conformación de Equipos (SCRUM teams). • Planificación de reuniones (Sprint planning meeting). • Daily SCRUM meeting 	<ul style="list-style-type: none"> • Planificación activa de todos los miembros del proyecto. • Colectividad • Reuniones para controlar los Sprint y planificar el siguiente • Cliente en la puerta
Software activo encima de	<ul style="list-style-type: none"> • Integración continua. • Pruebas 	Revisiones de Sprint	<ul style="list-style-type: none"> • Sprint • Entregas medianas,

documentación comprensiva	<ul style="list-style-type: none"> • Lanzamientos cortos 		pequeñas, y cortos sprint <ul style="list-style-type: none"> • Pruebas • Reuniones para el control de los sprint y para planificar el siguiente • Retroalimentación rápida • Refactorización (el código no pierde el comportamiento)
La colaboración con el cliente más que un contrato	<ul style="list-style-type: none"> • Juego de planificación. • Integración continua 	<ul style="list-style-type: none"> • Productos Backlog • Sprint planning meeting 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo interactivo e incremental • Participación de todos los miembros de forma interactiva
Responder a los cambios más que seguir rígidamente un plan	<ul style="list-style-type: none"> • Metáfora • Simple diseño • Estándar de codificación 	<ul style="list-style-type: none"> • Sprint review • Sprint planning meeting 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de metáforas • Simple diseño • Refactorización • Rápida retroalimentación • Creación de varios modelos en paralelo • Estándar de programación

			<ul style="list-style-type: none"> • Reuniones para revisar los entregable y planificar el siguiente
Mantener procesos ágiles	-	<ul style="list-style-type: none"> • Sprint review • Dayling SCRUM meeting 	<ul style="list-style-type: none"> • Reunión para controlar el sprint y planificar el siguiente • Participación activa de todos los miembros del proyecto • Rápida retroalimentación
Mantenimiento del costo efectivo	-	-	<ul style="list-style-type: none"> • Rápida retroalimentación • Creación en paralelo de varios modelos • Reutilización constante

Nota: Tomado de Ávila y Meneses (2013).

3. El proceso de software: Se valora las prácticas para el apoyo en los procesos del desarrollo del software que habilita dinámicamente a una organización a incrementar la productividad, mejorando los procesos de mantenimiento y soporte, esta sección lo explica claramente en el CMM (Capability Maturity Model) los procesos de mejora para llegar a una madurez en el área administrativa anclada al buen desarrollo (Ávila y Meneses, 2013).

Tabla 93.*Criterios de los Porcesos de Software en, XP, SCRUM, Delfdroid.*

Proceso de software	XP	SCRUM	Delfdroid
Proceso de desarrollo	Metáforas, diseños, pruebas, refactorización, programación en pares, propiedad colectiva, integración continua, cliente con el equipo de desarrollo, y finalmente estándares de codificación	<ul style="list-style-type: none"> • SCRUM teams • Product backlog • Sprint • Sprint review 	<ul style="list-style-type: none"> • Entregas pequeñas mediante Sprints cortos. • Utilización de Metáforas. • Diseño simple. • Pruebas. • Refactorización. • Programación en pares. • Propiedad colectiva. • Desarrollo iterativo e incremental. • Cliente en la puerta. • Estándar de codificación. • Rápida retroalimentación.
Proceso de gestión de proyectos	Planificación	<ul style="list-style-type: none"> • SCRUM Master • Sprint meeting. • Daily SCRUM meeting. 	<ul style="list-style-type: none"> • Participación activa de todos los miembros del proyecto. • Reuniones para el control de los sprint y planificación para los siguientes
Procesos de gestión	No especificado	No especificado	No especificado
Proceso de la configuración del software	No especificado	No especificado	No especificado

Nota: Tomado de Ávila y Meneses (2013).

A continuación, una descripción rápida de las dos metodologías más relevantes: SCRUM y XP, de las cuales se hará un resumen del funcionamiento y luego un análisis de sus mejores características del buen uso para el desarrollo de la aplicación informática.

Descripción rápida de las Metodología SCRUM, XP.

a. Metodología SCRUM

Es una metodología que ejecuta un proyecto en iteraciones denominadas *Sprints*, en periodos de un mes, dos a tres semanas, entregando al finalizar un resultado completo y entregado al cliente.

