



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERIA GEOGRÁFICA Y DEL
MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE GRADO PARA
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERÍA

LEVANTAMIENTO DE SERVICIOS DE MAPAS EN
EL MARCO DE LA INFRAESTRUCTURA DE DATOS
ESPACIALES PARA EL SISTEMA DE GESTIÓN DE
LAS ÁREAS VERDES PARA LA ADMINISTRACIÓN
ZONA NORTE DEL DISTRITO METROPOLITANO
DE QUITO.

REALIZADO POR:

JULIO CESAR MONTESDEOCA PACHECO
JUAN MANUEL CEVALLOS LALAMA

SANGOLQUI – ECUADOR

MAYO 2011

C E R T I F I C A C I Ó N

Certificamos por medio de la presente que los señores Juan Manuel Cevallos Lalama y Julio cesar Montesdeoca Pacheco han realizado en su totalidad el proyecto de grado titulado "LEVANTAMIENTO DE SERVICIOS DE MAPAS EN EL MARCO DE LA INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES PARA EL SISTEMA DE GESTIÓN DE LAS ÁREAS VERDES PARA LA ADMINISTRACIÓN ZONA NORTE DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO." previo a la obtención del título de Ingeniero Geógrafo y del Medio Ambiente.

Sangolquí, 2011

Ing. Oswaldo Padilla

DIRECTOR

Crnl. Ing. Rodolfo Salazar

CODIRECTOR

RESUMEN

En un mundo globalizado es necesario la comunicación e interoperabilidad de la información, razón por la cual se han creado métodos y técnicas que facilitan este intercambio.

El presente documento aborda una temática muy interesante como es la Infraestructura de Datos Espaciales, la cual nos permite a través de sus procesos, políticas y servicios relacionarnos con el exterior.

Se ha tomado especial consideración en la estructuración, catalogación de la información facilitada, así como su centralización con ayuda de una geodatabase y su publicación a través de servicios web WMS, WFS, WCS y un visualizador de información geográfica.

Adicionalmente se ha realizado una evaluación multicriterio de diferentes modelos de localización óptima de instalaciones y equipamientos con la finalidad de escoger el modelo que más se ajuste a las necesidades del estudio.

Encaminados con la filosofía IDE, se ha desarrollado estos procesos bajo software libre, el cual goza de amplia aceptación a nivel mundial gracias a su versatilidad y facilidad de uso.

A B S T R A C T

In a globalized world is necessary communication and interoperability of information, for this reason there are many methods and techniques that facilitate this exchange.

This paper addresses a topic very interesting as Spatial Data Infrastructure, which enables us through their processes and services communicate with the outside.

Special consideration has been taken in the structuring documentation of the information provided, as well as using a centralized geodatabase and its publication through Web services WMS, WFS, WCS and a geoportal to display geographic information.

Additionally there has been using a multi-criteria evaluation of different models of optimal location of facilities and equipment in order to choose the model that best fits the needs of the study.

With the SDI philosophy, these processes has been developed under free software, which is widely accepted worldwide thanks to its versatility and easy use.

Gracias a mis padres por su apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida, por su trabajo, dedicación y perseverancia, siempre han sido un ejemplo de vida y modelo a seguir, gracias por estar a mi lado en los momentos difíciles.

Gracias a mi hermana y Emmita por su comprensión, paciencia y la motivación constante a lo largo de toda mi vida, gracias por hacer más perfecto en aquello que yo creo.

Gracias a mi familia por la serenidad, y apoyo anímico que me supieron infundir.

Gracias a todos mis amigos y todas las personas que de alguna forma contribuyeron para poder llegar a esta meta.

Gracias a mi director y codirector de tesis, Ing. Oswaldo Padilla e Ing. Rodolfo Salazar, así como al Ing. Francisco León director de la carrera, por su apoyo y consejos para llevar a feliz término esta tesis.

Gracias al Ing. Henry Vilatuña por su amistad así como por la sabiduría que me ha transmitido en el desarrollo de mi formación profesional.

En especial gracias a ti Señor, por darme el tiempo, salud y amor incondicional día a día para poder concluir esta etapa de mi vida, gracias por tus bendiciones e iluminar mi sendero.

Julio Montesdeoca

Gracias a Dios por hacer esto posible y por poner en mi camino a las personas indicadas en el momento indicado.

Gracias a Karla, Thabata y Juan Martín por ser mi apoyo, por su confianza, por estar siempre pendientes, por su interés y preocupación, por estar siempre a mi lado y así juntos poder enfrentarnos a cualquier adversidad y salir adelante, y sobre todo por su amor, que es mi mayor inspiración, y me mueve cada día para mejorar y tratar de ser el esposo y padre que se merecen.

Gracias a mi mamá y mi papá por apoyarme durante mi vida, en mi educación y en las decisiones que he tomado, por enseñarme sobre todo con su ejemplo y paciencia a ser una persona honesta y trabajadora, por todo el esfuerzo, dedicación y sacrificio que han realizado por mis hermanos y por mí, por hacerme saber que siempre puedo contar con ustedes.

Gracias a mis hermanos, juntos hemos compartidos los buenos y malos momentos, siempre hemos estado para apoyarnos y compartir momentos de alegría, y porque siempre estaremos ahí uno al lado del otro poniendo el hombro y dándonos la mano.

Gracias a mis amigos, de la universidad Claudia, Fernanda y Karolina por su amistad, su ayuda y apoyo durante largos años para llevar a cabo nuestras metas, del colegio, a Omar, Héctor, Julio, Martín y Juan Francisco, por estar ahí con su amistad incondicional al cabo de tanto tiempo y saber que siempre estarán ahí cuando los necesite.

Gracias a mi director y codirector de tesis, Ing. Oswaldo Padilla e Ing. Rodolfo Salazar, y al director de mi carrera Ing. Francisco León, por su colaboración desinteresada, por ser la guía cuando lo necesitábamos, y por confiar en nosotros para realizar este proyecto.

Gracias a la EPM MOP por patrocinar este proyecto y al Ing, Henry Vilatuña por transmitirnos sus conocimientos y plantearnos la idea de que este proyecto era posible.

Juan Manuel Cevallos

PRÓLOGO

En la última década, la población del DMQ ha crecido considerablemente por lo que la necesidad de áreas verdes es primordial; de ahí la importancia de crear políticas, mecanismos, herramientas o sistemas que ayuden a la administración y gestión de ellas. Por esta razón la Gerencia de Espacio Público como entidad encargada de velar por la integridad de estas áreas, precisa avanzar al ritmo de la modernidad y la tecnología que exige un mundo globalizado; lo que obliga a instituciones como ésta a ser más competitivas y eficientes.

Teniendo presente el creciente volumen de peticiones y necesidades de la ciudadanía, la Gerencia de Espacio Público busca alternativas para que los procesos que realiza se los lleve a cabo con mayor rapidez y eficiencia, razón por la cual se ha visto indispensable el desarrollo de herramientas que tecnifiquen el trabajo y sean un soporte para la toma de decisiones en todos los ámbitos de su competencia. Por tanto, es muy importante disponer de información sistematizada que ayude a la elaboración de análisis espaciales, que faciliten la generación de políticas orientadas a satisfacer las necesidades de la población relacionadas con el mejoramiento ambiental, como la salud, dispersión y recreación.

Todos estos datos ganan realmente valor al visualizarlos en conjunto, de esta manera ofrecen una visión global de la problemática socioambiental de una zona geográfica o un sector poblacional, que permita realizar comparaciones entre la línea base y la situación real, e identificar necesidades específicas.

Los modelos espaciales son un conjunto de reglas conceptuales para formar representaciones del territorio, por lo que son una herramienta de información y análisis clave para manejar diversas situaciones y escenarios dinámicos que se presentan diariamente.

Por lo antes mencionado se ha visto indispensable el desarrollo de dicho modelo, el cual será la base de un sistema que facilite el tratamiento de áreas verdes en todos sus aspectos, tomando en cuenta factores ambientales y sociales, con el fin de realizar un estudio individualizado de cada sector y además proveer de una herramienta que facilite la toma de decisiones cuando se presenten nuevos proyectos de esta naturaleza y la implementación a futuro del sistema georeferenciado para la gestión de Áreas verdes Urbanas.

Este proyecto debe verse como un proceso continuo y sistémico, por lo que este trabajo es un punto de partida que se deberá continuar en el tiempo y está abierto a la contribución de los especialistas en la temática para su análisis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO 1	1
INTRODUCCION	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. MARCO INSTITUCIONAL	2
1.2.1. Misión	2
1.2.2. Visión	2
1.2.3. Fines y Objetivos.....	3
1.2.4. Políticas.....	3
1.2.5. Funciones Generales	4
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	5
1.4. OBJETIVO GENERAL	7
1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
1.6. METAS	7
1.7. ALCANCE	8
CAPITULO 2	9
MARCO TEÓRICO	9
2.1. ÁREAS VERDES URBANAS	9
2.2. ANÁLISIS MULTICRITERIO	10
2.3. MODELOS ESPACIALES	11
2.4. HARDWARE Y SOFTWARE	12
2.4.1. Fundamentos de Software Libre	12
2.4.2. Servidores de Bases de Datos Geográficas.....	13
2.4.3. Servidores de mapas.....	17
2.4.4. Herramientas de Metadatos.....	19
2.4.5. Clientes pesados o de escritorio	19
2.4.6. Clientes ligeros.....	23
2.5. INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES	23
2.5.1. Datos	24
2.5.2. Metadatos	24
2.5.3. Servicios.....	25
2.6. NORMAS Y ESTÁNDARES	32
2.6.1. Normas.....	32
2.6.2. Estándares	33
2.6.3. Perfiles.....	33
CAPITULO 3	34
METODOLOGÍA	34
3.1. RECOPIACIÓN, ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN BASE	34
3.1.1. Fuentes de Información.....	34
3.2. NORMATIVA VIGENTE PARA ÁREAS VERDES	36
3.3. DEFINICIÓN DEL MODELO ESPACIAL A UTILIZAR	37
3.3.1. Modelos de localización óptima para instalaciones deseables.....	37
3.4. GENERACIÓN DE INFORMACIÓN	47
3.4.1. Mapa de Concentración y deficiencia de Áreas verdes.....	47
3.4.2. Mapa Potencial de Áreas Verdes	57

CAPITULO 4	81
INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES	81
4.1. EJEMPLOS DE INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES	81
4.1.1. Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE)	81
4.1.2. Infraestructura de Datos Espaciales de Colombia. (ICDE).....	82
4.1.3. Infraestructura de Datos Espaciales de Chile. (SNIT)	82
4.1.4. Infraestructura de Datos Espaciales de Australia. (ASDI).....	82
4.1.5. Infraestructura de Datos Espaciales de Estados Unidos (FGDC)	83
4.2. Normativas y Estándares	83
4.3. Fuentes de Datos de Información Geográfica	84
4.3.1. Datos Internos	84
4.3.2. Datos externos.....	85
4.4. Elección de software y aplicaciones.	85
4.5. Procesos	87
4.6. Integración de Datos en la IDE	90
4.6.1. Estandarización de Información.....	90
4.6.2. Portal de acceso.....	91
4.6.3. Catálogo de Datos	92
4.6.4. Generación de los metadatos de la información espacial.....	93
4.7. Estructuración del IDE	94
4.7.1. Generación de la vista de diseño	95
4.7.2. Generación de la publicación	97
4.7.3. Visualizador	101
CAPITULO 5	103
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	103
5.1. CONCLUSIONES	103
5.2. RECOMENDACIONES	104
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	105
REFERENCIAS WEB	105
REFERENCIAS ADICIONALES	106
ANEXOS	107
Anexo A: Manual de visualizador de mapas EPM MOP	
Anexo B: Perfil Ecuatoriano de Metadatos	
Anexo C: MODELO DE DATOS Y CATÁLOGO DE OBJETOS ESCALA 1:5.000	
INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR DEL ECUADOR (BORRADOR) VERSIÓN 3.0	

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla. 2.1 Características Postgres.</i>	15
<i>Tabla. 3.1. Extracto Ordenanza Municipal</i>	36
<i>Tabla. 3.2. Lugares escogidos para la implantación de nuevas áreas verdes modelo CoberMax</i>	67
<i>Tabla. 3.3. Lugares escogidos para la implantación de nuevas áreas verdes modelo MiniSum</i>	69
<i>Tabla. 3.4. Lugares escogidos para la implantación de nuevas áreas verdes modelo MediRes</i>	71
<i>Tabla. 3.5. Lugares escogidos para la implantación de nuevas áreas verdes modelo DesLin</i>	73
<i>Tabla. 3.6. Lugares escogidos para la implantación de nuevas áreas verdes modelo DesNoLin</i>	75
<i>Tabla. 3.7. Resultados Finales de Modelos</i>	76
<i>Tabla. 3.8. Justicia y Eficiencia Normalizada</i>	77
<i>Tabla. 4.1. Software utilizado</i>	86
<i>Tabla. 4.2. Cobertura estandarizada</i>	91

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura . 2.1 Estructura uDig</i>	22
<i>Figura . 2.2. Componentes de una infraestructura de datos espaciales</i>	23
<i>Figura . 2.3. Metadatos</i>	25
<i>Figura . 2.4. Publicación de datos GML</i>	26
<i>Figura . 2.5. Servicios de Nomenclátor</i>	31
<i>Fuente: LatinGeo, Introducción a los Nomenclátors</i>	31
<i>Figura . 3.1. Ilustración de los sitios candidatos (A, B y C) que cubren a cada asentamiento (1, 2, 3 y 4) dentro de la distancia especificada. Conjuntos: N1 = {A}, N2 = {A y B}, N3 = {B}, N4 = {C}</i>	43
<i>Figura . 3.2. Solución para tres instalaciones con cobertura máxima dentro de 3 kilómetros, 44 sitios candidatos y distancias lineales. Los círculos muestran las áreas cubiertas.</i>	43
<i>Figura . 3.3. La solución para tres instalaciones con cobertura máxima dentro de 3 km y restricción de alejamiento máximo de 12 kilómetros, 44 sitios candidatos y distancias lineales. Se muestran los círculos de cobertura especificados.</i>	44
<i>Figura . 3.4. Zona Norte y la Distribución de la Población</i>	48
<i>Figura . 3.5. Población de la Zona Norte</i>	48
<i>Figura . 3.6. Puntos generados a partir de lotes de población</i>	49
<i>Figura . 3.7. Población y estructura de la tabla</i>	49
<i>Figura . 3.8. Áreas Verdes Zona Norte</i>	50
<i>Figura . 3.9. Áreas de Influencia de Áreas Verdes</i>	50
<i>Figura . 3.10. Spatial Join Áreas Influencia Áreas Verdes y Población</i>	51
<i>Figura . 3.11. Estructura Final de la tabla de la cobertura de Áreas Verdes</i>	51
<i>Figura . 3.12. Cálculo de Concentración de Áreas Verdes</i>	51
<i>Figura . 3.13. Separación en multipolígonos.</i>	52
<i>Figura . 3.14. Cálculo de concentraciones de Áreas Verdes de clasificación "metropolitano"</i>	52
<i>Figura . 3.15. Tabla final de concentración de Áreas Verdes</i>	53
<i>Figura . 3.16. Generación de Polígonos a partir de intersección de áreas de influencia de áreas verdes</i>	53
<i>Figura . 3.17. Generación de Puntos internos a partir de Polígonos de intersección de áreas de influencia de áreas verdes.</i>	53
<i>Figura . 3.18. Intersección Áreas de Concentraciones y Puntos Internos Generados</i>	54
<i>Figura . 3.19. Suma de Concentración de Áreas Verdes por polígono</i>	54
<i>Figura . 3.20. Mapa de Concentración de Áreas Verdes</i>	55
<i>Figura . 3.21. Mapa de Concentración de Áreas Verdes comparada con la Normativa Municipal.</i>	55
<i>Figura . 3.22. Mapa de Concentración de Áreas Verdes comparada con las recomendaciones de la OMS.</i>	56
<i>Figura . 3.23. Generación de archivo semilla</i>	58
<i>Figura . 3.24. Estructuración de Información de población acorde a necesidades del software LOCALIZA</i>	58
<i>Figura . 3.25. Importación de formato .shp a formato vector IDRISI</i>	58
<i>Figura . 3.26. Descripción de propiedades de la cobertura.</i>	59
<i>Figura . 3.27. Cobertura final de población en formato vector IDRISI</i>	59
<i>Figura . 3.28. Conversión de Vector a Raster en IDRISI</i>	59
<i>Figura . 3.29. Transferencia de atributos espaciales</i>	60
<i>Figura . 3.30. Raster de población desplegado en software IDRISI</i>	60
<i>Figura . 3.31. Generación de archivo .VAL</i>	60
<i>Figura . 3.32. Visualización del Editor de texto de IDRISI</i>	61
<i>Figura . 3.33. Áreas Verdes Implantadas</i>	61
<i>Figura . 3.34. Lugares Potenciales de Implantación de Áreas Verdes</i>	62
<i>Figura . 3.35. Definición de Número de Iteraciones</i>	63
<i>Figura . 3.36. Definición de Puntos Modelo CobeMax</i>	64
<i>Figura . 3.37. Definición de Distancias CobeMax</i>	64

<i>Figura. 3.38. Definición de Parámetros y Salidas CobeMax</i>	65
<i>Figura. 3.39. Solución Global CobeMax</i>	65
<i>Figura. 3.40. Instalaciones Cobemax</i>	66
<i>Figura. 3.41. Centros Poblados Cobemax</i>	66
<i>Figura. 3.42. Localización de nuevas áreas verdes modelo CobeMax</i>	67
<i>Figura. 3.43. Definición de puntos, distancias y salidas modelo MiniSum</i>	68
<i>Figura. 3.44. Solución Global modelo MiniSum</i>	68
<i>Figura. 3.45. Instalaciones y puntos de demanda modelo MiniSum</i>	68
<i>Figura. 3.46. Localización de nuevas Áreas Verdes modelo MiniSum</i>	69
<i>Figura. 3.47. Definición de puntos, distancias y salidas modelo MediRes</i>	70
<i>Figura. 3.48. Solución Global e Instalaciones modelo MediRes</i>	70
<i>Figura. 3.50. Localización de nuevas Áreas Verdes modelo MediRes</i>	71
<i>Figura. 3.51. Definición de puntos, distancias y salidas modelo DesLin</i>	72
<i>Figura. 3.52. Solución Global, Instalaciones y Centros Poblados modelo DesLin</i>	72
<i>Figura. 3.53. Localización de nuevas Áreas Verdes modelo DesLin</i>	73
<i>Figura. 3.54. Definición de puntos, distancias y salidas modelo DesNoLin</i>	74
<i>Figura. 3.55. Solución Global, Instalaciones y Centros Poblados modelo DesNoLin</i>	74
<i>Figura. 3.56. Localización de nuevas Áreas Verdes modelo DesNoLin</i>	75
<i>Figura. 3.57. Comparación Gráfica de Resultados</i>	77
<i>Figura. 4.1. Geoportál EPM MOP</i>	92
<i>Figura. 4.2. Portal catalogo de datos</i>	92
<i>Figura. 4.3. Carga PEM</i>	93
<i>Figura. 4.4. Creación de un nuevo metadato</i>	94
<i>Figura. 4.5. Llenado del metadato</i>	94
<i>Figura. 4.6. Creación vista de diseño</i>	95
<i>Figura. 4.7. Conexión de base de datos</i>	96
<i>Figura. 4.8. Carga de capas</i>	97
<i>Figura. 4.9. Generación de servicio</i>	97
<i>Figura. 4.10. Configuración del servidor</i>	98
<i>Figura. 4.11. Configuración del servicio</i>	99
<i>Figura. 4.12. Configuración de recursos</i>	99
<i>Figura. 4.13. Visualizador por defecto</i>	102
<i>Figura. 4.14. Visualizador personalizado</i>	102

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación . 3.1. Principio MINISUM</i>	38
<i>Ecuación . 3.2 Accesibilidad</i>	39
<i>Ecuación . 3.3 Maximización de la accesibilidad</i>	39
<i>Ecuación . 3.4 Maximización de los Beneficios</i>	40
<i>Ecuación . 3.5 MINIMAX</i>	41
<i>Ecuación . 3.6 Cobertura del Conjunto</i>	42
<i>Ecuación . 3.7 Cobertura Máxima</i>	43
<i>Ecuación . 3.8 MINISUM con cobertura obligatoria</i>	45
<i>Ecuación . 3.9 Captación de Demanda</i>	46
<i>Ecuación . 3.10 Demanda Elástica</i>	47

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

<i>Diagrama 3.1. Concentración de Áreas Verdes</i>	57
<i>Diagrama 3.2. Localización de Áreas Verdes</i>	80
<i>Diagrama 4.1. Instalación software comercial</i>	87
<i>Diagrama 4.2. Instalación software libre</i>	87
<i>Diagrama 4.3. Procesos con software comercial</i>	88
<i>Diagrama 4.4. Procesos con software libre</i>	89
<i>Diagrama 4.5. Generación de metadatos</i>	89
<i>Diagrama 4.6. Generación de visualizador</i>	90

CAPITULO 1

INTRODUCCION

1.1. ANTECEDENTES

El Distrito Metropolitano de Quito cuenta con más de dos millones de habitantes, los cuales tienen un sinnúmero de necesidades y se les debe atender con la mayor brevedad posible en sus requerimientos.

La EMMOP-Q tiene a cargo el manejo de los espacios públicos, la movilidad y de servicio general del Distrito Metropolitano de Quito, los cuales representan un elemento estratégico para el desarrollo urbano de la ciudad, debido a que éstos articulan los equipamientos y usos, enlazan zonas y barrios, determinan la configuración y calidad de la imagen urbana de la ciudad y son un factor constitutivo para la conformación de la identidad local.

En la actualidad, se ha optado por la utilización de la Geomática, que básicamente es la integración de múltiples tecnologías, como son los Sistemas de Información Geográfica (SIG), la Teledetección aérea y espacial, y los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), como una herramienta para el manejo y gestión de bases de datos geográficas y territoriales.

En los últimos años se ha podido apreciar una creciente popularidad de aplicaciones basadas en Sistemas de Información Geográfica. Esto ha permitido el desarrollo de un gran número de herramientas "open source" (código abierto) gratuitas que contrastan con los altos costos de licencia de un GIS tradicional. (ArcView, MapInfo, etc.) Herramientas que, unidas a otros instrumentos "open

source” nos permiten acceder a la información geográfica, la cual es vital para tomar decisiones acertadas a escala local, regional y global.

En regiones donde disponen de SIG, información geográfica y herramientas de apoyo, han cambiado la manera de enfrentar los problemas críticos de importancia social, medioambiental y económica. Sin embargo, incluso en esta nueva era de ordenadores en red, todavía existe la dificultad del hallazgo y utilización de información geográfica crítica por parte del usuario.

Por esta razón se han generado programas y proyectos nacionales, regionales e internacionales, los cuales están intentando mejorar el acceso a los datos espaciales, promoviendo su reutilización, y asegurándose de que la información geográfica esté disponible y sea utilizable con facilidad

1.2. MARCO INSTITUCIONAL

1.2.1. Misión

“Contribuir a elevar el estándar de vida de los habitantes del Distrito Metropolitano de Quito, mediante una planificación integral, ejecución y control de la infraestructura vial, de las obras públicas relacionadas, del transporte y la movilidad, con altos niveles de competitividad, privilegiando la participación ciudadana y preservando el equilibrio ambiental. Para esto, contamos con colaboradores altamente capacitados y motivados, que trabajan, en un ambiente de respeto, transparencia y orientación de servicio a la ciudadanía

1.2.2. Visión

Estar posicionada en el corto plazo como la institución de servicio público referente en el ámbito del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, reconocida por integrar y mejorar, proactiva y consistentemente, todas las

actividades relativas a la obra pública y la movilidad, mediante una gestión de calidad, sostenible y autónoma.

1.2.3. Fines y Objetivos

- a.- Coadyuvar al fortalecimiento institucional, a través de la autonomía de gestión, con el fin de administrar el sistema de movilidad y ejecutar obras públicas.
- b.- Proponer políticas generales, planificar, gestionar, coordinar, administrar, regular, ejecutar y fiscalizar todo lo relacionado con el sistema de movilidad y la ejecución de obras públicas del Distrito Metropolitano de Quito.
- c.- Expedir normas reglamentarias y ejecutar las sanciones que correspondan por las diferentes infracciones a las Ordenanzas, Reglamentos y Resoluciones relativas al Sistema de Movilidad Metropolitano y a la ejecución de obras públicas, de conformidad con el procedimiento que se establezca para el efecto.
- d.- Racionalizar el uso de talento humano, recursos materiales, financieros y tecnológicos, propendiendo a la profesionalización y especialización permanente de los primeros.
- e.- Crear y mantener adecuadas y permanentes formas de comunicación entre el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, las demás Empresas Municipales y la comunidad, a fin de conocer sus necesidades y atenderlas en base de las políticas institucionales.
- f.- Los demás que se le confieran.

1.2.4. Políticas

- a.- Lograr el fortalecimiento institucional, a través de la autonomía de gestión.
- b.- Producir y proveer de obra pública en forma transparente, ágil, oportuna y efectiva.
- c.- Dotar de infraestructura vial suficiente para mejorar la movilidad en el área urbana, en las conexiones con los Valles y con la Red Vial Regional.
- d.- Atender las necesidades de movilidad de peatones y bicicletas con la construcción y dotación de la infraestructura pertinente.

- e.- Aplicar permanentemente la calidad en la cobertura de los servicios, en función de las necesidades de la comunidad.
- f.- Brindar particular atención a las zonas carentes de obras, así como a aquellas en que existan o se proyecten altos niveles de concentración poblacional.
- g.- Racionalizar el uso de los recursos humanos, financieros y tecnológicos a cargo de la empresa.
- h.- Generar recursos económicos que permitan financiar las Obras Públicas de la Empresa en el Distrito Metropolitano de Quito.
- i.- Mantener una permanente coordinación con la Municipalidad, las Administraciones Zonales, las Empresas Municipales Organismos, entidades, grupos de interés involucrados y la Comunidad.
- j.- Fomentar en la comunidad una cultura de participación en el desarrollo, preservación y cuidado de la obra pública entregada.
- k.- Analizar y aplicar alternativas innovadoras para la recuperación de las inversiones.
- l.- Mantener activa y dinámica la coordinación de Espacio Público con los organismos de Medio Ambiente.
- m.- Reducir los problemas de ejecución de obras mediante el fortalecimiento de la Planificación y el Control de Gestión.
- n.- Controlar la responsabilidad y autoridad en cada etapa de la Cadena de Valor de los procesos institucionales apoyándose en indicadores de gestión.
- o.- Desarrollar activamente las funciones de gestión para agilizar la entrega de resultados a la comunidad.

1.2.5. Funciones Generales

- a.- Planificar, organizar, ejecutar, dirigir y controlar la construcción, el mantenimiento de la obra pública y el mejoramiento de la movilidad en el Distrito Metropolitano de Quito, en coordinación con las Administraciones Zonales y demás organismos de control, de conformidad con las políticas, planes y lineamientos del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.
- b.- Asistir a la Municipalidad y asesorar a las Administraciones Zonales en la formulación de planes y proyectos de construcción vial y movilidad.

- c.- Participar en la planeación, desarrollo y coordinación de los proyectos de desarrollo y mantenimiento vial emprendidos por el Consejo Provincial y el Ministerio de Obras Públicas, en el ámbito del Distrito Metropolitano de Quito.
- d.- Realizar todas las actividades inherentes a la gestión institucional y su control, correspondientes a la administración de los recursos humanos, materiales económicos e información.
- e.- Las demás que se le asignen conforme a las normas legales y de acuerdo con su naturaleza y funciones.”¹

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Teniendo presente el creciente volumen de peticiones y necesidades de la ciudadanía e institucional, la EMMOPQ busca alternativas para que los procesos que realiza se los lleve a cabo con mayor rapidez y eficiencia, razón por la cual se ha visto indispensable el desarrollo de herramientas que tecnifiquen el trabajo y sean un soporte para la toma de decisiones en todos los ámbitos de su competencia. Por tanto, es muy importante disponer de información sistematizada que ayude a la elaboración del análisis espacial, que facilite la generación de políticas orientadas a satisfacer las necesidades de la población relacionadas con el mejoramiento de la movilidad, el medio ambiente, dispersión y recreación.

Todos estos datos ganan realmente valor al visualizarlos en conjunto, de esta manera ofrecen una visión global de la problemática socioambiental de una zona geográfica o un sector poblacional, que permita realizar comparaciones entre la línea base y la situación real, e identificar necesidades específicas.

El manejo de información geografía y los sistemas que permitan su administración presenta en nuestro país un bajo desarrollo a diferencia de lo que ocurre en otros países, lo que ha impedido una mejor administración de recursos y mejores proyectos de planificación.

¹ EPMOP

En el momento actual la información geográfica tiene consolidado el carácter de infraestructura básica de desarrollo, que mejora el proceso de toma de decisiones de cualquier actuación sobre el territorio. Las dificultades que se presentan en el uso de esta información geográfica se basan en la escasez, dificultad de localización, desconocimiento de sus características, calidad, elevado precio y sobre todo en los obstáculos para su integración en otros sistemas, adicionalmente, puede que la información apropiada o los medios para utilizarlos al máximo no siempre estén disponibles.

La EMMOPQ, consciente de esta problemática y con el objetivo de eliminar las barreras de integración de la información geográfica entre instituciones, ha decidido apoyar la iniciativa de comenzar los trabajos para la consolidación de una Infraestructura de Datos Espaciales como "conjunto de tecnologías, políticas, estándares y recursos humanos necesarios para adquirir, procesar, almacenar, distribuir y mejorar la utilización de la información geográfica", y de esta manera ofrecer un Servicio de calidad y eficiente sobre la Información Territorial del Distrito siguiendo los estándares internacionales, y respetando la interoperabilidad.

La EMMOPQ considera indispensable desarrollar un servidor de cartografía dentro de los estándares OGC (OpenGeospatial Consortium), que centralice la cartografía de los proyectos de las diversas áreas, así como de otros proyectos que diversas instituciones estén interesados en mostrar.

A lo anterior se agrega que el creciente auge de las herramientas de código abierto de libre uso es casi desconocido, este hecho ha comenzado a cambiar tímidamente, lo que ha permitido su complementación e integración, pero a un número limitado de usuarios, principalmente profesionales del área de la Geomática.

El aumento progresivo de las aplicaciones "open source", debe ser la base que permita difundir y masificar los sistemas GIS.

Este proyecto debe verse como un proceso continuo y sistémico, por lo que este trabajo es un punto de partida que se deberá continuar en el tiempo y está abierto a la contribución de los especialistas en la temática para su análisis.

1.4. OBJETIVO GENERAL

Generación de servicios de mapas en el marco de la infraestructura de datos espaciales para el sistema de gestión de las áreas verdes para la administración Zona Norte del Distrito Metropolitano de Quito.

