

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Diseño de un corredor ecológico en el borde norte de la ciudad de Bogotá

Alfonso Romero Paredes

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

Quito, 1 de noviembre de 2011

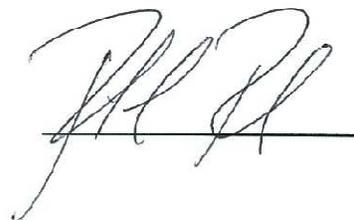
**Universidad San Francisco de Quito
Colegio de Postgrados**

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

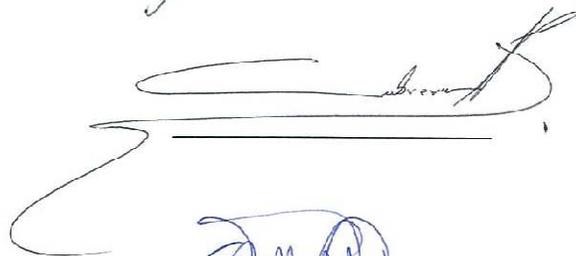
**Diseño de un corredor ecológico en el borde norte de la ciudad de
Bogotá**

Alfonso Romero Paredes

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



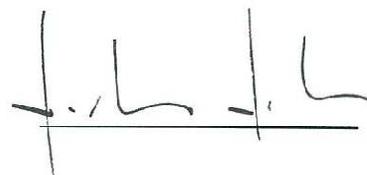
Pablo Cabrera
Miembro del Comité de Tesis



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



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



Quito, diciembre de 2011

© Derechos reservados
Alfonso Romero Paredes
2011

RESUMEN

Este trabajo analiza el conflicto de uso de la tierra en el borde norte de la ciudad de Bogotá, desde una perspectiva integral. Diseñando un corredor ecológico mediante una serie de actividades que organizadas en forma lógica dentro de un SIG, proporcionan una excelente herramienta para la toma de decisiones.

Las actividades desarrolladas al interior de este trabajo van desde la revisión de la información existente, pasando por los trabajos de recolección de datos en campo, la digitalización y la organización de los mismos en una base de datos espacial. Con los datos organizados se procedió a diseñar un modelo conceptual que sirvió de base para el análisis y diseño de los modelos relacional y espacial.

Para la elaboración del modelo conceptual se analizaron los siguientes componentes y sus relaciones: área objetivo, espacios núcleos a conectar, espacios de restauración, especie objetivo, red hídrica y espacios a aislar.

El modelo relacional se implementó directamente en el software ArcGis en una base de datos y para el análisis espacial se utilizó el constructor de modelos integrado en el mencionado software.

Con esta estructura de base se diseñaron siete alternativas de solución para el corredor ecológico.

ABSTRACT

This paper examines the conflict of land use on the northern edge of the city of Bogotá, from a holistic perspective. Designing an ecological corridor through a series of activities organized logically in a GIS, provide an excellent tool for decision making.

The activities within this work are the review of existing information, the work of field data collection, digitization and organizing them in a spatial database. With the data organized proceeded to design a conceptual model that formed the basis for analysis and design of relational and spatial models.

In preparing the conceptual model are analyzed following components and their relations: a target area, connect core areas, restoration areas, target species, water mains and isolate areas.

The relational model was implemented directly in the ArcGIS software in a database. For spatial analysis used the model builder software

With this basic structure were designed seven alternative solutions to the ecological corridor.

TABLA DE CONTENIDO

	Pg.
INTRODUCCIÓN	1
1. OBJETIVOS	2
1.1 OBJETIVO GENERAL	2
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	2
2. AREA DE ESTUDIO	3
3. MARCO TEÓRICO	5
3.1 LOS CORREDORES ECOLÓGICOS	5
3.2 DEFINICION DE CORREDOR ECOLÓGICO	6
3.3 EJEMPLOS DE CORREDORES ECOLÓGICOS	6
3.4 DEFINICION DE SIG	7
4. METODOLOGÍA	8
4.1 REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE	9
4.2 RECONOCIMIENTO DEL ÁREA DE ESTUDIO	10
4.3 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	11
4.4 DIGITALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN.	12
4.5 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EN CAMPO	14
4.6 ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	15
4.7 MODELO CONCEPTUAL	15
4.7.1 Área objetivo	16
4.7.2 Espacios a conectar	16
4.7.3 Espacios de restauración	17
4.7.4 Especie objetivo	17
4.7.5 Red hídrica	18
4.7.6 Espacios a aislar	18
4.8 MODELO RELACIONAL	20
4.9 DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA EL DISEÑO	21
4.9.1 Criterios para áreas de reservas	21
4.9.2 Criterios para áreas de protección y aislamiento	21
4.9.3 Criterios para la especie seleccionada	22
4.9.4 Criterios para las conexiones	22
4.10 MODELO ESPACIAL	23
4.10.1 Modelo Corredor hídrico	23
4.10.2 Modelo Corredor hídrico – vegetación	24
4.10.3 Modelo Corredor Cerros – humedal	25
4.10.4 Modelo Corredor Cerros - humedal – Construcciones	25
4.10.5 Modelo Corredor ave – laguna – humedal	26

4.10.6 Modelo Corredor ave – laguna – humedal – rio	26
4.10.7 Alternativa 1	27
4.10.8 Alternativa 2	27
4.10.9 Alternativa 3	28
4.10.10 Alternativa 4	28
4.10.11 Alternativa 5	29
4.10.12 Alternativa 6	30
4.10.13 Alternativa 7	30
4.11 ANÁLISIS ESPACIAL	31
4.11.1 Modelo Corredor hídrico	32
4.11.2 Modelo Corredor hídrico – vegetación	32
4.11.3 Modelo Corredor Cerros – humedal	33
4.11.4 Modelo Corredor Cerros - humedal – Construcciones	33
4.11.5 Modelo Corredor ave – laguna – humedal	33
4.11.6 Modelo Corredor ave – laguna – humedal – rio	34
4.11.7 Alternativa 1	34
4.10.8 Alternativa 2	34
4.10.9 Alternativa 3	35
4.10.10 Alternativa 4	35
4.10.11 Alternativa 5	36
4.10.12 Alternativa 6	36
4.10.13 Alternativa 7	37
5. RESULTADOS	38
5.1 CORREDOR HÍDRICO	38
5.2 CORREDOR HÍDRICO VEGETACIÓN	39
5.3 CORREDOR CERROS HUMEDAL	40
5.4 CORREDOR CERROS HUMEDAL CONSTRUCCIONES	41
5.5 CORREDOR AVE LAGUNA HUMEDAL	42
5.6 CORREDOR AVE LAGUNA HUMEDAL RIO	43
5.7 ALTERNATIVA 1	44
5.8 ALTERNATIVA 2	45
5.9 ALTERNATIVA 3	46
5.10 ALTERNATIVA 4	47
5.11 ALTERNATIVA 5	48
5.12 ALTERNATIVA 6	49
5.13 ALTERNATIVA 7	50
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

LISTA DE TALAS Y FIGURAS

	Pg.
Tabla 1: Datos utilizados para el modelo	19
Figura 1: Localización área de estudio en el borde norte de Bogotá.	3
Figura 2: Localización área de estudio para el diseño de un corredor ecológico.	4
Figura 3: Esquema estructural de corredor ecológico	5
Figura 4: Esquema de la metodología del proyecto.	9
Figura 5: Bosques las lechuzas, identificado en el reconocimiento de campo, compuesto por árboles y una zona de humedal	11
Figura 6: Ejemplo del proceso de georeferenciación de cartografía análoga	12
Figura 7: Identificadores y atributos de las curvas de nivel	12
Figura 8: Mapa topográfico de la zona de estudio	14
Figura 9: Modelo conceptual del proyecto	18
Figura 10: Modelo Entidad Relación del proyecto de diseño de corredor ecológico.	20
Figura 11: Modelo espacial, corredor hídrico, conexiones y relaciones	24
Figura 12: Modelo espacial, corredor hídrico incluyendo cobertura vegetal aledaña.	24
Figura 13: Modelo espacial, corredor conectando el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral.	25
Figura 14: Modelo espacial, corredor conectando el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral, incluyendo un aislamiento para las construcciones.	25
Figura 15: Modelo espacial, corredor de la Tingua bogotana, analizando el desplazamiento entre las lagunas y humedales.	26
Figura 16: Modelo espacial, corredor de la Tingua, analizando el desplazamiento entre las lagunas, humedales y río.	26
Figura 17: Alternativa de solución uno, relacionando el corredor hídrico con el corredor de conexión entre el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral.	27
Figura 18: Alternativa de solución dos, relacionando el corredor hídrico con el corredor de conexión entre el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral, con un aislamiento para las construcciones.	28

Figura 19: Alternativa de solución tres, relacionando el corredor hídrico incluyendo la vegetación, con el corredor de conexión entre el cerros de la Conejera y el humedal de Guaymaral.	28
Figura 20: Alternativa de solución cuatro, relacionando el corredor hídrico incluyendo la vegetación, con el corredor de conexión entre el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral, incluyendo un aislamiento para las construcciones.	29
Figura 21: Alternativa de solución cinco, relacionando el corredor hídrico, el corredor de conexión entre el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral, y el corredor para aves analizando el desplazamiento entre lagunas y humedales.	21
Figura 22: Alternativa de solución seis, relacionando el corredor hídrico, el corredor de conexión entre el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral, incluyendo aislamiento para construcciones, y el corredor para aves analizando el desplazamiento entre lagunas y humedales.	30
Figura 23: Alternativa de solución siete, relacionando el corredor hídrico incluyendo vegetación, el corredor de conexión entre el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral, incluyendo aislamiento para construcciones, y el corredor para aves analizando el desplazamiento entre lagunas, humedales y ríos.	30
Figura 24: Modelo <i>ModelBulde</i> (C1_hidrico), corredor hídrico, conexiones y relaciones.	32
Figura 25: Modelo <i>ModelBulde</i> (C1_hidrico_vegetación), corredor hídrico incluyendo cobertura vegetal aledaña.	32
Figura 26: Modelo <i>ModelBulde</i> (C2_cerros_humedal), corredor conectando cerro de la Conejera humedal Guaymaral.	33
Figura 27: Modelo <i>ModelBulde</i> (C2_cerros_humedal_construcciones), corredor uniendo cerro de la Conejera humedal Guaymaral, con aislamiento para las construcciones.	33
Figura 28: Modelo <i>ModelBulde</i> (C3_ave_laguana_humedal) , corredor de la Tingua, analizando el desplazamiento entre las lagunas y humedales.	33
Figura 29: Modelo <i>ModelBulde</i> (C3_ave_laguana_humedal_rio), corredor de la Tingua, analizando el desplazamiento entre las lagunas, humedales y rio.	34
Figura 30: <i>ModelBulde</i> A1_alternativa, Alternativa de solución uno, relacionando el corredor hídrico con el corredor de conexión entre los cerros y el humedal.	34

Figura 31: <i>ModelBuilde</i> A2_alternativa, Alternativa de solución dos, relacionando el corredor hídrico con el corredor de conexión entre los cerros humedal con un aislamiento para las construcciones.	34
Figura 32: <i>ModelBuilde</i> A3_alternativa, Alternativa de solución tres, relacionando el corredor hídrico incluyendo la vegetación con el corredor de conexión entre los cerros humedal.	35
Figura 33: <i>ModelBuilde</i> A4_alternativa, Alternativa de solución cuatro, relacionando el corredor hídrico incluyendo la vegetación con el corredor de conexión entre los cerros y el humedal incluyendo un aislamiento para las construcciones.	35
Figura 34: <i>ModelBuilde</i> A5_alternativa, Alternativa de solución cinco, relacionando el corredor hídrico, el corredor de conexión entre los cerros y el humedal y el corredor para aves analizando el desplazamiento entre lagunas y humedales.	36
Figura 35: <i>ModelBuilde</i> A6_alternativa, Alternativa de solución seis, relacionando el corredor hídrico, el corredor de conexión entre los cerros humedal incluyendo aislamiento para construcciones y el corredor para aves analizando el desplazamiento entre lagunas y humedales.	36
Figura 36: <i>ModelBuilde</i> A7_alternativa, Alternativa de solución siete, relacionando el corredor hídrico incluyendo vegetación, el corredor de conexión entre los cerros – humedal incluyendo aislamiento para construcciones y el corredor para aves analizando el desplazamiento entre lagunas, humedales y ríos.	37
Figura 37: Resultado final del diseño del corredor del borde norte de Bogotá, tomando como base el sistema hídrico.	38
Figura 38: Resultado final del diseño del corredor del borde norte de Bogotá, tomando como base el sistema hídrico incluyendo la vegetación.	30
Figura 39: Resultado final del diseño del corredor del borde norte de Bogotá, tomando como base la conexión entre el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral.	40
Figura 40: Resultado final del diseño del corredor del borde norte de Bogotá, tomando como base la conexión entre el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral incluyendo un aislamiento para las construcciones.	41
Figura 41: Resultado final del diseño del corredor del borde norte de Bogotá, tomando como base la especie seleccionada y su desplazamiento entre las laguna y los humedales.	42
Figura 42: Resultado final del diseño del corredor del borde norte de Bogotá, tomando como base la especie seleccionada y su desplazamiento entre las laguna, los humedales y el río Bogotá.	43

- Figura 43: Resultado final del diseño del corredor del borde norte de Bogotá, tomando como base el sistema hídrico y la conexión entre el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral. 44
- Figura 44: Resultado final del diseño del corredor del borde norte de Bogotá, tomando como base el sistema hídrico y la conexión entre el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral incluyendo un aislamiento para las construcciones. 45
- Figura 45: Resultado final del diseño del corredor del borde norte de Bogotá, tomando como base el sistema hídrico incluyendo vegetación y la conexión entre el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral. 46
- Figura 46: Resultado final del diseño del corredor del borde norte de Bogotá, tomando como base el sistema hídrico incluyendo vegetación y la conexión entre el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral incluyendo un aislamiento para las construcciones. 47
- Figura 47: Resultado final del diseño del corredor del borde norte de Bogotá, tomando como base el sistema hídrico, la conexión entre el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral y el corredor de desplazamiento de la especie seleccionada entre lagunas y humedales. 48
- Figura 48: Resultado final del diseño del corredor del borde norte de Bogotá, tomando como base el sistema hídrico, la conexión entre el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral incluyendo un aislamiento para las construcciones y el corredor de desplazamiento de la especie seleccionada entre lagunas y humedales. 49
- Figura 49: Resultado final del diseño del corredor del borde norte de Bogotá, tomando como base el sistema hídrico incluyendo vegetación, la conexión entre el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral incluyendo un aislamiento para las construcciones y el corredor de desplazamiento de la especie seleccionada entre lagunas, humedales y el río Bogotá. 50

INTRODUCCIÓN

Los investigadores sostienen que los corredores ecológicos permiten la conservación y la restauración de la estructura ecológica promoviendo la recuperación ambiental, el bienestar social y el desarrollo económico.

Cuando hablamos de conservación y restauración se deben considerar variables relacionadas a la biodiversidad, la conectividad, la vegetación y el valor ambiental. Además, se consideraran los aspectos legales relacionados a la propiedad, las servidumbres, los aspectos constitucionales y administrativos. Teniendo de esta forma un número creciente de elementos y variables que hacen más complejo el análisis de los fenómenos presentes en un área.