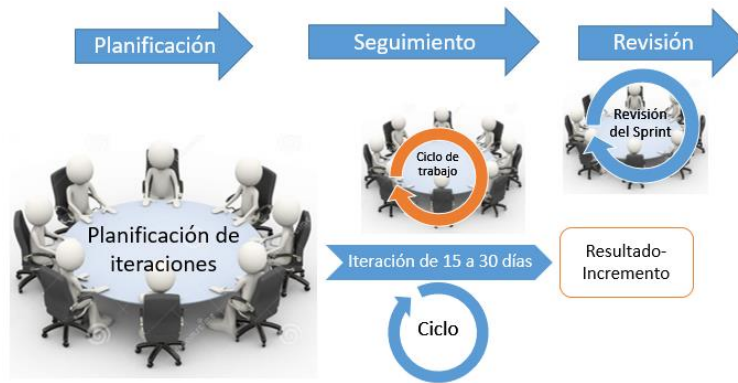


Figura 62. Ciclo de la metodología SCRUM.
Nota: Tomado de Pérez y González (2010).

Una vez programado los Sprint-Iteración, es inamovible y al final del ciclo el cliente recibe un resultado utilizable. Los datos de la Tabla 94 fue obtenida de (Cordero, Argudo, y Chasi, 2017).

Tabla 94.
Resumen de la Metodología SCRUM.

Fases	Procesos
1 Inicio	<p>1. Creación de la visión del proyecto: Planificar reuniones conjuntamente con el cliente.</p> <p>2. Identificación del SCRUM Master y el (los) socios(s): Es el encargado del cumplimiento de las tareas asignadas cubriendo al equipo de interrupciones externas que puedan afectar el desarrollo diario.</p> <p>3. Formación de equipos SCRUM: Personas supervisoras dentro de un grupo grande que conforman un mismo proyecto</p>

4. Desarrollo de épica(s): Son las historias de usuario que si son muy grandes son divididas en pequeñas historiales para su desarrollo.

5. Creación de la lista priorizada de pendientes del producto: Definir una lista de tareas necesarias y de prioridad para dar cumplimiento a cada uno de los requerimientos del cliente. Lograr definir el tiempo necesario que le tomará al equipo a desarrollar

6. Realizar la planificación de lanzamiento: Presentación de resultados al cliente

2 Planificación y estimación

8 Creación de historias de usuario: Especificar claramente y sin ambigüedad los requerimientos por parte del cliente.

9 Aprobación, estimación y asignación de historias de usuario: Creación de roles para el equipo SCRUM, hay varios roles como El cliente o *Product Owner, SCRUM master* o facilitador y el resto del equipo (*SCRUM Team*).

10 Creación de tareas: Lista de tareas (*Sprint Backlog*) que el equipo elabora en la reunión de planificación de la iteración (*Sprint planning*) como plan para completar los objetivos/requerimientos seleccionados para la iteración y que se compromete a demostrar al cliente al finalizar la iteración con resultados

11 Estimación de tareas: Denominada *Planning póker* que consiste en; cada participante del equipo tiene una baraja con las siguientes cartas ½, 1, 2, 3, 5, 6, 7 e infinito (deberá ser dividida la tarea) y selecciona según su punto de vista y llegan luego a consenso. Si los tiempos son muy dispersos igualmente se llegará a consenso.

11. Creación de la lista de pendientes del sprint: Es el conjunto de elementos de la lista de Producto seleccionados para el Sprint, más un plan para entregar los Incrementos del producto y visualiza todo el trabajo necesario para alcanzar el objetivo.

- 3 Implementación**
- 1. Creación de entregables:** Un intervalo de tiempo prefijado durante el cual se crea un incremento de producto utilizable y entregable.
 - 2. Llevar a cabo la reunión diaria:** Conocido también como *SCRUM daily meeting*, el objetivo de esta reunión es facilitar la transferencia de información y la colaboración entre los miembros del equipo para aumentar la productividad e inspeccionar el trabajo avanzado. Tiempo máximo de reunión 15 minutos para saber que se ha hecho, que se va hacer y dificultades presentes.
 - 3. Mantenimiento de la lista priorizada de pendientes del producto:** Tener el listado de las tareas faltantes por realizar y que son de gran valor para poder avanzar en el desarrollo y cumplir el objetivo de un entregable.
-
- 4 Revisión y retrospectiva**
- 4. Convocar el SCRUM de SCRUMS:** Reuniones con los representantes de cada equipo SCRUM pertenecientes del mismo proyecto, para coordinar avances o tiempos muertos de espera entre grupos (tareas que deben estar finalizadas para continuar el desarrollo de un Sprint de otro grupo SCRUM).
 - 5. Demostración y validación del sprint:** La validación se lo hace con el SCRUM Owner teniendo criterios de aceptación, cumplimiento de las historias de usuario, Rubin (Rubin, 2013) plantea que dado que las condiciones de satisfacción pueden expresarse como
-

