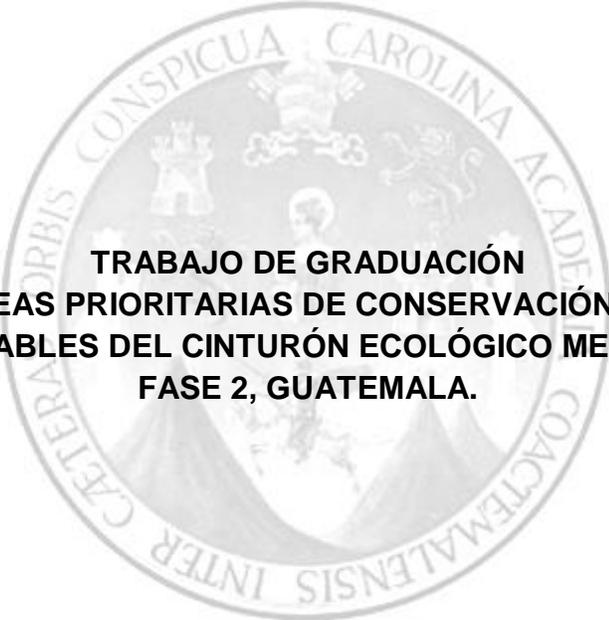


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN
PROPUESTA DE ÁREAS PRIORITARIAS DE CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS
NATURALES RENOVABLES DEL CINTURÓN ECOLÓGICO METROPOLITANO (CEM)
FASE 2, GUATEMALA.**

POR

KATHYA FRINEE MEJIA

GUATEMALA, MAYO DE 2011

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**PROPUESTA DE ÁREAS PRIORITARIAS DE CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS
NATURALES RENOVABLES DEL CINTURÓN ECOLÓGICO METROPOLITANO (CEM)
FASE 2, GUATEMALA.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

KATHYA FRINEE MEJIA

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERA AGRÓNOMA**

EN

**RECURSOS NATURALES RENOVABLES
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADA**

GUATEMALA, MAYO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR MAGNÍFICO

LIC. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. M. Sc.	FRANCISCO JAVIER VÁSQUEZ VÁSQUEZ
VOCAL I	Ing. Agr.	WALDERMAR NUFIO REYES
VOCAL II	Ing. Agr. M. Sc.	MARINO BARRIENTOS GARCÍA
VOCAL III	Ing. Agr. M. Sc.	OSCAR RENÉ LEIVA RUANO
VOCAL IV	P. Forestal	AXEL ESAÚ CUMA
VOCAL V	P. Contador	CARLOS ALBERTO MONTERROSO GONZÁLES
SECRETARIO	Ing. Agr. M. Sc.	EDWIN ENRIQUE CANO MORALES

Guatemala, mayo de 2011

Guatemala, marzo de 2011

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Distinguidos miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación titulado:

Propuesta de Áreas Prioritarias de Conservación de los Recursos Naturales Renovables del Cinturón Ecológico Metropolitano (CEM) Fase 2, Guatemala.

Realizado en:

La Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación -FUNDAECO-, Sede Central

Presentado como requisito previo a optar al título de Ingeniera Agrónoma en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciada.

Esperando que el presente Trabajo de Graduación llene los requisitos para su aprobación, me suscribo de ustedes,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

KATHYA FRINEE MEJIA

ACTO QUE DEDICO

A:

Dios: Por permitirme llegar a esta meta.

Virgen María:

Porque en su infinita misericordia siempre ha cuidado de mi camino y el de los que me rodean

Mi mamá:

María Laura Mejía López por todo el cariño y esfuerzo para llegar a este día.

Mi segunda madre:

María Laura López Ortiz por brindarme desde el día de mi nacimiento amor, comprensión y ser siempre un apoyo incondicional.

Mi abuelo:

Cesar Augusto Mejía Paredes (QEPD), por ser en los primeros años de mi vida un padre amoroso.

Mi gran amor:

Gabriel Navassi por ser quien me dio el último empujón para llegar a este momento

Mi mejor amiga:

Marlin Alejandra George Portillo gracias por el apoyo, consejos y momentos de alegría que hemos pasado.

Mis amigos:

Por toda su apoyo y cariño a los largo de mi vida.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A

DIOS

MI PATRIA GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

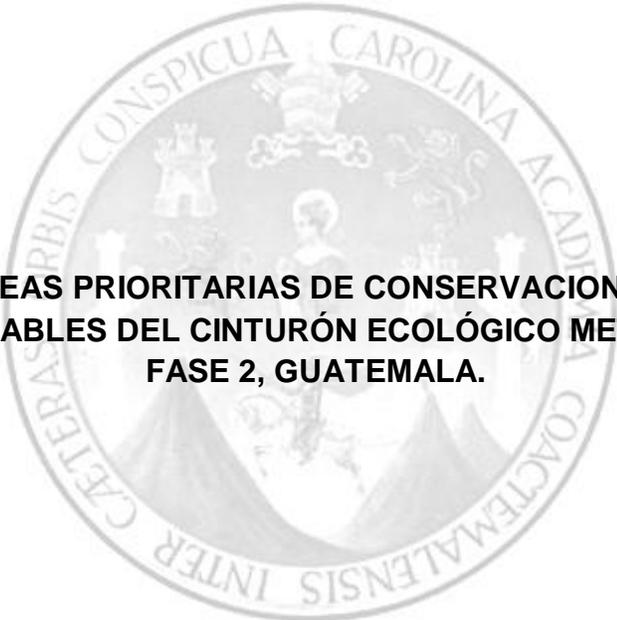
FUNDACIÓN PARA EL ECODESARROLLO Y LA CONSERVACION
-FUNDAECO-

AGRADECIMIENTOS

A FUNDAECO en especial a el Lic. Marco Vinicio Cerezo Blandón, Inga. Agra. Karen Aguilar e Ing. Byron Villeda por la oportunidad y confianza de realizar el EPS en la institución.

A los ingenieros Lily Gutiérrez, Margarita Vides, Walter Chávez, Tomás Padilla, Marvin Salguero, Hugo Tobías, Guillermo Santos y Juan Carlos Fuentes por compartir sus conocimientos a lo largo de la carrera.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a figure, surrounded by a wreath. The shield is set against a background of a landscape with mountains. The Latin motto "CETERA SPERABIS CONSPICUA CAROLINA ACADÉMIA COACTEMALENSIS INTER" is inscribed around the perimeter of the seal.

**PROPUESTA DE ÁREAS PRIORITARIAS DE CONSERVACION DE LOS RECURSOS
NATURALES RENOVABLES DEL CINTURÓN ECOLÓGICO METROPOLITANO (CEM)
FASE 2, GUATEMALA.**

KATHYA FRINEE MEJIA

GUATEMALA, MAYO DE 2011

CONTENIDO	INDICE	PÁGINA
RESUMEN GENERAL		1
CAPITULO I DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES DE LA REGIÓN METROPOLITANA DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA PARA LA ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA DE ÁREAS PRIORITARIAS DE CONSERVACIÓN		3
1.1 PRESENTACION		5
1.2 OBJETIVOS		6
1.2.1 General.....		6
1.2.2 Específicos.....		6
1.3 METODOLOGÍA		7
1.3.1 Recopilación de información secundaria del área de estudio.....		7
1.3.2 Elaboración de un análisis preliminar del área de estudio.....		7
1.3.3 Análisis de la información recabada y elaboración de conclusiones.....		7
1.4 RESULTADOS		8
1.4.1 Características de las Actividades de Generación de Información Geográfica.....		8
1.4.1.1 Características institucionales de FUNDAECO.....		8
1.4.1.2 Misión, propósito institucional y relación con los Sistemas de Información Geográfica.....		9
1.4.2 Características Socioeconómicas.....		13
1.4.2.1 Localización y extensión del área de estudio.....		13
1.4.2.2 Población y urbanización.....		13
1.4.2.3 Región o Área Metropolitana de la Ciudad de Guatemala.....		16
1.4.2.4 Situación actual de la Región Metropolitana.....		17
1.4.2.5 Situación territorial de la Ciudad de Guatemala.....		20
1.4.2.6 Esfuerzos Realizados en la Región Metropolitana. Fase 1 del Cinturón Ecológico Metropolitano.....		23
1.4.2.7 Características Biofísicas.....		25
1.4.3 Problemas identificados.....		32
1.4.3.1 Inexistencia de Planes de Ordenamiento Territorial para el departamento de Guatemala.....		32
1.4.3.2 Falta de estrategias e inversión para atender la gestión ambiental y de los recursos naturales.....		34
1.4.3.3 Deterioro de los Recursos Naturales:.....		35
1.4.3.4 Árbol general de Problemas identificados en la Región Metropolitana del Departamento de Guatemala.....		40
1.5 CONCLUSIONES		41
1.6 BIBLIOGRAFÍA		43
CAPITULO II INVESTIGACIÓN PROPUESTA DE ÁREAS PRIORITARIAS DE CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES DEL CINTURÓN ECOLÓGICO METROPOLITANO (CEM) FASE 2, GUATEMALA		45
2.1 RESUMEN		47
2.2 PRESENTACIÓN		48
2.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA		50
2.4 MARCO TEÓRICO		51
2.4.1 MARCO CONCEPTUAL		51
2.4.1.1 Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación (FUNDAECO).....		51
2.4.1.2 Estructura organizativa.....		51
2.4.1.3 Cinturón Ecológico Metropolitano:.....		52

2.4.2 MARCO REFERENCIAL	53
2.4.2.1 Localización y extensión del área de estudio	53
2.4.2.2 Población y urbanización	53
2.4.2.3 La Fase 1 del CEM	54
2.4.2.4 Fisiografía:	55
2.4.2.5 Hidrología:	55
2.4.2.6 Características Climáticas	56
2.4.2.7 Zonas de vida:	56
2.4.2.7 Flora	59
2.4.2.8 Fauna	60
2.4.2.9 Uso de la tierra	60
2.5 OBJETIVOS	62
2.5.1 Objetivo General	62
2.5.2 Objetivos Específicos	62
2.6 METODOLOGIA	63
2.6.1 FASE DE GABINETE INICIAL	63
2.6.1.1 Consulta de información secundaria	63
2.6.1.2 Elaboración de mapas temáticos	64
2.6.2 FASE DE GABINETE FINAL	66
2.6.2.1 Elaboración de mapas temáticos y de análisis finales	66
2.7 RESULTADOS	72
2.8 CONCLUSIONES	89
2.9 RECOMENDACIONES	91
2.10 BIBLIOGRAFÍA	92
CAPITULO III SERVICIOS REALIZADOS	93
3.1 PRESENTACION	95
3.2 OBJETIVO GENERAL DE LOS SERVICIOS	96
3.3 ÁREA DE INFLUENCIA	96
3.3.1 SERVICIO NO.1 ELABORACIÓN DE MAPAS TEMÁTICOS Y DE ANÁLISIS NECESARIOS PARA FUNDAECO	96
3.3.1.1 Definición del problema	96
3.3.1.2 Objetivo específico del servicio	97
3.3.1.3 Metodología	97
3.3.1.4 Evaluación	101
3.3.1.5 Presentación de mapas temáticos	103
3.3.2 SERVICIO NO.2 DESCRIBIR UNA METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE BASES DE DATOS BIOGEOGRÁFICA PARA LAS ÁREAS PROTEGIDAS DEL CORREDOR BIOLÓGICO DEL CARIBE DE GUATEMALA.	107
3.3.2.1 Definición del problema	107
3.3.2.2 Objetivo específico del servicio	107
3.3.2.3 Metodología	107
3.3.2.4 Evaluación	115
3.3.2.5 Presentación de tablas	115
3.3.3 SERVICIO NO.3 ELABORACIÓN DE GEODATABASES (.MDB) PARA LA PLATAFORMA DINÁMICA DE DATOS ESPACIALES QUE ESTABLECERÁ FUNDAECO	116
3.3.3.1 Definición del problema	116
3.3.3.2 Objetivo Especifico del servicio	117
3.3.3.3 Metodología	117

CONTENIDO	PÁGINA
3.3.3.4 Evaluación	119
3.3.3.5 Conclusión del servicio realizado	119
4. BIBLIOGRAFÍA	120
5. ANEXOS.....	121

Índice de Cuadros

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Invertebrados residentes en barrancos.....	29
Cuadro 2. Vertebrados residentes en barrancos	30
Cuadro 3. Mamíferos residentes en barrancos.....	31
Cuadro 4. Clases de uso de las tierras analizadas	66
Cuadro 5. Categorías de recomendaciones de manejo.....	68
Cuadro 6. Matriz de análisis de recomendaciones de uso de la tierra para el municipio de Mixco.....	68
Cuadro 7. Matriz de análisis de códigos de recomendaciones de uso.....	69
Cuadro 8. Matriz de códigos de reclasificación final de recomendaciones de uso de la tierra.....	69
Cuadro 9. Área en hectáreas por cada rango de pendiente en la Fase 2 del CEM	76
Cuadro 10. Área en hectáreas de Recomendaciones de uso de la tierra para Mixco-Cerro Alux 2009-2010	85
Cuadro 11. Estimación de costos para el área a reforestar según Recomendación de uso.....	85
Cuadro 12. Características de las colonias donde se encuentran los remanentes.	87
Cuadro 12. Clases según la infraestructura, tipo de cobertura de la tierra y su media de abundancia de especies (Mean Species Abundance, MSA).....	99
Cuadro 13A. Información general de las especies nativas para programas de reforestación dentro de las áreas prioritarias de conservación	123
Cuadro 14A. Principales especies dentro del Cinturón Ecológico metropolitano (CEM) Fase 2.	124

Índice de Figuras

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Crecimiento poblacional acelerado	14
Figura 2. Expansión de la urbanización a través del tiempo (CEUR 1999)	15
Figura 3. Remanentes boscosos en barrancos	24
Figura 4. Vegetación secundaria encontrada en los remanentes boscosos	28
Figura 5. Microecosistemas existentes en la región	28
Figura 6. Invertebrados encontrados en barrancos	29
Figura 7. Fauna encontrada en barrancos	30
Figura 8. Urbanización en aumento	33
Figura 9. Asentamientos ubicados en altas pendientes	33
Figura 10. Entrada al Parque Ecológico Deportivo Cayalá	34
Figura 11. Áreas desprovistas de vegetación.....	35
Figura 12. Laderas cubiertas de vegetación secundaria	36
Figura 13. Cultivo de maíz en ladera (izquierda), cultivo de subsistencia (derecha).....	36
Figura 14. Movimiento de tierras para realizar lotificaciones	37
Figura 15. Basureros clandestinos en barrancos	37
Figura 16. Desagües en cauces de ríos	38
Figura 17. Extracción minera	38
Figura 18. Industria a orillas de barranco	39
Figura 19. Trafico excesivo. Contaminación auditiva y ambiental	39
Figura 20. Árbol de Problemas del Departamento de Guatemala	40
Figura 21. Mapa de complejos de manejo de la Fase 1 del CEM.....	55
Figura 22. Mapa de zonas de vida de la Fase 2 del CEM	58
Figura 23. Vegetación en barrancos	59
Figura 24. Mapa de uso de la tierra MAGA 2001	61
Figura 25. Delimitación Preliminar de la Fase 2 del CEM	63
Figura 26. Flujograma del proceso de elaboración de mapas temáticos y de análisis.....	71
Figura 27. Mapa Base de la Fase 2 del Cinturón Ecológico Metropolitano.....	73
Figura 28. Mapa de Imágenes Satelitales a escala de detalle la Fase 2 del CEM.....	75
Figura 29. Mapa de pendientes de la Fase 2 del Cinturón Ecológico Metropolitano.....	77
Figura 30. Mapa de deslizamientos de la Fase 2 del Cinturón Ecológico Metropolitano.....	78
Figura 31. Mapa de uso de la tierra de la Fase 2 del Cinturón Ecológico Metropolitano.....	80
Figura 32. Mapa de uso de la tierra de la Fase 2 Mixco-Cerro Alux	81
Figura 33. Mapa de recomendaciones de uso de la tierra de la Fase 2 del Cinturón Ecológico Metropolitano	83
Figura 34. Mapa de recomendaciones de uso de la tierra de la Fase 2 Mixco-Cerro Alux	84
Figura 35. Mapa de áreas prioritarias de conservación de los recursos naturales renovables	86
Figura 36. Mapa de Cobertura de áreas prioritarias de conservación de los recursos naturales renovables	88
Figura 37. Resultado del uso de la metodología	101
Figura 38. Mapa de distancias de viviendas en relación a las lagunas dentro y fuera de los límites del Área Protegida	104
Figura 39. Impacto directo de la Franja Transversal del Norte sobre la biodiversidad.....	105
Figura 40. Impacto directo de la Franja Transversal del Norte sobre la biodiversidad, cuerpos de agua, sitios arqueológicos y bosques prioritarios.	106
Figura 41. Forma correcta de almacenar datos en Microsoft Excel.....	108

FIGURA	PÁGINA
Figura 42. Elaboración de Base de Datos en Microsoft Access 2007	108
Figura 43. Vinculación de libros u hojas de Excel a Microsoft Access 2007.....	109
Figura 44. Selección del origen y destino de los datos	109
Figura 45. Selección del origen y destino de los datos	110
Figura 46. Selección de la fila de encabezados.....	111
Figura 47. Formato de cada columna en el nuevo formato de destino.....	111
Figura 48. Elección de la clave principal en la base de datos	112
Figura 49. Elección del nombre de la nueva tabla	112
Figura 50. Distintas vistas para modificar tablas.....	113
Figura 51. Filtro con pocos registros.....	114
Figura 52. Filtro manual.....	114
Figura 53. Tabla de Excel de calidad de agua	115
Figura 54. Tabla de Access con datos importados de la tabla de Excel.....	116
Figura 55 .Elaboración del archivo geodatabase	117
Figura 56 .Importar el archivo seleccionado	118
Figura 57. Ubicación del archivo seleccionado dentro del archivo geodatabase.....	118

RESUMEN GENERAL

El departamento de Guatemala es el área de mayor desarrollo industrial y habitacional del país, por lo que la mayoría de los habitantes emigran y se establecen en el mismo buscando nuevas oportunidades, lo cual genera presión sobre los recursos naturales agua, suelo y bosque.

Dichos recursos son importantes para el departamento debido a los servicios ambientales que prestan a la población entre los cuales se puede mencionar purificación del aire, refugio de vida silvestre y captación de agua.

Por lo cual el diagnóstico identificó los principales problemas ambientales del departamento de Guatemala, citando los siguientes: cambio de uso del suelo, pérdida de cobertura vegetal, contaminación de fuentes de agua y de aire e inexistencia de planes de ordenamiento territorial los cuales presionan los escasos complejos boscosos en las distintas poblaciones.

La Fundación para el Ecodesarrollo y de la Conservación (FUNDAECO), entre sus estrategias de conservación de áreas posee el Cinturón Ecológico Metropolitano (CEM) Fase 1 y 2, la cual consiste que mediante análisis geográficos y de cobertura se identifican remanentes boscosos que tengan la capacidad de brindar servicios ambientales a las poblaciones vecinas.

Estos remanentes boscosos son polígonos que poseen recomendaciones de uso de la tierra, por lo que pueden promoverse como sitios de atracción turística mediante parques ecológicos y senderos los que permitirían a los habitantes lugares de recreación dentro de sus mismas comunidades o colonias.

De esta manera se conservarían los espacios verdes y los servicios ambientales que prestan para las futuras generaciones mejorando la calidad de vida de los mismos. En la investigación se proponen 11 polígonos de conservación los cuales tienen un área de 122.37 hectáreas y se encuentran en el municipio de Mixco ya que esta dentro de la

delimitación de la Fase 2 del estudio del Cinturón Ecológico Metropolitano establecido por la Fundación.

Los servicios realizados para la Fundación para el Ecodesarrollo y de la Conservación a lo largo del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía consistieron en la elaboración de mapas temáticos que sirvieron de punto de partida para la toma de decisiones y la formulación de estrategias para la conservación de áreas protegidas y el desarrollo comunitario.

El siguiente servicio fue la descripción de una metodología para el ordenamiento de información biogeográfica del Caribe guatemalteco para ser puesta en práctica por el equipo biológico de la Fundación y así en un futuro convertirla en información que se pueda manipular mediante sistemas de información geográfica. Por último se elaboraron geodatabases que no son más que archivos en un formato que tiene la capacidad de ser puestos en una plataforma de datos espaciales y que puedan ser utilizadas por personas en diferentes partes del país.

CAPITULO I

Diagnóstico de la situación de los Recursos Naturales de la Región Metropolitana del departamento de Guatemala para la elaboración de una propuesta de áreas prioritarias de conservación.

1.1 PRESENTACION

La Fundación para el Ecodesarrollo y Conservación (FUNDAECO), ha dedicado esfuerzos desde 1990 por la conservación de ecosistemas únicos como Cerro San Gil, Sierra Caral, Sierra Santa Cruz, Río Sarstún ubicados en el departamento de Izabal. Así como la conservación de áreas prioritarias para Guatemala como: el Cinturón Ecológico Metropolitano (CEM).

Por lo cual el objetivo principal del CEM (Fase 1 y 2) es establecer un sistema de áreas naturales bajo distintos esquemas de protección y manejo, que en su conjunto garanticen una producción sostenible de servicios ambientales que incrementen la calidad de vida de sus habitantes locales y constituyan en característica central de la identidad y la fisonomía urbana de nuestra ciudad. Entre los logros de la Fase 1 del CEM está la creación de parques ecológicos como lo son Cayalá y Kanajuyú ambos a cargo de la Fundación.

La Región Metropolitana o Área Metropolitana del departamento de Guatemala posee complejos boscosos en barrancos que cumplen funciones importantes para el ambiente como la disminución de gases contaminantes, recarga hídrica, refugio de especies de fauna, belleza escénica, entre otros.

Dichas áreas son presionadas por el avance de la urbanización descontrolada, extracción de leña, contaminación de las corrientes y otro tipo de cuerpos de agua de los diferentes municipios, botaderos de basura clandestinos, sobreuso de los mantos freáticos por la extracción de agua y apertura de nuevos pozos.

Es por esto que el presente diagnóstico presenta la situación de los recursos naturales del departamento de Guatemala con la finalidad de servir de punto de partida para la toma de decisiones acerca de los distintas áreas verdes, remanentes boscosos, bosques urbanos y periurbanos de la región, los cuales a futuro garantizarán la calidad de vida de los habitantes ya que estas áreas pueden mitigar los desastres naturales, brindar recreación sana, fuente de agua a través de infiltración de lluvia hacia el manto freático; así como servir de fuentes de empleo potenciales debido a la creación de parques, senderos ecológicos u otro tipo de área de manejo administrada por el sector privado o gubernamental.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 General

Elaborar un diagnóstico de la situación de los recursos naturales para la creación de una propuesta de áreas prioritarias de conservación de la región metropolitana del departamento de Guatemala.

1.2.2 Específicos

1.2.2.1 Describir las características físicas, biológicas, sociales y económicas del departamento de Guatemala.

1.2.2.2 Evaluar la situación actual de los recursos naturales del departamento de Guatemala así como la interacción existente con los habitantes.

1.2.2.3 Identificar las causas y los efectos de la situación de los recursos naturales para la elaboración de un árbol de problemas que permita analizar la problemática de los recursos naturales

1.3 METODOLOGÍA

Para cumplir los objetivos planteados, se siguió la metodología siguiente:

1.3.1 Recopilación de información secundaria del área de estudio.

Con la finalidad de conocer las características biofísicas y socioeconómicas del Departamento de Guatemala se procedió a investigar en documentos de la Fundación acerca de estudios preliminares del mismo, dando a conocer que la Fundación posee propuestas para el Departamento como lo es la “Propuesta Técnica para el establecimiento del Cinturón Ecológico Metropolitano de la Ciudad de Guatemala Primera Fase”, además de consultar boletines de la Universidad de San Carlos de Guatemala, así como también el análisis de mapas elaborados por la Fundación.

1.3.2 Elaboración de un análisis preliminar del área de estudio

Debido a que en todo el departamento de Guatemala existen muchos complejos boscosos los cuales pueden ser incorporados a un diseño especial en base a procesos metodológicos y técnicos se debía determinar cuáles pueden ser incorporadas a la segunda Fase del Cinturón Ecológico Metropolitano siendo éste un proyecto a futuro evaluado preliminarmente por la Fundación. (CEM Fase 2), además de que es de suma importancia entender las condiciones a las que están sometidos los recursos naturales de los remanentes boscosos tanto ecológicamente como socialmente.

1.3.3 Análisis de la información recabada y elaboración de conclusiones

Una vez recopilada la información necesaria se procedió al análisis de la misma por medio de la elaboración de un árbol de problemas con causas y efectos con la finalidad de describir la problemática de la región de una manera ordenada dando así prioridad a los problemas más relevantes para dar con ello conclusiones pertinentes.

1.4 RESULTADOS

1.4.1 Características de las Actividades de Generación de Información Geográfica

1.4.1.1 Características institucionales de FUNDAECO

La Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación (FUNDAECO) es una organización privada, apolítica y no lucrativa dedicada a la conservación de la naturaleza y al desarrollo comunitario sostenible. Fue creada en 1990 y tiene un trayecto institucional de más de 18 años de trabajo ecologista en Guatemala, trabajando en regiones prioritarias de Enfoque Institucional:

- A. El Corredor Biológico del Caribe de Guatemala (Departamento de Izabal)
- B. El Cinturón Ecológico Metropolitano (Departamento de Guatemala)
- C. La Sierra de los Cuchumatanes (Departamento de Huehuetenango)
- D. El corredor biológico de la Costa Sur –COBIOSUR-con un enfoque de apoyo al Parque Nacional Sipacate-Naranjo (Departamento de Escuintla).

En cada una de estas regiones FUNDAECO promueve el diseño, establecimiento y manejo de áreas protegidas, creadas como instrumentos de ordenamiento y manejo territorial para la conservación de la naturaleza y el desarrollo sustentable. En las áreas protegidas se desarrollan acciones mediante cuatro ejes estratégicos de Trabajo, los cuales abordan de forma integral los retos del manejo territorial como lo son:

- A. Conservación de tierras y protección de la biodiversidad.
- B. Empoderamiento y participación social, desarrollo comunitario sostenible y legalización de tierras comunales.
- C. Fortalecimiento de la gestión ambiental municipal; y
- D. Desarrollo productivo y microempresarial sostenible y compatible con la conservación de la biodiversidad

Además realizan trabajo de campo con la finalidad de crear un entorno socio-político favorable a la labor de FUNDAECO, ejecutando acciones de gestión e Incidencia en Políticas y Leyes, fomento de la Cultura Ecológica y Ejercicio de una Ciudadanía Ambiental (AGISTER 2008).

FUNDAECO posee una estructura descentralizada mediante “Capítulos Locales” enfocados en el manejo de áreas protegidas específicas de las diferentes localidades, administrativamente autónomas, dotadas del personal y equipo necesarios, dirigidos por Líderes Ambientalistas, contando, así con siete Capítulos y una Oficina Central; los cuales son:

- A. FUNDAECO- Cerro San Gil
- B. FUNDAECO- Río Sarstún
- C. FUNDAECO-Costas, enfocada en la protección de la zona Marino-Costera de la Bahía de Amatique (arrecifes y playas costeras)
- D. FUNDAECO- Morales, enfocada en Sierra Caral y el Parque Municipal Montaña Chiclera
- E. FUNDAECO- Sierra Santa Cruz
- F. FUNDAECO-Metropolitana, enfocada en la promoción del Cinturón Ecológico Metropolitano;
y
- G. FUNDAECO-Huehuetenango, enfocada en el diseño, declaratoria y manejo de la Reserva Forestal de Todos Santos Cuchumatán y las áreas protegidas propuestas de Pepajau-Magdalena y Cruz Maltín (AGISTER 2008).

Basando sus acciones locales en la formación de alianzas, socios, consorcios, etc., con actores locales integradas por voluntarios, comunidades, municipalidades, asociaciones comunitarias y de productores. Las Oficinas Centrales de FUNDAECO se encuentran en la ciudad de Guatemala, concentrando sus funciones de Dirección y Planificación Estratégica, Contabilidad y Auditoría Interna así como Recaudación de Fondos (AGISTER 2008).

1.4.1.2 Misión, propósito institucional y relación con los Sistemas de Información

Geográfica

A. Misión institucional:

“FUNDAECO es una institución ambientalista que desde lo local, lo nacional y regional, promueve a través de alianzas con diversos actores especialmente los pueblos y culturas indígenas y garífunas. La conservación de la naturaleza y la restauración ambiental para mejorar la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones. Hacemos esto por medio de la incidencia en políticas, el ordenamiento territorial, el diseño y establecimiento de áreas protegidas, la gestión ambiental y el desarrollo sostenible”. (AGISTER 2008)

B. Visión Institucional:

“Para el año 2015, FUNDAECO habrá contribuido a nivel municipal, nacional y regional, a la construcción y aplicación de políticas de manejo y ordenamiento territorial, para la conservación de la naturaleza y el desarrollo sostenible. A través de sus intervenciones locales, FUNDAECO habrá apoyado la consolidación de un sistema nacional de áreas naturales protegidas que bajo distintas modelos jurídicos, institucionales y socioculturales, promueven la protección de la biodiversidad, la producción sostenible de bienes y servicios ambientales, la generación de ingresos económicos, la gobernabilidad democrática y la amplia participación de las y los actores locales, en particular de las comunidades y pueblos indígenas”. (AGISTER 2008)

C. Relación con los Sistemas de Información Geográfica:

FUNDAECO para cumplir con su misión, entre 1990 y 2008, ha diseñado más de 10 áreas protegidas a nivel nacional, creadas como instrumentos de ordenamiento y manejo territorial para el desarrollo sostenible, por lo que ha hecho uso intensivo de diversos tipos de información geográfica y sensores remotos, tanto para el análisis de la cobertura boscosa como para el diseños de esquemas de zonificación del uso de la tierra, por lo que se diseño el “Modelo de Manejo Integrado de las Áreas Protegidas” el cual comprende los siguientes componentes:

- a. Sistema de información biológico y socioeconómico
- b. Programa de manejo de tierras para la legalización de tierras comunales y el ordenamiento territorial.
- c. Programa de diversificación agrícola y proyectos productivos
- d. Programa de educación ambiental y de divulgación y difusión.

Este modelo está basado en el diseño participativo de áreas protegidas, la inclusión de los derechos de los pueblos indígenas en relación con el convenio 169 de la OIT y el desarrollo local sostenible por lo que lo han implementado en el Corredor Caribe de Guatemala en Izabal, el Cinturón Ecológico Metropolitano (CEM), la Sierra de los Cuchumatanes y en Sipacate-Naranjo, elemento del Corredor Biológico del Sur (AGISTER 2008).

D. Estructura organizativa

FUNDAECO posee una doble estructura funcional y territorial, organizada en unidades y capítulos con la finalidad de responder a los compromisos adquiridos para el manejo del territorio y gestión de las áreas protegidas. Para la construcción del Sistema de Información Geográfica, se presenta la siguiente estructura organizacional:

- a. La necesidad de un manejo descentralizado de la información geográfica: los capítulos tienen funciones claves en la perspectiva de la gestión de las áreas protegidas por lo que se hace necesario el uso de instrumentos de información espacial para la toma de decisiones sobre el territorio.
- b. El sistema de información como eje de la comunicación: debido a la dispersión de la institución en el territorio se tiene un sistema de información descentralizado.
- c. Roles y jerarquías: debido a la importancia de la información geográfica se ha creado una unidad específica encargada de dar soporte a las demás unidades, dicha unidad de SIG, se ubica en la sede central para proporcionar información cartográfica de interés.
- d. Creación de SIG regional: esta responde al hecho de acercar las funciones de administración de información a nivel local. (AGISTER 2008)

E. Actividades de Producción de Información Geográfica

Debido a que FUNDAECO es una institución encargada de la administración de áreas protegidas y del ordenamiento del territorio, ha asumido responsabilidades para la producción de información geográfica en áreas específicas, por lo que posee cuatro grandes líneas donde la institución posee un rol en la producción y mantenimiento de la información (AGISTER 2008).

a. Paquete “Tierra/Catastro”

Debido a que Guatemala no posee un catastro completo, FUNDAECO ha desarrollado un programa de levantamiento catastral, para lograr una regularización de la situación de la tenencia de la tierra de las comunidades asentadas en las áreas protegidas y para la generación de información básica para la toma de decisiones sobre la tierra en las áreas protegidas (AGISTER 2008).

b. Paquete “PINFOR” (Programa de Incentivos Forestales)

La función de acompañamiento de FUNDAECO con la formulación del PINFOR es de mucha importancia para la producción de información de cobertura forestal georeferenciada para obtener bases para un sistema de información territorial y para la regeneración o protección de áreas las cuales por falta de alternativas de trabajo se han visto presionadas por las comunidades que habitan y utilizan los servicios que se generan de los bosques (AGISTER 2008).

c. Paquete “Investigaciones”

La institución pretende generar una verdadera base de datos de investigaciones biológicas vinculadas a un factor de localización y a procesos de actualización y captura permanente, con aplicaciones científicas. Dicha información se puede dividir en secciones las cuales son:

Monitoreo de Bioindicadores: para la medición de la preservación de la biodiversidad han identificado una serie de bioindicadores para su monitoreo periódicamente, los cuales son; calidad agua, anfibios, escarabajos, aves, tasa de deforestación debido a que tienen un componente geográfico lo que pronostica obtener bases de datos geográficas de bioindicadores para ser analizadas en tiempo real.

Cambios climáticos en altura: la institución produce rasgos longitudinales para la medición de cambios de altura, además de integrar la dimensión geográfica y topográfica que en un futuro puede ser relacionada con otras dinámicas del territorio.

Estaciones Climáticas: mediante la vinculación con distintos proyectos FUNDAECO adquirió la capacidad de manejar una serie de sensores de estaciones climáticas, ofreciendo variables como humedad lluvia, presión, velocidad y dirección del viento, etc., la cual puede ser utilizada de muchas formas.

Oportunidades de los Guarda recursos: las visitas de campo de los guarda recursos ofrece la observación de dinámicas ambientales y territoriales, mediante la utilización de GPS/navegadores con la finalidad de documentar los procesos y generar datos (AGISTER 2008).

d. Paquete “Social”

Debido a que FUNDAECO apoya la certeza jurídica de las comunidades, existe la posibilidad de construir una verdadera base de datos social de beneficiarios, caracterizando así la población y las tierras que les pertenecen (AGISTER 2008).

1.4.2 Características Socioeconómicas

1.4.2.1 Localización y extensión del área de estudio

El departamento de Guatemala se encuentra ubicado en la Región I Metropolitana, está limitado al Norte por el departamento de Baja Verapaz y al Este por el Progreso, Jalapa y Santa Rosa, al Oeste por Sacatepéquez y al Sur por Escuintla. El departamento de Guatemala se ubica en la latitud 14° 38' 29" y longitud 90° 30' 47" y tiene una extensión de 2,253 km², lo que constituye el 2 % del territorio nacional.

Cuenta con 17 municipios que son: Guatemala, Santa Catarina Pinula, San José Pinula, San José del Golfo, Palencia, Chinautla, San Pedro Ayampuc, Mixco, San Pedro Sacatepéquez, San Juan Sacatepéquez, San Raimundo, Chuarrancho, Fraijanes, Amatitlán, Villa Nueva, Villa Canales, Petapa.

