

**Instituto Tecnológico de Costa Rica
Universidad Nacional de Costa Rica
Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica
Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo**



Método de estudio socioambiental para la ordenación del territorio en la Cordillera Alux de Guatemala

Tesis sometida a consideración del Tribunal Evaluador como requisito para optar por el grado de Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo con énfasis en Gestión y Cultura Ambiental

**ESTUDIANTE
Ileana Lizzette Ortega Montalván**

**Universidad de San Carlos de Guatemala
Marzo 2019**

**Instituto Tecnológico de Costa Rica
Universidad Nacional de Costa Rica
Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica**

TEC | Tecnológico
de Costa Rica

UNA
UNIVERSIDAD
NACIONAL
COSTA RICA



**Método de estudio socioambiental para la ordenación del
territorio en la Cordillera Alux de Guatemala**



Trabajo sometido a consideración del Tribunal Evaluador como requisito para optar por el grado de Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo con énfasis en Gestión y Cultura Ambiental

Estudiante:

Ileana Lizzette Ortega Montalván

Directora de tesis:

Dra. Claudia Charpentier

**Universidad Estatal a Distancia de San José, Costa Rica
Marzo 2019**

**Instituto Tecnológico de Costa Rica
Universidad Nacional de Costa Rica
Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica**



**Método de estudio socioambiental para la ordenación del territorio en la
Cordillera Alux de Guatemala**

Trabajo sometido a consideración del Tribunal Evaluador como requisito para
optar por el grado de Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo con
énfasis en Gestión y Cultura Ambiental

**Ileana Lizzette Ortega Montalván
Sustentante**

Tribunal evaluador:

Dra. María Marta Durán Rodríguez: Representante Directora
del Sistema Estudios de Posgrado Universidad Estatal a
Distancia

Dr. Juan Francisco Morales Quiros: Representante
DOCINADE UNED

Dra. Claudia Charpentier: Directora de Tesis

Dr. Raúl Estuardo Monterroso Juárez: Asesor

Dr. Miguel Chacón Véliz: Asesor

Agradecimiento

A la Universidad de San Carlos de Guatemala, por su apoyo y contribución a la formación profesional.

Al programa de Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo de Costa Rica, por su selecto cuerpo docente que integra el programa Docinade.

A las municipalidades de la Cordillera Alux e instituciones gubernamentales

A mi directora de tesis, la Dra. Claudia Charpentier, por la confianza, orientación y motivación para el desarrollo de este trabajo con seriedad y profesionalismo.

A los asesores, doctores y demás profesionales, quienes compartieron sus experiencias y conocimientos a lo largo del proceso de investigación.

Dedicatoria

A Dios, pilar de fortaleza y consuelo.

A la memoria de mi amado hijo primogénito, Pablo José, aliento de amor y esperanza.

A Fernando, Diego, Sebastián y Josemanuel, estímulo y motor de mi vida.

A todas las personas que luchan, desde la sensatez y la sencillez, para que este mundo sea más digno, habitable y humano con sensibilidad y respeto hacia la naturaleza.

Índice

Agradecimiento.....	iv
Dedicatoria	v
Tabla de figuras.....	ix
Tabla de cuadros.....	x
Abreviaturas	xi
Resumen	xii
Summary	xiv
CAPÍTULO 1	1
Introducción	1
1. Introducción.....	2
1.1 Justificación.....	4
1.2 Objetivos	7
1.2.1 Objetivo general	7
1.2.2 Objetivos específicos	7
CAPÍTULO 2	8
Marco teórico.....	8
2.1 Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux.....	9
2.1.1 Funciones ecológicas de la Cordillera Alux	10
2.1.2 Aspectos biofísicos	12
2.1.3 Reseña histórica de los municipios de la Cordillera Alux.....	13
2.1.4 Iniciativas de ley para la conservación y manejo	16
2.1.5 Patrón de ocupación y orígenes de los centros poblados del área de estudio.....	17
2.1.6 Origen de la ocupación de los poblados.....	18

2.1.7 Aspecto socioeconómico	18
2.2 Marco teórico urbano y ambiental.....	19
2.2.1 La sostenibilidad del ambiente.....	19
2.2.2. Sostenibilidad urbana	22
2.2.3 Ocupación de la tierra.....	25
2.2.4 Vulnerabilidad urbana	26
2.2.5 La dinámica territorial.....	27
2.2.6 Modelos para el estudio de la morfología urbana	29
2.2.7 Factores que se atribuyen al crecimiento de áreas pobladas	29
2.2.8 Ordenamiento territorial	31
2.3 Educación ambiental.....	32
2.3.1 Origen de la educación ambiental	32
2.3.2 Educación y desarrollo sostenible	33
CAPÍTULO 3	36
Metodología de la investigación	36
3.1 Metodología de la investigación.....	37
3.2. Tipo de investigación	38
3.2.1 Cálculo de la muestra	39
3.3 Área de estudio	39
3.3.1 Localización del área de estudio.....	40
3.4 Metodología empleada	41
3.5 Diseño de la metodología de la investigación	43
CAPÍTULO 4	56
Resultados y discusión.....	56
4.1 Análisis documental	57

4.1.1 Plan Maestro 2010-2014.....	57
4.1.2 Documentos del ámbito legal para la gestión del territorio.....	58
4.1.3 Cartografía de la Cordillera Alux.....	59
4.2 Análisis del subsistema población-entorno.....	62
4.2.1 Dinámica demográfica	62
4.2.2 Dinámica sociocultural: valoración sobre la percepción de las actitudes y comportamiento de los habitantes hacia el ambiente	67
4.3 Análisis y diagnóstico del subsistema biofísico	73
4.3.1 Análisis de la evolución de la dinámica biofísica de la morfología urbana en los centros poblados de la Cordillera Alux.....	73
4.3.2 Factores que influyen en la dinámica territorial ambiental de los municipios estudiados	88
4.3.3 Dinámica sobre el cambio de uso del suelo en la Cordillera Alux.....	90
4.3.4 Avance de la frontera agrícola y urbana en el área de la Cordillera Alux de 1960 al 2008	91
4.3.5 Tendencias del crecimiento de los centros poblados para el 2030 en la Cordillera Alux.....	93
4.3.6 Conceptualización del método para el análisis territorial: un estudio del caso para la Cordillera Alux de Guatemala	94
CAPÍTULO 5	101
Conclusiones y recomendaciones	101
5.1 Conclusiones.....	102
5.2 Recomendaciones	103
Bibliografía.....	107
Anexos.....	121

Tabla de figuras

Figura 1. Localización de la Cordillera Alux, área de estudio.	100
Figura 2. Vistas de la Reserva Forestal Cordillera Alux.	111
Figura 3. Cobertura boscosa de tipo mixto en el municipio de San Lucas Sacatepéquez, Cordillera Alux, altura 2 200 msnm.	222
Figura 4. Localización geográfica de la Cordillera Alux en Guatemala.	411
Figura 5. Resumen de los subsistemas analizados en el estudio.	433
Figura 6. Esquema de localización geográfica del área de muestreo: municipio de San Lucas Sacatepéquez del área protegida.	47
Figura 7. Resumen del procedimiento para el desarrollo de la encuesta y procesamiento de datos.	49
Figura 8. Esquemización del método para el análisis del crecimiento de las áreas pobladas.	544
Figura 9. Tipos de mapas proporcionados por el IGN para el presente estudio.	600
Figura 10. Crecimiento poblacional y su proyección al año 2030 de los municipios que comparten el área de la Cordillera Alux.	622
Figura 11. Distribución de los habitantes por cada centro poblado en la Cordillera Alux (Hab./km ²), proyección 2030.	644
Figura 12. Expansión de las áreas pobladas en el municipio de Mixco.	655
Figura 13. Análisis de la contaminación y deterioro del ambiente en la Cordillera Alux, según los participantes de San Lucas Sacatepéquez, 2014.	68
Figura 14. Actitudes de los vecinos de San Lucas Sacatepéquez, Cordillera Alux, ante los problemas ambientales de su comunidad, 2014.	700
Figura 15. Botadero clandestino en la Cordillera Alux.	711
Figura 16. Comportamientos y actitudes de los habitantes de la Cordillera Alux, San Lucas Sacatepéquez sobre desechos sólidos, 2014.	722
Figura 17. Corte esquemático de terreno en ladera y localización de las colonias afectadas por agrietamiento, 2012.	755
Figura 18. Esquema de la localización de los centros poblados de la Cordillera Alux y los polos de atracción con las vías de acceso.	900
Figura 19. Avance de la frontera agrícola y urbana en el área de la Cordillera Alux de 1960 al 2008.	922
Figura 20. Tendencias del crecimiento de los centros poblados para el año 2030 en la Cordillera Alux.	944
Figura 21. Componentes del método propuesto para el análisis de cambios en el uso del suelo en un área protegida.	955
Figura 22. Etapas del método para el análisis de cambios en el uso del suelo en un área protegida.	966
Figura 23. Método de estudio socioambiental para la ordenación del territorio en la Cordillera Alux de Guatemala.	983

Tabla de cuadros

Cuadro 1.Etapas de la investigación	442
Cuadro 2.Estructura de la investigación	44
Cuadro 3.Sinopsis de la evolución de la morfología urbana del centro poblado del municipio de Mixco, Cordillera Alux.	51
Cuadro 4. Debilidades y oportunidades encontradas para la aplicación del	57
Cuadro 5. Instrumentos del ámbito legal para el manejo de la Cordillera Alux.	58
Cuadro 6. Ventajas y desventajas de la cartografía recopilada.	611
Cuadro 7. Características de las personas que participaron en el estudio.	68
Cuadro 8. Sinopsis de la evolución de la morfología urbana del centro poblado del municipio de Mixco, Cordillera Alux.	77
Cuadro 9. Sinopsis de la evolución de la morfología urbana del centro poblado del municipio de San Lucas Sacatepéquez, Cordillera Alux.	79
Cuadro 10. Sinopsis de la evolución de la morfología urbana del centro poblado del municipio de San Pedro Sacatepéquez, Cordillera Alux.	82
Cuadro 11. Sinopsis de la evolución de la morfología urbana del centro poblado del municipio de San Juan Sacatepéquez, Cordillera Alux.	855
Cuadro 12. Sinopsis de la evolución de la morfología urbana del centro poblado del municipio de Santiago Sacatepéquez, Cordillera Alux.	87
Cuadro 13. Cambio del uso del suelo por km ² en las distintas zonas de la Cordillera Alux (año/k).	911

Abreviaturas

Cathalac	Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe
Conap	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
GAP	Programa de Acción Global
EDS	Educación para el Desarrollo Sostenible
Encovi	Encuesta Nacional de Condiciones de Vida
Iarna-URL	Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente- Universidad Rafael Landívar
IDH	Índice de Desarrollo Humano
INAB	Instituto Nacional de Bosques
INE	Instituto Nacional de Estadística
Insivumeh	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
MARN	El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
PNUD	Programa de Naciones Unidas
Pnuma	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
RFPMCA	Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux
Segeplan	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia
SIG	Sistemas de Información Geográfica
UN	Naciones Unidas
Unesco	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

Resumen

La presente investigación se realizó en la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux en Guatemala y se trabajó con los poblados de Mixco, San Juan Sacatepéquez, San Lucas Sacatepéquez, San Pedro Sacatepéquez y Santiago Sacatepéquez. El estudio de valores actitudes y comportamiento se efectuó en el municipio de San Lucas Sacatepéquez, se trabajó con una muestra de 369 personas y los datos se recogieron en el año 2014. Sobre la percepción de la comunidad hacia el ambiente se determinó que los pobladores poseían un nivel bajo de conocimientos sobre la conservación del área protegida y del recurso forestal; únicamente alrededor del 50% mostró interés por involucrarse en movimientos o participar en la resolución de problemas ambientales. Este resultado [se identifica](#) como una limitante con la que se debe trabajar en los programas de educación ambiental, con el objetivo de tomar acciones positivas para su conservación.

Se estudió la tendencia espacial de crecimiento y el cambio del uso del suelo con una proyección de las áreas pobladas al 2030, para antecederse a circunstancias que se deberán considerar en la planificación urbana. Se encontró que la evolución de la estructura en los centros poblados desde su fundación hasta hoy, pasó de una trama tradicional de las comunidades españolas a convertirse en ciudades fragmentadas. El análisis espacial, a través de la fotointerpretación de imágenes satelitales Landsat TM, mostró el cambio de cobertura del uso de suelo, la evolución de los centros poblados y la expansión de las áreas urbanas. Entre los factores que más influyen en la dinámica territorial ambiental de los asentamientos, está la cercanía a la ciudad capital, lo que ha provocado la conurbación. La simulación sobre el escenario futuro al 2030, siguiendo la tendencia actual, muestra cambios de cobertura, avance del crecimiento urbano y la reducción del área boscosa, aspectos fundamentales a considerar en la planificación del territorio y en la toma de medidas preventivas.

La investigación concluye con la propuesta de un método para utilizar en los análisis sobre el uso del suelo en áreas protegidas que se encuentran habitadas desde antes de ser declaradas como tales. La finalidad es determinar el impacto que ha tenido el cambio en el uso del suelo en las tendencias de configuración de la zona. Además, es una herramienta auxiliar en la planificación territorial.

Palabras clave: áreas silvestres pobladas, uso suelo, territorio, método, actitudes, comportamiento.

Summary

The present study was carried out in the Cordillera Alux Protective Forest Reserve in Guatemala and included Mixco, San Juan Sacatepéquez, San Lucas Sacatepéquez, San Pedro Sacatepéquez and Santiago Sacatepéquez villages. The study of values attitudes and behavior was carried out in the municipality of San Lucas Sacatepéquez, included a sample of 369 people and data were collected in 2014. On the perception of the community towards the environment it was determined that the inhabitants had a low level of knowledge about the conservation of the protected area and the forest resources; only about 50% showed interest in becoming involved in movements or participating in the resolution of environmental problems. This result turns out to be a limitation with which one must work in environmental education programs, with the objective of taking positive actions for its conservation.

The spatial growth trend and the change in land use were studied with a projection of the populated areas by 2030, to precede circumstances that should be considered in urban planning. It was found that the evolution of the structure in the population centers from its foundation until today, went from a traditional plot of the Spanish communities to become fragmented cities. The spatial analysis, through the photointerpretation of Landsat TM satellite images, showed the change in coverage of land use, the evolution of population centers and the expansion of urban areas. Among the factors that most influence the territorial environmental dynamics of the settlements, is the proximity to the capital city, which has led to the conurbation. The simulation on the future scenario to 2030, following the current trend, shows changes in coverage, progress in urban growth and the reduction of forest area, fundamental aspects to consider in the planning of the territory and in the taking of preventive measures.

The investigation concludes with the proposal of a method to be used in the analysis on land use in protected areas that have been inhabited since before being declared as such. The purpose is to determine the impact that the change in land use has had

on the configuration trends of the area. In addition, it is an auxiliary tool in territorial planning.

Key words: populated wild areas, land use, territory, method, attitudes, behavior.

CAPÍTULO 1

Introducción

1. Introducción

La realidad en la que vivimos es el resultado de múltiples elementos que interactúan de manera simultánea, posibilitando innumerables interpretaciones por parte del ser humano. Por ejemplo, el conocimiento y la educación relacionados con las ciencias sirven para satisfacer y estimular la curiosidad de las personas, así como para la toma de decisiones informadas que impactan en su calidad de vida, en el medio ambiente y en la sociedad (Unesco, 2016). Según Harlen (2016), la conjugación de ambas ayuda a reducir tanto la contaminación como el uso inadecuado de energía y otros recursos. Por lo tanto, influye en la vida cotidiana y a largo plazo, impactando la actividad humana en el ambiente.

Para facilitar nuestro aprendizaje, hemos creado disciplinas y cada una de ellas se centra en un determinado aspecto, el cual se denomina objeto de estudio y se analiza de acuerdo con el método científico. Por ejemplo, en la Geografía, dice Capel (2016), los estudiosos tienden a privilegiar el estudio del medio geográfico en el que se integran el medio físico y humano y sus interrelaciones, es decir, el impacto del primero sobre las actividades humanas y los ajustes que provoca en los grupos sociales, así como la modificación de la naturaleza por las personas.

El territorio donde se desarrollan las actividades que requieren la apropiación de los recursos naturales y su utilización ha sido crucial en la economía de cada país. Una de las formas más comunes para acceder a mejores niveles de ingreso es utilizar intensivamente estos recursos, lo que habitualmente lleva a la sobreexplotación (Gligo, 2006).

Son pocos los estudios dedicados a conocer científicamente la evolución de los patrones urbanísticos y sus factores causales en las ciudades de gran tamaño y medianas (Cifuentes y Londoño, 2010). La evolución en el uso de la tierra es un proceso complejo, en el que participan fuerzas ambientales, sociales, económicas, políticas e institucionales en escalas diversas. Las distintas fuerzas influyen en las decisiones de habitantes y usuarios de la tierra, quienes finalmente son los transformadores del paisaje, según lo plantean Rosete, et al (2008).