1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseño del modelo espacial para el uso potencial de áreas verdes.
- Investigar, entender y usar los servicios en línea con base en los estándares del OpenGIS WMS (Web Map Services), WFS (Web Features Services) y WCS en un ambiente local
- Generar las herramientas necesarias para proveer de servicios de visualización, que permitan la interpretación de la información del lado del cliente

1.6. METAS

- Establecer como mínimo 5 relaciones espaciales entre objetos cartográficos que conforman el sistema de gestión de áreas verdes.
- Recopilar y evaluar los siguientes mapas temáticos:
 - Mapa de Parques urbanos a escala 1:5000
 - Mapa de Áreas Verdes a escala 1:5000
 - Mapa de uso de suelo a escala 1:10000
 - Mapa demográfico a escala 1:5000
 - Mapa socioeconómico a escala 1:5000
 - Mapa de temperatura a escala 1:25000
 - Mapa de precipitación a escala 1:25000

- Generar los siguientes productos secundarios.
 - Mapa de Uso Potencial de Áreas Verdes a escala 1:10.000
 - Mapa de Concentración y deficiencia de Áreas verdes a escala 1:10.000
- Poner a disposición un manual de procesos y metodologías para la generación de cartografía en la Gerencia de Espacio Público en función de normas internacionales, las utilizadas por el IGM y otras instituciones.
- Estandarizar la información geográfica recopilada y generada.
- Catalogar la información geográfica disponible para el modelo.
- Adaptar la información geográfica disponible para ser integrada en los servicios de mapas.
- Generar un Catálogo de Datos.
- Generar un Diccionario de Datos.
- Habilitar un servicio Web Map Service (WMS).
- Habilitar un servicio Web Feature Service (WFS).
- Habilitar un servicio Web Coverage Service (WCS).
- Generar el Catálogos de servicios

1.7. ALCANCE

La presente investigación plantea una metodología basada en la integración de la Geomática y las Técnicas de Evaluación Multicriterio (EMC) que se enfocará en el diseño de modelo espacial y levantamiento de servicios de mapas en el marco de la infraestructura de datos espaciales para las áreas verdes urbanas, el cual será parte constitutiva del Sistema que las gestiona.

Este estudio utilizará como área piloto la Zona Administrativa Norte del DMQ, la implantación estará a cargo del área de Información Geográfica de la EMMOPQ.

La metodología desarrollada puede ser utilizada como una herramienta de apoyo a la toma de decisiones, pudiendo ser replicada en otros escenarios y enriquecida a través de la inclusión de nuevos criterios y variables.

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

Debemos definir ciertos criterios y tendencias que se han venido manejando en los últimos años, tanto desde el punto de vista de la planificación urbana así como también desde el ángulo tecnológico, para lo cual presentaremos diversas teorías, experiencias de varios países y conceptos básicos que se están manejando a nivel mundial, desde lo histórico hasta los acuerdos y estándares actualizados, empezamos así con las siguientes definiciones:

2.1. ÁREAS VERDES URBANAS

La importancia de las áreas verdes urbanas, aumenta al crecer la población. El crecimiento de la población urbana tiene necesidad de beneficios asociados con la vegetación urbana. Teniendo una influencia trascendental en la creación de un ambiente atractivo y adecuado para el desarrollo de grandes centros urbanos.

“Aunque el vigoroso crecimiento de las zonas urbanas aumenta la necesidad de intensificar la plantación urbana, esto ha puesto de manifiesto también los grandes problemas relacionados con la selección de especies, técnicas de establecimiento, cuidado y mantenimiento y planificación. La selección apropiada de especies, el cuidado de los árboles y el mantenimiento se traducirán en última instancia en un mayor conocimiento de la gestión de los árboles urbanos. En consecuencia, esto garantizará que los árboles plantados continúen en estado

saludable y alcancen una mayor longevidad, reduciéndose así los costes de mano de obra y sustitución, sin dejar de proporcionar un efecto general de mejora. El dinero ahorrado es, por tanto, equivalente al dinero obtenido porque puede estar disponible para otros fines.”²

2.2. ANÁLISIS MULTICRITERIO

El análisis multicriterio es una poderosa herramienta especialmente utilizada para la toma de decisiones, utilizado en diversos campos como el ambiental, modelamiento cartográfico, económico, planificación y político entre muchos otros.

El análisis multicriterio tiene las siguientes etapas:

- “Definición y estructuración del problema a investigar.
- Definición de un conjunto de criterios de evaluación.
- Elección entre métodos discretos o continuos: si se conoce el número de alternativas y criterios, se utiliza un método discreto; si éstas son infinitas, se utiliza uno continuo.
- Identificación de las preferencias del decisor: se tienen que respetar las preferencias subjetivas de las personas que intervienen en el proceso de decisión.
- Elección del procedimiento de agregación de los criterios”³

Es así que partimos desde el planteamiento de un problema que se debe solucionar o una decisión que debe ser tomada, definir los diferentes puntos de vista que afectan esta decisión estos puntos de vista son los **criterios**, los cuales deben ser ponderados de acuerdo a su grado de influencia, para minimizar la subjetividad de esta asignación de pesos se pueden utilizar diferentes técnicas entre las cuales pueden ser: sumatoria lineal ponderada, índice de concordancia,

² Kjell Nilsson y Thomas B. Randrup; Danish Forest and Landscape Research Institute, Hørsholm Kongevej; SILVICULTURA URBANA Y PERIURBANA

³ NAIAD (Novel Approach to Imprecise Assessment and Decision Environments); G. Munda (1995)

Análisis de punto ideal, comparación de pares, etc. La más utilizada es el método de las Jerarquías Analíticas propuesto por Saaty, T. (1977, 1980).

En resumen el análisis multicriterio nos permite considerar diversas variables y escenarios posibles con lo que obtendremos la mejor opción que se ajuste a nuestras necesidades.

2.3. MODELOS ESPACIALES

Su propósito es describir de manera conceptual las características espaciales de los fenómenos geográficos, estos fenómenos geográficos se pueden describir como toda interpretación del mundo real que tenga directa relación con una posición en la tierra.

Estas características se describen mediante uno o más atributos espaciales que pueden ser cuantitativos o cualitativos en el primer caso su valor es dado por un objeto geométrico o en el segundo por uno topológico,

- Los atributos cuantitativos que conforman la geometría de un fenómeno son: su posición, dimensiones, tamaño, forma, y orientación. Estos atributos dependen y varían de acuerdo al sistema de coordenadas de referencia usado para definir su posición espacial,
- Las características cualitativas que son proporcionadas por la topología son aquellas que describen la conectividad entre fenómenos, que se deriva de la geometría, estas características no varían frente a deformaciones elásticas y continuas del espacio por ejemplo si se aplica al fenómeno una transformación de sistema de coordenadas.

Estas características espaciales se manipulan mediante operadores espaciales, que son funciones y procedimientos que utilizan, crean modifican o eliminan fenómenos geográficos.

Las normas ISO establecen a detalle un modelo espacial mediante su norma 19107 que simplifica su uso mediante el perfil que se desarrolla en ISO 19137, el

uso de esta norma proporciona estructuras de datos interoperables aumentando la capacidad de intercambio de información geográfica entre aplicaciones. También define la taxonomía de los operadores espaciales con el objeto de definir un conjunto de operadores espaciales estándar, sin ambigüedades y un álgebra de operadores.

2.4. HARDWARE Y SOFTWARE

Desde el punto de vista tecnológico existen dos aspectos fundamentales el momento de levantar servicios web que son el hardware y el software que se utilice para los diferentes aspectos necesarios para nuestros propósitos, debido a que en nuestro caso desarrollaremos los servicios en un servidor local no describiremos las especificaciones de hardware ya que eso es materia de la unidad de "desarrollo institucional y tecnologías de la información" (DITI) y ellos lo definirán el momento de la implementación que será realizada después de nuestro estudio, respecto al software existe una primera decisión que debemos tomar entre software propietario y software libre, ya que nuestra investigación contempla el levantamiento de servicios web en el marco de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), esta requiere la utilización de software libre por lo que empezaremos definiendo lo que esto implica y analizando las ventajas y desventajas de las aplicaciones más utilizadas en los diferentes países que se encuentran desarrollando sus IDES .

2.4.1. Fundamentos de Software Libre

Para describir lo que se maneja como software libre debemos hacer una pequeña reseña histórica de la aparición de software en sí.

Los primeros grandes creadores de computadoras en los años 60s y 70s creaban el software no como un producto sino simplemente como un complemento para que los usuarios puedan usar sus equipos, las personas que en esta época hacían uso de la informática en el ámbito universitario o empresarial creaban y compartían el software sin ningún tipo de restricción, en los años 80s los equipos más modernos empiezan a venderse con sistemas operativos privados los cuales

impedían a los usuarios hacer cualquier tipo de modificación y su libre distribución.

Es así que en 1985 se crea la Free Software Foundation para buscar la libertad de los usuarios de usar, compartir, estudiar, y modificar el software que usan, convirtiéndose en un importante fundamento de una sociedad de aprendizaje donde se puedan compartir las experiencias y conocimientos para la prosperidad y bienestar de todos.

Para que un software sea considerado libre de acuerdo a la FSF, más allá de su precio comercial que no necesariamente debe ser gratis, debe darle al usuario cuatro premisas o libertades básicas que son:

- Libertad 0: la libertad de utilizar un programa con cualquier propósito
- Libertad 1: la libertad de investigar cómo funciona el programa y cambiarlo de acuerdo a sus nuevas necesidades, el acceso al código de fuente es un requisito para poder cumplir esta libertad
- Libertad 2: la libertad de distribuir copias para poder ayudar a otros usuarios
- Libertad 3: la libertad de distribuir copias del programa con las mejoras realizadas para beneficio de la comunidad, el acceso al código de fuente es un requisito para poder cumplir esta libertad

2.4.2. Servidores de Bases de Datos Geográficas.

Las bases de Datos Geográficas están compuestas por dos componentes macro que son el motor de la base de datos y el módulo geográfico.

- Motores de bases de datos.

Estos motores son la bases de datos relacionales usadas habitualmente para datos alfanuméricos, los más utilizados son Oracle, SQL, PostgreSQL y MySQL, siendo los dos últimos software libre.

- Oracle

Oracle es una de las compañías más grandes a nivel mundial creadora de software empresarial, ofreciendo una muy completa gama de productos tecnológicos a sus clientes desarrollado por Oracle Corporation, dentro de los que se incluye software y hardware necesarios para gestionar su información y optimizar sus procesos.

Oracle ofrece grandes ventajas para sus usuarios ya que brinda un asesoramiento completo para que con sus productos se pueda generar aplicaciones de manera más rápida, el mercadeo más productivo y por tanto obtener mayores ganancias, sin embargo todo el asesoramiento de Oracle y todos sus productos están sujetos a altísimos precios de adquisición y mantenimiento de licencias, que se vuelven una atadura poco atractiva, a pesar de esto sigue siendo el motor de bases de datos más utilizado cuando se maneja información alfanumérica, no así desde el punto de vista de información espacial donde pierde la mayoría de las ventajas que ofrece y mantiene sus limitantes.

- Microsoft SQL Server

Este motor de bases de datos es la alternativa desarrollada por Microsoft, es una herramienta capaz de competir con grandes sistemas tan potentes como Oracle, brindando incluso algunas características extras como menos vulnerabilidades, desarrollo de productividad, integración con Microsoft Office entre otras, las mayores desventajas son que solo se puede ejecutar en sistema operativo Windows y aunque más bajos que los de Oracle sigue siendo un alto costo de licencias y mantenimientos, aunque soluciona en parte este inconveniente con una versión reducida que se distribuye de manera gratuita pero válida solo para proyectos más pequeños

- MySQL

Este también es un motor de bases de datos muy popular, utilizado especialmente para aplicaciones web como yahoo, youtube o Wikipedia. Aunque es considerado como software de código abierto no es del todo software libre ya que mantiene una licencia dual, ofrece una versión gratis bajo la licencia GNU GPL lo que se extiende a todas las aplicaciones derivada sin embargo los usuarios que lo deseen pueden adquirirlo también bajo una licencia comercial.

- PostgreSQL

Es un motor de bases de datos muy potente, de código abierto del tipo objeto-relacional, con una sólida arquitectura, tiene la ventaja de funcionar en los sistemas operativos más utilizados, soporta la mayoría de tipos de datos como: Integer, numeric, Boolean, Char, Varchar, también soporta almacenamiento de objetos binarios grandes, como imágenes, sonidos o vídeo, (ver tabla 2.1).

Tabla. 2.1 Características Postgres.

Lim itante	Valor
Tamaño máximo de la base de datos	Ilim itado
Tamaño máximo de la tabla	32 TB
Tamaño máximo de la fila	1.6 TB
Tamaño máximo de campo	1 GB
Máximo de Filas por tabla	Ilim itado
Máxima columnas por tabla	250 - 1600 dependiendo del tipo de las columnas
Máximo indexaciones por tabla	Ilim itado

Fuente: <http://www.postgresql.org/about/>

- Módulos geográficos.

Estos módulos o anexos geográficos son los que transforman una base de datos tradicional en una base de datos geográfica, los más usuales son ArcSDE, Oracle spatial extensión, y PostGIS, siendo solo este último software libre.

- ArcSDE

Este complemento es un servidor de datos avanzado que le da a todas las aplicaciones ArcGIS la capacidad de almacenamiento, gestión y acceso de datos espaciales que se encuentran en diferentes motores de bases de datos, esta aplicación ya no se comercializa por separado, ya que se la ha incluido en el paquete de ArcGIS Server.

- Oracle spatial

Es un componente opcional del motor de base de datos Oracle que lo convierte en un avanzado gestor de información espacial dando soporte a aplicaciones GIS y soluciones LBS (siglas en inglés para servicios en base a su localización), también existe un componente integrado a Oracle que permite un manejo sencillo de información espacial, es el Oracle Locator otra aplicación en este ámbito desarrollado por Oracle es el MapViewer la cual es desarrollada con componentes Java y permite la visualización de servicios WMS, estos tres componentes espaciales de Oracle cumplen con ciertos estándares y especificaciones OGC, sin embargo, funcionan solo con el motor Oracle por lo que aunque algunos no tengan costo adicional sigue siendo software comercial.

- POSTGIS

Este último módulo geográfico fue creado para complementar el motor de bases de datos Postgresql brindando las mismas características que los módulos antes descritos, Postgis le da la capacidad a Postgres de administrar de manera

eficiente información espacial y de esta forma gestionar de forma avanzada aplicaciones GIS.

Fue desarrollado por la empresa Refrations Research como un proyecto de software libre para bases de datos espaciales, bajo la licencia GPL, cumple con especificaciones OGC.

De los tres módulos más utilizados el único desarrollado bajo estándares y licencias de software libre es Postgis.

2.4.3. Servidores de mapas.

- Mapserver

Es una plataforma de publicación de datos espaciales y aplicaciones web de mapas interactivos desarrollado originalmente a mediados de los años 90's por la Universidad de Minnesota, posteriormente fue acogido por TerraSip un proyecto patrocinado entre otros por la NASA, siendo en la actualidad un proyecto OSGeo en constante actualización y mantenimiento, sostenido por el aporte de varias organizaciones y administrado por el comité directivo del proyecto OSGeo MapServer.

Es compatible con los sistemas operativos más utilizados, no es un sistema completamente GIS ni pretende serlo, su enfoque principal es ser un sólido y confiable Servidor de mapas.

- Geoserver

Es un servidor software libre escrito en Java que permite el intercambio y la edición de información espacial, usando estándares abiertos es capaz de publicar información de las fuentes más importantes de información espacial, ya que está

diseñado para promover la interoperabilidad, siendo un proyecto impulsado por la comunidad es desarrollado, probado, y apoyado por un diverso grupo de usuarios individuales y organizaciones alrededor del mundo.

Implementa estándares OGC, WCS, WMS, y WFS, un par de sus mayores prestaciones que lo diferencian de los demás son:

- Integración de GeoWebCache lo que le permite la integración de servicios WMTS dando mejor respuesta cuando aumenta considerablemente el número de usuarios realizando peticiones GetMaps
- Tiene integrado OpenLayer como visor predeterminado.

- Deegree

Este proyecto desarrollado en Java, nació en el Departamento de Geografía de la Universidad de Bonn, en la actualidad la empresa lat/lon GmbH continúa con su desarrollo.

Posee un amplio conjunto de servicios geoespaciales, entre los cuales podemos citar WMS, WCS, WPS, entre otras. Su instalación es un poco compleja y adicionalmente no se cuenta mucho soporte en la red.

- MapGuide Open Source.

Es un software multiplataforma (Windows, Linux) basada en web con licencia LGPL que permite a los usuarios desarrollar y publicar aplicaciones de mapeo y servicios geoespaciales en web.

Incluye una base de datos XML para manejar su contenido y soporta la mayor parte de los formatos geoespaciales, bases de datos y estándares.

2.4.4. Herramientas de Metadatos.

Nos permiten generar los metadatos de la información, el cual es presentado en formato XML (Extensible Markup Lenguaje).

- Geonetwork.

Herramienta Open Source desarrollado en Java, el cual soporta la generación de metadatos de acuerdo a normas y estándares Dublín-Core e ISO 19115. Adicionalmente tiene la capacidad de publicar los metadatos y realizar búsquedas de información a través de su servidor de catálogo y del motor de búsqueda que posee.

- CatMDEdit

Desarrollado por el consorcio TEIDE, CatMDEdit es Herramienta Open Source, multiplataforma y multilenguaje que nos facilita la generación, manipulación, gestión y publicación de metadatos de la información geográfica de acuerdo a normas ISO 19115:2003 "Geographic Information – Metadata" y los perfiles NEM ("Núcleo Español de Metadatos"), "Directiva Marco del Agua" (WFD) y el perfil para la propuesta de directiva INSPIRE.

2.4.5. Clientes pesados o de escritorio

Son los softwares que debe instalarse en el PC y que realizan la mayor parte del procesamiento de datos.

- GRASS (Geographic Resources Analysis Support System).

Grass fue desarrollado por el laboratorio de investigación del cuerpo de Ingenieros del ejército de Estados Unidos durante 1982 y 1995 en Champaign; Illinois para dar soporte para la gestión de recursos naturales a cargo del ejército.

Durante los años 80, estuvo a cargo de un comité conformado por representantes de diversas universidades y agencias federales como el Departamento de Defensa, entre otros, para después ser transferido a una organización sin fines de lucro llamada la Fundación Open Grass, que prosiguió con su distribución y operación, la cual se convertiría luego en un consorcio, después pasa por un periodo de transición en la cual pierde el mayor parte de sus soporte técnico así como de usuarios.

La reciente historia de Grass fue la adopción del GNU GPL en 1999, por lo cual adopta la filosofía de software libre.

El Internet ha jugado un papel primordial en el desarrollo y distribución de Grass, el cual ha sobrevivido sin un instituto o soporte oficial y ha encontrado su lugar en la comunidad de software libre y de código abierto, en donde ha encontrado un grupo nutrido de desarrolladores y usuarios, aumentando así su infraestructura.

Grass se enfoca sus capacidades en el manejo y análisis de datos geoespaciales, proceso de imágenes y modelación espacial, ya que tiene capacidad de proceso de imágenes e importación basada en la librería GDAL, la cual incrementa su capacidad de trabajo con datos raster externos.

- Quantum GIS.

Desarrollado en C++ el proyecto nació en Mayo del 2002, es un sistema de información licenciado bajo el GNU (General Public License)(GPL), por lo cual se puede analizar y modificar su código fuente. Este proyecto oficial del Open Source Geospatial Foundation es multiplataforma ya que corre en diferentes sistemas operativos como Linux, Windows, Unix, Mac OSX, es de código abierto, por lo cual los usuarios hacen su aporte en código, documentación, parches, entre otros.

Es un GIS con entorno amigable y fácil de usar que pone a disposición herramientas básicas para el manejo de formatos raster y vectoriales mediante la librería OGR, soporte para bases de datos PostgreSQL, dispone de una interfaz que permite su integración con bases de datos Grass, permite la lectura de diferentes formatos gracias a la utilización de la librería Geospatial Data Abstraction Library (GDAL), adicionalmente posee un sin número de plug ins los cuales aumentan la funcionalidad de este software.

- GvSIG.

Surge en el año 2004 a través de la Consejería de Infraestructuras y Transporte, por iniciativa de la Generalitat Valenciana.

Es un GIS desarrollado en java en el entorno ECLIPSE y utiliza librerías estándar reconocidas como Geotools o Java Topology Suite (JTS). Posee un entorno amigable, orientado a la gestión de la información geográfica, que nos permite realizar estudios complejos debido a sus funcionalidades de análisis vectorial y de raster, así como un visor 2D y 3D de cartografía, adicionalmente tiene soporte a estándares OGC.

Posee funcionalidades propias de un gis como acceso a formatos vectoriales y raster, acceso a servicios remotos, acceso bases de datos y tablas, ge procesos, edición gráfica, servicio de catálogo y nomenclátor representación vectorial y alfanumérica, constructor de mapas, redes, publicación WMS, WFS, WCS, 3D y animación, topología, entre otras.

Adicionalmente dispone de versiones para dispositivos móviles que permiten el trabajo en campo. Posee funcionalidades propias de un gis como acceso a formatos vectoriales y raster, acceso a servicios remotos, navegación, consulta, búsqueda, edición gráfica y alfanumérica, entre otras.

- U D ig .

User-Friendly Desktop Internet GIS (uDig), es desarrollado en lenguaje de programación Java, bajo el entorno Eclipse el cual nace bajo la construcción realizada por la empresa Refrections Research. Fue diseñado para usar los estándares OGC OpenGis tales como W M S, W F S, entre otros.

Igual que los anteriores softwares mencionados anteriormente. U dig está bajo la licencia G N U G P L puede correr bajo Linux, W indows, M ac O S X.

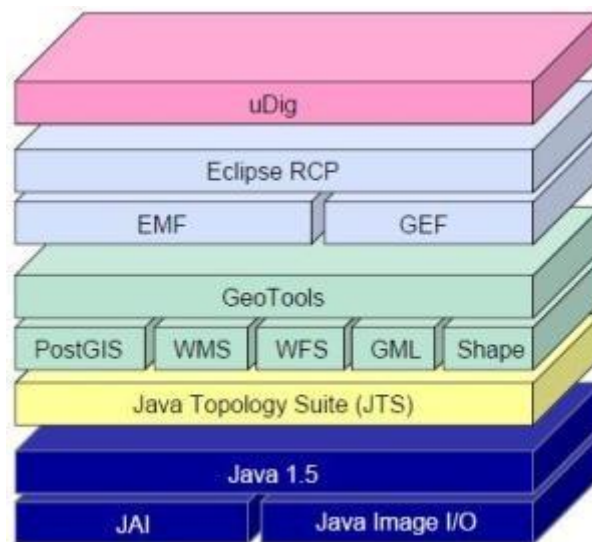


Figura. 2.1 Estructura uDig

Fuente: <http://geofumadas.cartesianos.com/category/udig/un>

- K O S M O

Este SIG implementado en plataforma Java fue concebido a partir de la plataforma JUMP está desarrollado por la empresa SAIG S.L. y distribuido bajo licencia G N U G P L, está disponible para sistemas operativos W indows y Linux.

Es un SIG de fácil manejo ya que posee una interfaz amigable, tiene la capacidad de visualizar y procesar datos en formato vectorial y raster, así como

base de datos comerciales y de software libre, su arquitectura se basa en la gestión y análisis de la información territorial.

Una de sus características es que puede aumentar su funcionalidad a través del uso de extensiones, además dispone de una serie de servicios como son Kosmo Server, Desktop, Cliente Ligero y Kosmo móvil.

2.4.6. Clientes ligeros.

Son los navegadores web como Internet Explorer, Mozilla, etc., los procesos son realizados por el ordenador central.

2.5. INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES



Figura. 2.2. Componentes de una infraestructura de datos espaciales

Se puede definir como el conjunto de tecnologías, normas, estándares, servicios y acuerdos institucionales que facilitan la interoperabilidad, disponibilidad, y acceso a los datos espaciales.

La infraestructura de Datos Espaciales ha sufrido una evolución a través del tiempo, ofreciendo nuevas alternativas a los usuarios de la información geográfica, mejorando así la interoperabilidad. Su visión está dirigida a la creación de nuevos servicios aeroespaciales que permitan buscar, recuperar, procesar, compartir e integrar información espacial.

2.5.1. Datos.

Podemos clasificarlos en dos tipos:

- Datos de referencia:

Estos son los datos que constituyen la cartografía base y sobre la cual se referencian los datos temáticos.

- Datos temáticos:

Son aquellos que incluyen valores cualitativos y cuantitativos que se corresponden con atributos asociados a los datos de referencia como por ejemplo: vegetación, geología, clima, tráfico, contaminación, etc.

2.5.2. Metadatos.

Son los "Datos acerca de los Datos" en otras palabras un metadato es la descripción de las características de los datos. Estos permiten al usuario a localizar, descubrir y seleccionar los datos geográficos buscados, así como tener un mayor entendimiento de la información que se va a utilizar.

La norma ISO 19115 "Geographic Information - Metadata", es la norma reguladora de los metadatos.



Figura. 2.3. Metadatos

Fuente: Introducción a los Metadatos, Carlos Rodríguez Alcalá, Universidad Politécnica de Madrid

2.5.3. Servicios

Los servicios que presentamos a continuación son una forma viable y fácil que nos permite dar acceso a la información geográfica de las diferentes instituciones que la producen, ya sea a través de navegadores o software especializado que permiten el tratamiento de la información geoespacial.

- GML (Geographic Markup Language).

Es un documento codificado en esquema XML, el cual tiene como finalidad modelar y almacenar la información geográfica, este nos proporciona un conjunto de clases de objetos para describir las geografías como sistemas de referencia, topologías, geometrías, etc., nos permite realizar enlaces entre elementos espaciales, así como con los que no lo son.

El modelo geométrico del GML se basa en las especificaciones OGC, las cuales están acordes al ISO DIS 19107.

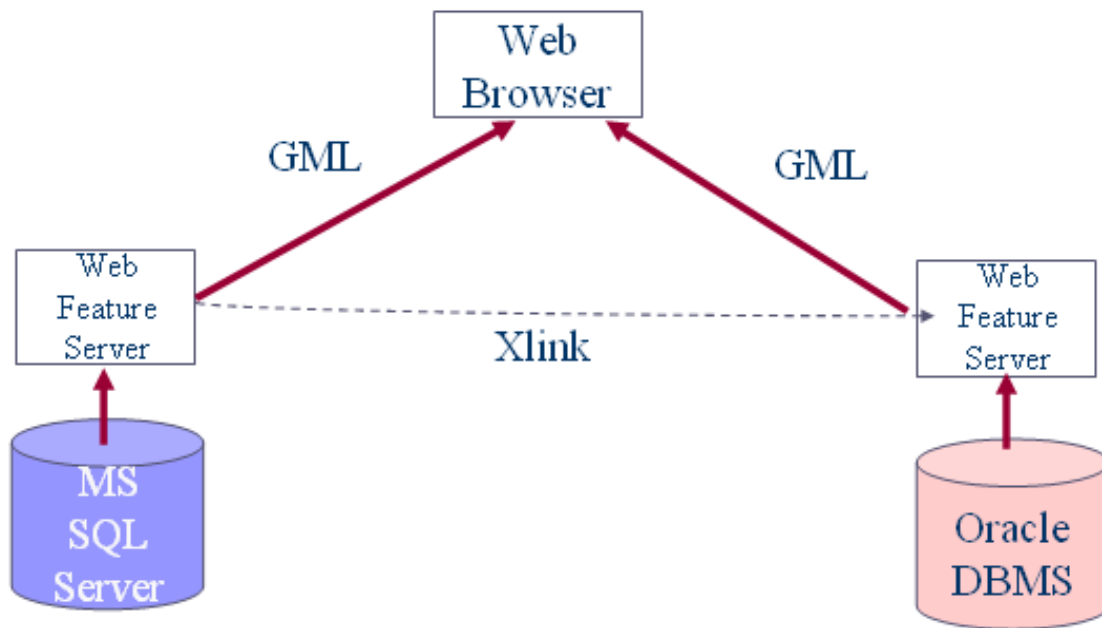


Figura. 2.4. Publicación de datos GML.

Fuente: GML, José Ángel Alonso Jiménez; www.idee.es

- WFS (Web Feature Service).

Este servicio transfiere datos vectoriales (componente espacial y descriptiva), codificada en GML (Geography Markup Language), por lo cual se puede realizar consultas espaciales y alfanuméricas.

Dentro de este contexto podemos distinguir dos tipos el WFS básico y WFS Transaccional

- WFS Básico

Es un servicio de solo lectura y está definido por 3 operaciones:

- GetCapabilities

La respuesta es un documento GML, el cual nos indica las características del servicio, sus metadatos del servicio, los tipos de entidad ofrecidos, así como los tipos de consulta soportadas.

- DescribeFeatureType

Descripción de los tipos de entidades que están disponibles por la implementación del WFS.

- GetFeature

Permite la obtención de las entidades.

- WFS Transaccional

Soporta las operaciones de un servicio básico y adicionalmente las operaciones transaccionales que son las siguientes:

- Transaction

Describe operaciones de transacción que permiten crear, actualizar o borrar entidades.

- LockFeature

Permite procesar peticiones de bloqueo sobre entidades seleccionadas.

- W M S (W e b M a p S e r v i c e).

Este servicio tiene la facilidad de realizar consultas a través de un navegador web mediante peticiones http. Una de sus virtudes es que se puede realizar llamadas a distintos mapas de diferentes W M S para complementar la información y realizar una composición de mapas

Este servicio deber ser implementado de acuerdo a las especificaciones ISO 19128 "Geographic Information – Web Map Server Interface". Está definido por 3 operaciones principalmente:

- G e t C a p a b i l i t i e s (O b l i g a t o r i o)

La respuesta es un documento G M L, el cual nos indica las características del servicio, sus metadatos del servicio, los tipos de entidad ofrecidos, así como los tipos de consulta soportadas.

- G e t M a p (O b l i g a t o r i o)

El resultado es la devolución de un mapa con información georeferenciada con los estilos y sistema de referencia deseados en formato gráfico.

- G e t F e a t u r e I n f o (o p c i o n a l)

Es una operación opcional, la cual nos permite visualizar información adicional de la capa, la cual es identificada a través del píxel del cual solicitamos ese requerimiento.

- W C S (W e b C o v e r a g e S e r v i c e).

Favorece el intercambio de datos geoespaciales en forma de coberturas, como imágenes satelitales, modelos digitales de terreno, entre otros, este servicio nos permite realizar consultas complejas sobre estos datos. Proporciona las siguientes operaciones

- G e t C a p a b i l i t i e s

La respuesta es un documento G M L, el cual nos indica las características del servicio, sus metadatos del servicio, los tipos de entidad ofrecidos, así como los tipos de consulta soportadas.

- D e s c r i b e C o v e r a g e

Permite obtener una descripción completa de las coberturas puestas a disposición

- G e t C o v e r a g e

Recupera las coberturas seleccionadas.

- C S W (C a t a l o g S e r v i c e W e b).

Forma parte de los tres servicios primordiales en una Infraestructura de Datos Espaciales, en esencia es nos permite realizar consultas y obtener descripciones de la información geoespacial y de los servicios prestados en los catálogos de metadatos para que faciliten la accesibilidad a los mismos. Dispone de 3 Operaciones primordialmente.

- GetCapabilities

La respuesta es un documento GML, el cual nos indica las características del servicio, sus metadatos del servicio, los tipos de entidad ofrecidos, así como los tipos de consulta soportadas.

- DescribeRecord

Como su nombre lo indica, con esta petición obtenemos una descripción de los registros del catálogo de metadatos.