Sin embargo, si se investiga a fondo las bondades de la utilización de los SIG como herramienta de diseño, es posible relacionar y analizar una cantidad de elementos, variables y parámetros que intervienen dentro de una estructura ecológica. Para entender por ejemplo, el comportamiento de las aves en relación con la vegetación y el sistema hídrico.

Dadas los comentarios anteriores, la presente investigación tiene por objetivo diseñar un corredor ecológico en el borde norte de la ciudad de Bogotá, utilizando un SIG.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL:

Diseñar uno corredores ecológico en el borde norte de la ciudad de Bogotá utilizando un Sistema de Información Geográfica – SIG.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Analizar los parámetros de tipo técnicos para el diseño de corredor ecológico.
- Diseñar un modelo conceptual para el proyecto.
- Diseñar modelos espaciales para el proyecto.
- Diseñar varis alternativas de corredores ecológicos.

2. AREA DE ESTUDIO

El área del proyecto se encuentra localizada en la zona norte de la ciudad de Bogotá Colombia, tal como se muestra en la figura 1.

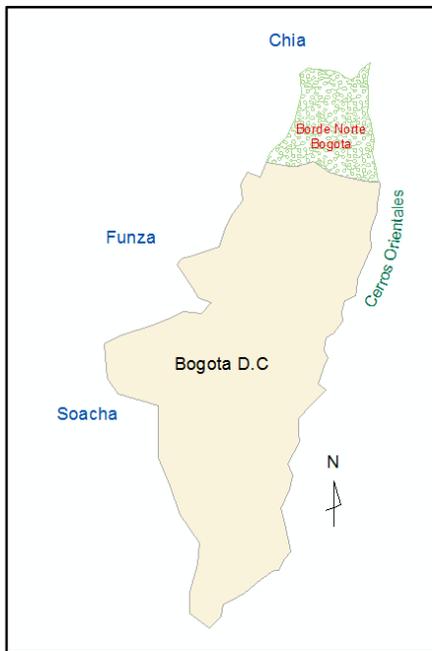


Figura 1: Localización área de estudio en el borde norte de Bogotá.

En el sector comprendido por los siguientes límites: por el norte con el río Bogotá, por el sur con el cementerio Jardines del Recuerdo, por el oriente con los Cerros Orientales y por el occidente con el club campestre los Arrayanes.

Entre las siguientes coordenadas planas con origen Bogotá: este 1'000.000 a 1007500 y norte 1'020.000 a 1'027.000. Ver figura 2.

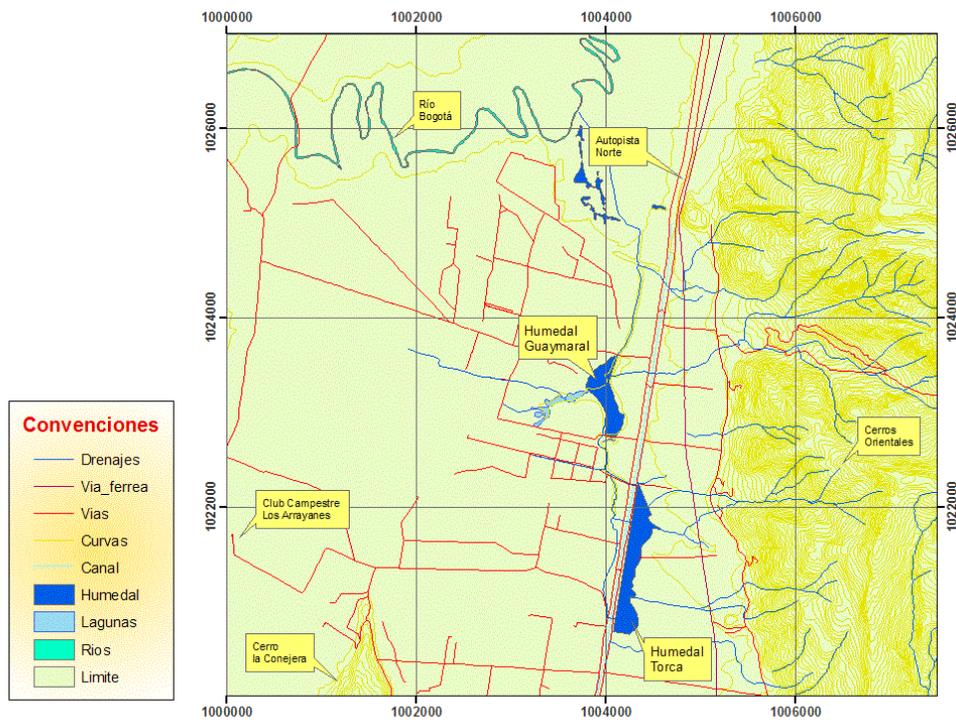


Figura 2: Localización área de estudio para el diseño de un corredor ecológico.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 LOS CORREDORES ECOLÓGICOS

El concepto de Corredor Biológico o ecológico fue propuesto inicialmente por investigadores en el campo de la Biología. Introduce necesariamente el análisis de conectividad de áreas, con el objeto de restablecer y conservar el medio ambiente.

La Figura 3, muestra un esquema de corredor ecológico, resaltando la conectividad entre los núcleos, áreas de restauración y cuerpos de agua entre otros.

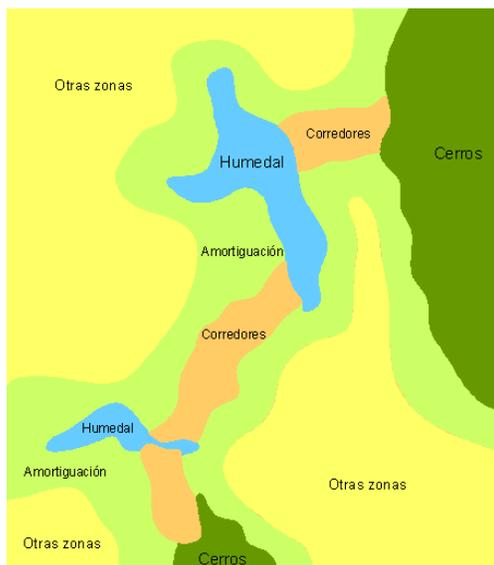


Figura 3: Esquema estructural de corredor ecológico

A continuación encontramos algunas definiciones de corredores ecológicos, sus características generales y algunos ejemplos de diseño con el objetivo de utilizarlos como material para el análisis.

3.2 DEFINICION DE CORREDOR ECOLÓGICO

Un corredor biológico es una zona para conectar ecosistemas y hábitats naturales o modificados, para permitir el normal desarrollo de la flora y la fauna silvestre. Asegurando de esta forma la conservación y los procesos ecológicos (Canet 23).

Según (Canet) la longitud, anchura y ubicación de un corredor biológico están definidas por las especies que la utilizarán (23)

Un concepto moderno define el corredor ecológico desde una perspectiva integral. Analizando el territorio como un mosaico de uso de la tierra para conectar áreas naturales (Pérez 1).

3.3 EJEMPLOS DE CORREDORES ECOLÓGICOS

Con el concepto de los que es un corredor ecológico, veamos a continuación una serie de ejemplos de diseño y la metodología utilizada:

- Corredor Biológico en la unidad de conservación de bahía De Jiquilisco a nivel de ecosistema (Molina 5 - 6).
- Corredor ecológico Quito Ecuador (Cadena, Rodríguez, Vallejo 3 - 6).
- Diseño de SIG para el futuro corredor Verde de Guadamar (Camarillo, López, Prados 8 - 12).
- Red de corredores ecológicos de la comunidad autónoma de Euskadi. (Gurrutxaga 40 - 46).
- Determinación de coberturas vegetales y análisis de conectividad en tres micro cuencas de la zona cafetera del corregimiento de palmitas, municipio de Medellín, Colombia. (Racero 4 - 6)
- Establecimiento de un corredor biológico en la sierra de portuguesa, andes de Venezuela. (Martínez, Yerena, Padrón, Vera 6).
- Corredor biológico Alexander Skutch. (Canet 19 - 21).

3.4 DEFINICION DE SIG

Un Sistema de Información Geográfica – SIG, es un sistema de computador para capturar, almacenar, chequear, integrar, analizar y desplegar datos relacionados a una posición de la tierra, para ayudar a la toma de decisiones.

Una definición oficial describe los SIG como un grupo de herramientas y procedimientos para realizar una serie de operaciones con elementos gráficos y descriptivos, con el fin de lograr un objetivo. (IGAC).

Una definición de una revista internacional de ciencias de la tierra, lo describen como un sistema de computadores, programas y procedimiento. Para soportar una serie de tareas con datos referenciados a una posición en la tierra, permitiendo solucionar problemas del territorio. (MAPPING INTERACTIVO 1).

Una definición desde un productor de software lo define como sistema de análisis y despliegue de conocimiento geográfico organizado en grupos de información. (ESRI ESPAÑA 1).

4. METODOLOGÍA

En el diseño del corredor ecológico es importante la metodología, enfatizando los aspectos relacionados con la aplicación de los SIG, en este tipo de proyectos. Sin embargo es necesario tener en cuenta los aspectos relacionados con la ecología. A continuación encontramos una lista del proceso metodológico:

- Revisión de la información existente
- Reconocimiento del área de estudio
- Recolección de información
- Digitalización de la información
- Recolección de información en campo
- Actualización de la información
- Modelo conceptual
- Modelo Relacional
- Definición de criterios para el diseño
- Modelo espacial
- Análisis espacial

La Figura 3 muestra un esquema de la organización metodológica. Relacionando los niveles de información, con otros subsistemas y la integración de los datos con un Sistema de Información Geográfica - SIG.



Figura 4: Esquema de la metodología del proyecto.

4.1 REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE

En la primera etapa de los trabajos se realizó un inventario de la información espacial existente de la zona de estudio. Esta información incluye fotografías aéreas y cartografía análoga y digital.

La información fue consultada en las siguientes entidades:

- Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC
- Catastro Distrital
- Secretaría Distrital de Ambiente
- Planeación Distrital
- Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE
- Corporación autónoma Regional de Cundinamarca CAR

La información consultada en el IGAC muestra varios mapas a nivel topográfico a diferentes escalas. Igualmente en Catastro Distrital se encontró información relacionada

con mapas catastrales, en la Secretaría Distrital de Ambiente se ubicó información relacionada con el uso del suelo, en la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá se revisó información relacionada con el sistema hídrico y en las otras entidades, no se encontró información relevante, debido a que parte de los datos espaciales que manejan estas entidades, se basan en la información que genera el IGAC.

4.2 RECONOCIMIENTO DEL ÁREA DE ESTUDIO

Tomando como base los datos obtenidos en la revisión de la información, se procedió a realizar una inspección de campo con el objeto de contrastar la información, verificar y precisar algunos aspectos relacionados con el acceso y en general con la logística de los trabajos.

En esta tarea se verificaron la existencia de drenajes, vallados, cuerpos de aguas, construcciones y zonas de bosque, ver figura 5.

Para tener una referencia espacial de los sitios visitados, se contó con el apoyo de un equipo GPS con un grado de exactitud de 7 m y una cámara digital.



Figura 5: Bosques las lechuzas, identificado en el reconocimiento de campo, compuesto por árboles y una zona de humedal

4.3 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Esta etapa de los trabajos se procedió a recolectar el material verificado previamente en las entidades del estado.

Se recolectaron mapas y fotografías aéreas. A continuación se relaciona una lista del material seleccionado:

- Mapa topográfico 228 - I – C – 1 del IGAC
- Mapa topográfico 228 - I – C – 3 del IGAC
- Fotografía aérea 061 vuelo C-2717 Escala 1:20.000 del IGAC
- Fotografía aérea 062 vuelo C-2717 Escala 1:20.000 del IGAC
- Fotografía aérea 063 vuelo C-2717 Escala 1:20.000 del IGAC
- Mapa catastral escala 1:10.000 Catastro Distrital
- Mapas administrativos de la CAR
- Mapa uso suelo Planeación Distrital

4.4 DIGITALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

Se procedió a digitalizar los datos suministrados en formato análogo con el software ArcGis en el módulo ArcMap. La digitalización se realizó directamente en pantalla con las imágenes previamente escaneadas y georeferenciadas ver figura 6.

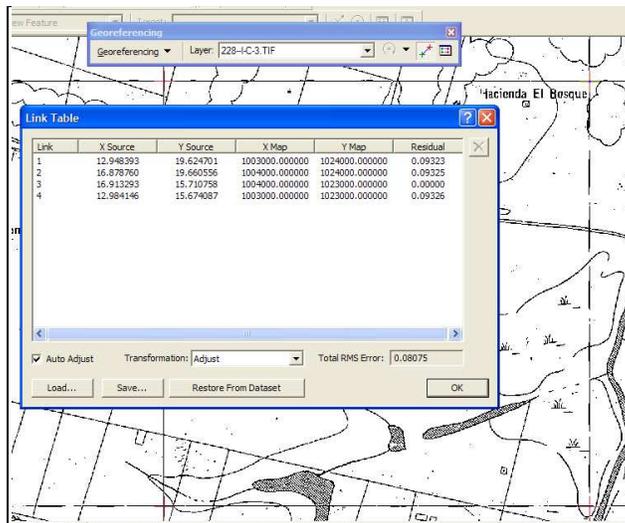


Figura 6: Ejemplo del proceso de georeferenciación de cartografía análoga

Para cada uno de los temas se generó un identificador único y sus correspondientes atributos, de acuerdo a las características de cada elemento, tal como se muestra en la figura 7.

FID	Shape	Elevation	Id
1	Polyline ZM	3160	1
2	Polyline ZM	3170	2
3	Polyline ZM	3150	3
4	Polyline ZM	3030	4
5	Polyline ZM	3040	5
6	Polyline ZM	3060	6
7	Polyline ZM	3080	7
8	Polyline ZM	3050	8
9	Polyline ZM	3080	9
10	Polyline ZM	3040	10
11	Polyline ZM	3050	11
12	Polyline ZM	3090	12
13	Polyline ZM	3110	13
14	Polyline ZM	3050	14
15	Polyline ZM	2870	15
16	Polyline ZM	3140	16
17	Polyline ZM	3070	17
18	Polyline ZM	3060	18
19	Polyline ZM	3030	19
20	Polyline ZM	3020	20
21	Polyline ZM	3100	21
22	Polyline ZM	3080	22
23	Polyline ZM	3040	23
24	Polyline ZM	2850	24
25	Polyline ZM	2860	25
26	Polyline ZM	2770	26
27	Polyline ZM	2360	27
28	Polyline ZM	2740	28
29	Polyline ZM	2750	29

Figura 7: Identificadores y atributos de las curvas de nivel
Fuente: Elaborado por el autor

Para los datos suministrados directamente en formato digital se realizó la revisión de su formato, estructura topológica, identificadores y sus correspondientes atributos.

Los datos se clasificaron en dos grupos. El primero relacionado con la estructura topográfica de base como se muestra en la figura 8 y el segundo con los datos especializados o de carácter temático.