El departamento es atravesado por la Ruta CA-1 de Este a Oeste y por la Ruta CA-9 de Norte a Sur. En el interior del departamento hay cerca de 480 km., de carretera pavimentada, de los cuales cerca de 400 km., corresponden a las carreteras que unen la capital con los municipios (FUNDAECO 2005)

1.4.2.2 Población y urbanización

Guatemala tiene más de 12 millones de habitantes, de los cuales 2 millones equivalentes al 21.3 % viven en el departamento de Guatemala de los cuales el 11% se encuentran en el área metropolitana. El departamento posee una densidad de 923 hab/km². El crecimiento anual es de un 3% dada la migración del interior del país a la capital.

Actualmente se considera que Guatemala es un país que se encuentra en una etapa incipiente en cuanto a su proceso de transición urbana,) debido a que el grado de urbanización está bajo el 50% y se encuentra concentrado en la ciudad de Guatemala. En el departamento de Guatemala

ocurren dos tipos de centros urbanos: los núcleos urbanos primarios o grandes urbes y los núcleos urbanos secundarios. (Figura 1). El patrón de desarrollo urbano del país, se caracteriza por la predominancia de una sola ciudad; el municipio de Guatemala (actualmente con una población de casi un millón de personas).

En los municipios de Guatemala, Mixco, Villa Nueva y Petapa, (Figura 2) es donde se concentra la actividad económica, provocando que surja la migración cambiante, es decir que la población que vive fuera de la ciudad de Guatemala, viaja diariamente a su centro laboral ubicado en el área metropolitana. El departamento de Guatemala es el principal receptor de migrantes, sin embargo al interior del área metropolitana se da una redistribución residencial de la población. (FUNDAECO 2005)



Figura 1. Crecimiento poblacional acelerado

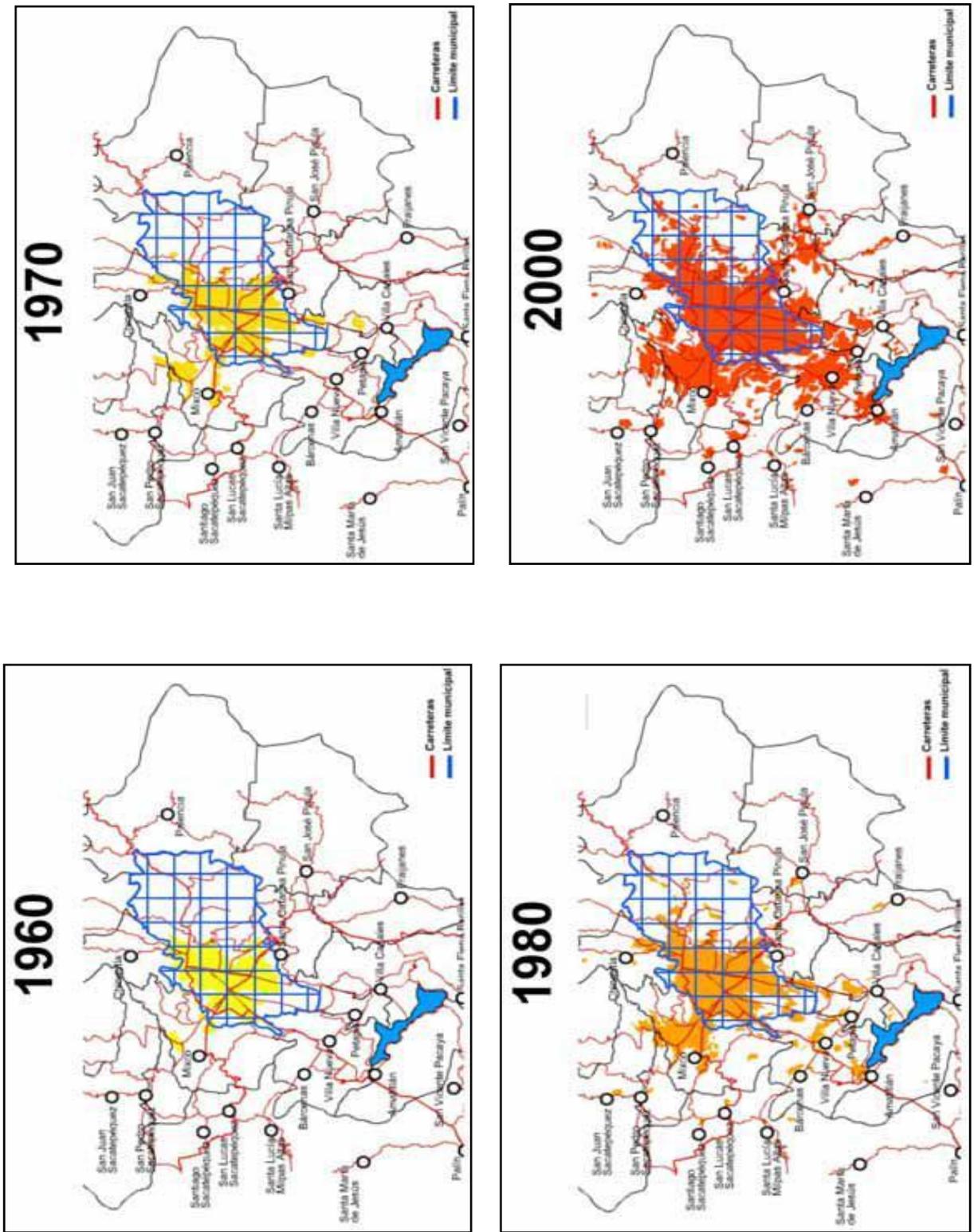


Figura 2. Expansión de la urbanización a través del tiempo (CEUR 1999)

1.4.2.3 Región o Área Metropolitana de la Ciudad de Guatemala.

El establecimiento de los límites reales de la Región o Área Metropolitana, necesarios para demarcar hacia donde encaminar gestiones, autorizar nuevas lotificaciones, elegir el gobierno municipal y captar los ingresos fiscales, ha sido una preocupación constante de la Municipalidad de Guatemala. En este sentido, se planteó durante el régimen municipal de Francisco Montenegro Sierra (1963), que las municipalidades localizadas en el área de influencia de la ciudad de Guatemala, adoptaran los mismos reglamentos de construcción y fueran las encargadas de velar por la dotación de los servicios básicos en las colonias que se autorizaran (CEUR 1999).

De hecho, solamente el municipio de Mixco cumplió con esa disposición y posteriormente Villa Nueva, en el año de 1993, por medio del "Reglamento de Construcción, Urbanismo y Ornato". Este reglamento afirma que el crecimiento de ese municipio no ha seguido ninguna regulación y corresponde a la municipalidad local aprobar el ordenamiento y la planificación del desarrollo urbano. También obliga la dotación de los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial, electricidad, alumbrado público y canalización telefónica por cuenta de los promotores de las lotificaciones (CEUR 1999).

A raíz de este reglamento, se inició la intervención de las lotificaciones que no habían cumplido con esta normativa. En 1994, el 21% de las lotificaciones del municipio de Villa Nueva, se encontraban intervenidas o eran ilegales. Además de estos municipios, Santa Catarina Pinula tiene un Reglamento de lotificaciones (CEUR 1999).

El resto de los municipios del departamento de Guatemala, al no contar con un reglamento específico, norman la producción de fraccionamientos en sus jurisdicciones, basándose en la Ley de Parcelamientos Urbanos (CEUR 1999).

La complejidad de la delimitación territorial del Área Metropolitana y de los factores que convergen en su dinámica de crecimiento, se visualiza ante los planteamientos hechos por diversos estudiosos del fenómeno, en relación a su delimitación física (CEUR 1999).

Entre los cuales destacan Luis Alvarado Constela (1983), que incluye en el AMCG a siete municipios además de la ciudad de Guatemala: Mixco, Villa Nueva, San Miguel Petapa, Amatitlán,

Villa Canales, Santa Catarina Pinula y Chinautla. Juan Pablo Pérez Sainz, en 1991 consideraba que el Área Metropolitana únicamente la conformaban los municipios de Guatemala, Mixco y Villa Nueva (CEUR 1998).

En el Plan Maestro de Transporte de la Municipalidad de Guatemala, elaborado por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), se incluyen los municipios de Mixco, Villa Nueva, Chinautla, San Miguel Petapa, Amatitlán, Villa Canales, Santa Catarina Pinula, Fraijanes y San José Pinula. Por su parte el Plan de Desarrollo Metropolitano Metrópolis 2010, incluye 10 municipios, además de la ciudad de Guatemala. En definitiva, ha existido consenso en excluir del AMCG a los municipios del sector Norte (CEUR 1998).

1.4.2.4 Situación actual de la Región Metropolitana

La Ley de Regionalización, decreto 70-86 agrupó a todos los municipios del departamento de Guatemala como la Región Metropolitana. Se podría pensar que la agrupación de municipios en una misma región significa cierta homogeneidad entre éstos en términos de población urbana, cobertura de servicios básicos y niveles de empleo. Sin embargo de hecho existen divergencias en su desarrollo y características diferentes entre sí, es decir constituyen unidades territoriales muy heterogéneas (CEUR 1999).

De manera que si se confrontan los requerimientos establecidos en el Código Municipal para la clasificación y estructura de los gobiernos locales, sólo el municipio de Guatemala, con más de un millón de habitantes y con la capacidad económica, importancia político-administrativa y desarrollo cultural es considerado de primera categoría (CEUR 1999).

Con un alto índice de predominio urbano, concentra la mayor cantidad de servicios básicos, infraestructura vial, equipamiento en educación, salud, recreación y deportes, actividades comerciales, instituciones político-administrativas, y unidades industriales en el departamento. Así en 1967 el 97.4% de las industrias se localizaban en la ciudad de Guatemala, mientras que en los municipios de Villa Nueva, Mixco, Amatitlán, Santa Catarina Pinula, Villa Canales y Chinautla, se localizaba el restante 2.6% de las unidades industriales (CEUR 1999).

En tanto que Mixco, Villa Nueva, Chinautla, San Miguel Petapa, San Juan Sacatepéquez y Amatitlán son considerados de segunda categoría. Lo anterior significa que, teóricamente, estos

municipios pueden establecer y regular los servicios públicos, organizar y administrar sus empresas patrimoniales, explotar los bienes comunales, elaborar su presupuesto de ingresos y egresos, emitir sus ordenanzas y reglamentos (CEUR 1999).

No obstante, si se califica la organización administrativa que presentan estos municipios, con poca especialización y tecnificación de sus dependencias y sus escasos recursos económicos, resulta obvio que la mayoría no tienen las posibilidades de llevar a cabo las enunciadas funciones. Limitándose a administrar algunos deficientes servicios básicos que generalmente no cubren las necesidades de toda su población, sobre todo la de menores recursos económicos (CEUR 1999).

Los restantes municipios: Fraijanes, San José Pinula, Santa Catarina Pinula, Villa Canales, San Pedro Ayampuc, San Raymundo, San José del Golfo, Chuarrancho, Palencia y San Pedro Sacatepéquez están clasificados dentro del rango de municipios de tercera y cuarta categoría (CEUR 1999).

La localización geográfica de los municipios que se encuentran en el sector Norte y Este del departamento: San Raymundo, Chuarrancho, San Pedro Ayampuc y San José del Golfo-, con una topografía montañosa, ha incidido en las dificultades de construir una infraestructura vial adecuada que los conecte con el municipio de Guatemala lo que valorizaría la tierra y permitiría cambiar su uso a urbano, siendo una característica de estos municipios su secular pobreza por el escaso desarrollo agrícola que presentan (CEUR 1999).

En relación a los municipios de San Juan y San Pedro Sacatepéquez, a pesar de contar con buena infraestructura vial que los une a la ciudad de Guatemala, tienen una distancia que aún se considera alejada para formar parte territorialmente del Área Metropolitana, con la cual sin embargo mantienen una relación comercial constante (CEUR 1999).

Los municipios localizados en el sector Suroccidente: Mixco, Villa Nueva, Villa Canales y San Miguel Petapa, están conectados directamente a la ciudad de Guatemala a través carreteras o caminos en buenas condiciones, por lo que no es casual que en el proceso de expansión urbana, sectores de ingresos medios hayan tendido a dirigirse hacia estos municipios (CEUR 1999).

Con respecto al municipio de Chinautla, tiene una conurbación directa con la ciudad de Guatemala, sin embargo este municipio es uno de los más afectados con la cercanía a la ciudad,

dado que un gran porcentaje de sus aguas residuales son drenadas hacia el río que atraviesa este centro poblado, lo cual repercute en altos niveles de contaminación que padece la población de dicho municipio además de que la cercanía a la ciudad tampoco ha significado un mejor acceso a servicios básicos y equipamiento social (CEUR 1999).

Los municipios de Fraijanes, San José Pinula y Santa Catarina Pinula, localizados en el suroriente del departamento, constituyen en la actualidad el lugar hacia donde se están desplazando los sectores sociales de altos ingresos. A raíz de la construcción del anillo metropolitano, podría considerarse al municipio de Palencia, área de futura expansión del AMCG (CEUR 1999).

Con respecto a la situación financiera de los municipios, es bien conocido que los gobiernos locales tienen limitados recursos derivados del bajo monto recaudado por tasas de arbitrios e impuestos y la poca tecnificación para recaudarlos. La escasez de recursos financieros impide impulsar la gestión y administración eficiente de los servicios necesarios (CEUR 1999).

Ante la falta de recursos generados por sus propias actividades, los gobiernos locales obtienen los mayores montos por medio del porcentaje constitucional que les es asignado de acuerdo a su población. En el Área Metropolitana se producen situaciones como las de que los pobladores de bajos ingresos se asientan en áreas inadecuadas debido a la falta de alternativas habitacionales dentro de la ciudad y la inaccesibilidad de las construidas por las empresas privadas (CEUR 1999).

Estos espacios se caracterizan por carecer de los servicios esenciales, estar localizados en terrenos con deficientes condiciones topográficas y de acceso, tener deficiencias en la calidad de vivienda y en algunos casos ser producto de ventas u ocupaciones ilegales. Sin ninguna planificación que tome en cuenta áreas de calles, fuentes de abastecimiento de agua y drenajes, se consideran como áreas precarias (CEUR 1999).

Ante la necesidad de vivienda, los demandantes la aceptan como única alternativa de alojamiento acorde con su nivel de ingresos, y con la perspectiva de mejorar esas condiciones al paso del tiempo. En la década de los años ochenta se incrementaron las ocupaciones de terrenos por pobladores fuera de los límites de la ciudad de Guatemala principalmente Mixco, Villa Nueva y Chinautla (CEUR 1999).

En estas circunstancias han surgido colonias en la periferia de los municipios del Área Metropolitana, que permanecen largos períodos sin servicios básicos y menos aún equipamiento, que obtienen por medio de autogestión (CEUR 1999).

La Municipalidad de Guatemala formuló en 1996 el Plan de Desarrollo Metropolitano "Metrópolis 2,010", con el objetivo de proponer políticas y estrategias para el ordenamiento de la ciudad a 15 años plazo. Se planteó que las reformas serían aplicadas solamente a los mercados, ventas ambulantes, alumbrado público y servicios civiles (CEUR 1999).

Dentro de los proyectos propuestos están la creación de cinturones ecológicos, el ordenamiento del uso del suelo, y la descentralización. El Área metropolitana actual demarcada en este Plan comprende los municipios de Guatemala, Chinautla, Mixco, Villa Nueva, Santa Catarina Pinula, San José Pinula, Petapa, Villa Canales, Amatitlán, Fraijanes y San Lucas Sacatepéquez, éste último localizado en el departamento de Sacatepéquez (CEUR 1999).

Se propone que los barrancos que bordean la ciudad de Guatemala, áreas en donde predominan asentamientos precarios, se conviertan en reservas y cinturones ecológicos que impidan su actual ocupación. Lo significativo de este planteamiento es que los sectores sociales que carecen de vivienda en el Área Metropolitana verán aún más restringido su acceso a alojamiento, si a la par de esta medida de desalojo planteada no se formulan políticas de vivienda que tomen en cuenta a los sectores de bajos ingresos (CEUR 1999).

El Plan de Desarrollo Metropolitano, Metrópolis 2010, se encuentra relacionado con el proyecto de Ley de Creación del Distrito Metropolitano además servirá como referente para la planificación de los proyectos de infraestructura y servicios: agua, drenajes, disposición de desechos sólidos, transporte público, comunicaciones, red vial, mercados y control del desarrollo urbano (CEUR 1999)

1.4.2.5 Situación territorial de la Ciudad de Guatemala

El proceso de concentración y del crecimiento espacial y poblacional de la Ciudad de Guatemala ha sido ampliamente documentado por diversos autores. Existe coincidencia sobre el aumento en la escala del desarrollo urbano en los últimos años y los efectos negativos que un crecimiento desordenado produce (MUNIGUATE 2008).

Algunos indicadores y características del crecimiento desmedido se presentan a continuación:

Para 2000, el área metropolitana de Guatemala tenía una extensión de entre 22,500 y 35,000 ha, en los últimos doce años se ha producido una expansión urbana siguiendo a un ritmo de crecimiento espacial de aproximado de 4.4% anual (MUNIGUATE 2008).

Las estimaciones indican que la mancha urbana de la Ciudad se duplicará para el año 2020 si el ritmo de crecimiento espacial continúa al ritmo actual. Eso quiere decir que el área urbanizada y funcionalmente ligada al área metropolitana comenzaría a partir de aproximadamente el kilómetro 40 en poblados como Ciudad Vieja, Sumpango, Palín y Palencia (MUNIGUATE 2008).

En cuanto al ritmo del crecimiento poblacional, éste es muy parecido al de la expansión urbana (4.3% anual), lo cual indica que no se ha producido una redensificación del área metropolitana es decir no se ha vuelto densa, sino que las densidades promedio existentes en la ciudad se están manteniendo. Esto quiere decir que la ciudad está desarrollándose de una manera horizontal más que vertical (MUNIGUATE 2008).

No obstante, la distribución de población no es homogénea en el territorio: mientras en 1964 el 71% de la población del Departamento de Guatemala vivía en el Municipio de Guatemala, y en 1989 era ya el 50%, para el año 2002 sólo el 37% vivía allí. Y si las condiciones continúan en el sentido que lo hacen actualmente, para el año 2020 se esperara que únicamente el 24% vivan en el Municipio de Guatemala, mientras que el 76% restante lo harían en los municipios periféricos (MUNIGUATE 2008).

De igual manera, la distribución de donde vive la población no es homogénea a lo largo de las distintas zonas del Municipio de Guatemala. Existen fuertes diferencias entre ellas: sólo entre la zonas 6, 17 y 18 se llega al 31.6% del total del Municipio. En contraste, las zonas 4, 9 y 10 tienen únicamente al 1.7% de la población, aunque son las mejor servidas por todos los servicios municipales (MUNIGUATE 2008).

Esta distribución inequitativa de la población también se da, de acuerdo a recientes investigaciones, con la distribución territorial de los lugares de empleo. Mientras los lugares de trabajo, particularmente los del sector terciario, se encuentran concentrados en el Municipio de Guatemala, la residencia, particularmente de la población de menores ingresos, se concentra en la

periferia. De acuerdo con los últimos datos de movilidad, el 38% de todos los viajes siguen teniendo como destino el distrito central de comercio de la Ciudad de Guatemala (MUNIGUATE 2008).

Aun cuando se critica la enorme centralidad que tiene la Ciudad de Guatemala con respecto al resto de poblaciones del país -la segunda más alta de Latinoamérica- esto no se traduce en densidades habitacionales altas y ni siquiera medias. El Municipio de Guatemala tiene una densidad bruta de 57 habitantes por hectárea, que comparada con otras ciudades latinoamericanas es relativamente baja, llegando casi al nivel de ciudades norteamericanas (MUNIGUATE 2008).

Las cifras de densidades brutas incluyen las áreas no urbanizadas y no urbanizables del municipio, lo que quiere decir que:

Existe todavía una porción del territorio del municipio por urbanizar (11%), y
Existe un buen porcentaje del municipio (37%) que, por razones ambientales o de riesgo, no debería urbanizarse. (MUNIGUATE 2008).

Por lo que con la propuesta del CEM Fase 1 y 2 desea incluir este porcentaje (37%) en alguna de las categorías de manejo (parques, reservas, etc.) para que no disminuya la calidad de vida de los habitantes de los alrededores ya que este tipo de áreas son fuente importante de servicios ambientales como: recarga hídrica, protección de fauna, regulación del microclima, disminución de gases contaminantes, captación de partículas de polvo, disminución de erosión hídrica.

Esto hace suponer que sólo el 52% del municipio está urbanizado, y por tanto se cambia la concepción que la expansión y la presión por el territorio sólo se está dando en los municipios periféricos. De esta cuenta, la planificación territorial para el municipio central deberá incluir políticas y estrategias para:

Guiar la redensificación que se dará en las áreas urbanizadas,
Dirigir el crecimiento en las áreas de expansión de una manera ordenada, y
Proteger las áreas ambientalmente valiosas y de alto riesgo para la ocupación humana (MUNIGUATE 2008).

1.4.2.6 Esfuerzos Realizados en la Región Metropolitana. Fase 1 del Cinturón Ecológico Metropolitano.

Debido a la necesidad de proteger los remanentes boscosos (Figura 3) existentes en el departamento de Guatemala, FUNDAECO unió esfuerzos con otras entidades como SOROS GUATEMALA, la Municipalidad de Guatemala y la Agencia Española de Cooperación Internacional para la elaboración de la propuesta de creación del Cinturón Ecológico Metropolitano Fase 1 cubriendo todo el municipio de Guatemala y sus microcuencas colindantes presentando categorías de recomendaciones de uso de la tierra, con énfasis en la protección de sitios que poseen bosques, obteniendo así 12 complejos que deben de formar urgentemente el CEM, los cuales deben ser manejados con distintos enfoques como sitios de conservación con manejo, conservación estricta y ecodesarrollo.

Los sitios que actualmente presentan algún tipo de manejo por parte de organizaciones no gubernamentales y gubernamentales son:

- A. Parque Deportivo Ecológico Cayalá (FUNDAECO)
- B. Parque ecológico Jacarandas de Cayalá (Administrador Enrique Velásquez)
- C. Parque Ecológico Las Ardillas –Universidad de San Carlos de Guatemala (Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC-)
- D. Reservas Ecológicas Barrancos de Kanajuyú (FUNDAECO/COVIMED/CALMECAC)
- E. Reserva Ecológica Barranco El Maestro-universidad Marroquín (Universidad Francisco Marroquín y Colegio Ciudad Vieja)
- F. Reserva Ecológica Barranco Oakland (Colegio Ciudad Vieja y Asociación de Vecinos)
- G. Parque La Democracia (Ministerio de Cultura y Deportes)
- H. Área Verde Villa Sol (Asociación de VECINOS de Villa Sol)
- I. Guatemala Country Club (Administración del club)
- J. San Isidro country club (Administración del club)
- K. Reserva Ecológica Barranco de Hacienda Real (Municipalidad de Guatemala)
- L. Reserva Ecológica Barranco de San Isidro (Asociación de Vecinos de San Isidro)
- M. Parque Ecológico Kaminal Juyú (Ministerio de Cultura y Deportes)
- N. Parque Ecológico Miraflores (IDAEH/ Administradores Museo Miraflores)
- O. Jardín Botánico Universitario (CECON/USAC)
- P. Reserva Ecológica Barranco Lo De Bran (Vecinos Colonia lo de Bran)

- Q. Reserva Ecológica El Zapote –Parque Ciudad Nueva (Vecinos El Zapote/Vecinos Ciudad Nueva/CALMECAC)
- R. Reserva Ecológica Barranco del Campo Marte (Ejército de Guatemala)
- S. Reserva Ecológica Barranco El Granizo (Vecinos El Granizo)
- T. Reserva Ecológica Barranco Universidad Rafael Landívar (Universidad Rafael Landívar)
- U. Reserva Ecológica Barranco Las Charcas (Vecinos Las Charcas)
- V. Reserva Ecológica Complejo Boscoso Mariscal Zavala (Ministerio De Defensa).

Según las propuestas establecidas por FUNDAECO para la Fase 2 el análisis para las recomendaciones de uso de la tierra abarcará todo el departamento de Guatemala, por lo que se deben de unir esfuerzos con las distintas municipalidades para lograr éxito en la ejecución de dichas propuestas.

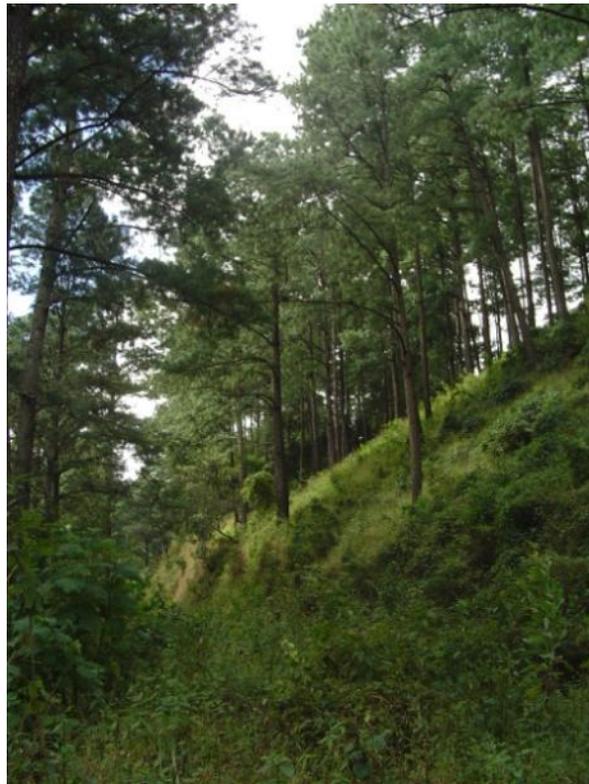


Figura 3. Remanentes boscosos en barrancos

1.4.2.7 Características Biofísicas:

A. Fisiografía:

El departamento de Guatemala constituye parte del altiplano guatemalteco y se encuentra ubicado en la región fisiográfica de las Tierras Altas Volcánicas. Además el departamento presenta tres provincias fisiográficas: Las Tierras Altas Cristalinas en un 55%, las Tierras Volcánicas Recientes en un 9% y la Pendiente Volcánica Reciente en un 36% (FUNDAECO 2005).

B. Geomorfología:

El relieve de Guatemala es moderado y está formado principalmente por las siguientes macroformas: (Ver Mapa de Relieve de la Fase 2 del CEM)

- a. Zona de montaña con colinas de cima aguda y las colinas bajas de cima redonda, las estribaciones de montaña.
- b. Pie de Monte al Oeste
- c. En el Este con sus terrazas inclinadas- onduladas
- d. Las Planicies coluvio-aluviales, en cuyo valle está asentada la ciudad de Guatemala.
- e. Al Sur el relieve está limitado por una cadena de conos volcánicos cuaternarios.

La elevación máxima del terreno al Norte de los volcanes y al Este del Lago de Amatitlán es de 2300 msnm, en el valle de Guatemala.

Las terrazas en la parte Norte forman grandes barrancos de taludes casi verticales y de alta susceptibilidad a la erosión y movimientos en masa. Las terrazas del Sur van inclinadas y en descenso hasta casi perderse al nivel de los ríos por la excesiva deposición de materiales erosionados.

En el valle de Guatemala, por efectos de la erosión del agua y otros factores del medio externo se formaron una gran cantidad de barrancos.

Las características de relieve y la fragilidad de los suelos hacen que las zonas montañosas sean de muy alta susceptibilidad a la erosión; al perderse la cobertura vegetal en dichas áreas, la susceptibilidad aumenta (CEUR 1991).

C. Hidrología:

El departamento está dividido hidrográficamente en dos cuencas por la división continental de aguas del país; hacia el Norte la Cuenca Norte o del Río Las Vacas; y la Cuenca Sur o del Río Michatoya. Además fluye en el departamento una compleja red hidrográfica conformada por corrientes permanentes, intermitentes y efímeras de distintos caudales (FUNDAECO 2005).

D. Características Climáticas:

Para toda el área de estudio la humedad relativa oscila entre 65 % a 86%, ocurriendo las más bajas en época seca de noviembre a abril y las más altas en la época de lluvia

De acuerdo al Sistema Thorntwaite, en el departamento de Guatemala predominan los siguientes tipos de clima:

- a. En el Norte cálido seco con invierno benigno, en la parte de Chuarrancho, San Juan Sacatepéquez, San Raymundo, San Pedro Ayampuc y San José del Golfo.
- b. Hacia el Sur el clima es semicálido húmedo con invierno benigno seco, se encuentran en esta área, Palencia, Chinautla, Guatemala, San Pedro Sacatepéquez, Amatitlán, Villa Nueva, Palencia, Villa Canales y Fraijanes
- c. Al Oeste el clima es templado húmedo con invierno benigno seco, abarcando parte de San Juan y San Pedro Sacatepéquez, Mixco, Guatemala, Villa Nueva, Petapa, Villa Canales y Santa Catarina Pinula.
- d. Al Este el clima es semicálido húmedo con invierno benigno seco, en parte de los municipios de San José Pinula y Guatemala.
- e. Al Sur del Lago de Amatitlán el clima es semicálido sin estación fría bien definida y húmeda con invierno seco (FUNDAECO 2005).

E. Zonas de vida:

Según el Sistema de Clasificación de Zonas de Vida de Holdridge en el departamento de Guatemala, ocurren cinco zonas:

- a. El bosque húmedo subtropical templado (bh-S(t)) se encuentra en los municipios de Amatitlán, Guatemala, San Miguel Petapa, Villa Nueva, San Raimundo, San Pedro Ayampuc, Chinautla y San Juan Sacatepéquez, abarcando el 61% del departamento.

- b. El bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MBS) se localiza al Este de los municipios de San Juan Sacatepéquez, San Pedro Sacatepéquez y Mixco, y ocupa un 14% de la superficie del departamento.
- c. El bosque húmedo subtropical cálido, bh-S(c) ocupa un 11% y abarca la mayor parte de Villa Canales y el Sur de Fraijanes.
- d. El bosque seco subtropical (bs-S) se encuentra en los municipios de Chuarrancho, San José del Golfo, San Juan Sacatepéquez, San Raimundo y San Pedro Ayampuc, abarcando el 9% del departamento.
- e. La zona de vida bosque muy húmedo montano bajo subtropical (bmh-MBS) la cual ocupa 4%, está situada en Fraijanes, Santa Catarina Pinula y San José Pinula. (6)

F. Flora

Se encuentran bosques puros de Pino o Encino, así como bosques latifoliados en donde el Encino se combina con otras especies como el Aliso; también ocurren bosques mixtos de especies latifoliadas con especies de coníferas.

Entre las latifoliadas predominan los *Quercus* sp. y entre las coníferas *Cupressus lusitanica* (Ciprés), y *Pinus* sp. , existen por lo menos 10 especies diferentes de encino y cuatro diferentes de pino, además de un buen número de especies forestales introducidas como el eucalipto y la casuarina.

Por las zonas de vida que se encuentran en el área de estudio, las especies indicadoras son *Alnus jorullensis*, *Arbutus xalapensis*, *Prunus capullo*, *Quercus* spp, *Pinus montezumae*, *Pinus pseudostrobus*, *Pinus oocarpa*, *Mimosa* sp, *Solanum americanum*, *Urtica* sp., entre otras. En las áreas más húmedas pueden encontrarse también, *Taxodium mucronatum* y *Salix chilensis*.

Los bosques secundarios jóvenes (Figura 4), poseen arbustos y árboles como el *Prunus* sp, *Eritrina berteorama*, *Acacia* sp, *Bursera simaruba*, *Ricinos comunis*, *Picus* sp, *Ipomea* sp, *Inga* sp, *Byrsonima crassifolia*, *Psidium guayaba*, *Anona* sp, *Ananardium* sp, *Yuca elephantipos*, entre otras

Entre las herbáceas se encuentran especies de los géneros *Aepogon*, *Andropogon*, *Asistida*, *Bouteloa*, *Bromas*, *Digitaria*, *Eragrostis*, *Lisicis*, *Panicum*, *Paspalum*, *Cyperus*, *Peperonia*, *Piper*, etc. (6)



Figura 4. Vegetación secundaria encontrada en los remanentes boscosos

G. Fauna

La región bajo estudio se caracteriza por componerse de una serie de ecosistemas (Figura 5) que establecen una dinámica de mosaico. Por establecerse dentro de la Meseta Central del país es afectada por un gradiente latitudinal el cual permite definir cinco zonas de vida, cada una con formaciones vegetales propias que responden a determinados factores climáticos.

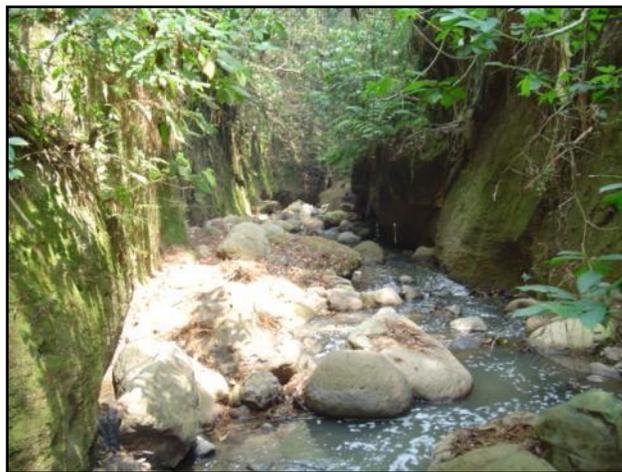


Figura 5. Microecosistemas existentes en la región

Esta dinámica de variables permite inferir que la zona posee un alto potencial en función de la riqueza y distribución de la diversidad biológica que interactúan en parches de distintas edades de sucesión vegetal, sujeta a intervención por la dinámica de la ciudad como la urbanización, tala, contaminación, incendios, invasiones, industrialización, etc.

Actualmente se cuenta con algunos datos de la fauna (Figura 6 7, 8) residente de Barrancos con Bosque de Encino, típico de la ciudad de Guatemala:

Cuadro 1. Invertebrados residentes en barrancos

Invertebrados	Número de especies
Insectos	Al menos 35 especies de mariposas y 12 especies de Coleópteros
Arácnidos	Al menos; 2 familias y 18 morfo-especies
Crustáceos	1 especie de cangrejo.
Miriápodos	A un no han sido estudiados
Moluscos	A un no han sido estudiados
Nota: <i>Díptera</i> , <i>Himenópteros</i> , <i>Formicidae</i> y otros no han sido estudiados aun.	

Fuente. Propuesta Técnica para el Establecimiento del Cinturón Ecológico Metropolitano Ciudad de Guatemala Primera Fase.2005



Figura 6. Invertebrados encontrados en barrancos

Cuadro 2. Vertebrados residentes en barrancos

Vertebrados	Número de Especies
Peces	2 especies (1 endémico)
Reptiles y anfibios	Al menos 12 especies de serpientes y lagartijas, 1 especie de rana y dos sapos

Fuente. Propuesta Técnica para el Establecimiento del Cinturón Ecológico Metropolitano Ciudad de Guatemala Primera Fase.2005.