- GetRecord

Es la devolución de todos recursos que se ajustan a las características de la búsqueda realizada

- GetRecordById

Nos permite recuperar un recurso de la búsqueda anteriormente realizada

- 2.5.3.6 Nomenclátor (WFS-G)

“Un Nomenclátor es un catálogo de entidades del mundo real que contiene alguna información sobre su posición. La información sobre la localización puede estar dada en forma de coordenadas o mediante una descripción.”⁴, en otras palabras un nomenclátor es un diccionario geográfico que nos permite el acceso a datos geoespaciales por nombres más que por coordenadas, la respuesta de este servicio devuelve una o más entidades relacionadas a la consulta.

⁴ ISO 19112

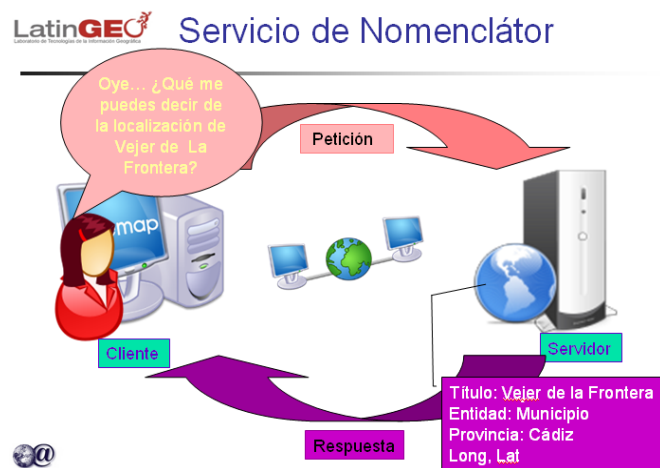


Figura. 2.5. Servicios de Nomenclátor.

Fuente: LatinGeo, Introducción a los Nomenclátors

Podemos definir 3 tipos de Nomenclátor:

1. Nombre + Coordenadas

Ej.: Quito+(-78.5,-0.2)

2. Nombre + Coordenadas + Tipo

Ej.: Quito+(-78.5,-0.2)+Municipio: Quito

3. Nombre + Coordenadas + Tipo + Relaciones (Tesauros)

Ej.: Quito+(-78.5,-0.2)+Municipio: Quito Provincia: Pichincha País:
Ecuador

Está definido por 3 operaciones:

- GetCapabilities

La respuesta es un documento GML, el cual nos indica las características del servicio, sus metadatos del servicio, los tipos de entidad ofrecidos, así como los tipos de consulta soportadas.

- DescribeRecord

Como su nombre lo indica, con esta petición obtenemos una descripción de los registros del catálogo de metadatos.

- GetFeature

Permite la obtención de las entidades.

2.6. NORMAS Y ESTÁNDARES

2.6.1. Normas

- ISO 19115 "Geographic Information – Metadata"

Aprobada en el año 2003, define el modelo para describir los servicios y la información geográfica (vector, raster, etc.), la manera en que se presentan, así como el grado de detalle que poseen y los servicios, consta de 140 páginas, 409 elementos de metadatos y 27 listas controladas. La norma define un número mínimo de metadatos requeridos como mínimo para la catalogación de la información.

- ISO 19115 -2: Extensión Ráster y malla

Es una extensión para datos raster y malla la cual no está aprobada definitivamente, está compuesta por 118 metadatos y 9 listas de control nuevas.

- ISO 19112 "Información Geográfica – Sistema de Referencia basado en Identificadores Geográficos"

Describe y define un sistema de referencia basados en indicadores geográficos para que pueda ser utilizado con eficiencia y rigor.

“Un identificador geográfico es una referencia espacial en forma de etiqueta o código que identifica una localización espacial.”⁵

- ISO 19139 Esquema XML para metadatos

Define esquemas XML para los metadatos definidos, si uno de ellos no cumplen con esta norma significa que no es interoperable.

2.6.2. Estándares

- OGC

El OGC es un Consorcio Internacional de más de 340 compañías, agencias gubernamentales y universidades que participan en un proceso de consenso para desarrollar especificaciones o estándares para la información geográfica.

2.6.3. Perfiles

- PEM o “PERFIL ECUATORIANO DE METADATOS”

Debido a que la Norma ISO 19115 es muy extensa se creó este Perfil de Metadatos, el cual es una recomendación del mínimo conjunto de metadatos necesarios para la descripción de los elementos Geográficos.

⁵ ISO 19112

CAPITULO 3

METODOLOGÍA

3.1. RECOPIACIÓN, ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN BASE

3.1.1. Fuentes de Información

Son las instituciones que son generadores de geo información.

- EPM M O P Q

Institución de Servicio público encargada de la planificación integral, ejecución y control de la infraestructura vial, de las obras publicas relacionadas, del transporte y la movilidad.

- DIRECCION METROPOLITANA DE AVALUOS Y CATASTROS

Es una dependencia del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, la cual es responsable del catastro inmobiliario, así como de la información predial en sus componentes físicos, jurídicos y económicos, apoyando de esta manera a la planificación del territorio.

- INEC

Genera información estadística confiable y oportuna del país con el propósito de facilitar la evaluación del desarrollo de la sociedad y economía, prepara y actualiza la cartografía estadística para la ejecución de diversas investigaciones, realiza censos en diferentes temáticas y de proveer información estadística a través de sistemas integrados georeferenciados.

- DIRECCION METROPOLITANA DE PLANIFICACION TERRITORIAL

Es una dependencia de gestión del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, el cual proporciona información cartográfica y estadística actualizada como Planos de Quito, Áreas Históricas, PUOS (Plan de uso y Ocupación del suelo), zonificación.

- CONSEJO NACIONAL DE GEOINFORMACION (CONAGE)

Es el ente encargado de Impulsar la producción de manera ordenada de la información espacial, formular políticas nacionales de geo información, promover la utilización de información geoespacial, facilitar el acceso a ella, así como proponer la normativa para su producción, almacenamiento, distribución, aplicación, derechos de autor mediante la implantación de la Infraestructura de Datos Espaciales Ecuatoriana.

- INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR (IGM)

De acuerdo a la Ley de Cartografía Nacional tiene la misión de elaborar la Cartografía Básica Nacional y el Archivo de Datos Geográficos y Cartográficos del país, además elabora especificaciones técnicas cartográficas, provee de fotografía aérea, cartografía oficial a diferentes escalas y posicionamiento georeferenciado.

- CLIRSEN

Realiza el inventario de los recursos naturales del país utilizando las técnicas de teledetección. Cuenta con archivos históricos e imágenes del país y de Latinoamérica de satélites SPOT, LANSAT, QUICKBIRD.

- SENPLADES

Administrar el Sistema Nacional de Información a nivel sectorial y territorial, estableciendo objetivos y políticas nacionales, sustentados en procesos de información, investigación, capacitación, seguimiento y evaluación; orientando la inversión pública; promoviendo una reforma sostenida, integral y democrática del Estado, a través de una activa participación ciudadana, que contribuya a una gestión pública transparente y eficiente e impulse el desarrollo humano sostenible.

3.2. NORMATIVA VIGENTE PARA ÁREAS VERDES

La tabla presentada es un extracto de la Ordenanza Municipal 3457 que se encuentra en vigencia, nos detalla las características a cumplir para que un área verde sea clasificada dentro de las categorías aquí presentes.

Tabla. 3.1. Extracto Ordenanza Municipal

CATEGORIA	SIMB	TIPOLOGIA	SIMB.	ESTABLECIMIENTOS	RADIO DE INFLUENCIA (m)	NORMA (m ² /hab.)	LOTE MINIMO (m ²)	POBLACION BASE (habitantes)
Recreativo y deportes E	ED	Barrial	EDB	Parques infantiles, parque barrial, plazas, canchas deportivas	400	0.30	300	1000
		Sectorial	EDS	Parque sectorial, centros deportivos públicos y privados, polideportivos, gimnasios y piscinas.	1000	1.00	5000	5000
		Zonal	EDZ	Parque zonal, polideportivos especializados y coliseos (hasta 500 personas), centro de espectáculos, galleras.	3000	0.50	10000	20000
		Ciudad o metropolitanos	EDM	Parques de ciudad y metropolitano, estadios, coliseos, jardín botánico, zoológicos, plazas de toros.		1.00	50000	50000

Fuente: Ordenanza Metropolitana N° 3457. Edición Especial N° 7, del 29 de Octubre de 2003.

Adicionalmente la OMS recomienda que las urbes dispongan como optimo 15 m²/habitante y mínimo 10 m²/habitante, distribuidos equitativamente en relación a la densidad de la población y por tanto, de edificación.

3.3. DEFINICIÓN DEL MODELO ESPACIAL A UTILIZAR

Para la realización de este mapa se debe tener en cuenta los modelos de localización óptima de instalaciones, abordaremos las principales líneas de desarrollo y de los modelos más utilizados para llegar al objetivo planteado.

Las instalaciones pueden clasificarse en dos categorías: las que generan bienestar y las que ocasionan malestar, debemos acotar que nuestro caso de estudio se centra en la primera opción.

3.3.1. Modelos de localización óptima para instalaciones deseables.

Se basan en el principio de localizar instalaciones que generan efectos positivos, es decir beneficiosos para la población, por esta razón se postula que deben tener buena accesibilidad espacial, o sea que las instalaciones a localizarse estén razonablemente próximas.

Este tipo de modelos abordan por un lado la localización optima de los equipamientos y por otro lado asignan la demanda (usuarios o consumidores) a los puntos de oferta, por esta razón se los denomina modelos de localización – asignación. Estos modelos los podemos clasificar de acuerdo a su objetivo.

- Objetivo de Eficiencia.

Se parte del concepto de eficiencia espacial, ya que un problema que se ha suscitado hace tiempo es de carácter de optimización basado en la reducción al mínimo de costes de desplazamiento.

- El Principio MINISUM

A través del siguiente enunciado vamos a ejemplificar este primer modelo:
 “Dado un número de centros de servicio a instalar, averiguar, de entre los emplazamientos posibles, el conjunto que minimizaría el desplazamiento total de los usuarios, asignándolos al centro más próximo”⁶

Como podemos observar, su función es minimizar los costes totales de desplazamiento desde la demanda a la oferta (centros de servicio), por lo cual permite el manejo del número de centros y el desplazamiento total, esto se traduce en que con un aumento del número de centros de servicio hay una disminución en el desplazamiento total. Antes de introducir el modelo se establecerá la notación siguiente:

$i = 1, \dots, m$: índice de los puntos de demanda

$j = 1, \dots, n$: índice de los sitios candidatos y aptos para acoger el equipamiento

d_i = demanda en el lugar i

t_{ij} = Coste transporte de i a j

x_{ij} = Proporción de la demanda de i asignada al centro j .

De esta manera la función podría ser escrita de la siguiente manera:

$$\text{Minimizar } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n d_i t_{ij}^{\beta} x_{ij}$$

Ecuación. 3.1. Principio MINISUM

Fuente: Bosque Sendra Joaquín y Moreno Jiménez Antonio, *Sistemas de Información Geográfica y Localización de instalaciones y equipamientos*, 2004, RA-MA

En donde se trata de minimizar el valor Z resultante de sumar, tanto para cada lugar de demanda, i , como para todos los lugares candidatos, j , el producto

⁶ Bosque Sendra Joaquín y Moreno Jiménez Antonio, *Sistemas de Información Geográfica y Localización de instalaciones y equipamientos*, 2004, RA-MA

de la demanda en cada uno de tales lugares, d_i , por el costo de transporte, t_{ij} , desde cada lugar al centro j más próximo.

- La maximización de la accesibilidad

Su función es buscar la solución que maximice la accesibilidad espacial de la población, el modelo maximiza el potencial de los centros de servicio sobre el punto de demanda más próximo.

Se parte de una noción de accesibilidad de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\pi_i = Q_j / (a + t_{ij}^B)$$

Ecuación. 3.2 Accesibilidad.

Fuente: Bosque Sendra Joaquín y Moreno Jiménez Antonio, Sistemas de Información Geográfica y Localización de instalaciones y equipamientos, 2004, RA-MA

π_i = potencial calculado sobre el punto de demanda i

Q_j = indicador del atractivo de la instalación a implantar en un emplazamiento j

a = constante

t_{ij} = distancia entre el punto de demanda i y el emplazamiento j .

B = exponente que modula la fricción de la distancia.

En base a lo anterior expuesto la función se expresa de la siguiente manera:

$$\text{Maximizar } F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \pi_i X_{ij}$$

Ecuación. 3.3 Maximización de la accesibilidad

Fuente: Bosque Sendra Joaquín y Moreno Jiménez Antonio, Sistemas de Información Geográfica y Localización de instalaciones y equipamientos, 2004, RA-MA

- En busca del esquema de localización que maximiza los beneficios.

Un problema que debemos tener en cuenta es la localización de instalaciones con capacidad ilimitada UFLP (uncapacitated facility location problem), el cual se encuentra orientado hacia la maximización del beneficio como resultado de la diferencia entre los ingresos y los costos del productor – vendedor.

Está muy emparentado con el minisum, pero debe ser reformulado de forma que permita determinar el tamaño y localización de instalaciones, minimizando los costos con el objetivo de satisfacer la demanda. La siguiente fórmula representa este modelo.

$$\text{Minimizar } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n d_i (v_j + t_{ij}) x_{ij} + \sum_{j=1}^m f_j y_j$$

Ecuación. 3.4 Maximización de los Beneficios

Fuente: Bosque Sendra Joaquín y Moreno Jiménez Antonio, Sistemas de Información Geográfica y Localización de instalaciones y equipamientos, 2004, RA-MA

d_i = demanda del lugar i

v_j = costo de producir para un consumidor en la instalación j

t_{ij} = costo de transporte para servir a la demanda situada en i desde la instalación j

x_{ij} = proporción de la demanda i servida en j

f_j = Costo fijo de la instalación en el lugar j

y_j = variable de decisión que toma valor de 1 si se implanta en un lugar j un centro de producción, caso contrario tomara valor 0.

- El objetivo de equidad espacial

Su objetivo es conseguir que la accesibilidad espacial de la demanda a los servicios no sea muy desigual.

Este modelo parte del principio de que los que se encuentran próximos a los servicios se ven aventajados, mientras los que se encuentran lejos se hallan penalizados, dando lugar al denominado objetivo "mínimax" el cual se interpretaría de la siguiente forma:

"Dado un número limitado de equipamientos a instalar, averiguar de entre los emplazamientos posibles, el conjunto que minimizaría la distancia o desplazamiento máximo ocasionado, asignando siempre la demanda al centro más próximo. Se persigue maximizar la igualdad a través de forzar que la distancia/coste desplazamiento al punto de servicio desde el caso más perjudicado sea la menor posible."⁷

La formulación sería:

$$\text{Minimizar } F = \text{Max}_{i=1,..,m} d_{ij} t_{ij} x_{ij}$$

Ecuación. 3.5 MINIMAX

Fuente: Bosque Sendra Joaquín y Moreno Jiménez Antonio, *Sistemas de Información Geográfica y Localización de instalaciones y equipamientos*, 2004, RA-MA

Las soluciones presentadas se ven fuertemente condicionadas, ya que la premisa de este modelo es privilegiar a la población más perjudicada, ocasionando que se alejen en muchos casos donde existe una mayor concentración de la población.

- El objetivo de la cobertura espacial

En muchos casos, la localización de instalaciones deseables no se mueven por el deseo de optimizar, ya que existen políticas o normas de planificación que exigen que la demanda o población queden dentro de un radio de distancia o

⁷ Bosque Sendra Joaquín y Moreno Jiménez Antonio, *Sistemas de Información Geográfica y Localización de instalaciones y equipamientos*, 2004, RA-MA

tiempo de desplazamiento al servicio más próximo, distancia que consideran razonablemente satisfactoria y posee una accesibilidad aceptable.

Estos modelos son utilizados para localización de servicios de tipo urgente como son bomberos, policías, etc. o atiendan a poblaciones con dificultad de desplazamiento como son los niños, ancianos, etc.

- El Problema de Cobertura del Conjunto

Se lo puede entender de la siguiente manera: busca el conjunto mínimo de instalaciones, de manera que toda la población se encuentre dentro de su radio de influencia o costo de desplazamiento definido.

El programa lineal se formula así:

$$\text{Minimizar } Z = \sum_{j=1}^n f_j y_j$$

Ecuación. 3.6 Cobertura del Conjunto

Fuente: Bosque Sendra Joaquín y Moreno Jiménez Antonio, Sistemas de Información Geográfica y Localización de instalaciones y equipamientos, 2004, RA-MA

f_j = costo de la instalación en el sitio j

Este modelo nos ofrece un abanico de soluciones, ya que modificando el alcance espacial se nos presentaran múltiples esquemas de localización.

El modelo descrito asume que los centros de servicio carecen de limitación por razones de capacidad máxima y pueden atender a la demanda sin ninguna complicación.

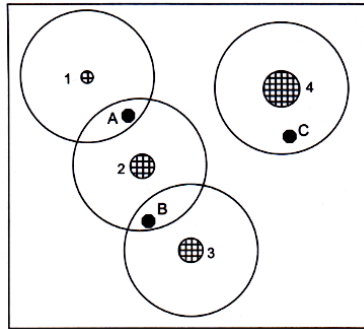


Figura. 3.1. Ilustración de los sitios candidatos (A, B y C) que cubren a cada asentamiento (1, 2, 3 y 4) dentro de la distancia especificada. Conjuntos: $N1 = \{A\}$, $N2 = \{A \text{ y } B\}$, $N3 = \{B\}$, $N4 = \{C\}$
Fuente: Bosque Sendra Joaquín y Moreno Jiménez Antonio, Sistemas de Información Geográfica y Localización de instalaciones y equipamientos, 2004, RA-MA

- El Problema de Cobertura Máxima

Se puede expresar de la siguiente manera: Dado un número determinado de emplazamientos a instalar, determina cual conjunto de ellos garantiza que el máximo número de usuarios este dentro de su área de influencia o costo de desplazamiento. Está sujeto a dos premisas, las cuales contemplan la distancia a la cual el servicio se degrada (accesibilidad) y la segunda que solo se pueden establecer un cierto número de emplazamientos debido a restricciones presupuestarias. La función podría expresarse de la siguiente forma:

$$\text{Maximizar } F = \sum_{i=1}^m d_i x_{ij}$$

Ecuación. 3.7 Cobertura Máxima

Fuente: Bosque Sendra Joaquín y Moreno Jiménez Antonio, Sistemas de Información Geográfica y Localización de instalaciones y equipamientos, 2004, RA-MA

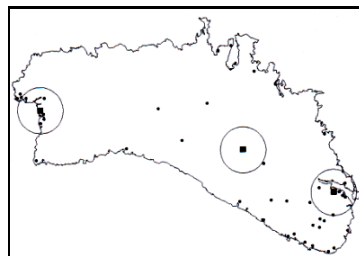


Figura. 3.2. Solución para tres instalaciones con cobertura máxima dentro de 3 kilómetros, 44 sitios candidatos y distancias lineales. Los círculos muestran las áreas cubiertas.

Fuente: Bosque Sendra Joaquín y Moreno Jiménez Antonio, Sistemas de Información Geográfica y Localización de instalaciones y equipamientos, 2004, RA-MA

- La búsqueda de soluciones de compromiso entre eficiencia y cobertura espacial
 - El problema de cobertura máxima con restricción de alcance espacial

Es una variante del anterior modelo mencionado, pero añade la restricción de que nadie esté fuera de un Umbral de distancia, con la ejecución de este modelo se fuerza a que nadie se encuentre fuera de un radio de acción y a la vez que las aglomeraciones de usuarios se vean priorizadas para cubrirlos.

De esta manera estamos manejando tres aspectos: número de centros a instalar, alcance o umbral de accesibilidad y un principio de eficiencia ya que la mayor parte de la demanda queda comprendida en el umbral de distancia inferior.

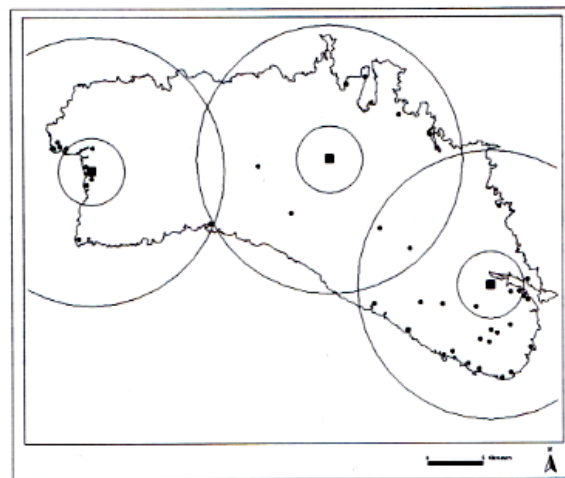


Figura. 3.3. La solución para tres instalaciones con cobertura máxima dentro de 3 km y restricción de alejamiento máximo de 12 kilómetros, 44 sitios candidatos y distancias lineales. Se muestran los círculos de cobertura especificados.

Fuente: Bosque Sendra Joaquín y Moreno Jiménez Antonio, Sistemas de Información Geográfica y Localización de instalaciones y equipamientos, 2004, RA-MA

- El problema MINISUM con cobertura obligatoria.

Tiene como premisa que toda la demanda este a menos de una distancia o costo de desplazamiento prefijado (S), evitando las desigualdades excesivas.

Modificando esta variable y el número de instalaciones a implantar se puede generar varias alternativas.

La formulación podría expresarse de la siguiente forma:

$$\text{Minimizar } F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n d_i t_{ij} x_{ij}$$

Ecuación. 3.8 MINISUM con cobertura obligatoria

Fuente: Bosque Sendra Joaquín y Moreno Jiménez Antonio, Sistemas de Información Geográfica y Localización de instalaciones y equipamientos, 2004, RA-MA

La variable t_{ij} se redefine de la siguiente manera:

$$t_{ij} = t_{ij} \text{ si } t_{ij} \leq S$$

$$t_{ij} = \infty \text{ si } t_{ij} > S$$

- El objetivo de eficiencia en la captación de la demanda

Tiene como premisa maximizar la demanda captada, este fenómeno se aborda para la localización óptima de instalaciones para el sector público.

- El problema de Captación Máxima de demanda en un Entorno Competitivo

También conocido como maxcap (modelo de captura máxima) se lo puede entender de la siguiente manera:

“dada la existencia de un número de equipamientos en una localización fija y conocida, averiguar de entre los sitios posibles qué conjunto de ellos lograría

captar la máxima demanda, en competencia con los ya existentes y asignando los usuarios al equipamiento más cercano”⁸.

Se entiende que al instalar el nuevo equipamiento se busca captar la mayor clientela posible de la competencia. Este modelo se puede expresar de la siguiente manera:

$$\text{Maximizar } F = \sum_{i=1}^m \sum_{j \in J_N \cup J_O} c_{ij} x_{ij}$$

Ecuación. 3.9 Captación de Demanda

Fuente: Bosque Sendra Joaquín y Moreno Jiménez Antonio, Sistemas de Información Geográfica y Localización de instalaciones y equipamientos, 2004, RA-MA

J_N = conjunto de sitios candidatos libres

J_O = conjunto de sitios ocupados ya por los proveedores establecidos

S_i = distancia o costo de desplazamiento desde el lugar de demanda al equipamiento más cercano.

$C_{ij} = d_i$ si $t_{ij} < S_i$

$C_{ij} = d_i/2$ si $t_{ij} = S_i$

$C_{ij} = 0$ si $t_{ij} > S_i$

Un aspecto de este modelo es que se considera que la demanda es rígida, es decir esta no varía con la distancia a los centros, por lo cual su aplicabilidad es limitada.

- Modelo de localización óptima con demanda elástica y asignada al centro más próximo.

El objetivo puede expresarse de la siguiente manera: “Dado un número de centros a localizar, identificar el conjunto de lugares que en conjunto lograrían

⁸ Bosque Sendra Joaquín y Moreno Jiménez Antonio, Sistemas de Información Geográfica y Localización de instalaciones y equipamientos, 2004, RA-MA

atraer el máximo de demanda, asumiendo que esta es elástica respecto a dicha distancia y asignando siempre dicha demanda al centro más próximo"⁹.

El modelo selecciona sitios para equipamientos que garantizan el máximo número de habitantes, asumiendo un descenso de estos en relación con la distancia.

La función se formula de la siguiente manera:

$$\text{Maximizar } F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n d_i (1 - b \cdot t_{ij}) x_{ij}$$

Ecuación. 3.10 Demanda Elástica

Fuente: Bosque Sendra Joaquín y Moreno Jiménez Antonio, Sistemas de Información Geográfica y Localización de instalaciones y equipamientos, 2004, RA-MA

d_i = demanda de la zona i

b = parámetro de descenso con la distancia

3.4. GENERACIÓN DE INFORMACIÓN

3.4.1. Mapa de Concentración y deficiencia de Áreas verdes

Para la generación de este mapa se tomó en consideración los límites administrativos, población, áreas verdes y su influencia de acuerdo a la normativa vigente.

A continuación se detalla paso a paso la realización de este modelo.

El primer paso es seleccionar la población que se encuentra dentro de nuestra área de estudio, que en este caso es la zona administrativa Norte como se puede apreciar en la figura.

⁹ Bosque Sendra Joaquín y Moreno Jiménez Antonio, Sistemas de Información Geográfica y Localización de instalaciones y equipamientos, 2004, RA-MA

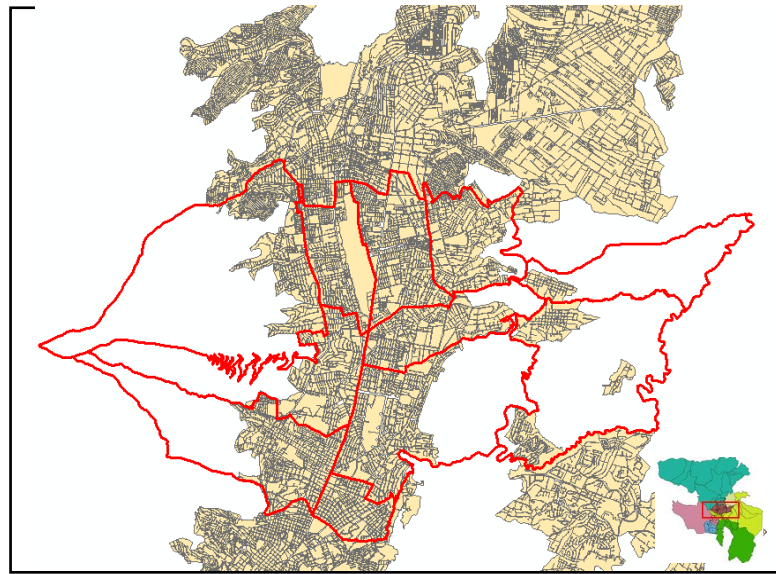


Figura. 3.4. Zona Norte y la Distribución de la Población

El resultado es el que se puede apreciar a continuación, cada una de estas manzanas contienen el dato de población, estas manzanas las convertiremos en punto.

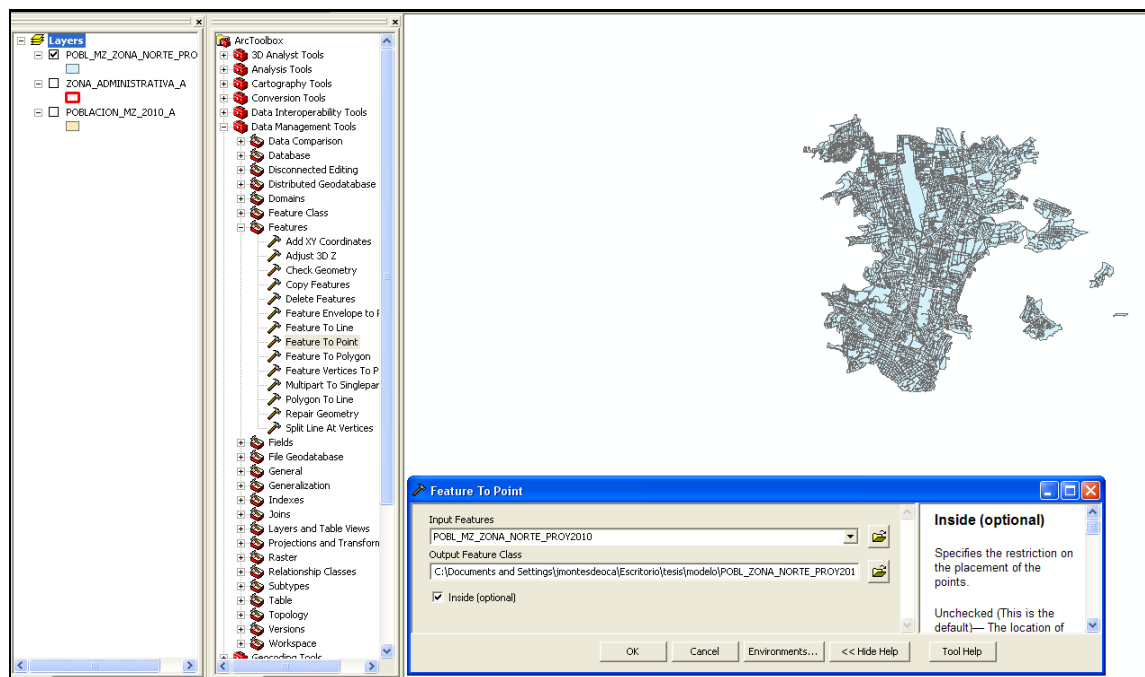


Figura. 3.5. Población de la Zona Norte

Debido a la condición impuesta, el punto generado se encuentra dentro del polígono del cual proviene como podemos observar en la siguiente figura.

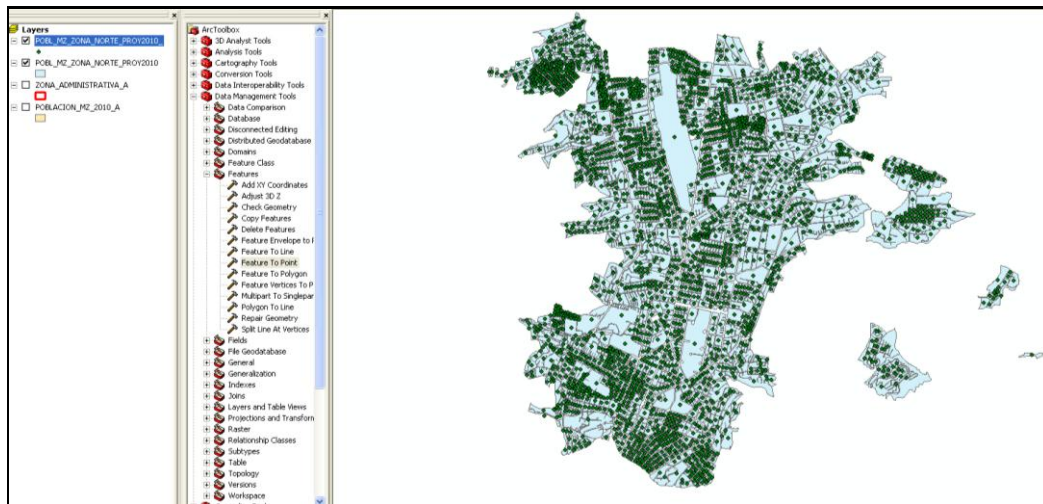


Figura. 3.6. Puntos generados a partir de lotes de población.

Del shape de población proyectado al 2010, identificamos 185 de 2901 registros los cuales no poseen información, razón por la cual las vamos a excluirlas del análisis, de esta manera nuestra capa final se puede apreciar de esta manera, capa que posteriormente utilizaremos nuevamente.