Datos topográficos

- Sistema de drenajes
- Canales
- Lagunas
- Humedales
- Ríos
- Curvas de nivel
- Punto de altura
- Vías de comunicación
- Vía ferrocarril
- Construcciones

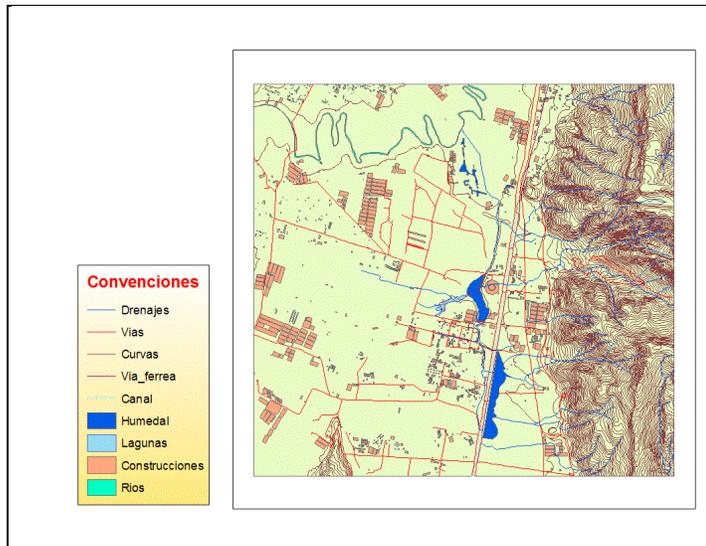


Figura 8: Mapa topográfico de la zona de estudio

Datos temáticos

- Límite del proyecto
- Localidades
- Barrios
- Uso del suelo
- Perímetro urbano
- Equipamiento

4.5 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EN CAMPO.

En esta fase de los trabajos se procedió a capturar directamente en campo, una serie de datos relacionados con información de los temas que por sus características debían ser actualizados o recolectados como datos nuevos.

Para la captura de estos datos se utilizó un equipo GPS con una precisión sub métrica.

Se capturaron algunos de los siguientes datos.

- Drenajes
- Vallados
- Lagos
- Humedales
- Ríos
- Construcciones

4.6 ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Con los datos previamente digitalizados y estructurados se procedió a realizar la actualización de cada uno de los temas, utilizando, las fotografías aéreas y los puntos capturados directamente en campo.

Para este proceso se revisó de nuevo la estructura topológica de los datos, sus identificadores y atributos. Los trabajos de actualización y edición de los temas se ejecutaron en el software ArcGis.

4.7 MODELO CONCEPTUAL

Como un primer planteamiento para el diseño del corredor ecológico, se analizaron en forma general las variables, los componentes y sus relaciones.

Se definieron los siguientes componentes para el diseño:

- Área objetivo
- Espacios núcleos a conectar

- Espacios de restauración
- Especie objetivo
- Red hídrica
- Espacios a aislar

4.7.1 Área objetivo

El área objetivo está ubicado en la zona norte de la ciudad de Bogotá. En el sector comprendido por los siguientes límites: por el norte con el río Bogotá, por el sur con el cementerio Jardines del Recuerdo, por el oriente con los Cerros Orientales y por el occidente con el club campestre los Arrayanes, tal como se muestra en la figura 2.

El objetivo de este espacio es proteger y conservar el hábitat de la invasión provocado por el crecimiento de las construcciones, como consecuencia del aumento de la población.

4.7.2 Espacios a conectar

Son aquellas zonas que por sus características presentan condiciones naturales para la conservación de especies. Generalmente áreas con una variedad de fauna y flora. Con estas características encontramos dentro del espacio objetivo los Cerros Orientales y el Cerro de la Conejera.

De otro lado se encuentra el río Bogotá aunque no del todo presenta características apropiadas en cuanto a fauna y flora, debido a su polución constituye un elemento importante para el sistema hídrico de la zona.

La figura 2 muestra los cerros orientales, el cerro de la conejera y el río Bogotá como los espacios a conectar dentro del sistema.

4.7.3 Espacios de restauración

Son zonas intermedias entre los núcleos. Estas áreas corresponden a unos pequeños lagos y a los humedales de Torca y Guaymaral. Los cuales son objeto de restauración debido a su deterioro.

Igualmente se destacan como área muy importante para la recuperación y conservación del hábitat del área objetivo.

4.7.4 Especie objetivo

Se seleccionó la especie *Rallus semiplumbeus* (Tingua bogotana), ave que por sus características es representativas del área de estudio. Principalmente por ser endémica, encontrarse en amenaza de extinción y su hábitat está relacionado con los humedales.

A continuación encontramos una lista con las principales características de la Tingua bogotana:

- Ave endémica
- Amenaza de extinción
- Vive en lagos y humedales
- Se alimenta principalmente de insectos y lombrices
- Viaja varios kilómetros entre pantanos.

4.7.5 Red hídrica

La red hídrica está formada por una serie de drenajes, vallados y algunos ríos. El flujo de las aguas se presenta de oriente a occidente, salvo en algunas excepciones en donde la intervención humana ha cambiado su recorrido natural.

4.7.6 Espacios a aislar

Son aquellos espacios que por sus características se encuentran construidos directamente en la zona y constituyen parte de la infraestructura de la comunidad, tal como vías principales con alto flujo vehicular, construcciones comerciales e institucionales como colegios y cementerios.

Con estos seis componentes se diseña un modelo en forma esquemática, mediante un diagrama que muestra las entidades y su relación con un SIG, ver figura 9.

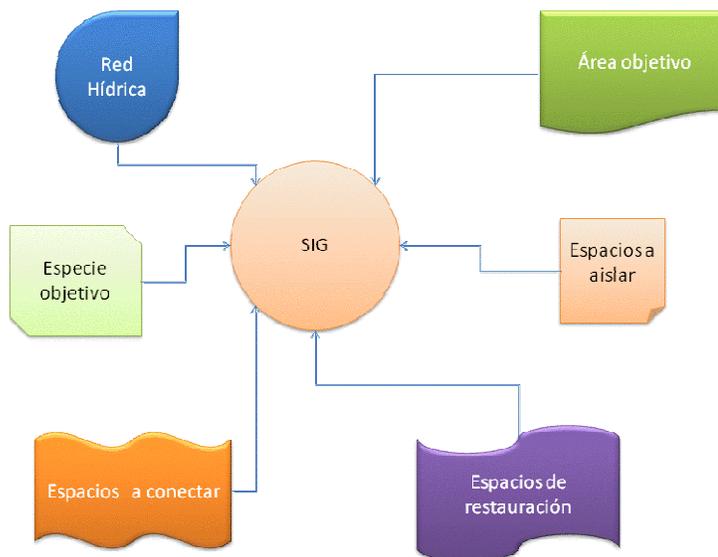


Figura 9: Modelo conceptual del proyecto

En la siguiente fase del proyecto se tomaron los seis componentes y sus relaciones, teniendo en cuenta todos los datos tanto los topográficos como los temáticos, obtenidos y actualizados en las etapas previas, ver tabla 1.

Tabla 1: Datos utilizados para el modelo

Datos topográficos	Datos temáticos
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Drenajes ▪ Canales ▪ Lagunas ▪ Humedales ▪ Ríos ▪ Vías de comunicación ▪ Vía ferrocarril ▪ Construcciones 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Límite del proyecto ▪ Cobertura ▪ Perímetro urbano ▪ Equipamiento

Con los datos revisados, actualizados, estructurados y con sus correspondientes identificadores y atributos, se procedió a generar las relaciones pertinentes entre los diferentes datos, con el objeto de facilitar el análisis y sus correspondientes consultas.

A continuación encontramos en la figura 10, el modelo entidad relación utilizado en el proyecto.

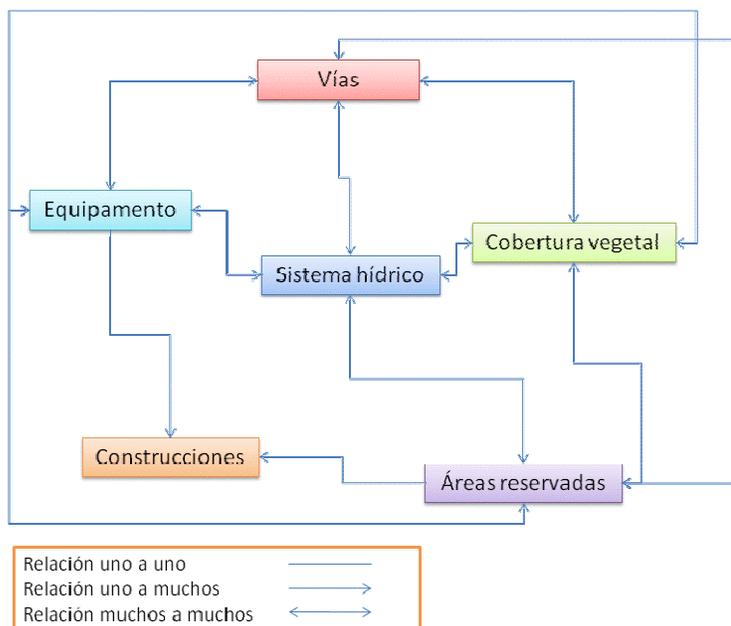


Figura 10: Modelo Entidad Relación del proyecto de diseño de corredor ecológico.

4.8 MODELO RELACIONAL

Tomando como base el modelo entidad relación se procedió a implementar el modelo con sus entidades, atributo y relaciones directamente en el software ArcGis.

Para este desarrollo se creó una base de datos Personal GEODATABASE, en donde se importaron cada uno de los datos, se crearon las tablas adicionales necesarias para hacer las relaciones. Especialmente en aquellos casos donde el tipo de relación es muchos a muchos y se realizaron las relaciones necesarias.

Finalmente es esta proceso se realizaron una serie de consultas con el objeto de verificar el modelo, la integridad de los datos y los resultados de dichas consultas.

4.9 DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA EL DISEÑO

Se recolectaron diferentes parámetros de diseños para el proyecto. Dentro de estos parámetros se analizaron los criterios para áreas de reserva, criterios para áreas de protección y aislamiento, criterios para la especie seleccionada y criterios para las conexiones. Todos estos criterios relacionados con la especificidad del proyecto.

4.9.1 Criterios para áreas de reservas

Los criterios para áreas de reservas se encuentran definidos en normas administrativas que rigen el uso y organización de los diferentes elementos del espacio público y privado.

A continuación encontramos una lista de los criterios para áreas de reservas:

- Áreas de la reserva forestal
- Áreas de protección de los cerros orientales
- Áreas de protección del cerro de la Conejera

4.9.2 Criterios para áreas de protección y aislamiento

Estos criterios están definidos como parámetros mínimos y máximos para permitir la conservación y el normal funcionamiento de estructuras tales como ríos, humedales y canales entre otros.

A continuación encontramos una lista de los criterios para áreas de protección y aislamiento:

- Distancia mínima para la protección del río Bogotá 300 m.
- Distancia mínima para la protección de humedales 30 m.

- Distancia mínima para la protección de quebradas 30 m.
- Distancia mínima para la protección de canales 30 m.
- Distancia mínima para la protección de bosques 30 m.
- Aislamiento para vías 10 m.
- Aislamiento para construcciones 15 m.
- Aislamiento para entidades educativas 15 m.
- Aislamiento para cementerios 15 m.

4.9.3 Criterios para la especie seleccionada

Estos criterios se relacionan con la especie seleccionada como representativa en la zona de estudio para ser protegidas.

A continuación encontramos una lista de los criterios para la especie seleccionada:

- Especie endémica
- Amenaza de extinción
- Es un ave que vive asociada al agua
- Vive en pantanos, humedales y lagos
- Viaje de pantano en pantano varios kilómetros
- Se alimenta de insectos y pequeños invertebrados que se encuentran en el barro y en el agua

4.9.4 Criterios para las conexiones

Los criterios para las conexiones, relacionan una serie de elementos que por sus características son específicos para el proyecto. Estos elementos tienen que ver

directamente con el objetivo del corredor y la situación geográfica de los componentes que se encuentran en la zona de estudio.

A continuación encontramos una lista de los criterios para las conexiones:

- Establecer una conexión entre los cerros orientales y el cerro de la conejera.
- Establecer una conexión entre los cerros orientales y el río Bogotá
- Establecer una conexión entre el sistema de drenaje y el río Bogotá
- Establecer una conexión entre los vallados, canales y el sistema de drenajes naturales.
- Ancho mínimo del corredor (800 m)

Estos criterios se seleccionaron debido a la importancia que tienen los cerros y la conexión a través del sistema de drenaje en la recuperación del hábitat.

4.10 MODELO ESPACIAL

Con los criterios definidos y todos los datos previamente estructurados y organizados en la GEODATABASE se procedió a diseñar un modelo espacial o cartográfico.

El modelo muestra los procesos realizados y las diferentes alternativas propuestas al diseño del corredor ecológico. A continuación se muestran y describen cada uno de los modelos:

4.10.1 Modelo Corredor hídrico

Este modelo tiene como objetivo principal analizar el sistema hídrico, sus conexiones y su relación con las vías, áreas protegidas y el equipamiento ver figura 11.

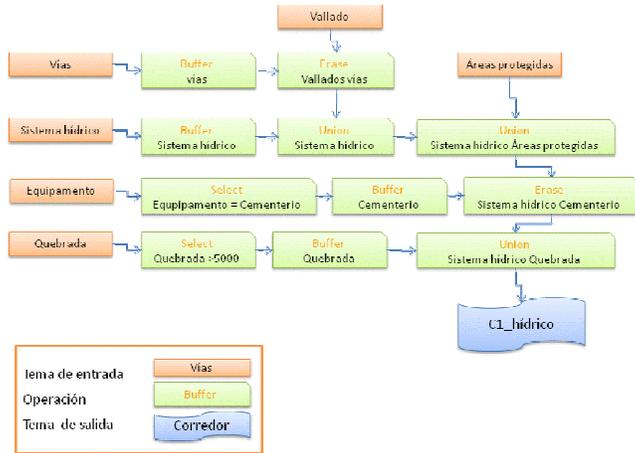


Figura 11: Modelo espacial, corredor hídrico, conexiones y relaciones

4.10.2 Modelo Corredor hídrico - vegetación

En igual forma que el modelo anterior el objetivo principal es analizar el sistema hídrico, sus conexiones y su relación con las vías, áreas protegidas y el equipamiento. Adicionando a este corredor la cobertura vegetal que comparte sus límites ver figura 12.

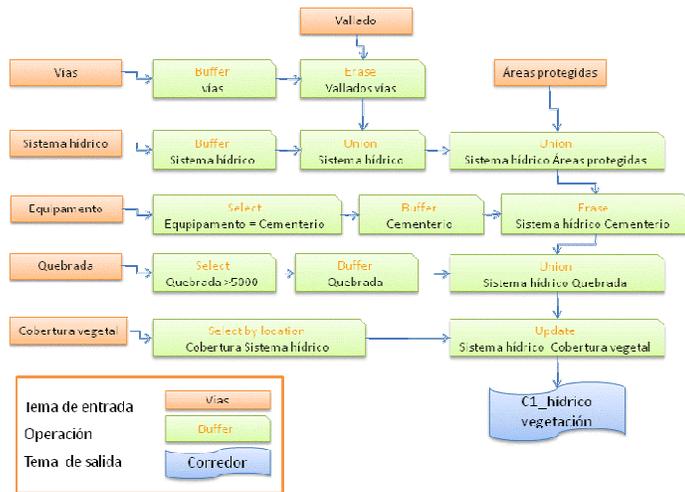


Figura 12: Modelo espacial, corredor hídrico incluyendo cobertura vegetal aledaña.