Figura 7. Fauna encontrada en barrancos

Cuadro 3. Mamíferos residentes en barrancos

Mamíferos	Numero de géneros o especies	Nombre de las especies
Marsupiales	1 Genero y 2 especies de tacuacín	1. <i>Didelphis virginiana</i> 2. <i>Didelphys marsupiales</i>
Musarañas	2 Géneros y 3 especies	1. <i>Sorex Saussurei</i> 2. <i>Cryptotis goodwini</i> 3. <i>Cryptotis parva</i>
Murciélagos	5 Géneros y 8 especies	1. <i>Desmodus rotundus</i> 2. <i>Glossophaga soricina</i> 3. <i>Sturnira lilium</i> 4. <i>Sturnira Ludovico</i> 5. <i>Centurio senex</i> 6. <i>Artibeus</i> 7. <i>Artibeus lituratus</i> 8. <i>Artibeus sp.jamaicensis</i>
Ratones	5 Géneros y 7 especies	1. <i>Peromyscus exicanus</i> 2. <i>Peromyscus mayensis</i> 3. <i>Reithrdontomys sp.</i> 4. <i>Mus musculus</i> 5. <i>Nyctomys sumichrastis</i> 6. <i>Rattus rattus</i> 7. <i>Rattus norvegicus</i>
Ardillas	1 especie	<i>Sciurus sp</i>
Conejos	1 especie	<i>Sylvilagus sp.</i>
Armados	1 especie	<i>Dasyopus novemcinctus</i>
Mapaches	1 especie	<i>Procyon lotor</i>
Comadreas	3 Géneros, 3 especies	1. <i>Mustela frenata</i> 2. <i>Galictis vittata</i> 3. <i>Conepatus sp.</i>
Zorro	1 especie	<i>Canis latrans</i>
Taltuza	1 especie	<i>Orthogeomys sp.</i>
Cotuza	1 especie	<i>Dasyprocta punctata</i>
Aves	Al menos 88 especies entre residentes y migratorias	
Nota: se ha percibido la presencia de un felino; <i>Herpailurus yaguarondi</i> , Jaguarundi (<i>onza</i>), pero hasta la fecha solo se ha podido confirmar su presencia por rastros como marcas de garras en troncos, huellas y fecas.		

Fuente. Propuesta Técnica para el Establecimiento del Cinturón Ecológico Metropolitano Ciudad de Guatemala Primera Fase.2005

H. Uso de la tierra:

Dentro del área de estudio, se encuentra ubicada la capital del país, siendo el uso predominante el urbano, constituido por distintas clases, como los son las áreas comerciales, las áreas residenciales o lotificaciones, y las áreas industriales

Debido a la falta de una planificación inicial algunas de las clases de uso urbano se encuentran mezcladas en una forma no adecuada. Además la mancha urbana se extiende a lo largo de toda el área metropolitana (municipio de Guatemala, Mixco, Villa Nueva y San Miguel Petapa) y algunos municipios aledaños que presentan un crecimiento poblacional acelerado (FUNDAECO 2005).

También ocurre en el municipio la explotación minera principalmente de material selecto, arena y piedrín. Los usos agrícolas son predominantes en los municipios que no pertenecen al área metropolitana, sin embargo se encuentran también en las zonas 17, 18, 24 y 25 de Guatemala. En estas áreas se observa variedad tanto de cultivos agrícolas, como de sistemas agroforestales y agrosilvopastoriles, incluidos aquí el manejo de barbechos, árboles de sombra con cultivos, árboles forrajeros, cercos vivos y cortinas rompevientos (FUNDAECO 2005).

En cuanto a la cobertura forestal, esta se extiende a lo largo de toda el área de estudio, aún en el área metropolitana, donde se encuentra ubicada principalmente en los barrancos. Los barrancos boscosos capitalinos están bajo constante amenaza a causa del avance de la urbanización desordenada y se consideran como áreas marginales y de alta inseguridad criminal, sin tenerse en cuenta la cantidad de servicios ambientales que estos prestan (FUNDAECO 2005).

1.4.3 Problemas identificados

1.4.3.1 Inexistencia de Planes de Ordenamiento Territorial para el departamento de Guatemala

El ordenamiento territorial es una técnica de disponer con orden, a través del espacio de un país y en una visión prospectiva, los hombres y sus actividades, los equipamientos y los medios de comunicación que pueden utilizar, tomando en cuenta las restricciones naturales, humanas y económicas, hasta estratégicas (AGISTER 2008)

El ordenamiento territorial debe ser una política de Estado, dotando de una apropiada organización político-administrativa de la Nación y la proyección espacial de las políticas sociales, económicas, ambientales y culturales de la sociedad, proponiendo un nivel de vida adecuado de la población (Figura 8) y la conservación del medio ambiente.



Figura 8. Urbanización en aumento

Para el departamento de Guatemala no existe ningún tipo de ordenamiento por lo que las personas por falta de oportunidades de desarrollo se ven en la necesidad de habitar lugares poco adecuados; (figura 9) dañando los ecosistemas que aún se poseen en ciertas áreas del territorio provocando impactos ambientales y paisajísticos, los cuales a su vez generan vulnerabilidad a desastres naturales; ya que debido a la incidencia de viviendas o actividades productivas en áreas de alta pendiente se genera una inestabilidad en la estructura del suelo, generando pérdidas humanas, bienes materiales y cambio en el uso del suelo.

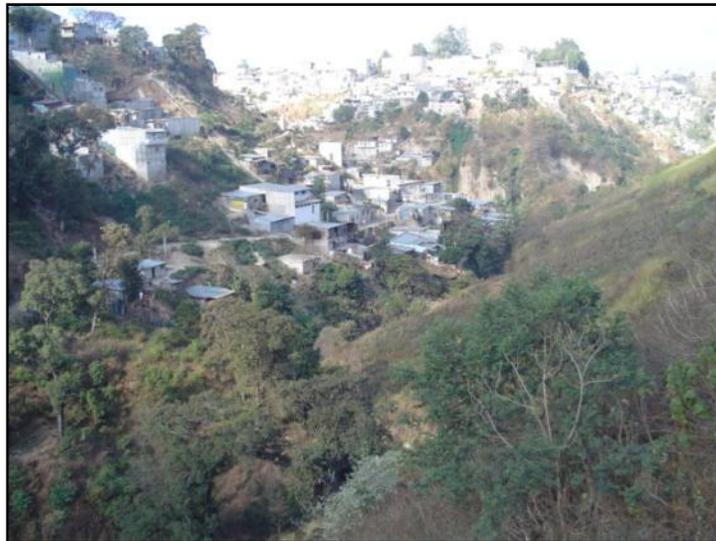


Figura 9. Asentamientos ubicados en altas pendientes

1.4.3.2 Falta de estrategias e inversión para atender la gestión ambiental y de los recursos naturales

Debido a que son pocas las instituciones locales que se involucran en temas de conservación de los recursos naturales, además de que sus fondos no son suficientes para llevar a cabo estrategias que posiblemente ya se tienen formuladas, el territorio sigue presentando un crecimiento desordenado en áreas no adecuadas para habitar lo cual provoca pérdida de la biodiversidad del territorio el cual aparte de la belleza paisajista provee de oxígeno para la ciudad, por lo que es importante la conservación de los remanentes de bosques que aún existen.

FUNDAECO presenta proyectos estratégicos como la FASE 1 del Cinturón Ecológico Metropolitano, el cual con la ayuda de la Municipalidad Capitalina y otras instituciones han logrado la protección de remanentes de bosques al convertirlos en parques ecológicos como Cayalá (Figura 10) y Kanajuyú, los cuales están siendo administrados por la Fundación. La elaboración del diseño de la FASE 2 del Cinturón Ecológico Metropolitano existe pero aun sigue faltando en la misma, áreas prioritarias de conservación de los remanentes boscosos ya que son muchos los que se encuentran en el territorio pero son pocas las Municipalidades que desean integrarse al proyecto.

La falta de inversión para este tipo de proyectos provoca dos situaciones la primera que desaparecen los pocos remanentes que existen en el territorio; y la segunda que las personas no conocen de los parques ecológicos ya existentes provocando un desinterés por los recursos naturales que existen en el lugar donde habitan y los usos potenciales que pueden llegar a tener.



Figura 10. Entrada al Parque Ecológico Deportivo Cayalá

1.4.3.3 Deterioro de los Recursos Naturales:

Debido a las altas presiones que existen sobre estos, los recursos naturales del departamento de Guatemala presentan las siguientes situaciones:

A. Cambio en el uso del suelo:

Por compra o usurpación de áreas para habitar o incorporar alguno tipo de cultivo de subsistencia, teniendo como resultado áreas deforestadas, (figura 11) asentamientos humanos y cultivos principalmente en barrancos trayendo como resultado deslaves en época lluviosa y pérdidas humanas, todo esto consecuencia al poco interés del sector gubernamental de los municipios del departamento de Guatemala por crear iniciativas de ley las cuales eviten el crecimiento desordenado de la población, así como la destrucción masiva de los ecosistemas debido a la necesidad de los pobladores y a los escasos programas de educación ambiental.



Figura 11. Áreas desprovistas de vegetación

B. Pérdida de cobertura vegetal

Esta se da diferentes áreas del departamento (Figura 12) la cual es de suma importancia por ser albergue de flora y fauna, regulador del microclima de la región, cumplir con funciones de recarga hídrica la cual provee de agua a los mantos freáticos que alimentan los pozos que abastecen a

más de dos millones de habitantes del área metropolitana además de que ocurre en áreas con altas pendientes donde el peligro por deslaves se vuelve mayor. (Figura 29).



Figura 12. Laderas cubiertas de vegetación secundaria

La pérdida de la cobertura boscosa sucede por varias razones entre las cuales están la extracción de leña para el consumo humano de las familias de los asentamientos o colonias, por la inmigración de personas hacia este tipo de áreas debido a la insuficiencia de vivienda en el país debido a la escasez de empleos no importándoles los riesgos que conlleva habitar en estos lugares donde la característica principal son las altas pendientes.

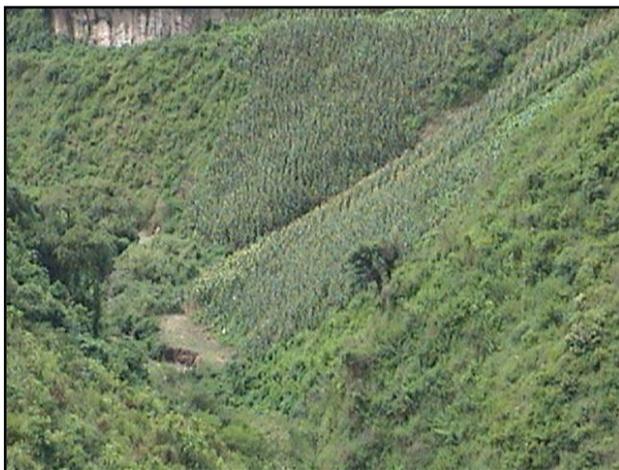


Figura 13. Cultivo de maíz en ladera (izquierda), cultivo de subsistencia (derecha)



Figura 14. Movimiento de tierras para realizar lotificaciones

C. Contaminación de fuentes de agua superficial y subterránea

Esto debido a la proliferación de basureros clandestinos en barrancos (Figura 15), los cuales al presentarse la época lluviosa son arrastrados por las corrientes contaminando así los cauces de los ríos de los municipios (Figura 16), otro proceso que afecta es la poca infiltración que existe en las diferentes áreas a consecuencia de la pérdida de la cobertura vegetal.



Figura 15. Basureros clandestinos en barrancos



Figura 16. Desagües en cauces de ríos

La extracción minera para obtener materiales de construcción (arena), realizada a orilla de los ríos es otra causa relacionada con dicho problema debido a que se cambia el cauce y además se arrastran una gran cantidad de sedimentos dañando enormemente el ecosistema (Figura 17), además de que vuelve el agua inservible para algún tipo de proceso productivo el cual puede ser fuente de trabajo o subsistencia de los habitantes de las cercanías.



Figura 17. Extracción minera

Las actividades industriales también son una parte importante de este tipo de contaminación ya toman grandes cantidades de agua de los ríos (Figura 18), además que evacuan sus desechos al mismo, todo esto asociado a la falta de conciencia ambiental y a las escasas estrategias de mitigación por parte de las autoridades locales.



Figura 18. Industria a orillas de barranco

D. Contaminación del aire

Es otra causa de la disminución de la calidad de vida de los habitantes debido a la cantidad de agentes químicos que se encuentra en el aire a causa de la emanación de gases de actividades industriales así como de los medios de transporte (vehículos particulares, de transporte público y transporte pesado), los cuales año con año van aumentando debido a que el departamento es la principal centro de trabajo y de negocios de Guatemala. (Figura 19)



Figura 19. Trafico excesivo. Contaminación auditiva y ambiental

1.4.3.4 Árbol general de Problemas identificados en la Región Metropolitana del Departamento de Guatemala

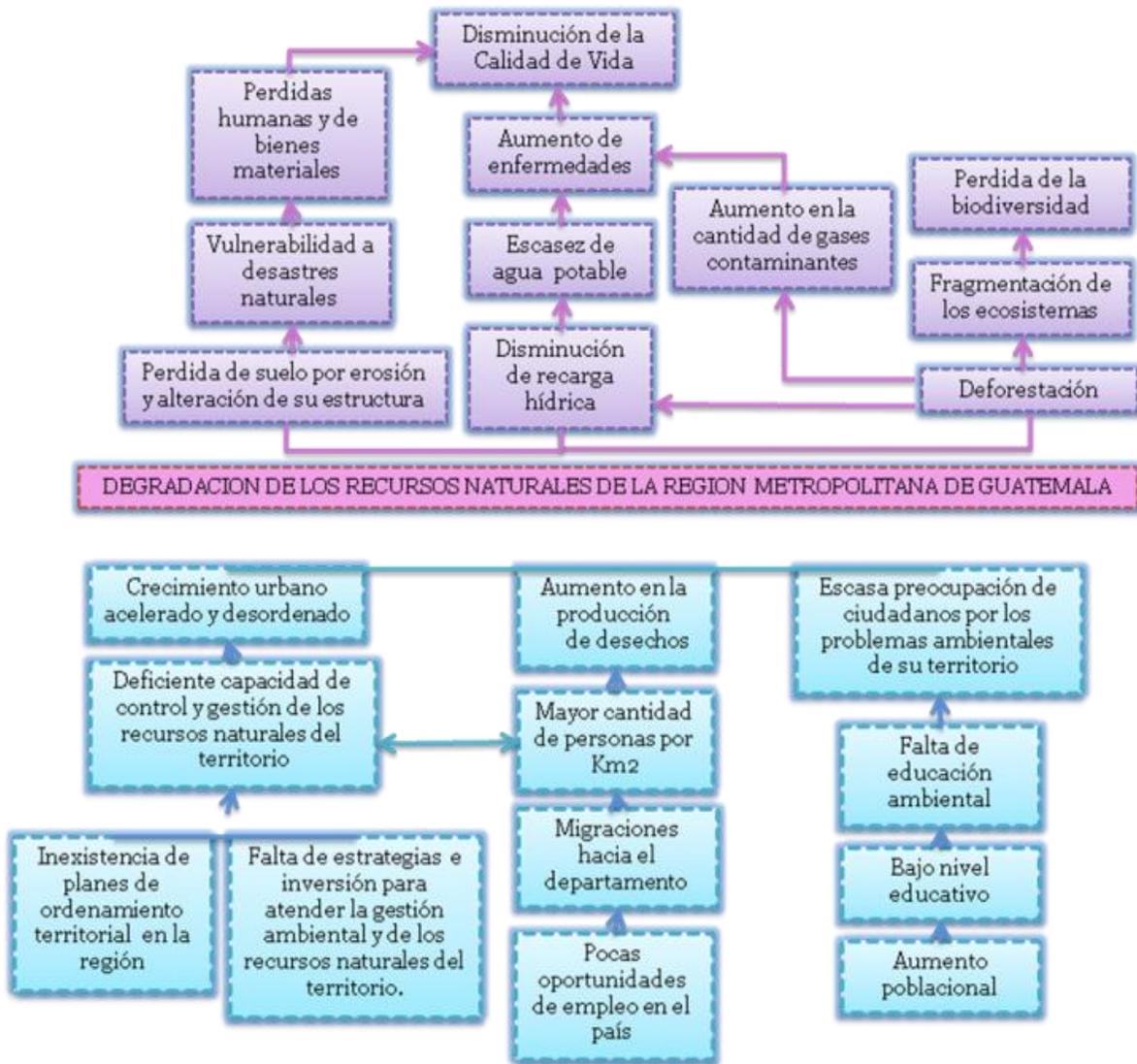


Figura 20. Árbol de Problemas del Departamento de Guatemala

1.5 CONCLUSIONES

Los problemas principales que afectan al departamento de Guatemala son el deterioro de los recursos naturales para los cuales la solución principal es la puesta en marcha de mecanismos para la conservación de los recursos naturales tal es el caso del Plan de Ordenamiento Territorial elaborado por la municipalidad del departamento el cual puede ser utilizado para cualquier otro municipio.

Debido al crecimiento de la población y a la ocupación de espacios inadecuados para habitar se producen consecuencias tales como el aumento del costo de los servicios públicos como agua, alcantarillado y transporte colectivo por la ampliación del área de cobertura de estos servicios.

La ocupación de áreas de alto riesgo por sismos, deslizamientos e inundaciones tanto en el sector formal como informal, fuerte presión sobre el medio ambiente por contaminación de cuencas, disposición de desechos sólidos, erosión del suelo, tala de árboles, contaminación auditiva y del aire provoca deterioro de la calidad de vida, aumento del costo de vida de los habitantes del área metropolitana y de los alrededores además del incremento de la inseguridad ciudadana en aquellos lugares de la ciudad que no tienen vigilancia privada y cerramientos físicos.

El departamento de Guatemala presenta diferentes zonas de vida las cuales lo hacen muy variado en cuanto a ecosistemas encontrados en los remanentes; por lo que se debe de tener en cuenta que existe una deficiencia de estrategias e inversión para la conservación de los mismos ya sea por el sector privado, no gubernamental o gubernamental mediante la transformación de los remanentes en parques ecológicos, proyectos de ecoturismo, conservación con manejo o de otro tipo, para garantizar así su permanencia logrando con ello un amortiguamiento del impacto negativo que provoca la contaminación de las ciudades y áreas suburbanas del territorio.

Debido a la falta de empleos, de educación y de gestión ambiental, el departamento de Guatemala se hace más vulnerable a presiones sobre los recursos naturales ya que muchas personas emigran al departamento por mejores oportunidades de vida lo que las induce a utilizar espacios no aptos para habitar o para realizar actividades productivas.

La Fase 1 del CEM ya fue concluida logrando la conservación de distintas áreas de importancia ecológica por lo que es importante la pronta elaboración de propuestas de manejo de los remanentes boscosos para la Fase 2 debido a que según las proyecciones del Instituto Nacional de Estadística (INE), las cuales indican que para el 2010 la población sería de más de 4 millones de habitantes, los cuales ejercerán una fuerte presión hacia los ya escasos recursos naturales del país.

Los recursos naturales suelo, agua y bosque del departamento de Guatemala están seriamente amenazados por el crecimiento urbano acelerado que existe haciéndose necesaria la implementación de medidas de mitigación para evitar daños irreversibles es por esto que se pretende dar seguimiento a la fase 2 del Cinturón Ecológico Metropolitano.

1.6 BIBLIOGRAFÍA

1. AGISTER (Asociación para la Gestión del Suelo y el Territorio, GT). 2008. Creación de las capacidades para la gestión de la información espacial institucional de FUNDAECO en la perspectiva de la construcción de un observatorio territorial ambiental: informe 1. Guatemala. 22 p.
2. CEUR (USAC, Centro de Estudios Urbanos y Regionales, GT). 1998. Área metropolitana de la ciudad de Guatemala: a propósito del proyecto de ley de creación del distrito metropolitano (en línea). Guatemala, Boletín no. 37. Consultado 5 mar 2009. Disponible http://www.usac.edu.gt/~usacceur/pdf/Boletin/Boletin_CEUR_37.pdf
3. _____.1991. Dependencia y Deterioro ambiental: El caso de Guatemala. (en línea) Guatemala, USAC, Boletín no. 11 Consultado 5 mar 2009. Disponible en http://ceur.usac.edu.gt/bol_11.htm
4. _____.1999. Región metropolitana y metropolización (en línea) Guatemala, USAC. Consultado 5 mar 2009. Disponible en www.usac.edu.gt/~usacceur/pdf/2007/Rafael_Valladares_2007.pdf
5. FUNDAECO (Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación, GT). 2005. Propuesta técnica para el establecimiento del cinturón ecológico metropolitano ciudad de Guatemala primera fase. Guatemala. 89 p.
6. _____. 2006. Memoria de labores 1990-2006. Guatemala. 26 p.
7. JICA (Japan International Cooperation Agency, JP). 2003. Serie de mapas de amenazas. Guatemala, CONRED. 6 p.
8. MUNIGUATE (Municipalidad de la ciudad de Guatemala, GT). 2008. Situación territorial de la Ciudad de Guatemala (en línea). Guatemala. Consultado 25 feb 2009. Disponible en http://pot.muniguate.com/docts_soporte/01_situacion_territorial.php
9. Van Rooij, W. 2008. Manual for biodiversity modelling on a national scale. Holanda. 25 p.

CAPITULO II

INVESTIGACIÓN

Propuesta de Áreas Prioritarias de Conservación de los Recursos Naturales del Cinturón Ecológico Metropolitano (CEM) Fase 2, Guatemala.

Proposed Priority Areas of Conservation of Natural Resources of the Metropolitan Green Belt (MGB) Phase 2, Guatemala.

2.1 RESUMEN

Este estudio se basó en la metodología empleada por la Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación (FUNDAECO) en la Fase 1 del Cinturón Ecológico Metropolitano (CEM), en el que mediante el estudio de pendientes y uso de la tierra se determinaron las áreas prioritarias de conservación y las recomendaciones de uso de la tierra.

En el municipio de Mixco existen 6259.06 hectáreas de bosque puro e intervenido donde se pueden realizar diferentes tipos de acciones porque se beneficiaría toda la población que hace uso de los bosques. El uso de la tierra predominante en el municipio es el urbano con 6475.09 hectáreas por lo que en contraste con la cantidad de vegetación existente se puede decir que es necesaria la toma de decisiones en cuanto a la preservación de los recursos ya que son de beneficio para los habitantes.

Se propusieron 11 áreas prioritarias de conservación de los recursos naturales en el municipio de Mixco con un área total de 122.37 hectáreas, contando con bosque no intervenido y bosque intervenido en el cual se deben de realizar acciones para su preservación, como lo son: ecodesarrollo en el que se pueden establecer senderos ecológicos, actividades de senderismo, conservación con manejo que incluye acciones de reforestación, restauración y saneamiento de los bosques y Conservación estricta que incluye la protección total de los bosques o rodales puros, todas estas acciones van encaminadas para que los pobladores de las colonias aledañas (más de 100,000 según lo analizado de la base de datos de población MAGA 2006) y de la región se conviertan en parte de la salvaguardia de los mismos asegurando su calidad mediante los servicios ambientales que prestan estas áreas.

2.2 PRESENTACIÓN

La Región Metropolitana o Área Metropolitana del departamento de Guatemala posee complejos boscosos en barrancos que cumplen funciones importantes para el ambiente como la disminución de los gases contaminantes, refugio de fauna, belleza escénica, entre otras.

Dichas áreas son presionadas por el avance de la urbanización descontrolada, ya que por estar cerca de la capital, muchos habitantes se ven en la necesidad de habitarlos sin ningún tipo de ordenamiento territorial lo que hace a los terrenos vulnerables por el debilitamiento en la estructura del suelo, además de convertirse en barrios marginales que pueden albergar delincuentes, otra consecuencia de este problema es aumento en la cantidad de desechos, disminución de la recarga hídrica, aumento de gases contaminantes, vulnerabilidad a desastres y áreas deforestadas; disminuyendo así la calidad de vida de los pobladores,

La Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación (FUNDAECO) se dedica a la conservación de la naturaleza y al desarrollo comunitario sostenible. Promueve el diseño, establecimiento y manejo de áreas protegidas, creadas como instrumentos de ordenamiento y manejo territorial para la conservación de la naturaleza y el desarrollo sustentable.

Por lo cual como parte de sus estrategias FUNDAECO ha establecido el Cinturón Ecológico Metropolitano (CEM) con la finalidad de proponer y establecer áreas prioritarias de conservación de los recursos naturales de los remanentes de bosques ubicados en barrancos, que sirvan de punto de partida para la gestión y manejo de los mismos.

En la Fase 1 del Cinturón Ecológico los complejos propuestos para conformarlo, fueron identificados a través de un proceso de evaluación de los sitios para ser divididos en sitios de conservación con manejo de conservación estricta y de ecodesarrollo, con el objetivo de integrar en los complejos tanto zonas de conservación como zonas de amortiguamiento para los bosques protegidos. Siendo manejados de diferentes formas según sean las necesidades que se presenten.

Para la presente investigación se tomó en cuenta al municipio de Mixco y el área que incluye el Cerro Alux, de las cuales se obtuvo información por parte de los encargados de la Secretaría de Ambiente de la Municipalidad de Mixco, además de realizar un análisis de ortofotos, información

de las bases de datos del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA), del Instituto Geográfico Nacional (IGN), de Japan International Cooperation Agency (JICA) y la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED), llegando a determinar áreas de conservación de los recursos naturales renovables los cuales serán incluidos en la Fase 2 del CEM,

El diseño de la Fase 2 del CEM propuesto por FUNDAECO, se convirtió en una herramienta para la determinación de remanentes en el municipio de Mixco, los cuales tienen las potencialidades de convertirse en áreas recreacionales, de conservación o de manejo de recursos, según el lugar donde se encuentren y su certeza jurídica, estarían a cargo de las municipalidades o si pertenecen a alguna persona individual podrían convertirse en reservas privadas.

Como producto de la investigación se plantean recomendaciones del uso de la tierra para la Fase 2 al igual que la ubicación de las áreas prioritarias de conservación la cual se realizó con base en la interpretación de las ortofotos, así como del resultado de la observación y análisis de la capas de recomendaciones de uso de la tierra y de la conectividad de los barrancos con zonas pobladas y caminos.

Los mapas temáticos elaborados para el área presentan las principales características del la Fase 2 del Cinturón Ecológico Metropolitano así como del municipio de Mixco como lo la cobertura boscosa, la infraestructura, pendientes, uso del a tierra, recomendaciones de uso de la tierra según las estrategia de FUNDAECO, los cuales pueden ser utilizados como herramientas de análisis para estudios posteriores que se quieran realizar en el área.

2.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El departamento de Guatemala posee la mayor capital de Centroamérica. Se encuentra situada en una meseta de 1500 msnm, rodeada de valles y barrancos, posee climas agradables y variables; en la Ciudad de Guatemala, se encuentra el mayor centro administrativo, industrial y de transporte del país, por lo que el departamento está sujeto a grandes presiones en sus recursos naturales debido a que las personas tanto del municipio como de los demás departamentos que carecen de oportunidades de desarrollo se ven obligados a emigrar a las cercanías de la ciudad en busca de mejores oportunidades de trabajo lo que conlleva en la mayoría de los casos a dos situaciones la primera que adquieran terrenos de forma legal los cuales son vendidos sin ningún tipo de regulación y la segunda que son usurpados por familias que utilizan los recursos existentes como medio de subsistencia provocando así un crecimiento acelerado y desordenado en la Región Metropolitana; obteniendo como resultado áreas deforestadas, aumento en la cantidad de desechos, disminución de la recarga hídrica, aumento de gases contaminantes, vulnerabilidad a desastres, entre otros; disminuyendo así la calidad de vida de los pobladores, por lo que es de suma importancia la protección de los remanentes boscosos que aún existen en el departamento con la finalidad de asegurar su preservación para las generaciones futuras y que estas gocen de los servicios ambientales que estos proveen.

2.4 MARCO TEÓRICO

2.4.1 MARCO CONCEPTUAL

2.4.1.1 Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación (FUNDAECO)

La Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación (FUNDAECO) es una organización privada, apolítica y no lucrativa dedicada a la conservación de la naturaleza y al desarrollo comunitario sostenible trabajando en regiones prioritarias de enfoque institucional como las siguientes:

- A. El Corredor Biológico del Caribe de Guatemala (Departamento de Izabal)
- B. El Cinturón Ecológico Metropolitano (Departamento de Guatemala)
- C. La Sierra de los Cuchumatanes (Departamento de Huehuetenango)

En las áreas protegidas se desarrollan acciones mediante cuatro ejes estratégicos de trabajo, los cuales abordan de forma integral los retos del manejo territorial como lo son:

- A. Conservación de tierras y protección de la biodiversidad.
- B. Empoderamiento y participación social, desarrollo comunitario sostenible y legalización de tierras comunales.
- C. Fortalecimiento de la gestión ambiental municipal; y
- D. Desarrollo productivo y microempresarial sostenible y compatible con la conservación de la biodiversidad

Además realizan trabajo de campo con la finalidad de crear un entorno socio-político favorable a la labor de FUNDAECO, ejecutando acciones de gestión e Incidencia en Políticas y Leyes, fomento de la Cultura Ecológica y Ejercicio de una Ciudadanía Ambiental (FUNDAECO 2006).

2.4.1.2 Estructura organizativa

FUNDAECO en una doble estructura funcional y territorial, organizada en unidades y capítulos con la finalidad de responder a los compromisos adquiridos para el manejo del territorio y gestión de las áreas protegidas. Para la construcción del Sistema de Información Geográfica, se presenta la siguiente estructura organizacional:

- A. La necesidad de un manejo descentralizado de la información geográfica: Los capítulos tienen funciones claves en la perspectiva de la gestión de las áreas protegidas por lo que se hace necesario el uso de instrumentos de información espacial para la toma de decisiones sobre el territorio.
- B. El sistema de información como eje de la comunicación: Debido a la dispersión de la institución en el territorio se tiene un sistema de información descentralizado.
- C. Roles y jerarquías: Debido a la importancia de la información geográfica se ha creado una unidad específica encargada de dar soporte a las demás unidades, dicha unidad de SIG, se ubica en la sede central para proporcionar información cartográfica de interés.
- D. Creación de SIG regional: Esta responde al hecho de acercar las funciones de administración de información a nivel local (AGISTER 2008.)

2.4.1.3 Cinturón Ecológico Metropolitano:

Es un sistema de áreas naturales bajo diversos esquemas de protección y manejo, que en su conjunto garantizan una producción sostenible de servicios ambientales como recarga hídrica, regulación del microclima urbano, refugios de biodiversidad metropolitana, purificación del aire, protección contra desastres naturales; las cuales incrementan la calidad de vida de sus habitantes locales (FUNDAECO 2005).

2.4.2 MARCO REFERENCIAL

2.4.2.1 Localización y extensión del área de estudio

El departamento de Guatemala se encuentra ubicado en la Región I Metropolitana, está limitado al Norte por el departamento de Baja Verapaz y al Este por el Progreso, Jalapa y Santa Rosa, al Oeste por Sacatepéquez y al Sur por Escuintla. El departamento de Guatemala se ubica en la latitud 14° 38' 29" Norte y longitud 90° 30' 47" Oeste y tiene una extensión de 2,253 km², lo que constituye el 2 % del territorio nacional.

El departamento es atravesado por la Ruta CA-1 de Este a Oeste y por la Ruta CA-9 de Norte a Sur. En el interior del departamento hay cerca de 480 km, de carretera pavimentada, de los cuales cerca de 400 km., corresponden a las carreteras que unen la capital con los municipios.

Para delimitar el área de estudio de la Fase 1, FUNDAECO utilizó microcuencas hidrográficas como unidades de manejo y así definieron dos áreas de estudio éstas según la estrategia de la Fundación (Fase 1 y Fase 2 del estudio), ambas dentro del departamento de Guatemala, la Fase 1 ya ha sido estudiada y la Fase 2 aún no se ha estudiado en su totalidad de ésta solo existen análisis y mapas preliminares (FUNDAECO 2005).

2.4.2.2 Población y urbanización

Guatemala tiene más de 12 millones de habitantes, de los cuales 2 millones equivalentes al 21.3 % habitan en el departamento de Guatemala; el 11% habita en el área metropolitana. El departamento posee una densidad de 923 hab/km². El crecimiento anual es de un 3% dada la migración del interior del país a la capital.

Actualmente se considera que Guatemala es un país que se encuentra en una etapa incipiente en cuanto a su proceso de transición urbana, debido a que el grado de urbanización está bajo el 50% y se encuentra concentrado en la ciudad de Guatemala. En el departamento de Guatemala ocurren dos tipos de centros urbanos: Los núcleos urbanos primarios o grandes urbes y los núcleos urbanos secundarios.

En los municipios de Guatemala, Mixco, Villa Nueva y Petapa, es donde se concentra la actividad económica, provocando que surja la migración cambiante, es decir que la población que vive fuera

de la ciudad de Guatemala, viaja diariamente a su centro laboral ubicado en el área metropolitana. El departamento de Guatemala es el principal receptor de migrantes, sin embargo al interior del área metropolitana se da una redistribución residencial de la población (CEUR 1998)

2.4.2.3 La Fase 1 del CEM

Los complejos propuestos para conformar el CEM Fase 1, fueron identificados a través de un proceso de valoración que incluye los sitios de conservación con manejo, los sitios de conservación estricta y los sitios de ecodesarrollo, con el objetivo de integrar en los complejos tanto zonas de conservación como zonas de amortiguamiento para los bosques protegidos (FUNDAECO 2005)

Los complejos identificados (Figura 1) se podrán manejar con distintos enfoques dependiendo de sus características biofísicas, aunque todos son aptos para constituir reservas de los valores ecológicos y sitios de recuperación, no todos poseen las características adecuadas para la creación de parques ecológicos. En la verificación de campo se identificaron los siguientes sitios para la creación de parques ecológicos:

- A. Barrancos cercanos a la colonia San Isidro
- B. Barrancos limítrofes entre Santa Catarina Pinula y Guatemala
- C. Barrancos en Puerta Parada
- D. Barranco El Zapote

FUNDAECO contó con la ayuda de la Fundación Soros Guatemala para la elaboración de la metodología e informe para la Fase 1, presentando el proyecto a la Municipalidad de Guatemala la cual declaró dos parques los cuales son el Parque Deportivo Ecológico Cayalá y la Reserva Ecológica Barrancos de Kanajuyú ambos co-administrados por la Fundación, añadiéndose a la lista de barrancos a cargo de entidades gubernamentales, comités de vecinos, y universidades.

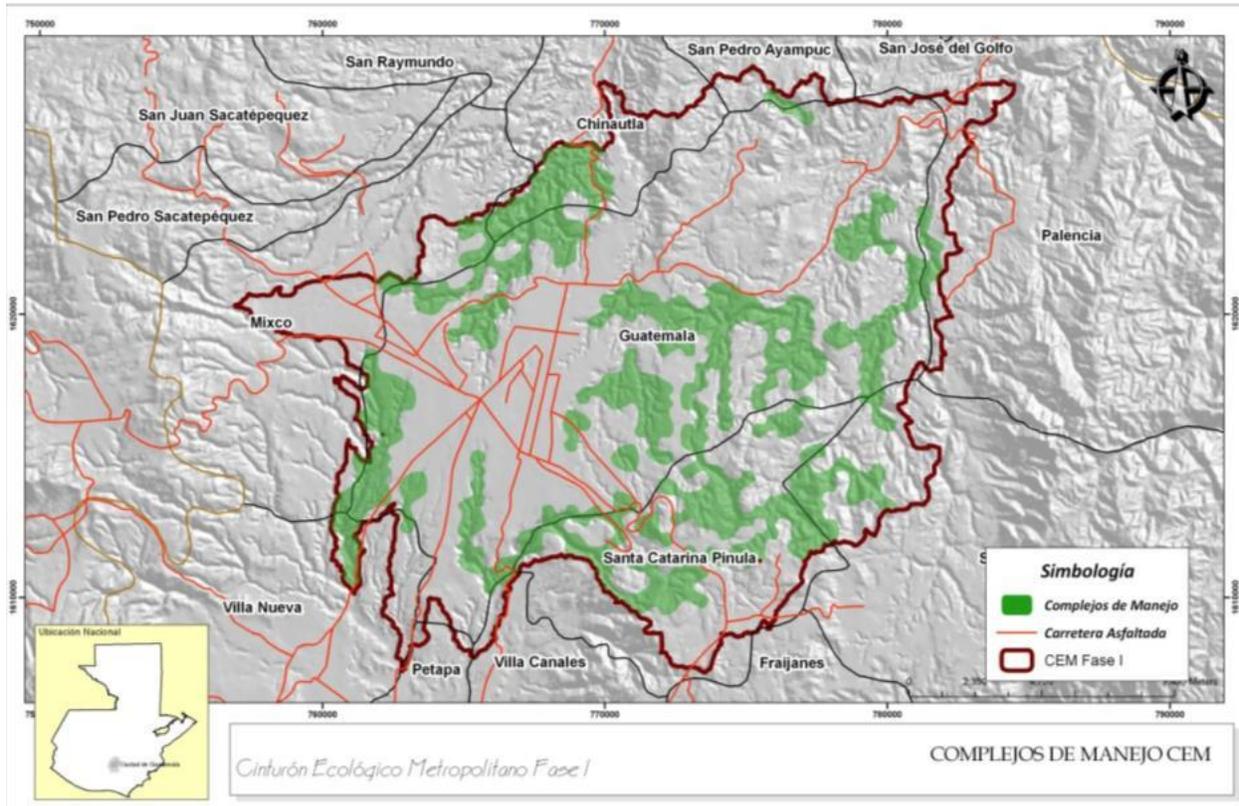


Figura 21. Mapa de complejos de manejo de la Fase 1 del CEM

2.4.2.4 Fisiografía:

El departamento de Guatemala constituye parte del altiplano guatemalteco y se encuentra ubicado en la región fisiográfica de las Tierras Altas Volcánicas. Además el departamento presenta tres provincias fisiográficas: Las tierras altas cristalinas en un 55%, las tierras volcánicas recientes en un 9% y la pendiente volcánica reciente en un 36% (FUNDAECO 2005).