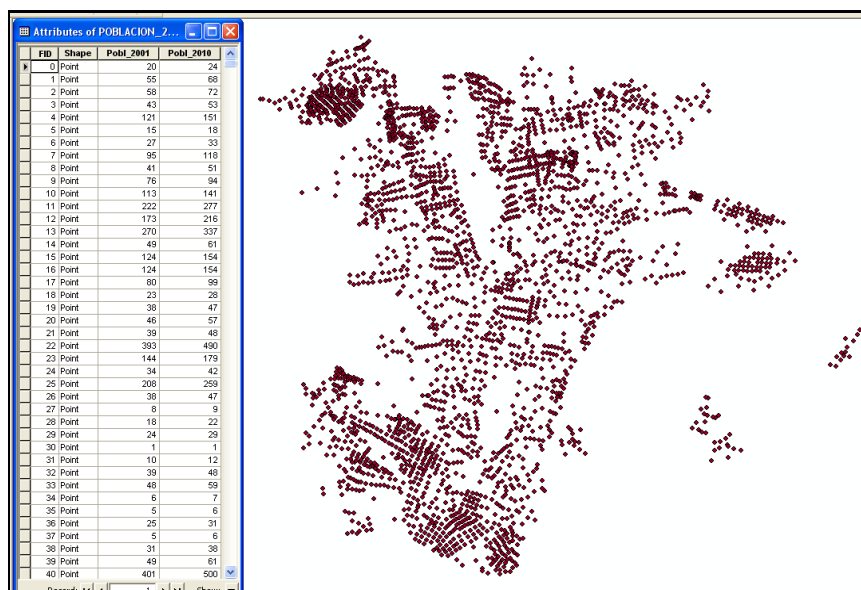


Figura. 3.7. Población y estructura de la tabla

Ahora vamos a proceder a trabajar con las áreas verdes, para lo cual, primero vamos a calcular su área, y clasificarlas de acuerdo a la normativa vigente.

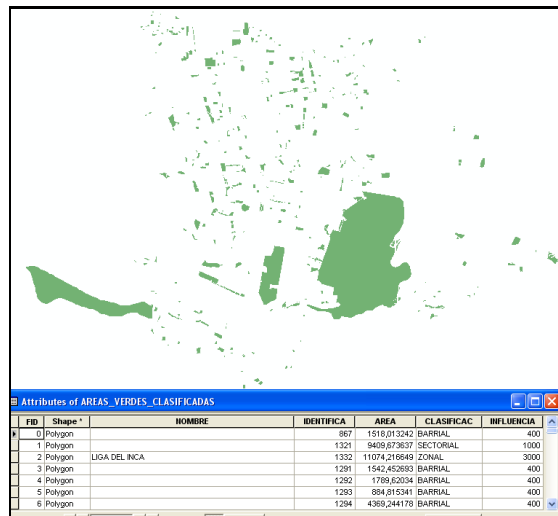


Figura. 3.8. Áreas Verdes Zona Norte

Generamos las áreas de influencia en base a las normas establecidas.

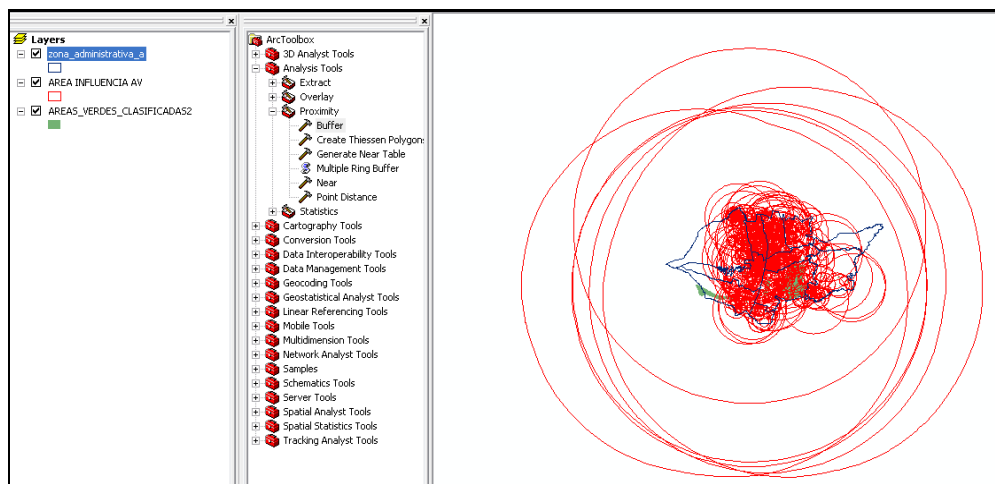


Figura. 3.9. Áreas de Influencia de Áreas Verdes

Se realiza un Spatial Join entre las Áreas de influencia de las áreas verdes y la población, con la condición que suma la población de cada uno de los centroides presentes dentro de cada uno de estas áreas.

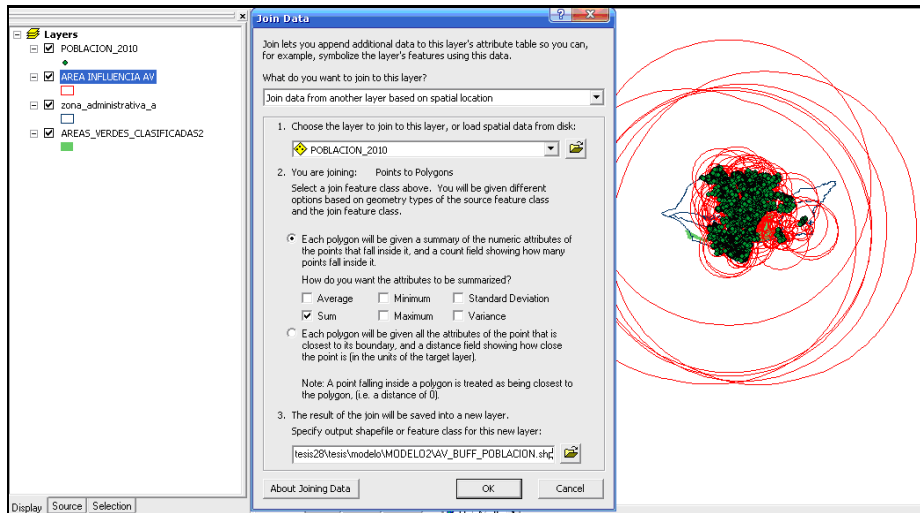


Figura. 3.10. Spatial Join Áreas Influencia Áreas Verdes y Población

Del proceso se obtiene un shape de polígonos del cual se obtiene la siguiente tabla, en donde LA SUMA INTERNA DE LA POBLACION DEL AÑO 2001 está representada por el campo Sum_Pobl_2, mientras que del año 2010 está representada por Sum_Pobl_1. Adicionalmente podemos ver que se encuentran los campos de área de las áreas verdes, influencia y clasificación.

FID	Shape	NOMBRE	IDENTIFICA	AREA	CLASIFICAC	INFLUENCIA	BUFF_DIST	Sum_Pobl_2	Sum_Pobl_1
0	Polygon		867	1518.013242	BARRIAL	400	400	2981	3701
1	Polygon		1321	9409.673637	SECTORIAL	1000	1000	31710	39482
2	Polygon	LIGA DEL INCA	1332	11074.216649	ZONAL	3000	3000	189082	235526
3	Polygon		1291	1542.452693	BARRIAL	400	400	7534	9397

Figura. 3.11. Estructura Final de la tabla de la cobertura de Áreas Verdes

Con los datos que tenemos embebidos en la tabla anterior procedemos a calcular la concentración (m²/hab área verde) presente en cada una de las áreas de influencia.

IDENTIFICA	AREA	CLASIFICAC	INFLUENCIA	BUFF_DIST	Sum_Pobl_2	Sum_Pobl_1	CONCENTRAC
867	1518.013242	BARRIAL	400	400	2981	3701	0.410163
1321	9409.673637	SECTORIAL	1000	1000	31710	39482	0.238328
1332	11074.216649	ZONAL	3000	3000	189082	235526	0.047019
1291	1542.452693	BARRIAL	400	400	7534	9397	0.164143

Figura. 3.12. Cálculo de Concentración de Áreas Verdes

Una vez realizado el proceso anterior separamos las áreas generadas por las intersecciones de los polígonos respetando el cálculo de la concentración previamente calculada.

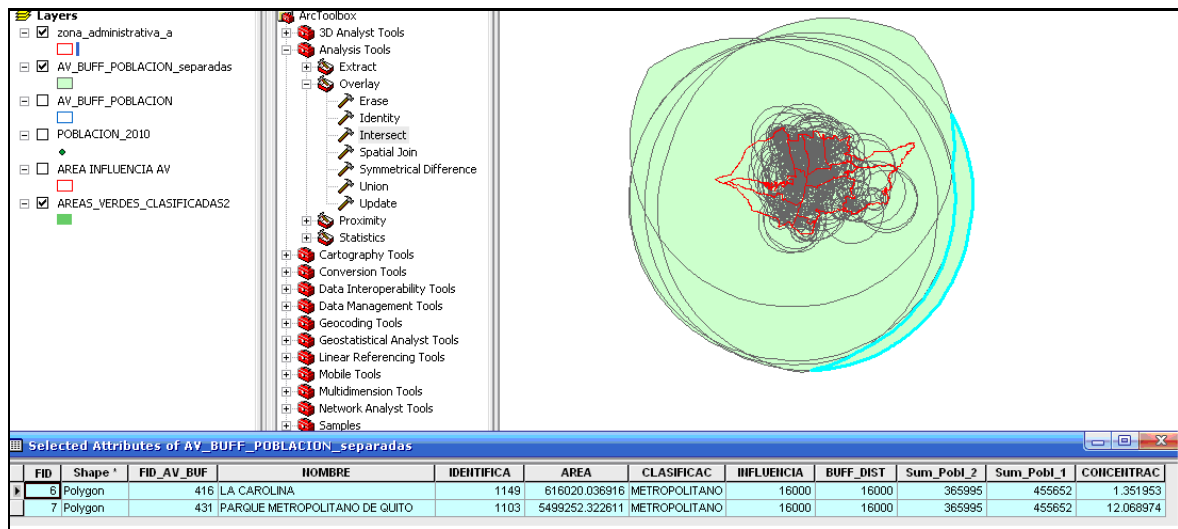


Figura. 3.13. Separación en multipolígonos.

En el caso de los parques metropolitanos se calculó su concentración tomando como base toda la población del DMQ proyectada al 2010, mientras que para los parques barriales, sectoriales y zonales la población con la que se trabaja es la presente en la zona de estudio.

Este reemplazo de concentración se realizó para que estos datos reflejen de una manera más precisa la realidad; un ejemplo del reemplazo se visualiza en la siguiente figura.

NOMBRE	IDENTIFICA	AREA (m2)	POBLACION (hab)	CONCENTRACION (m2/hab)	CLASIFICAC	INFLUENCIA
PARQUE INGLES	626	56720.716	2297724	0.024686	METROPOLITANO	DMQ
PARQUE DE LA MUJER Y EL NIÑO	1340	64758.462	2297724	0.028184	METROPOLITANO	DMQ
	1075	50814.745	2297724	0.022115	METROPOLITANO	DMQ
LA CAROLINA	1149	616020.037	2297724	0.268100	METROPOLITANO	DMQ
PARQUE METROPOLITANO DE QUITO	1103	5499252.323	2297724	2.393348	METROPOLITANO	DMQ
TELEFERICO	2676	1434540.024	2297724	0.624331	METROPOLITANO	DMQ

Figura. 3.14. Cálculo de concentraciones de Áreas Verdes de clasificación "metropolitano"

ID	Shape	ID_AV_BUFF	NOMBRE	IDENTIFICAC	AREA	CLASIFICAC	BIFLENCIA	BUFF_DIST	Suma_Pobl_2	Suma_Pobl_1	CONCENTRAC
3	Polygon	435	TELEFERICO	2676	1434568.024472	METROPOLITANO	16000	16000	369395	459552	0.624351
5	Polygon	435	TELEFERICO	2676	1434568.024472	METROPOLITANO	16000	16000	369395	459552	0.624351
9	Polygon	435	TELEFERICO	2676	1434568.024472	METROPOLITANO	16000	16000	369395	459552	0.624351
11	Polygon	435	TELEFERICO	2676	1434568.024472	METROPOLITANO	16000	16000	369395	459552	0.624351
14	Polygon	435	TELEFERICO	2676	1434568.024472	METROPOLITANO	16000	16000	369395	459552	0.624351
20	Polygon	435	TELEFERICO	2676	1434568.024472	METROPOLITANO	16000	16000	369395	459552	0.624351
26	Polygon	435	TELEFERICO	2676	1434568.024472	METROPOLITANO	16000	16000	369395	459552	0.624351
29	Polygon	435	TELEFERICO	2676	1434568.024472	METROPOLITANO	16000	16000	369395	459552	0.624351
35	Polygon	435	TELEFERICO	2676	1434568.024472	METROPOLITANO	16000	16000	369395	459552	0.624351

Figura. 3.15. Tabla final de concentración de Áreas Verdes

Ahora vamos a necesitar dar un identificador único a cada una de estas áreas generadas por lo cual y para mayor velocidad de procesamiento vamos a trabajar con la cobertura de buffers de áreas verdes, la cual vamos a transformarla en líneas, posteriormente en polígonos y para finalizar en puntos, los cuales tienen la propiedad de que se encuentran dentro del cada uno de los polígonos, este proceso se muestra en los siguientes gráficos.

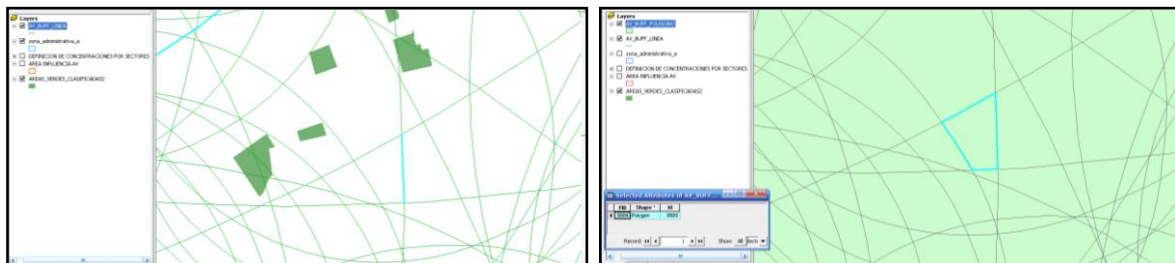


Figura. 3.16. Generación de Polígonos a partir de intersección de áreas de influencia de áreas verdes

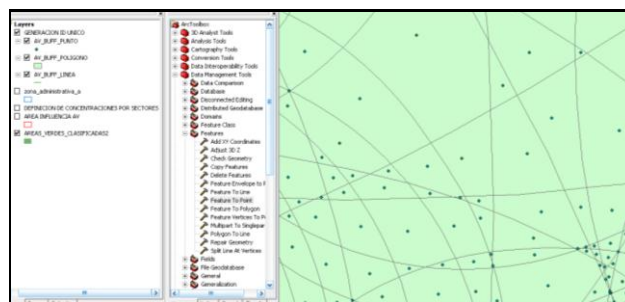


Figura. 3.17. Generación de Puntos internos a partir de Polígonos de intersección de áreas de influencia de áreas verdes.

El siguiente paso es realizar una intersección de los puntos generados de cada área con un identificador único con la cobertura de áreas de concentraciones con la finalidad que cada área tenga un identificador único y sus respectivas concentraciones.

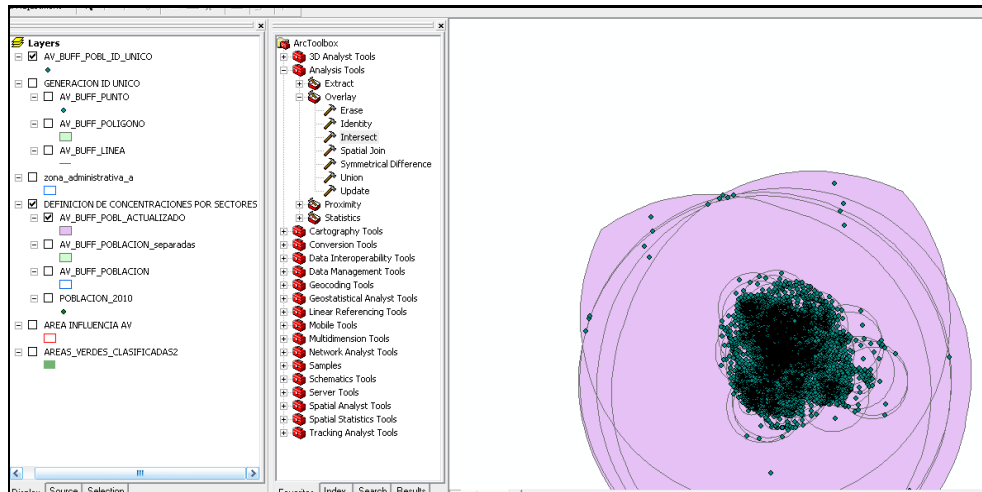


Figura. 3.18. Intersección Áreas de Concentraciones y Puntos Internos Generados

Se realiza la suma de las concentraciones parciales de cada una de las zonas para obtener una concentración total, de la cual obtendremos una tabla en formato .dbf, la cual asociaremos con la geografía de polígonos con identificador único.

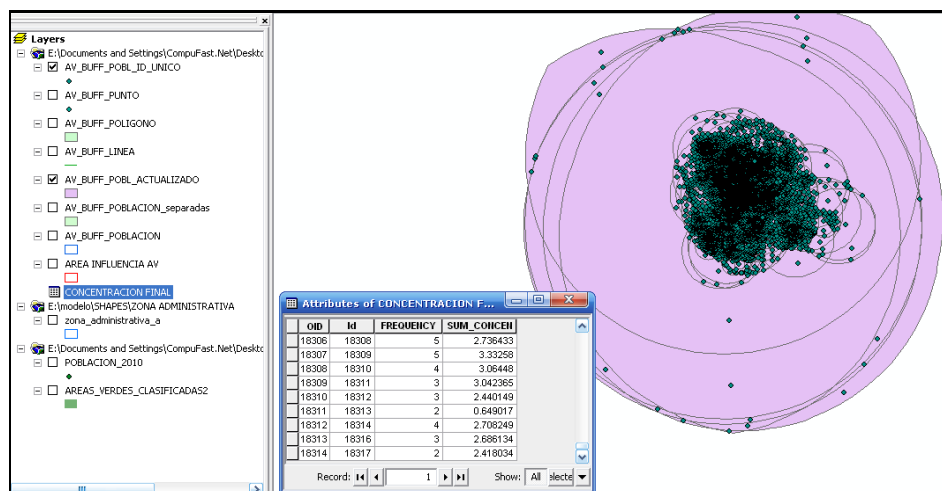


Figura. 3.19. Suma de Concentración de Áreas Verdes por polígono

Clasificamos el resultado obtenido y tenemos nuestro mapa de concentración y deficiencia de áreas verdes.

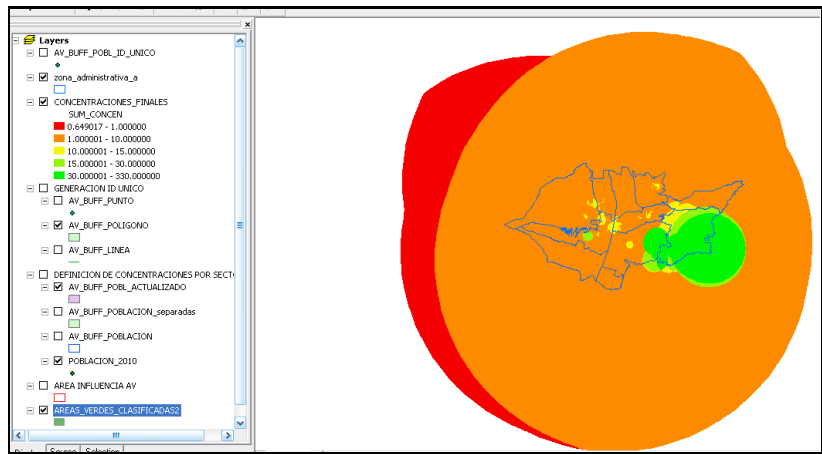


Figura. 3.20. Mapa de Concentración de Áreas Verdes

Al realizar una clasificación podemos determinar que la zona norte cumple con los establecido de acuerdo a la normativa municipal que dice que cada habitante debe tener entre 0.3 y 1 m²/hab de área verde.

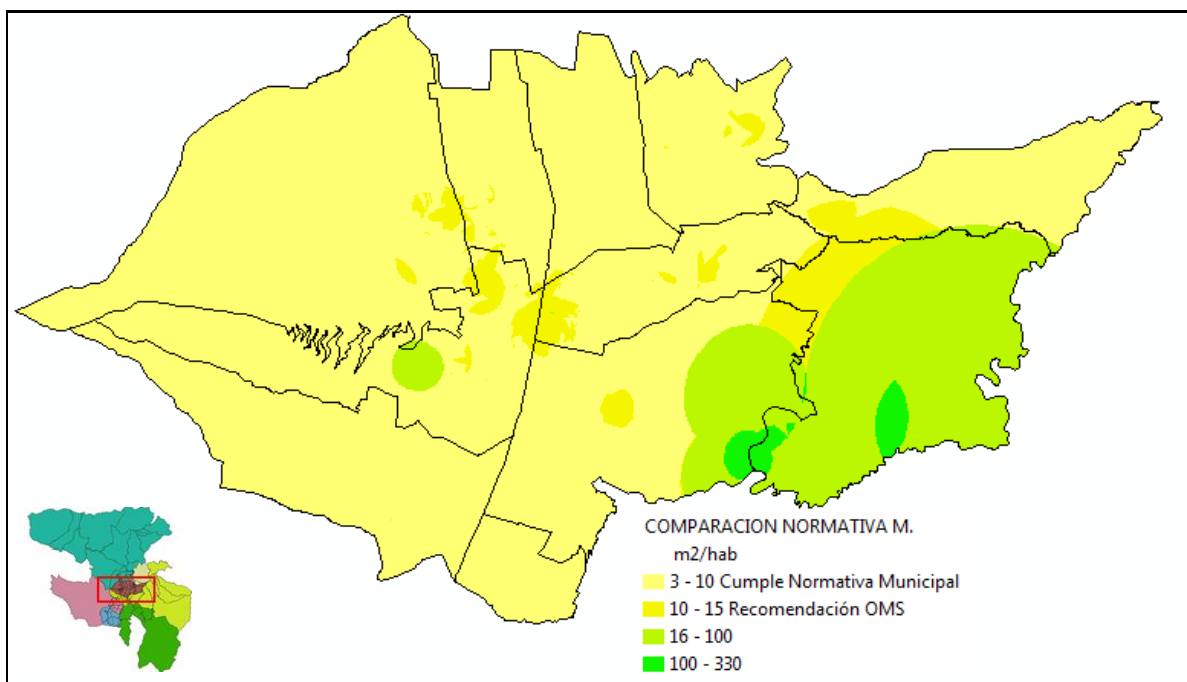


Figura. 3.21. Mapa de Concentración de Áreas Verdes comparada con la Normativa Municipal.

Pero al compararla con las recomendaciones emitidas por la OMS, podemos observar la deficiencia de áreas verdes en esta zona.

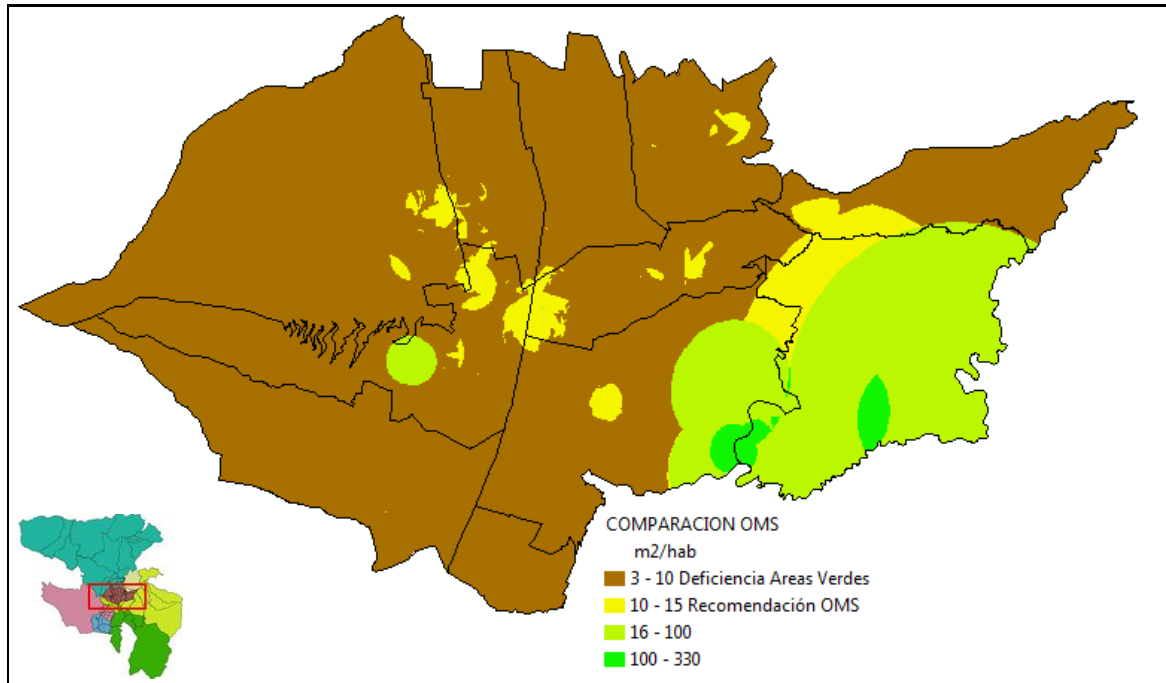
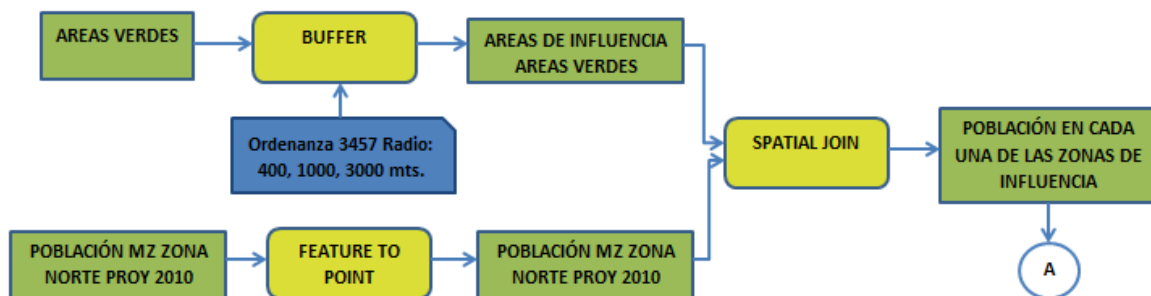


Figura. 3.22. Mapa de Concentración de Áreas Verdes comparada con las recomendaciones de la OMS.

- Flujo de procesos del Mapa de Concentración de Áreas Verdes



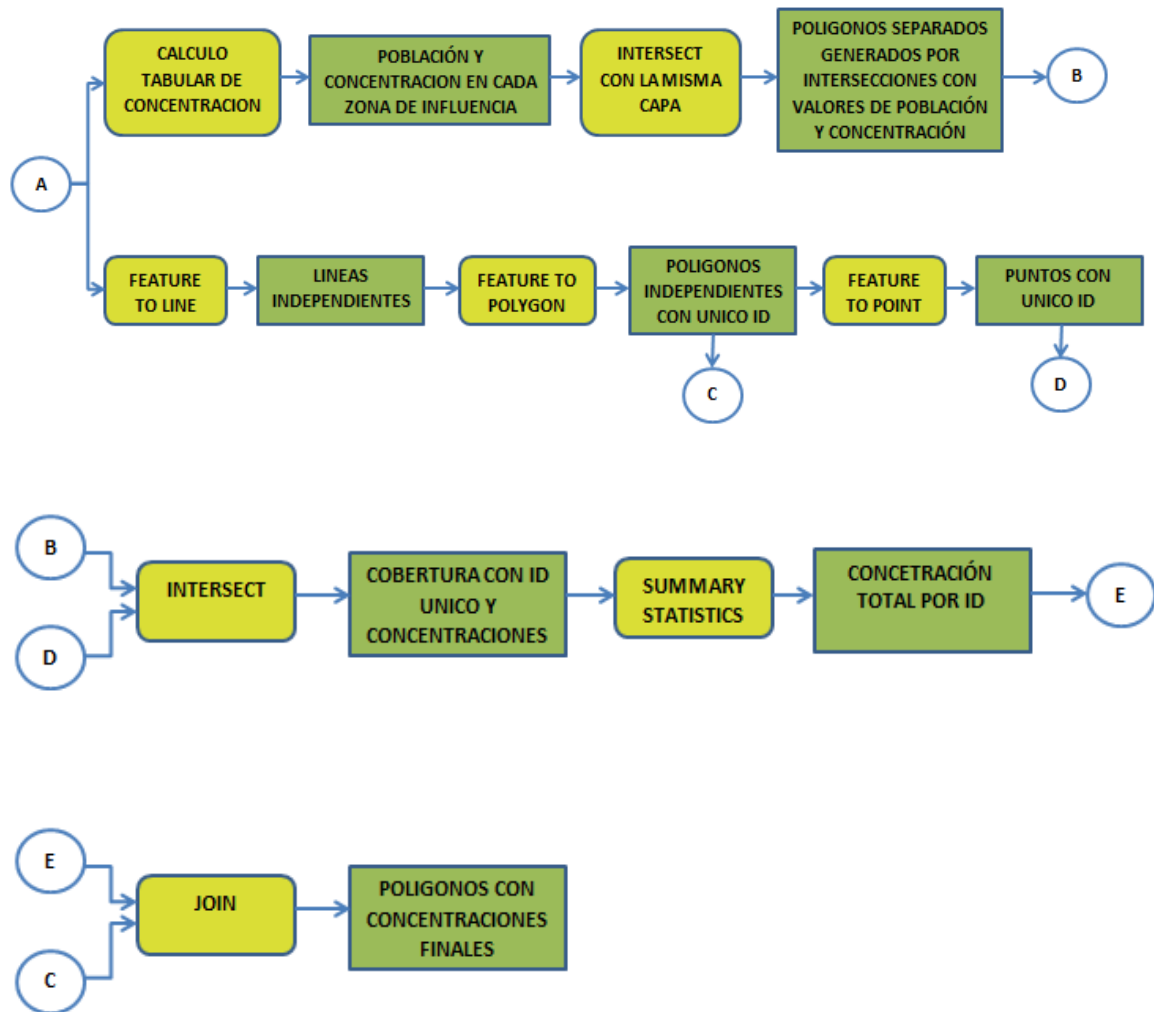


Diagrama 3.1. Concentración de Áreas Verdes

3.4.2. Mapa Potencial de Áreas Verdes

Para llevar a cabo este mapa, vamos a hacer uso de Localiza, el cual es un software de ayuda para la decisión espacial, el cual se especializa en la localización de equipamiento social, se basa en los formatos de IDRISI y en la librería de clases geográficas InovaGIS.

- Preparación de la Información

Para aplicar los modelos de localización – asignación óptima en formato raster requerimos de tres imágenes como información.