4.10.3 Modelo Corredor Cerros - humedal

Este modelo resuelve la conexión entre el cerro de la conejera y el humedal de Guaymaral, utilizando el concepto de costo de distancia para cada una de los elementos que conforman la cobertura de la zona. Ver figura 13.

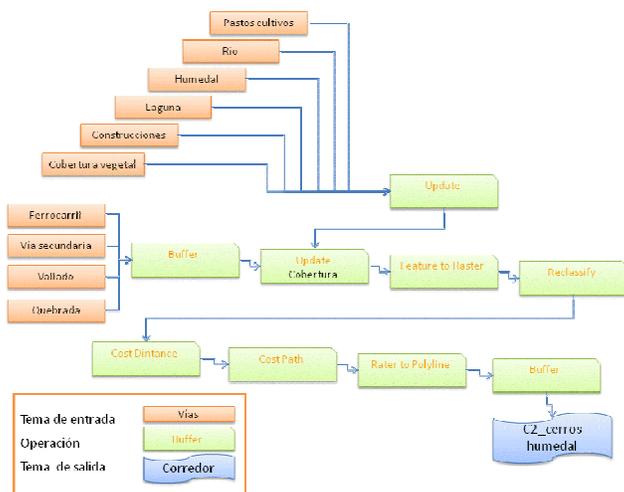


Figura 13: Modelo espacial, corredor conectando el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral.

4.10.4 Modelo Corredor Cerros - humedal - Construcciones

El modelo es similar al anterior, incluyendo para este caso un área de aislamiento para las construcciones. Ver figura 14.

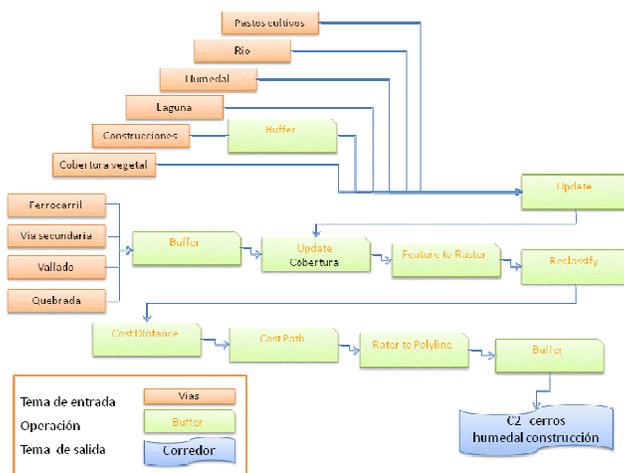


Figura 14: Modelo espacial, corredor conectando el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral, incluyendo un aislamiento para las construcciones.

4.10.5 Modelo Corredor ave – laguna - humedal

El modelo muestra el desplazamiento de la Tingua bogotana entre los humedales y lagunas presentes en la zona de estudio. El movimiento del ave se modelo de acuerdo a las características de la cobertura y a un valor equivalente para el costo de movimiento. Ver figura 15.

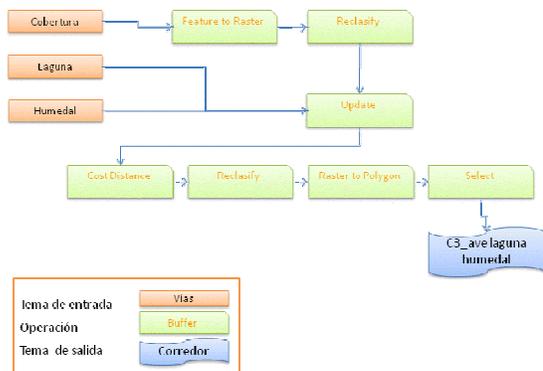


Figura 15: Modelo espacial, corredor de la Tingua bogotana, analizando el desplazamiento entre las lagunas y humedales.

4.10.6 Modelo Corredor ave – laguna – humedal - rio

El modelo muestra el desplazamiento de la Tingua bogotana entre los humedales, lagunas y ríos presentes en la zona de estudio. El movimiento del ave se modelo de acuerdo a las características de la cobertura y a un valor equivalente para el costo de movimiento. Ver figura 16.

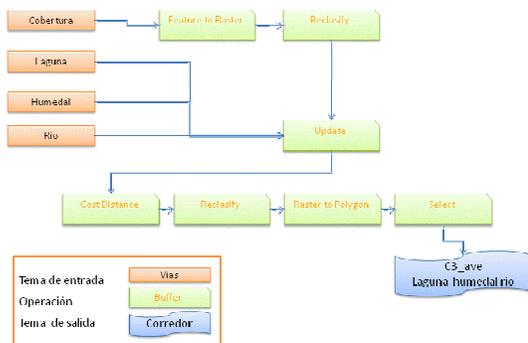


Figura 16: Modelo espacial, corredor de la Tingua, analizando el desplazamiento entre las lagunas, humedales y rio.

Con los modelos de corredor hídrico, los corredores de conexión entre cerros y humedal y los corredores para aves seleccionada; se relacionaron y analizaron siete alternativas de diseño descritas a continuación:

4.10.7 Alternativa 1

En esta alternativa se relacionó el modelo de corredor hídrico con el modelo de corredor cerros humedal, tal como se muestra en la figura 17

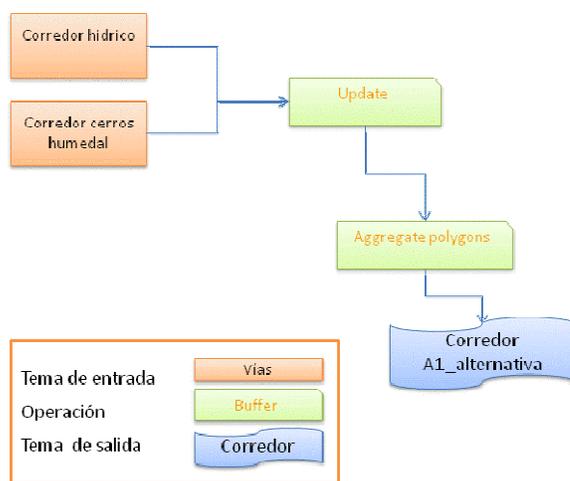


Figura 17: Alternativa de solución uno, relacionando el corredor hídrico con el corredor de conexión entre el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral.

4.10.8 Alternativa 2

En esta alternativa se relacionó el modelo de corredor hídrico con el modelo de corredor cerros humedal, incluyendo un aislamiento para las construcciones, tal como se muestra en la figura 18

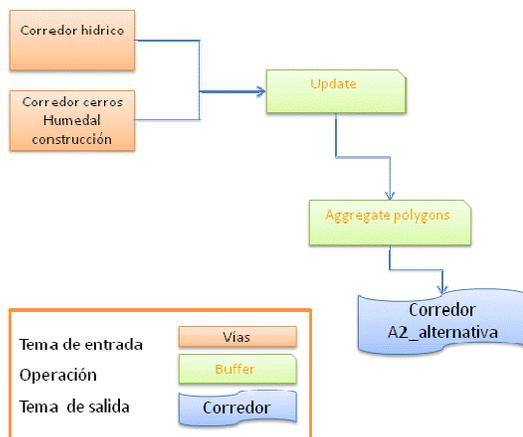


Figura 18: Alternativa de solución dos, relacionando el corredor hídrico con el corredor de conexión entre el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral, con un aislamiento para las construcciones.

4.10.9 Alternativa 3

En esta alternativa se relacionó el modelo de corredor hídrico incluyendo la vegetación con el modelo de corredor cerros humedal, tal como se muestra en la figura 19

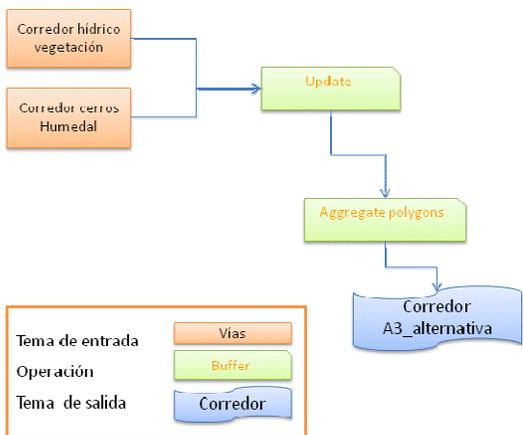


Figura 19: Alternativa de solución tres, relacionando el corredor hídrico incluyendo la vegetación, con el corredor de conexión entre el cerros de la Conejera y el humedal de Guaymaral.

4.10.10 Alternativa 4

En esta alternativa se relacionó el modelo de corredor hídrico incluyendo la vegetación con el modelo de corredor cerros humedal incluyendo un aislamiento para las construcciones, tal como se muestra en la figura 20

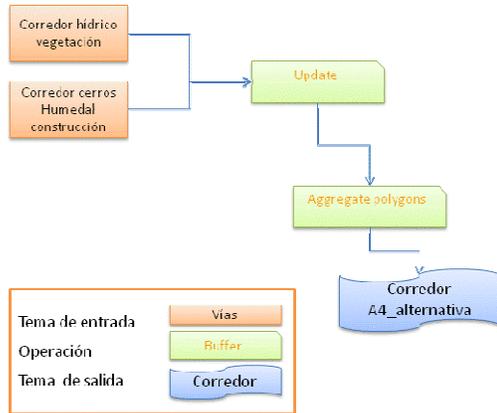


Figura 20: Alternativa de solución cuatro, relacionando el corredor hídrico incluyendo la vegetación, con el corredor de conexión entre el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral, incluyendo un aislamiento para las construcciones.

4.10.11 Alternativa 5

En esta alternativa se relacionó el modelo de corredor hídrico, el modelo de corredor cerros humedal y el modelo para aves con desplazamiento laguna humedal, tal como se muestra en la figura 21

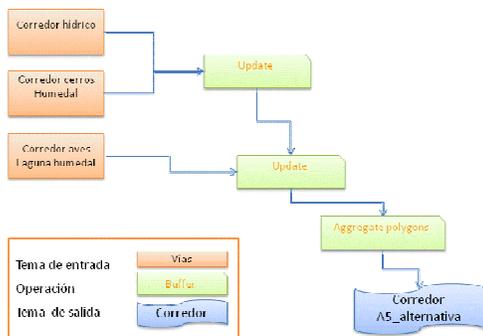


Figura 21: Alternativa de solución cinco, relacionando el corredor hídrico, el corredor de conexión entre el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral, y el corredor para aves analizando el desplazamiento entre lagunas y humedales.

4.10.12 Alternativa 6

En esta alternativa se relacionó el modelo de corredor hídrico, el modelo de corredor cerros humedal incluyendo aislamiento para construcciones y el modelo para aves con desplazamiento laguna humedal, tal como se muestra en la figura 22

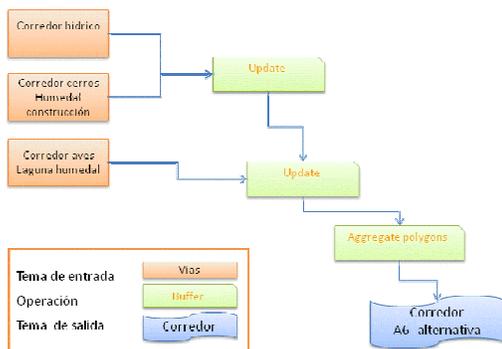


Figura 22: Alternativa de solución seis, relacionando el corredor hídrico, el corredor de conexión entre el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral, incluyendo aislamiento para construcciones, y el corredor para aves analizando el desplazamiento entre lagunas y humedales.

4.10.13 Alternativa 7

En esta alternativa se relacionó el modelo de corredor hídrico incluyendo la vegetación, el modelo de corredor cerros humedal incluyendo aislamiento para construcciones y el modelo para aves con desplazamiento laguna humedal rio, tal como se muestra en la figura 23

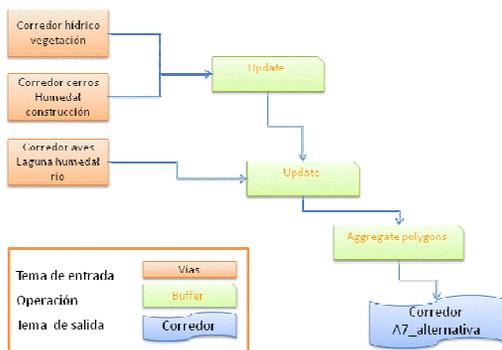


Figura 23: Alternativa de solución siete, relacionando el corredor hídrico incluyendo vegetación, el corredor de conexión entre el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral, incluyendo aislamiento para construcciones, y el corredor para aves analizando el desplazamiento entre lagunas, humedales y ríos.

4.11 ANÁLISIS ESPACIAL

En esta última fase en el desarrollo del diseño, se realizaron cada uno de los procesos y operaciones planteadas en el modelo espacial.

Todos los procesos y operaciones se ejecutaron directamente en el software ArcGis 9.2, utilizando las extensiones y herramientas diseñadas específicamente para cada caso.

Se trabajó con los siguientes módulos

- ArcMap
- ArcCatalog

Extensiones utilizadas

- 3d Analyst
- Spatial Analyst

Herramientas de geoprocésamiento utilizadas

- Extract
- Overlay
- Proximity
- Distance

Operaciones

- Select
- Buffer
- Union
- Update
- Reclassify

- Cost distance
- Cost path
- Feature to raster
- Raster to polyline
- Aggregate polygons
- Simplify polygon
- Operaciones de tablas

Para facilitar los procesos y el manejo de las operaciones se trabajó con el constructor de modelos *ModelBuilder*, para los siguientes modelos:

4.11.1 Modelo Corredor hídrico

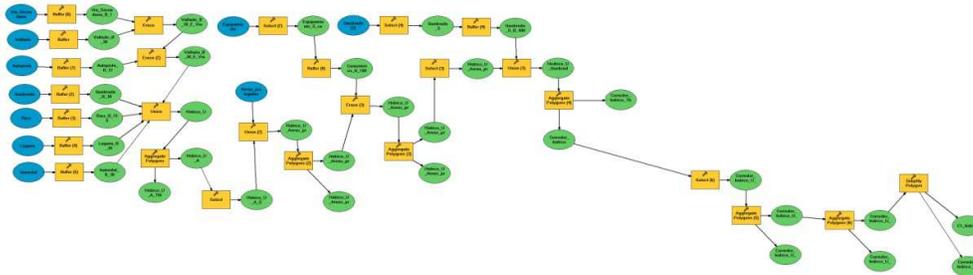


Figura 24: Modelo ModelBuide (C1_hidrico), corredor hídrico, conexiones y relaciones.

4.11.2 Modelo Corredor hídrico – vegetación

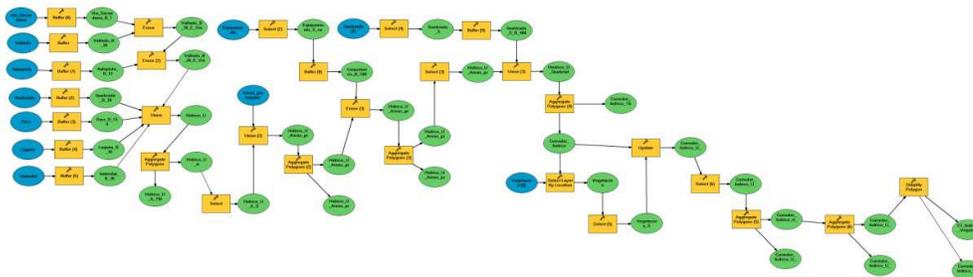


Figura 25: Modelo *ModelBuide* (C1_hidrico_vegetación), corredor hídrico incluyendo cobertura vegetal aledaña.