pruebas de aceptación de alto nivel lo cual se anota en las tarjetas User Story

6. Retrospectiva del sprint: Realizar reuniones con duración aproximada de hora y media a dos horas, el objetivo es exponer mediante material de apoyo (Sprint Backlog, Product Backlog, métricas del proyecto), las funciones correctas, identificación de problemas, descubrimiento de causas y los planes de acción.

5 Lanzamiento **7. Envío de entregables:** Entrega del producto funcional al cliente.

8. Retrospectiva del proyecto: Realizar reunión para validar la finalización del proyecto completo similar a la Retrospectiva del Sprint se hace valoraciones importantes para tener en cuenta para futuros proyectos.

Nota: Tomado de Cordero, Argudo, y Chasi (2017).

Las iteraciones se dan diariamente, donde cada miembro del equipo inspecciona el avance del trabajo y el estado. Hay que notar que el SCRUM Master es el encargado del cumplimiento de las tareas asignadas cubriendo al equipo de interrupciones externas que puedan afectar el desarrollo diario. Se deberá cumplir los requerimientos más prioritarios o los que den más valor al cliente.

Nota: La metodología SCRUM no se pueden cambiar los requisitos de la iteración en curso, esto garantiza la seguridad en el equipo desarrollador en la entrega de los resultados al cliente (Pérez y González, 2010).

a. Programación Extrema (Extreme Programming, XP)

“En febrero de 2001, tras una reunión celebrada en Utah-EEUU, nace el término “ágil” aplicado al desarrollo de software. En esta reunión participan un grupo de 17 expertos de la industria del software, incluyendo algunos de los creadores o impulsores de metodologías de software” (Canós y Letelier, 2012). Según estos autores manifiestan que el principal objetivo es lograr el desarrollo rápido y sujeto a cambios que se den en el transcurso del proyecto de software. Después de esa reunión nace el “The Agile

Alliance”, organización que por objetivo fue promover los conceptos de agilidad en el desarrollo de aplicaciones de software.

Esta metodología valora:

- En especial a los individuos y las iteraciones durante todo el proceso de desarrollo del software.
- La colaboración del o los clientes en la etapa precontractual y en la etapa de ejecución e implementación.
- Se valora la respuesta al cambio sobre el seguimiento a un plan y/o cronograma estratégico antes y durante el desarrollo.

Se basa en los siguientes principios:

- Como principal objetivo, la satisfacción del cliente mediante la entrega oportuna de avances del desarrollo de la aplicación informática para el uso inmediato.
- Cambios de requerimientos se pueden dar en cualquier fase del desarrollo de cada entrega.
- Entregas a corto plazo de software funcional al cliente.
- Durante el desarrollo del software la cooperación debe ser mutua entre el cliente, el administrador del proyecto y los desarrolladores.
- Simplicidad durante el desarrollo ágil y una documentación efectiva del código fuente (Joskowicz, 2008).

Anexo 2.

Acrónimos

ACM: Asociación de Maquinaria Computacional

ASD: Adaptative Software Development

BI: Business Intelligence (inteligencia de negocios)

CLIRSEN: Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos

CONAGE: Consejo nacional de Geoinformática

COOTAD: Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización

CRUD: Create, Read, Update, Delete (Crear, Leer, Actualizar, Eliminar)

CSW: Web Catalog Service, (Servicio de Catalogo Web)

DA: Grados de Agilidad

DBF: Data Base File (Archivo de Base de Datos)

DATUM: Conjunto de puntos de referencia en la superficie terrestre con los cuales las medidas de la posición son tomadas y un modelo asociado de la forma de la tierra (elipsoide de referencia) para definir el sistema de coordenadas geográfico.

DSDM: Dynamic System Development Method

DWG: DraWinG (DWG) es un formato de archivo informático de dibujo computarizado, utilizado principalmente por el programa AutoCAD

EMAPA: Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado

EMELNORTE: Empresa Eléctrica Regional Norte

ESRI: Environmental Systems Research Institute

FDD: Feature-Driven Development

FY: mediante la flexibilidad

GAD: Gobierno Autónomo Descentralizado

GeoJSON: Geográfica, JavaScript Object Notation

GEOS: Geometry Engine - Open Source

GML: Lenguaje de Mercado Geográfico.