- Localización de los puntos de la población:

Exportamos una cobertura de ejemplo usado en Localiza que trabaja bajo la plataforma de Idrisi a formato shape con la finalidad de compatibilizar la estructura de la información de población que se va a proceder a analizar.

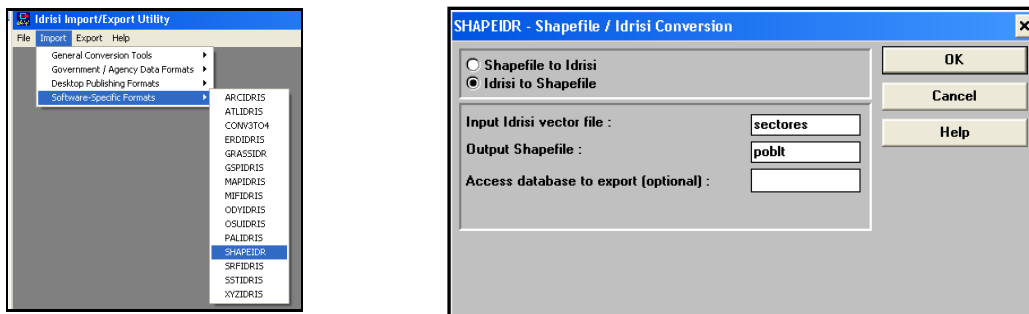


Figura. 3.23. Generación de archivo semilla

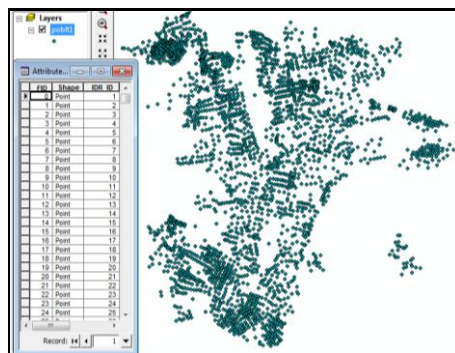


Figura. 3.24. Estructuración de Información de población acorde a necesidades del software LOCALIZA

El archivo de población en formato shape se importa desde Idrisi para obtener un archivo de tipo vector que pueda procesar el software.

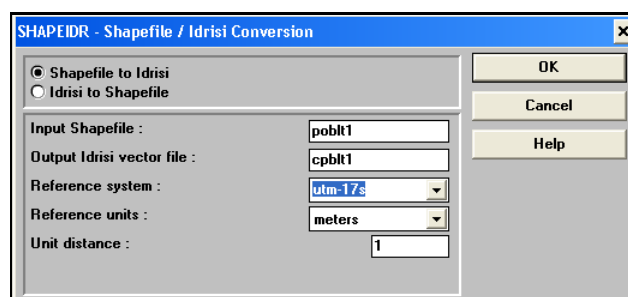


Figura. 3.25. Importación de formato .shp a formato vector IDRISI

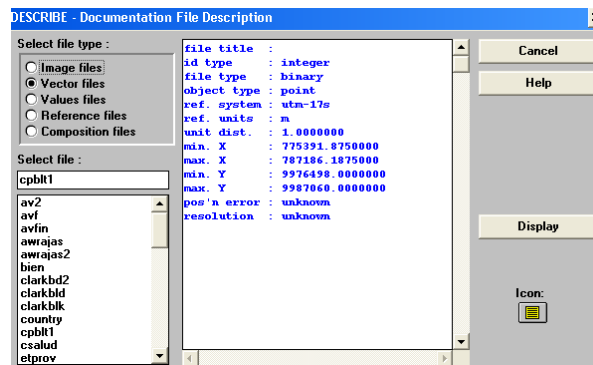


Figura. 3.26. Descripción de propiedades de la cobertura.

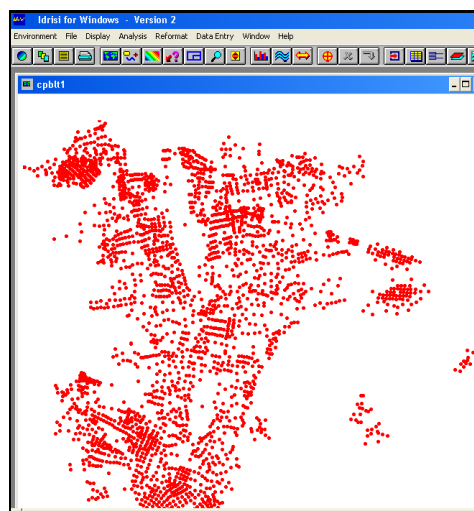


Figura. 3.27. Cobertura final de población en formato vector IDRISI

Este archivo en vector Idrisi, se lo convierte en IMG, obteniendo de esta manera un mapa que muestra la distribución espacial de la población demandante (ipb1t1.IMG) con el cual se va a proceder a trabajar. El proceso y resultado se detalla en las imágenes a continuación.

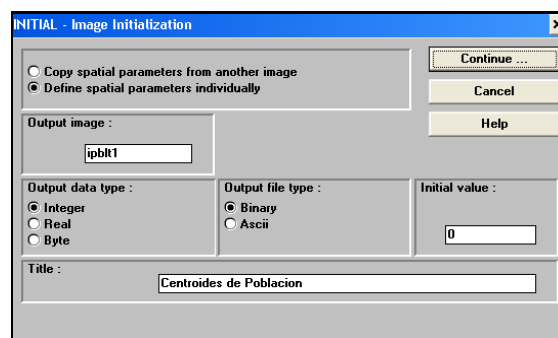


Figura. 3.28. Conversión de Vector a Raster en IDRISI

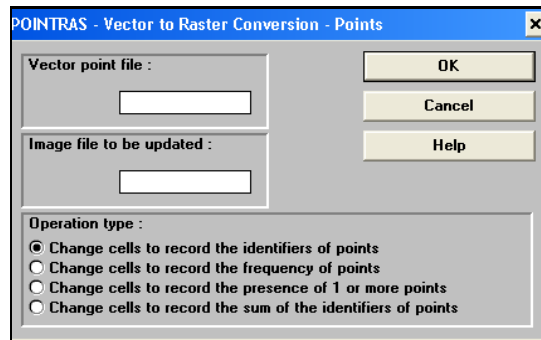


Figura. 3.29. Transferencia de atributos espaciales

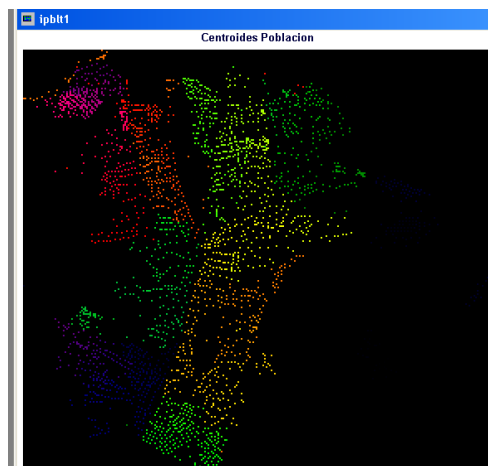


Figura. 3.30. Raster de población desplegado en software IDRISI

Adicionalmente al archivo anterior, se encuentra un fichero .VAL, el cual contiene el valor de la población demandante del servicio de áreas verdes (POB1.VAL). Este archivo se genera con ayuda de IDRISI a través del siguiente comando.

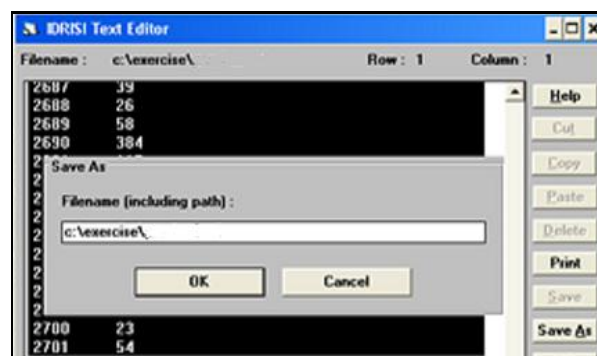


Figura. 3.31. Generación de archivo .VAL

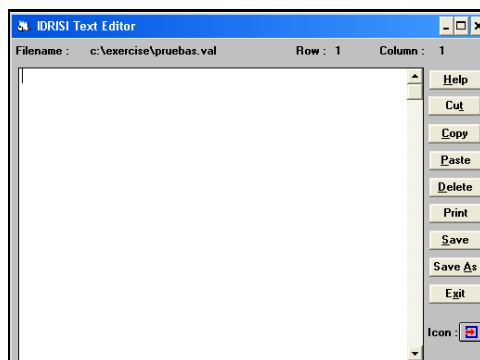


Figura. 3.32. Visualización del Editor de texto de IDRISI

- Localización de los puntos de la oferta.

Debe contener las posiciones actuales de las áreas verdes, también se denominan puntos de oferta fijos, ya que es donde actualmente contamos con el servicio (IAVIM1.IMG).

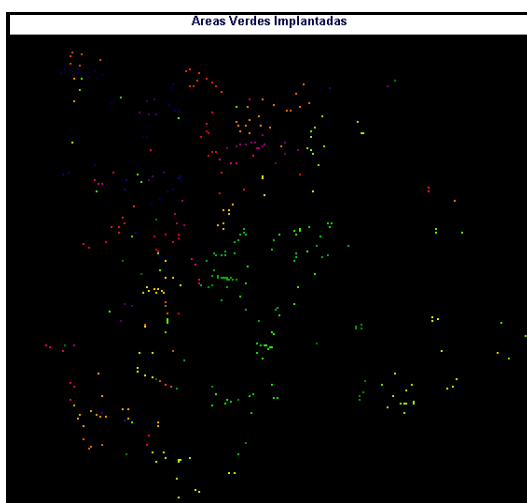


Figura. 3.33. Áreas Verdes Implantadas

- Localización de los puntos candidatos

Estos son los puntos que tienen demanda pero no cuentan con el servicio, en nuestro caso hemos elegido los terrenos municipales que no cuentan con construcción alguna y son susceptibles de albergar un área verde (iavo0007.IMG).

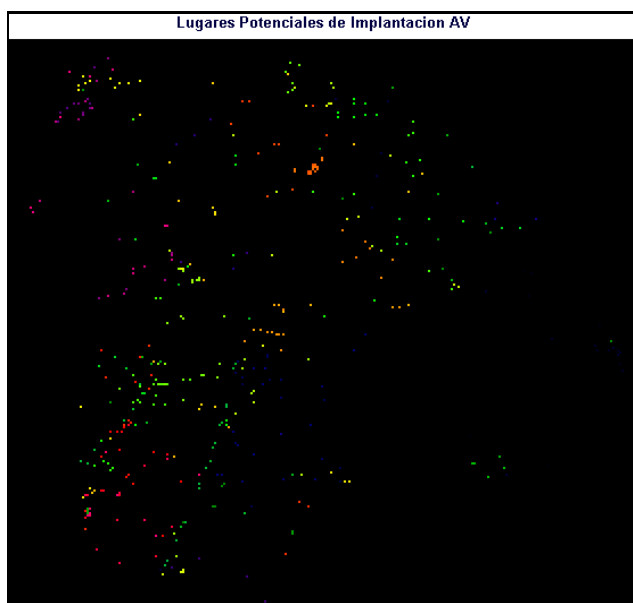


Figura. 3.34. Lugares Potenciales de Implantación de Áreas Verdes

Para este análisis en particular, la primera imagen de puntos que representan a la población cuenta con 2716 localizaciones. La segunda imagen correspondiente a los puntos de oferta contiene 436 localizaciones de áreas verdes actuales. La tercera imagen posee 443 puntos, los cuales representan los sitios susceptibles a establecer un área verde.

- Consideraciones Preliminares
 - Fiabilidad de la Solución

Los algoritmos utilizados no aseguran un cien por ciento que los resultados sean la solución más adecuada, razón por la cual el procedimiento se repite por varias veces, para este caso de estudio se ha configurado que se debe repetir el proceso de obtención de la solución hasta que se encuentre 10 veces la misma configuración, lo cual hace que el tiempo de procesamiento sea extenso pero la solución obtenida será más robusta y tendrá una mayor credibilidad.

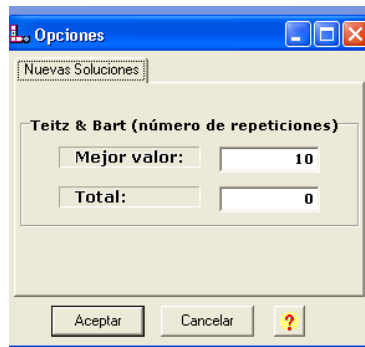


Figura. 3.35. Definición de Número de Iteraciones

- Definición de la Distancia a utilizar

Para el procesamiento de los datos anteriormente descritos hemos escogido el análisis de distancias tipo Manhattan, esto significa que hay un mayor costo por parte de la población en desplazarse entre la oferta y la demanda, el objetivo es simular de una mejor manera el recorrido habitual que realizan los usuarios, ya que es inhabitual el tránsito en línea recta como lo realiza el análisis de distancias Euclidiana.

Adicionalmente se ha definido una distancia de evaluación de 400 m, ya que esta es la mínima área de influencia según Ordenanza.

• Resolución de Modelos

- COBEMAX

La aplicación de este modelo es adecuado para la localización de equipamientos deseables que son de administración pública, el resultado será una distribución equitativa de instalaciones que maximiza la cobertura de la población, ya que su finalidad es alcanzar la justicia espacial.

Para calcular la solución se deben completar varios formularios con los datos necesarios para aplicar el modelo.

El primero se refiere a los puntos de demanda, en donde se indica el nombre del fichero que contiene la localización de la población (ipblt1), así como los

valores de demanda en cada uno de ellos, el cual se encuentra expresado en el tamaño (POB1). A continuación se indica la posición de los sitios candidatos (iavo0007) a albergar una instalación.

Figura 3.36. Definición de Puntos Modelo CobeMax

Adicionalmente podemos ingresar las áreas verdes Implantadas (IAVIM1) y el número de instalaciones a localizar que en este caso es 12.

El segundo formulario está relacionado con las distancias, se leen desde un fichero preexistente o se calcula una nueva matriz; para este análisis se eligió la última. Adicionalmente en esta opción se indica que tipo de distancia vamos a utilizar, ya sea euclidiana o Manhattan; se eligió la segunda opción por las razones antes descritas.

Figura 3.37. Definición de Distancias CobeMax

La matriz de distancias que se calcula se almacena en un fichero, en este caso de nombre `cmx400`.

El tercer formulario contiene los parámetros como el radio sobre el cual vamos a realizar el análisis (400), así como los ficheros de salida: el de instalaciones (`cmxIn400`), el cual contiene los puntos candidatos seleccionados, este archivo posee 2 columnas, la primera contiene el ID de los puntos, mientras que la segunda un código numérico: el 1 señala el punto candidato seleccionado y 2 cuando no lo ha sido.



Figura. 3.38. Definición de Parámetros y Salidas CobeMax

El archivo de salida de asignación (`cmxAs400`), contendrá los Id de todos los puntos de demanda y la segunda el ID del centro de oferta al cual ha sido asignado.

Una vez ejecutado el modelo tenemos los siguientes resultados:

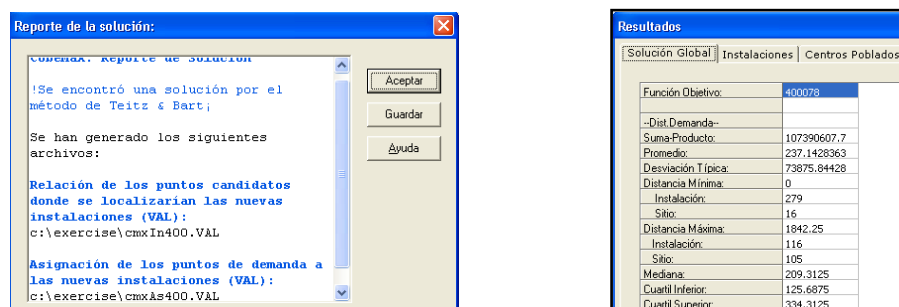


Figura. 3.39. Solución Global CobeMax

La tabla de la solución global contiene los indicadores que nos permiten evaluar la eficiencia y la justicia espacial de la solución encontrada.

Id-INS	N-SIT	Mínima	Id-SIT	Máxima	Id-SIT	Total
Dist. Dem						
1	4	0	1169	125.625	1166	386
2	7	125.625	1129	292.313	773	1655
3	6	0	1909	251.125	1898	1645
4	5	0	1921	334.813	1694	1001
5	2	0	1920	125.5	1696	1133
6	4	0	1919	209.313	1923	756
7	6	0	1917	334.75	1892	1375
8	15	42	1024	502.75	1000	2991
9	7	42	1118	209.625	1130	1208
10	3	125.438	1049	251.313	2060	276
11	3	41.8125	1051	250.313	2280	577
12	2	125.688	1052	334.625	2283	593
13	2	41	1050	209.25	1950	503
14	4	83.875	1979	167.813	1983	939
15	10	83.8125	1998	418.75	2026	2156

Figura. 3.40. Instalaciones Cobemax

La tabla de instalaciones esta compuesta de la siguiente forma:

idINS: Id del punto candidato donde se situa una instalación.

N-SIT: Numero de puntos asignados a esa instalación

Mínima: Distancia mínima existente entre un punto de demanda asignado y esa instalación.

idSIT: Id de ese punto de demanda

Máxima: Distancia máxima existente entre un punto de demanda asignado y esa instalación.

idSIT: Id de ese punto de demanda

Total: Suma de la población que vive en todos los puntos de demanda asignados a esa instalación.

Id-SIT	Id-INS	Distancia	Tamaño
1	429	83.8125	24
2	429	168	68
3	82	208.688	72
4	82	250.875	53
5	429	167.625	151
6	82	83.8125	18
7	82	292.063	33
8	82	334.25	118
9	82	417.563	51
10	429	460.813	94
11	82	586.438	141
12	82	585.75	277
13	82	627.188	216
14	82	460.188	337
15	296	334.75	61
16	279	0	154
17	283	84	154

Figura. 3.41. Centros Poblados Cobemax

ID-SIT: Id del punto de demanda

ID-INS: Id de la instalación a la que ha sido asignada

Distancia: Distancia de separación entre ellos.

Tamaño: Demanda existente en ese punto

De esta forma, los 12 nuevos lugares escogidos para la implantación de un área verde son los siguientes:

Tabla. 3.2. Lugares escogidos para la implantación de nuevas áreas verdes modelo CoberMax

Id-INS	N-SIT	Mínima	Id-SIT	Máxima	Id-SIT	Total
482	12	209,688	1243	668,938	1311	3352
500	13	41,8125	1247	502,5	1249	3092
513	19	83,625	2202	377	2188	2711
517	66	0	689	1171,56	1175	4087
574	26	41,8125	407	459,75	230	3165
586	34	41,8125	232	460,313	252	3922
645	9	0	1660	460,25	1667	2969
726	12	41,8125	2605	376,813	1666	3629
741	6	42	2493	586,25	1776	1837
815	8	166,813	1554	503,313	1613	2438
857	19	83,8125	1331	669,813	1310	3861
879	15	125,688	768	419,125	776	2856

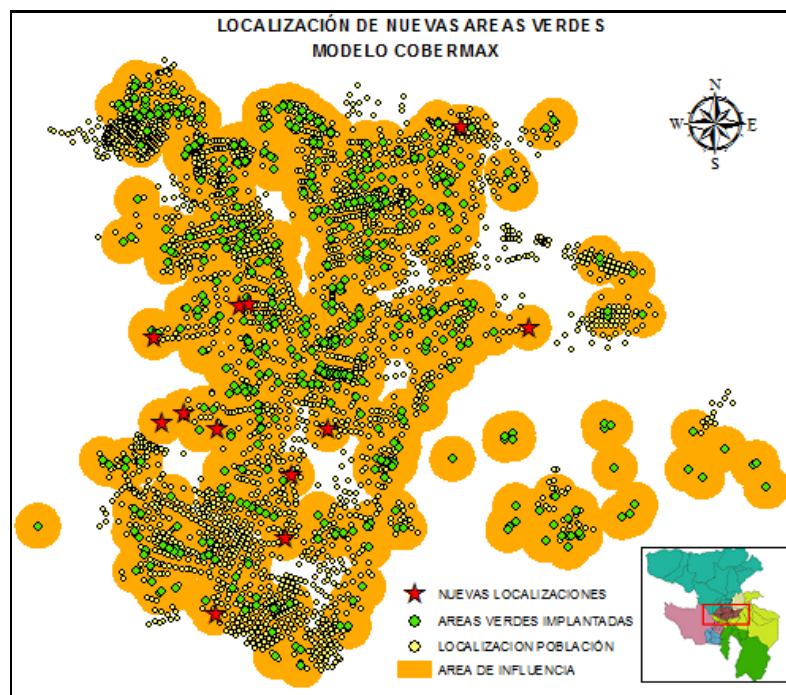


Figura. 3.42. Localización de nuevas áreas verdes modelo CobeMax

- MINISUM

De la misma forma como en el modelo anterior los valores de entrada son similares y se expresa de la siguiente forma:

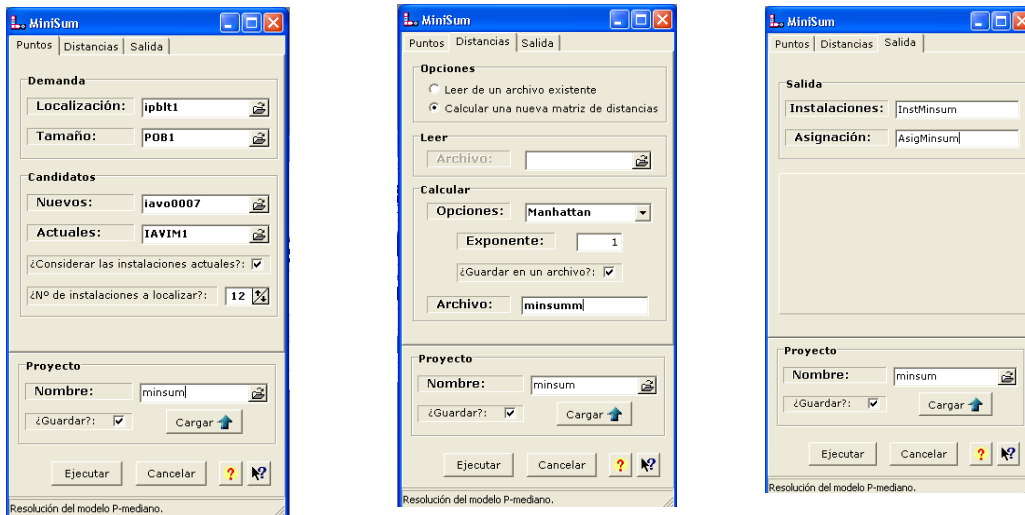


Figura. 3.43. Definición de puntos, distancias y salidas modelo MiniSum

Una vez ejecutado el modelo tenemos los siguientes resultados:

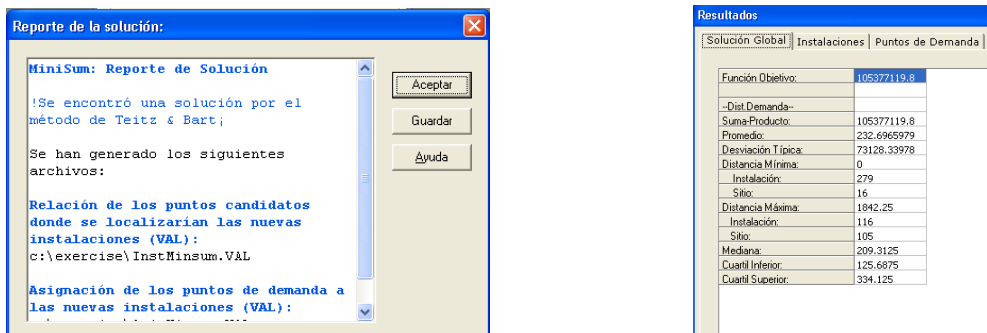


Figura. 3.44. Solución Global modelo MiniSum

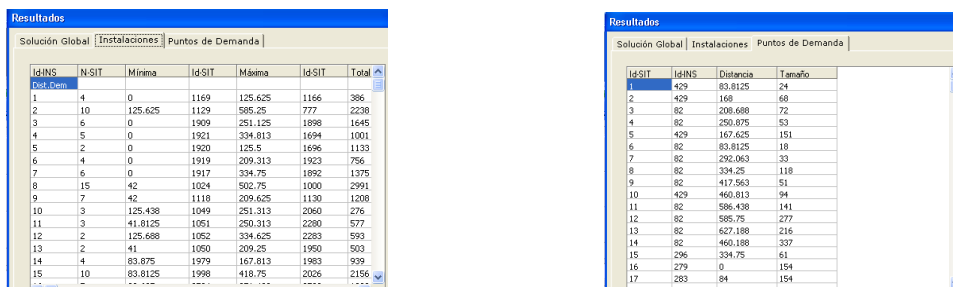


Figura. 3.45. Instalaciones y puntos de demanda modelo MiniSum

De esta forma, los 12 nuevos lugares escogidos para la implantación de un área verde son los siguientes:

Tabla. 3.3. Lugares escogidos para la implantación de nuevas áreas verdes modelo MiniSum

Id-INS	N-SIT	Mínima	Id-SIT	Máxima	Id-SIT	Total
437	15	83,625	69	670,063	90	1633
467	7	41,8125	2494	544,813	903	2257
472	26	41,8125	1385	628,688	1446	2644
491	16	84	1314	627,938	1243	2809
500	13	41,8125	1247	502,5	1249	3092
513	19	83,625	2202	377	2188	2711
517	66	0	689	1171,56	1175	4087
574	26	41,8125	407	459,75	230	3165
586	34	41,8125	232	460,313	252	3922
649	13	0	1671	460,875	1665	3859
820	38	84	2656	962,875	2704	3085
857	17	83,8125	1331	460,813	1328	3811

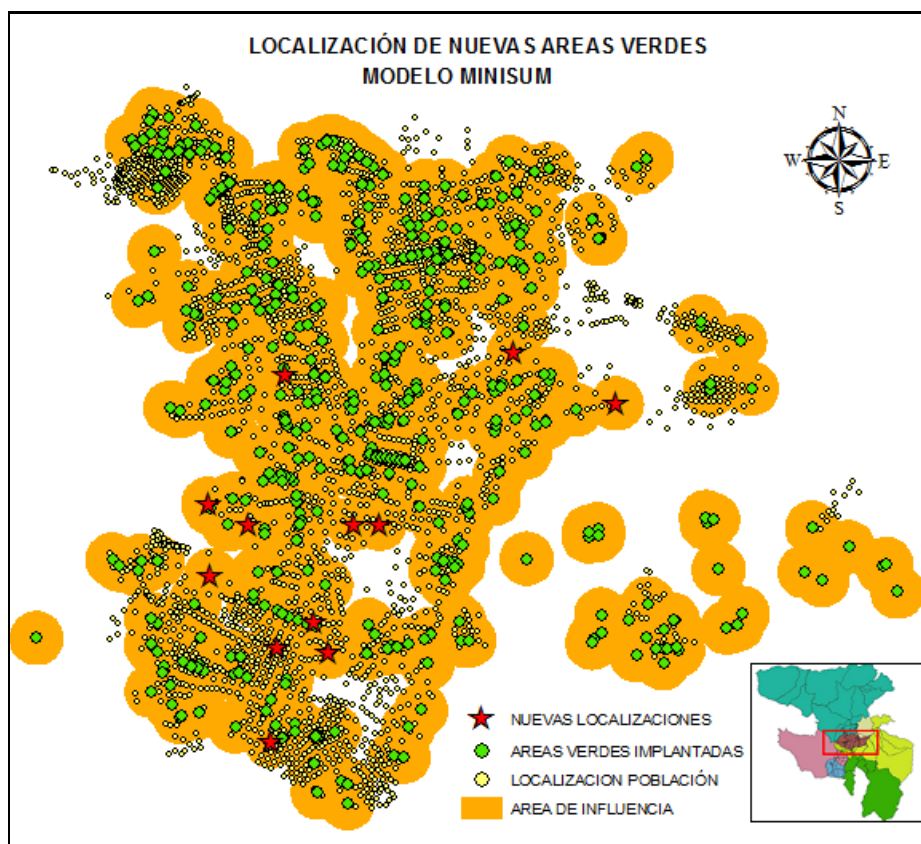


Figura. 3.46. Localización de nuevas Áreas Verdes modelo MiniSum

- MEDIRES

Los parámetros de entrada son los siguientes:

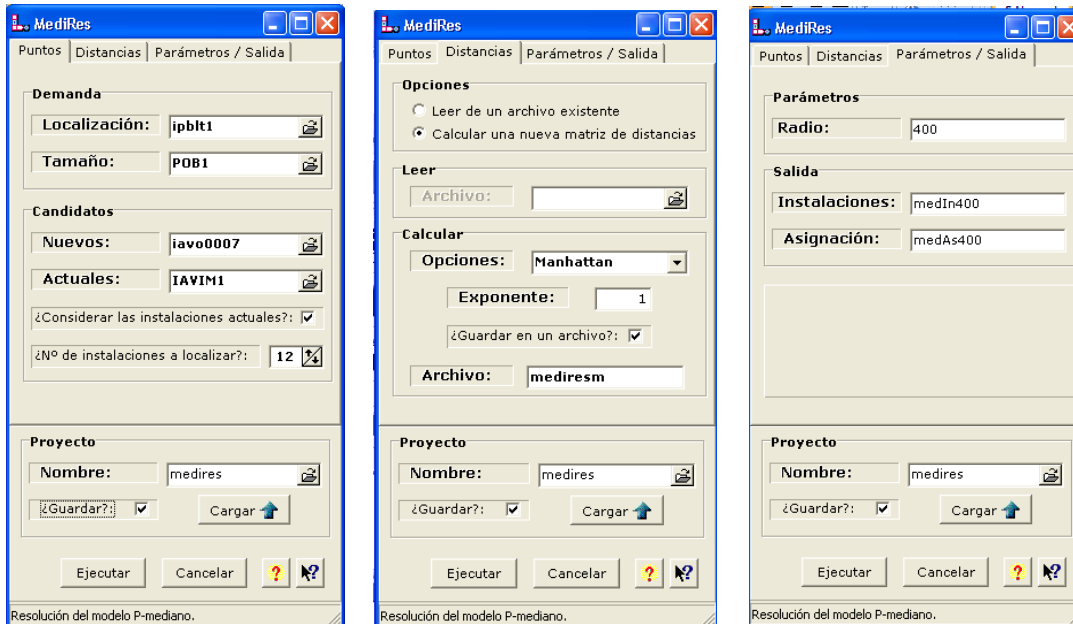


Figura. 3.47. Definición de puntos, distancias y salidas modelo MediRes

Una vez ejecutado el modelo obtenemos los siguientes resultados:

Como podemos observar, no se ha encontrado una solución adecuada, ya que la premisa de este modelo establece que ninguna parte de la demanda puede estar a más de 400 metros de un centro de oferta. Igualmente el modelo nos ofrece igualmente un grupo de 12 instalaciones que se ajustan más a esta premisa.

The image shows three screenshots related to the solution of the MediRes model. The first is a report window, and the other two are result windows.

Reporte de la solución:

MediRes: Reporte de Solución

!Se encontró una solución por el método de Teitz & Bart;

La solución no es factible, la distancia máxima del punto de demanda a la instalación más cercana en la mejor solución encontrada es mayor que el radio de cobertura.