4.11.6 Modelo Corredor ave – laguna – humedal – rio

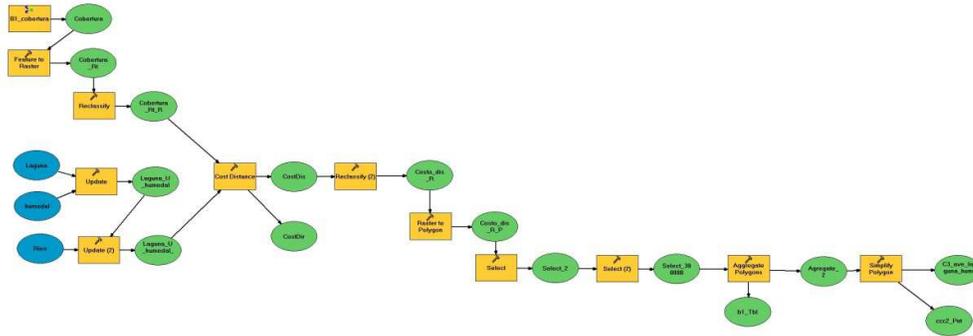


Figura 29: Modelo *ModelBuilde* (C3_ave_laguana_humedal_rio), corredor de la Tingua, analizando el desplazamiento entre las lagunas, humedales y rio.

4.11.7 Alternativa 1

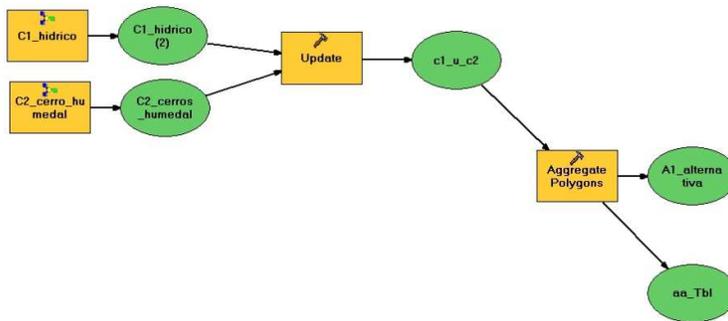


Figura 30: *ModelBuilde* A1_alternativa, Alternativa de solución uno, relacionando el corredor hídrico con el corredor de conexión entre los cerros y el humedal.

4.11.8 Alternativa 2

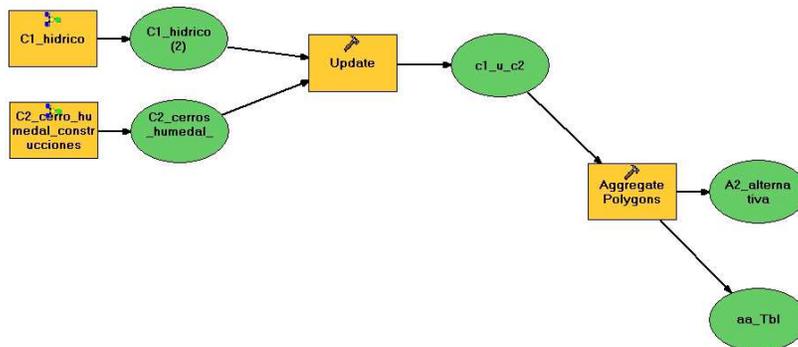


Figura 31: *ModelBuilde* A2_alternativa, Alternativa de solución dos, relacionando el corredor hídrico con el corredor de conexión entre los cerros humedal con un aislamiento para las construcciones.

4.11.9 Alternativa 3

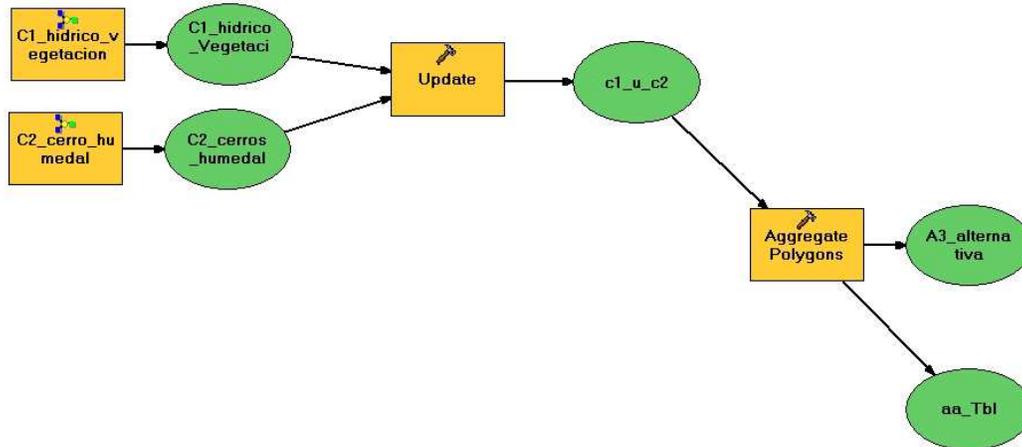


Figura 32: *ModelBuilde* A3_alterna_tiva, Alternativa de solución tres, relacionando el corredor hídrico incluyendo la vegetación con el corredor de conexión entre los cerros humedal.

4.11.10 Alternativa 4

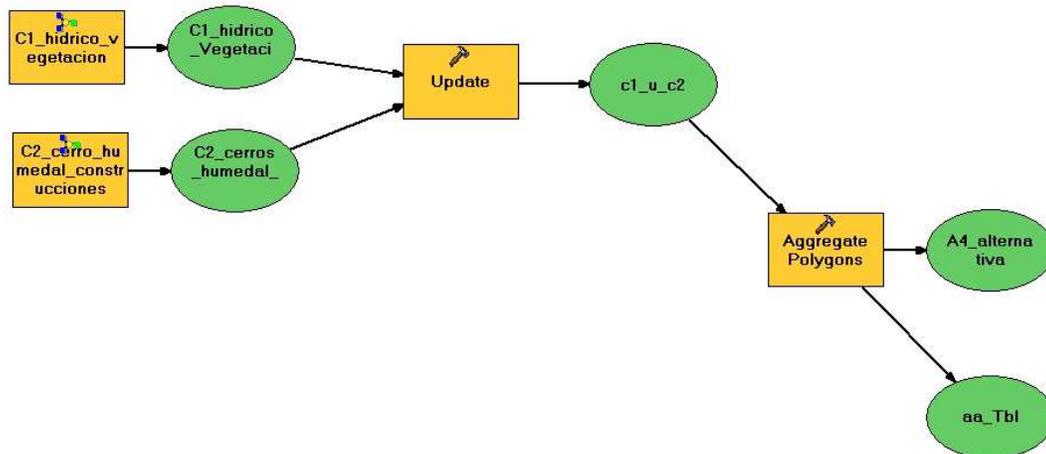


Figura 33: *ModelBuilde* A4_alterna_tiva, Alternativa de solución cuatro, relacionando el corredor hídrico incluyendo la vegetación con el corredor de conexión entre los cerros y el humedal incluyendo un aislamiento para las construcciones.

4.11.11 Alternativa 5

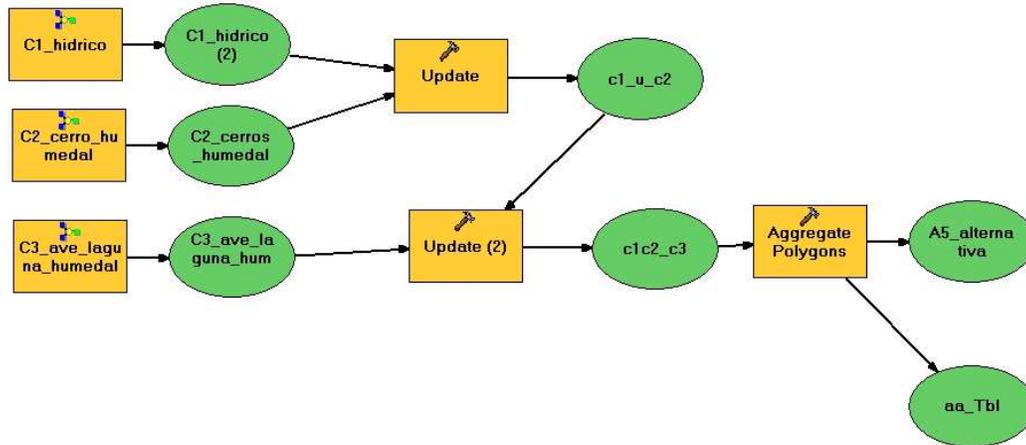


Figura 34: *ModelBulde* A5_alternativa, Alternativa de solución cinco, relacionando el corredor hídrico, el corredor de conexión entre los cerros y el humedal y el corredor para aves analizando el desplazamiento entre lagunas y humedales.

4.11.12 Alternativa 6

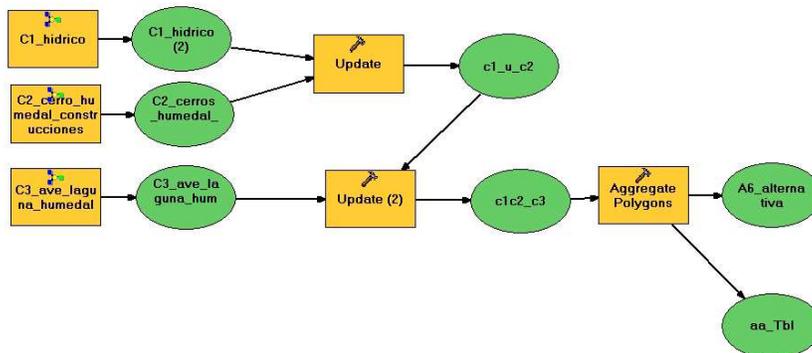


Figura 35: *ModelBulde* A6_alternativa, Alternativa de solución seis, relacionando el corredor hídrico, el corredor de conexión entre los cerros humedal incluyendo aislamiento para construcciones y el corredor para aves analizando el desplazamiento entre lagunas y humedales.

4.11.13 Alternativa 7

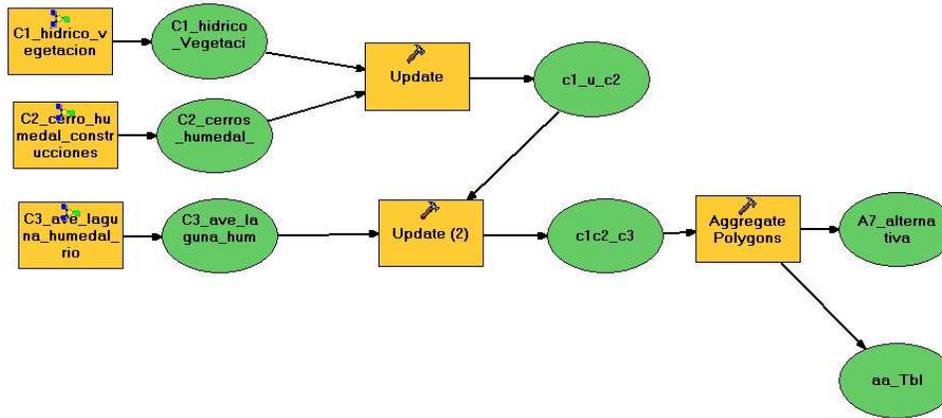


Figura 36: *ModelBuild* A7_alternativa, Alternativa de solución siete, relacionando el corredor hídrico incluyendo vegetación, el corredor de conexión entre los cerros - humedal incluyendo aislamiento para construcciones y el corredor para aves analizando el desplazamiento entre lagunas, humedales y ríos.

5. RESULTADOS

En el diseño del corredor se utilizaron tres perfiles, el relacionado con el sistema hídrico, la conexión entre el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral y el corredor del desplazamiento de la especie seleccionada.

A continuación encontramos los resultados de las diferentes alternativas de diseño del corredor ecológico para el borde norte de Bogotá:

5.1 CORREDOR HÍDRICO

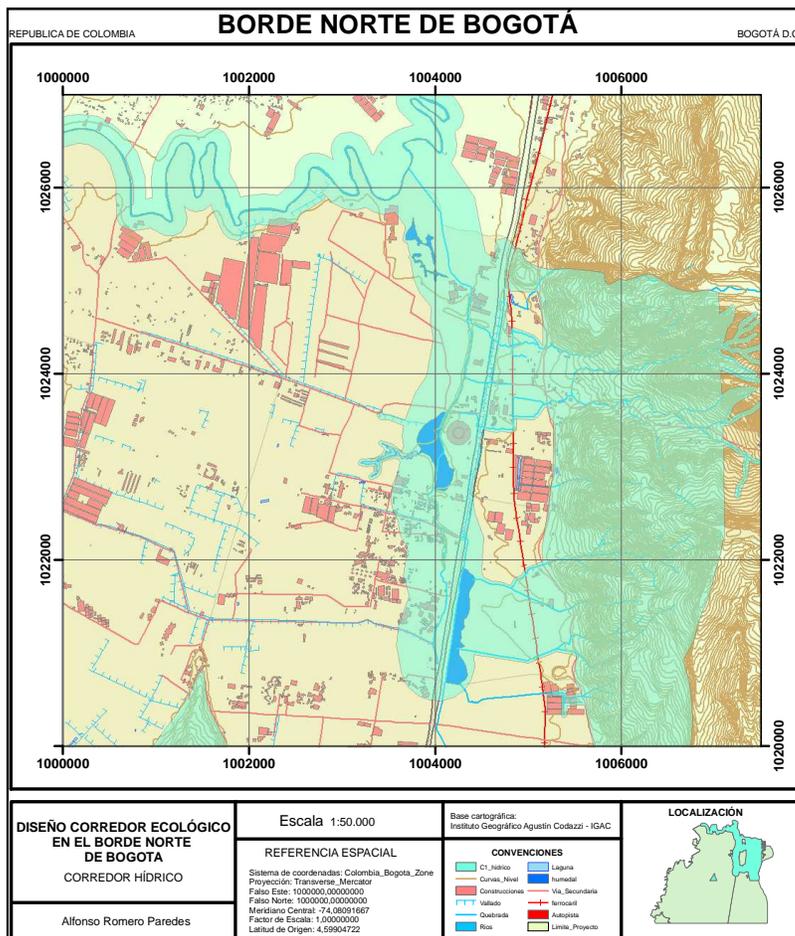


Figura 37: Resultado final del diseño del corredor del borde norte de Bogotá, tomando como base el sistema hídrico.