2.4.2.5 Hidrología:

El departamento está dividido hidrográficamente en dos cuencas por la división continental de aguas del país, hacia el Norte la Cuenca Norte o del Río Las Vacas; y la Cuenca Sur o del Río Michatoya. Además fluye en el departamento una compleja red hidrográfica conformada por corrientes permanentes, intermitentes y efímeras de distintos caudales (FUNDAECO 2005)

2.4.2.6 Características Climáticas:

El departamento de Guatemala posee diferentes tipos de clima por las condiciones de temperatura y humedad. Para toda el área de estudio la humedad relativa oscila entre 65% a 86%, ocurriendo las más bajas en época seca de noviembre a abril y las más altas en la época de lluvia.

De acuerdo al Sistema Thornwaite, en el departamento se presenta un clima agradable predominan los siguientes tipos:

- A. En el Norte cálido seco con invierno benigno, en la parte de Chuarrancho, San Juan Sacatepéquez, San Raymundo, San Pedro Ayampuc y San José del Golfo.
- B. Hacia el Sur el clima es semicálido húmedo con invierno benigno seco, se encuentran en esta área, Palencia, Chinautla, Guatemala, San Pedro Sacatepéquez, Amatitlán, Villa Nueva, Palencia, Villa Canales y Fraijanes
- C. Al Oeste el clima es templado húmedo con invierno benigno seco, abarcando parte de San Juan y San Pedro Sacatepéquez, Mixco, Guatemala, Villa Nueva, Petapa, Villa Canales y Santa Catarina Pinula.
- D. Al Este el clima es semicálido húmedo con invierno benigno seco, en parte de los municipios de San José Pinula y Guatemala
- E. Al Sur del Lago de Amatitlán el clima es semicálido sin estación fría bien definida y húmeda con invierno seco (FUNDAECO 2005)

2.4.2.7 Zonas de vida:

Según el Sistema de Clasificación de Zonas de Vida de Holdridge en el departamento de Guatemala, ocurren cinco zonas como se observa en la Figura 2:

A, La zona de vida bosque húmedo subtropical templado (bh-S(t)) se encuentra en los municipios de Amatitlán, Guatemala, San Miguel Petapa, Villa Nueva, San Raymundo, San Pedro Ayampuc, Chinautla y San Juan Sacatepéquez. abarcando el 61% del departamento.

B.El bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB) se localiza al Este de los municipios de San Juan Sacatepéquez, San Pedro Sacatepéquez y Mixco, y ocupa un 14% de la superficie del departamento.

C.El bosque húmedo subtropical cálido, bh-S(c) ocupa un 11% y abarca la mayor parte de Villa Canales y el Sur de Fraijanes.

D.El bosque seco subtropical (bs-S) se encuentra en los municipios de Chuarrancho, San José del Golfo, San Juan Sacatepéquez, San Raymundo y San Pedro Ayampuc, abarcando el 9% del departamento.

E.La zona de vida bosque muy húmedo montano bajo subtropical (bmh-MBS) la cual ocupa 4%, está situada en Fraijanes, Santa Catarina Pinula y San José Pinula (FUNDAECO 2005).

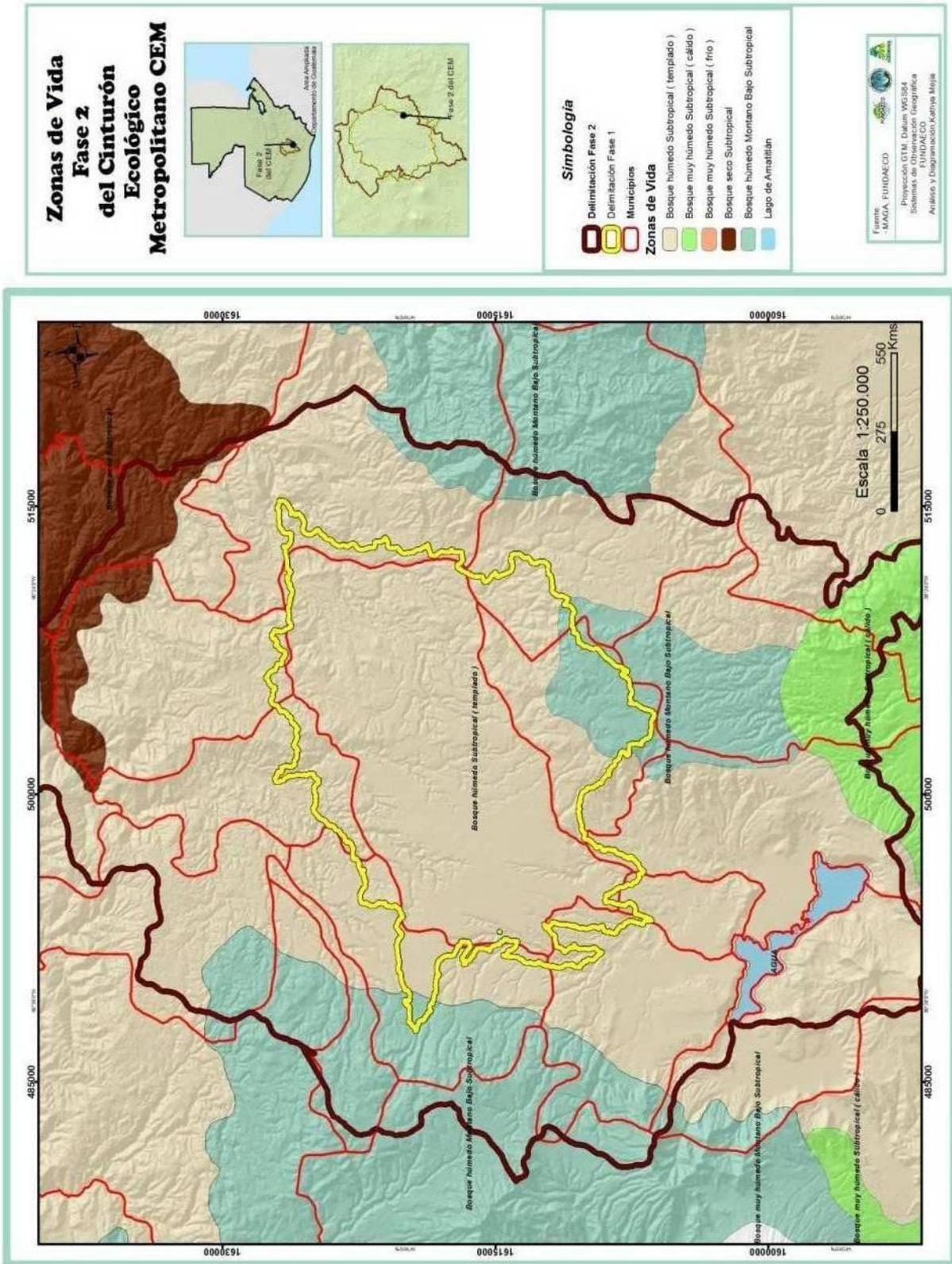


Figura 22. Mapa de zonas de vida de la Fase 2 del CEM

2.4.2.7 Flora

En el departamento de Guatemala se encuentran bosques de Pino-Encino, así como bosques latifoliados en donde el Encino se combina con otras especies como el Aliso (*Alnus* sp.), también ocurren bosques mixtos de especies latifoliadas con especies de coníferas. Entre las latifoliadas predominan especies de *Quercus* sp. y entre las coníferas *Cupressus lusitanica* (Ciprés), y *Pinus* sp. (Pino)

Existen por lo menos 10 especies diferentes de Encino (*Quercus* sp.) y cuatro diferentes de Pino (*Pinus* sp.), además de un buen número de especies forestales introducidas como el Eucalipto (*Eucalyptus* sp.) y la Casuarina (*Casuarina* sp.)

Por las zonas de vida que se encuentran en el área de estudio, las especies indicadoras son *Alnus jorullensis*, *Arbutus xalapensis*, *Prunus capullo*, *Quercus* spp, *Pinus montezumae*, *Pinus pseudostrobus*, *Pinus oocarpa*, *Mimosa* sp, *Solanum americanum*, *Urtica* sp., entre otras. En las áreas más húmedas pueden encontrarse también, *Taxodium mucronatum* y *Salix chilensis*.

Los bosques secundarios jóvenes y los guamiles, poseen arbustos y árboles como el *Prunus* sp, *Eritrina berteorama*, *Acacia* sp, *Bursera simaruba*, *Ricinos comunis*, *Picus* sp, *Ipomea* sp, *Inga* sp, *Byrsonima crassifolia*, *Psidium guayaba*, *Anona* sp, *Anacardium* sp, *Yuca elephantipos*, entre otras.

Entre las herbáceas se encuentran especies de los géneros *Aepogon*, *Andropogon*, *Asistida*, *Bouteloa*, *Bromas*, *Digitaria*, *Eragrostis*, *Lisicis*, *Panicum*, *Paspalum*, *Cyperus*, *Peperonia*, *Piper*, etc. (3)



Figura 23. Vegetación en barrancos

2.4.2.8 Fauna

La región bajo estudio se caracteriza por componerse de una serie de ecosistemas que establecen una dinámica de mosaico. Por establecerse dentro de la Meseta Central del país es afectada por un gradiente latitudinal el cual permite definir cinco zonas de vida, cada una con formaciones vegetales propias que responden a determinados factores climáticos.

Esta dinámica de variables permite inferir que la zona posee un alto potencial en función de la riqueza y distribución de la diversidad biológica que interactúan en parches de distintas edades de sucesión vegetal, sujeta a intervención por la dinámica de la ciudad como la urbanización, tala, contaminación, incendios, invasiones, industrialización, entre otros.

(FUNDAECO 2005)

2.4.2.9 Uso de la tierra:

Dentro de la Fase 2 del CEM, se encuentra ubicada la ciudad del país por lo cual el uso urbano es el predominante, constituido por distintas clases, como los son las áreas comerciales, las áreas residenciales o lotificaciones, y áreas industriales.

Debido a la falta de una planificación inicial algunas de las clases de uso urbano se encuentran mezcladas en una forma no adecuada. Además la mancha urbana se extiende a lo largo de toda el área metropolitana (municipio de Guatemala, Mixco, Villa Nueva y San Miguel Petapa) y algunos municipios aledaños que presentan un crecimiento poblacional acelerado.

En el departamento se realiza explotación minera principalmente de material selecto, arena y piedrín. Los usos agrícolas son predominantes en los municipios que no pertenecen al área metropolitana, sin embargo se encuentran también en las zonas 17, 18, 24 y 25 de Guatemala. En estas áreas se observa variedad tanto de cultivos agrícolas, como de sistemas agroforestales y agrosilvopastoriles, incluidos aquí el manejo de barbechos, árboles de sombra con cultivos, árboles forrajeros, cercos vivos y cortinas rompevientos.

En cuanto a la cobertura forestal, ésta se extiende a lo largo de toda el área de estudio, aún en el área metropolitana, donde se encuentra ubicada principalmente en los barrancos. Los barrancos boscosos capitalinos están bajo constante amenaza a causa del avance de la urbanización

desordenada y se consideran como áreas marginales y de alta inseguridad criminal, sin tenerse en cuenta la cantidad de servicios ambientales que estos prestan (FUNDAECO 2005)

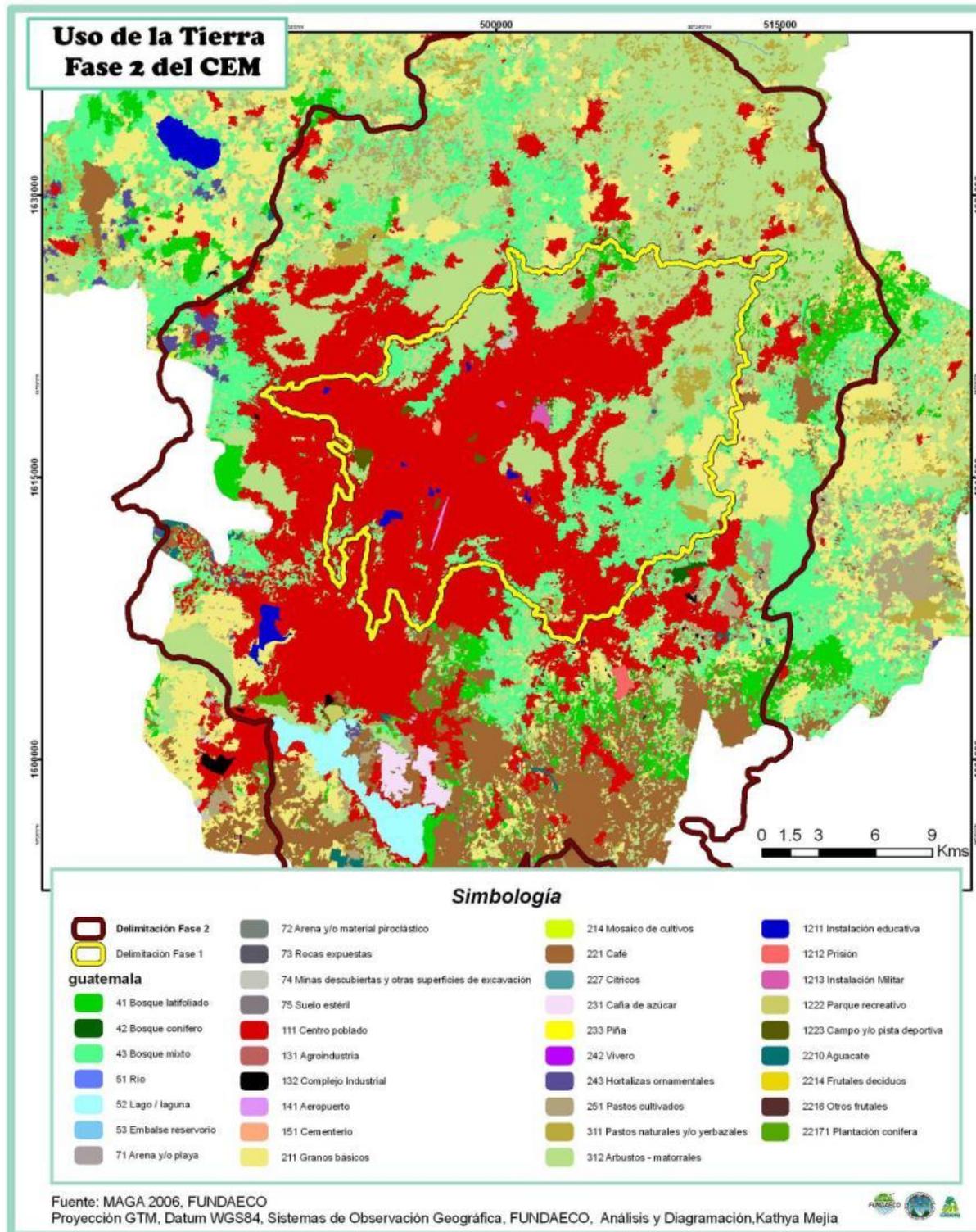


Figura 24. Mapa de uso de la tierra MAGA 2001

2.5 OBJETIVOS

2.5.1 Objetivo General

Proponer áreas prioritarias de conservación de los recursos naturales del Cinturón Ecológico Metropolitano (CEM) Fase 2, Guatemala.

2.5.2 Objetivos Específicos

2.5.2.1 Ubicar áreas prioritarias de conservación según el diseño establecido de la Fase 2 elaborado por la Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación (FUNDAECO) según el grado de incidencia sobre los recursos naturales del Cinturón Ecológico Metropolitano.

2.5.2.2 Analizar mapas temáticos de las principales características del Cinturón Ecológico Metropolitano (CEM), Fase 2 en el departamento de Guatemala, mediante información cartográfica, de sensores remotos, de campo y Sistemas de Información Geográfica (SIG).

2.5.2.3 Determinar las principales características de las áreas prioritarias propuestas para la Fase 2 del Cinturón Ecológico Metropolitano mediante un análisis de literatura.

2.6 METODOLOGIA

Con la investigación se logró establecer áreas de conservación de los recursos naturales según la incidencia y la presión existente sobre los mismos ya que se tomaron en cuenta variables de cobertura vegetal y pendientes. Se elaboraron y actualizaron mapas temáticos necesarios para la Fase 2 del CEM.

2.6.1 FASE DE GABINETE INICIAL

2.6.1.1 Consulta de información secundaria.

Con la finalidad de conocer el diseño preliminar de la Fase 2 del Cinturón Ecológico Metropolitano (CEM) se procedió a consultar los documentos de la Fundación que trataran sobre esta estrategia.

Por lo que se determinó que el proceso de delimitación de la Fase 1 y 2 del CEM, (Figura 25) se realizó con base en un análisis hidrológico partiendo de la sobreposición de la capa del modelo de elevación digital con la capa de índice de convergencia topográfica, logrando así una diferenciación de microcuencas.

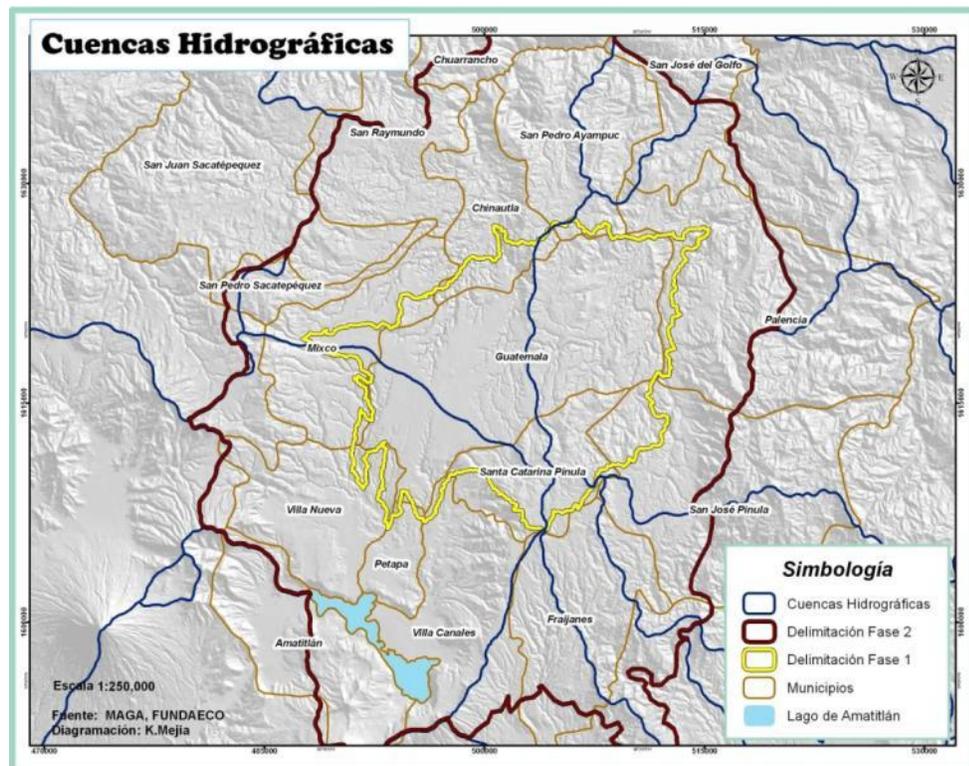


Figura 25. Delimitación Preliminar de la Fase 2 del CEM

2.6.1.2 Elaboración de mapas temáticos

Para la Fase 1 del estudio se utilizó el índice de convergencia hídrica el cual permitió realizar la delimitación a partir de los sistemas hídricos posicionados dentro del límite del municipio de Guatemala y los que estuviesen compartidos entre el municipio de Guatemala y los municipios circundantes.

Por medio del programa ArcMap 9.1, se procedió a actualizar y elaborar los mapas temáticos con la utilización de ortofotos 2006 y bases de datos del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA), bases de datos generadas por la Fundación, así como de distintas entidades como la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED) y el Instituto Geográfico Nacional (IGN); en las que se puede realizar un análisis más actualizado de la situación de los recursos naturales.

Se realizaron los mapas Base, de Imágenes Satelitales, Pendientes, Niveles de Amenaza por deslizamientos, Uso de la Tierra, Recomendaciones de Uso de la tierra y Ubicación de Áreas Prioritarias de Conservación, en Proyección GTM (Guatemala Transversal de Mercator) y en Sistema de Coordenadas Geográficas a una escala de presentación de 1:250,000 (Escala de Reconocimiento) para la Fase 2 del CEM y a escala 1:85,000 para el municipio de Mixco con la finalidad de obtener una mejor visualización de los resultados

Los resultados de la investigación se basaron en el municipio de Mixco, debido a que el encargado de divulgación de la propuesta de áreas de conservación solo obtuvo el apoyo de esta municipalidad.

A. Mapa Base de la Fase 2 del Cinturón Ecológico Metropolitano.

El mapa se realizó sobreponiendo las capas de Relieve (Hillshade), obtenidas del MAGA para lograr un mejor detalle se colocaron las delimitaciones del departamento de Guatemala, y sus municipios, así como también se agregaron las características del departamento como la infraestructura, ríos, poblados junto a la delimitación del Fase 2 del CEM. (Figura 27)

B. Imágenes a escala de detalle de la Fase 2 del Cinturón Ecológico Metropolitano.

El mapa se realizó mediante la colocación de las ortofotos del año 2006, donde se encuentra el departamento de Guatemala y sus regiones colindantes, posteriormente se le sobrepuso la delimitación del departamento, así como la de la Fase 2 del CEM. (Figura 28)

C. Mapa de Pendientes de la Fase 2 del Cinturón Ecológico Metropolitano

Se colocó la capa de Relieve posteriormente la delimitación del departamento para lograr una mejor visualización de los resultados a esperar y sobre esta la capa de Elevación Digital (DEM). Posterior a esto se realizó la interpretación y agrupación de pendientes, mediante el uso de herramientas de análisis espacial (*Spatial Analyst*), dividiéndolas en rangos de grados, que se basan en la *Propuesta de criterios de habitabilidad para las áreas metropolitanas de la ciudad de Guatemala*, elaborada por CONRED.

Siendo los rangos los siguientes:

0°	a	20°
20°-	a	30°
30°-	a	40°
Mayor a		40°

Posteriormente se colocó la capa de la delimitación del departamento de Guatemala, la de municipios y por último se sobrepone la capa de delimitación de la Fase 2 del CEM, para una mejor interpretación del resultado del análisis.

Con el mapa de pendientes elaborado (Figura 29) se obtuvo una herramienta para el análisis posterior de las áreas.

D. Mapa de Niveles de amenazas por deslizamientos.

Dicha capa fue analizada y realizada por Japan International Cooperation Agency (JICA 2003) y por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) durante los años 2001-2002 culminando el proyecto en el año 2003.

Siendo esta capa una herramienta de gran utilidad para la toma de decisiones en áreas específicas del territorio nacional. Para la creación de este mapa se colocó la capa de relieve, la capa de amenazas por deslizamientos, por último la capa de municipios y de la delimitación de la fase 2. (Figura 30)

2.6.2 FASE DE GABINETE FINAL

2.6.2.1 Elaboración de mapas temáticos y de análisis finales

Debido al apoyo recibido por las autoridades del municipio de Mixco y a las características propias de la investigación este municipio se convirtió en el foco de estudio.

El mapa de uso de la tierra se basó en la reclasificación de los existentes utilizados por el MAGA, tomando en cuenta los análisis realizados en la Fase 1 y el mapa de pendientes se llegó a determinar las recomendaciones de uso de la tierra para las áreas prioritarias de conservación de los recursos naturales del CEM en su Fase 2 para el municipio de Mixco.

A. Mapa de Uso de la tierra.

Para el análisis de uso de la tierra se realizó una reclasificación de los usos de la tierra presentados en la base de datos del MAGA debido a que los usos están detallados y lo que se pretende es combinar usos parecidos en categorías de Bosque Disturbado, Bosque no Disturbado, Urbano (infraestructura) y suelo desnudo, los cuales fueron criterio propio para el estudio de la Fase 2 (cuadro 4), obteniéndolo mediante la siguiente metodología:

Cuadro 4. Clases de uso de las tierras analizadas

Clases	Descripción
<i>Bosque Disturbado</i>	Se reconoce en el análisis como áreas donde la vegetación se encuentra más dispersa, además de que en sus cercanías se encuentran lugares habitados o caminos.
<i>Bosque no Disturbado</i>	Este presenta una menor intervención del hombre no posee lugares habitados en sus cercanías, se observa la vegetación más densa.
<i>Urbano</i>	Son áreas desprovistas de vegetación, incluyendo casas, comercios, industrias, carreteras.
<i>Suelos Desnudos</i>	Son áreas desprovistas totalmente de vegetación y de algún tipo de infraestructura

Fuente. Elaboración Propia con base en la propuesta para la Fase 1 del CEM.

- a. Primero, se elaboró un mosaico con las ortofotos (imágenes satelitales a escala de detalle 2006 del MAGA) para luego realizar una clasificación no supervisada en el programa ERDAS 8.4, agrupando los diferentes usos de la tierra en un rango de colores los cuales después fueron analizados en ArcMap 9.1, junto con el mosaico anteriormente realizado, con la finalidad de homogenizar usos iguales con el mismo color obteniendo así un color por cada uso de la tierra.
- b. Posteriormente se reclasifican las clases que tienen colores iguales; con la herramienta *Reclassify* la cual se encuentra en la barra *Spatial Analyst* dándole el nuevo código a las clases anteriores.
- c. A las clases obtenidas se les realizó un análisis espacial con la herramienta *Focal Statistics* con la finalidad de suavizar los bordes de los pixeles de dichas clases dicho de otra forma para “absorber” pixeles separados.
- d. Posteriormente se convirtió esta imagen la cual es Raster a formato Vector para colocarle el atributo de las diferentes clases de uso de la tierra antes mencionadas.
- e. El mapa final puede observarse en la figura 31 para toda la Fase 2 y para el municipio de Mixco y el área de Cerro Alux en la figura 32.

B. Recomendaciones de uso de la tierra.

Las recomendaciones de uso de la tierra fueron determinadas en la Fase 1 del CEM, pero las mismas fueron ajustadas para el estudio de la Fase 2 (Cuadro 5), en términos más sencillos para una mejor interpretación.

Cuadro 5. Categorías de recomendaciones de manejo.

Categoría	Descripción
<i>Urbano</i>	Son lugares adecuados para ser urbanizados o que ya están urbanizados algunos de ellos pueden ser habitados y a los que ya lo están deben de realizarse recomendaciones para evitar desastres como inundaciones, deslaves, etc., todo esto según los entes reguladores como las municipalidades
<i>Gestión de riesgos</i>	Son lugares habitados en áreas donde la pendiente es inadecuada o son áreas sin cobertura forestal, en donde existen amenazas. Es importante la restricción para habitar, la recomendación principal es reforestar y la negación de licencias de construcción.
<i>Ecodesarrollo</i>	En estas áreas existe cobertura forestal disturbada en la que se puede urbanizar pero en bajas densidades como la construcción de parques, senderos. Se deben de realizar reforestaciones con especies nativas, ya que son áreas que cumplen con servicios ambientales como la recarga hídrica y la purificación del aire. Existen pendientes en donde la lotificaciones no deberían de presentarse.
<i>Conservación con manejo</i>	En estas áreas también existe vegetación disturbada la cual es necesaria practicarle algún tipo de manejo forestal o prácticas de saneamiento para ayudar a su preservación, en estas zonas también se pueden desarrollar parques ecológicos debido a que prestan servicios ambientales valiosos. El nivel de amenaza es alto debido a la pendiente, pero pueden convertirse en áreas para practicar senderismo.
<i>Conservación estricta</i>	En estos lugares es necesaria dejar la cobertura forestal intacta debido a que poseen bosques no disturbados que prestan servicios ambientales importantes para los alrededores, además de presentar amenaza por pendientes lo que los hace lugares imposibles para habitar. Son lugares de recarga hídrica donde la protección y el manejo adecuado de bosques debe ser prioridad.

Fuente. Elaboración Propia con base en la propuesta para la Fase 1 del CEM.

Para la elaboración de esta capa se combinó en una matriz la reclasificación de usos de la tierra junto con el análisis de pendientes obtenido anteriormente (Figura 9) esto fue realizado de la siguiente manera:

- Una vez obtenidos los usos de la tierra (cuadro 4) se procede a realizar una matriz junto con los rangos de pendientes determinados por CONRED (0-20, 20-30, 20-40, mayor de 40 grados) como se observa en el Cuadro 6

Cuadro 6. Matriz de análisis de recomendaciones de uso de la tierra para el municipio de Mixco

Pend/Usos	Bosque Disturbado	Bosque no Disturbado	Urbano	Suelo Desnudo
0-20	Ecodesarrollo	Conservación con Manejo	Urbano	Ecodesarrollo
20-30	Ecodesarrollo	Conservación con Manejo	Urbano	Ecodesarrollo
30-40	Conservación Estricta	Conservación Estricta	Gestión de Riesgo	Gestión de Riesgo
>40	Conservación Estricta	Conservación Estricta	Gestión de Riesgo	Gestión de Riesgo

Fuente. Elaboración Propia.

- b. Posteriormente se deben de sumar en la herramienta *Raster calculator* de la barra *Spatial Analyst* tomando en cuenta que ambos criterios (Usos de la tierra y Pendientes) se encuentren en números enteros para que en el resultado se obtengan diferentes códigos los cuales puedan reclasificarse nuevamente (Cuadro 7)

Cuadro 7. Matriz de análisis de códigos de recomendaciones de uso

Pend/Usos	1	2	3	4
100	101	102	103	104
200	201	202	203	204
300	301	302	303	304
400	401	402	403	404

Fuente. Elaboración Propia

- c. Para una mayor facilidad en la interpretación de la reclasificación se le dio un código a cada una de las recomendaciones de uso de la tierra siguientes las cuales se presentan en el cuadro 8

Ecodesarrollo (y/o Reforestación)	1
Conservación con Manejo	2
Conservación Estricta	3
Urbano	4
Gestión de Riesgo	5

Cuadro 8. Matriz de códigos de reclasificación final de recomendaciones de uso de la tierra

Pend/Usos	1	2	3	4
100	1	2	4	1
200	1	2	4	1
300	3	3	5	5
400	3	3	5	5

Fuente. Elaboración Propia

- d. A este resultado se le efectuó un análisis el cual reúne los píxeles de tal forma que los que se encuentran separados son “absorbidos” por la clase más cercana esto con la ayuda de la herramienta *Focal Statistics* del *ArcToolbox* del ArcMap 9.1.
- e. Luego se convirtió de formato raster a vector para obtener una capa a la cual se le puedan agregar atributos en la base de datos.

- f. El mapa de recomendaciones de uso de la tierra se realizó para toda la región de la Fase 2 (Figura 33), así como para el municipio de Mixco. (Figura 34)

C. Ubicación de áreas prioritarias de conservación según el Diseño de la Fase 2 del Cinturón Ecológico Metropolitano

Para la ubicación de las áreas prioritarias de conservación se utilizó el resultado de las recomendaciones de uso de la tierra, ya que en este mapa se determinaron los usos adecuados que deben de poseer las diferentes regiones para su preservación y para evitar desastres provocados por eventos naturales, además se tomaron en cuenta los mapas de imágenes satelitales (Figura 28) para ubicar los remanentes boscosos, el de deslizamientos (Figura 30) para ubicar áreas con algún nivel de riesgo , el de uso de la tierra (figura 32) y el de recomendaciones de uso de la tierra (figura 34)

Posteriormente realizando visitas a la Municipalidad de Mixco se establecieron los remanentes aún existentes (Figura 35) haciendo de su conocimiento la urgente necesidad de darle algún tipo de manejo a las áreas para la preservación de los servicios ambientales que éstas presentan.

D. Flujograma del proceso

Este se realizó con la finalidad de hacer de la metodología un proceso más comprensible.

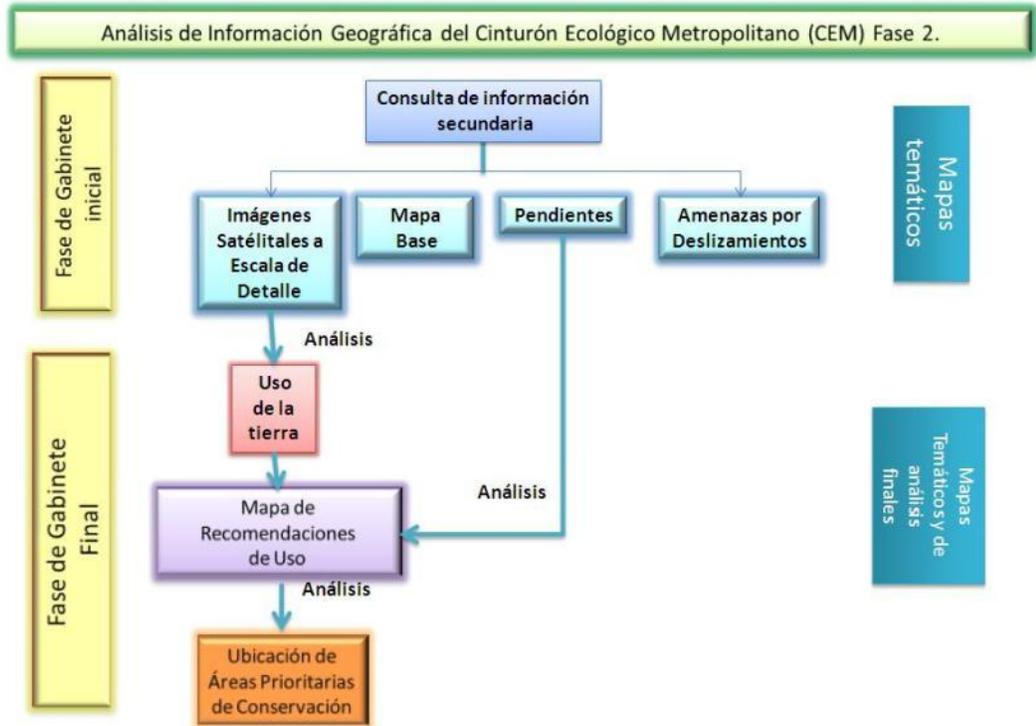


Figura 26. Flujoograma del proceso de elaboración de mapas temáticos y de análisis

2.7 RESULTADOS

Según lo que se observa en el Mapa Base de la Fase 2 (Figura 27) del CEM, se extendió desde los límites de la Fase 1 hasta los límites de las cuencas altas y medias que aún se ubican dentro del departamento de Guatemala, dejando fuera las partes de las cuencas que estuviesen fuera del departamento.