Se han generado los siguientes archivos:

Relación de los puntos candidatos

Resultados (Solución Global):

Función Objetivo:	85472922.2
-Dist Demanda-	
Suma Producto:	109958811.6
Promedio:	233.9811756
Desviación Típica:	72897.32643
Distancia Mínima:	0
Instalación:	279
Sitio:	16
Distancia Máxima:	1942.25
Instalación:	116
Sitio:	105
Mediana:	209.3125
Cuartil Inferior:	155.6875
Cuartil Superior:	334.25

Resultados (Solución Global):

IdINS	N-SIT	Mínima	IdSIT	Máxima	IdSIT	Total
1	4	0	1169	125.625	1166	386
2	7	125.625	1129	292.313	773	1655
3	6	0	1909	251.125	1898	1645
4	5	0	1921	334.813	1694	1001
5	2	0	1920	125.5	1696	1133
6	4	0	1919	209.313	1923	756
7	6	0	1917	334.75	1892	1375
8	15	42	1024	502.75	1000	2991
9	7	42	1118	209.625	1130	1208
10	3	125.438	1049	251.313	2060	276
11	9	41.8125	1051	250.313	2289	577
12	2	125.688	1052	334.625	2283	593
13	2	41	1050	209.25	1950	503
14	4	83.875	1979	167.813	1983	939
15	10	83.8125	1998	418.75	2026	2156

Figura. 3.48. Solución Global e Instalaciones modelo MediRes

De esta forma, los 12 nuevos lugares escogidos para la implantación de un área verde son los siguientes:

Tabla. 3.4. Lugares escogidos para la implantación de nuevas áreas verdes modelo MediRes

Id-INS	N-SIT	Mínima	Id-SIT	Máxima	Id-SIT	Total
491	16	84	1314	627,938	1243	2809
500	13	41,8125	1247	502,5	1249	3092
513	19	83,625	2202	377	2188	2711
517	66	0	689	1171,56	1175	4087
574	26	41,8125	407	459,75	230	3165
586	34	41,8125	232	460,313	252	3922
645	9	0	1660	460,25	1667	2969
726	12	41,8125	2605	376,813	1666	3629
741	6	42	2493	586,25	1776	1837
820	38	84	2656	962,875	2704	3085
857	17	83,8125	1331	460,813	1328	3811
879	15	125,688	768	419,125	776	2856

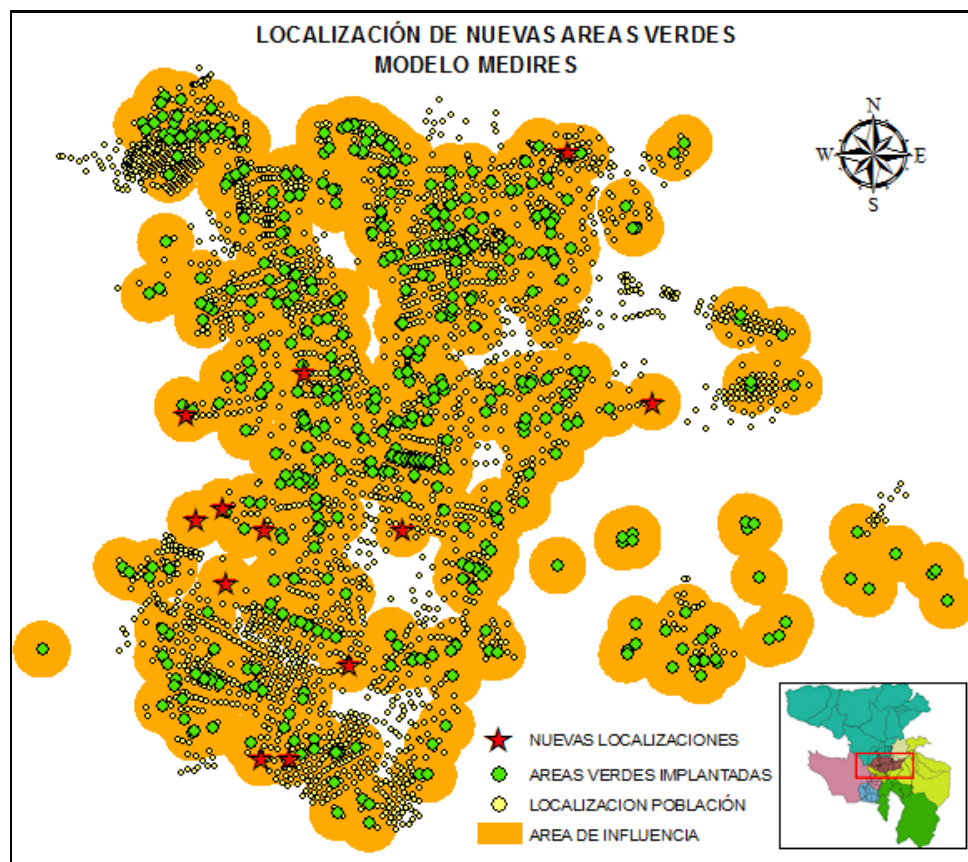


Figura. 3.50. Localización de nuevas Áreas Verdes modelo MediRes

- DESLIN

Los parámetros de entrada son los siguientes:

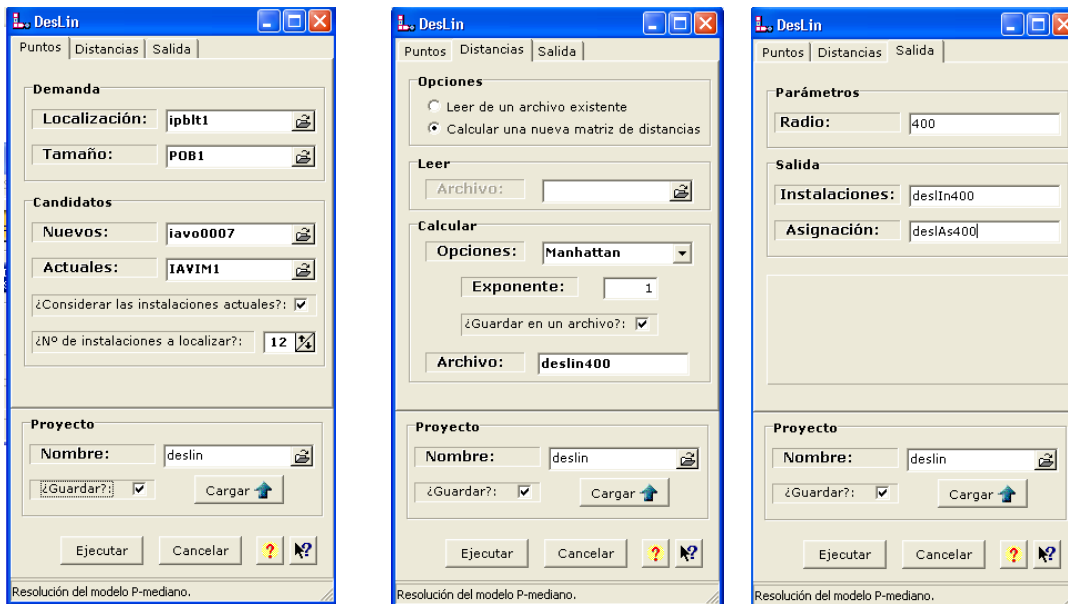


Figura. 3.51. Definición de puntos, distancias y salidas modelo DesLin

Una vez ejecutado el modelo obtenemos los siguientes resultados:

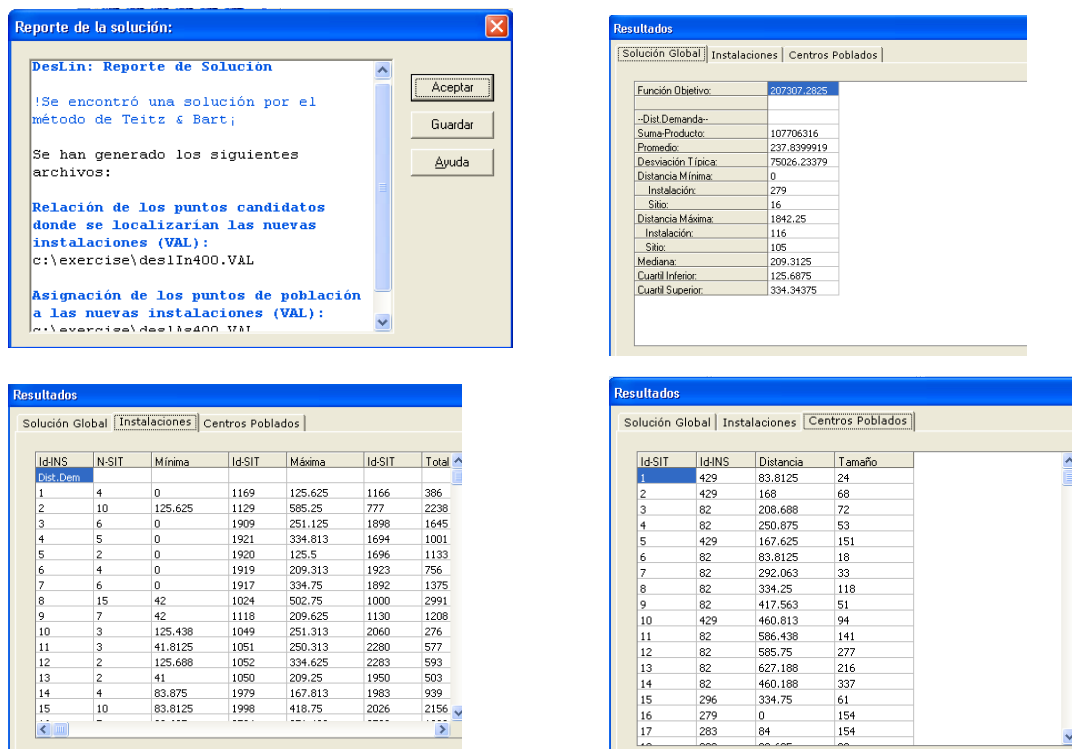


Figura. 3.52. Solución Global, Instalaciones y Centros Poblados modelo DesLin

De esta forma, los 12 nuevos lugares escogidos para la implantación de un área verde son los siguientes:

Tabla. 3.5. Lugares escogidos para la implantación de nuevas áreas verdes modelo DesLin

Id-INS	N-SIT	Mínima	Id-SIT	Máxima	Id-SIT	Total
513	19	83,625	2202	377	2188	2711
516	77	41,8125	666	1213,06	1175	4876
574	26	41,8125	407	459,75	230	3165
586	34	41,8125	232	460,313	252	3922
649	12	0	1671	418,5	1672	3079
650	9	125,438	1573	502	1669	3691
674	6	84	1552	335,625	1543	3083
793	1	83,8125	2434	83,8125	2434	1306
806	9	0	422	334,125	413	3457
814	16	41,8125	468	377,5	2446	3075
827	9	41,8125	2496	837,625	903	2652
857	19	83,8125	1331	669,813	1310	3861

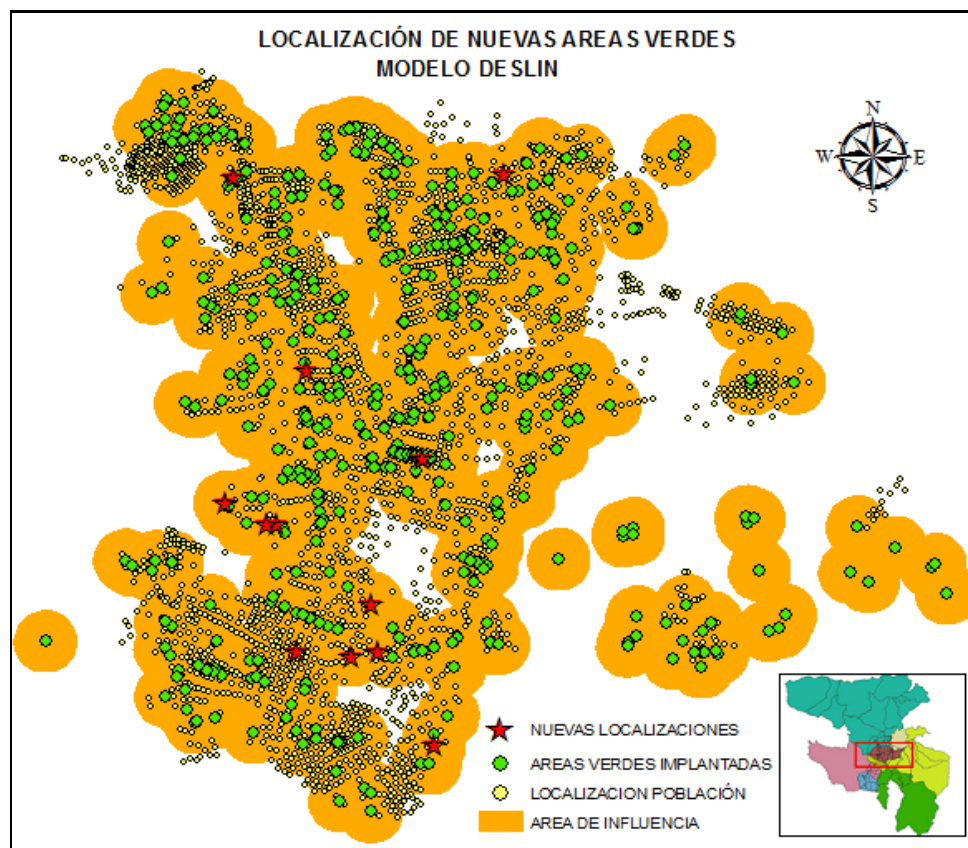


Figura. 3.53. Localización de nuevas Áreas Verdes modelo DesLin

- DESNOLIN

Los parámetros de entrada son los siguientes:

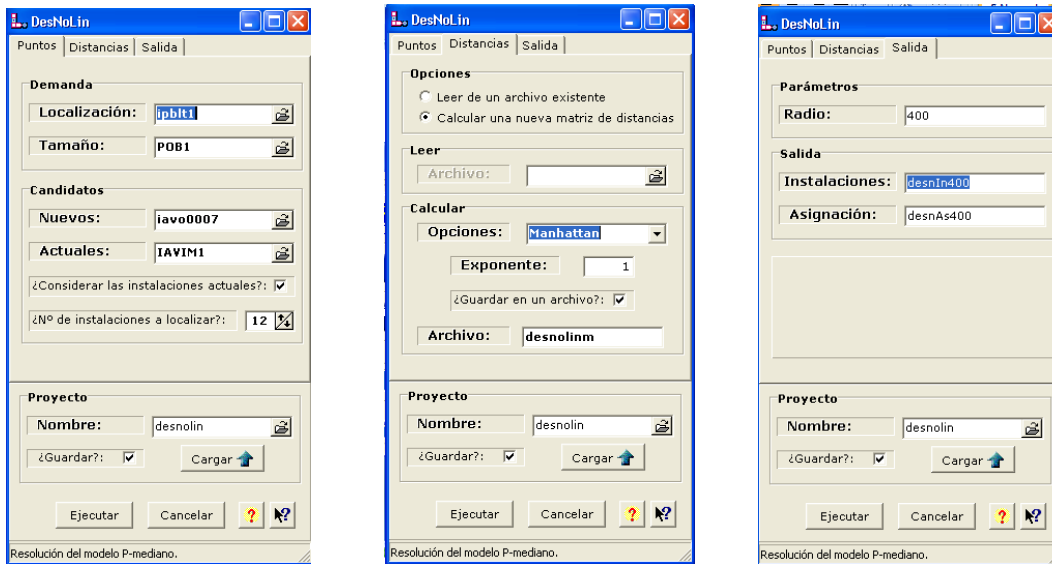


Figura. 3.54. Definición de puntos, distancias y salidas modelo DesNoLin

Una vez ejecutado el modelo obtenemos los siguientes resultados:

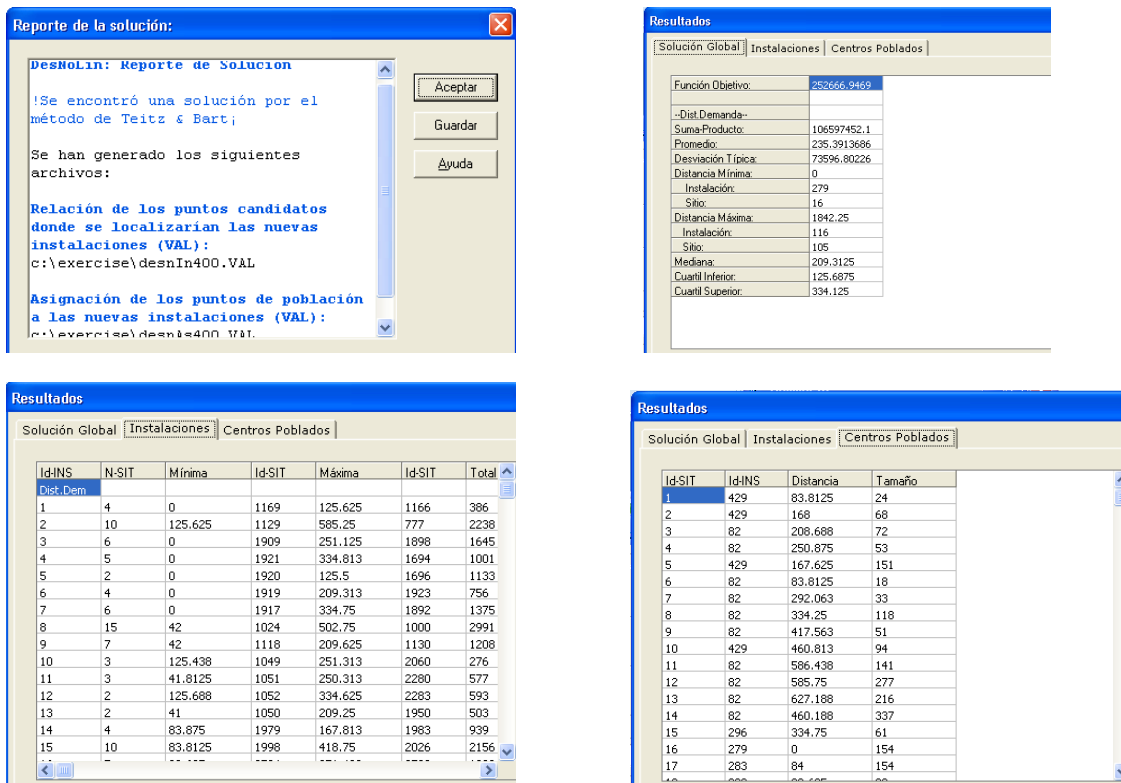


Figura. 3.55. Solución Global, Instalaciones y Centros Poblados modelo DesNoLin

De esta forma, los 12 nuevos lugares escogidos para la implantación de un área verde son los siguientes:

Tabla. 3.6. Lugares escogidos para la implantación de nuevas áreas verdes modelo DesNoLin

Id-INS	N-SIT	Mínima	Id-SIT	Máxima	Id-SIT	Total
467	7	41,8125	2494	544,813	903	2257
491	16	84	1314	627,938	1243	2809
500	13	41,8125	1247	502,5	1249	3092
513	19	83,625	2202	377	2188	2711
517	66	0	689	1171,56	1175	4087
574	26	41,8125	407	459,75	230	3165
586	34	41,8125	232	460,313	252	3922
649	12	0	1671	418,5	1672	3079
650	9	125,438	1573	502	1669	3691
674	6	84	1552	335,625	1543	3083
814	16	41,8125	468	377,5	2446	3075
857	17	83,8125	1331	460,813	1328	3811

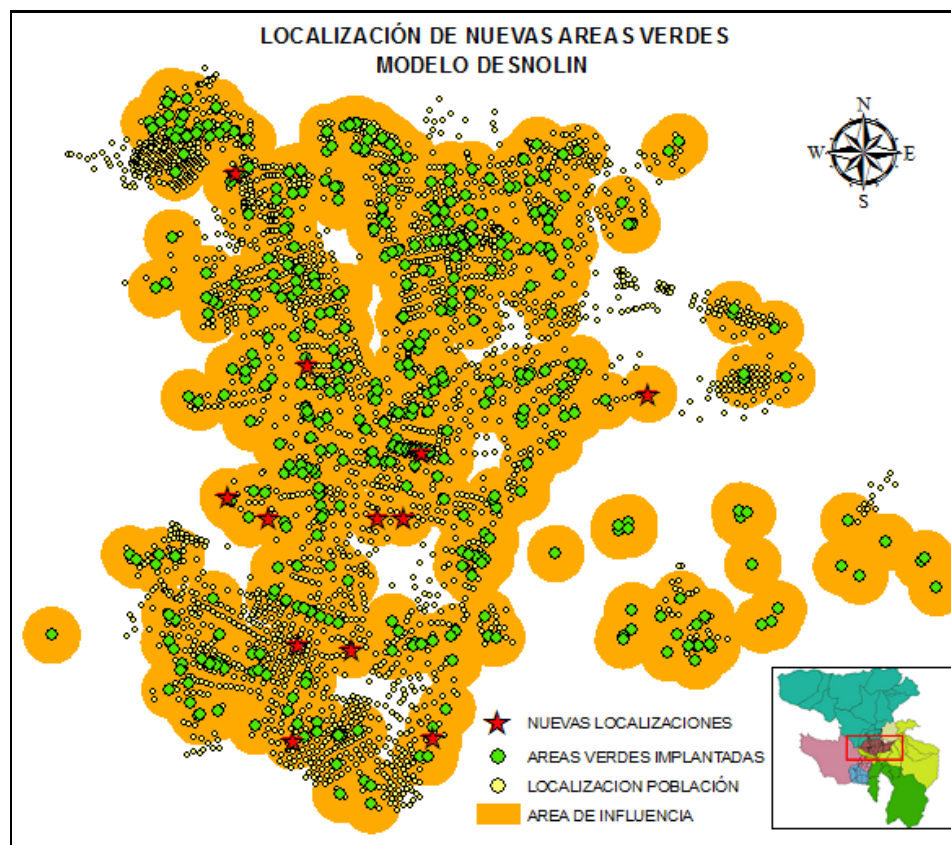


Figura. 3.56. Localización de nuevas Áreas Verdes modelo DesNoLin

- Comparación entre Modelos

Para la elección del modelo, la mejor solución es que este simultáneamente alcance al mismo tiempo tanto la máxima eficiencia espacial como la máxima justicia espacial, y si esto no ocurre que el resultado se aproxime a esta situación.

Tabla. 3.7. Resultados Finales de Modelos

	COBEMAX	MINISUM	MEDIRES	DESLIN	DESNOLIN
Suma-Producto:	107390608	105377120	105958812	107706316	106597452
Promedio:	237,142836	232,6966	233,981106	237,839992	235,391369
Desviación Típica:	73875,8443	73128,34	72937,3264	75026,2338	73596,8023
Distancia Mínima:	0	0	0	0	0
Instalación:	279	279	279	279	279
Sitio:	16	16	16	16	16
Distancia Máxima:	1842,25	1842,25	1842,25	1842,25	1842,25
Instalación:	116	116	116	116	116
Sitio:	105	105	105	105	105
Mediana:	209,3125	209,3125	209,3125	209,3125	209,3125
Cuartil Inferior:	125,6875	125,6875	125,6875	125,6875	125,6875
Cuartil Superior:	334,3125	334,125	334,25	334,34375	334,125

Por esta razón, vamos a evaluar las soluciones obtenidas a través de los modelos de localización-asignación en base a dos criterios de evaluación: la eficiencia y la justicia espacial, por esta razón se ha normalizado las dos variables cada una por el máximo valor.

Tabla. 3.8. Justicia y Eficiencia Normalizada

Situación	Eficacia	Justicia	Eficacia Normalizada	Justicia Normalizada
MINISUM	105377120	73128	0,978	0,975
MEDIRES	105958812	72937	0,984	0,972
COBEMAX	107390608	73876	0,997	0,985
DESLIN	107706316	75026	1,000	1,000
DESNOLIN	106597452	73597	0,990	0,981

El valor más adecuado sería cero, lo que conllevaría que no hubiese que recorrer ninguna distancia para hacer uso del servicio, por lo tanto, el punto ideal sería el origen del gráfico de dispersión, por lo tanto, el modelo más adecuado es el modelo Minisum.

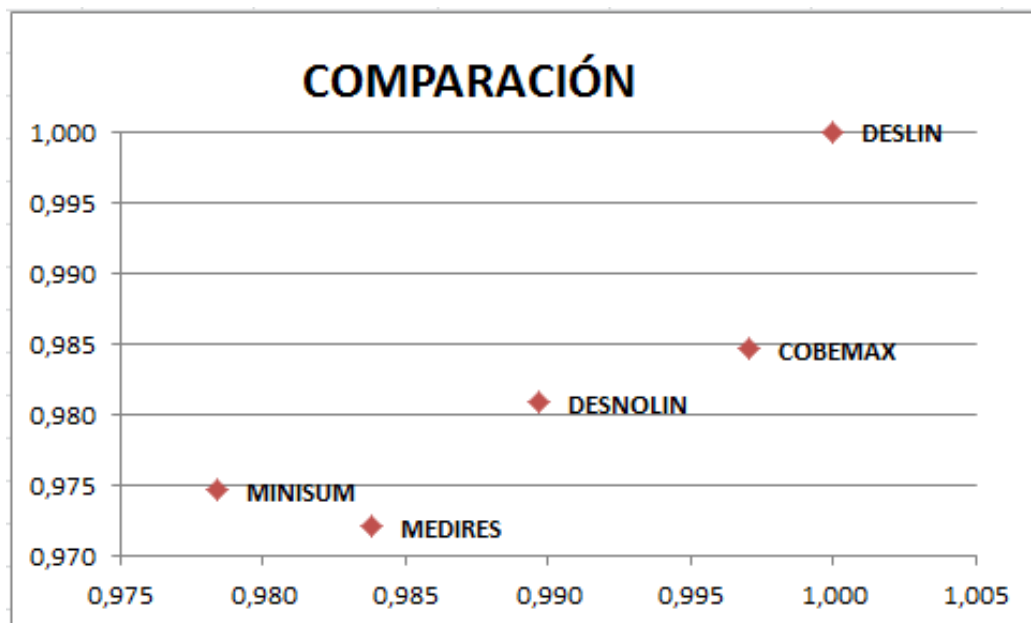
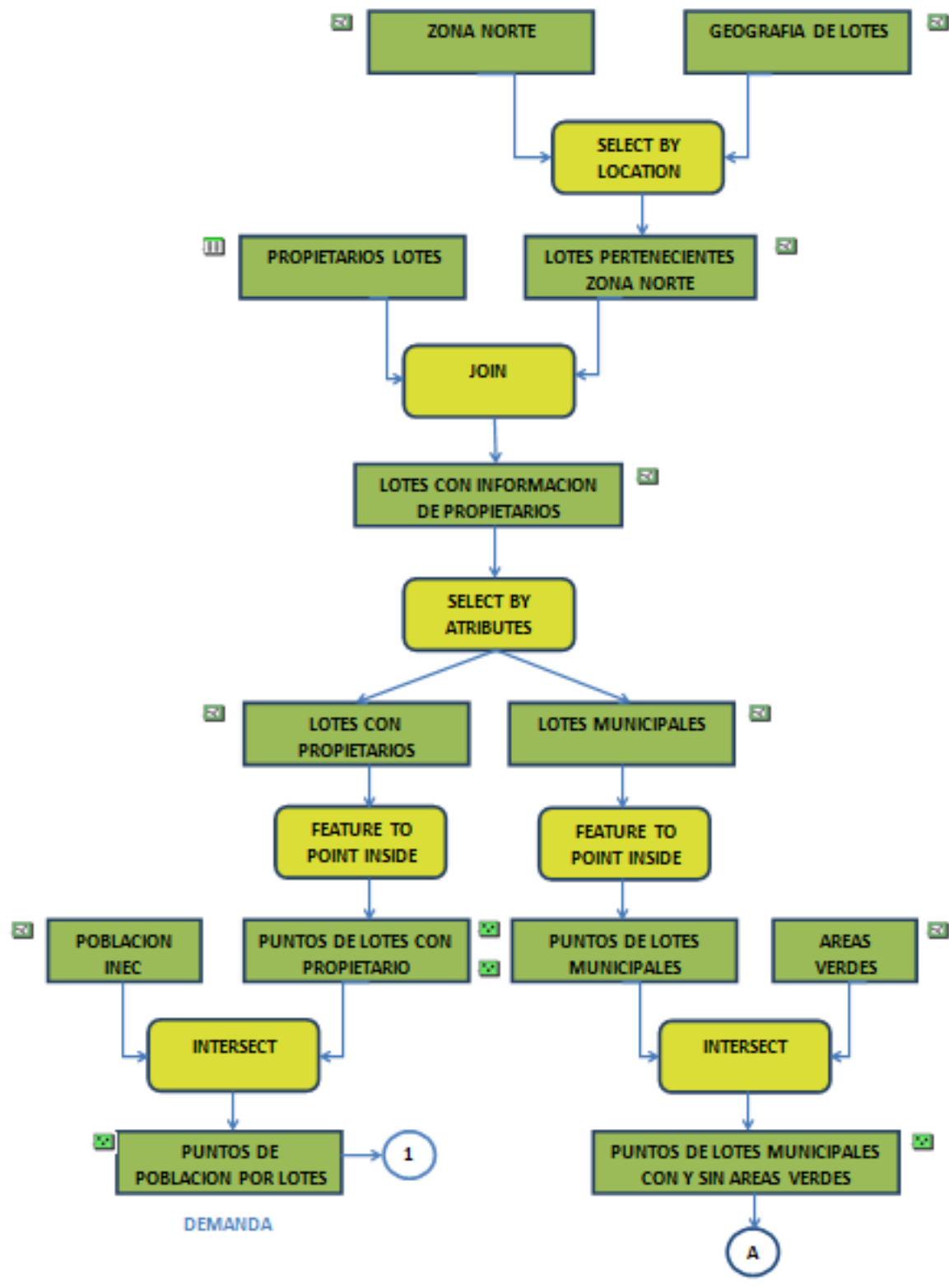
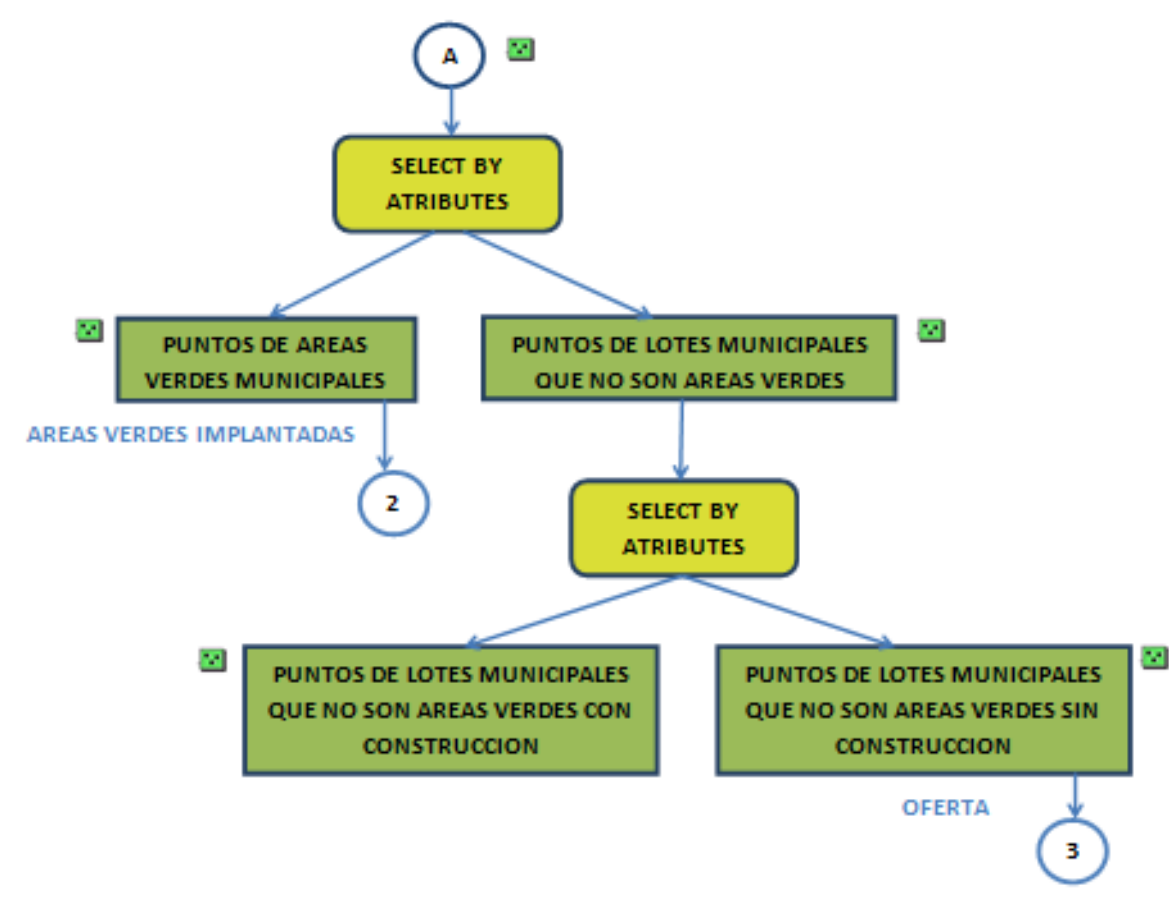