La presente investigación se centró en evaluar el impacto del cambio en el uso del suelo, como uno de los principales factores del análisis territorial. Este consideró el conocimiento científico, los objetivos y criterios sobre el avance de las dinámicas en la dimensión territorial relacionada con la presión del asentamiento humano y con el medio que lo rodea. Requirió integrar variables sociales, biofísicas, y datos históricos y geográficos que muestran, con el paso del tiempo, el cambio en el contexto territorial. El área de estudio se ubica en la cordillera Alux de Guatemala, declarada área protegida¹, como Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux (RFPMCA).

Esta área es de especial importancia por ser una reserva natural habitada por diferentes grupos culturales, por eso, posee una identidad que la individualiza con respecto al entorno. Su importancia se determina tanto por sus funciones ecosistémicas como por su biodiversidad y riqueza de recursos naturales (flora y fauna).

El análisis del territorio se realizó por etapas y fases, las cuales evaluaron el impacto en el cambio de uso del suelo y la cobertura forestal. Se estudió la transformación de la apariencia física del paisaje, según propuso Guhl (2009); la cobertura del suelo, o sea, lo que se encuentra sobre el terreno en un momento dado, y el uso de la tierra, los propósitos y la manera como se utiliza el terreno, según sugieren Mora y Hurtado (2015).

El estudio sobre el cambio del uso del suelo se realizó con base en la clasificación de la superficie existente establecida para la reserva; asimismo, para el uso intensivo se estudió la dinámica estructural urbana de los centros poblados que se localizan dentro del área protegida y la relación de los habitantes con su entorno. La investigación generó la propuesta de un método como una pauta para analizar las dinámicas del territorio, del subsistema poblacional y su entorno, y del subsistema físico-ambiental. Dicho método considera aspectos conceptuales y comprende la evolución histórica de la estructura

¹ El 29 de mayo de 1997 el Congreso de la República de Guatemala declara como área protegida la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux, mediante el Decreto 41-97.

urbana, de la cual se obtuvo un diagnóstico analítico y tendencial respecto del crecimiento demográfico y urbano para concebir un escenario futuro.

En la investigación, se estima que conocer las dinámicas del territorio contribuye a la reflexión sobre la realidad presente y futura, lo que les permite a las autoridades y a la población tomar conciencia sobre los fenómenos que rigen las dinámicas. La propuesta incluye recomendaciones para incorporarlas en la planificación del territorio, como un elemento más para alcanzar la sustentabilidad de la reserva.

1.1 Justificación

Las modificaciones que se producen en el uso del suelo tienen efectos en el cambio climático. De ahí la preocupación por entender que las interacciones entre las actividades humanas y los recursos naturales se ven reflejadas en los patrones de cambio sobre el uso del suelo. Estos cambios, acelerados actualmente, son producidos por acciones humanas y en muchos casos provocan situaciones que impactan a la misma humanidad, como lo expresan Ibarra, Román, Gutiérrez, Gaxiola, Arias y Bautista (2011). Por lo tanto, es de vital importancia regular la relación ser humano-naturaleza.

En esta consideración, el análisis territorial para el estudio sobre el caso de la Cordillera Alux cuenta con una regulación acorde con la Ley de Áreas Protegidas contenida en el Decreto número 4-89 del Congreso de la República de Guatemala.² Así también, la Reserva Forestal Protectora de Manantiales (RFPMCA) fue declarada como área protegida mediante el Decreto número 41-97 del Congreso de la República de Guatemala que, con tan solo a 17 kilómetros de distancia dentro de la ciudad capital, ha sido objeto de varios estudios; el último que se realizó fue el Plan Maestro 2010-2014, el cual estuvo a cargo del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (Conap). Asimismo, en el Decreto número 41-97 quedan consignados como administradores de esta reserva: Conap, los alcaldes municipales de Mixco, San Pedro Sacatepéquez, San Lucas Sacatepéquez y Santiago

² Decreto número 4-89 El Congreso de la República de Guatemala, considerando: que la conservación, restauración y manejo de la fauna y flora silvestres de los guatemaltecos es fundamental para el logro de un desarrollo social y económico sostenido del país.

Sacatepéquez, y por extensión, los gobernadores departamentales de Guatemala y Sacatepéquez.

Para su cumplimiento, dicho decreto se apoya en el Plan Maestro 2010-2014, cuyos objetivos han sido promover políticas, directrices generales y programas de manejo de conservación, investigación, ordenación y uso de los recursos. Entre las recomendaciones están: investigar sobre temáticas que ayuden a atender vacíos que limitan plantear acciones que consideren la realidad de los recursos naturales renovables de la Cordillera Alux, así como lograr su sostenibilidad. Se debe investigar el avance de la frontera agrícola y urbana entre 1960-2008, y las causas y efectos en el área.

Para Lambin y Geist (2007), los efectos sobre los avances en la frontera agrícola y urbana se asocian con los impactos ecológicos importantes, prácticamente a toda escala. Las migraciones internas son un fenómeno que afecta a la Cordillera Alux por estar cerca de la ciudad capitalina, lo cual se convierte en un atractivo para el desarrollo de las actividades económicas que generan ingresos. Estas migraciones han traído consigo una serie de efectos producto de las altas tasas de crecimiento poblacional, como extracción de recursos maderables de la reserva forestal, contaminación, deslizamientos y demanda de servicios e infraestructura, entre otros.

El Plan Maestro 2010-2014 también documenta una gran debilidad en la normativa, debido a que la situación actual del área requiere una regulación que sea más estricta, para lograr los objetivos que buscan conservar el área protegida. Por lo tanto, es necesario modificar el Decreto número 41-97 del Congreso de la República, para que la gestión de estos recursos naturales sea más eficiente y se protejan del impacto de las actividades humanas dentro del área. En la actualidad, son imprescindibles los estudios sobre los procesos de cambio en la cobertura y uso del suelo por sus implicaciones en la pérdida de hábitat, diversidad biológica, servicios ambientales y de capacidad productiva de los ecosistemas, por lo que como guía se pueden utilizar las sugerencias de los investigadores mexicanos Bocco, Maserá y Mendoza (2001).

Por otra parte, el Plan Maestro 2010-2014 enfatiza la necesidad de sensibilizar a la población local que habita tanto dentro como en las áreas circundantes de la Cordillera

Alux, sobre la importancia de las funciones ecosistémicas de las áreas verdes que aún quedan. El propósito es que los habitantes contribuyan con el logro de los objetivos del Decreto 41-97 (Anexo 1) por medio de su participación en programas de Educación Ambiental (EA), la cual es obligatoria, según el Decreto número 38-2010 (Anexo 2).³ Los habitantes deben participar en la toma de decisiones junto con las autoridades locales, las cuales tienen la obligación de propiciar el desarrollo social, económico, tecnológico, así como evitarla contaminación y mantener el equilibrio ecológico. Sin embargo, esta responsabilidad se diluye por la falta de recursos económicos, técnicos y el escaso personal.

Desde la parte académica e investigadora de Arquitectura y debido a las necesidades presentadas en el Plan Maestro de la RFPMCA, se toma la iniciativa de realizar el presente estudio, a partir de las sugerencias que se hacen en el documento del Plan Maestro 2010-2014. La investigación considera el territorio como un sistema que incluye un conjunto de elementos tangibles e intangibles relacionados e interdependientes que constituyen un todo natural, (Folch, 2003). Se analiza en dos líneas: en primer lugar, el subsistema población-entorno con valoraciones sobre las actitudes y percepción de los habitantes de su entorno, como su ideología o esquemas culturales, que de alguna manera han sido determinados y administrados por una colectividad humana concreta (Folch, 1999); en segundo lugar, el subsistema biofísico, que corresponde al análisis integral de los factores y procesos transformadores del suelo desde una óptica evolutiva de las estructuras urbanas hasta la construcción de escenarios a futuro.

La dimensión del estudio abarca los cinco municipios que forman parte de la cordillera, además analiza dos polos de atracción que contiguos, que crean la movilidad espacial de sus habitantes, por la generación de servicios y actividades económicas y productivas. Asimismo, analiza los cambios sobre el uso del suelo en un período determinado para brindar una visión espacial relacionada con la dinámica del territorio. Las consecuencias de

³ Ley de Educación Ambiental DECRETO NÚMERO 38-2010 EL CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA Artículo 1. La presente Ley tiene por objeto incluir la educación ambiental permanente, en el sistema educativo nacional, en los diferentes niveles, ciclos, grados y etapas del sistema escolar, en sus distintas modalidades; en centros educativos públicos, privados y por cooperativas, en el entorno multilingüe, multiétnico y pluricultural.

este fenómeno por el desplazamientos de los habitantes han sido enormes en el territorio, ya que el humano es el principal modelador del paisaje desde el Neolítico (Royo, 2011).

También, se consideran como parámetros de estudio, las postulaciones sobre la conservación del ambiente para la sostenibilidad a nivel nacional e internacional a partir de la Cumbre de la Tierra (ONU, 1992), particularmente las que se refieren a métodos y técnicas para analizar la estructura sociocultural y física del territorio. Además, se espera que este método de estudio pueda ser ajustado e implementado a otros contextos territoriales con características similares.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Proponer un método para el análisis de cambios en el uso del suelo y su impacto en las tendencias de configuración del territorio a partir del caso de la Cordillera Alux de Guatemala.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Valorar las actitudes y comportamientos de los habitantes en la Cordillera Alux con el medio natural, así como las posibles causas que influyen en el cambio de uso del suelo.
2. Generar una base de datos para caracterizar los cambios del uso del suelo a partir de lo observado y registrado entre los años 1960 y 2008, y escenarios proyectados para 2014 al 2030.
3. Estructurar la propuesta del método para estudiar los cambios en el uso del suelo de un área protegida, que se estableció con centros poblados existentes desde la época colonial.

CAPÍTULO 2

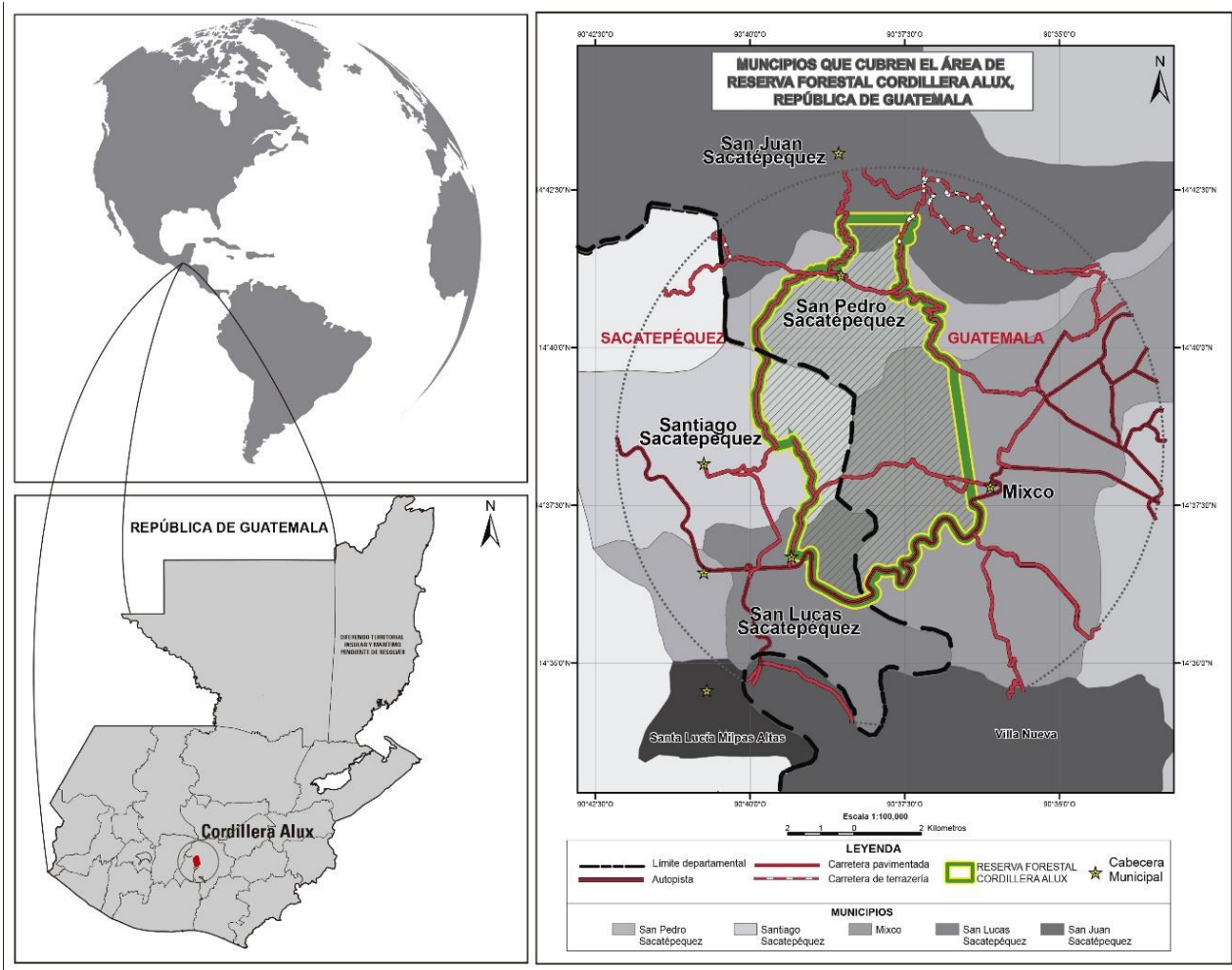
Marco teórico

2.1 Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux

Guatemala cuenta con un sistema de áreas protegidas, el cual está conformado por 120 distintas categorías de manejo que cubren una superficie de 3 192 997 hectáreas y constituyen el 29,3% del territorio nacional, de ellas solo 23 tienen un Plan Maestro, según el Informe Nacional de Áreas Protegidas de Guatemala (Conap, 2003, pp. 1-18). El objetivo fundamental de esos documentos es fortalecer la conservación y la buena administración de los recursos naturales, con el propósito de aportar agua, madera, vida silvestre y otros productos del bosque. Asimismo, se busca disminuir la vulnerabilidad ante los desastres naturales en suelos agrícolas, atenuar el impacto por el cambio climático, la protección de cuencas hidrográficas, la conservación de zonas de recarga hídrica y sitios estratégicos, incluyendo corredores biológicos. También, fomentar el manejo productivo de bienes y servicios ambientales, de acuerdo con los criterios técnicos y legales de cada categoría de manejo.

La RFPMCA fue incorporada al sistema de áreas protegidas en el Decreto 41-97 (Anexo 1), por ser una reserva boscosa ubicada cerca de la ciudad metropolitana que brinda servicios ecológicos de gran importancia, los cuales se detallarán posteriormente; además, permite el desarrollo de actividades al aire libre y presenta un potencial para promover y desarrollar agricultura orgánica en beneficio de los pobladores locales y aledaños.

La delimitación geográfica del área protegida incluye cinco municipios, a los cuales corresponde su administración y conservación. Las municipalidades son: Mixco, San Juan Sacatepéquez, San Lucas Sacatepéquez, San Pedro Sacatepéquez y Santiago Sacatepéquez, que están integradas por el Consejo Comunitario de Desarrollo (Cocode) y por las comunidades que se encuentran tanto dentro como en las cercanías del área de la Cordillera Alux (Figura 1).



Fuente: elaboración propia con base en los datos Sunil 2009, proporcionada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) de Guatemala; base de datos del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (Conap).

Figura 1. Localización de la Cordillera Alux, área de estudio.

2.1.1 Funciones ecológicas de la Cordillera Alux

La principal función de la Cordillera Alux consiste en ser hidrológica, ya que la infiltración le permite mantener las fuentes de aguas subterráneas y superficiales, así como regular el clima en el área metropolitana. Además, presenta áreas con cobertura natural y es parte de las cuencas de los ríos Motagua y María Linda; también es la principal zona de recarga

de los mantos acuíferos del valle de la ciudad de Guatemala, de modo que funciona como marco natural y de belleza escénica para los pueblos aledaños (Veliz, 2006).

De acuerdo con el estudio hidrogeológico, elaborado por la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA-INFOM, 1995) el caudal de agua de recarga de esta cuenca es de 5772 metros cúbicos por día (estimado). Sin embargo, el potencial de recarga es aún mayor, aproximadamente de veintidós millones de metros cúbicos (21,8 millones de litros) al año (Conap, 2006). Este volumen de agua aportada a los mantos acuíferos es equivalente a un caudal de 0,70 m³/s, el cual fluye en forma de manantiales, los cuales pueden ser aprovechados por medio de pozos. Al utilizar el 75% de este volumen de agua (el 25% sería caudal ecológico) se podría abastecer a unas 300 000 personas aproximadamente. Se estima que existen más de 550 pozos, los cuales funcionan sin control de cantidad y calidad de agua extraída (Conap, 2006 a). Por otro lado, el sitio presenta una extensa cobertura vegetal que además de servir como marco de belleza escénica para los pueblos aledaños también funciona como un regulador del clima en el área metropolitana, como se aprecia en la Figura 2.



- A. Cascada proveniente del nacimiento de agua en la Cordillera Alux (2013).
- B. Al fondo, vista de la ciudad desde la parte alta de la Cordillera Alux (2013).