Se introdujeron en la Fase 2 áreas de los municipios que no se tomaron en cuenta en la Fase 1; como Amatitlán, Villa Canales, Fraijanes, San Raymundo, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Sacatepéquez, San José del Golfo, Chuarrancho, Santiago Sacatepéquez, San Lucas Sacatepéquez estos dos últimos debido a que en ellos se encuentra la Reserva de Manantiales Cerro Alux, el área total de la Fase 2 es de 105,672.50 hectáreas.

Dichos municipios se encuentran conectados mediante una red vial organizada, la cual ayuda al intercambio de mercancía de un lugar a otro, volviendo al departamento de Guatemala el mayor centro industrial, de comercio y de fuentes de trabajo del país.

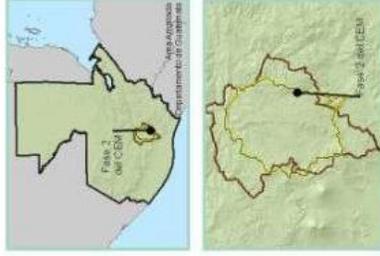
Es por esto que los remanentes boscosos son amenazados ya que las personas necesitan estar cerca de sus lugares de trabajo, por lo cual se ven obligados a adquirir terrenos en lugares inadecuados para habitar ya sea de una manera legal o por invasiones.

Las invasiones se dan con mayor frecuencia en áreas marginales de los municipios en donde las personas llegan a establecerse y hacer uso de los recursos que los barrancos poseen como leña y madera dando lugar a asentamientos y a la siembra de cultivos limpios.

Existen otros problemas que surgen con la presencia de habitantes en barrancos, ya que por no contar con servicios básicos, expulsan las aguas servidas a los cauces de los riachuelos y ríos.

Tampoco cuentan con servicio de extracción de desechos, la cual también es depositada en áreas del mismo o son quemados, provocando contaminación del suelo y del aire.

Información Base Fase 2 del Cinturón Ecológico Metropolitano CEM



Simbología

- Delimitación Fase 2
- Delimitación Fase 1
- Poblados
- Corrientes Hidricas
- Asfaltado
- No Asfaltado
- Municipios
- Lago de Amatitlán
- Depto. de Guatemala

Fuente:
- MASA FUNDARECO
- Proyección UTM Datum WGS 84
- Sistema de Referencia Geográfica FUNDARECO
- Análisis y Diagramación Katya Mejía

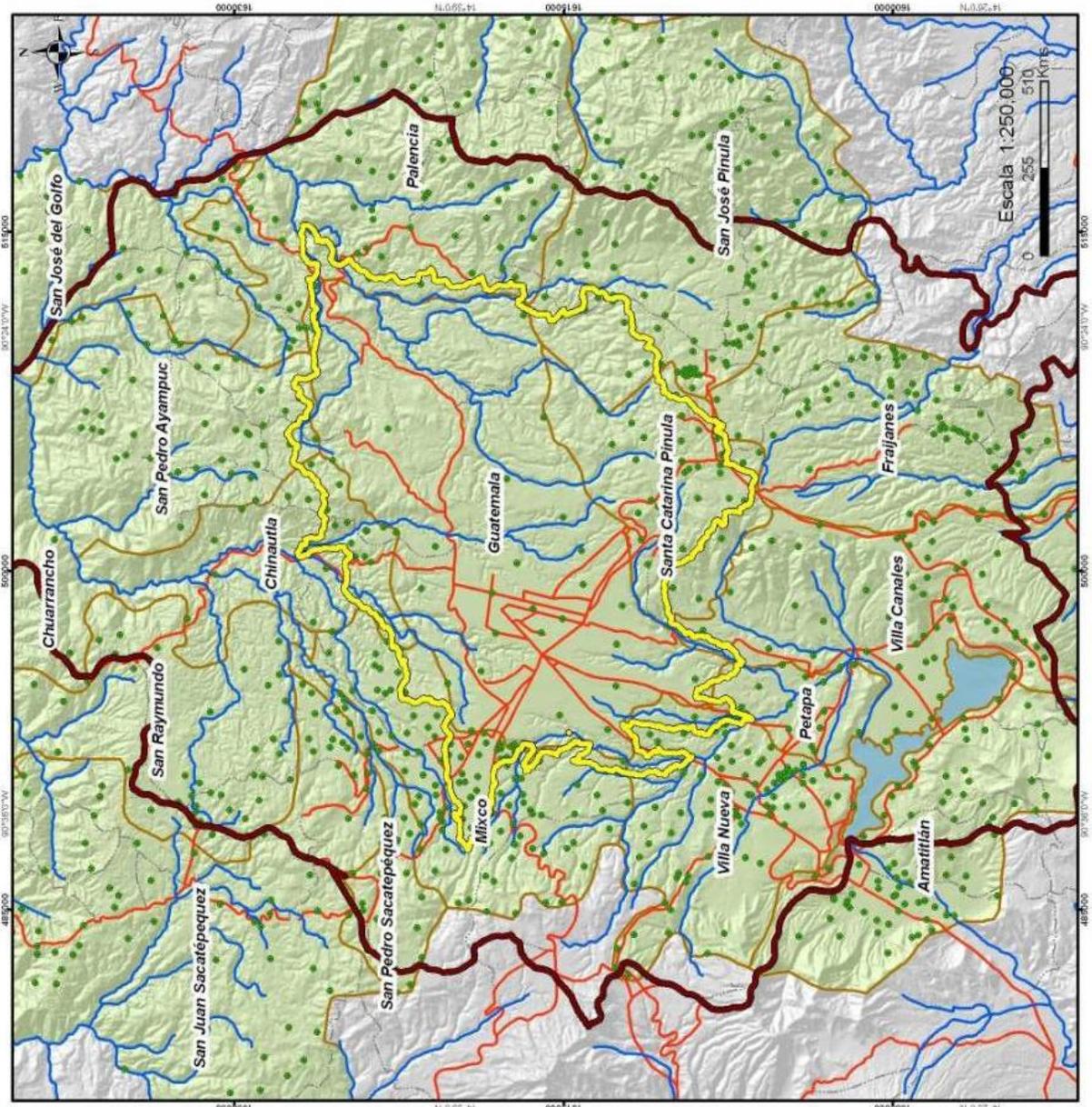


Figura 27. Mapa Base de la Fase 2 del Cinturón Ecológico Metropolitano

Existen personas que adquieren terrenos a orillas de los barrancos legalmente, ya que los vendedores de los lotes argumentan que son una forma de “Lotificaciones Ecológicas” ya que poseen hermosas vistas hacia los remanentes, pero éstas, muchas veces no poseen estudios de suelos y tampoco son áreas aptas para la urbanización debido a la pendiente, convirtiéndose en áreas susceptibles a deslaves y derrumbes por el movimiento de tierra y a las amenazas naturales.

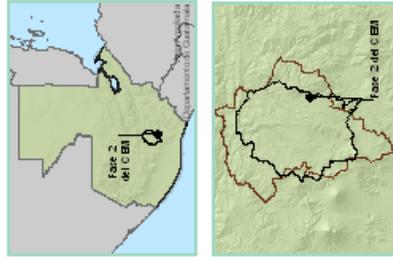
Las ortofotos son una herramienta importante debido al alto nivel de detalle que presentan al momento de interpretar los usos de la tierra. Es por esto que el mapa de imágenes satelitales a escala de detalle demuestra que a lo largo de la Fase 2 (Figura 28) existen áreas con bosque y esto es en su mayoría en barrancos los cuales regulan el microclima de las distintas colonias que ejercen presión sobre los recursos naturales, estos remanentes proveen oxígeno, belleza escénica, refugio de aves residentes y migratorias, además que son una parte importante de la recarga hídrica para los municipios.

La principal amenaza de los barrancos es el cambio de uso de la tierra, ya sea para lotificaciones, residenciales, centros comerciales y establecimientos de cultivos limpios o algún tipo de proyecto productivo.

Dentro de la delimitación de la Fase 2, existen áreas donde se encuentran remanentes boscosos que cuentan con pendientes elevadas, lo que las hace difíciles de habitar, pero debido a las necesidades de las personas por obtener opciones para mejorar su nivel de vida son sitios potenciales para vivir, para la extracción de recursos naturales de manera excesiva o para establecer algún cultivo que les genere ingresos.

Puede promoverse la creación de parques ecológicos, senderos interpretativos o reservas naturales privadas, ya que son áreas importantes para el ambiente y las colonias de los alrededores siendo una manera de protegerlos y de crear fuentes de empleo para los habitantes, ya que por estar en áreas marginales de los municipios y por la falta de empleo en el país, se convierten en sitios peligrosos o zonas rojas debido a la delincuencia.

**Imágenes Satelitales
a Escala de Detalle
Fase 2
del Cinturón
Ecológico
Metropolitano CEM**



Simbología

- Delimitación Fase 2
- Delimitación Fase 1
- Depto. de Guatemala
- Municipios

ortus 50ortos_50.shp

Fuente: IBICA, CIBCEPLAN, FUMPA-EO
 Proyección: UTM, Datum: WGS84
 Sistema de Referencia Geográfica: FUMPA-EO
 Análisis y Diagramación: Imágenes Satelitales

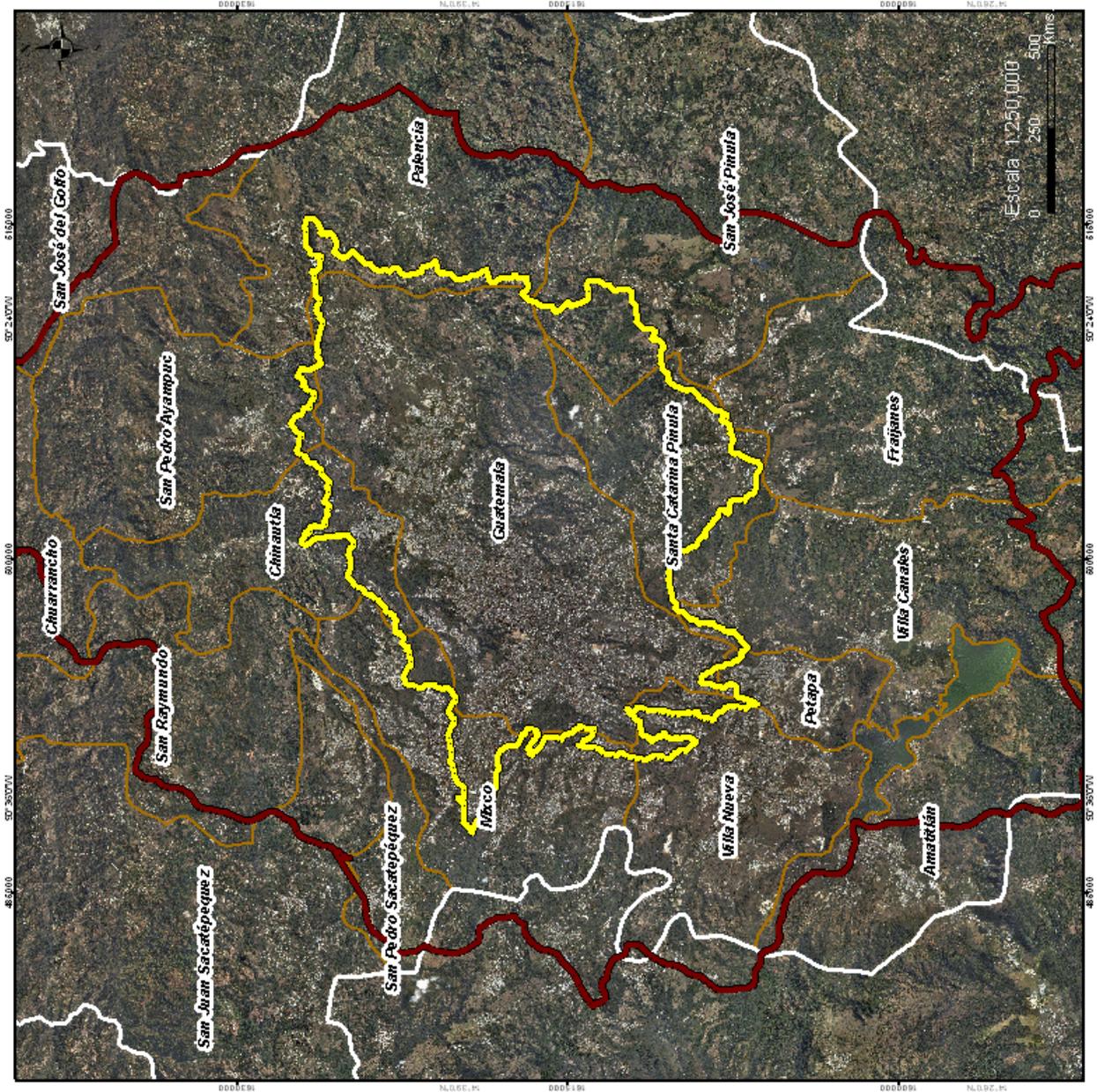


Figura 28. Mapa de Imágenes Satelitales a escala de detalle la Fase 2 del CEM

En el mapa de pendientes (Figura 29) Los rangos de pendientes para la elaboración del mapa fueron los que estableció la CONRED en la *Propuesta de habitabilidad para las áreas metropolitanas de la ciudad de Guatemala*, con esto se determinó que en los remanentes son los lugares donde existen las pendientes más altas y que en la mayor parte del territorio las pendientes están entre el rango de 0 a 30 grados (Cuadro 9) y en su mayoría se encuentran en las áreas ya urbanizadas.

Cuadro 9. Área en hectáreas por cada rango de pendiente en la Fase 2 del CEM

Pendiente en grados	Área en hectáreas
0-20	70886.43
20-30	24114.39
30-40	9655.52
Mayor de 40	820.776

Las áreas con altas pendientes es decir mayor de 40°, ocupan 820.77 hectáreas poseen vegetación la cual debe conservarse para mitigar los efectos del cambio climático, los cuales pueden afectar a las personas que viven en los alrededores como ha sucedido en los últimos años con los deslaves e inundaciones.

Las diferentes regiones dentro de la fase 2 que constan con pendiente menor de 20° ocupan una superficie de 70,886.43 hectáreas, las cuales en su mayoría están urbanizadas.

El mapa de amenaza por deslizamientos (figura 30) se elaboró con la finalidad de conocer que áreas dentro y fuera de los límites de la Fase 2 del cinturón Ecológico Metropolitano que son vulnerables ante cualquier tipo de desastre natural, esta información fue analizada y recabada por Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED) con la ayuda de Japan International Cooperation Agency (JICA), en donde el municipio de Mixco presenta un riesgo medio, es decir que ante cualquier fenómeno natural, el impacto sobre la región no será devastador como en otras regiones del país.

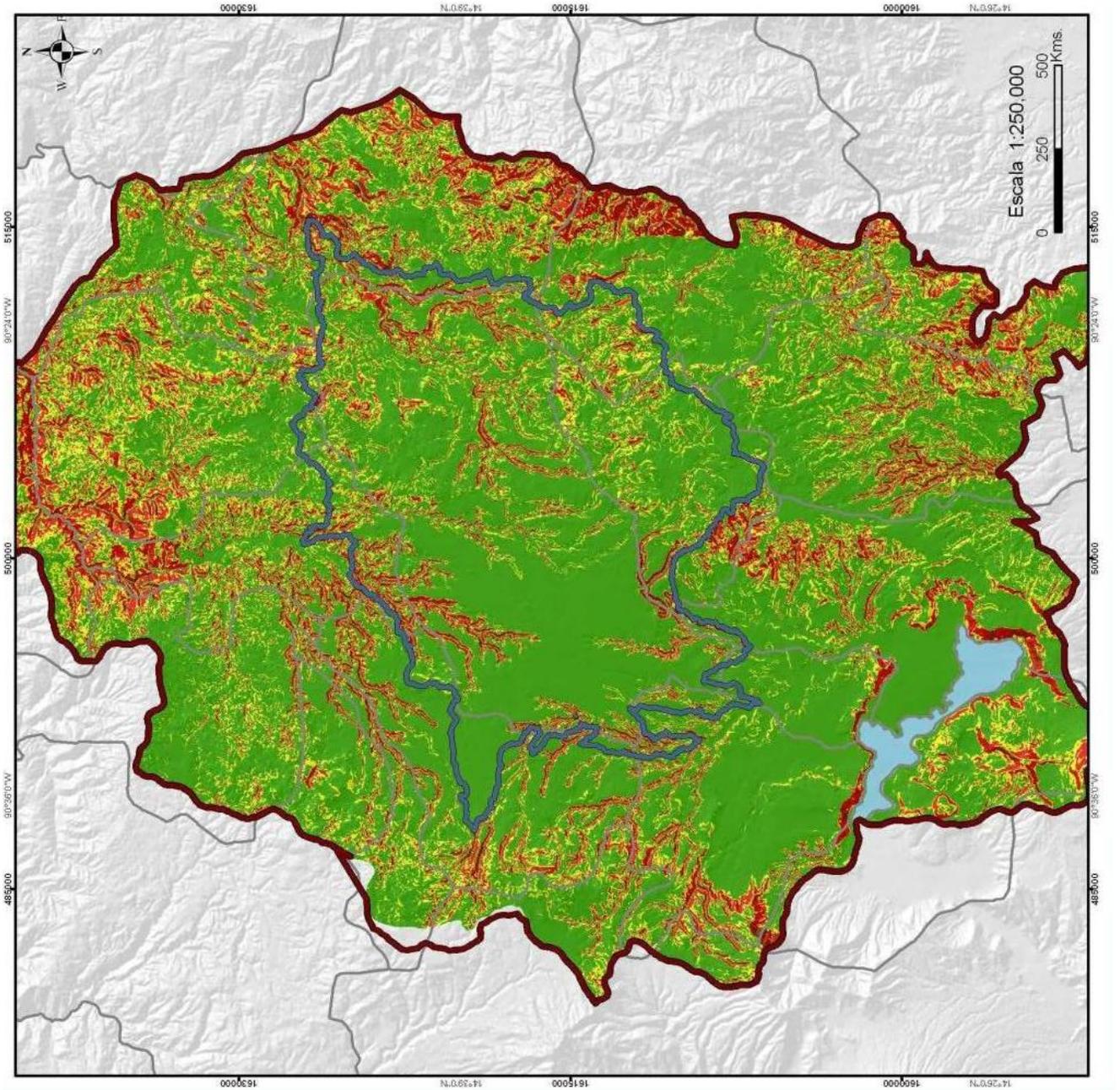


Figura 29. Mapa de pendientes de la Fase 2 del Cinturón Ecológico Metropolitano

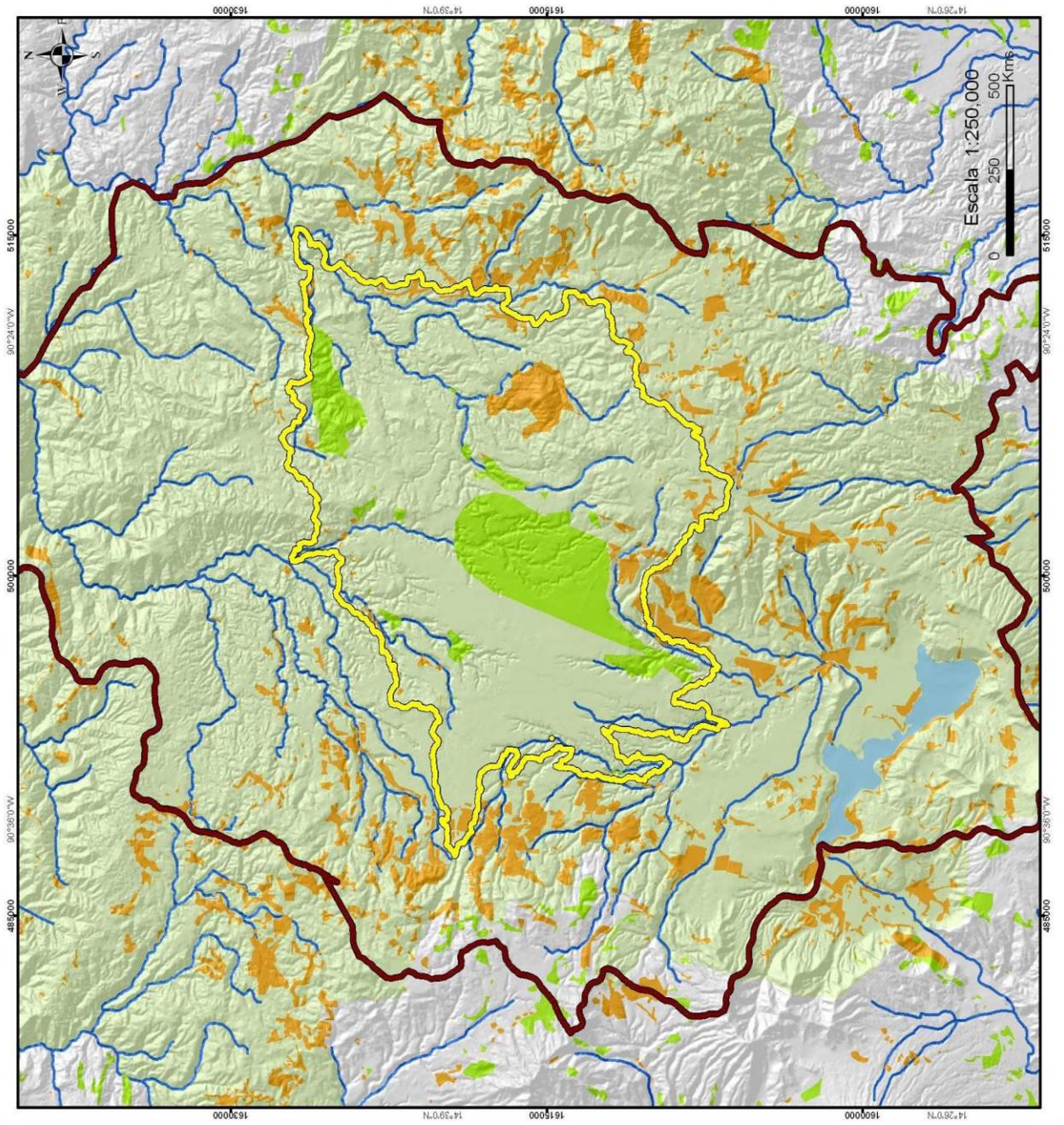
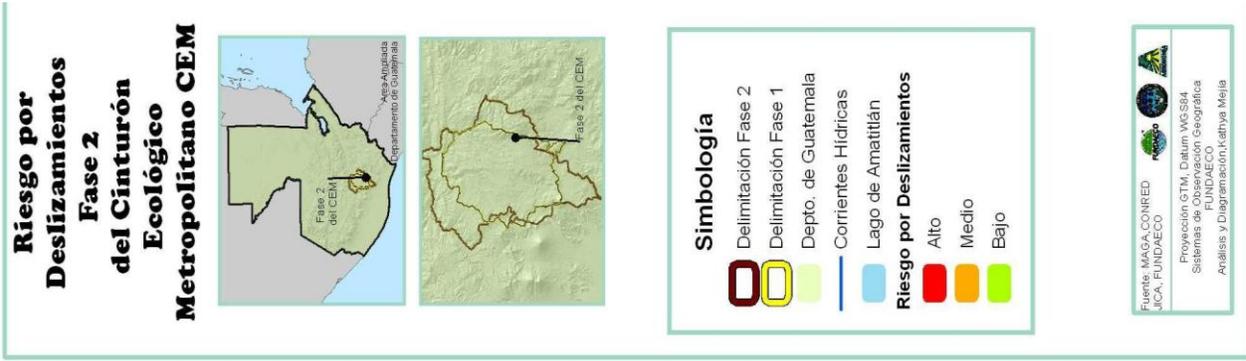


Figura 30. Mapa de deslizamientos de la Fase 2 del Cinturón Ecológico Metropolitano

Se elaboró el mapa de uso de la tierra para la Fase 2 completa, (Figura 31) con la finalidad de que sirva de punto de partida para estudios posteriores para la Fundación u otra entidad. En este se demuestra que existen muchas áreas que a pesar de ser pequeñas son muy valiosas para el departamento ya que prestan servicios ambientales muy importantes para los habitantes de las diferentes regiones.

El uso de la tierra predominante en la Reserva de Manantiales Cerro Alux, es bosque no disturbado y disturbado; siendo su importancia principal según la municipalidad de Mixco, el abastecimiento de agua , además del valor de ambiental que posee por ser, refugio de animales, purificador del aire.

El uso urbano es el más sobresaliente de toda la región, ya que por ser un municipio muy cercano a la capital las personas lo utilizan para habitar, según lo observado en el mapa de imágenes satelitales (figura 28) y uso de la tierra (figura 31)

Existen remanentes con bosque no disturbado, en todo el municipio según se observa en el mapa de uso de la tierra del municipio de Mixco (Figura 32) las cuales por estar cerca de colonias se ven seriamente amenazados por las personas que extraen los recursos o que los contaminan con desechos.

El recurso agua presenta una amenaza constante por parte de personas que se dedican a la extracción de madera para la venta y leña para la subsistencia dejando al suelo desprovisto de vegetación alterando el ciclo hidrológico. El equilibrio de la flora y fauna, además del microclima de la región también se encuentran seriamente amenazados debido al avance de la urbanización descontrolada

Además presenta otros problemas como el de la proliferación de basureros clandestinos e incendios forestales, por lo que es importante tomar medidas urgentes para frenar la destrucción de dicha reserva.

Dentro de la mayoría de remanentes existe también la categoría de bosque disturbado éste puede ser porque ya están siendo extraídos los recurso o porque es una regeneración o bosque secundario, el cual también es de mucha importancia su protección , ya que no permite la erosión del suelo y evita deslaves o derrumbes.

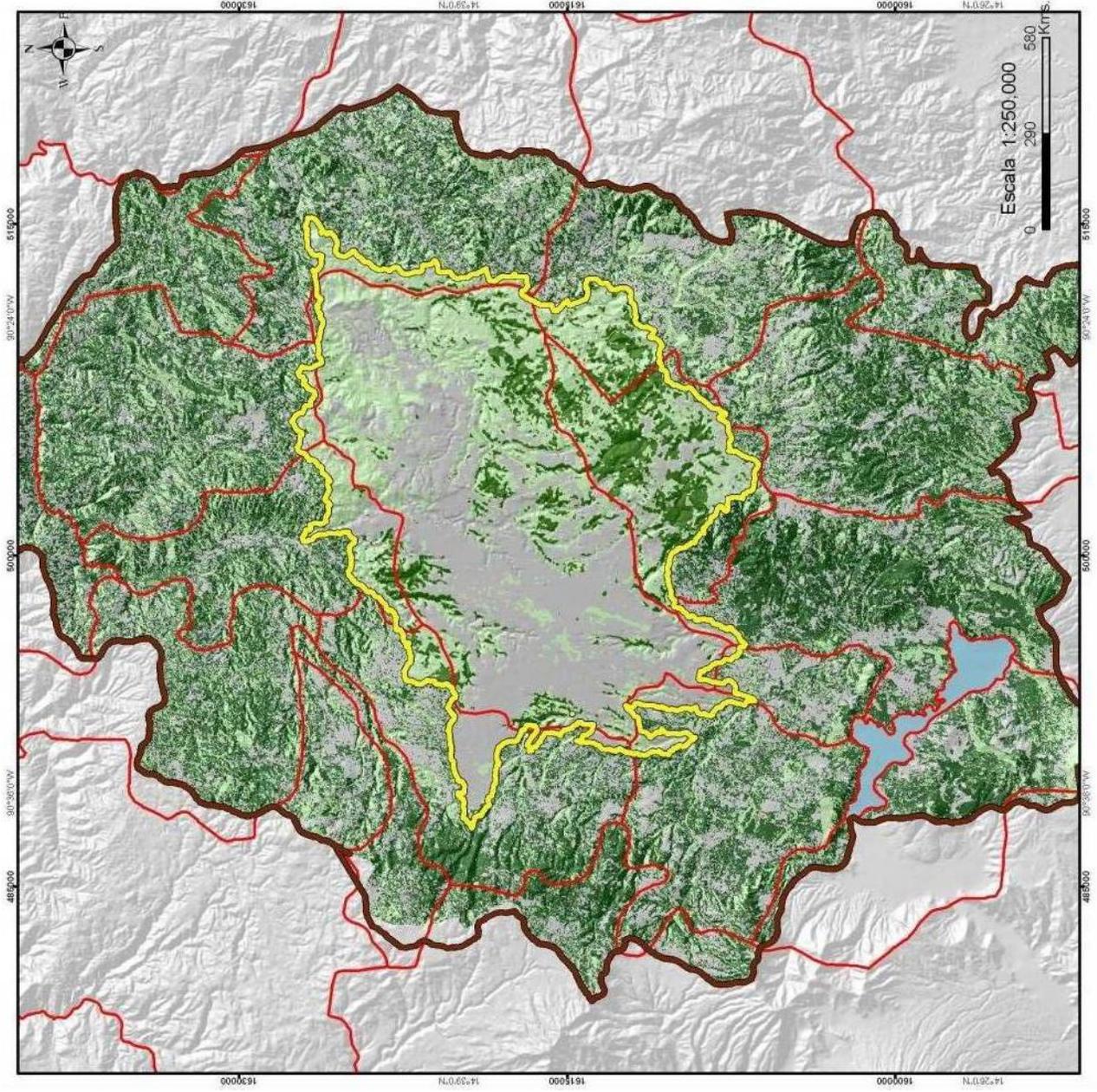
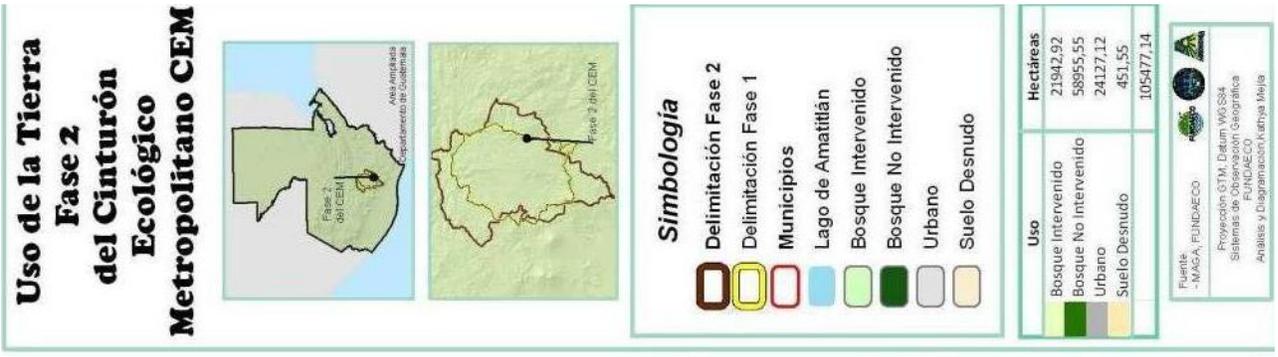


Figura 31. Mapa de uso de la tierra de la Fase 2 del Cinturón Ecológico Metropolitano

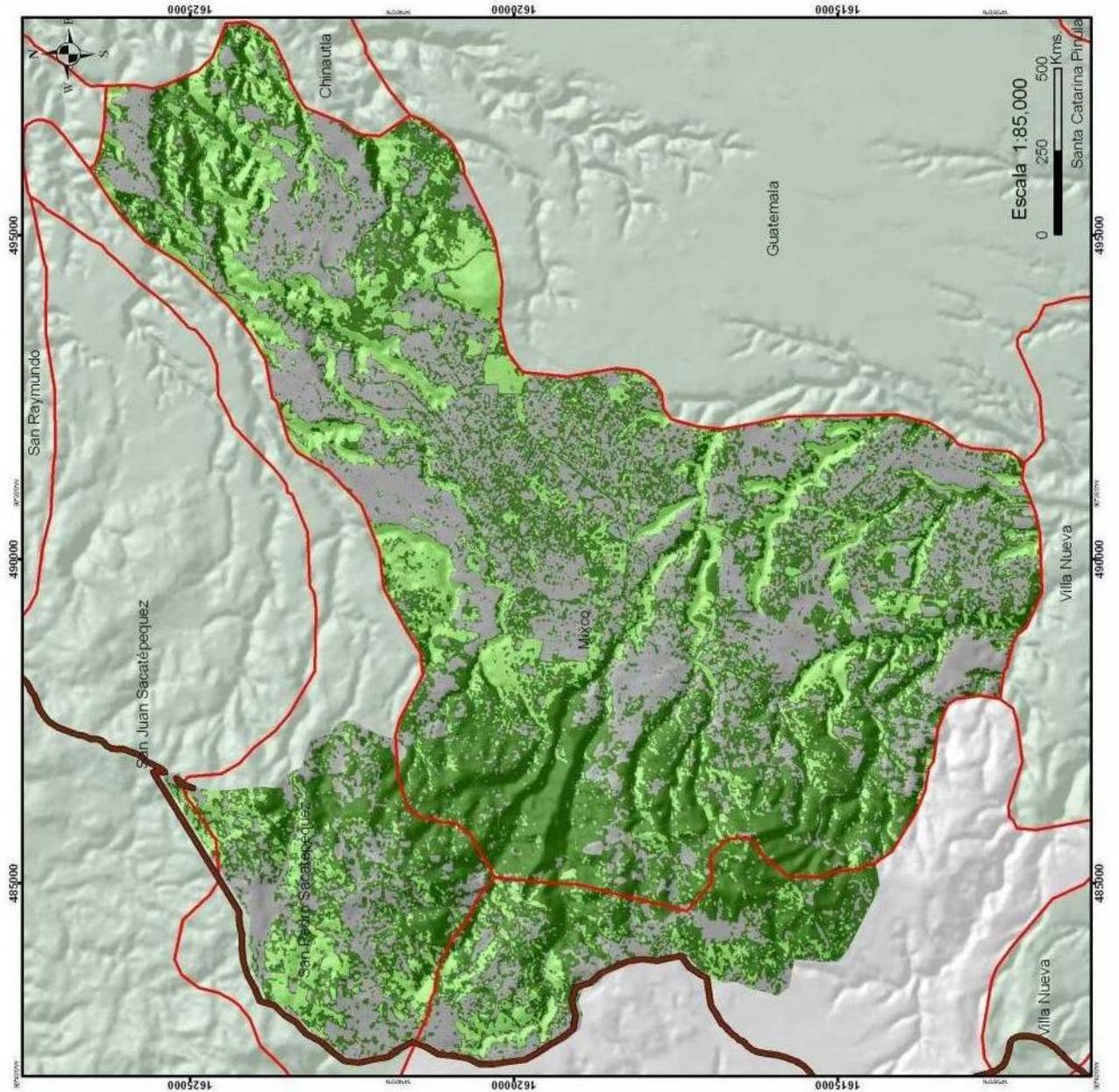
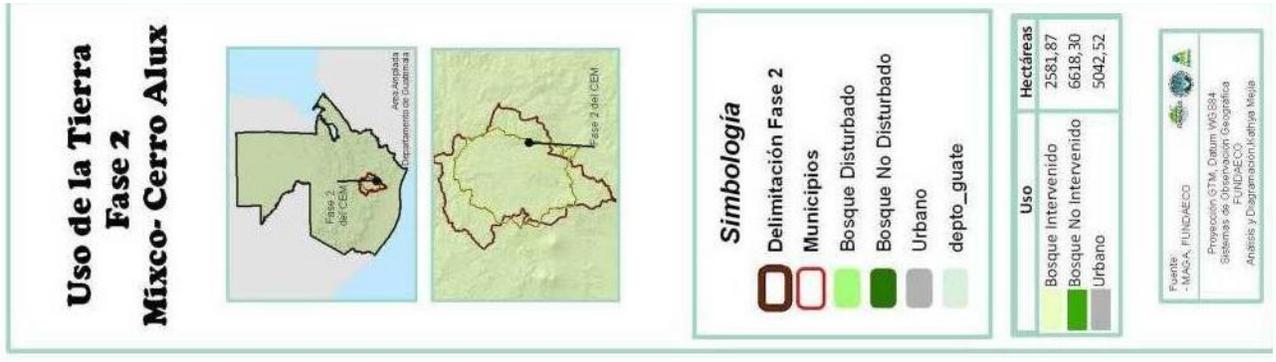


Figura 32. Mapa de uso de la tierra de la Fase 2 Mixco-Cerro Alux

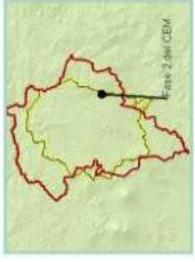
Las recomendaciones de uso de la tierra para la Fase 2 demuestran las acciones a seguir en toda la región (Figura 33), con la finalidad de preservar los remanentes que se encuentran, además se realizó el mapa de recomendaciones de uso para el municipio de Mixco y el área de Cerro Alux (Figura 34), donde en la mayoría del municipio existen áreas potenciales para la conservación y el ecodesarrollo.