Figura. 3.57. Comparación Gráfica de Resultados

- Flujo de procesos del Mapa de Localización de Áreas Verdes





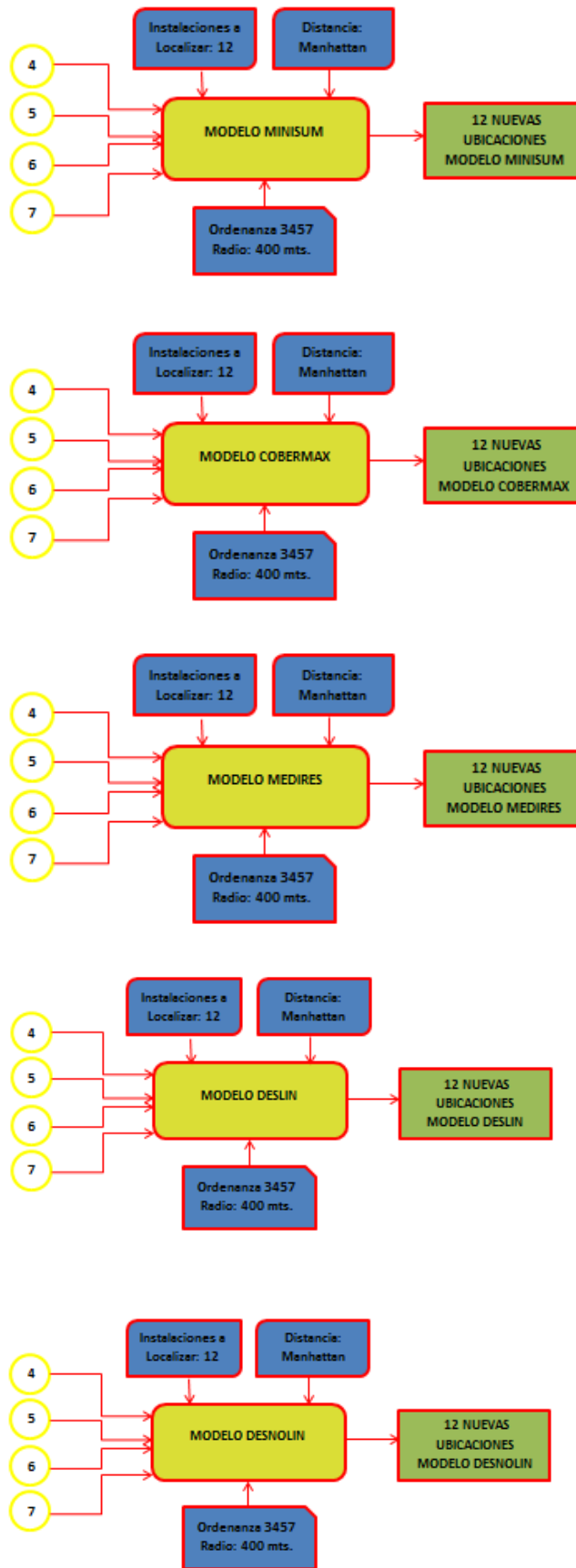


Diagrama 3.2. Localización de Áreas Verdes

CAPITULO 4

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES

4.1. EJEMPLOS DE INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES

Existen varios países que ya cuentan con una infraestructura de datos espaciales establecida, las cuales sirven como ejemplo para los países que como el Ecuador están planificando su propia IDE, los geoservicios de este caso de estudio se desarrollan en el marco de la Infraestructura Ecuatoriana de Datos Geoespaciales (IEDG) para que puedan ser implementados como un nodo de la misma. Algunos de los ejemplos más relevantes de IDEs son las siguientes:

4.1.1. Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE)

Desde el año 2002 un grupo de trabajo se conformó para el estudio y la coordinación de la puesta en marcha del proyecto ID EE, en la actualidad los principales servicios espaciales que brinda este proyecto son:

- Visualizador
- Catálogos
- Búsqueda por nombre
- Acceso a fenómenos
- Centros de descarga
- Análisis del territorio
- Directorio de servicios

4.1.2. Infraestructura de Datos Espaciales de Colombia. (ICDE)

En el año 2006 se conforma un sistema administrativo de información oficial básica, denominada ICDE, dentro de este sistema se puede encontrar los siguientes geoservicios:

- Visor geográfico
- Servicios de Mapas Web (WMS)
- Metadatos

4.1.3. Infraestructura de Datos Espaciales de Chile. (SNIT)

Se crea en el año 2006 el Sistema Nacional de Coordinación de Información Territorial, una instancia del gobierno de Chile, con el fin de mejorar la gestión de información espacial, algunos de los servicios que se encuentran en su web son:

- Visualizador de mapas
- Catálogos de metadatos

4.1.4. Infraestructura de Datos Espaciales de Australia. (ASDI)

Aunque ha existido desde 1989 el "Australian Land Information Council", y los primeros geoservicios fueron creados en 1998, la implementación de la ASDI tomó fuerza en el año 2003 con el Plan de Comunicación ADSI, a través de talleres de trabajo por toda Australia, con lo cual obtuvieron la retroalimentación necesaria de agencia gubernamentales, Instituciones académicas, asociaciones profesionales, y empresas privadas, cuenta con los siguientes servicios:

- Directorio de datos espaciales
- Metadatos
- Descarga de datos espaciales

4.1.5. Infraestructura de Datos Espaciales de Estados Unidos (FGDC)

El FGDC fue establecido en 1990 y reestructurado en 2002 donde se le otorga la coordinación de la información geográfica y de actividades relacionadas con datos espaciales, algunos de los servicios que su cuenta son:

- Servicio de descarga de archivos shape
- Catálogos de servicios
- Catálogos de metadatos

Los enlaces para revisar estas IDEs son los siguientes:

<http://www.idee.es>

<http://www.icde.org.co>

<http://www.snit.cl>

<http://www.anzlic.org.au>

<http://www.fgdc.gov>

4.2. Normativas y Estándares

Los servicios que se están generando en este caso de estudio se han realizado en base a las normas ISO que se describieron en el capítulo 2, en el caso de las normas ISO 19115, 19115-2, y 19139 son la base con la cual el Consejo Nacional de Geoinformática trabajó para realizar el Perfil Ecuatoriano de Metadatos, el cual fue publicado en el registro oficial el 28 de septiembre del 2010 y la plantilla XML de trabajo, en estos documentos se puede identificar cuales son los campos obligatorios, opcionales o condicionales. Las especificaciones más importantes que se han utilizado en este proyecto están referidas a:

- Geographic Markup Language (GML)
- Web Map Service (WMS)
- Web Feature Service (WFS)
- Web Coverage Service (WCS)
- Catalog Service Web (CS-W)

Dado que la IEDG está en construcción hay temas que en el momento de realizar este proyecto el CONAGE todavía se encuentra discutiendo es sus mesas de trabajo, como es el caso del catálogo de objetos nacional, es por este motivo que se recurre a instituciones nacionales para solventar este inconveniente y se utiliza el catálogo de objetos escala 1:5000 de noviembre 2010 del Instituto Geográfico Militar (IGM).

En el caso de la norma 19112 esta indica las consideraciones que se deben tener el momento de crear referencias espaciales mediante identificadores geográficos, esto es lo que envuelve el geoservicio NOMENCLATOR que lo mencionamos por su importancia sin embargo este proyecto no contempla la creación de este geoservicio.

Las normas y estándares establecidos por estos organismos nos permiten tener la certeza de que la base de datos creada y los geoservicios que utilizan esta información cumplen con la interoperabilidad entre los nodos de la IEDG, exigida por las políticas nacionales de información geospacial, aprobado por el CONAGE el 5 de julio del 2010 y posteriormente publicado en el registro oficial el 1 de septiembre del mismo año entre los nodos de la IEDG.

4.3. Fuentes de Datos de Información Geográfica

Para poder analizar las fuentes de datos se debe identificar si estos son datos internos o externos, bajo las siguientes consideraciones:

4.3.1. Datos Internos

Estos son los datos propios de la institución que está auspiciando este proyecto, en este caso al ser una institución suscrita al Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), se tomara como dato interno toda aquella información que proceda de instituciones que pertenezcan al Municipio del DMQ, con los que realizan su gestión cotidiana, que constituye la información geográfica

con la que desempeña sus funciones, dentro la esta información la que será usada por este proyecto es la siguiente:

- Cobertura Áreas Verdes
- Cobertura de Red Vial
- Cobertura Manzanera
- Cobertura de Puntos de Interés
- División Político Administrativa
- Imágenes satelitales Quickbird 2006-2007

4.3.2. Datos externos

Son aquellos que han sido elaborados y gestionado por instituciones ajenas al Municipio del DMQ, pero que dada su relevancia es necesario incluirlos en este proyecto. En lo posible se ha intentado mantener estos datos en un número reducido ya que no se puede tener un directo control sobre su generación, sin embargo cabe indicar que se han recopilado de fuentes oficiales por lo tanto la información que se puede extraer de estas coberturas es la más confiable que se puede obtener en el país, dentro de esta categoría tenemos las siguientes coberturas:

- Demográfico

4.4. Elección de software y aplicaciones.

Tal como se pudo ver en el capítulo 2 existe una gran variedad de software disponible para cumplir los propósitos de este proyecto, tanto desde el software comercial y del software libre, teniendo en cuenta ciertas consideraciones como la tendencia de la Administración pública a utilizar software libre y de igual forma en el ámbito internacional, y la alta confiabilidad que encontramos en este tipo de software, se recomienda la utilización de software libre para la creación y gestión de geoservicios al igual que para su publicación, a continuación detallamos el software más relevante utilizado para cada etapa del proyecto de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla. 4.1. Software utilizado

GENERACION DE MODELO ESPACIAL PROTOTIPO	ARCGIS 9.3 IDRISI 2.0 LOCALIZA
EVALUACION INFORMACION EXISTENTE	ARCGIS 9.3 TRANSCAD 5
VALIDACION Y APROBACION	
EDICION	
GENERACION DE INFORMACION SECUNDARIA	
GENERACIÓN DE METADATOS	GEONETWORK 2.6.2
ESTRUCTURACION DE INFORMACION PARA IDE	ARCGIS 9.3
ESTRUCTURACION BASE DE DATOS GEOGRAFICA	POSTGRES 8.4 POSTGIS 1.5 QUANTUM GIS 1.6.0
HABILITACION GEOSERVICIOS	GV SIG 1.1.2 EXT. PUBLISH
SERVIDOR DE MAPAS	MAPSERVER 2.3.1
VISUALIZADOR	P.MAPPER 4.1.1

4.5. Procesos

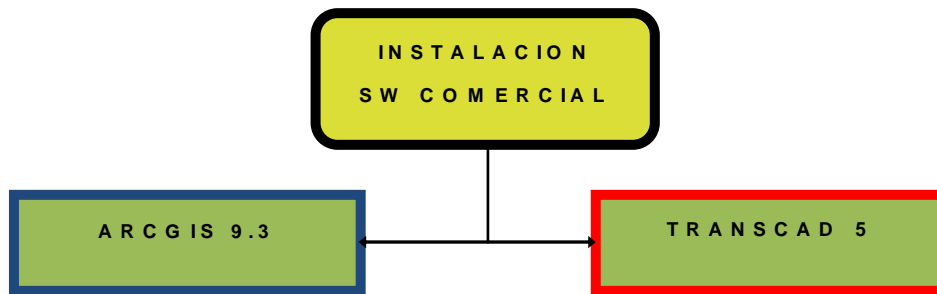


Diagrama 4.1. Instalación software comercial

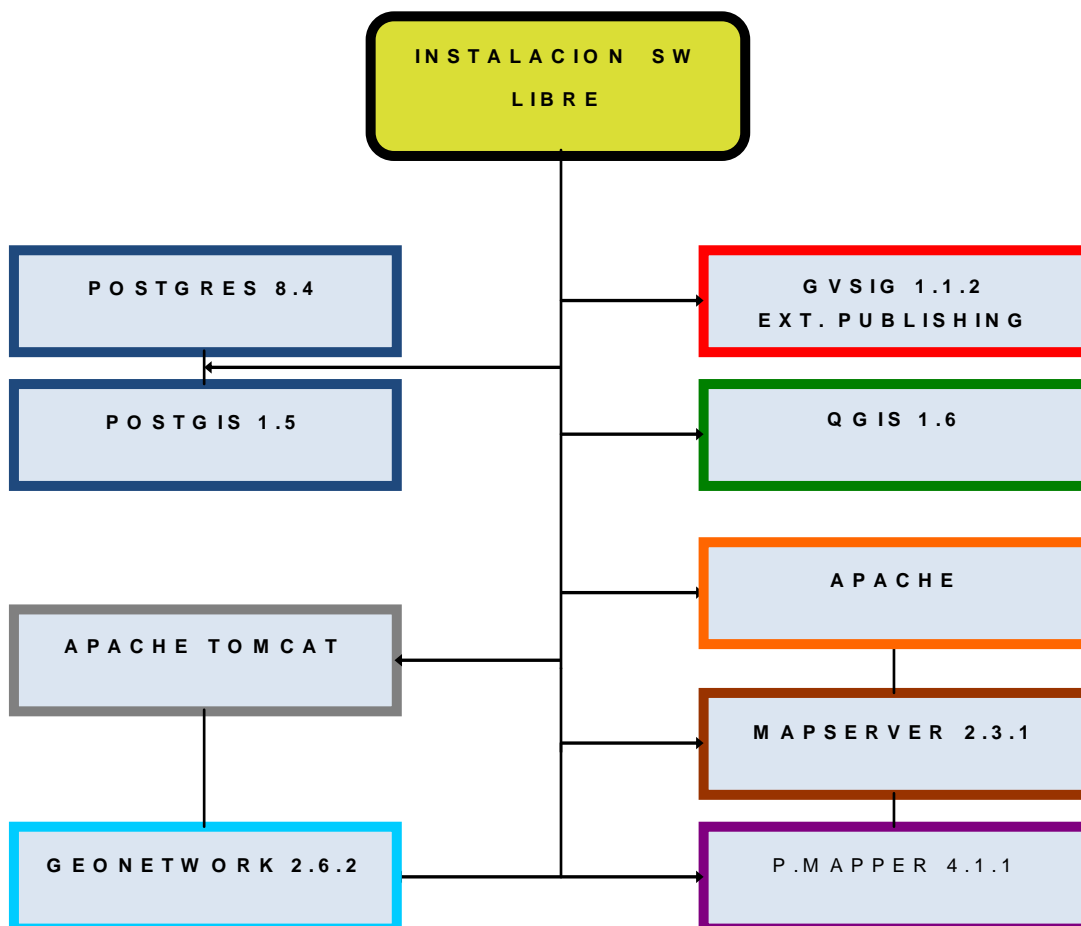


Diagrama 4.2. Instalación software libre

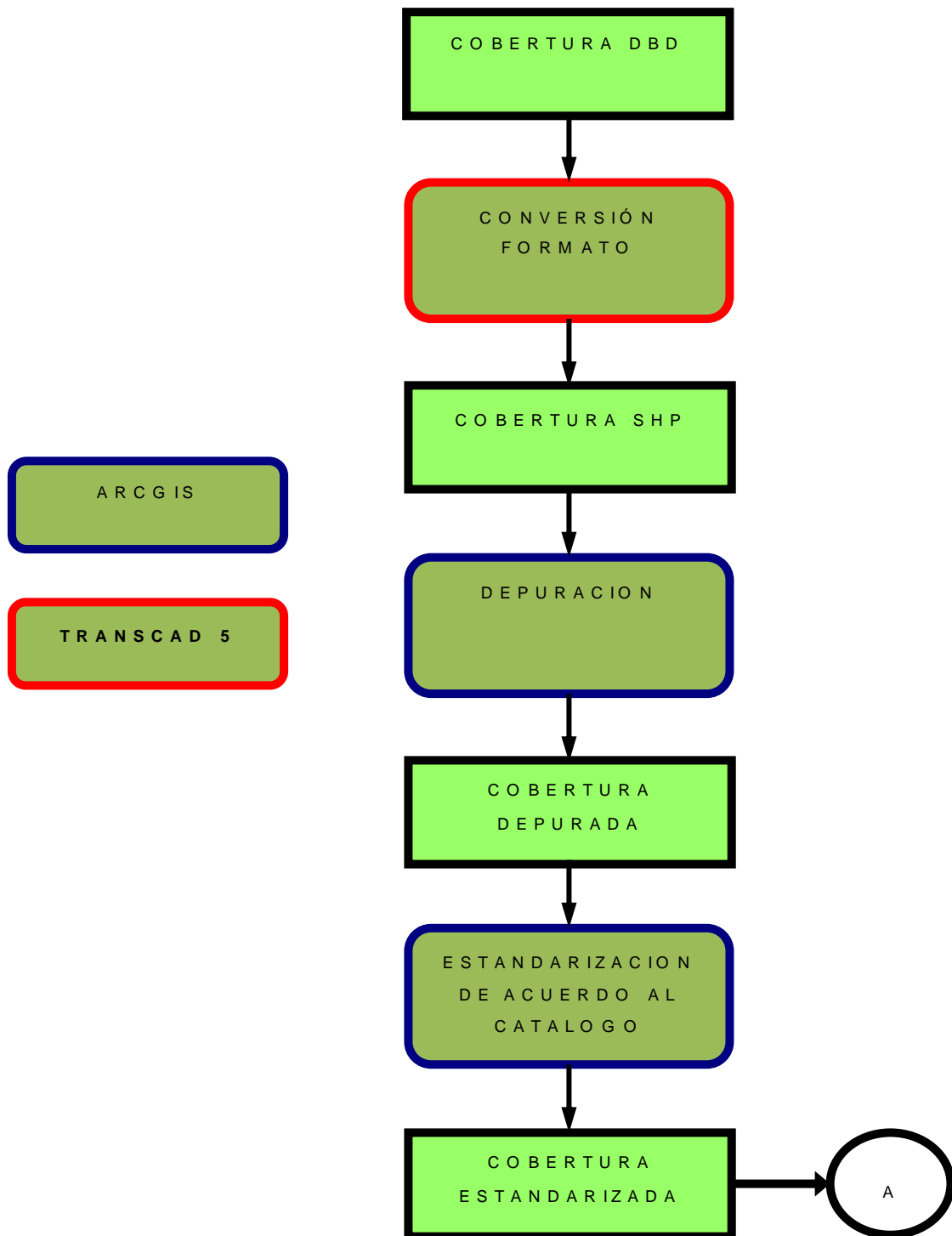


Diagrama 4.3. Procesos con software comercial

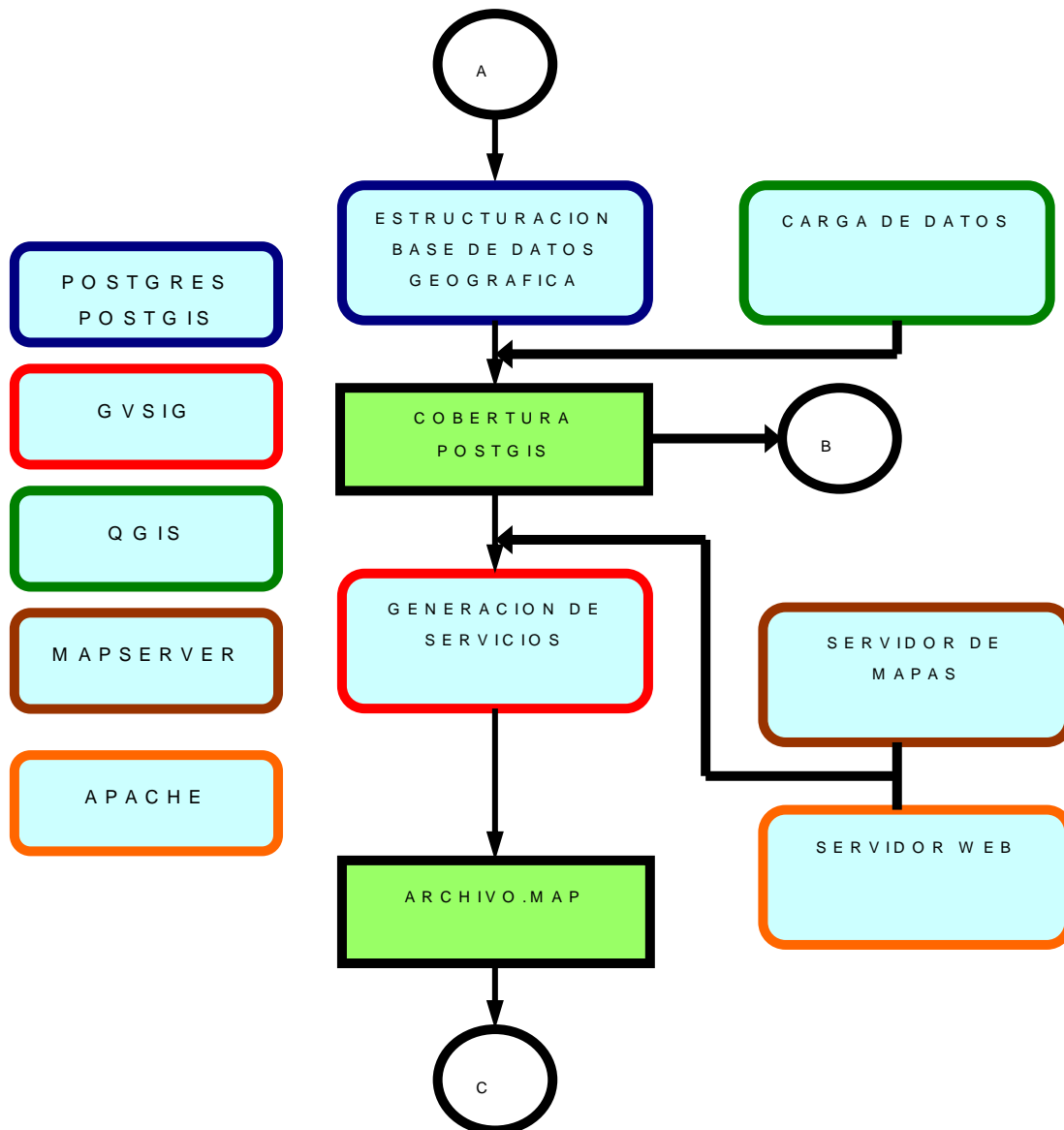


Diagrama 4.4. Procesos con software libre

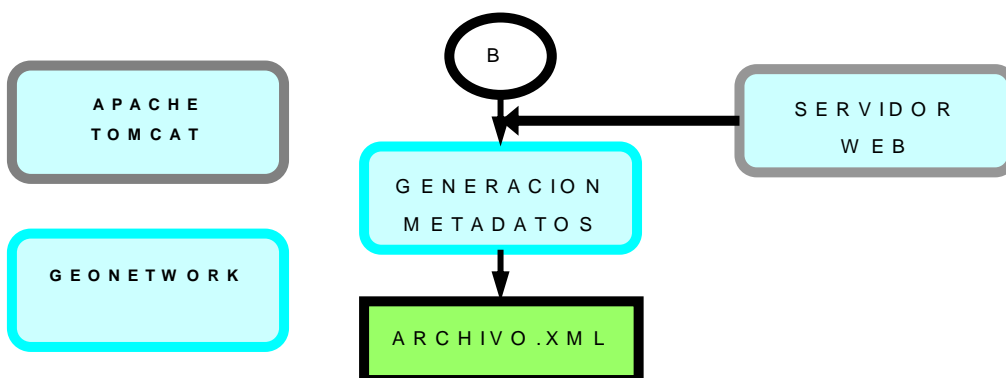


Diagrama 4.5. Generación de metadatos

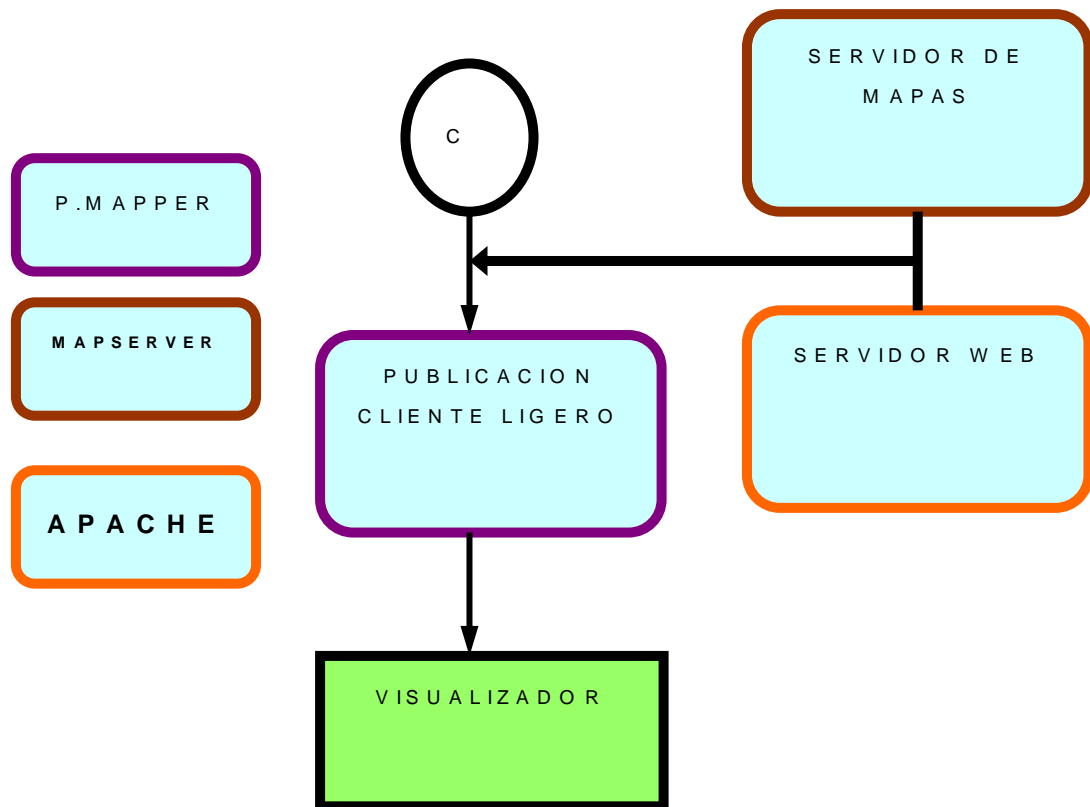


Diagrama 4.6. Generación de visualizador

4.6. Integración de Datos en la IDE

4.6.1. Estandarización de Información

Antes de ingresar la información a la base de datos es necesario estandarizar cada cobertura de acuerdo a las normas y estándares que se nombraron anteriormente, de tal manera que los campos existentes deben ser renombrados y los campos faltantes deben ser creados, en algunos casos se han conservado campos que aunque no están contemplados en las normas se han mantenido para no perder la información que contienen, a continuación se muestra cada cobertura con su estructura anterior y de acuerdo a su estandarización. Ver ejemplo en tabla 4.2

Tabla. 4.2. Cobertura estandarizada

ESTRUCTURA ANTERIOR	ESTANDARIZACION
ZONAS ADMINISTRATIVAS	<i>zona_administrativa_a</i>
FID (OID)	gid (oid)
Shape (Geometry)	shape (geometry)
PARRPQUIA (String)	fcode (string)
	descripcion (string)
	nam (string)
	nm3 (string)
	nm4 (string)
	na4 (string)
	acc (short)
	acc_desc (string)
	bst (short)
	bst_desc (string)
	nute2 (string)
	nute3 (string)
	nute4 (string)
	nute (string)
	txt (string)
	area (double)
	perimetro (double)
	objectid (integer)

4.6.2. Portal de acceso

A través del portal creado para este proyecto se puede acceder a vínculos donde se muestran iniciativas IDES de otros países en los cuales se puede apreciar la tendencia mundial hacia la liberación de la información geográfica y su distribución, de igual forma mediante este portal se tiene acceso a los geoservicios y catálogos generados, y por último se cuenta con un acceso a vínculos nacionales de las instituciones que se encuentran impulsando la creación de la IEDG.



Figura. 4.1. Geoportal EPM M O P

4.6.3. Catálogo de Datos

Como catálogos de datos se ha empleado el software Geonetwork accediendo desde el portal se puede visualizar las coberturas utilizadas para este proyecto, así como a sus metadatos completos, los cuales se generaron en base al Perfil Ecuatoriano de Metadatos (PEM).

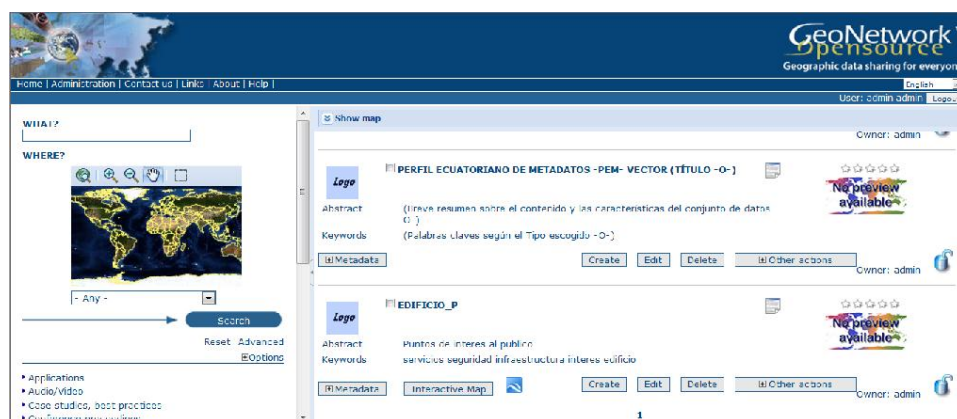


Figura. 4.2. Portal catálogo de datos

4.6.4. Generación de los metadatos de la información espacial.

El primer paso para la generación de metadatos es cargar la plantilla PEM creada por el CONAGE de la siguiente forma:

Se ingresa el usuario y la contraseña de administrador en el caso de que no se haya definido el usuario y contraseña por defecto son "admin" "admin", se escoge el idioma de preferencia que en este caso será español, se ingresa al menú "Administrador" en donde tenemos la opción "Importación batch" esto nos permitirá importar todos los archivos XML que se encuentren en una carpeta específica

Directorio:

Tipo de fichero: Fichero (XML, SLD, WMC...) Fichero MEF

Acciones de importación: No realizar ninguna acción en la importación
 Sobrescribir los metadatos con el mismo UUID
 Generar UUID para el metadato insertado

Hoja de Estilo: ninguno

Validar:

Grupo de usuarios: METADATOS_EPMMOP

Categoría: IDE

Atrás Actualización

Figura. 4.3. Carga PEM

De esta forma ingresamos el directorio donde se encuentra el XML plantilla, se escoge el grupo de usuario y la categoría a la que se asignara este metadato.