Fuente: imágenes propias

Figura 2. Vistas de la Reserva Forestal Cordillera Alux.

2.1.2 Aspectos biofísicos

La Cordillera Alux se encuentra ubicada a una altura promedio de 2 100 msnm, por lo que el clima predominante varía de templado a frío con una temperatura media anual de 19,26 °C, según información suministrada por las estaciones meteorológicas Observatorio Central y Suiza Contenta para el período 1992-2003 y proporcionada por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (Insivumeh). Los suelos son profundos, bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica pomácea firme y gruesa, según Simmons, Tárano y Pinto (1959). El relieve es escarpado, en combinación con superficies onduladas y casi planas. De acuerdo con la capacidad de uso de la tierra, el 71,11% de los suelos de la Cordillera Alux tiene vocación forestal, lo cual los hace adecuados para desarrollar actividades de agroforestería con cultivos permanentes, y para la producción y protección boscosa. Su cobertura incluye bosques mixtos, coníferas y latifoliadas (Conap, 2006).

Con respecto al uso del suelo, se determinó, a partir de la imagen en ortofoto del año 2006, que el área boscosa se redujo al 45,93% y el uso urbano representa más de la cuarta parte de la superficie. La suma del uso urbano (26,74%) más los cultivos (21,18%) rebasan la de los bosques, porque ocupan casi la mitad de la Cordillera Alux (47,92%). Los usos de vegetación secundaria en sucesión y los pastos representan los menores de los suelos. La tasa de deforestación anual es de 172,06 hectáreas, para un total de 1 548,54 hectáreas deforestadas en nueve años. El consumo de madera para leña y para construcción de viviendas es de aproximadamente 1000 metros cúbicos por año, distribuidos en 120 credenciales de consumos familiares para el año 2009 (Conap, 2009).

La diversidad florística registrada es de 31 especies maderables y la de flora no maderable es de 158, de las cuales 27 son comestibles, 66 medicinales y 26 ornamentales. El Fondo Nacional para la Conservación de la Naturaleza (Fonacon, 2009) reporta 53 especies de aves, 15 tipos de mamíferos, 10 de ellos son de murciélagos, así como 9 especies de reptiles y 16 de mariposas.

2.1.3 Reseña histórica de los municipios de la Cordillera Alux

Cuatro de los cinco poblados poseen el nombre de Sacatepéquez y se debe a que formaban parte de los pueblos chajomas, que venían del área de Joyabaj y pertenecen al pueblo cachiquel (MacLeod, 2008). El nombre de Sacatepéquez sugiere que, en el tiempo de la conquista de estos pueblos, la cordillera se encontraba cubierta de zacatales y no de bosque. El único municipio que no tiene el nombre Sacatepéquez es Mixco, cuyo origen proviene de los pueblos pokomanes, originarios de la provincia de El Salvador. Su fundación data de los tiempos de la conquista española, y abarca los períodos precolonial y colonial alrededor del siglo XVI.

La traza de estos poblados corresponde al sistema reticular creado entre los años 1520-1580, según los patrones urbanos coloniales. En esa época, la densidad demográfica no era una preocupación y durante los tres siguientes siglos se mantuvo igual.

Dentro de la Cordillera Alux se encuentran sitios arqueológicos, lo que refleja una cultura de origen prehispánico. En la actualidad, existe la influencia de la Iglesia Católica representada por cofradías indígenas que juegan un papel preponderante en la representación de la cultura espiritual y que compiten en presencia religiosa con las demás hermandades entre los municipios (MacLeod, 2008). Por la importancia que tenía la religión católica en el proceso de conquista y colonización, era común ponerles a los poblados obtenidos en repartimiento el nombre de algún santo o del español que tomaba posesión del lugar. De esto, se puede deducir que, en el caso de Santiago Sacatepéquez proviene del santo patrono de España y de la voz náhuatl *zacat*, que significa hierba, y *tepet*, que significa cerro, por lo que significa “cerro de hierbas”. El nombre de Sacatepéquez demuestra que antes de la conquista de Guatemala, los nativos náhuatl procedentes de México tenían relaciones de tipo comercial con los cachiquiles.

Esta región además de las actividades religiosas posee una gran riqueza cultural y tradicional que se adhiere a su economía entre comidas típicas, bailes, ceremonias y fiestas patronales, así como actividades de tipo artesanal y días de mercado. Durante estos, se desarrolla un intercambio con abundantes productos de la zona, lo que atrae a muchos turistas nacionales e internacionales (Gall, 1983).

Los relatos de la época evidencian su origen, costumbres, conductas, características del territorio y sobre todo la relación que ya existía entre los municipios de la ahora área protegida. En el siglo XVII, el fraile inglés Thomas Gage vino a Guatemala entre los años 1625 a 1637, y visitó el pueblo de Santiago Sacatepéquez. Al respecto escribió en su informe:

Hay cuatro pueblos considerables; el primero se llama Santiago, donde hay quinientas familias; el segundo San Pedro que tiene seiscientas; el tercero San Juan, que tiene otras tantas; y el cuarto Santo Domingo de Sinacao, donde puede haber cerca de 300 familias. Estos cuatro poblados son muy ricos; el clima es muy frío en los dos primeros, pero en los otros dos es más caliente. En sus alrededores hay muchas haciendas, donde se cosecha mucho trigo y maíz. Aquellos indios tienen más valor que los de otros pueblos, y en mí tiempo estuvieron cerca de sublevarse contra los españoles porque los trataban mal. Lo españoles aquí son extremadamente ricos. (Gage, 2000, p. 66).

En el siglo XVII, el capitán y cronista Francisco Antonio de Fuentes y Guzmán (1932) escribió en su obra "Recordación Florida" datos concernientes al pueblo de Santiago:

El curato de Santiago Sacatepéquez es uno de los más antiguos y de los primeros que se confirieron por el reverendo obispo don Francisco Marroquín a el celo vigilante de la religión de Santo Domingo, por el año 1543, antes que por el Santo Concilio de Trento se prohibiese a los religiosos semejantes administraciones y curatos, y el de los que tienen aprecio y estimación en la común aceptación, porque así por su cercanía a Goathemala, que es de cuatro leguas, aunque de penoso y doblado camino, como por su temperamento, aguas y abundancia de bastimentos y congrua de grande obtención debe ser apreciable, y en él después de habilitados los religiosos para semejante administración por la bula⁴ de San Pío Quinto... ha continuado con las doctrinas esta sagrada religión y en esta de Santiago

⁴Documento autorizado y firmado por el papa que concedía derechos especiales o liberaba de ciertas obligaciones religiosas a quien lo poseía.

Sacatepéquez se ha conferido siempre a uno de los sujetos graduados en la línea de la predicatura general. Los indios de este pueblo todos son dados a la cultura de los campos, de donde les procede largo recibo por las cosechas de trigo, maíz, frijoles y chile, produciéndoles y colmándoles no dejar de tener algunas barrancas, como las tienen en toda la diócesis, aún los pueblos puestos en las mayores llanuras y a sus alrededores hay también varios cerros. Es la cabecera de curato con cinco pueblos anexos. El idioma que se habla en esta parroquia es el kacchiquel; los frutos que produce su terreno son maíces y frijoles en abundancia. (p. 406).

Debido a la riqueza de la tierra de Santiago, los cronistas coloniales coincidieron al describir el poblado como una región rica y altamente productiva, características que conserva hasta el día de hoy. Antes del traslado de la ciudad de Guatemala, las herencias culturales que se conjugaban en el actual territorio de la Cordillera Alux eran de las etnias pokomanes y cachikeles. A lo largo de los siglos y por la cercana relación geográfica de los cinco municipios se ha logrado producir una cultura híbrida, con diferentes concepciones de la vida y en la que estas creencias ancestrales mayenses se mezclan con antiquísimas tradiciones españolas y occidentales.

Mixco es uno de los municipios que tiene una vasta riqueza de leyendas, como “Las casas de entierros”, “La Sigumonta” (ave que se parece a las sharas de color negro) y “La Llorona”, que aparece sollozando por sus calles empinadas. Cuentan los ajq'ij (sacerdotes mayas) y los ancianos de Mixco que el cerro Alux, en cuyas faldas se levanta el pueblo, está encantado. Se asegura que el señor de dicha colina, Yuq'Alux, le da dinero a todo aquel que sabe pedirlo, como a Tiburcio Sabaj, quien recibió tanto, que solo él reconstruyó el pueblo de Mixco después de los terremotos de 1917 y 1918. En los otros municipios de la cultura cachiquel, en San Juan y en San Pedro Sacatepéquez proliferan las leyendas sobre el origen del maíz. Cada uno de estos asentamientos posee su traje típico, sus comidas autóctonas, sus bailes, tradiciones y costumbres, según lo describe el Plan Maestro 2010-2014 (Conap, 2006).

2.1.4 Iniciativas de ley para la conservación y manejo

En el año 1989, la Comisión Nacional del Medio Ambiente⁵ y el Consejo de Desarrollo de la Región Metropolitana conformaron un grupo de trabajo, integrado por instituciones del sector público. Su finalidad era promover la protección de las masas boscosas existentes en el cinturón ecológico de la zona urbana, donde la Cordillera Alux es la mayor reserva forestal. En mayo de 1992, por iniciativa del alcalde de Mixco, apoyado por sus colegas de los municipios de San Lucas, Santiago y San Pedro Sacatepéquez, emitió una declaración conjunta, en la que acuerdan las gestiones necesarias para declararla como área protegida.

Debido a esta iniciativa, el Consejo de Desarrollo de la Región Metropolitana nombró un comité de protección del ambiente⁶ y se llegó a la conclusión de que era necesario contar con estudios técnicos del área. Así, en marzo del año 1993,⁷ la empresa consultora Cattle Agroforestry Technological Consultants (Catec S.A.) realiza dicho análisis. En diciembre de 1996, el Conap aprueba el estudio técnico para la Cordillera Alux, con el acta número 20-96 y se reconoce su gran valor natural en el Decreto número 41-97 (Anexo 1), en el que se le denomina Reserva Forestal Protectora de Manantiales.⁸

En el año 2003, el Conap contrata a la Asociación de Desarrollo para Todos (Asodespt), con el objetivo de elaborar la propuesta del Plan Maestro, el cual no fue aprobado. Por tal razón, se inició un segundo esfuerzo. Este fue desarrollado por el Conap a través de la Unidad Técnica Cordillera Alux (UTCA) del 2005 al 2006, pero no tuvo seguimiento. Finalmente, se contrata a Dendrum S.A. en el 2006, para que revise y plantee el Plan

⁵Conama, actualmente Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, MARN.

⁶Esta Comisión la integraron los representantes de la Coredur Región I, la Conama, la Municipalidad de Mixco, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación y el Ministerio de Gobernación, Catec, 1993 (Op. cit. p. 2).

⁷Por gestiones realizadas por la Municipalidad de Mixco, ante el Gobierno Español, representado por la oficina de Cooperación Española y del Gobierno Japonés, a través de su Embajada, se logró el apoyo financiero para la elaboración de este estudio técnico (Ibíd. p. 3).

⁸ El Decreto Número 41-97 fue publicado en el Diario de Centro América el 1 de julio de 1997. El artículo 6, del Decreto 41-97, establece que la administración de esta reserva le corresponde al Consejo Nacional de Áreas Protegidas, de Guatemala.

Maestro de la RFPMCA. Sin embargo, no cumplió con los requisitos establecidos, por lo que no se aprobó la propuesta, situación que se repitió a finales del 2007.

En mayo de 2008, la UTCA retoma insumos para iniciar un quinto intento del Plan Maestro. En ese mismo mes, el Conap y los alcaldes conforman el Consejo Asesor de la Cordillera Alux, la gobernación del departamento de Guatemala y otras instituciones. A través de la Secretaría Ejecutiva del Conap se decidió: 1) reafirmar la necesidad de elaborar el Plan Maestro de la cordillera y 2) conformar un grupo técnico para el área, el cual fue responsable de proponerle al consejo asesor las acciones inmediatas y mediatas que se deben impulsar para la conservación y protección de la reserva; el documento final del Plan Maestro 2010-2014 fue aprobado por el Conap. La ejecución y administración de este incluye la infraestructura de la UTCA y el apoyo del consejo técnico; las evaluaciones serán sometidas al Consejo Asesor de la Cordillera Alux, así como lo establece el Decreto 41-97, artículo 6.

2.1.5 Patrón de ocupación y orígenes de los centros poblados del área de estudio

El origen de los centros poblados se dio a raíz de las fundaciones españolas regidas por las Leyes de Indias⁹. Parte de lo que abarcaron dentro del extenso territorio en el continente americano: desde California en el norte, en el mar Caribe Cuba y Santo Domingo, hasta el extremo sur en Argentina y Chile, se puede considerar como uno de los mayores movimientos de la historia. Desde lo que se ha llamado el Nuevo Mundo hasta la independencia de España, a comienzos del siglo XIX, las fundaciones españolas se constituyeron en un fenómeno importantísimo, especialmente desde el punto de vista del rol de la ciudad en el proceso de conquista y ocupación del territorio de manera intencionada (Carlos II, 1680).

⁹Leyes de Indias: es la legislación promulgada por los monarcas españoles para regular la vida social, política y económica entre los pobladores de la parte americana de la Monarquía Hispánica. No mucho después de la llegada de los primeros conquistadores a América, la Corona española manda que se observen las llamadas leyes de burgos, sancionadas el 27 de enero de 1512, que surgen por la preocupación de la Corona por el constante maltrato a los indígenas, de acuerdo con los informes de los padres dominicos.

2.1.6 Origen de la ocupación de los poblados

La ocupación del continente americano por parte de los españoles puede entenderse como un fenómeno geopolítico, pues se fundamenta en un afán de expansión e incorporación del nuevo territorio al imperio español, de aquí que la Corona haya tenido consideraciones estratégicas, tanto en lo político y económico, como en lo religioso y cultural. La ocupación urbana del Nuevo Mundo está condicionada desde sus inicios a factores de diversa índole, por ejemplo, la prolífica fundación de asentamientos presenta elementos comunes en los distintos núcleos urbanos, lo que se constituye en un patrón que otorga al fenómeno un carácter unificador. Todo conduce hacia un modelo que responde a la manera estratégica de poblar y está contenida en las leyes de los Reinos de las Indias, mandadas a imprimir y publicar por su majestad católica el rey don Carlos II (Pinelo y de Solórzano 1680). A partir de estas orientaciones, surgen los primeros asentamientos fundados por los españoles entre 1525-1568 que incluyen los municipios de la Cordillera Alux, (Gall, 1983). Estas primeras formas de ocupación del territorio dan lugar a las diferentes dinámicas de las estructuras urbanas que se estudiaron en esta investigación.

2.1.7 Aspecto socioeconómico

Las ciudades son estructuras muy complicadas y muy pujantes, pero al mismo tiempo muy frágiles. Para su funcionamiento se necesita un esfuerzo inmenso, continuo y cooperativo, ya que requieren de una inversión permanente que asegure su logística, y una aportación de insumos y de recursos que impida la tendencia a la desorganización del sistema (Capel, 2012). La Cordillera Alux, a pesar de su riqueza natural, por su magnitud y concentración demográfica en sus centros poblacionales, la pobreza y la desigualdad, es un territorio con mucho potencial de recursos. Por lo tanto, podría convertirse en una oportunidad para aplicar mejoras económicas y sociales que impacten en la calidad de vida de sus habitantes y en el empleo. A pesar de estos aspectos positivos, su estado actual, respecto a los aspectos socioeconómicos de los cinco municipios, aparece en el Índice de Desarrollo Humano (IDH), el cual se presenta en el Anexo 3. En este, se observa la variabilidad en el desarrollo de los cinco lugares de los años 1994 al 2002 reportados por el PNUD.

Dada la cercanía con la ciudad capital y las oportunidades de mercado para la producción, sus valores de IDH son mayores al promedio de la República de Guatemala. Mixco supera al IDH promedio del departamento de Guatemala, lo cual sugiere que presenta mejores condiciones de salud, educación y de ingresos que la mayoría de poblados capitalinos. Por su parte, San Pedro y San Juan Sacatepéquez se encuentran debajo del IDH. Para el caso del departamento de Sacatepéquez, el municipio de San Lucas presenta un IDH mayor al de Santiago y al promedio departamental. Estos valores se aprecian en el Anexo 4. Se percibe con gran intensidad la débil economía y de la vida urbana, causante de la movilidad de los ciudadanos, quienes se extienden hacia la periferia, junto a la carretera que bordea el área protegida, donde la residencia puede ser más ventajosa en función del fácil acceso a las grandes ciudades.

En los estudios existentes se reitera la necesidad de prever o anticipar la expansión y prepararla con políticas que controlen la especulación asociada a la dispersión espacial, (UN Habitat, 2010). La suburbanización¹⁰ avanza a tal grado que se está convirtiendo en el rasgo más característico de la expansión urbana (UN Habitat, 2008). Se deduce que el factor que ha sido protagonista en la configuración del espacio es la economía. Ascher (1992) y Garreau (1991) estudian las relaciones económicas entre los diferentes sectores de la ciudad y su influencia en la morfología urbana. La estructura poblacional para el avance en los procesos de producción, el intercambio tecnológico, el crecimiento económico y el desarrollo cultural son fundamentales (Jacobs, 2016).