5.2 CORREDOR HÍDRICO VEGETACIÓN

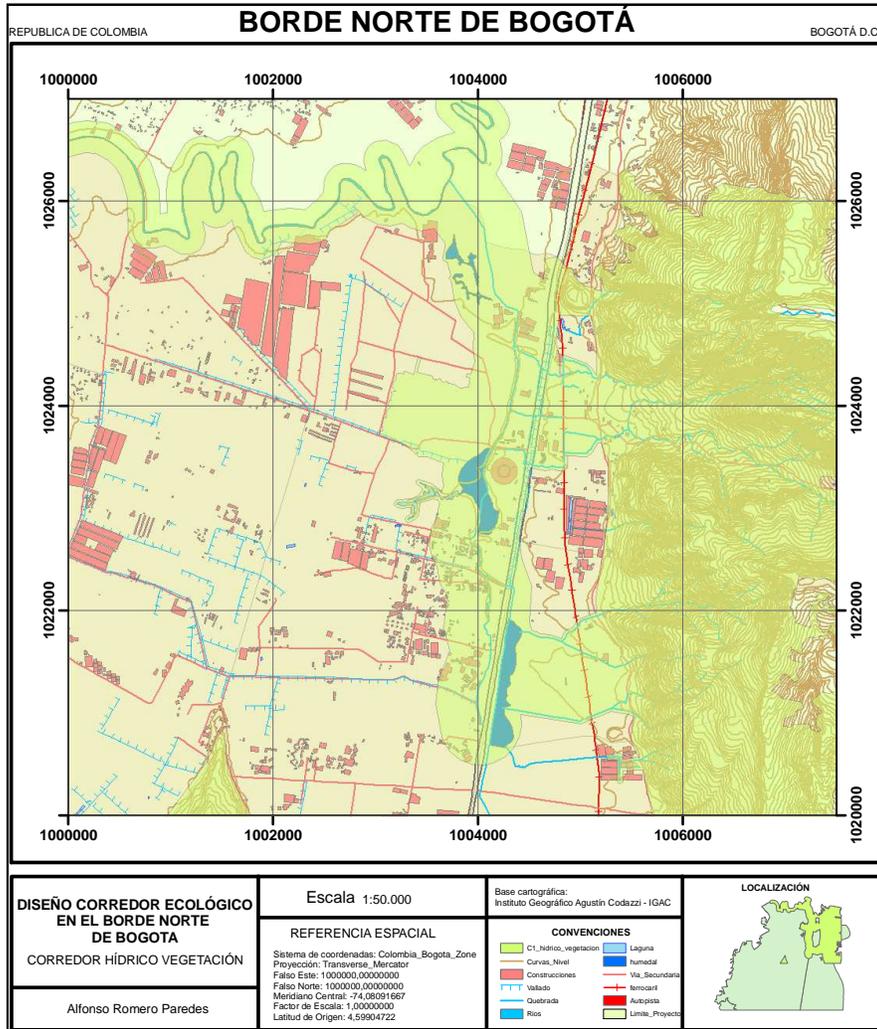


Figura 38: Resultado final del diseño del corredor del borde norte de Bogotá, tomando como base el sistema hídrico incluyendo la vegetación.

5.3 CORREDOR CERROS HUMEDAL

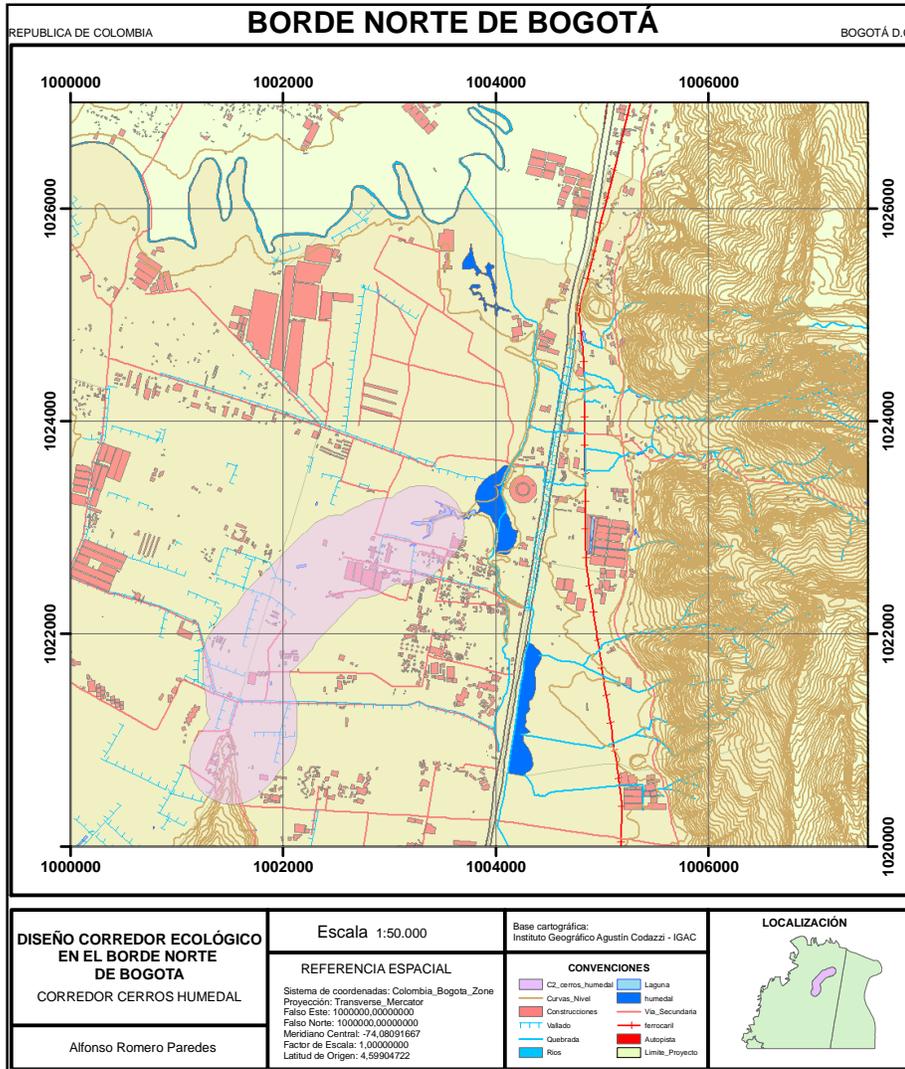


Figura 39: Resultado final del diseño del corredor del borde norte de Bogotá, tomando como base la conexión entre el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral.

5.4 CORREDOR CERROS HUMEDAL CONSTRUCCIONES

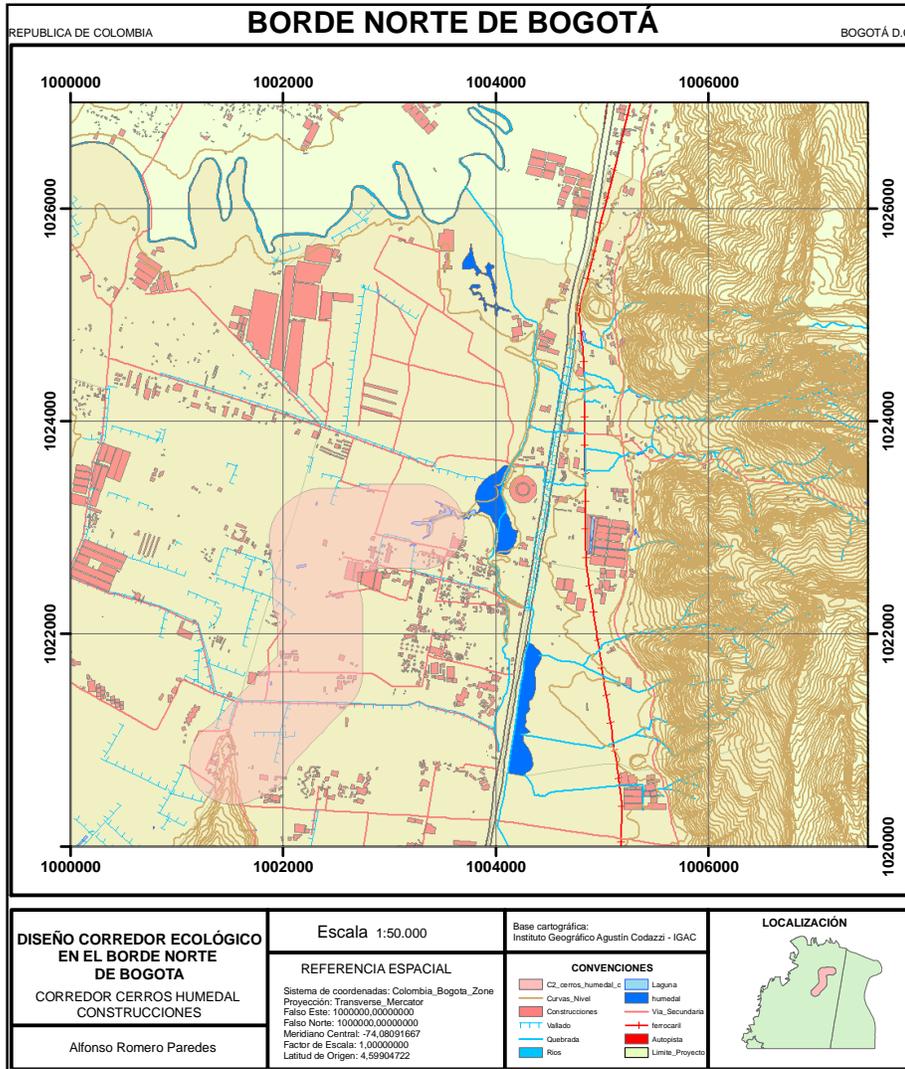


Figura 40: Resultado final del diseño del corredor del borde norte de Bogotá, tomando como base la conexión entre el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral incluyendo un aislamiento para las construcciones.

5.5 CORREDOR AVE LAGUNA HUMEDAL

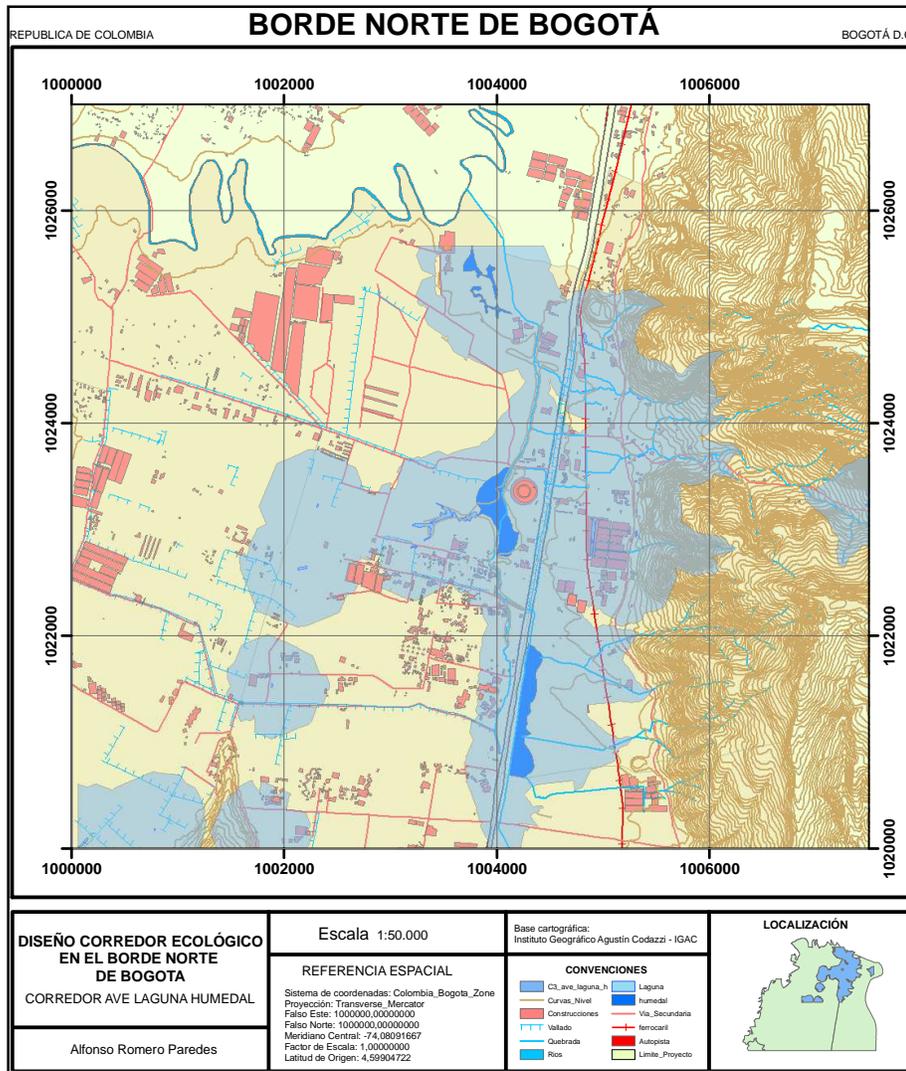


Figura 41: Resultado final del diseño del corredor del borde norte de Bogotá, tomando como base la especie seleccionada y su desplazamiento entre las laguna y los humedales.

5.6 CORREDOR AVE LAGUNA HUMEDAL RIO

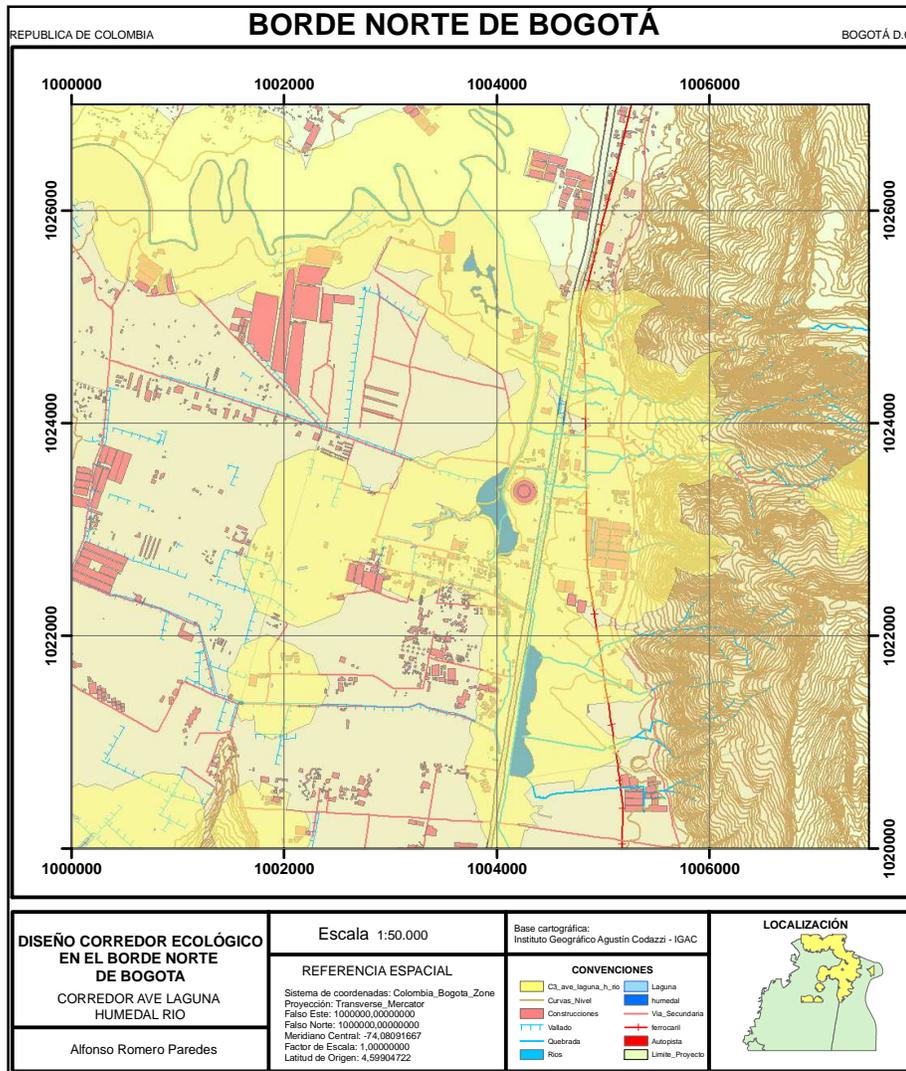


Figura 42: Resultado final del diseño del corredor del borde norte de Bogotá, tomando como base la especie seleccionada y su desplazamiento entre las laguna, los humedales y el río Bogotá.