Una vez cargado el metadato se lo puede visualizar en la página principal del catálogo y se ingresa a "Editar" este metadato, una vez abierto en la parte inferior se cambia el campo "Tipo" de Metadatos a Plantilla de Metadatos y se graba estos cambios, de esta forma se crea como plantilla el PEM para poder utilizarla para crear los metadatos de las coberturas del proyecto.

El siguiente paso es crear un metadato. Dentro del menú “Administrador” tenemos la opción “Nuevo Metadato” se escoge la plantilla a utilizar y el grupo de usuarios donde se grabara el metadato, y se da click a crear.

The screenshot shows a form with two dropdown menus. The first dropdown is labeled 'Plantilla de metadatos' and is set to 'Perfil Ecuatoriano de Metadatos -PEM- Vector (Título -O-)'. The second dropdown is labeled 'Grupo de usuarios' and is set to 'METADATOS_EPMOP'. Below the dropdowns are two buttons: 'Atrás' and 'Crear'.

Figura. 4.4. Creación de un nuevo metadato

De esta forma cada campo de este nuevo metadato tiene la guía del PEM para ser llenado de manera adecuada reemplazando cada campo con la descripción que se indica.

The screenshot shows the metadata form with the following fields filled out:

- Title:** Perfil Ecuatoriano de Metadatos -PEM- V3
- Alternative title:** (Título alternativo de ser necesario -OP-)
- Date:** [Empty]
- Date type:** Publication
- Edition:** (Número de edición del conjunto de datos)
- Edition date:** [Empty]
- Representation form:** Digital map
- Name:** (Nombre de la Serie de ser el caso, el que)
- Abstract:** (Breve resumen sobre el contenido y las características del conjunto de datos -I-)
- Purpose:** (Explicar con qué finalidad se ha desarrollado el conjunto de datos -O-)
- Status:** Ongoing
- Point of contact:**
 - Individual name: (Información sobre el nombre del que es)
 - Organization name: (Información sobre el nombre de la orgar)
 - Position name: (Información sobre el cargo de la persona)
 - Role: Distributor
 - Voice: [Empty]
 - Facsimile: [Empty]
 - Delivery point: (Dirección -OP-)
 - City: (Ciudad -OP-)
 - Administrative area: (Área administrativa -OP-)

Figura. 4.5. Llenado del metadato

Una vez llenado todos los campos obligatorios y los opcionales pertinentes en la parte inferior se tiene la opción de añadir una vista previa de la cobertura y por último se guarda el metadato creado.

4.7. Estructuración del IDE

Previa a la generación de los servicios web es necesario que el servidor tenga instalado y configurado el software necesario y básico que se detalla:

- Mapserver
- Pmaper
- GvSIG
- Web Map Service (WMS).

Para la generación de este servicio se ha optado por la herramienta publishing que nos ofrece Gvsig, se escoge esta herramienta por su versatilidad, compatibilidad, y ya que cumple con los parámetros OGC de publicación e interoperabilidad, a continuación se detallan los pasos seguidos:

4.7.1. Generación de la vista de diseño

Al abrir el programa Gvsig, tenemos el Gestor de proyectos en donde se crea con el botón nuevo la vista en la que se cargara la cobertura que se quiere presentar como WMS.

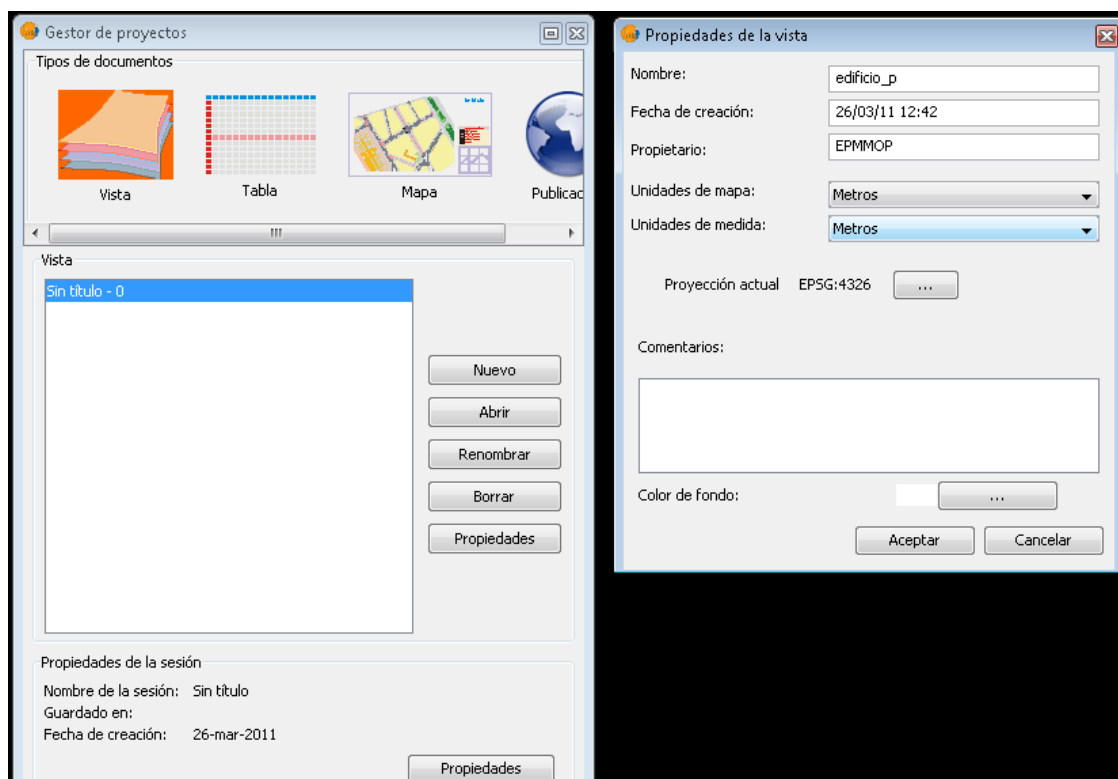


Figura. 4.6. Creación vista de diseño

Antes de entrar a la vista se da click en el botón propiedades el cual abre una ventana donde se cambia el nombre el propietario de la capa las unidades y la proyección en la que se está trabajando que para este caso es el código EPSG : 4326 que corresponde a coordenadas geográficas en el sistema WGS84, con lo cual se puede aceptar y abrir la vista, aquí es donde se carga las capas del servicio desde la base de datos, haciendo click en el menú "VER-GESTOR DE CONEXIONES A BD ESPACIALES", en donde se añade una nueva conexión a la base de datos configurando los parámetros como se muestra en la siguiente imagen.

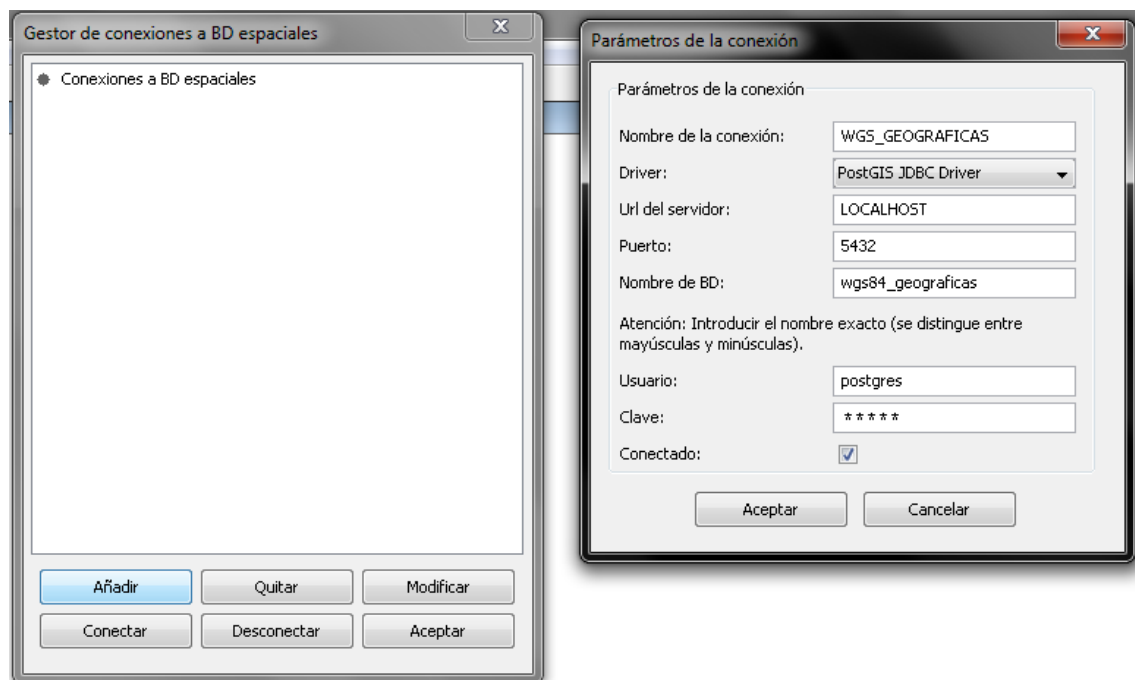


Figura. 4.7. Conexión de base de datos

Al aceptar se encuentra conectado a la base de datos y cargamos las coberturas desde el menú VISTA-AÑADIR CAPA se escoge la pestaña GeoBD, se elige la conexión wgs_geograficas y se despliegan todas las capas de esta base de datos, escogemos las que se quiere cargar y aceptamos.

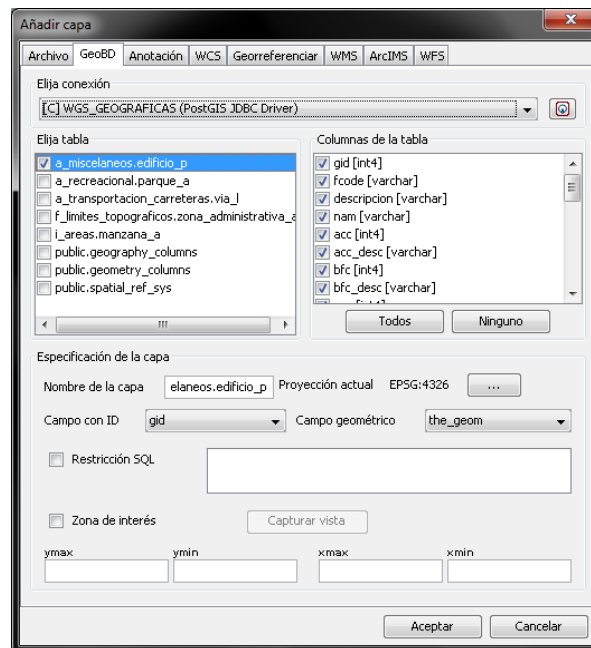


Figura. 4.8. Carga de capas

4.7.2. Generación de la publicación

Una vez cargadas las capas deseadas en la vista se personaliza el despliegue de la información de acuerdo a la necesidad de los usuarios y se graba el proyecto y se abre del gestor de proyectos nuevamente, escogiendo en esta ocasión la opción de Publicación, haciendo click en el botón nuevo creamos una nueva publicación, se renombra y al abrir empieza la configuración del servicio.

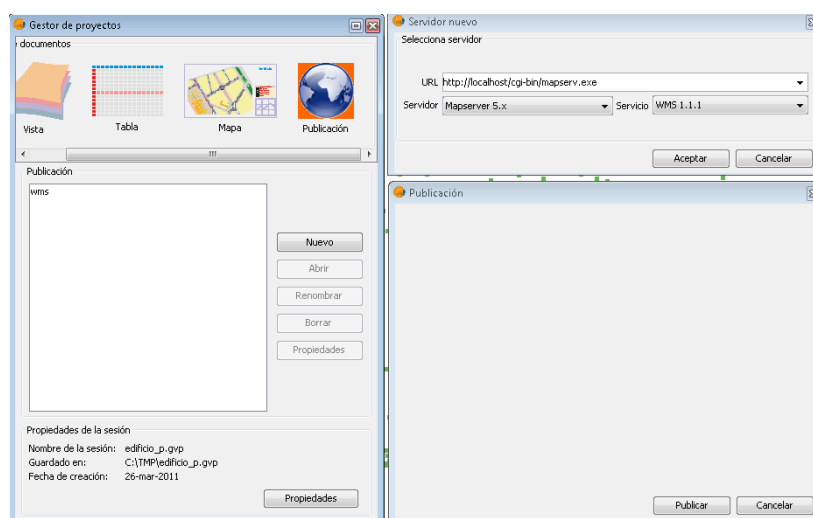


Figura. 4.9. Generación de servicio

Se introduce el URL del servidor de mapas en este caso mapserver, “<http://localhost/cgi-bin/mapserv.exe>” se escoge el servidor Mapserver 5.x y también el tipo de servicio que se quiere crear en este caso WMS 1.1.1. y se da click al botón aceptar.

Después de este paso en la ventana inferior de publicación se tiene 3 pestañas en las cuales se ingresa la siguiente información,

El URL del servido ingresado anteriormente, y se indica el fichero donde se va a grabar el archivo .map

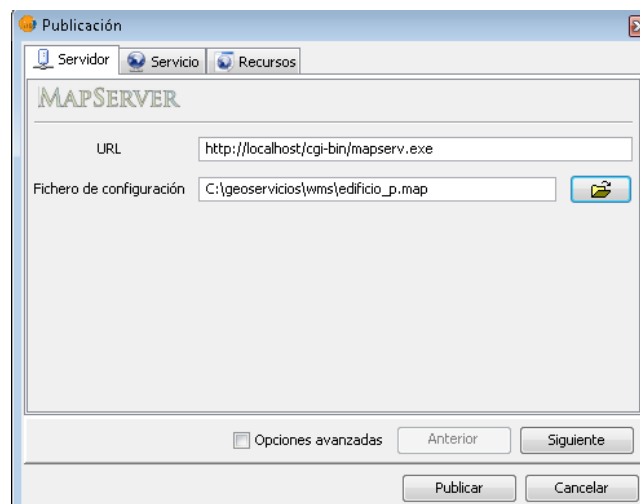


Figura. 4.10. Configuración del servidor

En la pestaña Servicio se establece campos como el nombre del servicio, su título y un breve resumen de lo que se está presentando también se debe corregir un error que se produce en el URL del servicio que se presenta de esta forma:

http://localhost/cgi-bin/mapserv.exe?map=C%3A%5Cgeoservicios%5Cwms%5Cedificio_p.map

Como se puede observar los caracteres del tipo “%3A%5” se deben cambiar por “:\” con lo que el URL correcto es el siguiente:

http://localhost/cgi-bin/mapserv.exe?map=C:\\geoservicios\\wms\\edificio_p.map

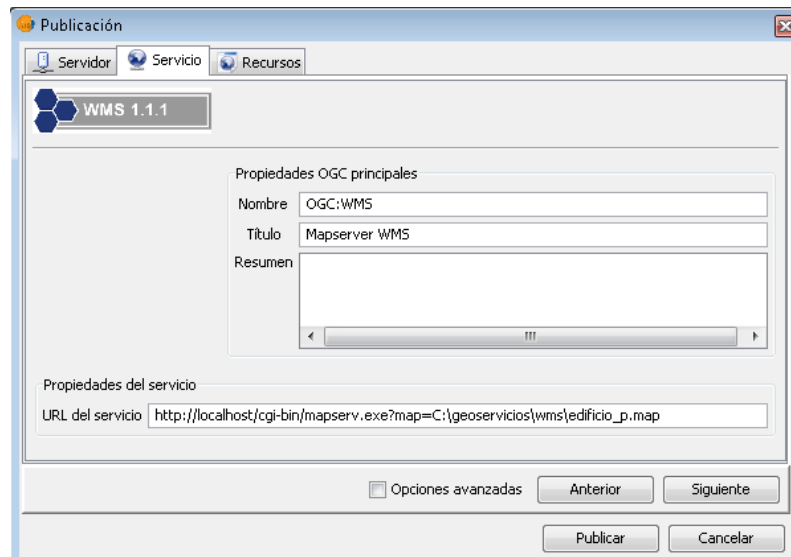


Figura. 4.11. Configuración del servicio

Al dar click en la pestaña Recursos se abre una pequeña ventana donde se escoge las capas que se quiere presentar y se añade, por defecto el programa regresa a la primera pestaña, se debe dar click de nuevo en la Recursos y activando la casilla de Opciones avanzadas si el usuario lo desea puede activar la opción Consultable lo cual permite que el servicio muestre la información alfanumérica de la cobertura. Con esto al dar click en Publicar el servicio está completo.

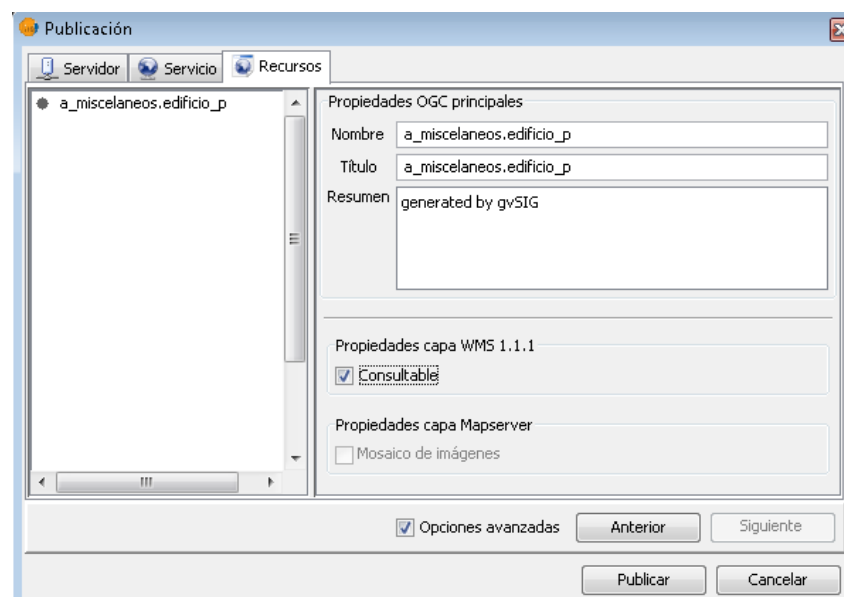


Figura. 4.12. Configuración de recursos

Los URL WMS creados en este proyecto se muestran en la siguiente lista:

- http://localhost/cgi-bin/edificio_p
- http://localhost/cgi-bin/via_l.m.ap
- http://localhost/cgi-bin/zona_administrativa_a
- <http://localhost/cgi-bin/imagenes>
- http://localhost/cgi-bin/parque_a
- http://localhost/cgi-bin/manzana_a

Ejemplo estructura GML de un servicio WMS

```

MAP
  NAME edificio_p
  STATUS ON
  SIZE 500 400
  EXTENT -78.5174066222134 -0.212597636793933 -78.4399659512915 -
0.120222759196904
  UNITS DD
  # SHAPEPATH "data"
  IMAGETYPE jpeg

PROJECTION
  "init=EPSG:4326"
END

WEB
  IMAGEPATH "C:/ms4w/tmp/ms_tmp/"
  IMAGEURL "/ms_tmp/"

METADATA

"WMS_TITLE" "a_miscelaneos.edificio_p"
"WMS_ABSTRACT" "Cobertura de puntos de interes al publico"
"WMS_ONLINERESOURCE" "http://localhost/cgi-bin/edificio_p?"
"WMS_SRS" "EPSG:4326"
"WMS_ACCESSCONSTRAINTS" "Restringido"
"WMS_ADDRESSTYPE" "Dirección"
"WMS_ADDRESS" "America N31-137"
"WMS_CITY" "Quito"
"WMS_STATE" "DMQ"
"WMS_STATEORPROVINCE" "Pichincha"
"WMS_POSTCODE" "170150"
"WMS_COUNTRY" "Ecuador"
"WMS_CONTACTELECTRONICMAILADDRESS" "henry.vilatunia@epmmop.gob.ec"
"WMS_CONTACTFACSIMILETELEPHONE" "2907005"
"WMS_CONTACTPERSON" "Henry Vilatuña"
"WMS_CONTACTORGANIZATION" "EPMMOP"
"WMS_KEYWORDLIST" "WMS,servicios, seguridad, infraestructura, interes
edificio"
"WMS_VERSION" "1.1.0"
"WMS_FORMATS" "png gif jpeg"

```

```

END

END

LAYER
  NAME "a_miscelaneos.edificio_p"
  STATUS ON
  DEBUG ON
  TYPE POINT
  DATA "the_geom from a_miscelaneos.edificio_p using unique gid using
srid=4326"
  CONNECTIONTYPE POSTGIS
  CONNECTION "user=postgres password=admin host=localhost port=5432
dbname=wgs84_geograficas"
  MAXSCALE -1.0
  MINSSCALE -1.0
  TRANSPARENCY 100
  DUMP TRUE
  TEMPLATE "."
  SIZEUNITS pixels
  PROJECTION
    "init=epsg:4326"
  END
  CLASS
    STYLE
      COLOR 255 153 0
      SIZE 5
    END
  # SYMBOL "square"
  NAME "default"
  END
  METADATA
    "wms_title" "a_miscelaneos.edificio_p"
    "wms_abstract" "Cobertura de puntos de interes al publico"
    "wms_extent" "-78.5174066222134 -0.212597636793933 -
78.4399659512915 -0.120222759196904"
    "wms_srs" "EPSG:4326"

    "gml_include_items" "all"
  END
END # Layer

                                END # Map File

```

4.7.3. Visualizador

En la actualidad, la publicación de la cartografía ha experimentado un alto crecimiento, ya que esta presenta unas características inmejorables de accesibilidad, interactividad e integración, razón por la cual, la generación del visualizador es indispensable para mostrar los datos geográficos que posee cada una de las entidades.

Para la realización del visualizador se eligió P Mapper, debido a su versatilidad y su interfaz amigable al usuario. P.mapper es un cliente de servicios basado en Mapserver con PHP/MapScript. Es un framework que ofrece una amplia gama de funcionalidades y múltiples configuraciones para facilitar la puesta en marcha de aplicaciones.

Dentro de sus funcionalidades encontramos elementos como zoom, mapa de referencia, ofrece funcionalidades de consulta y selección de elementos geográficos, un motor de búsquedas por atributos incluyendo sugerencias, impresiones de mapas y reportes, etc. Para su instalación debemos descargar los archivos binarios de la aplicación y descomprimirlos bajo el directorio desde el cual el servidor Web realiza la publicación o en el directorio que se considere adecuado y realizar la redirección.

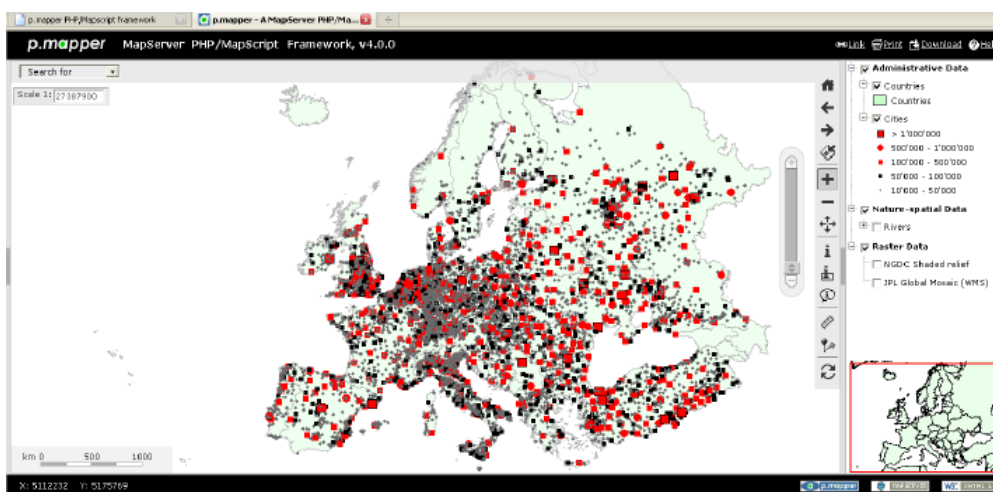


Figura. 4.13. Visualizador por defecto

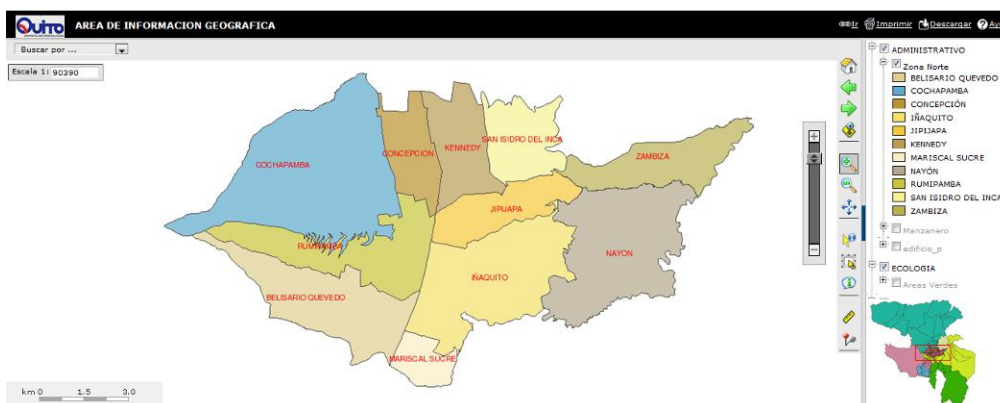


Figura. 4.14. Visualizador personalizado

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El área de estudio cumple con la ordenanza municipal de concentración de áreas verdes.
- El área de estudio no cumple con las recomendaciones que considera óptimas la Organización Mundial de la Salud con respecto la concentración de áreas verdes.
- El modelo MINISUM es el más adecuado para el cálculo de localización óptima de áreas verdes ya que cumple con el objetivo de equidad y justicia espacial
- La EPM MOP no tiene un catálogo de objetos que refleje todas las necesidades de información geográficas
- La información geográfica de la EPM MOP no se encontraba estructurada de acuerdo a un catálogo de objetos, con los resultados obtenidos por este plan se ha optado por empezar su estructuración de acuerdo a la norma en el marco de la IDEs
- De la experiencia adquirida a través de este plan piloto se ha tomado la iniciativa y en la actualidad se ha realizado una publicación de servicios WMS de la información a nivel municipal así como de un visualizador
- La información no se encuentra en una geodatabase centralizada
- Este plan piloto ha despertado un interés en los niveles gerenciales por las nuevas herramientas para el análisis de su información y la toma de decisiones
- las herramientas de software comercial no se ajustan a todas las especificaciones ISO y OGC

- La base de datos de software libre se desempeña de manera óptima frente a las exigencias del volumen de datos manejado por la EPM MOP, por lo que puede ser utilizada como software institucional
- Se requiere una colaboración entre las diferentes empresas que manejan cartografía espacial con el CONAGE para generar sus catálogos de objetos que formen parte del catálogo nacional
- La línea utilizada de software libre es muy versátil y óptima para la generación de servicios web
- Las IDEs están compuestas por políticas, datos espaciales, tecnologías, normas y estándares, servicios, acuerdos, y recursos humanos.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda implantar una mayor cantidad de áreas verdes con la finalidad de aumentar la calidad de vida de la población y de esta manera acercarse a las sugerencias de la OMS
- Es necesario generar un catálogo de objetos que refleje todas las necesidades de información de la institución.
- Es recomendable extender esta iniciativa a todo el Distrito Metropolitano de Quito
- Es importante que cada institución posea una geodatabase corporativa centralizada, cuya información este debidamente catalogada con sus metadatos, de la misma forma es responsabilidad de la institución la generación de servicios web de su competencia para que alimente la IEDG (Infraestructura Ecuatoriana de Datos Geoespaciales) con la finalidad de optimizar recurso y evitar la duplicidad esfuerzos.
- Es necesario difundir la filosofía de las IDEs y promover la libre distribución de la información
- Existen documentos como el caso del PEM (Perfil Ecuatoriano de Metadatos) que se basa en la norma ISO 19115 (Metadatos), ajustando de esta forma las normas internacionales a las necesidades locales, por lo cual es recomendable utilizarlos.
- Se debe concienciar a los altos mandos para que logren asimilar las características y bondades de las IDEs, y así obtener su apoyo e impulso.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bosque Sendra, Joaquín, *SIG y evaluación multicriterio*, Departamento de Geografía, Universidad de Alcalá
- Bosque Sendra, Joaquín, y Moreno Jiménez, Antonio, *Sistemas de información geográfica y localización de instalaciones y equipamientos*, 2004, RA-M A, Madrid
- Edda Claudia Valpreda , Instituto de Cartografía, Investigación y Formación para el Ordenamiento Territorial (CIFOT), Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo
- Falconí, Fander, *Análisis multicriterio de la economía ecuatoriana*
- Falconí, Fander y Burbano, R. 2004. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica Vol. 1: 11-20
- Paloma Abad Power - Instituto Geográfico Nacional Celia Sevilla Sánchez - Instituto Geográfico Nacional; ENERO 2008

REFERENCIAS WEB

- <http://www.anzlic.org.au>
- <http://www.cp-idea.org/>
- <http://www.epmmop.gob.ec>
- <http://www.espe.edu.ec>
- <http://www.esri.com/software/arcgis/geodatabase/storage-in-an-rdbms.html>
- <http://www.fgdc.gov>
- <http://www.fsf.org>
- <http://www.geoportalm.gov.ec/>
- <http://www.icde.org.co>

-
- <http://www.ideo.es>
 - <http://www.iso211.org/>
 - <http://www.microsoft.com/sqlserver/2008/en/us/default.aspx>
 - <http://www.mysql.com/>
 - <http://www.opengeospatial.org/>
 - <http://www.oracle.com/index.html>
 - <http://www.postgresql.org/about/>
 - <http://www.snit.cl>
 - <http://www.territorial.sni.gob.ec/>

REFERENCIAS ADICIONALES

- Curso avanzado de Infraestructura de Datos Espaciales (IDES) CLIRSEN
- Taller de Infraestructura de Datos Espaciales (IDES) con software libre IGM

A N E X O S

A n e x o A : M a n u a l d e v i s u a l i z a d o r d e m a p a s E P M M O P

Anexo B: Perfil Ecuatoriano de Metadatos

**Anexo C: MODELO DE DATOS Y CATÁLOGO DE OBJETOS ESCALA
1:5.000 INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR DEL ECUADOR
(BORRADOR) VERSIÓN 3.0**