2.2 Marco teórico urbano y ambiental

2.2.1 La sostenibilidad del ambiente

La Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (Segeplan) de Guatemala, en su tercer informe, plantea como objetivo 7 garantizar la sostenibilidad del medio ambiente y expone los avances del país al respecto. Específicamente la meta 7B, se enfoca en la reducción de la pérdida de los recursos naturales y la biodiversidad, al establecer una

¹⁰ La suburbanización se describe como patrones divergentes de crecimiento urbano (UN Habitat 2008).

reducción significativa en las tasas de pérdida para el 2015, en los ámbitos relacionados con los recursos naturales y la biodiversidad (Segeplan, 2010).

Uno de los ámbitos naturales que más preocupa es la proporción de la superficie cubierta por bosques. Este indicador refiere al tamaño del territorio nacional que se encuentra con cobertura forestal (bosques naturales y plantaciones) y supone que la presencia de las masas forestales contribuye significativamente con el desarrollo sostenible del país más allá de la generación de productos maderables. Esto debido a que al proporcionar protección a la vida silvestre, capturan los gases de efecto invernadero y regulan el ciclo hidrológico, entre otros servicios ambientales.

La cobertura forestal es un indicador con tendencia negativa, lo cual se constata al observar los datos de 2001 a 2006, lapso durante el cual la tasa de pérdida de esta ha oscilado en alrededor del 0,59% anual. En Guatemala, la deforestación es un proceso causado por múltiples factores, dentro de los que se mencionan los modelos económicos y las políticas, también existe un conjunto de dinámicas relacionadas con este proceso: el impulso a la actividad ganadera, el cultivo de palma africana, la extracción de hidrocarburos y la proporción de la población en estado de pobreza extrema, como consecuencia de las actividades humanas-producción y consumo (Segeplan, 2010).

El Tercer Informe de Avances para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), en el punto 7, indica que la principal amenaza a la diversidad biológica es la deforestación, la cual afecta la integridad de los ecosistemas y de las especies. Esto sucede por eliminación directa y por la destrucción del hábitat; las mayores tasas se presentan entre 1991-2001 y a nivel de ecorregiones el mayor impacto se da en los denominados “bosques secos de Centroamérica”, con 24,7%. Si la deforestación se mantiene al mismo ritmo, la ecorregión sería la primera en perder por completo su cobertura forestal característica, lo cual podría ocurrir en un período de 30 años a partir de 2001 (Segeplan, 2010).

Según estudios realizados por el Instituto de Investigación y Proyección Sobre Ambiente Natural y Sociedad, se prevé que más del 50% del territorio guatemalteco haya cambiado sus condiciones bioclimáticas para el 2050 y más del 90% para el 2080 (Iarna-URL, 2011).

Entonces, se observará una reducción en la cobertura de los bosques húmedos, muy húmedos y pluviales; o sea, de 80% disminuirá a 60% en el 2050 y menos de 35% en el 2080 (INAB, 2013). Entre los principales impactos en los ecosistemas y la diversidad biológica, se espera la expansión de nuevas conformaciones de bosques secos y muy secos, los cuales probablemente cubrirán más del 65% del territorio en 2080, en áreas ocupadas actualmente por esos bosques.

El último valor que se presenta para el año 2006 muestra que aún existe una alta dependencia de los habitantes en relación con el bosque, sobre todo para los pobres y pobres extremos. Para ellos, este no es solo fuente de leña y madera, sino también de alimentos, medicinas y materiales de construcción. Sobre el impacto para la salud por el consumo de leña, el 64% de los hogares guatemaltecos está expuesto a la contaminación en el interior de la vivienda causada por el humo. En el país, la relación entre consumo de leña y enfermedades respiratorias agudas es altamente significativa, pues en los hogares que la utilizan para cocinar, la posibilidad de desarrollar este tipo de daños en la salud incrementa en un 31% (Marn-URL/Iarna-PNUMA, 2009).

En la RFPMCA, según Conap (2010), la cobertura forestal está representada por bosques mixtos, coníferas y latifoliadas. Los suelos se distribuyen así: el 45,93% corresponde a la cobertura boscosa, el 26,74% para fines urbanos, el 21,18% al uso agrícola y el restante 6,15% para pastos y cubierta vegetal en sucesión. La tasa de deforestación anual es de 172,06 hectáreas, para un total de 1 548,54 hectáreas deforestadas en nueve años. La Figura 3 muestra una zona boscosa con el tipo de bosque mixto que existe en las áreas donde no hay asentamientos urbanos. La educación ambiental en la conservación del ambiente y en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio es fundamental, ONU (2015).



Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Cobertura boscosa de tipo mixto en el municipio de San Lucas Sacatepéquez, Cordillera Alux, altura 2 200 msnm.

2.2.2. Sostenibilidad urbana

El desarrollo sostenible, como fue expresado en 1987 en el reporte Bruntland, propone adoptar formas de desarrollo que hagan compatible la utilización de los recursos existentes con las posibilidades que tiene el entorno de satisfacer las necesidades presentes y futuras, o sea, dentro de los límites que permite la capacidad de soporte de los ecosistemas existentes. Su aplicación en el trámite y planificación sostenible del territorio, particularmente de los nuevos desarrollos urbanos, pueden concretarse en cuatro principios propuestos por Higuera (2009)

-Control de su huella ecológica considerando el suelo urbano como un recurso valioso y disminuir el consumo de energía, suelo y recursos en general.

-Cierre de los ciclos de materia y energía del ecosistema urbano, controlar la expansión urbana extensiva, reciclar el patrimonio edificado con políticas de rehabilitación en la ciudad consolidada y disminuyendo la producción de residuos y desechos no reutilizables.

-Apuesta por la singularidad de los desarrollos urbanos, adaptándolos a su clima y contexto, utilizando los principios del urbanismo bioclimático y además proyectar y construir los nuevos barrios y los nuevos edificios con estrategias de máximo ahorro y eficiencia energética.

-Aumento y mejora de la cohesión social. (p. 31).

Esos principios y otras propuestas se han ido consolidando en un conjunto de ideas sobre la compleja sostenibilidad en el ámbito urbano. Han participado académicos, profesionales e instituciones que trabajan para estudiar y resolver: la demanda de vivienda, la mezcla de usos del suelo, la movilidad sostenible, la vitalidad del espacio público, la aplicación eficiente de las energías renovables, las prácticas de gestión en la demanda de agua, la disposición de los residuos como recursos, la inserción urbana de la biodiversidad y de los ciclos naturales, la cohesión y la justicia social, la atención prioritaria a las cuestiones de género y generación, la salud democrática, y la participación ciudadana (Verdaguer y Cárdenas, 2011).

Los centros poblados corresponden a los núcleos urbanos desde las grandes metrópolis hasta las pequeñas ciudades. Estas últimas poseen condiciones de debilidad en cuanto a recursos e infraestructura que no les permite medir la sostenibilidad desde la perspectiva de un análisis territorial y de la vulnerabilidad urbana para facilitar la comprensión de los datos y asumir responsabilidades. No cabe duda de que el desarrollo de la ciudad viene acompañado de innumerables cambios morfológicos y funcionales sobre el uso del suelo, así como por dinámicas complejas de ocupación y competitividad que es necesario atender (Torres, 2017). En la sostenibilidad también influye la economía relacionada con el mercado del suelo, que se ve afectada por los precios y alquileres tanto de los inmuebles como de los terrenos, producto de la demanda de vivienda a causa de la densidad demográfica. Los centros poblados de la Cordillera Alux se ubican en las inmediaciones de la ciudad, por lo

que son parte de la demanda del mercado inmobiliario. El crecimiento urbano responde al crecimiento económico y de población, y se ve limitado por el agotamiento de los recursos naturales; en este caso, la tierra (Liévano, 2011).

Los desarrolladores transforman el suelo urbano mediante la construcción de unidades de vivienda o para la industria. Estos se definen basándose en el sector que atienden (bajo o alto ingreso, por ejemplo), pero todos realizan las mismas acciones que cambian el uso de la tierra. La deforestación se produce cada vez que se construye una urbanización. También implica el cambio en el valor de la tierra, porque los edificios de alto valor aumentan los precios del vecindario, mientras que los de bajo valor lo disminuyen. Del mismo modo, la urbanización cambia el atractivo de la tierra y la densidad de su población (Martínez y Morales, 2012).

Todas estas acciones sobre el territorio han sido consideradas por expertos a través del tiempo, de tal manera que han sido motivo de análisis para establecer las bases entre los límites de un espacio amenazado por el cambio en el uso del suelo natural por suelo urbano y/o edificado, y, de esta manera, asegurar los mecanismos que contribuyan a la sostenibilidad territorial. En este contexto aparece la idea de lo sustentable o del desarrollo sostenible como pieza clave y fundamental para garantizar la coexistencia del sistema, en el que participan tres dimensiones básicas: social, económica y ambiental, implícitas en la sostenibilidad de toda ocupación espacial urbana (hábitat) formal o informal.

Lograr la sustentabilidad en áreas pobladas conlleva la planificación de un sistema integral, el cual abarque todo un ordenamiento del territorio en el que se establezcan los usos del suelo según su vocación, con el fin de alcanzar un desarrollo sostenible. Conservar y reforzar la base propia de recursos naturales constituye un pilar para lograr un desarrollo sostenible. Este debe asentarse en las capacidades y recursos naturales existentes en un territorio y en su vocación natural (Gómez, 2016). Uno de los objetivos del desarrollo sostenible es proteger, restaurar y promover la utilización sustentable de los ecosistemas

terrestres, gestionar de manera adecuada los bosques, compartir la desertificación, detener y revertir la degradación de la tierra, y frenar la pérdida de la diversidad biológica¹¹.

La planificación contribuye con el manejo del desarrollo sostenible del territorio, el cual puede lograrse con base en un análisis prospectivo por medio de un estudio sobre el pasado y el presente para avizorar posibles situaciones futuras (Unicef, 2013). La prospectiva actúa como una guía diseñada, no para prever el futuro, sino para tomar acciones estratégicas en el presente que nos permitan alcanzar óptimos resultados a mediano y largo plazo (Godet, 2012). Para varios autores, incluido Gaston Berger, el padre de la prospectiva, un análisis de este tipo podría simplemente ser una cuestión de actitud. Sin embargo, para otros, la prospectiva requiere la aplicación de modelos cuantitativos y la construcción de escenarios para su desarrollo (Godet, 2012).

2.2.3 Ocupación de la tierra

Existen varias formas de ocupación del territorio: planificadas y no planificadas; entre estas últimas están los asentamientos humanos que se caracterizan por el surgimiento espontáneo de la ocupación de terrenos del Estado, estas acciones están fuera del marco legal. Las ocupaciones son realizadas de forma masiva, durante las cuales, en la mayoría de las veces, participan todos los miembros de la familia. Estas son rápidas, las planifica un pequeño grupo y las encabeza un líder. En los días posteriores se organizan comisiones de vecinos con distintas funciones relacionadas con la seguridad y cuidado de las pertenencias en el área invadida (Morán, 2012).

Ante la ausencia de soluciones a los graves problemas habitacionales, los asentamientos se establecieron en terrenos baldíos, de propiedad gubernamental o privada, especialmente en la periferia de la ciudad de Guatemala. En la mayoría de los casos, los invasores dijeron que tomaban tales medidas luego de largos años de infructuosas gestiones ante las autoridades para lograr una vivienda digna (Centro de Estudios de Guatemala 1995). La respuesta concomitante de las ocupaciones han sido los desalojos.

¹¹ONU 2015. Objetivo de Desarrollo Sostenible Agenda 2030. Objetivo de Desarrollo Sostenible N.º.15.

2.2.4 Vulnerabilidad urbana

Es indudable que las áreas urbanas están sujetas a altos índices de vulnerabilidad física, relacionados con la ocupación desbordada y el manejo inadecuado del suelo. Esta ante los desastres tiene que ver con la propensión estructural de una sociedad o de un grupo social a sufrir daños a partir de la ocurrencia de un evento natural que constituya una amenaza. El análisis de la vulnerabilidad es específico en función del tipo de peligrosidad. Desde esta perspectiva, el riesgo es el resultado de la ocurrencia de los dos parámetros anteriores: amenaza y vulnerabilidad (Cepal-BID, 2000).

Romero y Maskrey (1993) distinguen dos tipos de vulnerabilidad física que, para identificar un escenario de riesgo, permiten realizar un primer acercamiento a la descripción de este. Una es la vulnerabilidad por origen, referida a las condiciones iniciales de un asentamiento humano en una zona donde no se han considerado aspectos de seguridad, y la otra corresponde a la vulnerabilidad progresiva, en la cual prevalecen procesos de gestación y acumulación de condiciones inseguras como consecuencia de la acción humana. Entre estas condiciones están la deforestación, la ubicación de los asentamientos en laderas, la densidad demográfica, la falta de infraestructura, las condiciones precarias de los habitantes y las prácticas ambientales inapropiadas.

Lo anterior se enmarca en un escenario que permite integrar la vulnerabilidad y el hábitat en una problemática real conceptualmente hablando, donde dicho entorno contiene las amenazas a las que las poblaciones se ven expuestas. Por lo tanto, se puede argumentar que existe una relación directa entre como los pobladores construyen su hábitat y las situaciones que condicionan esta construcción, mediada por el grado de peligro ante eventos naturales, socionaturales o antrópicos, por las decisiones políticas de comunidades e instituciones y las condiciones ambientales de los entornos (García y Gilberto, 2013).

Mansilla (2000) analiza el riesgo en el ámbito urbano, y plantea su preocupación por los elevados índices de vulnerabilidad y las condiciones de los asentamientos. Segeplan ha estado realizando un catastro de precarios relacionados con los ODM sobre la magnitud que representan estos para el país (Segeplan, 2010). Los asentamientos establecidos

como precarios urbanos surgen a partir de tomas de tierras y se han conformado sin mediar ninguna regulación urbanística.

Hay antecedentes sobre su existencia desde los años 20 del siglo XX, pero lo que sí es más reciente es su propagación: de los aproximadamente 68 000 lotes o viviendas ubicados en asentamientos precarios dentro de la metrópoli, y a lo largo de 86 años, cerca del 64% se incorporó en los últimos 15 años (1995-2010). Los asentamientos precarios son un fenómeno típicamente metropolitano y el departamento de Guatemala (región metropolitana) concentra el 96%. Existen 387 asentamientos, lo cual significa que su peso demográfico, en el 2010, estaba en alrededor del 13% del total de la población urbana de la región, con un estimado de 362 000 habitantes, que ocupan menos del 2% del área urbanizada de la metrópoli (Segeplan, 2010, p. 41). Aún en los años 80, en la mayoría de los asentamientos, abastecerse de agua se daba por medio del chorro público; igualmente, el saneamiento era resuelto por cada familia de manera rústica y fragmentada. Actualmente, el 92% se abastece de agua por medio de redes domiciliarias; de estas, el 88% lo surte el servicio municipal y en materia de saneamiento, el 93% posee redes entubadas de drenajes (Segeplan, 2010).

Una de las grandes preocupaciones que generan estos asentamientos es la ubicación en áreas de riesgo propensas a deslizamientos. A pesar de que estos disfrutan de algunos servicios, como agua y luz, no se prosigue con su legalización por el estado en el que se encuentran.

2.2.5 La dinámica territorial

El ser humano, como especie, es el único capaz de alterar los ciclos energéticos de los recursos y sus nutrientes, esto se refleja en los sistemas urbanos. Como resultado, se produce un espacio complejo y dependiente del entorno, porque la infraestructura, en la cual se mantiene una dinámica de flujo y de crecimiento, se desarrolla una expansión que

transforma el uso del suelo. El suelo urbano se concibe como un espacio de interacción que está sujeto al antropomorfismo¹².

Los elementos socioculturales son importantes en las dinámicas del territorio por considerarse un sistema de valores de una sociedad que se moviliza en torno a una visión de futuro, con lo cual se estimula la creatividad de la población (Quevit, 2007). Las diferentes dinámicas territoriales: física, social o ambiental son parte importante en la planificación, ya que esta es la mejor vía para conseguir una coherencia entre las actuaciones del ser humano y su entorno. Así pues, se enfoca desde la planificación del desarrollo territorial sostenible como la expresión geográfica de las políticas económicas, sociales, ecológicas y culturales de la comunidad, siendo al mismo tiempo una disciplina científica, una técnica administrativa y una política de desarrollo (Farinós, 2008).