En el mapa de recomendaciones de uso de Mixco (Figura 34) se refleja el uso de la tierra en conjunto con el factor principal de amenaza que es la pendiente dando a conocer que en la mayoría del territorio se debe de realizar conservación con manejo ya que poseen cobertura vegetal la cual representa una barrera contra desastres como deslizamientos de tierra, la categoría de ecodesarrollo también se presenta en gran parte en las áreas donde hay infraestructura, suelos desnudos o bosque disturbado en el cual se puede crear parques o jardines.

Las áreas de conservación estricta son mayormente en áreas con altas pendientes como cumbres y barrancos los cuales por esta característica deben ser inhabitables; en éstos solo se deben de tomar acciones para la preservación de su estado y así gozar de los servicios ambientales que otorgan al municipio.

En el análisis de uso y recomendaciones de uso se tomó en cuenta la región del Cerro Alux, debido a que es importante conocer el estado en el que se encuentra además de qué medidas se pueden tomar para conservarlo, ya que por ser un área protegida cuya finalidad primordial es la captación y abastecimiento de agua, se hace necesario contar con herramientas para la toma de decisiones por parte de los entes encargados.

Recomendaciones de uso de la tierra Fase 2 del Cinturón Ecológico Metropolitano CEM

Simbología

- Delimitación Fase 2
- Delimitación Fase 1
- Municipios
- Lago de Amatitlán
- Ecodesarrollo
- Conservación con Manejo
- Conservación Estricta
- Urbano
- Gestión de Riesgo

Recomendaciones	Hectáreas
Ecodesarrollo	3869,25
Conservación Estricta	70846,91
Conservación con Manejo	4711,40
Urbano	25272,12
Gestión de Riesgo	777,43
Total	105477,11

Fuente: - MAGA, FUNDRECO

Proyecto: GTM, Carta 1:62,500

Sistema de Observación Geográfica: FUNDRECO

Análisis y Diagramación: Katya Mejía

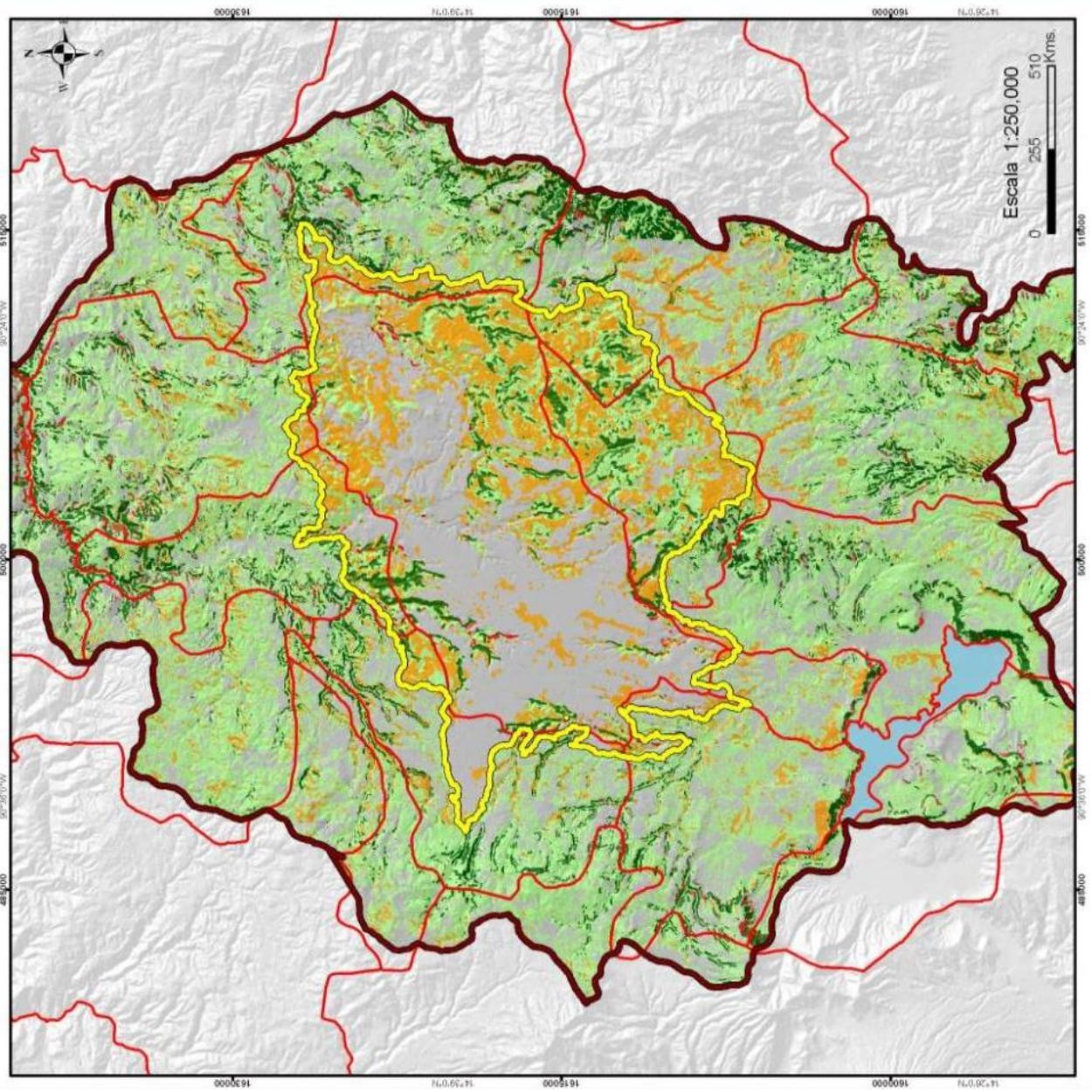


Figura 33. Mapa de recomendaciones de uso de la tierra de la Fase 2 del Cinturón Ecológico Metropolitano

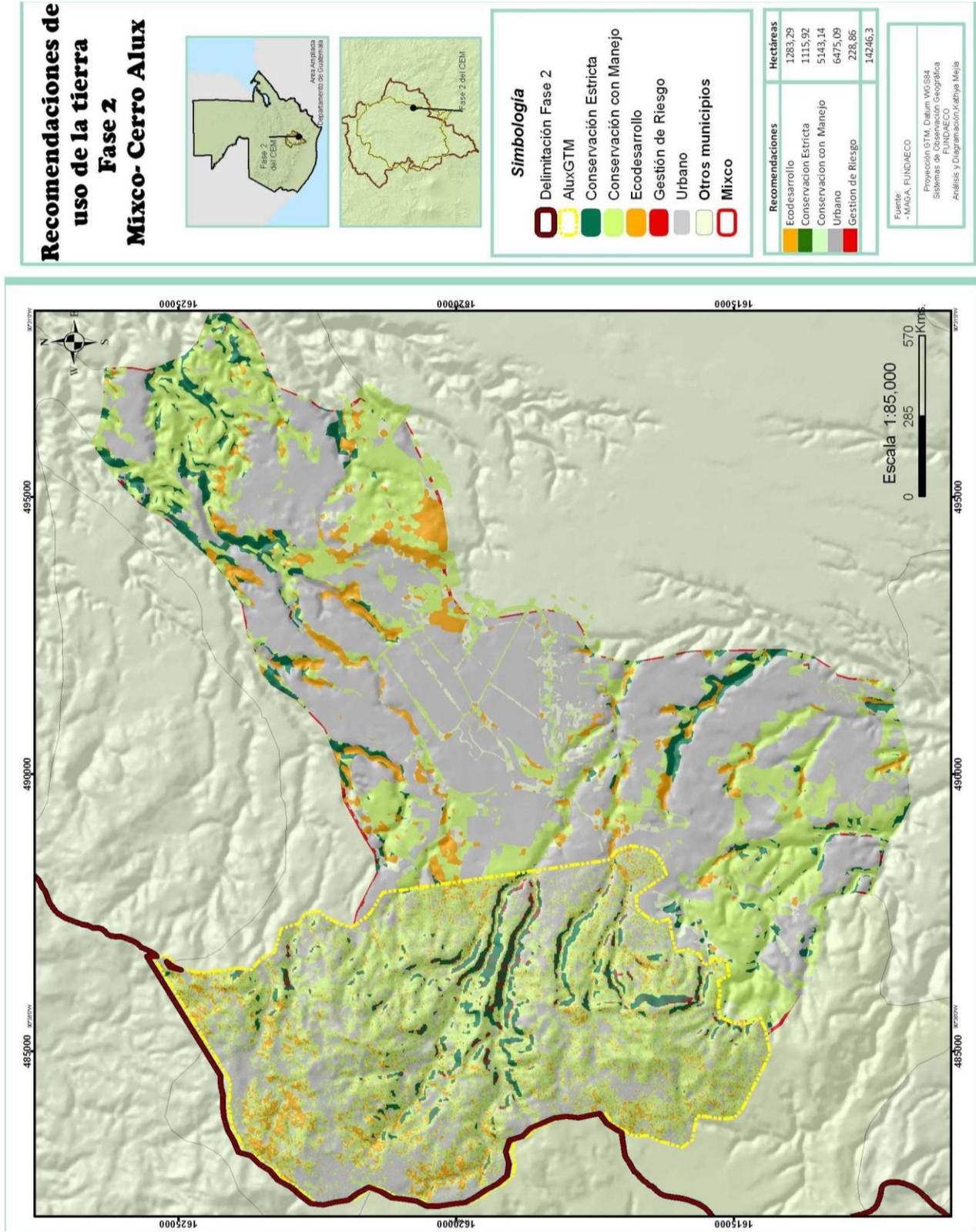


Figura 34. Mapa de recomendaciones de uso de la tierra de la Fase 2 Mixco-Cerro Alux

El siguiente cuadro (Cuadro 10) indica la superficie que debería poseer cada una de las categorías de recomendaciones de uso de la tierra para la Fase 2 del CEM.

Cuadro 10. Área en hectáreas de Recomendaciones de uso de la tierra para Mixco-Cerro Alux 2009-2010

Recomendaciones del uso de la tierra	Área en hectáreas
Conservación Estricta	1115.92
Conservación con Manejo	5143.14
Ecodesarrollo	1283.29
Gestión de Riesgo	228.86
Urbano (ya existente)	6475.09

Cuadro 11. Estimación de costos para el área a reforestar según Recomendación de uso

A	B	C= A*B	D	E=C-(C*D)	F	G=F*E	H=A*12800
Área a reforestar (ha.)	Plántulas por ha.	Número de plántulas	Pérdida aprox.	Plántulas finales	Precio de producción en vivero	Costo Final (Q.)	Pago del PINFOR en un año (Q12800/año)
228.86	1111	254263	10%	228,837	1.75	400465	2 929,408

Datos aproximados

Tal como se observa en el cuadro 10 existen 228.86 ha., para reforestar esto implicaría según proyecciones que la producción en vivero es de aproximadamente 254,263 plántulas de diferentes especies forestales que para el caso de la región donde se necesita la reforestación sería con *Pinus sp.*, y *Cupressus lusitánica* debido a que son especies nativas de la región, la semilla de estas puede encontrarse en el Banco de Semillas Forestales (BANSEFOR) que se encuentra en las oficinas central del Instituto Nacional de Bosques (INAB). Existe otras especies que puede utilizarse en la región no solo para reforestación sino para parques, jardines o arriates, estas se describen en el Anexo 1.

En términos económicos se estima que la producción de plantas en vivero propiciaría la generación de empleos temporales pudiendo utilizarse como mano de obra a los habitantes de las comunidades de las áreas de influencia Si dichas áreas se incluyen al programa de incentivos forestales (PINFOR), el Estado estaría resarcando la cantidad de Q2929,408 en un periodo de 5 años a los involucrados

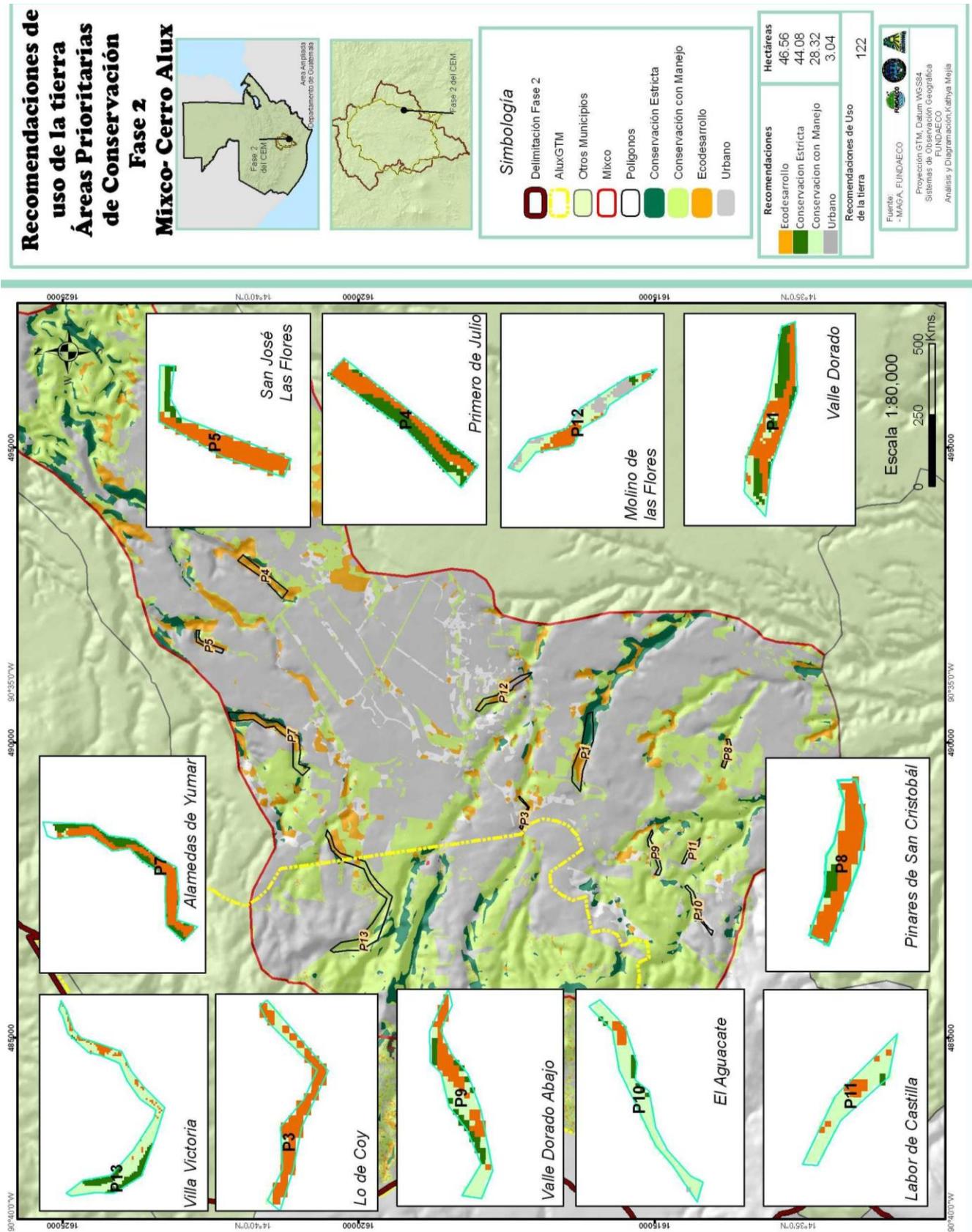


Figura 35. Mapa de áreas prioritarias de conservación de los recursos naturales renovables.

La interpretación de las ortofotos en conjunto con el mapa de recomendaciones de uso de la tierra, permitió ubicar las áreas prioritarias de conservación (Figura 35) en el municipio las cuales son importantes debido a que proveen servicios ambientales para las diferentes colonias o urbanizaciones de los alrededores.

En la mayoría de los remanentes escogidos se debe de establecer acciones de ecodesarrollo y conservación con manejo, según se puede observar en la figura 15 ya que son áreas que han sido disturbadas pero con un manejo adecuado pueden ser preservadas y prestar los servicios ambientales para los habitantes de las colonias cercanas (Cuadro 12)

Cuadro 12. Características de las colonias donde se encuentran los remanentes.

Nombre de la colonia	Número de habitantes	Recomendaciones de los remanentes	Área del remanente (ha)
San José las Flores	23603	Ecodesarrollo, conservación con manejo y conservación estricta	3,90
Lo de Coy	6188	Ecodesarrollo y conservación con manejo	2.09
Pinares de San Cristobál	775	Ecodesarrollo, conservación con manejo y conservación estricta	3.54
Valle Dorado	14903	Ecodesarrollo, conservación con manejo y conservación estricta	20.5
Labor de Castilla	63	Ecodesarrollo y conservación con manejo	2.99
Molino de las Flores	21220	Ecodesarrollo y conservación con manejo	9.9
Valle Dorado (abajo)	75	Ecodesarrollo, conservación con manejo y conservación estricta	5.1
El Aguacate	1763	Ecodesarrollo, conservación con manejo y conservación estricta	4.79
Alamedas de Yumar	18578	Ecodesarrollo y conservación estricta	21.82
Villa Victoria	1992	Conservación con manejo	35.8
Primero de Julio	22081	Ecodesarrollo, conservación con manejo y conservación estricta	11.93

Fuente: Elaboración Propia

El objetivo principal de las áreas prioritarias seleccionadas debe ser la conservación, el uso adecuado de los recursos existentes, en el caso de tener bosque disturbado, la restauración de flora nativa y el cuidado de especies de fauna silvestre propia, manteniendo así las interacciones naturales de suelo, agua y bosque. Con el ecodesarrollo se promueve una urbanización de bajo impacto, es decir que no afecte el estado natural de los remanentes, utilizando los senderos ya existentes como caminos dentro de los mismos, también la reforestación para evitar la erosión y para el establecimiento de la flora que existió en el pasado.

Recomendaciones de uso de la tierra
Áreas Prioritarias de Conservación de Fase 2
Mixco-Cerro Alux



Simbología

- Delimitación Fase 2
- Alux-TM
- Polígonos
- Circuitos 10rtos_10.shp
- Mibcoo

Fuente:
 - IMAQ, FUMBA-ECO
 Proyección UTM, Datum WGS84,
 Sistema de Coordenadas Geográficas
 FUMBA-ECO
 Análisis y Diagramación: Isahya Heijo

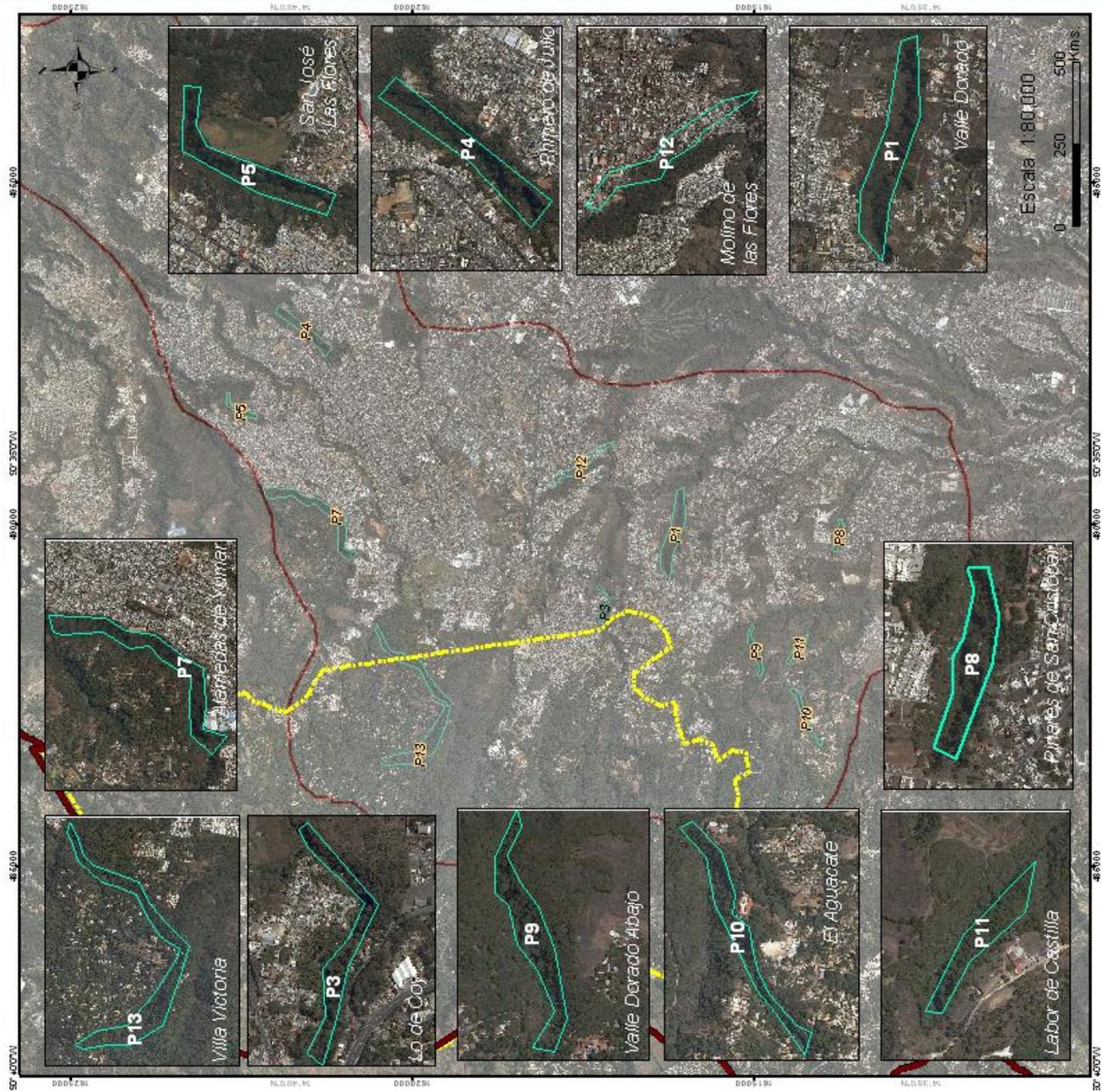


Figura 36. Mapa de Cobertura de áreas prioritarias de conservación de los recursos naturales renovables

2.8 CONCLUSIONES

Las áreas prioritarias de conservación basadas en el diseño de la Fase 2 del CEM se propusieron para el municipio de Mixco, debido a que las autoridades prestaron interés en la estrategia de conservación de remanentes

Según el diseño de la Fase 2 para la ubicación de los remanentes se tomó en cuenta la pendiente debido a que los remanentes en su mayoría están en un rango de 30 a 40 grados, el uso del suelo y el grado de incidencia sobre los recursos el cual es alarmante debido a las urbanizaciones las cuales al no tener ningún tipo de regulación avanzan hacia áreas las cuales no deben ser habitadas, todo esto unido a que el municipio se encuentra cerca de la capital volviéndolo un lugar muy cotizado por lotificadoras, el uso urbano del municipio es de 6475.09 hectáreas lo cual significa un 71% del municipio.

La importancia de dichos remanentes es la preservación de sus características las cuales son el reflejo de lo que alguna vez existió en la región.

El área de bosque puro e intervenido alcanza las 6259.06 hectáreas, incluyendo la Reserva de Manantiales de Cerro Alux, por lo que es de suma importancia su protección y uso adecuado debido a la fuerte presión que existe sobre estos.

Las características principales de las áreas prioritarias de conservación son que se encuentran en la zona de vida Bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), con Bosque de Pino-encino así como otras latifoliadas asociadas, con un clima según Thornthwaite templado húmedo con invierno benigno seco a lo largo de las planicies, el pie de monte, terminando al Oeste con el Cerro Alux. Presenta una red hídrica que atraviesa todo el departamento.

Una característica importante de los remanentes escogidos en el estudio es que se encuentran cerca de infraestructura, por lo cual tienen el potencial de convertirse en la mayoría de los casos en reservas y parques administrados por los vecinos

Según el mapa de amenaza por deslizamientos el municipio de Mixco tiene un riesgo medio es decir que es probable que al darse una lluvia extrema pueda ocurrir algún tipo de desastre, en gran medida porque existen construcciones y suelo desnudo en altas pendientes.

En la mayoría de polígonos priorizados se recomendó el ecodesarrollo es decir que se pueden realizar actividades recreativas, elaboración de senderos, también se pueden realizar pequeños proyectos de reforestación con especies nativas para asegurar su preservación.

Los servicios ambientales que brindan los áreas prioritarias de conservación son refugio de fauna y flora propia del municipio, purificación del aire, belleza escénica, regulación del microclima, captación del agua de lluvia para la recarga de los mantos freáticos por lo cual es de importante su preservación.

La presente investigación se puede convertir en una herramienta que suministre fundamentos importantes para un plan de ordenamiento territorial.

2.9 RECOMENDACIONES

La conservación de bosques debe ser prioridad debido a que en los últimos años se ha perdido mucha cobertura boscosa, la cual provoca que los suelos sean altamente vulnerables a deslizamientos o derrumbes en la época lluviosa. Por lo tanto se deben de identificar y priorizar otros remanentes boscosos en los demás municipios incluidos dentro del diseño de la Fase 2 del Cinturón Ecológico Metropolitano para garantizar su existencia para las futuras generaciones.

Las municipalidades, concejos comunitarios de desarrollo, concejos municipales de desarrollo, escuelas cercanas a barrancos o áreas verdes, comités de vecinos o cualquier organización interesada en la preservación de los recursos naturales deben crear mecanismos de apoyo como proyectos y asignación de recursos financieros para la protección de los remanentes cercanos a las viviendas.

Se recomienda a las municipalidades negar cualquier permiso de construcción cuando las pendientes sean mayores de 20 grados debido a que el suelo quedaría vulnerable al momento de eliminar la cobertura boscosa.

Las municipalidades deberán articular acciones de apoyo a las comunidades, colonias, barrios, asentamientos y todos aquellos conglomerados humanos que hacen uso de los recursos naturales del Cinturón Ecológico Metropolitano (CEM) a fin de que estos contribuyan a elevar la calidad de vida de las poblaciones.

Las municipalidades deberán realizar gestiones necesarias para incluir al Cinturón Ecológico Metropolitano dentro del sistema de áreas protegidas (SIGAP) ya que es de suma importancia contar con espacios para la recreación o para la protección de las especies del departamento.

Se deben de realizar estudios detallados de valoración económica de los servicios ambientales que presta el Cinturón Ecológico Metropolitano, a fin de diseñar las estrategias más adecuadas que permitan su uso y conservación.

Se deben elaborar estudios que permitan identificar las especies más promisorias para reforestar las 228.86 hectáreas que se identificaron en el municipio de Mixco, la cual puede ingresar al programa de incentivos forestales (PINFOR).

2.10 BIBLIOGRAFÍA

1. AGISTER (Asociación para la Gestión del Suelo y el Territorio, GT). 2008. Creación de las capacidades para la gestión de la información espacial institucional de FUNDAECO en la perspectiva de la construcción de un observatorio territorial ambiental: informe 1. Guatemala. 22 p.
2. CEUR (USAC, Centro de Estudios Urbanos y Regionales, GT). 1998. Área metropolitana de la ciudad de Guatemala: a propósito del proyecto de ley de creación del distrito metropolitano (en línea). Guatemala, Boletín no. 37. Consultado 5 mar 2009. Disponible http://www.usac.edu.gt/~usacceur/pdf/Boletin/Boletin_CEUR_37.pdf
3. _____.1991. Dependencia y Deterioro ambiental: El caso de Guatemala. (en línea) Guatemala, USAC, Boletín no. 11 Consultado 5 mar 2009. Disponible en http://ceur.usac.edu.gt/bol_11.htm
4. _____.1999. Región metropolitana y metropolización (en línea) Guatemala, USAC. Consultado 5 mar 2009. Disponible en www.usac.edu.gt/~usacceur/pdf/2007/Rafael_Valladares_2007.pdf
5. FUNDAECO (Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación, GT). 2005. Propuesta técnica para el establecimiento del cinturón ecológico metropolitano ciudad de Guatemala primera fase. Guatemala. 89 p.
6. _____. 2006. Memoria de labores 1990-2006. Guatemala. 26 p.
7. JICA (Japan International Cooperation Agency, JP). 2003. Serie de mapas de amenazas. Guatemala, CONRED. 6 p.
8. MUNIGUATE (Municipalidad de la ciudad de Guatemala, GT). 2008. Situación territorial de la Ciudad de Guatemala (en línea). Guatemala. Consultado 25 feb 2009. Disponible en http://pot.muniguate.com/docts_soporte/01_situacion_territorial.php
9. Van Rooij, W. 2008. Manual for biodiversity modelling on a national scale. Holanda. 25 p.

CAPITULO III
SERVICIOS REALIZADOS

.

3.1 PRESENTACION

La Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala posee en su programa de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), un apartado en el cual los estudiantes ponen a disposición de la entidad cooperante sus conocimientos, técnicas y destrezas adquiridas; mediante servicios que faciliten el trabajo de la institución.

Para este caso la institución cooperante es la Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación (FUNDAECO), la cual está encargada del manejo de áreas protegidas y desarrollo comunitario en los departamentos de Izabal, Huehuetenango y Guatemala.

Los servicios realizados para FUNDAECO fueron: 1. Describir una metodología para la elaboración de bases de datos biogeográficas para las áreas protegidas del Corredor Biológico del Caribe de Guatemala, con el propósito de crear herramientas para la toma de decisiones 2. Creación de mapas temáticos y de análisis necesarios para la Fundación. 3. Colocar información biogeográfica en un formato el cual permita realizar consultas, observar y modificar datos en el caso que sea necesario.

3.2 OBJETIVO GENERAL DE LOS SERVICIOS

Realizar actividades técnicas necesarias para la Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación (FUNDAECO), las cuales sirvan de punto de partida para la toma de decisiones a beneficio de las Áreas Protegidas y de Conservación de Guatemala.

3.3 ÁREA DE INFLUENCIA

FUNDAECO, tiene actividades de conservación y estudios de vida silvestre en varios puntos del país, por lo cual los servicios prestados no fueron de un área en específico sino para varias localidades como lo son: El departamento de Izabal, el cual cuenta con información biogeográfica de las distintas Áreas Protegidas, el Área de Usos Múltiples de Monterrico en la cual el equipo de FUNDAECO realizó estudios acerca de patos que migran hacia Guatemala como ruta hacia el norte, tramo carretero de la Franja Transversal del Norte en el cual mediante análisis se llegaron a determinar las ventajas y desventajas de la pavimentación del tramo y el establecimiento de la plataforma de datos espaciales para la utilización del público en general.

3.3.1 SERVICIO NO.1 ELABORACIÓN DE MAPAS TEMÁTICOS Y DE ANÁLISIS NECESARIOS PARA FUNDAECO

3.3.1.1 Definición del problema

FUNDAECO, posee un equipo multidisciplinario el cual se ve involucrado en distintas problemáticas de interés nacional por lo que es importante tener herramientas necesarias para la búsqueda de soluciones como la elaboración de proyectos para beneficio de distintos actores. Es por esto que se hace necesario tener información precisa convirtiendo los mapas en una herramienta que provee de manera puntual las características del problema y las posibles soluciones.

En tal sentido se elaboraron los siguientes mapas: El mapa de distancia de viviendas en relación con lagunas en el Área de Usos Múltiples Monterrico, es el resultado de investigaciones biológicas hechas con la finalidad de conocer la amenaza que presentan las especies migratorias de patos al establecerse en las lagunas del complejo del área protegida y en las afueras de la misma por parte de los habitantes de la región que se dedican a cazarlos para el consumo.

El mapa de Áreas Protegidas, Sitios Arqueológicos y Bosques Ecológicamente Prioritarios en el Proyecto Franja Transversal del Norte (FTN), indica cuales son las áreas vulnerables a la pérdida de especies de flora, fauna, fuentes de agua y sitios arqueológicos con la construcción y pavimentación de la carretera a través de los departamentos de Izabal, Alta Verapaz, El Quiché y Huehuetenango.

3.3.1.2 Objetivo específico del servicio

Elaboración de mapas temáticos necesarios para la Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación (FUNDAECO) y explicar sus principales características.

3.3.1.3 Metodología

A. Elaboración del mapa de distancias de viviendas en relación a lagunas en el área de usos múltiples Monterrico.

- a. Se elaboró un mosaico con la herramienta *Mosaic to New Raster* del *ArcToolbox* con las ortofotos 2006 del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) de toda el área de interés con lo que se realizó reclasificación de los usos que existen en la región.
- b. A este mosaico se le debe efectuar una clasificación no supervisada en ERDAS Imagine 8.4 con la finalidad de obtener una paleta de colores con diferentes clases para ser agrupadas según el criterio del estudio.
- c. El resultado de la clasificación debe ser analizado para separar la categoría de cuerpos de agua (lagunas) y de viviendas ya que este es el criterio que se necesitó para la realización del mapa.
- d. Una vez que se tienen los colores homogenizados según las dos clases deseadas se realizó una reclasificación con la herramienta *Reclassify* de la barra *Spatial Analyst*; para obtener nuevas clases a las cuales posteriormente se les aplicó otro análisis para crear solo dos clases cuales fueron viviendas y agua con clases 0 y 1 respectivamente.

- e. Para separar la categoría de viviendas se elaboró una reclasificación para el cual se le colocó al código 0 (el de vivienda) el número 1 y al código 1 se le colocó No Data, lo mismo se realiza para las lagunas.
- f. Se realizó un análisis de distancia a las lagunas con la herramienta *Straight line* en *Distance* en la barra *Spatial Analyst* para conocer a que distancia están las viviendas de las lagunas.
- g. Luego con la herramienta *Raster calculator*, se multiplicó el resultado obtenido del análisis anterior con la categoría que solo incluye las viviendas para obtener la capa a la cual se le deben de colocar los rangos de distancias necesarios para el análisis.
- h. Para el caso de las lagunas las cuales están clasificadas anteriormente como Cuerpos de Agua se les debe separar por tres categorías las cuales son: Presencia comprobada de patos, presencia no comprobada de patos y presencia nula de patos, éstas fueron determinadas según los conocimientos de campo obtenidos por biólogos en el área de estudio, esto se efectuó convirtiendo el formato Raster a formato vector en la barra *Spatial Analyst* con la herramienta *Convert* y luego *Raster to feature*, luego en la tabla de atributos del vector obtenido, se debe de agregar una columna a la cual se le agregaron las categorías antes mencionadas.