5.7 ALTERNATIVA 1

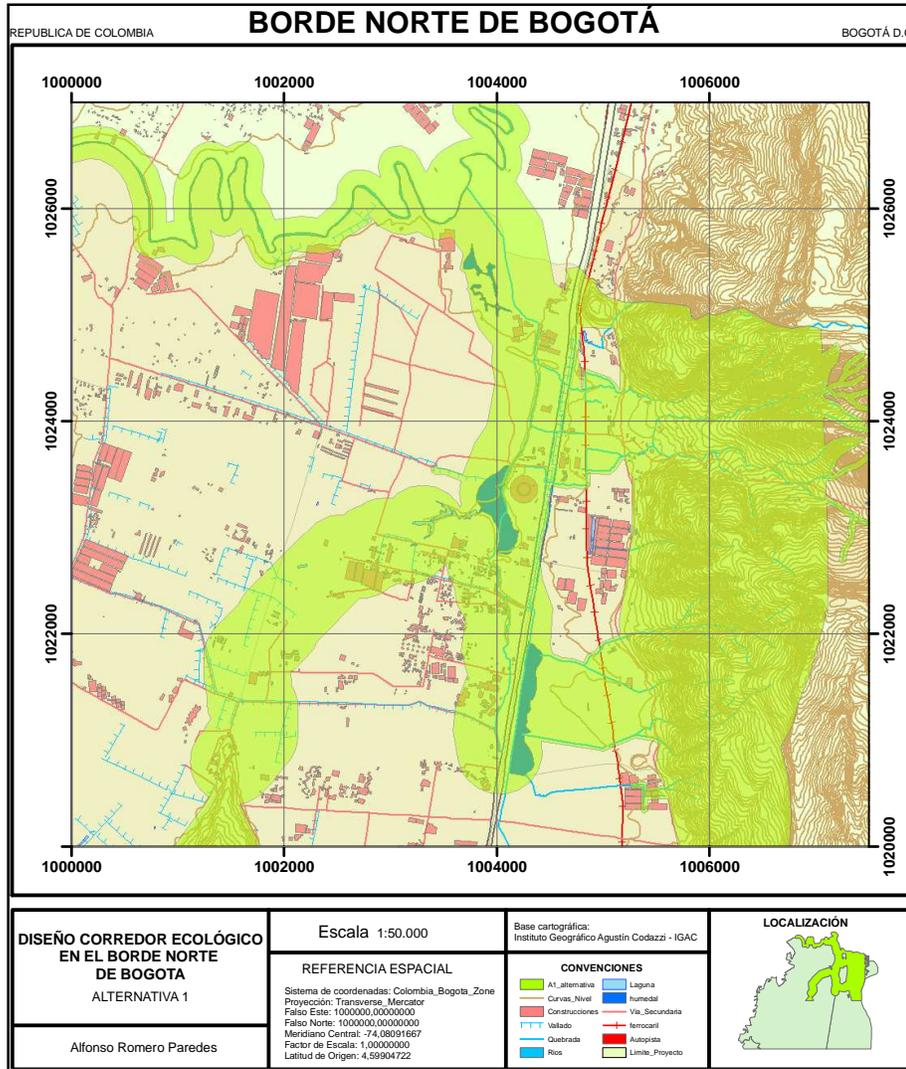


Figura 43: Resultado final del diseño del corredor del borde norte de Bogotá, tomando como base el sistema hídrico y la conexión entre el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral.

5.8 ALTERNATIVA 2

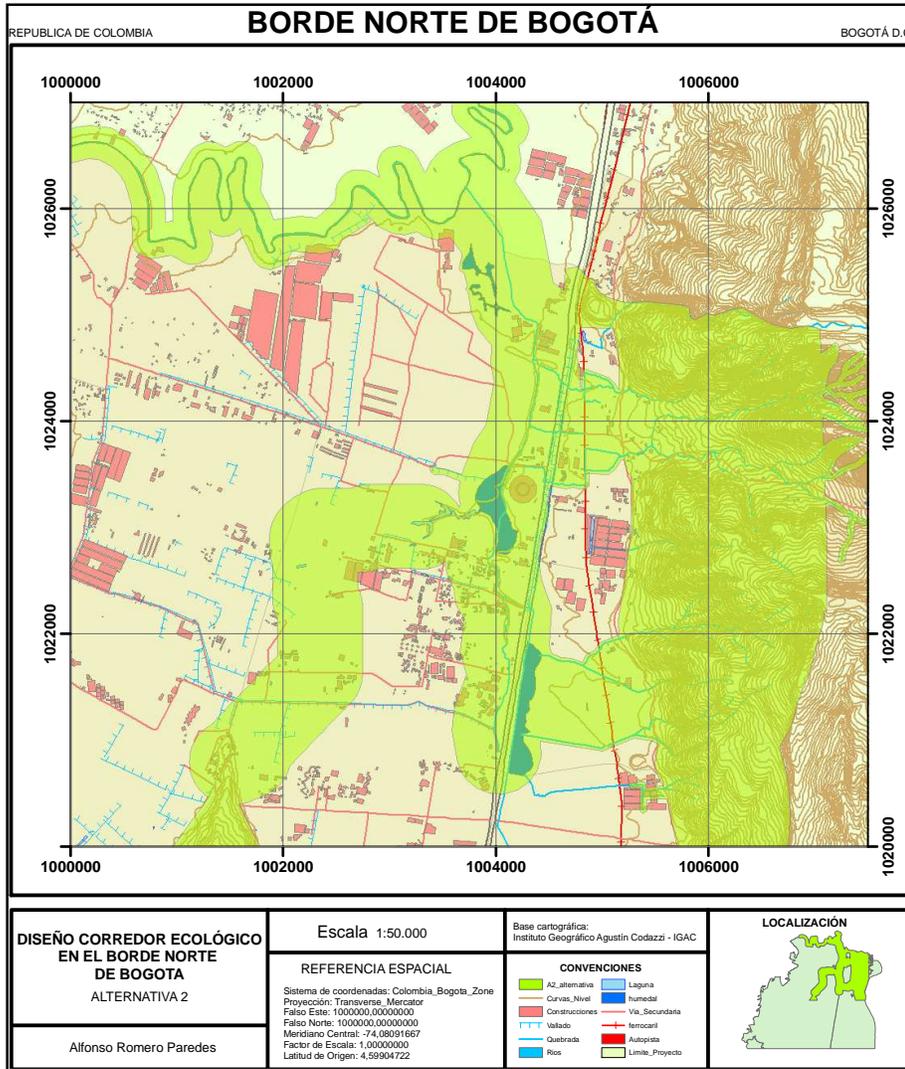


Figura 44: Resultado final del diseño del corredor del borde norte de Bogotá, tomando como base el sistema hídrico y la conexión entre el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral incluyendo un aislamiento para las construcciones.

5.9 ALTERNATIVA 3

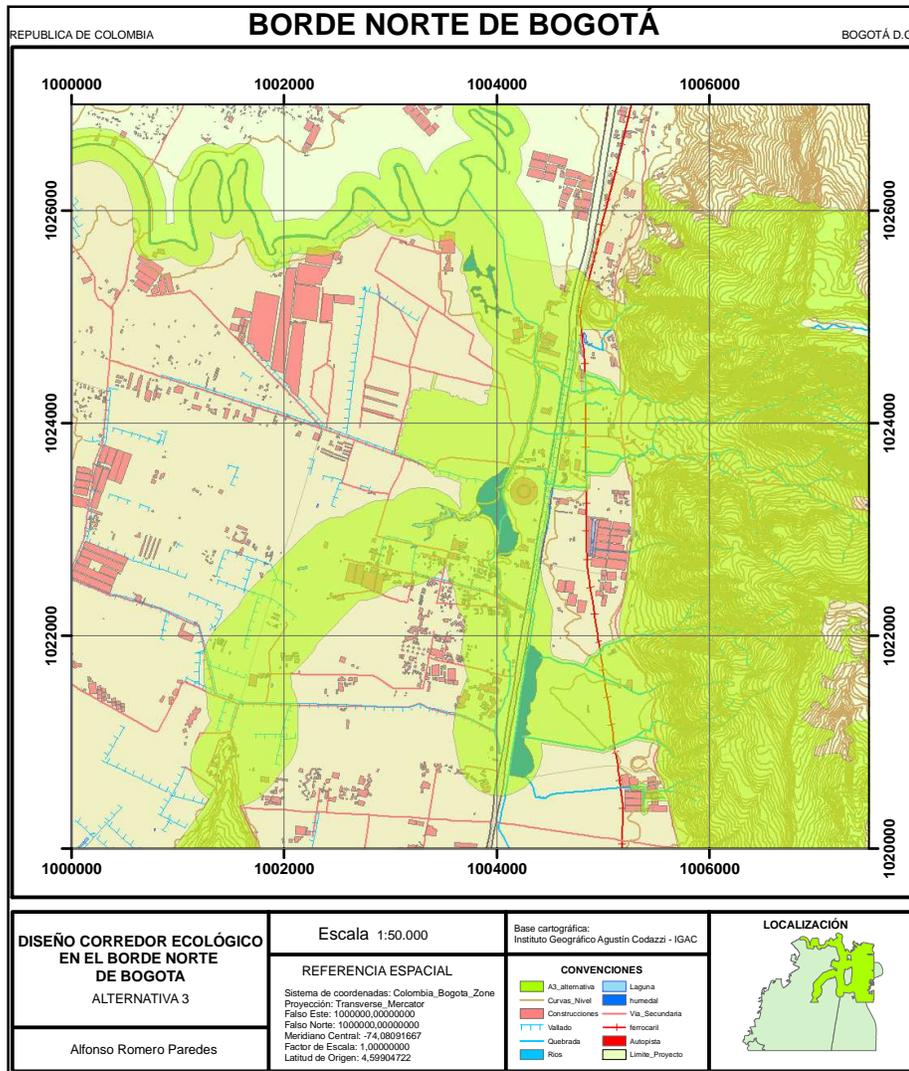


Figura 45: Resultado final del diseño del corredor del borde norte de Bogotá, tomando como base el sistema hídrico incluyendo vegetación y la conexión entre el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral.

5.10 ALTERNATIVA 4

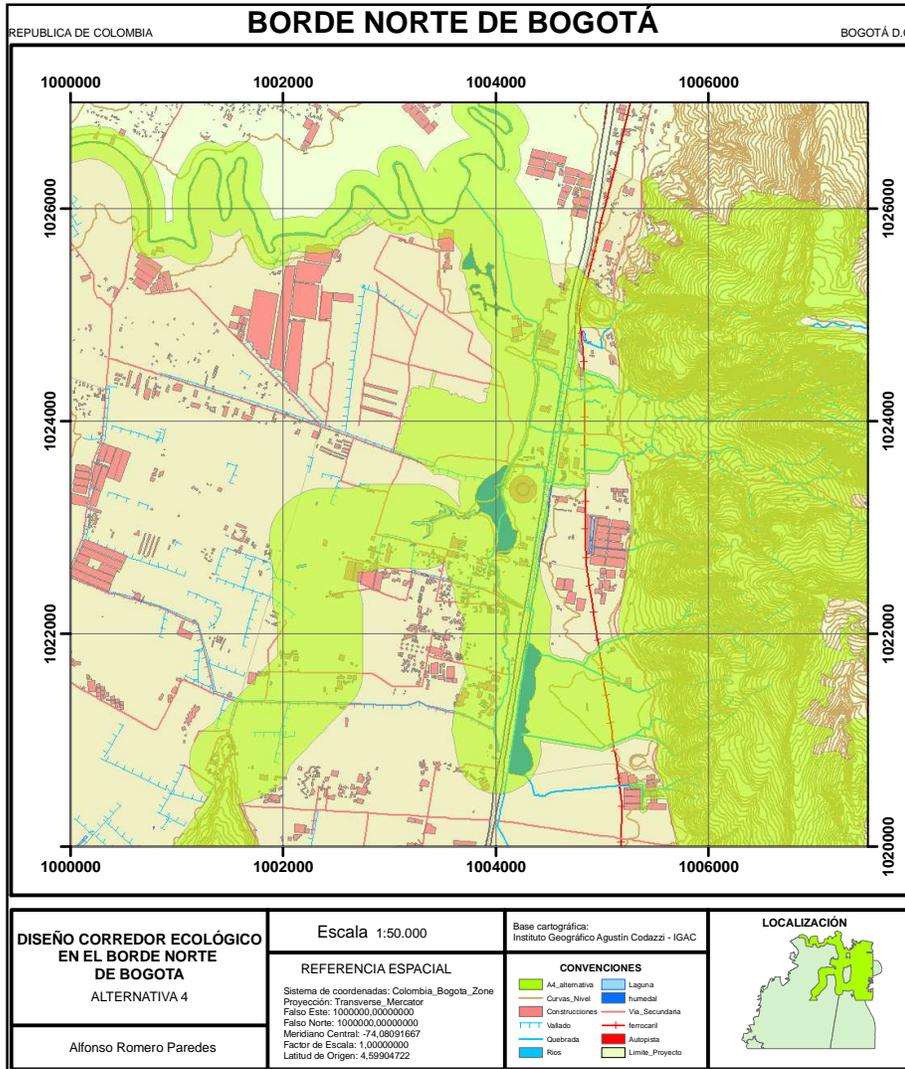


Figura 46: Resultado final del diseño del corredor del borde norte de Bogotá, tomando como base el sistema hídrico incluyendo vegetación y la conexión entre el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral incluyendo un aislamiento para las construcciones.