GMT: Greenwich Mean Time, Hora del Meridiano de Greenwich

GPS: Sistemas de Posicionamiento Global

GEORSS: Sindicación Realmente Simple Geográfica (conjunto de estándares para representar información geográfica)

HTML: Hypertext Markup Language (Lenguaje de Marcado de Hipertexto)

ICA: Asociación Cartográfica Internacional

IEC: International Electrotechnical Commission

IEEE: Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

IGM: Instituto Geográfico Militar

INEC: Instituto nacional de Estadísticas y Censos 2010

iOS: iPhone Operative System

ISO: International Organization for Standardization, (Organización Internacional de Estandarización)

IU: Interfaz de usuario

J2EE: Java Platform, Enterprise Edition

KML: Lenguaje basado en XML para representar datos geográficos en tres dimensiones

LIDAR: Ligth Detection and Ranging

LG: aprendizaje

LS: eficiencia

NBI: Necesidades Básicas Insatisfechas

NICTs: Nueva Información y Comunicación Tecnológica

OGC: Estándar Open Geospatial Consortium

OTB: ORFEO Toolbox Library

PEA: Población Económicamente Activa

PDF: Portable Document Format (Formato de Documento Portátil)

PEI: Población Económicamente Inactiva

PSAD56: DATUM provisional sudamericano de 1956

RS: Adaptabilidad

SCV: Comma Separated Values (Valores Separados por Comas)

SD: velocidad

SENPLADES: Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo

SGR: Secretaría de gestión de riesgos

SHX: Archivo que almacena el índice de las entidades geométricas

SIG: Sistema de Información Geográfica

SIGC: Sistema de Información Geográfica Corporativo

SHP: Archivo de Forma (Shapefile), almacena las entidades geométricas de los objetos

SNI: Sistema Nacional de Información

SLEUTH: Modelos predictivos en la planificación territorial y evaluación de impacto ambiental

SVI: Sistema Visor Interactivo

XP: Extreme Programming

WCS: Web Coverage Service (define un estándar de interface y operaciones que permiten el acceso interoperable a coberturas geoespaciales)

WFS: Webtop File System y pertenece a la categoría Bases de Datos

WGS84: World Geodetic System 1984

WMC: MathCad Backup of startup files (respaldo de datos)

WMS: Warehouse Management System, (Sistema de Gestión de Almacenes)

WMTS: Wireless Medical Telemetry Service

Anexo 3.

Encuesta

Incidencia de un Visor geográfico interactivo

1. Usabilidad del software

Medir el grado de incidencia de un visor geográfico interactivo en el área de planificación empresarial

1 La organización de los menús o la información presentada en el visor geográfico es: (*)

- Medianamente lógica
- Lógica
- Poco lógica

2 Los mensajes para prevenir errores son: (*)

- Poco adecuados
- Medianamente adecuados
- Adecuados

3 El visor geográfico interactivo tiene una interfaz: (*)

- Poco amigable
- Medianamente amigable
- Amigable

4 La interfaz del software es fácil de usar: (*)

- De fácil uso
- De dificultad media
- Absolutamente no

5 Las herramientas que incorpora el visor geográfico son: (*)

- Poco adecuadas
- Medianamente adecuadas
- Adecuadas

SIGUIENTE >

2. Incidencia de un Visor geográfico interactivo

6 Los formatos (WMS, WFS, WMTS, CSW, KML, ATOM, GEORSS, Shapefile, WMC.) soportados por el visor geográfico para subir layers son: (*)

- Adecuados
- Poco adecuados
- Medianamente adecuados

7 La visualización de resultados en varias capas cartográficas dentro del visor le permiten identificar con rapidez los problemas detectados en el polígono de la zona urbana: (*)

- Si
- Medianamente
- Nada

8 El uso del visor geográfico interactivo permite mejorar la planificación del servicio que las empresas EMAPA, EMELNORTE brindan en la urbe: (*)

- Si
- Medianamente
- Nada

9 La utilización del visor geográfico interactivo le permite dar una mejor respuesta a las necesidades que se generan en la zona urbana donde las empresas prestan el servicio: (*)

- Definitivamente sí
- Probablemente sí
- No lo sé

10 Recomendaría usar y aplicar el presente software en las empresas: (*)

- Definitivamente sí
- Probablemente sí
- No lo sé

< ANTERIOR

FINALIZAR >