B. Elaboración del mapa de Áreas Protegidas, Sitios Arqueológicos y Bosques Ecológicamente Prioritarios en el Proyecto Franja Transversal del Norte (FTN)

Para la elaboración del mapa se realizó previamente el análisis del Impacto en la Biodiversidad por infraestructura (carreteras) mediante la metodología GloBio 3 (Van Rooij, W. 2003) elaborada por la Agencia de Evaluación Ambiental de Holanda (PBL por sus siglas en Neerlandés) para conocer la vulnerabilidad a la que están expuestos los diferentes elementos a tomar en cuenta. Para dicho análisis se contó con los siguientes insumos:

- a. Caminos en formato raster con la proyección adecuada en esta capa se incluyó el diseño de la Franja Transversal del Norte diseñado por COVIAL y que esta carretera era asfaltada
- b. Uso actual de la tierra.

El impacto que tengan los caminos sobre la biodiversidad dependerá de la distancia a la que se encuentre el área de interés de la infraestructura y del tipo de cobertura de la tierra. Esto se cuantifica en el siguiente cuadro (Cuadro 12):

Cuadro 13. Clases según la infraestructura, tipo de cobertura de la tierra y su media de abundancia de especies (Mean Species Abundance, MSA)

Clases según Infraestructura	Tipo de Cobertura de la Tierra	Alto (50%) MSA _i = 0.5	Med. (75%) MSA _i = 0.75	Bajo (90%) MSA _i = 0.90	No impacto MSA _i = 1
1	Cultivos, pastos, desierto, humedales, nieve y hielo	0.0-0.5 km	0.5-1.5 km	1.5-5.0 km	>= 5.0 km
2	Bosque templado y boreal	0.0-0.3 km	0.3-0.9 km	0.9-3.0 km	>= 3.0 km
3	Bosque tropical, tundra	0.0-1.0 km	1.0-3.0 km	3.0-10.0 km	>= 10.0 km
4	Poblados, lagos y ríos.	-	-	-	>= 0.0 km

Fuente. Netherlands *Environmental Assessment Agency* (PBL) 2006

- c. Se realizó un raster que contenía las distancias a los caminos para cada píxel individual que existía en el análisis.
- d. Lo primero fue reclasificar el mapa de uso actual de la tierra a un mapa de Uso Natural / Uso No Natural. Todos los usos de la tierra que sean naturales tendrán un valor de 1, los cuales son de interés y para los usos no naturales, se le asignó el valor 0.
- e. Luego, nuevamente se tomó el mapa de uso de la tierra y se reclasificó a otro mapa con los valores del Cuadro 12, como en la columna clase según infraestructura. Para Guatemala, no hay clase 2.
- f. Se elaboró el mapa llamado **Dist_infr** con el mapa de caminos, en el sistema de coordenadas adecuado y rasterizado a celdas de 100 * 100, partiendo del menú *Spatyal Analyst*, seleccionando *Distance* y *Straight Line*.
- g. Con *Raster Calculator* se hicieron cuatro rasters, cada uno de ellos lleva el valor 1 para todos los píxeles que caigan en la categoría de distancia que se especifica para cada clase de uso de la tierra. El comando que escribió es el siguiente:´

$$\text{Buff1} = [\text{Dist_infr}] < 500$$

- h. Con esto se obtuvo valor 1 para todos los que estén a menos de 500 metros del camino.

$$\text{Buff2} = [\text{Dist_infr}] > 500 \ \& \ [\text{Dist_infr}] < 1500$$

- i. Obteniendo así valor 1 para todos los que estén a más de 500 metros y menos de 1500 del camino.

$$\text{Buff3} = [\text{Dist_infr}] > 1500 \ \& \ [\text{Dist_infr}] < 5000$$

- j. Teniendo como resultado valor 1 para todos los que estén a más de 1500 metros y menos de 5000 del camino.

$$\text{Buff4} = [\text{Dist_infr}] > 5000$$

- k. Finalmente obteniendo valor 1 para todos los que estén a más de 5000 metros del camino.

- l. Los valores anteriores de distancia son para la clase 1. Lo que procede es multiplicar cada una de las distancias con su MSA, el cual es un índice que mide la abundancia media de especies en relación a su presencia en la vegetación original correspondiente y se sumaron con el último raster que contenía la mayor distancia, y que no tiene MSA correspondiente por considerarse libre de impacto.

$$\text{MSA}_1 = \text{Con}([\text{Infra_class}] = 1, ([\text{Buf1}] * 0.5) + ([\text{Buf2}] * 0.75) + ([\text{Buf3}] * 0.9) + \text{Buf4}, 0)$$

- m. Este procedimiento se repitió para la clase 3 de infraestructura, ya que la descrita aquí es la que corresponde a la clase 1, que abarca cultivos, pastos, desiertos, humedales, nieve y hielo, con sus correspondientes distancias. La clase 2 no se da en Guatemala, y la clase 4 solo se toma en cuenta pues no es natural.

- n. Al finalizar, se sumaron los mapas resultantes de la siguiente forma:

$$\text{Imp_todo} = \text{Con}([\text{Infra_class}] = 4, 1, [\text{MSA}_1] + [\text{MSA}_3])$$

- o. Este procedimiento le asigna valor 1 a todos los píxeles que estén en la categoría 4 y suma las clases 1 y 3.
- p. Por último se debe realizar una combinación del último mapa con el de Uso Natural / Uso No Natural, y se le pide al programa que le asigne el valor del MSA calculado, y de 1 al resto del mapa (áreas no naturales), pues éstas son áreas sin impacto debido a infraestructura. Se usa el cálculo siguiente:

$$\text{Impact_infra} = \text{Con}([\text{nnn}] = 1, [\text{Imp_todo}], 1)$$

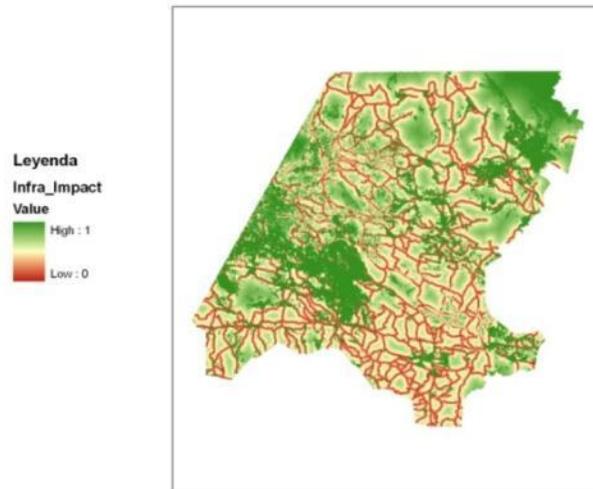


Figura 37 .Resultado del uso de la metodología

- q. Posteriormente al análisis se le agregan las capas de áreas protegidas del Sistema de Áreas Protegidas (SIGAP) y los portafolios de “vacíos o Gap’s” del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP 2006), la capa de sitios clave de biodiversidad (Key Biodiversity Áreas o KBA’s) elaborado por un grupo de especialistas de Mesoamérica, cuerpos de agua y sitios arqueológicos del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA 2006).

3.3.1.4 Evaluación

Del mapa de distancias de viviendas en relación a lagunas en el área de usos múltiples Monterrico se puede decir que la mayoría de las viviendas de la Aldea El Pumpe están en las cercanías de las lagunas lo cual es negativo ya que éstos se dedican a la cacería de patos en las épocas en que descansan para seguir la ruta migratoria. La Laguneta Tamarindo Viejo y Puente Grande son las

más alejadas de las viviendas y según la categoría determinada por los expertos según los estudios realizados en dichas áreas, se encuentran patos; lo que indica que en este lugar las especies están menos amenazadas por la difícil accesibilidad al área y porque no existe una gran cantidad de viviendas alrededor.

El Mapa de Áreas Protegidas, Sitios Arqueológicos y Bosques Ecológicamente Prioritarios en el Proyecto Franja Transversal del Norte (FTN) fue realizado en base al análisis de la infraestructura que es parte del modelo GloBio 3, siendo este impacto uno de sus 5 módulos, incluye relaciones entre distancia a caminos e impacto sobre la biodiversidad para varios biomas. La metodología se basa en más de 300 artículos científicos que contienen información de 200 especies.

El impacto del desarrollo de infraestructura en la FTN, incluye efectos directos de disturbios a la vida silvestre, debido a que a lo largo del diseño del tramo carretero existen corredores biológicos tanto de aves, mamíferos, insectos, entre otros, además de producirse fragmentación por barreras como lo son las carreteras que ya existen hacia esa ruta, parches sin bosque, así como aumento de las actividades de caza ilícita de baja escala a lo largo de caminos.

El mapa de la FTN presenta una línea de 5 kilómetros de cada lado en el trayecto de la carretera la cual indica que la biodiversidad que se encuentra en este lugar se verá afectada directamente, este criterio de ancho se determinó con base en análisis realizado partiendo del principio de que cada pixel del raster mide 500 metros (0.5 kms.).

En la figura 39 se puede observar el impacto directo sobre la biodiversidad que tendrá la FTN, indicados con el color rojo y a medida que las tonalidades van cambiando hacia color verde son menores las presiones sobre los recursos naturales. En dicha figura también se pueden observar las presiones producidas por las demás carreteras existentes.

No solo la biodiversidad se verá afectada sino también cuerpos de agua, sitios arqueológicos como Raxhul'Ha, San Antonio las Cuevas en Alta Verapaz, Yixquisis, El Aguacate y Gracias a Dios en Huehuetenango.

El diseño de este proyecto no tomó en cuenta que en el trayecto se encuentra el Parque Nacional Laguna Lachúa (SIGAP), en Alta Verapaz. Además en todo el trazo de la carretera FTN, se encuentran bosques ecológicamente prioritarios según CONAP 2006, como el Portafolio de

Laguna Brava, de Laguna Maxbal, de Secacaj; entre otros (Figura 40), los cuales presentan cobertura boscosa a manera de macizos que albergan especies de fauna importantes según el documento de Áreas Clave de Biodiversidad de México y Centroamérica (KBA's por su siglas en inglés), elaborado por un grupo de instituciones, organizaciones, investigadores y técnicos de la región mesoamericana.

3.3.1.5 Presentación de mapas temáticos

A continuación se presentan los siguientes:

- A. Mapa de distancias de viviendas en relación a lagunas en el área de usos múltiples Monterrico
- B. Mapa de Áreas Protegidas, Sitios Arqueológicos y Bosques Ecológicamente Prioritarios en el Proyecto Franja Transversal del Norte (FTN).

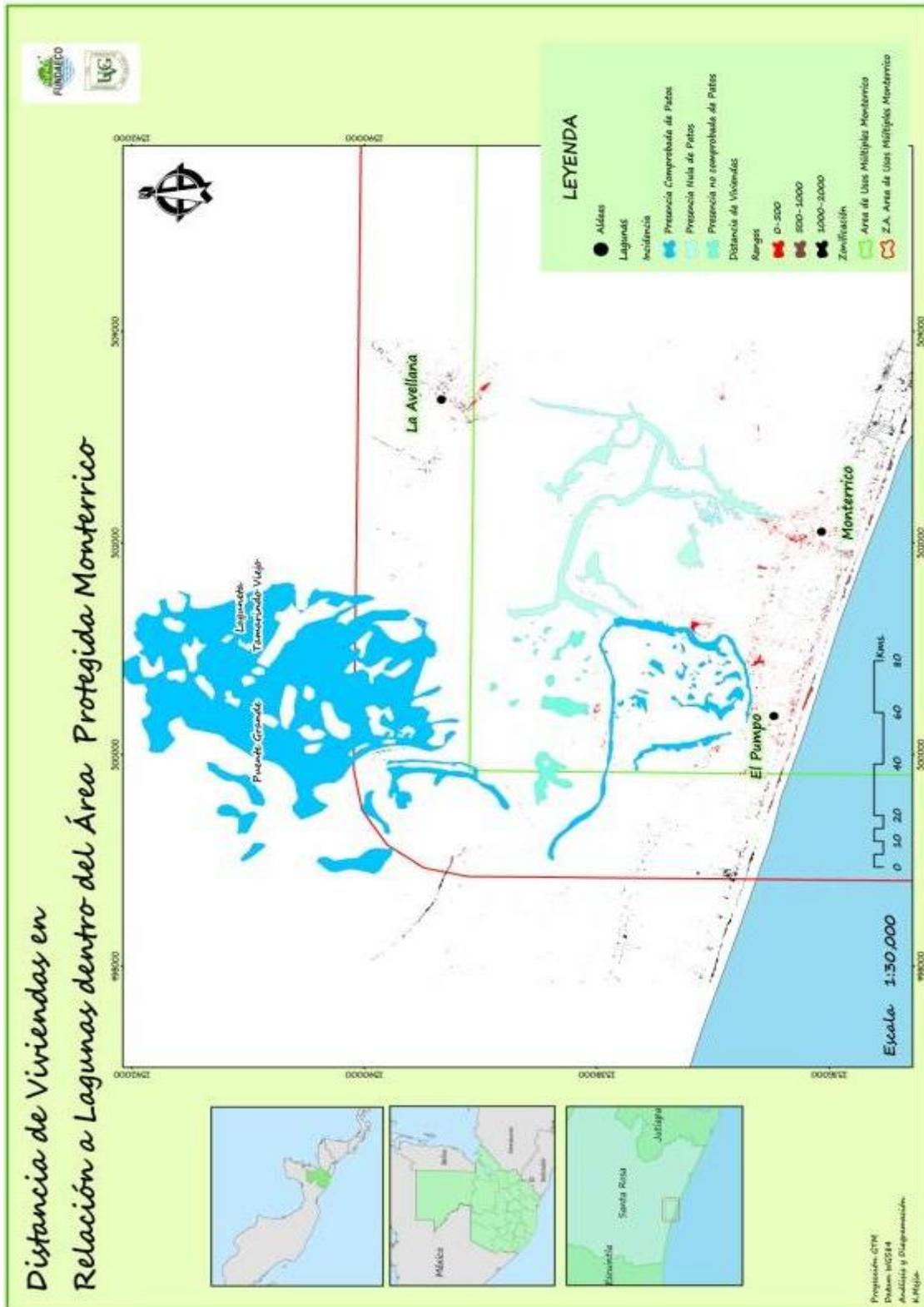
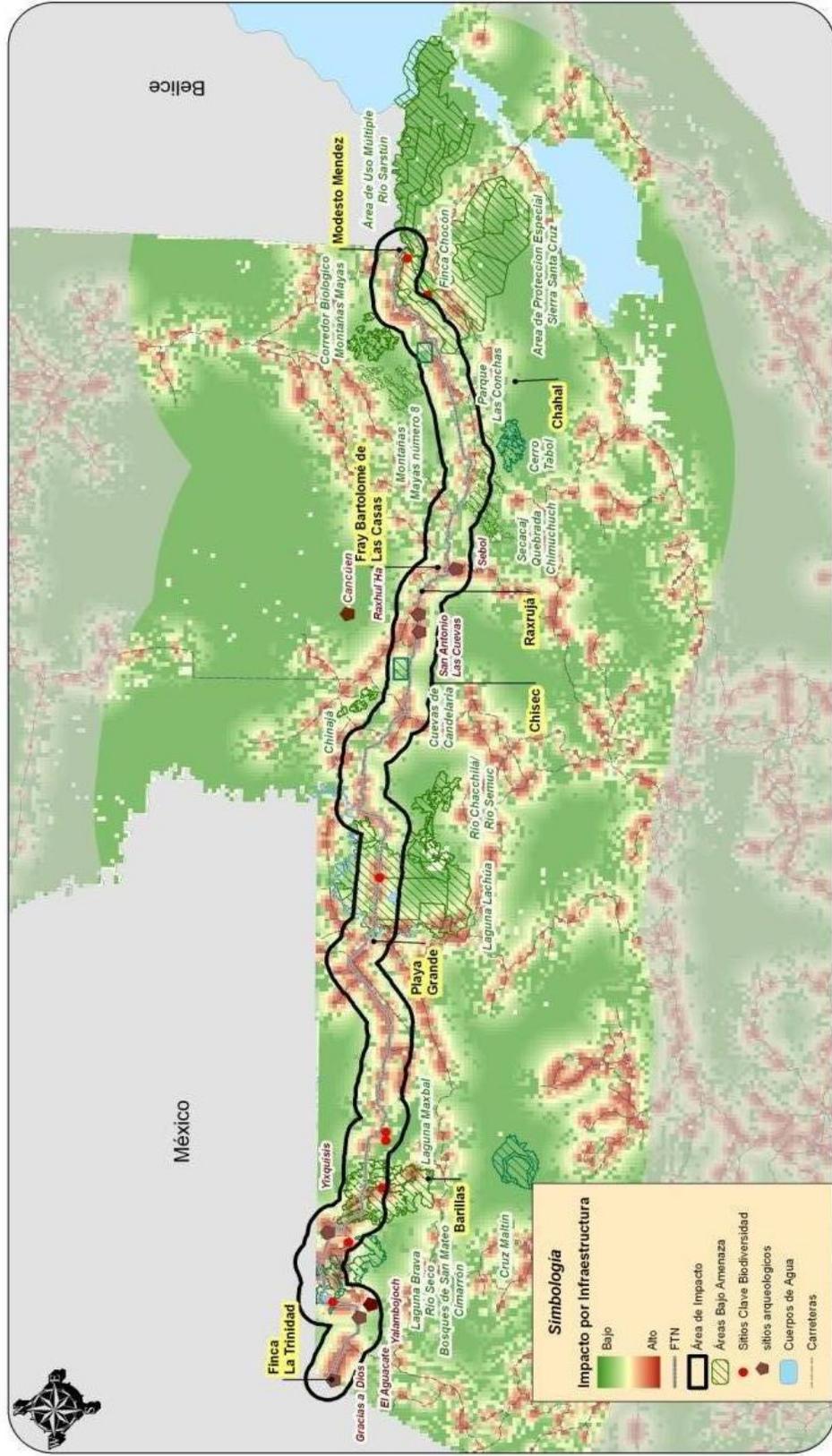


Figura 38. Mapa de distancias de viviendas en relación a las lagunas dentro y fuera de los límites del Área Protegida

Áreas Protegidas, Sitios Arqueológicos y Bosques Ecológicamente Prioritarios en el proyecto Franja Transversal del Norte



Protección GTM
 Datum WGS84
 Sistema de Información Geográfica
 FUNDAECO
 Análisis y Diagramación
 M. Vides y K. Mejía

0 12.5 25 50 75 100 Kms.
 1:900,000

Fuente
 MAGA, CONAP, SIGAP,
 SEGEPLAN, COVIAL, FUNDAECO,
 PBL (Agencia de Evaluación Ambiental de Holanda)

Figura 39. Impacto directo de la Franja Transversal del Norte sobre la biodiversidad

Áreas Protegidas, Sitios Arqueológicos y Bosques Ecológicamente Prioritarios en el proyecto Franja Transversal del Norte

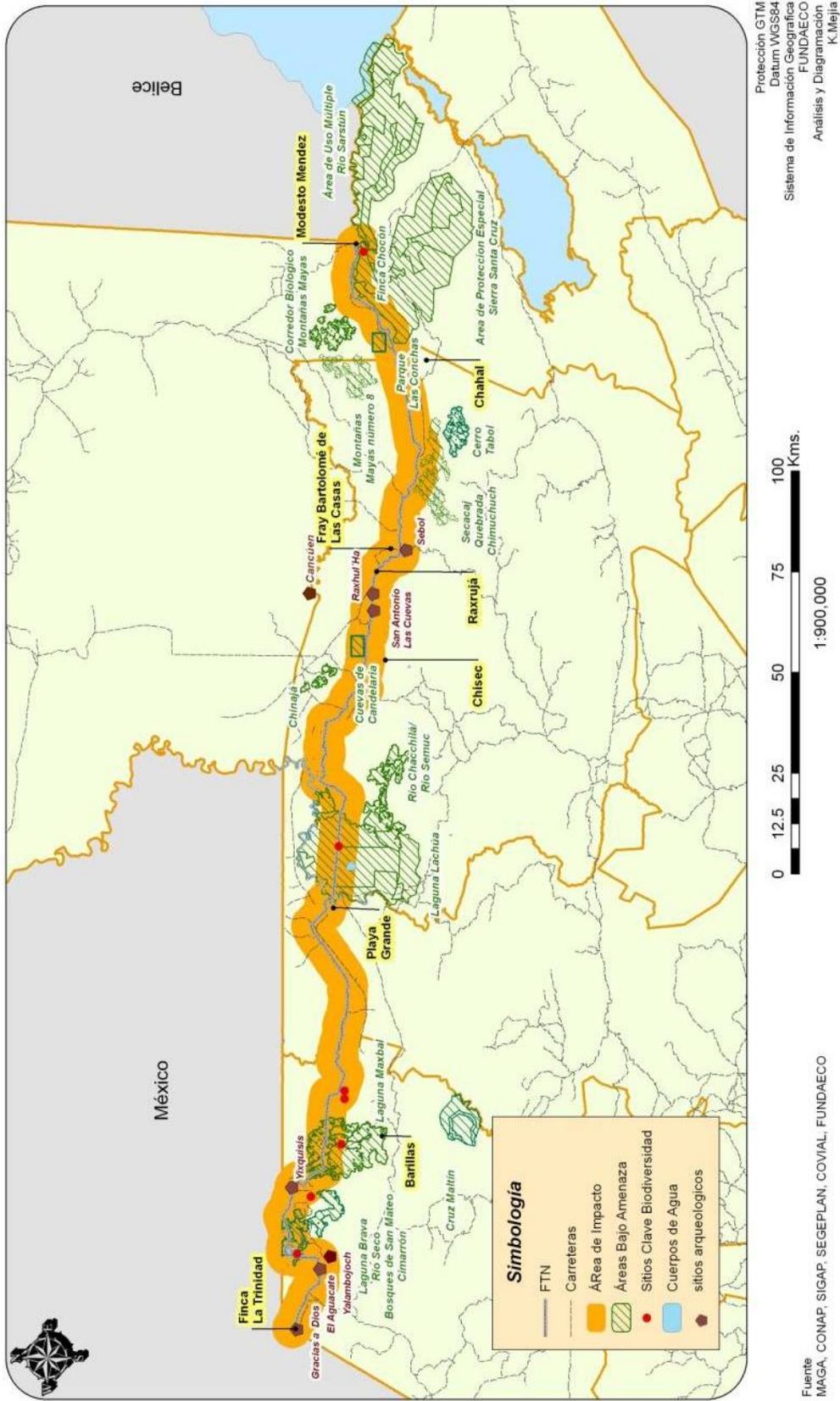


Figura 40. Impacto directo de la Franja Transversal del Norte sobre la biodiversidad, cuerpos de agua, sitios arqueológicos y bosques prioritarios.

3.3.2 SERVICIO NO.2 DESCRIBIR UNA METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE BASES DE DATOS BIOGEOGRÁFICA PARA LAS ÁREAS PROTEGIDAS DEL CORREDOR BIOLÓGICO DEL CARIBE DE GUATEMALA.

3.3.2.1 Definición del problema

FUNDAECO promueve la conservación de la flora y la fauna de los ecosistemas propios del Caribe, por lo cual realizan estudios constantes los cuales generan información actualizada la que se hace necesaria para conocer la dinámica de las especies a través del tiempo.

Debido a que la Fundación establecerá una Plataforma dinámica de datos espaciales se hace necesario colocar información en un formato, el cual permita realizar consultas, observar y modificar datos en el caso que sea necesario, por lo que dicha información la cual se encuentra en Microsoft Excel (.xls), se pasará a Microsoft Access 2007 (.mdb).

El presente servicio solo mostrará la metodología a seguir para la vinculación de bases de datos a formato Access debido a que la Fundación presenta la información biogeografica en todas las oficinas por lo cual no se había homogenizado al momento de la elaboración de dicha metodología.

3.3.2.2 Objetivo específico del servicio

Describir una metodología para la elaboración de bases de datos biogeográficas para las áreas protegidas del Corredor Biológico del Caribe de Guatemala.

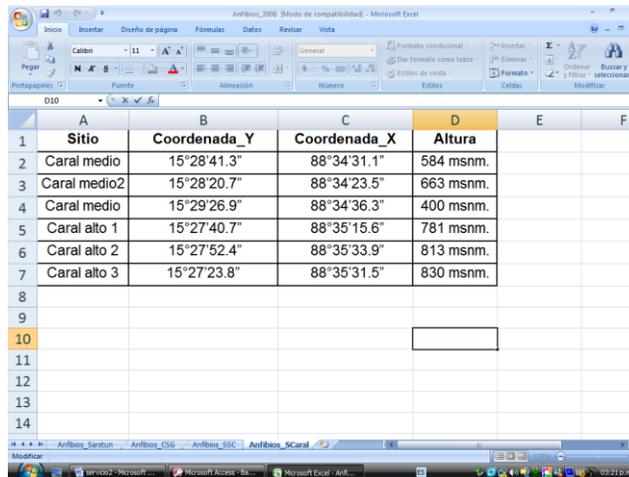
3.3.2.3 Metodología

A. Recopilación de Información:

Se deberá poseer la información generada de las distintas áreas de estudio del Caribe por parte de FUNDAECO a través de los años; la cual deberá encontrarse en Libros de Microsoft Excel para convertirla posteriormente a un formato de Microsoft Access 2007 (Bases de Datos).

B. Vinculación de Datos de Microsoft Excel a Microsoft Access 2007

- a. Para realizar la vinculación de las distintas hojas o libros de trabajo de Microsoft Excel estás deben estar organizadas en hojas, ordenadas de manera que cada hoja solo tenga un tipo de información y que la primera fila, la cual es la de los títulos no posee ningún espacio en blanco entre palabras para que sean aceptadas y creadas adecuadamente en Access. (Figura 41)



	A	B	C	D	E	F
1	Sitio	Coordenada_Y	Coordenada_X	Altura		
2	Caral medio	15°28'41.3"	88°34'31.1"	584 msnm.		
3	Caral medio2	15°28'20.7"	88°34'23.5"	663 msnm.		
4	Caral medio	15°29'26.9"	88°34'36.3"	400 msnm.		
5	Caral alto 1	15°27'40.7"	88°35'15.6"	781 msnm.		
6	Caral alto 2	15°27'52.4"	88°35'33.9"	813 msnm.		
7	Caral alto 3	15°27'23.8"	88°35'31.5"	830 msnm.		
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						

Figura 41. Forma correcta de almacenar datos en Microsoft Excel

- b. Para elaborar la base de datos se debe de abrir el programa Access, elegir la opción *Base de datos en blanco*, se le asigna un nombre y se crea. (Figura 42)



Figura 42. Elaboración de Base de Datos en Microsoft Access 2007

- c. Posteriormente se utiliza el comando *Datos Externos* en la cinta de opciones para realizar la vinculación se elige la opción *Excel*. (Figura 43)

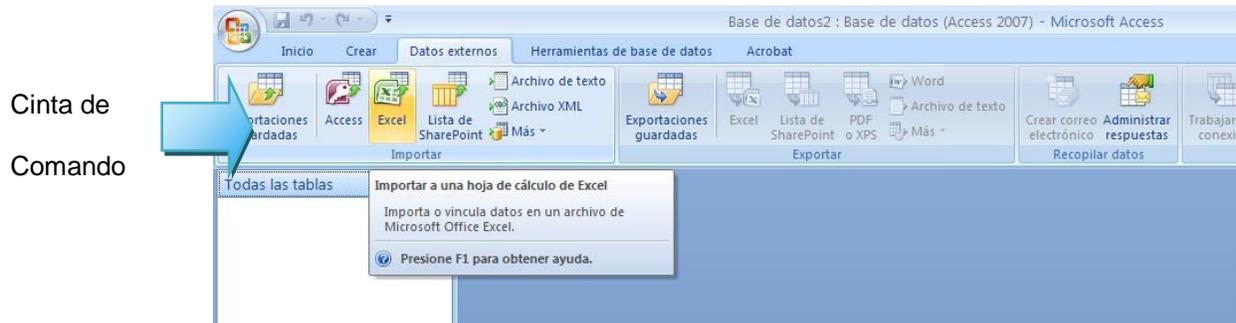


Figura 43.Vinculación de libros u hojas de Excel a Microsoft Access 2007

- d. Existen tres distintas opciones para la selección del origen y el destino de los datos (tablas Excel o cualquier otro documento), siendo la más adecuada la de *Importar el origen de datos en una nueva tabla de la base de datos actual* (Figura 44) ya que el programa Access realiza la tabla (base de datos) donde no importa el lugar donde se encuentre archivada la hoja o libro de Excel siempre se podrá modificar.

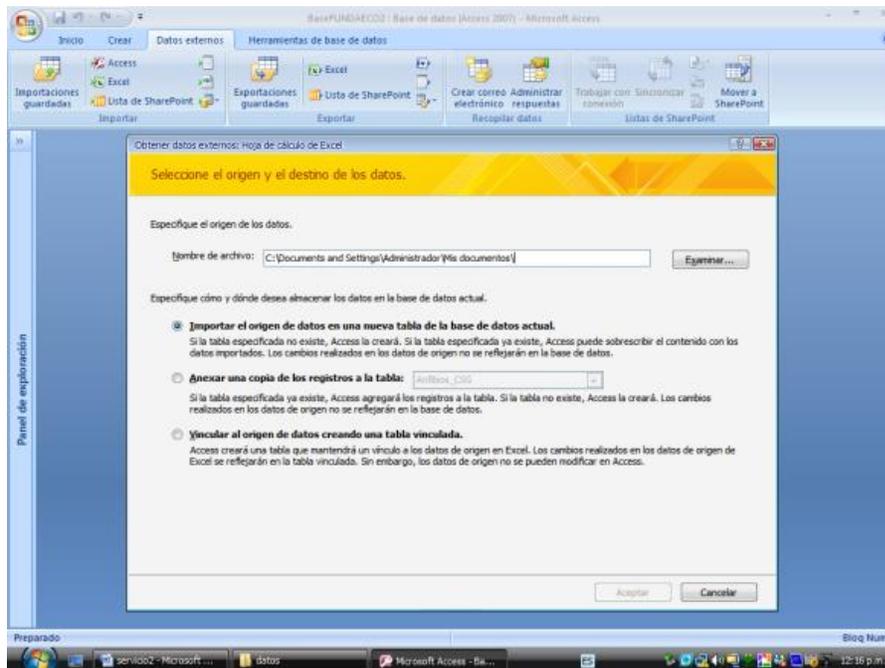
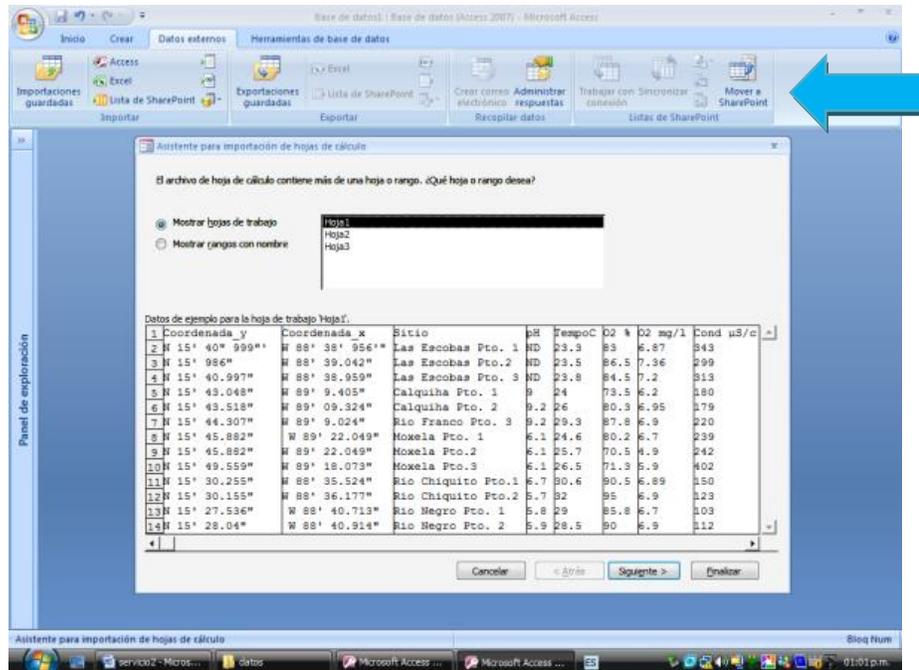


Figura 44.Selección del origen y destino de los datos

- e. El asistente de Access 2007 obliga al usuario a seguir una serie de pasos los cuales comienzan con indicar cuál de las hojas de Excel desea vincular ya que si el formato (Libro de Excel) que se desea utilizar posee varias hojas se debe de realizar el siguiente procedimiento para cada una de las mismas.(Figura 45)



Cada una de las hojas de Excel

Figura 45. Selección del origen y destino de los datos

- f. Se debe de indicar que la primera fila es la que Access va a utilizar como encabezados (Figura 46); el siguiente paso es darle formato a cada columna de la nueva tabla debido a que algunas serán de tipo texto, numérico, fecha y hora, etc.(Figura 47)

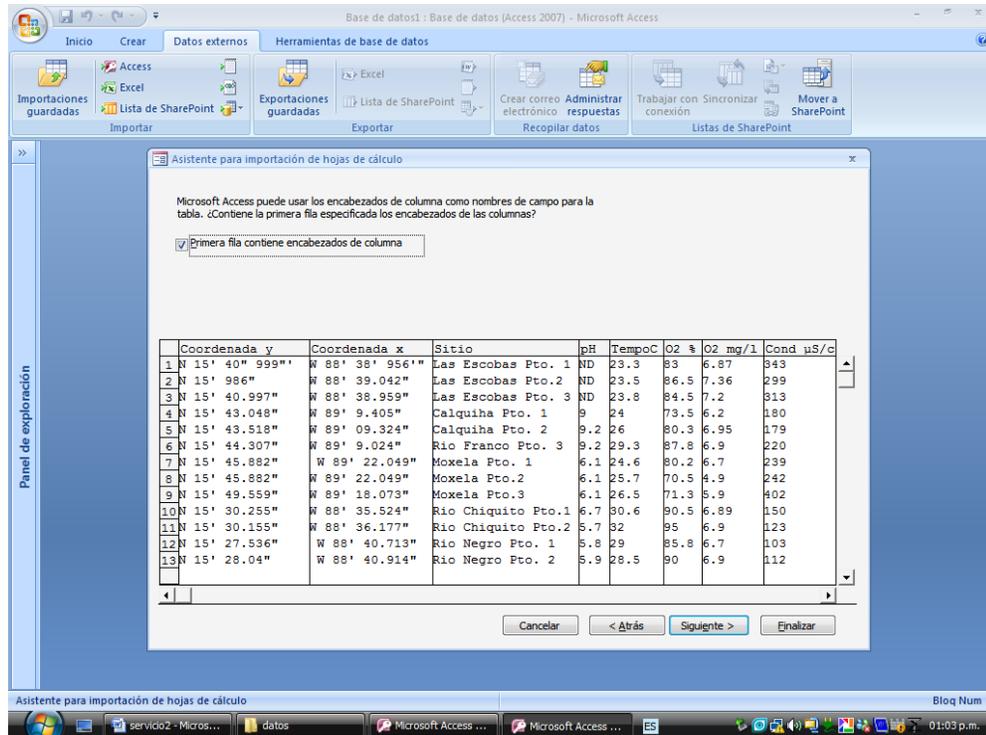


Figura 46. Selección de la fila de encabezados

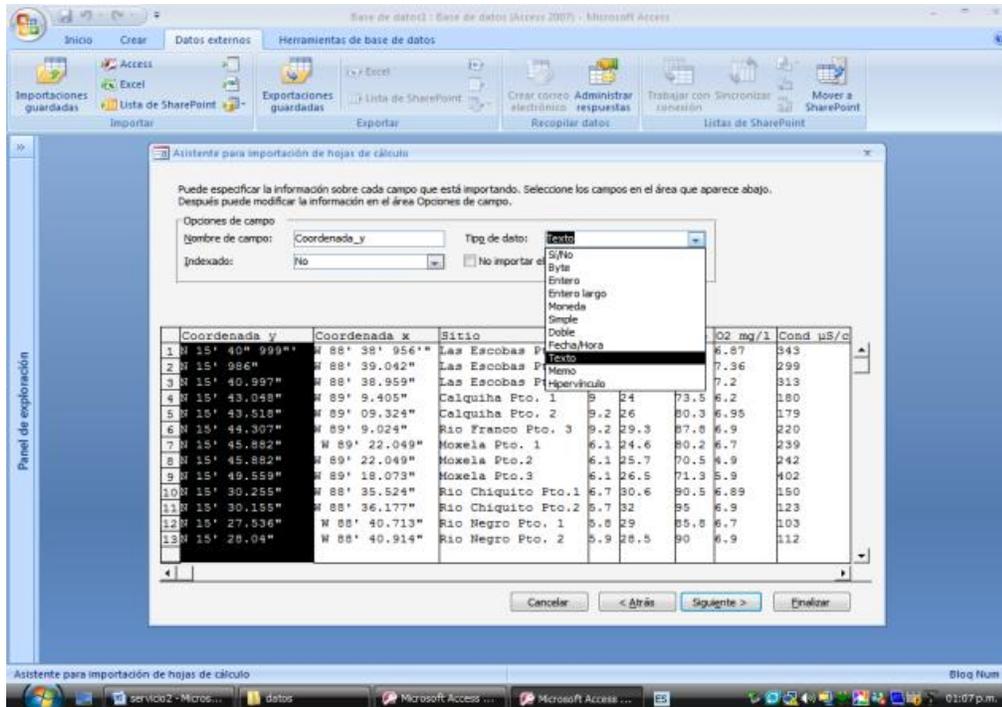


Figura 47. Formato de cada columna en el nuevo formato de destino

- g. Después se debe de elegir una clave principal esto recomendado por Access para identificar de forma única cada uno de los registros de la nueva tabla; (Figura 48) por último se le asigna un nombre a la tabla o base de datos (Figura 49).