En décadas recientes, el análisis teórico de las disparidades territoriales se ha centrado en dos grandes problemas: el nivel y la evolución de la desigualdad general entre los ingresos y las condiciones de vida de los habitantes de distintas regiones, así como la concentración espacial de la actividad económica y la población (Comisión Económica para América Latina, Cepal, 2010). El programa Dinámicas Territoriales Rurales (DTR) desde el 2007 trabajó en 11 países de Latinoamérica para darles respuesta a tres preguntas: a) ¿Existen en América Latina territorios rurales que estén creciendo económicamente con inclusión social y con sustentabilidad ambiental?, b) ¿qué factores determinan las dinámicas territoriales exitosas, es decir, aquellas que han resultado en crecimiento económico con inclusión social y sustentabilidad ambiental? y c) ¿qué se puede hacer desde la política pública, pero también desde otros espacios de acción pública, para estimular y promover este tipo de dinámicas territoriales? (Modrego y Berdegué, 2012). En el estudio encontraron aspectos positivos y negativos que confirman las transformaciones a las que están sometidos los territorios: algunos se desarrollan y otros quedan relegados a condiciones paupérrimas.

¹² Filosofía: tendencia inherente a nuestro espíritu que nos lleva a atribuir a la Divinidad los sentimientos, pasiones, ideas y actos del ser humano... De anthropos (ser humano) y morphé (forma) (Diccionario enciclopédico hispano-americano de literatura, ciencias y artes edición digital en torre de babel, 2007).

2.2.6 Modelos para el estudio de la morfología urbana

Para el análisis del subsistema biofísico, se utilizan modelos explicativos de la morfología urbana que permiten realizar una abstracción de la realidad en distintas temporalidades. Estos modelos tienen una larga tradición en las ciencias regionales, abarcan estudios sobre fenómenos demográficos y ambientales en Europa, Estados Unidos y América Latina.

En este sentido, los primeros esfuerzos de estas ciencias fueron dirigidos a la comprensión de la estructura urbana, generalizada por la famosa Escuela de Ecología Social de Chicago en modelos desarrollados ya en los años 20, posteriormente surgen nuevas ideas como el modelo de Mertins (1980). En 1982, Borsdorf (1982) publicó una primera síntesis de la discusión alemana con un modelo que incluía tanto la discusión antigua como algunas ideas de la primera contribución estadounidense, representada por el modelo de Griffin y Ford (1980). Seguidamente, otros autores estadounidenses, como Deler (1989), Crowley (1995) y el mismo Ford (1996) autores que han tratado la evolución de la forma urbana y la construcción de vivienda. Estudiando los diferentes diseños, Borsdorf, Bähr y Janoschka (2018) llegaron a un patrón denominado Modelo de desarrollo urbano, el cual fue presentado en diciembre de 2002, este último se utilizó como referencia en el área de estudio para realizar la sinopsis de los elementos incluidos en el modelo estructural de desarrollo urbano para los cinco centros poblacionales, adecuándolo a las características del contexto territorial estudiado.

2.2.7 Factores que se atribuyen al crecimiento de áreas pobladas

El primero es el aumento demográfico. Wallner (1980) señala que este en la ciudad se debe a las migraciones, al abandono precipitado e indiscriminado del campo y a la incorporación de municipios limítrofes que se hallan vinculados funcionalmente con las grandes ciudades. El segundo es el crecimiento sin regulación: otros autores dicen que las problemáticas urbanas van en torno a los desequilibrios causados por el crecimiento urbano y que las formas occidentales de explotación y consumo son evidentes (Cifuentes y Llop, 2015).

En tercer lugar, está el acceso por las vías: Hoyt (2005) afirma que las vías se convierten en factores importantes de crecimiento urbano, y Parrado (2001) dice que un factor

importante de crecimiento urbano es el surgimiento de nuevas zonas residenciales, comercios, equipamientos y servicios. Urbanizar un territorio no es llenarlo de construcciones, sino, todo lo contrario, consiste en determinar qué va, dónde y para qué, lo cual debe responder a una intención civil de interés general y que tenga calidad y sentido. De hecho, el espacio biofísico no se convierte en territorio hasta que es urbanizado, es decir, cuando es objeto de apropiación civil. La desestructuración territorial y el deterioro del ambiente resultan de la ocupación espacial sin directrices urbanísticas serias (Folch, 2011).

Por su parte, la pobreza y el crecimiento espectacular de los asentamientos informales ha ocurrido en las periferias y por densificación de áreas urbanas "consolidadas" e irregulares, pese a que los índices de natalidad y de migrantes campo-ciudad hayan caído sustancialmente y el porcentaje de ciudadanos pobres haya permanecido relativamente estable. Otras razones que han provocado este crecimiento informal son la falta de programas de vivienda social, la inversión pública débil o inadecuada en infraestructura urbana y la cruda realidad de que los mecanismos informales son rentables para quienes los promueven (Smolka y Biderman, 2011). Además, este constante dinamismo que sucede en los territorios contribuye al aumento en los índices de erosión y a la pérdida de la diversidad biológica (Conap, 2010).

En particular, el suelo de la Cordillera Alux tiene fuertes pendientes y suelos volcánicos, también está expuesta a la actividad sísmica, por lo que coexiste una situación de vulnerabilidad. Sin embargo, el espacio agrícola es también uno de los factores que intervienen en las transformaciones morfológicas (aterrazamiento) por la extensión de las especies de subsistencia, desplazando el espacio forestal (Folch, 2011). El déficit habitacional supera el millón y medio de viviendas (Encovi, 2006) para la clase pobre. También, por la aparición de pequeños barrios de altos ingresos que buscaban mayor calidad de vida, este ideal en la actualidad se ha consolidado como excusa para el surgimiento de nuevos conjuntos de viviendas y edificios en la periferia, justamente cerca de zonas de protección o de reserva (Ruiz y Linar, 2010 y Clark, 1977). Todo esto, pone en riesgo al ecosistema.

2.2.8 Ordenamiento territorial

El acta número 12-2015 punto 8, de la Comisión de Vivienda del Congreso de la República de Guatemala, C.A., dice así “el Ordenamiento Territorial OT es un sistema integrado de normas, directrices y acciones de planificación y actuación, en tanto a los poderes públicos, como la sociedad, coinciden para mejorar la gestión del territorio”. Además, el Ordenamiento Territorial (OT) se justifica por la conflictividad inherente a cualquier sistema territorial. Dejado a su evolución espontánea, se resuelve en beneficio del interés privado del más fuerte, con objetivos a corto plazo, lo que conduce a un sistema territorial insatisfecho. Este hecho se argumenta en la intervención planificada sobre el denominado sistema (Orea y Villarino, 2011).

El estudio sobre la forma del sistema urbano es a partir del análisis de la distribución espacial de las ciudades o de los núcleos urbanos que integran el sistema regional y de su distribución por tamaño, definido este último por su población (Lozano, 2005). Los asentamientos se disponen sobre el espacio en forma diferente, atendiendo a las características biofísicas, a la disponibilidad de recursos y a las posibilidades que el hombre tenga para su desarrollo (Godoy, 2003). Los planes de ordenamiento territorial están en constante actualización y se formulan en función de las categorías de protección para las zonas más frágiles del territorio, se especializan en las áreas con fines de conservación y recuperación paisajística e identificación de los ecosistemas de importancia ambiental (Gutiérrez y Berrocal, 2013).

Existen numerosas técnicas para el análisis urbano, básicamente se definen por medio de una serie de variables fundamentales, como población, centralidad y diversidad. También, consideran otros elementos del sistema urbano en términos de su importancia, como centros en el contexto regional en términos generales. En el contexto guatemalteco, las categorías de organización territorial se identifican según el grado de adelanto y número de habitantes, por lo que se distinguen: ciudades, villas, pueblos, caseríos y otros lugares

habitados permanentemente, etc. o metrópolis, ciudades y regionales,¹³ o sea, que se puede analizar la estructura al considerar los sistemas según su complejidad (López, 2011).

Aumentar el potencial de las áreas periféricas no esenciales de manera sincronizada puede, a su vez, aumentar el crecimiento nacional en una cantidad significativa (Garcilazo et al., 2010). Mientras tanto, los principales centros urbanos centrales continuarán creciendo sin la necesidad de una intervención política significativa, aunque algunos de los principales desafíos a largo plazo estén relacionados con las dificultades asociadas con la gestión del medio ambiente, la congestión y los problemas de inclusión social merecerán una mayor atención (Barca, McCann y Rodríguez-Pose, 2012).

2.3 Educación ambiental

2.3.1 Origen de la educación ambiental

En la declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, celebrada en Estocolmo en 1972, se proclama que la EA es indispensable para ensanchar las bases de una opinión pública bien informada y de una conducta consciente de los individuos, de las empresas y de las colectividades, inspirada en el sentido de su responsabilidad en cuanto a la protección y mejoramiento del medio en toda su dimensión humana (Naciones Unidas, 1972). En ese documento se plantea que la EA¹⁴ tiene como propósito primordial la necesidad de crear conciencia y formar valores en la gente que fomenten el uso sostenible de los recursos naturales, lo cual se logra por medio de una educación integral que propicie el desarrollo de los individuos y su integración ética en la sociedad (Naciones Unidas, 1972).

¹³ En Guatemala, la calificación de población urbana proviene de lo establecido en el Acuerdo Gubernativo del 7 de abril de 1938.

¹⁴ Conferencia de las Naciones Unidas Sobre el Medio Ambiente Humano 1972, Principio 19: Es indispensable una labor de educación en cuestiones ambientales, dirigida tanto a las generaciones jóvenes como a los adultos y que preste la debida atención al sector de la población menos privilegiado, para ensanchar las bases de una opinión pública bien informada y de una conducta de los individuos, de las empresas y de las colectividades inspirada en el sentido de su responsabilidad en cuanto a la protección y mejoramiento del medio en toda su dimensión humana. Es también esencial que los medios de comunicación de masas eviten contribuir al deterioro del medio humano y difundan, por el contrario, información de carácter educativo sobre la necesidad de protegerlo y mejorarlo, a fin de que el ser humano pueda desarrollarse en todos los aspectos.

Este planteamiento se encuentra estipulado en la Ley de Educación Ambiental (Congreso de la República de Guatemala, 2010)¹⁵, Decreto número 38-2010 del Congreso de la República de Guatemala (Anexo 1). Esta ley pretende, entre sus fines educativos, impulsar al educando hacia el conocimiento de la ciencia y la tecnología moderna como medio para preservar su entorno ecológico o modificarlo, y planificar a favor del ser humano y de la sociedad para lograr el desarrollo integral y sostenible tanto de la niñez como de la adolescencia. La educación en el país asegurará, entre otros, el fomento de valores como el respeto, la conservación y el cuidado del ambiente.

2.3.2 Educación y desarrollo sostenible

A partir de la conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente, nace un conjunto de 106 recomendaciones y 24 principios que abogan por el derecho al desarrollo sustentable y a la protección y conservación de los ecosistemas (Naciones Unidas, 1972). Se destaca la importancia en el cambio del modelo de desarrollo, asociado principalmente al “ecodesarrollo”. Se habla, además, de una EA escolarizada y no escolarizada que debe enfocar su atención en los jóvenes, adultos y medios de comunicación, actores centrales de la problemática ambiental. Consecutivamente, la Unesco y el Pnuma crean el Programa Internacional de Educación Ambiental (PIEA), el cual enfatiza el enfoque interdisciplinario, con el fin de alcanzar una visión integral del medio ambiente. Además, la EA es incorporada en todos los niveles educativos, en formatos escolarizados y no escolarizados (Macedo y Salgado, 2007). Asimismo, en la declaración surgida de la Segunda Conferencia Mundial sobre Medio Ambiente o Cumbre de Río se dice claramente que la EA es indispensable para la modificación de actitudes y para desarrollar comportamientos compatibles con un desarrollo sostenible, por ello, debe ser introducida en todos los niveles escolares, reexaminando los programas y los métodos de educación. El programa o agenda 21 destaca la vinculación entre ambiente y desarrollo, así como la importancia crítica de una EA escolar y extraescolar, transversal e interdisciplinaria que abarque todos los ámbitos

¹⁵ la Ley de Educación Ambiental DECRETO NÚMERO 38-2010 del Congreso de la República de Guatemala, 2010, Fue publicado en el Diario de Centroamérica el 6 de noviembre del 2010.

económicos, ambientales, sociales y de desarrollo humano para el desarrollo sostenible (Naciones Unidas, 1992).

Paralelamente, se continúa reforzando la inclusión del concepto de desarrollo sostenible y la necesidad de una educación adecuada a este nuevo paradigma, ejemplo de ello es el documento “Educación para un futuro sostenido: una visión transdisciplinaria para una acción concentrada”, presentado en la Conferencia internacional sobre medio ambiente y sociedad. Educación y conciencia pública para la sostenibilidad que se llevó a cabo en Salónica en 1997.

El concepto de desarrollo sostenible y de educación para el desarrollo sostenible varía de un país a otro y de una cultura a otra; depende de las características propias del contexto de cada región y de cada comunidad, de sus procesos históricos y de las particularidades de su ambiente. De manera que pueden existir varias definiciones y seguirán proponiendo otras. Es preciso, como propone la Unesco, continuar con los esfuerzos que permitan clarificar y comunicar tanto los conceptos como los mensajes clave de la educación para el desarrollo sostenible, y para apoyar la interpretación y adaptarla a las audiencias y a los niveles regionales y nacionales (Tréllez, 2006). Entre los esfuerzos que se pueden citar está el de la Autoridad de calificaciones, currículo y evaluación del País de Gales, que publicó un documento con los principios y buenas prácticas de la educación para el desarrollo sostenible y de la educación para la ciudadanía global (Mckeown, Hopkins, Rizzi y Chrystallbridge, 2002), un esfuerzo que puede repetirse en otros países que tengan como meta el desarrollo sostenible.

Por su parte, Naciones Unidas declaró el período 2005-2014¹⁶ como la Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible (DESD) y la Unesco, en su informe 2012, se refiere a: Forjar la educación del mañana. Por su parte el Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible se centró específicamente en los procesos y el aprendizaje en el contexto educativo para el desarrollo sostenible (EDS). Esto llevó a un

¹⁶ Diciembre de 2002: en su 57^a sesión, la Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó la Resolución 57/254 que declaró el período entre 2005 y 2014 como el Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible (DEDS). UNESCO fue nombrado principal organismo de las Naciones Unidas.

amplio consenso de consulta por la contribución de políticas universitarias y profesionales de todo el mundo, activas en el ámbito en la EDS.

Sin embargo, el reto que plantea el EDS es hoy mayor que nunca, porque cada vez se tiene más conciencia de que los avances tecnológicos, las legislaciones y los marcos políticos no bastan. Al finalizar la década del período 2005-2014, Naciones Unidas, en el año 2015, pone en marcha un *Programa de Acción Global* (GAP por sus siglas en inglés, Global Action Programme) con el mismo objetivo de impulsar la necesaria y todavía posible transición a la sostenibilidad. Este programa toma como base los logros alcanzados en el marco de la década, con el fin de seguir impulsando el compromiso internacional de fomentar la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) y ha sido concebido mediante un proceso de amplias consultas que refuerzan su interés y viabilidad.¹⁷

¹⁷ Declaración de Aichi-Nagoya sobre la Educación para el Desarrollo Sostenible. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002310/231074s.pdf>

CAPÍTULO 3

Metodología de la investigación

3.1 Metodología de la investigación

La iniciativa de la presente investigación surge luego de conocer el documento Plan Maestro 2010-2014 de la RFPMCA, realizado por el Conap que incentiva a completar una serie de estudios sobre la Cordillera Alux. Entre los análisis pendientes de complementar que se abordaron en este trabajo, se encuentran el avance de la frontera agrícola y urbana en el área de la Cordillera Alux, de 1964 al 2008, y fortalecer tanto el conocimiento como el uso de dicha cadena montañosa con fines recreativos y educativo ambientales¹⁸; también, se trabajó en el análisis de las actitudes en pro de los ecosistemas.

Se espera que con los resultados se brinde un apoyo para fortalecer a las autoridades administrativas de esta reserva y mejorar las capacidades institucionales para una conciliación de los habitantes con su territorio y asegurar la sostenibilidad. El estudio se realizó empleando los principios del método científico. Se trabajó en cuatro etapas que permitieron ir conceptualizando un método de análisis que propone ser utilizado en zonas de reserva natural que incluyen áreas pobladas.

El territorio de la Cordillera Alux se caracteriza por los problemas relacionados con la expansión urbana desordenada, la agricultura intensiva y la deforestación. Este territorio cuenta con importantes áreas de protección ambiental, como la reserva forestal protectora de manantiales, así como los fenómenos interrelacionados complejos, los cuales serán diagnosticados retrospectivamente desde su evolución a partir de su establecimiento. El método de análisis para la presente investigación está diseñado para promover escenarios futuros y ayudar a los planificadores en la toma de decisiones. Además, mostrará tendencias actuales peligrosas, que conducen a desequilibrios en esta área y que deben considerarse en la planificación futura para trabajar con criterios tanto científicos como sostenibles (García-Ayllón, 2018).

La delimitación del estudio se realizó a partir de la información obtenida desde el año 1964 al 2008 y la base de datos estadísticos correspondiente al censo 2002. Dada la imposibilidad de conseguir referencias recientes, se utilizó la proyección del censo al 2008

¹⁸ Plan Maestro 2010-2014 de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux (p. 83).

y 2014 publicada por el Instituto Nacional de Estadística (INE). Para la parte correspondiente al análisis de las actitudes proambientales, se inició con la formulación de las entrevistas de campo dirigidas a un segmento de habitantes del área en estudio.