5.11 ALTERNATIVA 5

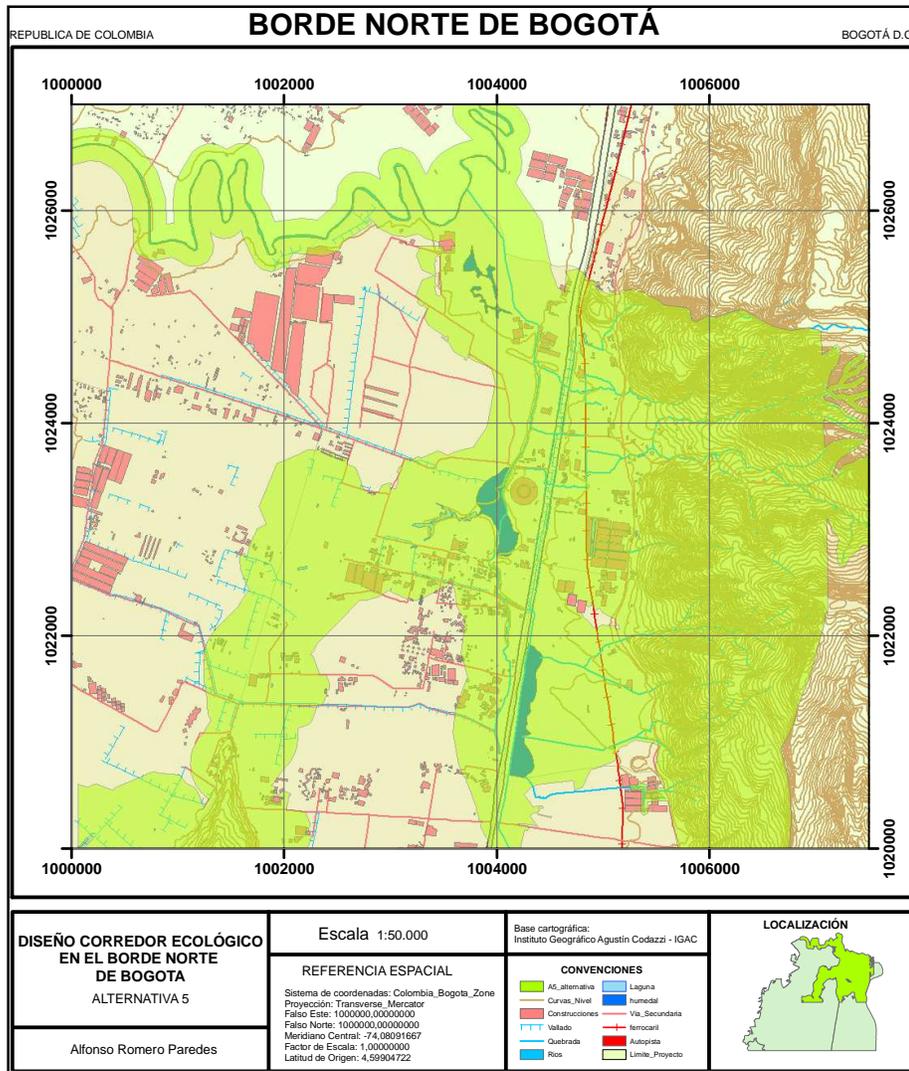


Figura 47: Resultado final del diseño del corredor del borde norte de Bogotá, tomando como base el sistema hídrico, la conexión entre el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral y el corredor de desplazamiento de la especie seleccionada entre lagunas y humedales.

5.12 ALTERNATIVA 6

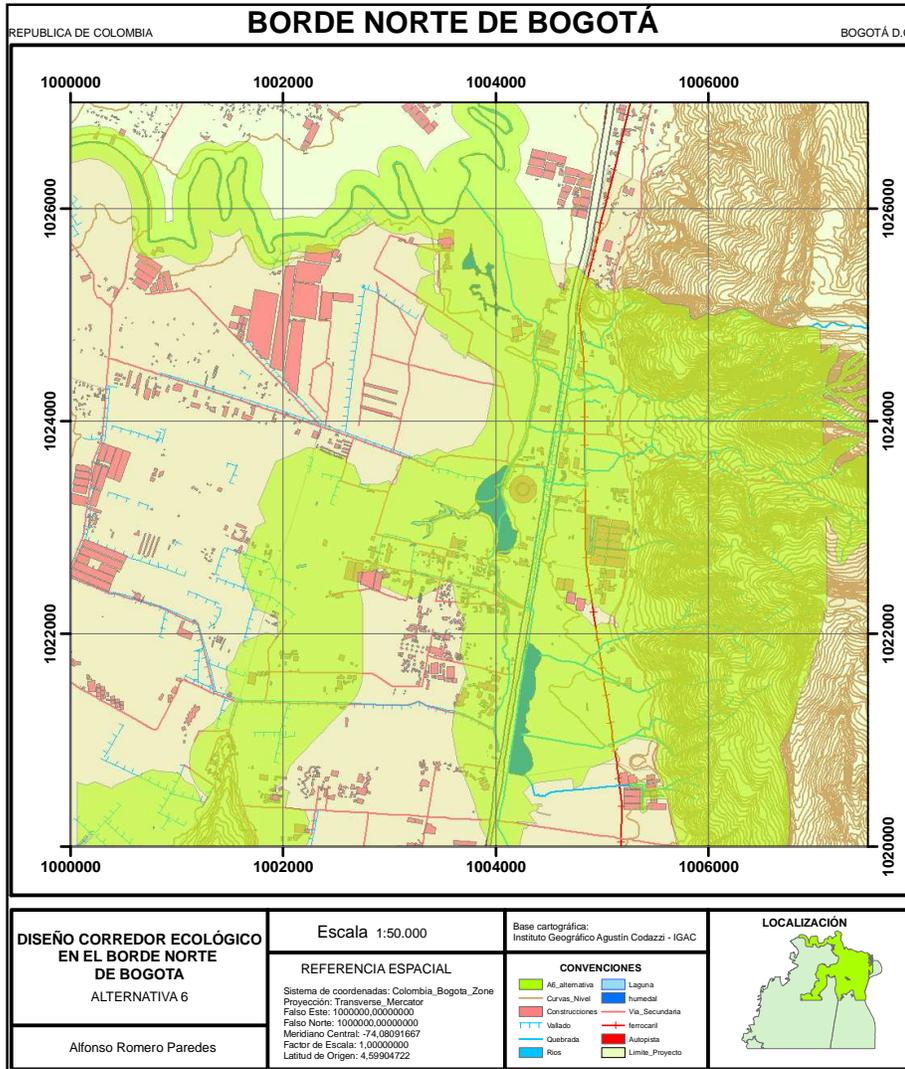


Figura 48: Resultado final del diseño del corredor del borde norte de Bogotá, tomando como base el sistema hídrico, la conexión entre el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral incluyendo un aislamiento para las construcciones y el corredor de desplazamiento de la especie seleccionada entre lagunas y humedales.

5.13 ALTERNATIVA 7

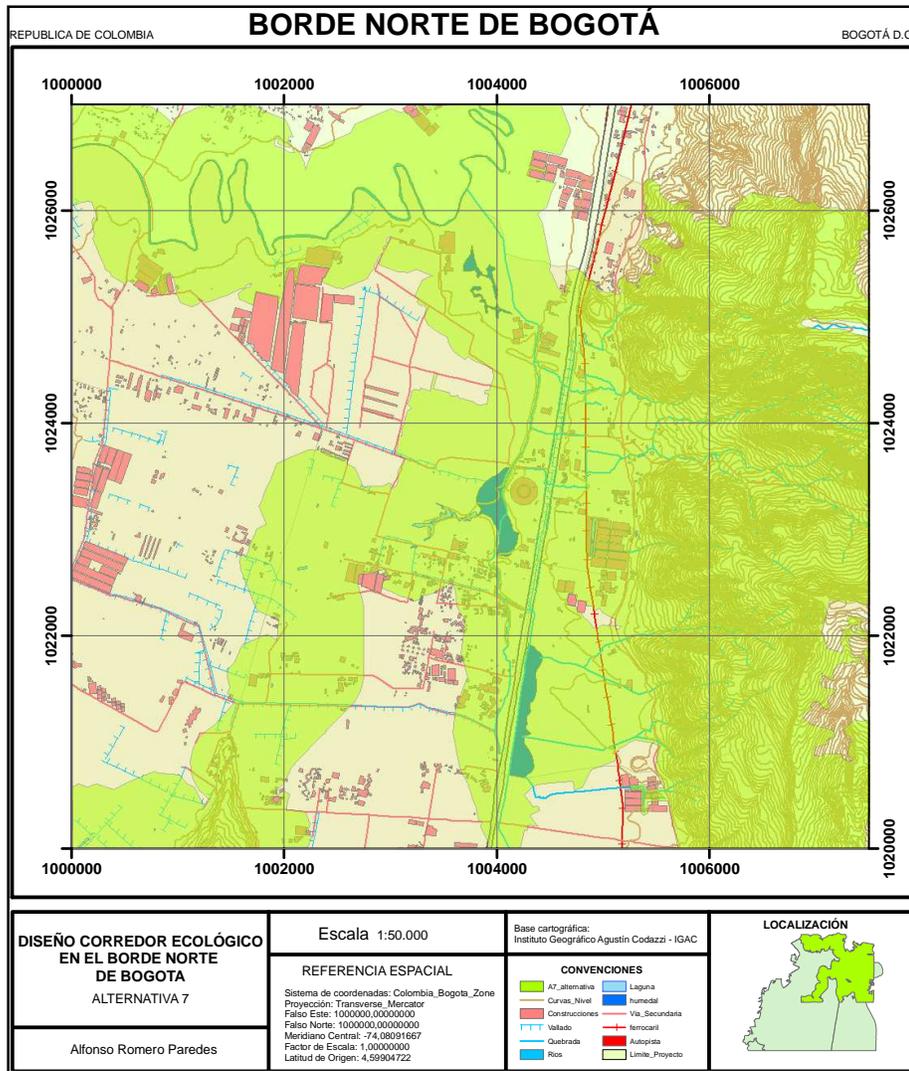


Figura 49: Resultado final del diseño del corredor del borde norte de Bogotá, tomando como base el sistema hídrico incluyendo vegetación, la conexión entre el cerro de la Conejera y el humedal de Guaymaral incluyendo un aislamiento para las construcciones y el corredor de desplazamiento de la especie seleccionada entre lagunas, humedales y el río Bogotá.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Se pueden reconocer las siguientes etapas como las más importantes en el desarrollo de un proyecto de corredor ecológico: Revisión de la información existente, reconocimiento del área de estudio, recolección de la información, digitalización de la información, procesamiento de la información y análisis de la información.
2. En las primeras etapas del diseño se define el límite de la zona a estudiar y la selección de la especie a proteger.
3. Los Sistemas de Información Geográfica, son una herramienta para interrelacionar y analizar grandes volúmenes de datos con características espaciales.
4. Los Sistemas de Información Geográfica, son una herramienta para analizar sistemas complejos, como el relacionado con el diseño de corredores ecológicos.
5. El software ArcGis 9.2 cuenta con una serie de herramientas de análisis espacial, las cuales ayudan a la toma de decisiones.
6. Para la capturar, verificar y actualizar datos de campo, se puede utilizar un Sistema Global de posicionamiento (GPS). Para la incorporación de estos datos al sistema se crea una base de datos, adjuntando las características específicas para cada uno de los puntos.
7. En la etapa de diseño se requiere utilizar criterios socioeconómicos y biológicos. Sin dejar de lado todas las disposiciones legales y técnicas relacionadas con el ordenamiento del territorio y aislamientos requeridos.

8. En general en la fase inicial de este tipo de proyectos, se crea un mapa base, para servir de referencia a los diferentes elementos como por ejemplo: bosques, vías y ríos entre otros.
9. Dentro de la metodología relacionada con el análisis espacial, se realizan los siguientes procesos considerados como los más importantes: Establecimiento de índices, clasificación de los datos, generación de corredores de influencia y generación de superficies de costo.
10. Para este tipo de proyectos, es necesario diseñar varias alternativas con el objeto de evaluar en una fase posterior, parámetros que por su especificidad son analizados con otros expertos.
11. Aunque el costo de la tierra es un elemento de importancia para el diseño, no se incluyó debido a la falta de datos o al acceso a los mismos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Burrough, Peter A y Mcdonnell, Rachael A. *Principles of geographical information systems*. New York: Oxford University, 1998. Impreso

Cadena, Luis, et al. *Corredor ecológico Quito Ecuador*. Quito: Proyecto Corredor Ecológico. 2003. Web. 10 Sep. 2010. http://www.sica.gov.ec/agronegocios/invertir_en_ecuador/proyectos/proyecto_corredor_ecologico.pdf

Camarillo, Juan Mariano, et al. *Diseño de un Sistema de Información Geográfica para el futuro corredor verde de Guadamar*. Alcalá: Tecnologías geográficas para el desarrollo sostenible. 2000. Web. 12 Nov. 2010. http://age.ieg.csic.es/metodos/docs/IX_3/Camarillo_JM.PDF

Canet, Lindsay. *Ficha Técnica para el Diseño y Oficialización del Corredor Biológico Alexander Skutch*. San José: Centro Científico Tropical. 2005. Web. 10 Nov. 2010. <http://www.cct.or.cr/publicaciones/CoBAS.pdf>

Díaz, Luis, et al. *Los sistemas de información geográfica sig: definición, características, estado actual y tendencias de desarrollo*. Madrid: Mapping Interactivo: Revista internacional de Ciencias de la Tierra. 1997. Web. 12 Nov. 2010. http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=733

ESRI. *Que es un SIG*. Madrid: ESRI España. Web. 7 Nov. 2010. <http://www.esri.es/es/formacion/que-es-un-sig/>

García, Randall, 2002. *Biología de la Conservación: conceptos y prácticas*. San José: Instituto Nacional de Biodiversidad, 2002. Impreso

Gurrutxaga, Mikel. *Red de corredores ecológicos de la comunidad autónoma de Euskadi*. Euskadi. Departamento del Medio Ambiente y Ordenamiento del Territorio. 2005. Web. 10 nov 2010. http://www.euskadi.net/r33-2288/es/contenidos/informe_estudio/corredores_ecologicos/es_doc/adjuntos/memoria.pdf

IGAC. *Conceptos Básicos sobre Sistemas de Información Geográfica y Aplicaciones en Latinoamérica*. Bogotá. Instituto geográfico Agustín Codazzi. 1995. Impreso.

Maguire, David, Batty, Michael y Goodchild, Michael. *GIS, spatial analysis, and modeling*, California: Esri Press, 2005. Impreso.

Martinez, Zoyla, et al. *Establecimiento de un Corredor biológico en Sierra de Portuguesa, Andes de Venezuela*. Caracas: Fundación para la Defensa de la Naturaleza. 2003. Web. 12 nov. 2010. http://www.fudena.org.ve/establecimient_corredor.pdf

Molina, Oscar. *Propuesta de diseño de corredor biológico en la unidad de conservación de bahía de Jiquilisco a nivel de ecosistema*. San Salvador: Corredor biológico Mesoamericano. 1997. Web. 8 feb. 2011. http://www.marn.gob.sv/area_conservacion/documentos/Ecosistemas_resumen%20ejecutivo.pdf

Pérez, Adriana. *Que es el corredor Biológico*. Avesturismo.com. 17 Feb. 2008. Web. 8 feb. 2011. <http://www.avesyturismo.com/que-es-el-corredor-biologico.html>

Racero, Javier. *Determinación de coberturas vegetales y análisis de conectividad en tres microcuencas de la zona cafetera del corregimiento de Palmitas, municipio de Medellín, Colombia*. Medellín: Fundación Grupo hábitat Territorio y Medio Ambiente. 2008. Web. 12 Nov. 2010. <http://meridian.aag.org/mycoe/biodiversity/projects/Racero-Casarrubia.pdf>

Skidmore, Andrew y Prins, Hendrik. *Environmental modelling with GIS and remote sensing*. New York: Taylor & Francis, 2002. Impreso.

Smith, Michael, Goodchild, Michael y Longley, Paul. *Geospatial analysis: a comprehensive guide to principles, techniques and software tools*. Leicester: Troubador Publishing ltd, 2007. Impreso

Worboys, Michael y Duckham, Matt. *GIS: a computing perspective*. Boca Raton: CRC Press, 2004. Impreso