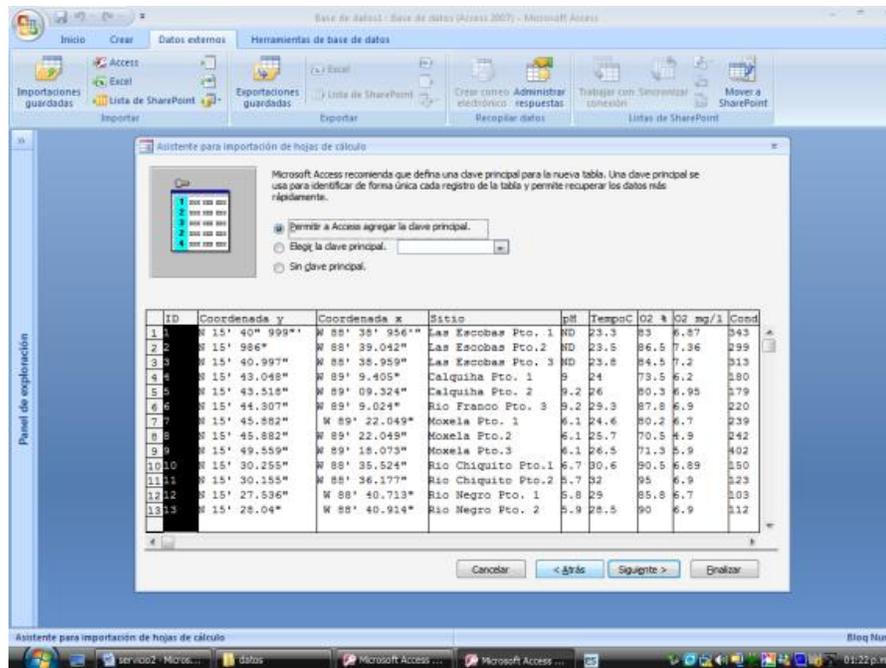


Figura 48. Elección de la clave principal en la base de datos

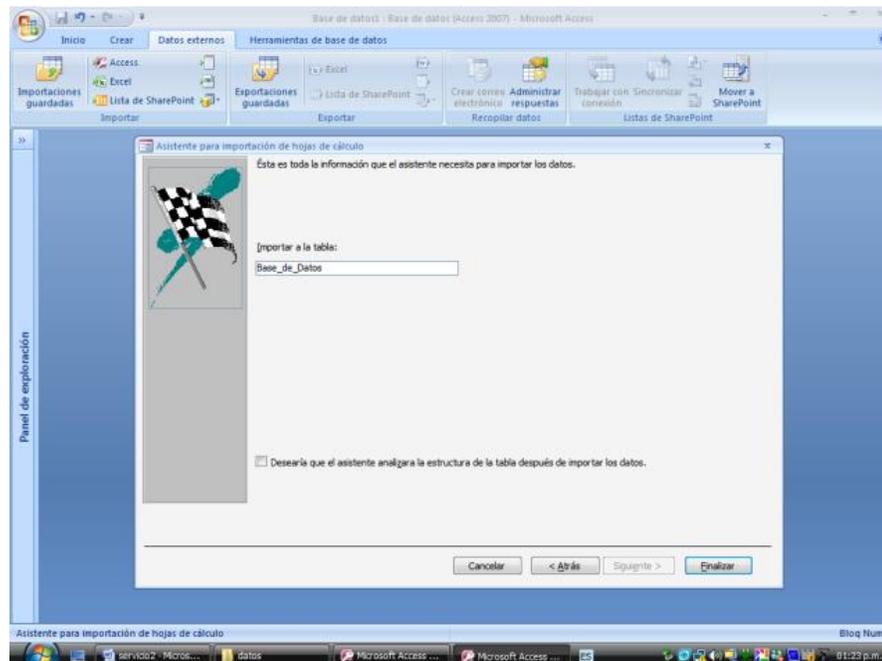


Figura 49. Elección del nombre de la nueva tabla

- h. Se debe tomar en cuenta que una vez que se genera la tabla ésta puede adecuarse a formatos requeridos; para realizar cualquier modificación en la misma se realiza en formato *Vista Diseño* (Figura 50), esta opción se encuentra en la cinta de opciones, de esta manera se puede modificar el tamaño de campo, formato, título de la columna, entre otras; Según las necesidades.

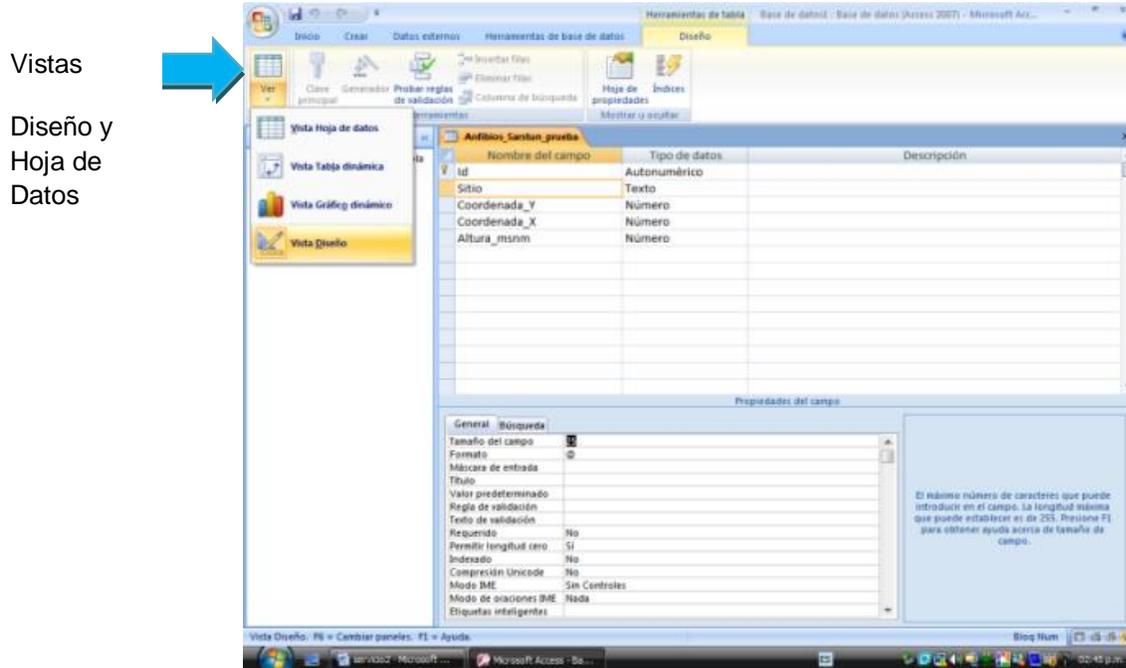


Figura 50. Distintas vistas para modificar tablas

- i. Para volver a la vista anterior se oprime la opción *Vista de Hoja de Datos* (Figura 50) en la que se pueden agregar registros (filas), modificar el tamaño, tipo, color de la letra y de toda la tabla, elaboración de filtros los cuales permiten colocar parámetros de búsqueda sencillos para la visualización inmediata de algún registro los cuales pueden realizarse eligiendo la columna a filtrar, luego se presiona la opción *Filtro* en la cinta de opciones y se oprime el nombre del registro de interés.(Figura 51) Si la base de datos consta de muchos registros se puede realizar de forma manual (escribir el nombre o número) es decir elegir alguno de los filtros de texto y seleccionar el que más se ajuste a la búsqueda. (Figura 52).

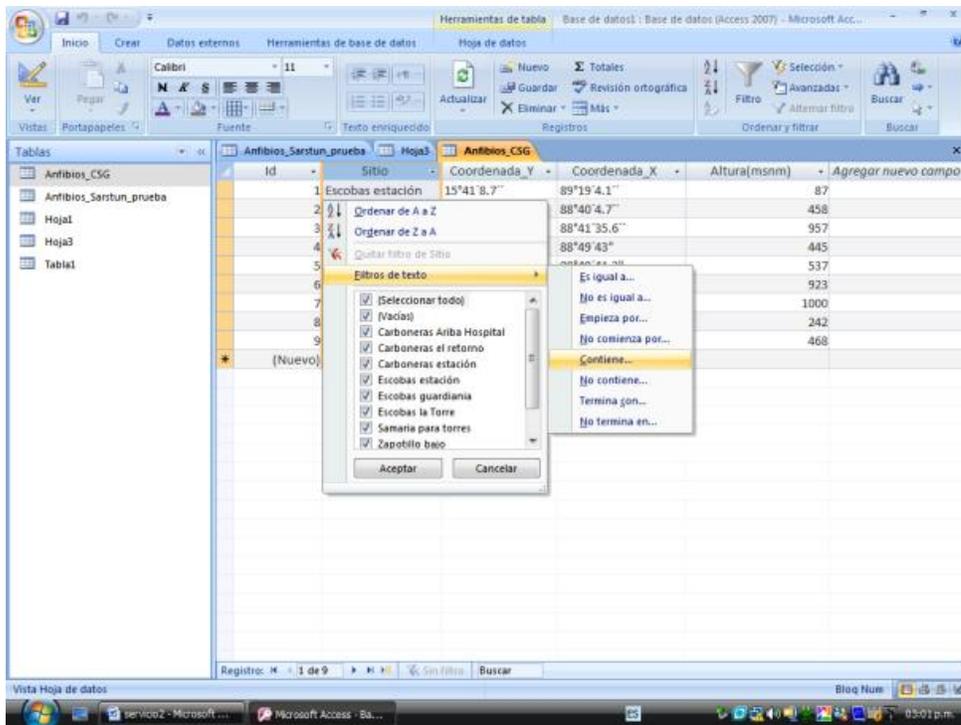


Figura 51. Filtro con pocos registros

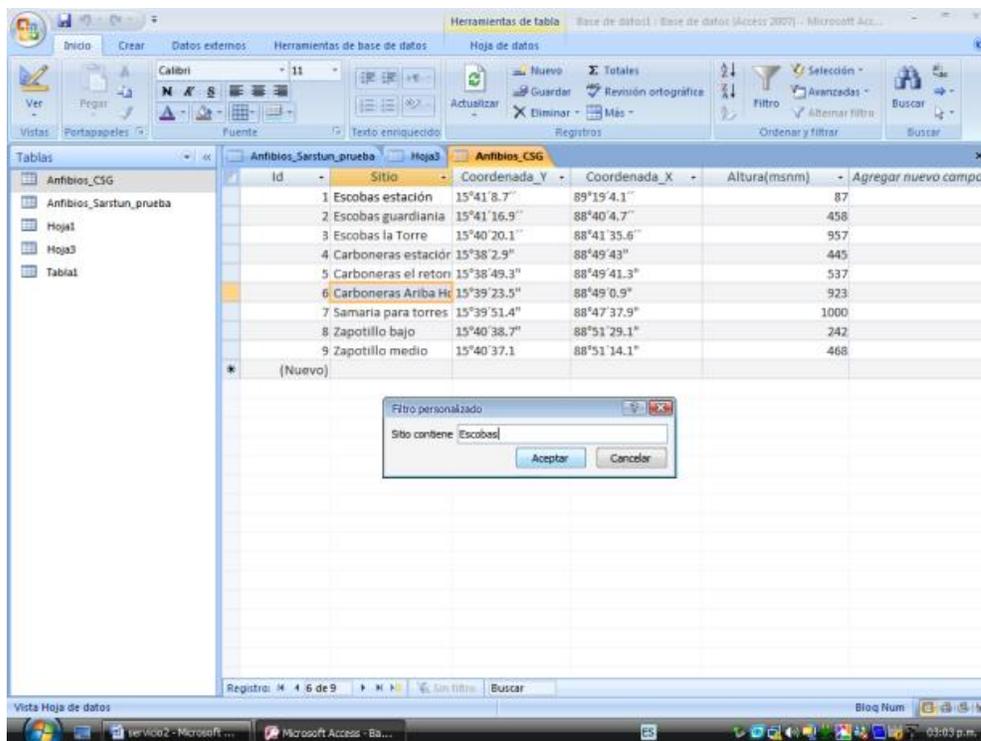


Figura 52. Filtro manual

3.3.2.4 Evaluación

La descripción y explicación de la metodología para la elaboración de bases de datos en Access fue elaborada con la finalidad de que la Unidad de Investigaciones Biológicas de FUNDAECO, la utilice para ordenar y sistematizar la información de los muestreos, es por esto que los resultados serán obtenidos al momento de que conozcan la metodología.

La información biológica que se pretendía utilizar para la elaboración de las bases de datos se encuentra en las distintas oficinas de FUNDAECO, es por eso que la institución no lo ha realizado.

Solo se realizó una prueba con una tabla para dar a conocer la metodología en el presente documento.

3.3.2.5 Presentación de tablas

Se realizó una prueba de la vinculación de datos de Excel a Access de una base de datos de calidad de agua que fue proporcionada por la Unidad de Investigaciones Biológicas de Fundaeco.

La tabla de Excel utilizada fue la siguiente:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Coordenada_Y	Coordenada_X	Sitio	pH	Temp_C	O2_%	O2_mgl	Cond_μScm	orc	Amonio
2	15' 40" 999"	88' 38' 956"	Las Escobas Pto. 1	ND	23.3	83	6.87	343	0	0
3	15' 986"	88' 39.042"	Las Escobas Pto.2	ND	23.5	86.5	7.36	299	0	0
4	15' 40.997"	88' 38.959"	Las Escobas Pto. 3	ND	23.8	84.5	7.2	313	0	0
5	15' 43.048"	89' 9.405"	Calquiha Pto. 1	9	24	73.5	6.2	180	0	0
6	15' 43.518"	89' 09.324"	Calquiha Pto. 2	9.2	26	80.3	6.95	179	0	0
7	15' 44.307"	89' 9.024"	Rio Franco Pto. 3	9.2	29.3	87.8	6.9	220	0	0
8	15' 45.882"	89' 22.049"	Moxela Pto. 1	6.1	24.6	80.2	6.7	239	0	0
9	15' 45.882"	89' 22.049"	Moxela Pto.2	6.1	25.7	70.5	4.9	242	0	0
10	15' 49.559"	89' 18.073"	Moxela Pto.3	6.1	26.5	71.3	5.9	402	0	0
11	15' 30.255"	88' 35.524"	Rio Chiquito Pto.1	6.7	30.6	90.5	6.89	150	0	0
12	15' 30.155"	88' 36.177"	Rio Chiquito Pto.2	5.7	32	95	6.9	123	0	0
13	15' 27.536"	88' 40.713"	Rio Negro Pto. 1	5.8	29	85.8	6.7	103	0	0
14	15' 28.04"	88' 40.914"	Rio Negro Pto. 2	5.9	28.5	90	6.9	112	0	0

Figura 53. Tabla de Excel de calidad de agua

El resultado de la vinculación de la tabla anterior (Figura 53), con Access 2007 es el siguiente:

Id	Coordenada_Y	Coordenada_X	Sitio	pH	Temp_oC	O2_Porc	O2
1	15' 40'' 999''	88' 38' 956''	Las escobas Pto. 1	ND	22.9	106	9.05
2	15' 986''	88' 39.042''	Las escobas Pto.2	ND	22.9	102	8.49
3	15' 40.997''	88' 38.959''	Las escobas Pto. 3	ND	23	99.2	8.49
4	15' 43.048''	89' 9.405''	Calquiija Pto. 1	ND	23.3	96.7	8.3
5	15' 43.518''	89' 09.324''	Calquiija Pto. 2	ND	24	98.5	8.3
6	15' 44.307''	89' 9.024''	Calquiija Pto. 3	ND	25.1	110	8.4
7	15' 45.882''	89' 22.049''	Moxela Pto. 1	ND	24	102	8.59
8	15' 45.882''	89' 22.049''	Moxela Pto.2	ND	23.8	98.2	8.19
9	15' 49.559''	89' 18.073''	Moxela Pto.3	ND	25.1	94.5	7.4
10	15' 30.255''	88' 35.524''	Rio Chiquito Pto.1	ND	25.7	102	8.34
11	15' 30.155''	88' 36.177''	Rio Chiquito Pto.2	ND	26.8	98.9	7.98
12	15' 27.536''	88' 40.713''	Rio Negro Pto. 1	ND	25.8	92.8	6.58
13	15' 28.04''	88' 40.914''	Rio Negro Pto. 2	ND	26.6	103	8.36
(Nuevo)							

Figura 54. Tabla de Access con datos importados de la tabla de Excel

3.3.3 SERVICIO NO.3 ELABORACIÓN DE GEODATABASES (.MDB) PARA LA PLATAFORMA DINÁMICA DE DATOS ESPACIALES QUE ESTABLECERÁ FUNDAECO

3.3.3.1 Definición del problema

Los datos de los distintos acontecimientos de las áreas protegidas y en los lugares circundantes de interés para Fundaeco se encuentran en varios formatos por lo que es de suma importancia para homogenizarlos y ponerlos a disposición del público y de manera interinstitucional.

Por lo que la plataforma dinámica de datos espaciales es una forma de mostrar las características más relevantes de distintas áreas a cargo de FUNDAECO, como las comunidades dentro de las áreas protegidas, los centros de salud, los puntos de muestreo de fauna, las amenazas naturales y humanas entre otras. Dicha plataforma será publicada de forma virtual para el uso y consulta de distintos tipos de usuarios. Las geodatabases son bases de datos pero su característica principal es que éstas son generadas a partir de archivos o capas (shapes -.shp-) de ArcMap.

3.3.3.2 Objetivo Especifico del servicio

Apoyar en la creación de geodatabases (.mdb) para la plataforma dinámica de datos espaciales que establecerá FUNDAECO

3.3.3.3 Metodología

Para la elaboración de geodatabases se utiliza el ArcCatalog del programa ArcMap 9.1 de la siguiente forma:

- Se abre la extensión de ArcMap llamada ArcCatalog, en ésta se busca el archivo el cual se desea convertir, y sobre éste se hace click derecho y se escoge la opción de *New* luego la opción *File geodatabase* (figura 55), luego se le asigna un nombre, posteriormente sobre este archivo se hace click derecho y se escoge la opción *Import, Feature Single* (o *múltiple* según sea el caso) (figura 56), con esto se convertirá un archivo con extensión .shp a un archivo con extensión .mdb.

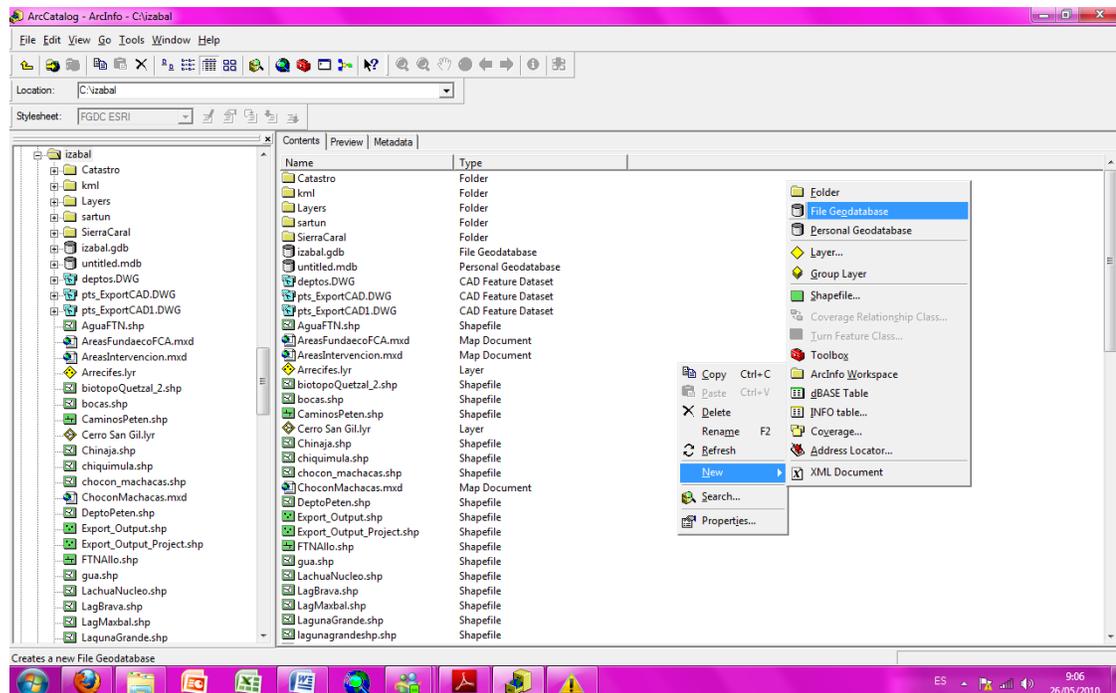


Figura 55 .Elaboración del archivo geodatabase

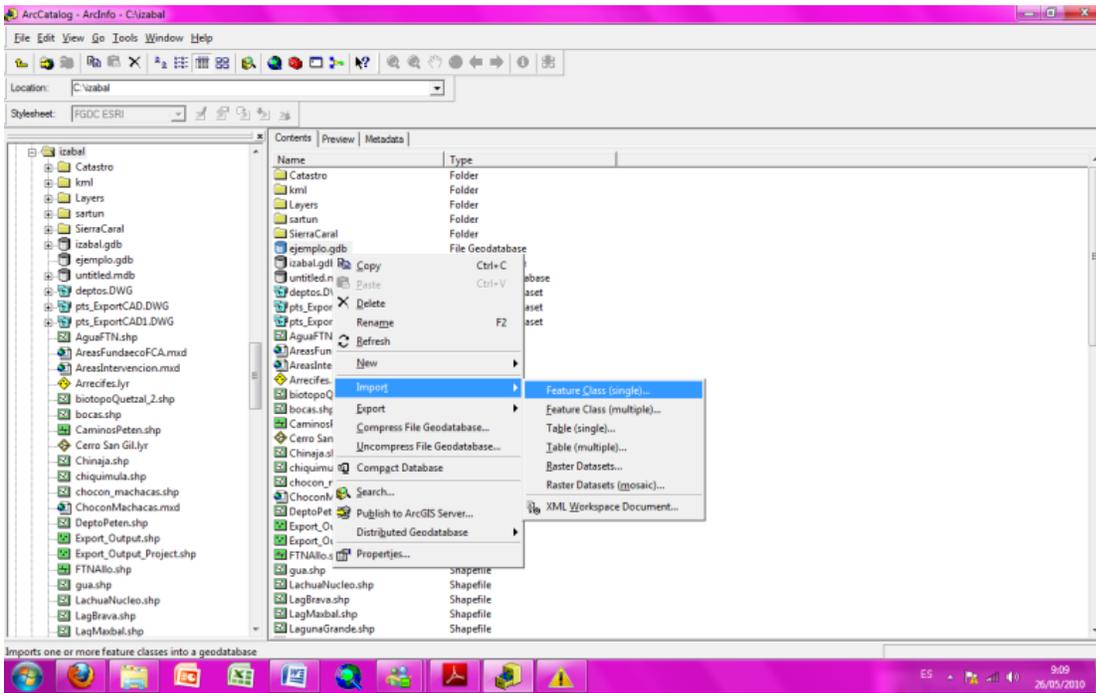


Figura 56 . Importar el archivo seleccionado

- b. Aparecerá una ventana para colocar el archivo a convertir, la ubicación de almacenaje (que será dentro del archivo geodatabase elaborado), y por último el nombre que se le asignará al archivo. A las otras opciones no se les asigna nada (figura 57). Este archivo se puede abrir con cualquier manejador de bases de datos.

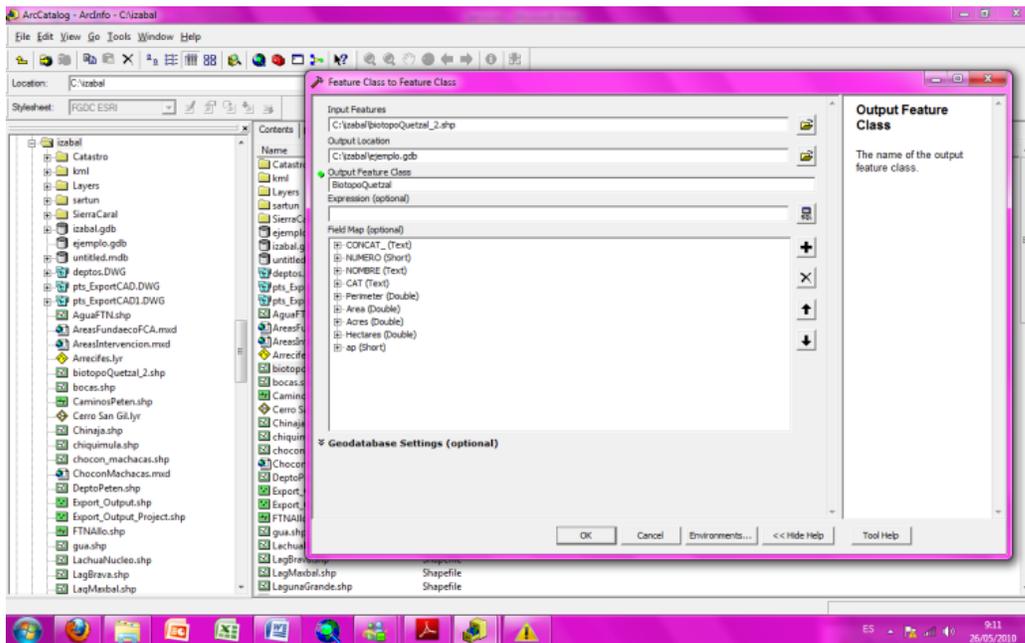


Figura 57. Ubicación del archivo seleccionado dentro del archivo geodatabase

3.3.3.4 Evaluación

Las geodatabases fueron creadas para ser “puestas” en un servidor el cual estará a disposición de distintos tipos de usuarios, los cuales podrán observar, analizar y realizar tareas desde cualquier parte del país.

Debido a que la plataforma de datos espaciales no se encontraba lista, las geodatabases no fueron utilizadas solo fueron almacenadas.

3.3.3.5 Conclusión del servicio realizado

Las geodatabases se encuentran en las oficinas centrales de Fundaeco, para ser utilizadas al momento del establecimiento de la plataforma de datos espaciales, las mismas pueden ser solicitadas para uso de diferentes entidades ya que la Fundación pretende que dicha información sea enriquecida constantemente.

4. BIBLIOGRAFÍA

10. AGISTER (Asociación para la Gestión del Suelo y el Territorio, GT). 2008. Creación de las capacidades para la gestión de la información espacial institucional de FUNDAECO en la perspectiva de la construcción de un observatorio territorial ambiental: informe 1. Guatemala. 22 p.
11. CEUR (USAC, Centro de Estudios Urbanos y Regionales, GT). 1998. Área metropolitana de la ciudad de Guatemala: a propósito del proyecto de ley de creación del distrito metropolitano (en línea). Guatemala, Boletín no. 37. Consultado 5 mar 2009. Disponible en http://www.usac.edu.gt/~usacceur/pdf/Boletin/Boletin_CEUR_37.pdf
12. _____.1991. Dependencia y Deterioro ambiental: El caso de Guatemala. (en línea) Guatemala, USAC, Boletín no. 11 Consultado 5 mar 2009. Disponible en http://ceur.usac.edu.gt/bol_11.htm
13. _____.1999. Región metropolitana y metropolización (en línea) Guatemala, USAC. Consultado 5 mar 2009. Disponible en www.usac.edu.gt/~usacceur/pdf/2007/Rafael_Valladares_2007.pdf
14. FUNDAECO (Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación, GT). 2005. Propuesta técnica para el establecimiento del cinturón ecológico metropolitano ciudad de Guatemala primera fase. Guatemala. 89 p.
15. _____. 2006. Memoria de labores 1990-2006. Guatemala. 26 p.
16. JICA (Japan International Cooperation Agency, JP). 2003. Serie de mapas de amenazas. Guatemala, CONRED. 6 p.
17. MUNIGUATE (Municipalidad de la ciudad de Guatemala, GT). 2008. Situación territorial de la Ciudad de Guatemala (en línea). Guatemala. Consultado 25 feb 2009. Disponible en http://pot.muniguate.com/docts_soporte/01_situacion_territorial.php
18. Van Rooij, W. 2008. Manual for biodiversity modelling on a national scale. Holanda. 25 p.

Vo. Bo.: _____

Udine Rolando Aragón Barrios

5. ANEXOS

Cuadro 14A. Información general de las especies nativas para programas de reforestación dentro de las áreas prioritarias de conservación

Nombre Común	Nombre científico	Ornato	Protección	Conservación	Buen desarrollo radicular	De rápido crecimiento
Aliso	<i>Alnus jorullensis</i>	x	x			
Encino	<i>Quercus sp.</i>					
Ciprés	<i>Cupressus lusitanica</i>		x	x		
Pino	<i>Pinus montezumae</i> <i>Pinus oocarpa</i> <i>Pinus Pseudostrobus</i>		x x			
Sabino, ahuehete, árbol de la noche triste	<i>Taxodium mucronatum</i>		x	x	X	
	<i>Arbutus Xalapensis</i>	x				
Palo de jote, indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	x			X	x
Palo de pito	<i>Erythrina berteorama</i>	x		x		
Sauce	<i>Salix chilensis.</i>	x	x			
Mimosa	<i>Mimosa sp</i>	x				x
Acacia	<i>Acacia sp</i>	x			X	x
Higuerillo	<i>Ricinos comunis</i>					x
Matiliguete	<i>Tabebuia rosea</i>	x				
Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	x			x	
Quilete, hierbamora	<i>Solanum americanum</i>	x				
Guayaba	<i>Psidium guajaba</i>					x
Jocote marañon	<i>Anacardium sp</i>	x				
Izote	<i>Yucca elephantipes</i>	x			X	x
Anona	<i>Anona sp</i>	x				
Inga	<i>Inga sp</i>	x				

Fuente. Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación. (FUNDAECO 2005)

Cuadro 15A. Principales especies dentro del Cinturón Ecológico metropolitano (CEM) Fase 2.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Características
Aliso	<i>Alnus jorullensis</i>	Betulaceae	Es un árbol perenne puede alcanzar hasta los 25 metros de altura, utilizado comúnmente como ornamental.
Encino	<i>Quercus</i> sp.	Fagaceae	Árboles grandes o de mediano tamaño a veces arbustos, el fruto es una bellota, puede llegar hasta los 25 mts de altura, de copa ancha extendida posee una raíz penetrante muy ramificada.
Ciprés	<i>Cupressus lusitanica</i>	Cupressaceae	Árboles perennes o arbustos, puede llegar a medir hasta 40 metros de altura, necesitan suelos profundos.
Pino	<i>Pinus montezumae</i> , <i>P. oocarpa</i> , <i>P. pseudostrobus</i>	Pinaceae	Arboles perennes de hasta 35 metros de altura , la madera se utiliza para la construcción y como combustible.
Sabino, ahuehuete.	<i>Taxodium mucronatum</i>	Taxodiaceae	Arboles perennes llegan a alturas de hasta 40 metros, con raíces profundas.
Palo de jiote, indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	Árbol de pequeño a mediano de hasta 25 metros de altura, se adapta a suelos salinos o calcáreos, ornamental por ser tolerante a los vientos.
Palo de pito	<i>Erythrina berteorama</i>	Fabaceae	Árbol caducifolio que alcanza 10 metros de altura, de frutos comestibles, fijadora de nitrógeno.
Sauce	<i>Salix chilensis</i> .	Salicaceae	Árbol perenne puede medir hasta 35 metros de altura. Su principal uso es ornamental
Mimosa	<i>Mimosa</i> sp	Fabaceae	Arbusto pequeño llega a medir hasta 1 metro de altura, de corta vida, posee raíces grandes, su uso principal es ornamental.
Acacia	<i>Acacia</i> sp	Fabaceae	Arboles pequeños o arbustos, contribuyen a la nitrificación de suelos mejorando las condiciones del suelo para introducir otras plantas.
Higuerillo	<i>Ricinus comunis</i>	Euphorbiaceae	Es un arbusto mediano, se utiliza como ornamental en jardines.
Matiliguat	<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae	Árbol mediano de hasta 14 metros de altura, utilizado como ornamental en parques o calles.
Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Malpighiaceae	Árbol mediano de hasta 15 metros de altura, es comestible y ornamental
Quilete, hierbamora	<i>Solanum americanum</i>	Solanaceae	Es un arbusto pequeño del cual se consumen las hojas ya que tienen un alto nivel de hierro.
Guayaba	<i>Psidium guajaba</i>	Myrtaceae	Árbol perenne pequeño puede alcanzar hasta 10 metros de altura , su fruto es comestible y se utiliza en jardines y parques
Jocote marañón	<i>Anacardium</i> sp	Anacardiaceae	Arboles de pequeño tamaño de hasta 6 metros de altura, su fruto es comestible y su uso es ornamental.
Izote	<i>Yucca elephantipes</i>	Agavaceae	Planta arborescente ornamental, alcanza hasta 10 metros de altura, sus flores son comestibles.
Anona	<i>Anona</i> sp	Annonaceae	Arboles pequeños perennes de hasta 12 metros de altura
Paterna, cushin.	<i>Inga</i> sp	Fabaceae	Es un árbol leguminoso se cultiva para fines de sombra y por sus vainas comestibles, su importancia es la fijación de nitrógeno.

Fuente. Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación. (FUNDAECO 2005)