3.2. Tipo de investigación

La investigación es mixta por incluir dos tipos de análisis. Para el del subsistema, población y su vínculo con la naturaleza se utilizaron datos cualitativos en relación con conocimientos y actitudes sobre un ambiente natural. En esta parte se utiliza el método deductivo e inductivo de la investigación científica-cualitativa y cuantitativa para la dimensión geográfica (Sampieri, Fernández, y Baptista, 2013). El análisis cualitativo brinda datos sobre el contexto por observación, entrevistas e historia, aspectos que intentan describir acontecimientos importantes sobre la interacción del ser humano con el territorio, para determinar los procesos en los cuales los eventos están incrustados y las perspectivas de los individuos participantes. Se utiliza la inducción para derivar las posibles explicaciones basadas en los fenómenos observados (Gorman y Clayton, 2005).

La parte relativa al estudio se desarrolla por medio del método¹⁹, el cual es aplicado sobre variables de población, estadísticas y geográficas. Sobre esta base, el método de investigación es usado principalmente para producir conocimiento en las ciencias, por lo que existen varias definiciones referentes al método científico. Según el *Oxford English Dictionary* y el método científico es: "un método o procedimiento que ha caracterizado a la ciencia natural desde el siglo XVII, que consiste en la observación sistemática, medición y experimentación, y la formulación, análisis y modificación de las hipótesis". El método científico sería el procedimiento mediante el cual se puede alcanzar un conocimiento objetivo de la realidad, tratando de dar respuesta a las interrogantes acerca del orden de la naturaleza.

Por lo tanto, está ligado a la ciencia y al conocimiento científico, o sea, caracteriza el conocimiento científico, "Donde no hay método científico no hay ciencia" (Bunge, 2014). Esta última es el resultado de aplicar el método científico a problemas resolubles, por lo

¹⁹ Método: "modo ordenado de proceder para llegar a un resultado o fin determinado, especialmente para descubrir la verdad y sistematizar los conocimientos" (Diccionario Actual de la Lengua Española)

que la investigación científica es la acción de aplicar dicho método y este a su vez es un proceso sistemático por medio del cual se obtiene el conocimiento científico basándose en la observación y la experimentación (Castán, 2014).

3.2.1 Cálculo de la muestra

El tamaño de la muestra fue de 329 personas y se calculó con base en la población. Los participantes fueron hombres y mujeres mayores de 15 años y se utilizó un muestreo proporcional al azar, se empleó un nivel de confianza del 95%. Los resultados se obtuvieron por medio del programa M.A.S. para el cálculo automático de las poblaciones finitas y su aplicación para el desarrollo de procedimientos probabilísticos y de muestreo simple aleatorio, según el tamaño de la muestra (ver cálculo de muestra en el Anexo 5).

3.3 Área de estudio

La Reserva Forestal Protectora de Manantiales RFPMCA, también conocida como Cordillera Alux, se declaró área protegida el 29 de mayo de 1997, por medio del Decreto número 41-97, del Congreso de la República de Guatemala, el cual entró en vigor el 1 de julio de 1997. Posee un área de 45 km², está ubicada en el km 26 de la Carretera Interamericana rumbo al occidente del país, y forma parte de los departamentos de Guatemala y Sacatepéquez. El perímetro de la reserva es de 29,32 km (Centro de Acción Legal-Ambiental y Social de Guatemala-Calas, Decreto número 41-97)²⁰.

De acuerdo con la capacidad de uso de la tierra, el 71,11% de los suelos de la cordillera tienen vocación forestal, adecuados para desarrollar actividades de agroforestería con cultivos permanentes, y para la producción y protección forestal. El área protegida se caracteriza por poseer un bosque nuboso o bosque húmedo montano bajo subtropical; según el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge, estos son de vital importancia por estar considerado como uno de los pulmones de la ciudad capital, además, por ser un área con gran biodiversidad (Fonacon, 2009).

²⁰ Publicado a páginas 2438 a 2439, del número 81, tomo 256, de fecha 1 de julio de 1997, del Diario de Centro América

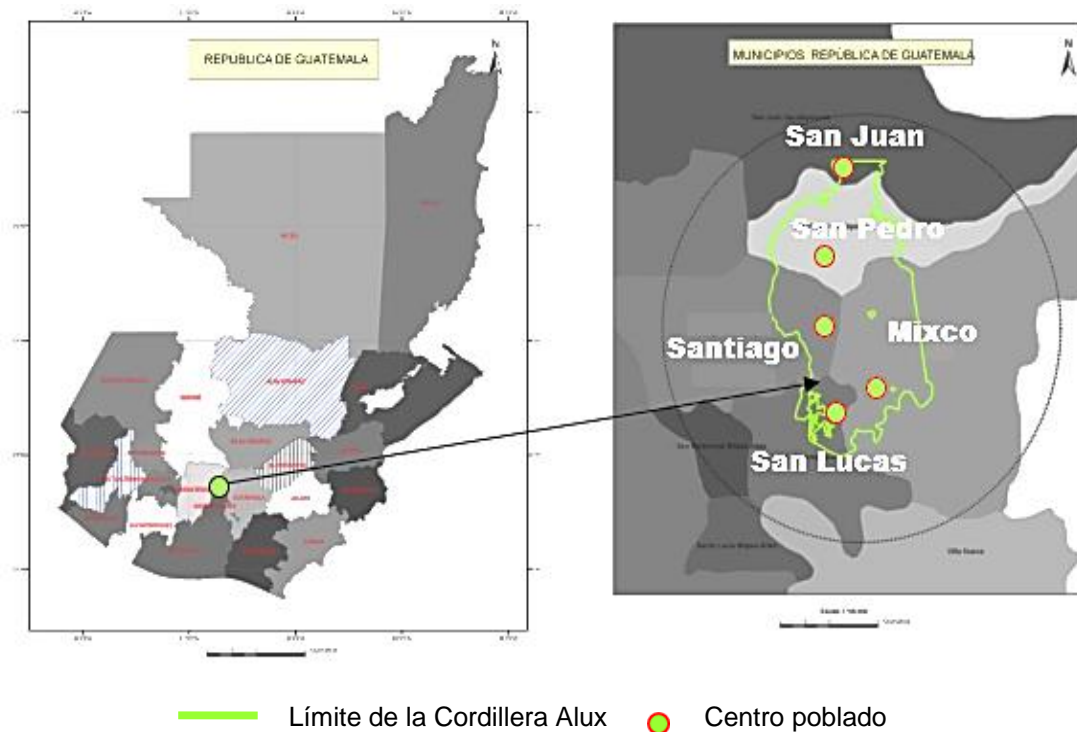
El clima prevaleciente, según la Clasificación de Thornhtwaite, es templado, con invierno benigno, húmedo y estación seca. En el área se definen dos épocas: la seca, de noviembre a abril, y la lluviosa, de mayo a octubre (Conap, 2010).

La diversidad florística registrada es de 31 especies maderables y de flora no maderable son 158, de las cuales 27 son comestibles, 66 medicinales y 26 ornamentales. Se reportan 53 tipos de aves; 15 de mamíferos, 10 de ellas son especies de murciélagos; 9 de reptiles y 16 de mariposas, entre ellas la migratoria monarca (Conap, 2010).

El número de residentes de los cinco municipios que se ubican dentro del perímetro de la reserva de la Cordillera Alux sumaba un total de 732 380 para el año 2008. Se estima que estos asentamientos duplicarán su población en los siguientes 15 años, sin embargo, no hay un censo más reciente que compruebe o corrija esta predicción. Uno de cada cuatro pobladores de esa zona vive en la pobreza, según el informe para la erradicación de la pobreza y pobreza extrema de los objetivos del milenio (Segeplan, 2010).

3.3.1 Localización del área de estudio

La Cordillera Alux se encuentra ubicada en la zona central de la República de Guatemala, entre los departamentos de Guatemala y Sacatepéquez. Abarca parte de un territorio que comprende cinco municipios: Mixco, San Lucas, Santiago, San Pedro y San Juan Sacatepéquez, los cuales se pueden apreciar en la Figura 4.



Fuente: elaboración propia con la base de datos Sunil 2009, proporcionado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) de Guatemala; base de datos de áreas protegidas (Conap).

Figura 4. Localización geográfica de la Cordillera Alux en Guatemala.

3.4 Metodología empleada

Se sabe que el medio ambiente no es independiente del ser humano, la naturaleza sufre siempre su acción transformadora, y a su vez lo afecta y determina en un proceso dialéctico de acciones e interacciones; además, es transformado por sus habitantes actuando de acuerdo con su herencia cultural e histórica (Bifani, 2007).

Para planificar la investigación en el contexto espacial, es decir, su delimitación, se ha concretado el uso del territorio de la Cordillera Alux como categoría de reserva, así como los centros poblacionales ubicados dentro de esta, que abarcan parte de los cinco municipios. La excepcional posición geográfica de esta área junto a la ciudad ha favorecido la ocupación motivada por la inmigración, fenómeno que obedece a una estructura cambiante y evolutiva.

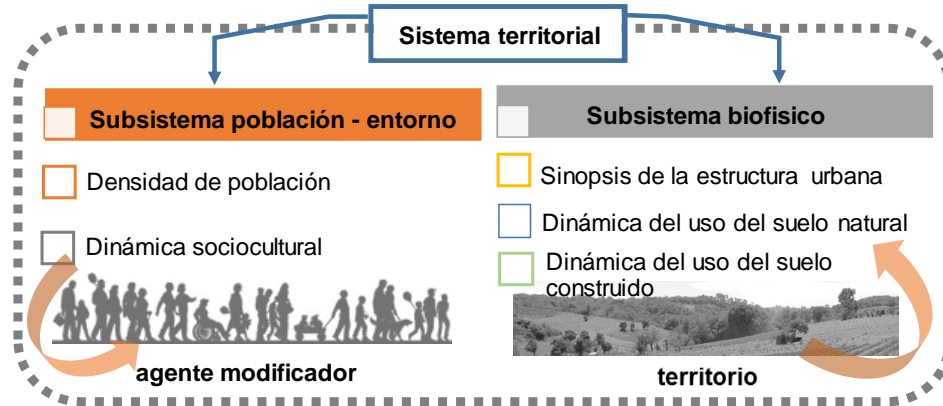
La investigación se desarrolla a partir de los objetivos propuestos para el estudio y se centra en dos temas fundamentales enfocados en la conservación del territorio. El primero incluye la perspectiva social y busca determinar si las actitudes de los habitantes en relación con el medio ambiente están vinculadas con las costumbres y tradiciones de la cultura ancestral. El otro tópico se refiere a la parte del ambiente físico del territorio: las dinámicas territoriales por el uso del suelo de acuerdo con la zonificación como área protegida y la dinámica que se da por la construcción, producto del patrón de asentamiento. Ambos temas fueron indispensables para la metodología empleada. La planificación de este trabajo se estructura en cuatro etapas, estas se subdividen en fases y actividades. Las etapas definidas para la metodología desarrollada se resumen a continuación Cuadro 1.

Cuadro 1. Etapas de la investigación

Etapa I	Etapa II	Etapa III	Etapa IV
Análisis documental	Análisis y diagnóstico subsistema población- entorno	Análisis y diagnóstico subsistema físico- natural	Resultados. Escenario, modelo conceptualización metodológica

Elaboración: propia

En función del tema estudiado, se definieron dos subsistemas en el trabajo que responden al enfoque del proceso sistemático de la investigación: el subsistema población-entorno que comprende las actividades de la población en su hábitat y el subsistema físico-ambiental que comprende elementos como las zonas pobladas, los usos del suelo y la movilidad. El modelo de desarrollo urbano se utilizó como referencia en el área de estudio para realizar la sinopsis de los elementos incluidos en el modelo estructural de desarrollo urbano para los cinco centros poblados; para lo cual, se adecuó a las características del contexto territorial estudiado. Se utilizaron las variables topográficas de métodos matemáticos y estadísticos, y programas de Sistemas de Información Geográfica (SIG). En la Figura 5, se resumen los subsistemas y los elementos analizados.



Fuente: elaboración sobre la base de conceptos en los planteamientos y conceptos de ambiente, territorio y paisaje: valores y valorizaciones (Folch, & Bru 2017).

Figura 5. Resumen de los subsistemas analizados en el estudio.

3.5 Diseño de la metodología de la investigación

La estructura de la metodología se desarrolló a partir de los objetivos de la investigación, de los cuales se derivaron cuatro etapas que se subdividieron en fases. Para cada de estas últimas, se determinaron las actividades respectivas y se obtuvieron los productos. El Cuadro 1 presenta la secuencia metodológica que se siguió, la cual incluye etapa, fases, actividades y productos; estos serán analizados en detalle posteriormente.

Cuadro 2. Estructura de la investigación.

Objetivo General	Objetivo específico	Etapas	Fase	Actividades	Producto	
Proponer un método para el análisis de cambios en el uso del suelo y su impacto en las tendencias de configuración del territorio, a partir del caso de la cordillera Alux de Guatemala.	1. Objetivo específico: Valorar las actitudes y comportamientos de los habitantes en la cordillera Alux hacia el medio natural, como también las posibles causas que influyen en el cambio de uso del suelo	I. Análisis documental preliminar	I.1 Análisis de documentos: históricos, geográficos, planes, manuales, normativas, estadísticos y publicaciones en general	Revisión, clasificación y sistematización de la documentación	Construcción base de datos y delimitación de la temporalidad del estudio	
			II. Análisis y diagnóstico de la relación Habitantes y su entorno. Variables: Población Orígenes de la población Costumbres y tradiciones	II.1 Dinámica demográfica	a. Cálculo estadísticos en base a los datos de censos de población b. Cálculo densidad de población y área territorial	Gráfica: proyección de población Gráfica: distribución de la población por Km2.
		II.2 Dinámica sociocultural: Valoración sobre la percepción de las actitudes y comportamiento de los habitantes hacia el ambiente		Diseño, aplicación y tabulación de encuestas	Resultados de las encuestas	
		2. Objetivo específico: Generar una base de datos para caracterizar los cambios del uso del suelo a partir de lo observado y registrado entre los años 1960 y 2008 y generar escenario al 2030	III. Análisis y diagnóstico del sistema físico-natural. Variables: Uso del suelo Zonas pobladas Movilidad.	III.1 Análisis de la evolución de la dinámica físico espacial de la estructura urbana de los centros poblados de la cordillera Alux.	a. Adecuación del modelo desarrollo urbano a las áreas de estudio b. vaciado de datos sobre el modelo	Interpretación de la realidad a través de la historia
				III.2 Factores que influyen en la dinámica territorial-ambiental:	Análisis y evaluación de: a. Tendencias de crecimiento urbano b. Vulnerabilidad del territorio c. ambiente construido d. Movilidad espacial.	Origen y lógica del crecimiento urbano. (Razón de la forma urbana). Influencias externas de ciudades aledañas. Graficación de cuadros y mapa
				III.3 Dinámica territorial: Avance de la frontera agrícola y urbana, en el área de la Cordillera Alux, de 1960 - 2008	a. Determinar las temporalidades de la dinámica del uso del suelo. b. superposición de mapas c. Digitalización base de datos	generación de mapas de la dinámica territorial 1960-2008
	III.4 Incremento del área urbanizada			A partir de los mapas geográficos suministrados por IGN y datos de población se proyectan escenarios a futuro	Digitalización y generación de imagen del crecimiento urbano proyección 2014, 2020 y 2030	
	III.5 Integración del método propuesto			Integración de procesos	esquema del proceso metodológico	
	3. Objetivo específico: Estructurar la propuesta del método para estudiar los cambios en el uso del suelo de un área protegida, que se estableció con centros poblados existentes desde la época colonial	IV. Resultados y Sistematización del método desarrollado	IV.1 Análisis y diagnóstico de resultados	Aplicación del método	Dinámica sociocultural Sinopsis de la morfología urbana y análisis de componentes Dinámica del uso del suelo construido (1960-2008) Modelo proyectual (2020 y 2030)	
			IV.2 Conceptualización del método desarrollado para el análisis y diagnóstico territorial en zonas de reserva natural habitadas.	descripción de las etapas del método	Modelo conceptual del método utilizado Conclusiones y recomendaciones	

Fuente: elaboración propia.

Etapa I. Análisis documental

I.1. Análisis de la información compilada

El documento base fue el Plan Maestro 2010-2014 de la RFPMCA, en el cual participaron como principales colaboradores el Conap, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), la UTCA y los cinco concejos municipales. De este documento, se prestó especial atención a la densidad demográfica, clasificación de los usos del suelo de la cordillera, datos geográficos y aspectos socioculturales de la población. Además, esa información se complementó con otras investigaciones y publicaciones sobre flora, fauna, educación ambiental, suelos, bosque y conservación del suelo (Velásquez, 2011)

También, se evaluaron datos sobre aspectos culturales e historia sobre la formación de los centros poblados (Cortez, 2001). Se consultó la narrativa histórica de Carlos II (1680) y de Carmack (1979) para indagar sobre los orígenes, costumbres y tradiciones de los habitantes, que se relatan desde la fundación de los centros poblados hasta las diferentes formas de ocupación del territorio en la Cordillera Alux.

- Documentación estadística: se obtuvo información sobre tamaños de población, se consultó el último Censo 2002 y proyecciones realizadas por el INE.
- Documentación geográfica: se obtuvo de diferentes agencias cartográficas tanto privadas como públicas, así como de diferentes instituciones internacionales: las imágenes satelitales del Centro del Agua de Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (Cathatac), y del Instituto Geográfico Nacional (IGN) los mapas, sobre la base de la escala 1:50 000.
- Documentos legisladores: se revisó la iniciativa Ordenación del Territorio Capítulo 7 y 10 de la Agenda 21, que busca garantizar la sostenibilidad del ambiente y el objetivo 7 de las Metas del Milenio. Este marco legal internacional y rector son parte de los convenios que debe atender el país y se consideraron como referentes para examinar si se están aplicando al contexto o si tiene algún efecto que trasciende en los aspectos de la planificación y manejo del territorio de forma sostenible.

También se revisó la normativa ambiental local, municipal y nacional que rige en el área. Se observó la presencia de organizaciones no lucrativas como el Centro de Acción Legal-Ambiental y Social de Guatemala (Calas) que vela por la conservación de los recursos naturales. Se encontró evidencia de programas de educación ambiental tipo jornadas de poca duración acompañada de algunas campañas y estudios sobre este tema (Velásquez, 2011).

Además, se analizaron publicaciones de medios electrónicos, de organismos institucionales gubernamentales y no gubernamentales involucrados, el marco legal y los marcos reguladores, los cuales fueron estudiados para conocer cómo han venido operando a través del tiempo en el manejo del territorio. De igual modo, se examinaron manuales y tratados internacionales que tuviesen que ser respetados por el país y con alguna injerencia sobre el ambiente, como el Manual de informes de ciudades Agenda 21 local, que orienta a la identificación de indicadores de presión sobre el crecimiento urbano e impactos ambientales sobre el territorio.

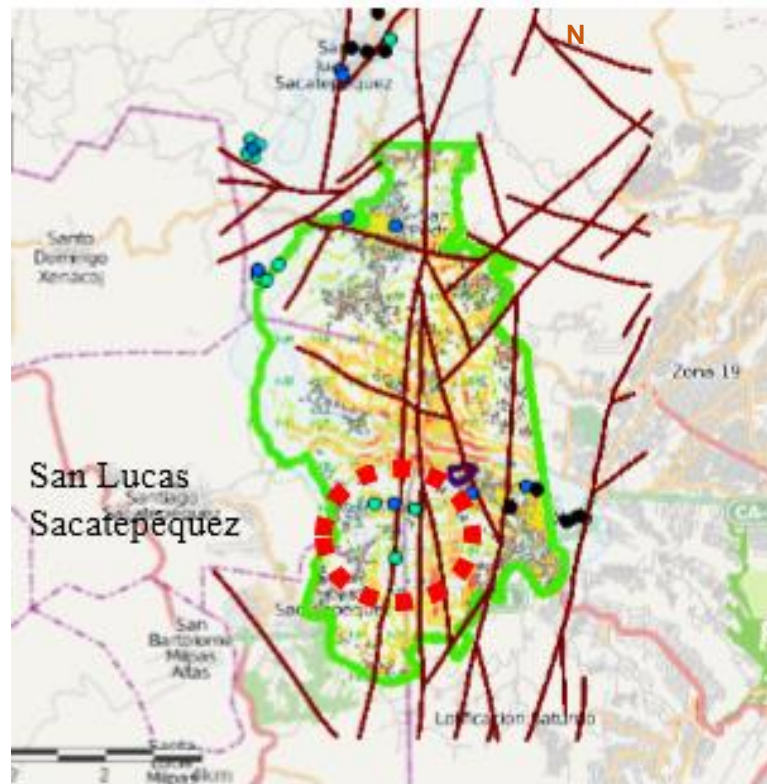
Etapa II. Análisis y diagnóstico de la relación habitante y su entorno. Variables: población, actitudes y comportamiento

Etapa II. 1 Dinámica demográfica

A partir de los censos demográficos suministrados por el INE, se pudo hacer un análisis de la población desde el año 1921, 1940, 1950, 1964, 1973, 1981, 1994, 2002, 2008 y 2013. Con base en la tasa promedio de crecimiento, que es de 3,55% para la Cordillera Alux, se logró una proyección hasta el año 2030, para conocer cuál es la tendencia de crecimiento. También se analizó la distribución poblacional de cada municipio por km² sobre la proyección de habitantes al 2030 que permite ver la ocupación de los centros densamente poblados, los cuales provocan una presión urbanística.

Etapa II. 2 Dinámica sociocultural: valoración sobre la percepción de las actitudes y comportamientos de los habitantes hacia el ambiente

El territorio en estudio está catalogado como una reserva natural, con la particularidad de que está habitado desde antes de haber sido declarado como tal. Esto implica una mayor responsabilidad tanto para las autoridades como para los residentes, en cuanto a conservación y manejo sostenible. En la recolección de datos para la encuesta, se consideró una población meta y, debido a lo extenso del área de estudio, se seleccionó uno de los cinco poblados: el municipio de San Lucas Sacatepéquez, por su fácil acceso y cercanía a la ciudad capital (ver Figura 6).



— Área protegida — Área encuestada

Fuente: elaboración sobre la base de datos de Cathalac, 2012,

Figura 6. Esquema de localización geográfica del área de muestreo: municipio de San Lucas Sacatepéquez del área protegida.

El instrumento para obtener información sobre las actitudes y comportamientos que permitieran caracterizar la relación con el ambiente de la población mayor de 15 años, residente en el municipio de San Lucas, incluyó, además de las variables que se detallarán

en breve, las siguientes: edad, sexo y ocupación. La validez de la encuesta fue efectuada por un grupo de 10 profesionales en el campo ambiental, de la Dirección de Investigación y de la Unidad de Ambiente y Urbanismo de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

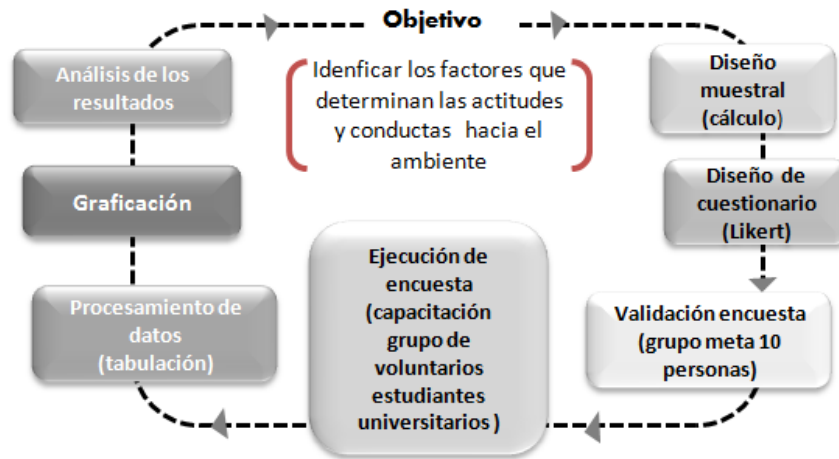
El cuestionario para indagar el comportamiento de los habitantes y su relación con el entorno incluía tres bloques y cada uno constaba de seis preguntas. El primer bloque fue para obtener datos sobre contaminación y deterioro del ambiente; el segundo para recabar aspectos sobre EA y el tercero para indagar sobre las actitudes hacia el ecosistema, luego se aplicó el cuestionario a la muestra seleccionada de habitantes, el cual se encuentra en el Anexo 6.

El instrumento incluía preguntas con una escala tipo Likert de cinco opciones de respuesta: muy en desacuerdo, en desacuerdo, ni acuerdo ni desacuerdo, de acuerdo y muy de acuerdo. Con una ponderación de 1 punto por cada respuesta. La aplicación de este se efectuó en persona y se utilizó el cuestionario estructurado de preguntas cerradas. Fue aplicado por 15 equipos de cuatro estudiantes universitarios de nivel medio del grado de licenciatura, a quienes se les dio la inducción respectiva; la coordinación estuvo a cargo de la investigadora. Se utilizó una hoja para anotar manualmente las respuestas que brindaron a cada pregunta.

Para evitar la tendencia al falseamiento de las puntuaciones concedidas a las respuestas, se omitieron los datos personales de los sujetos (nombre y apellido) para que se expresaran sin temor a ser identificados. El procesamiento de los resultados se llevó a cabo con la estadística descriptiva de frecuencia; los porcentajes, con el programa SPSS y con Excel se procedió a elaborar cuadros y figuras.

La información obtenida por medio del cuestionario fue tabulada para su respectivo análisis, de modo que se obtuvo una base de datos. Se utilizó Microsoft Excel 2007 y SPSS versión 19, para procesarlos mediante un sistema de control multivariado no paramétrico, basado en la comparación de rangos en los resultados finales. Esto con el fin de interpretarlos a través de los gráficos y efectuar un análisis sobre la variabilidad de los patrones de

convivencia de los habitantes con la naturaleza. El proceso del desarrollo de la encuesta se resume en la Figura 7.



Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Resumen del procedimiento para el desarrollo de la encuesta y procesamiento de datos.

Etapas III. Dinámica territorial: diagnóstico y análisis de la dinámica territorial

Etapas III. 1 Análisis de la evolución de la dinámica física-espacial de la morfología urbana de los centros poblados de la Cordillera Alux

Para llevar a cabo este análisis, fue necesario recabar información cartográfica que contuviera datos relativos al crecimiento de áreas pobladas en distintas temporalidades desde la fundación en 1500 hasta la época actual. La información fue proporcionada por el INE y el Cathalac; los mapas se encontraron en diferentes formatos: fotografías aéreas, planos cartográficos a escala 1:250 000 e imágenes satelitales. Para trabajar con la cartografía recopilada fue necesario unificar su presentación y complementarla con datos estadísticos de los censos poblacionales. Luego se integró y se procedió a digitalizarla, de manera que se almacenó una base de datos para su fácil manipulación y análisis, así como para desplegar formas georreferenciadas utilizando el programa de información geográfica

(SIG) Arc View 9.1. De esta manera, se obtuvieron las nuevas imágenes para toda el área de la Cordillera Alux.

Paralelo a esta información, se investigaron hechos históricos, frecuencia de fenómenos naturales y sociales para relacionarlos con las dinámicas del territorio y así verificar su incidencia. Esos resultados se incorporaron a un cuadro de doble entrada, al que se le denominó Modelo sinóptico de la evolución de la morfología urbana que se elaboró a partir de la propuesta de Bähr y Borsdorf (2005). Este modelo se compone de cuatro momentos, los cuales son identificados como: el período de la ciudad colonial, la ciudad sectorial, la ciudad polarizada y finalmente la ciudad fragmentada definiendo dimensiones temporales y espaciales, pues revelan el estado actual o el desarrollo continuo, que muestra elementos de una tipología de los modelos urbanos.

Este modelo permite visualizar los fenómenos sociales y naturales que inciden en la formación de la estructura urbana en distintas épocas. De esta manera, se puede concebir gráfica y sintéticamente la dinámica de la morfología urbana para cada municipio y la información de los eventos correspondientes a cada temporalidad, acogiendo los hechos más relevantes que pudiesen ser la causa del crecimiento habitacional desbordado actual. Para llenar el contenido del modelo, se consultó la Ordenanza de Carlos V que data del año 1523 (de Carlos, 1989), además, del documento que trata sobre la “Historia General de Guatemala” (Muñoz, 2008) de la Asociación Amigos del País y también el archivo bibliográfico y documental de impresos del siglo XVII en delante del Centro de Investigación Científica de la Academia de Geografía e Historia de Guatemala (AGHG), Bolaño (2003).

Para una mejor visualización y organización de los datos recopilados sobre el avance de la morfología urbana, se utilizó una tabla de doble entrada con cuatro columnas: en la primera se encuentran las fases de desarrollo urbano y su caracterización, las subsiguientes muestran las temporalidades y los ejes transversales que contienen la información descriptiva. Este cuadro se aplicó a cada uno de los centros poblados de la Cordillera Alux. A continuación, se observa el cuadro 3, que se elaboró para presentar los resultados de la investigación.

Cuadro 3. Sinopsis de la evolución de la morfología urbana del centro poblado del municipio de Mixco, Cordillera Alux.

Fase	1500-1820	1821-1960	1961-1970	1971-en adelante
Desarrollo urbano	Época colonial	Primer período de urbanización	Segundo período de urbanización	Tercer período de urbanización
	Fundación trazo de la plaza central	Plaza central y red urbana de la ciudad	Iniciación expansión de la ciudad	Reestructuración Y fragmentación
Modelo urbano de la fase específica	Abstracción de la localización de la plaza central (mapa)	Abstracción mapa geográfico de la ciudad (mapa)	Abstracción mapa geográfico de la ciudad (mapa)	Abstracción mapa geográfico de la ciudad (mapa)
Principio de estructuración espacial				
Símbolo / estructura urbana lineal (calzada, corredor, boulevard, paseo etc.)				
Tipo de crecimiento				
Medios de circulación				
Vivienda por Km ² (por censo poblacional)				
Fenómenos naturales y antrópicos				
Política externa (corrientes del pensamiento)				
Desarrollo urbano predominante				

Fuente: adaptado del modelo de desarrollo estructural de la ciudad latinoamericana, Borsdorf, Bähr y Janoschka (2002).

Etapa III.2. Análisis de la expansión urbana por cuatro factores determinantes: tendencias de crecimiento urbano, vulnerabilidad del territorio, ambiente construido y movilidad

Para estudiar el crecimiento urbano en la Cordillera Alux, se trabajó con la información que se encuentra disponible desde 1821 y hasta el año 2008, con características asociadas al componente físico-espacial, tomando en cuenta los usos del suelo establecidos para dicha

cadena montañosa (Conap, 2010). Se utilizaron mapas en SIG a escala 1:50 000, que permiten la generación de datos, los cuales pueden aprovecharse con métodos de cálculo adecuado, y traducirse a mapas y gráficos nuevos. Esas representaciones evidencian el crecimiento de las áreas pobladas, los cambios en el uso del suelo y la cantidad de habitantes que esta posee.

A partir de las propuestas de Wallner (1980), Ruiz y Linar (2010), Clark (1947) y Hoyt (2005), citados por Cifuentes y Londoño (2010) y Parrado (2001), se lograron identificar los factores más influyentes en la dinámica de crecimiento que se estudia: a. tendencias de crecimiento urbano, b. vulnerabilidad del territorio, c. ambiente construido y d. movilidad espacial.

a. Tendencias de crecimiento: a partir del diagrama sinóptico de la evolución sobre la estructura urbana de cada uno de los centros poblados se elabora para cada municipio una síntesis que permite visualizar y comparar la tendencia de crecimiento y la morfología urbana a través de su historia, aspectos que se dieron bajo el legado de la colonización a partir de una plaza central ortogonal. Para fines del estudio se contemplaron cuatro momentos históricos: época colonial (1500-1820); primera fase de urbanización (1820-1960); segunda fase de urbanización (1960-1970) y la ciudad fragmentada (1970-2008), para lo cual se tomaron modelos de mapas en digital proporcionados por el IGN. Estos modelos por cada municipio se pueden apreciar en los Cuadros 6, 7, 8, 9 y 10.

b. Vulnerabilidad del territorio: para este análisis, se consideró la base de datos del informe sobre la sismicidad registrada durante el año 2015, (Insivumeh, 2015), fuente que se utilizó para apoyar el cuadro sinóptico sobre el avance de la estructura urbana de los centros poblados en el renglón de fenómenos naturales, en donde se visualizan los acaecidos en cada municipio y su frecuencia.

c. Ambiente construido: se determinó a partir de la zonificación del uso del suelo que fue establecida en el Plan Maestro 2010-2014 de la Cordillera Alux (Conap, 2010). Esta zonificación se divide en tres categorías: la *zona boscosa* o zona restringida que comprende todo lo que está a partir del nivel 2200 msnm en adelante, la *zona de uso extensivo* apta para la actividad agrícola con pendientes moderadas y la *zona de desarrollo urbano* que se

caracteriza por contener las áreas construidas. El análisis se efectuó tomando en cuenta el diagrama sinóptico sobre la evolución de la estructura urbana en los centros poblados y se ubica en el renglón de viviendas por km² que abarca los períodos censales 1960, 1975, 1983, 2000 y 2008, así como las proyecciones al año 2030. Se representa por medio de imágenes, lo cual permite visualizar si los usos del suelo propuestos en el Plan Maestro han cambiado con el tiempo.

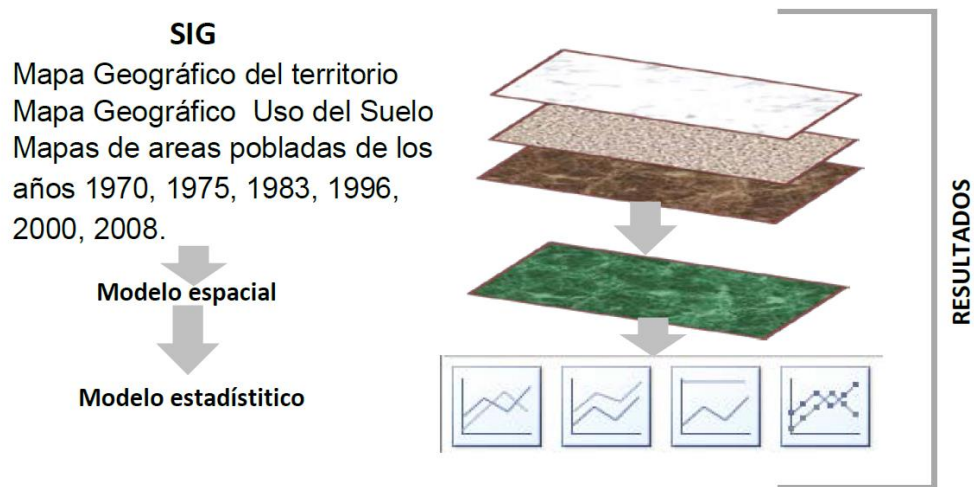
d. Movilidad espacial: se determinó a partir de la ubicación de los poblados de la Cordillera Alux con respecto a los centros de mayor categoría y que se conectan por medio de la Carretera Interamericana CA-1. Estas ciudades son: Antigua Guatemala y la Ciudad de Guatemala. Para la interpretación sobre movilidad espacial, se elaboró un mapa que contiene la localización de los centros poblados que están en la Cordillera Alux, las ciudades de mayor categoría consideradas como los polos de atracción y las vías de acceso.

Etapa III. 3 Dinámica territorial: avance de la frontera agrícola y urbana en el área de la Cordillera Alux de 1960 al 2008

Para cuantificar el crecimiento de las áreas pobladas a través de un análisis multitemporal, primero se delimitó el período que se analizará, el cual dependió de la información disponible. Por lo tanto, se estableció en los años 1960, 1975, 1983, 1996, 2000 y 2008. Los datos se obtuvieron del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2002), del Plan Maestro y de Cathalac, por medio de las imágenes satelitales, de ALI (NASA) y Landsat TM5 (NASA/USGS), del Instituto Geográfico Nacional (IGN) y de la Unidad de Informática de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

La información requerida debería contener como base la geografía del terreno, el uso del suelo, las áreas pobladas con cobertura forestal (verde), la capa topográfica con curvas de nivel, la capa con la red hidrográfica y la capa con límites administrativos. Esta se distribuyó en tres tipos de variables: la zonificación del uso del suelo establecida en el plan maestro, el número de viviendas, la densidad de población y el área del territorio. La escala de los mapas fue sobre la base de 1:50 000. Luego, la información se ingresó al programa

de SIG de la versión ArcView 9.5 para su georreferenciación y se sobrepuso para crear los mapas de las diferentes dinámicas, tal y como se muestra en la Figura 8.



Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Esquematación del método para el análisis del crecimiento de las áreas pobladas.

Del procedimiento anterior, se obtuvo la digitalización de los mapas con las nuevas imágenes sobre la dinámica territorial en los períodos de tiempo establecidos.

Etapa III. 4. Incremento del área urbanizada

Para determinar el desarrollo del área urbanizada, se realizó una proyección de crecimiento poblacional dada por el INE, la cual es de 2,57% anual, según el décimo primer censo del 2002. También se tomó en cuenta la imagen rectificadora de 2006 del área en estudio y las imágenes del globo virtual (Google Earth), que permitieron visualizar la múltiple cartografía con base en fotos satelitales del período 2016. De estas, se extrajeron, a través de fotointerpretación, la mancha urbana, las viviendas (casas representadas por puntos), la red de carreteras y la vegetación (uso del suelo) que se encuentran dentro del área protegida. Esto generó una imagen con la proyección del crecimiento al año 2030.

CAPÍTULO 4

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos por la aplicación del método para este estudio, con base en los objetivos planteados para el análisis de los principales patrones de cambio de uso del suelo, muestra los siguientes resultados.

4.1 Análisis documental

4.1.1 Plan Maestro 2010-2014

Este plan requiere que se actualice y se busquen soluciones para reducir los conflictos socioambientales de la Cordillera Alux, pues está siendo utilizado como un instrumento de control para la conservación de los recursos naturales en la zona. Este documento se ha constituido en la fuente primaria de información respecto a las características ecosistémicas de la RFPMCA, pero a la fecha hay una lista de investigaciones pendientes para completar los estudios que permitan alcanzar los objetivos de dicho plan. A continuación, en el Cuadro 4, se presentan las debilidades y oportunidades encontradas en el Plan Maestro 2010-2014.

Cuadro 4. *Debilidades y oportunidades encontradas para la aplicación del Plan Maestro 2010-2014 RFPMCA.*

Debilidades	Oportunidades
Falta de estudios que apoyen la gestión territorial: planes y programas derivados de un plan director de manejo para el Ordenamiento Territorial.	Recursos renovables: la existencia de masas boscosas en buen estado.
Presupuesto: escasa asignación presupuestaria, falta de personal; técnicos de planificación y guarda recursos.	Calidad de vida: las características del área como reservorio de agua, que con una adecuada gestión puede proveer grandes beneficios a los pobladores de comunidades dentro de la cordillera y áreas adyacentes.
Falta de equipo: GPS, radio, cámara, vehículos, etc.	La participación de las municipalidades, instituciones públicas y privadas, para impulsar las acciones propuestas dentro de este Plan Maestro.
Escasa información socioeconómica: de los pobladores de las aldeas que se encuentran dentro de los límites de la Cordillera Alux.	El interés de investigadores de las diferentes universidades en desarrollar investigación en la Cordillera Alux.
Debilidad en la aplicación de la legislación: ambiental, construcción, forestal.	Aprovechamiento del potencial para el desarrollo y promoción de actividades sanas y al aire libre por la cercanía con la capital.
Salubridad: falta de tren de aseo: para desechos sólidos privado y público.	Producción de bosques: para la venta de oxígeno y otros servicios ambientales.
Seguridad: plan de riesgo para las zonas en erosión.	Cultural: riqueza de costumbres y tradiciones.
Educación ambiental: ausencia de programas educativos.	

El Plan Maestro ha sido una contribución para el manejo del territorio, sin embargo, se encontraron dos grandes debilidades: la falta de gestión de recursos para implementar

instrumentos de ordenamiento territorial y la falta de integralidad en la estructura urbana de los centros poblados en la Cordillera Alux.

4.1.2 Documentos del ámbito legal para la gestión del territorio

En relación con el manejo y control del territorio, se plantea que la planificación es una necesidad como un ejercicio técnico científico, según el Código Municipal de Guatemala,²¹ por lo que en su Artículo 95 expresa que deberá haber una oficina que cuente con el apoyo sectorial de los ministerios y secretarías del Estado que integran el organismo ejecutivo. Esta debe ser el ente responsable de producir información precisa y de calidad tanto para la formulación como para gestión de políticas públicas municipales sobre la ordenación del territorio. Sin embargo, hay muchas debilidades dentro de las instituciones para cumplir con este compromiso, ya que adolecen de los recursos necesarios.

A raíz de este mandato se procedió a analizar la información que posee cada municipalidad para el ordenamiento territorial. Los resultados de esta indagación se resumen en el Cuadro 5, el cual presenta los documentos con los que cuenta cada ayuntamiento para el manejo de los asentamientos dentro de la Cordillera Alux.

Cuadro 5. Instrumentos del ámbito legal para el manejo de la Cordillera Alux.

Municipios	Ley 41 -97	POT	EIA	Reglamento de construcción	Oficina Municipal de Planificación	Plan de manejo de desechos sólidos	Modelo Desarrollo Territorial	Plan de uso del suelo	Plan de mitigación para reducción de desastres	Plan Maestro 2010-2014
Mixco										
San Pedro										
San Juan										
San Lucas										
Santiago										

■ No cuenta ■ Aplica parcial ■ Otros estudios ■ Si lo aplica

Fuente: elaboración a partir de la base de datos proporcionada por las Oficinas de Planificación de las Municipalidades de la Cordillera Alux, 2016.

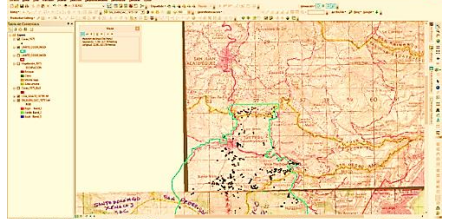
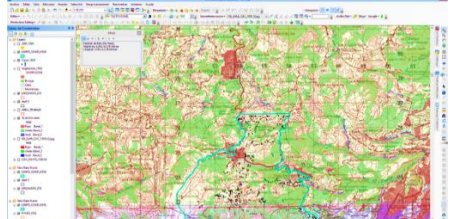
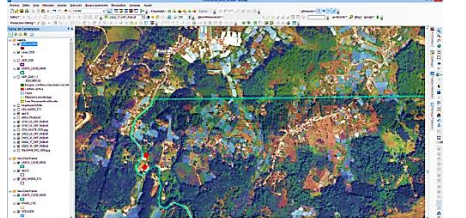
²¹ Decreto número 12-2002 del Congreso de la República de Guatemala (2002, p. 27).

La información del cuadro anterior refleja la carencia y ausencia de aplicación de algunos instrumentos reguladores por parte de las municipalidades. No obstante, los que sí se están aplicando son el reglamento de construcción y los estudios de impacto ambiental, aun así, son insuficientes para facilitar la conservación de la reserva. En cuanto a un Plan de Ordenamiento Territorial, solo dos de los cinco municipios de la cordillera cuentan con la iniciativa a pesar de ser un mandato constitucional.²²

4.1.3 Cartografía de la Cordillera Alux

Se encontraron mapas de la Cordillera Alux en distintas épocas, correspondientes a los años 1960, 1975, 1983, 1996, 2000 y 2008 en diferentes formatos sobre la escala 1:50,000. La Figura 9 presenta los mapas proporcionados por el IGN en cuanto a relieve, topografía, cuencas hidrográficas, áreas protegidas, cobertura forestal y densidad de población.

²² Decreto Número 12-2002 del Congreso, capítulo I Gobierno Del Municipio, Artículo 35. Competencias generales del Concejo Municipal. Le compete al Concejo Municipal: inciso b. El ordenamiento territorial y control urbanístico de la circunscripción municipal.

Imagen	Descripción
	<p>Imagen raster georectificada de la hoja topográfica, escala 1:50 000, con viviendas en 1960</p>
	<p>Imagen raster georectificada de la hoja topográfica, escala 1:50 000, con cubrimiento de vivienda de 1975</p>
	<p>Imagen raster georectificada de la hoja topográfica, escala 1:50 000, con cubrimiento de vivienda de 1983</p>
	<p>Imagen raster georectificada de la hoja topográfica, escala 1:50 000, con cubrimiento de vivienda de 2000</p>
	<p>Ortofoto escala 1:10 000, con cubrimiento de vivienda de 2008</p>

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos del IGN.

Figura 9. Tipos de mapas proporcionados por el IGN para el presente estudio.

Del Conap se obtuvieron los mapas relacionados con la zonificación de la RFPMCA, edafológicos, hidrográficos, de carreteras, turísticos y focos de contaminación por desechos sólidos. Del Cathalac: los mapas de aguas subterráneas, fallas geológicas, zonas de riesgo por erosión. De la Segeplan: los mapas de la dimensión social, de amenazas, dimensión

ambiental, dimensión económica, dimensión política institucional y modelo de desarrollo territorial.

Se procedió a revisar y analizar la información cartográfica recopilada que se encontró en diferentes formatos para definir sus características y así digitalizarla e incluirla en la base de datos. En el Cuadro 6 se incluyen las ventajas y desventajas de cada uno de ellos para considerarlos en nuevos estudios

Cuadro 6. *Ventajas y desventajas de la cartografía recopilada.*

Cartografía recopilada	Ventajas	Desventajas
Mapas en formato análogo: se encontró cobertura parcial del área. Estado en deterioro de los mapas por antigüedad.	La cartografía se encontró en dos tipos de formados: Formato análogo (1960, 1975, 1983, 1996): utiliza la copia fotográfica para una mayor calidad.	El formato análogo: susceptible al deterioro. Para conservar la información, es necesario actualizar un nuevo formato por medio de la utilización de sistema de información geográfico (GIS).
Diferentes formatos de presentación fotografías áreas, ortofotos, digital y satelital.	Formato digital (2000, 2008): eficaz integración de datos cuantificados y producción rápida de imágenes presentes y proyectuales, fácil almacenamiento	El formato digital: al utilizar base de datos proveniente de una base digital y/o satelital, se pierde el contacto con la realidad.
Información subdividida en diferentes archivos.	manipulación y la exhibición de datos en una forma clara para su interpretación, identificable según localizaciones, con una visión que cada objeto en la superficie de la tierra puede ser georeferido.	
Información polarizada.		
Sin correlación en períodos de tiempo (quinquenio, década).		

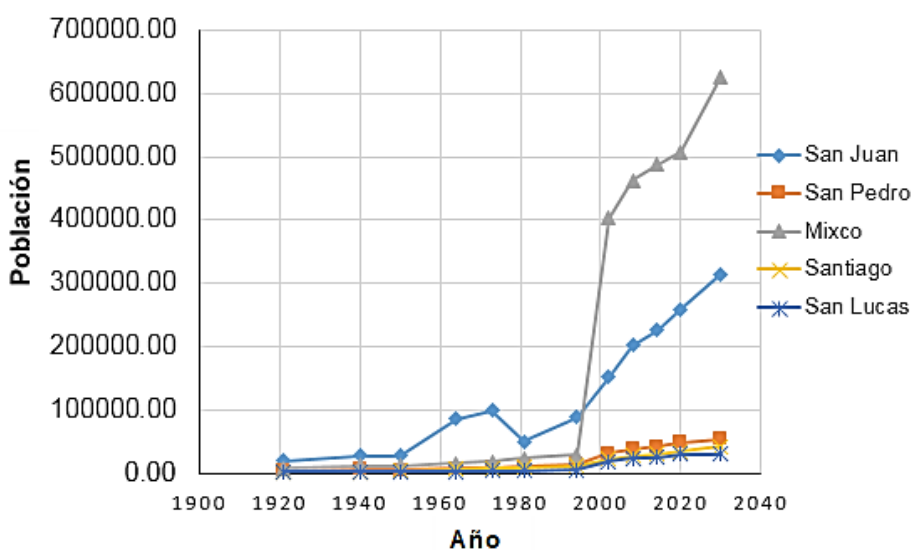
Fuente: sobre la base de datos IGN.

Etapa II

4.2 Análisis del subsistema población-entorno

4.2.1 Dinámica demográfica

Particularmente para esta área protegida es importante revisar las cifras de las tendencias demográficas en los centros poblados de cada municipio. Se tomaron los censos de población disponibles a partir del año 1921 (INE, 2002) y para obtener una proyección al año 2030, la densidad se estimó en función de la tasa promedio de 3.5% (ver Figura 10).



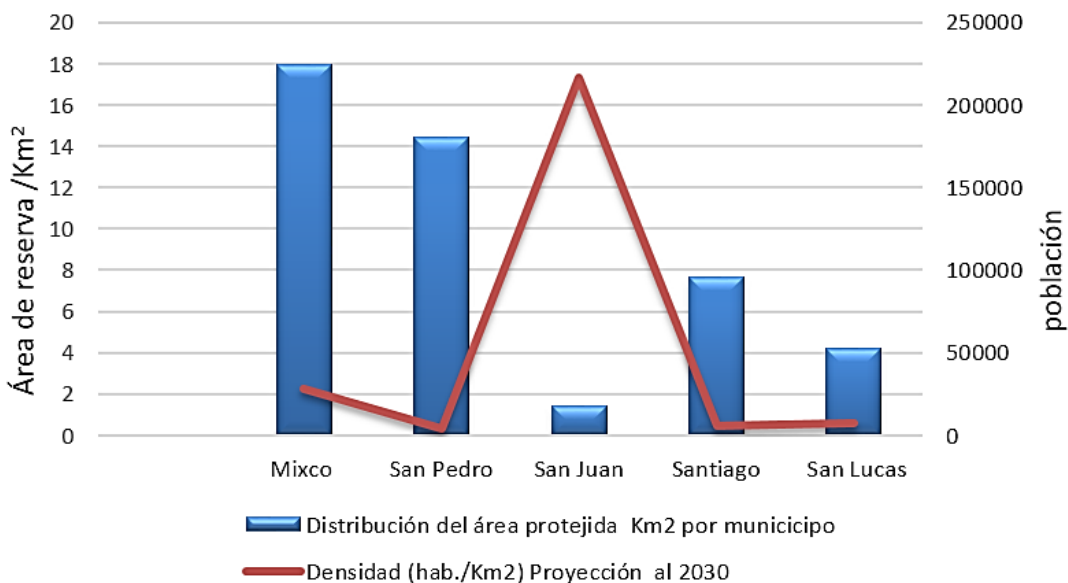
Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos del INE sobre los censos de población 1921-2002.

Figura 10. Crecimiento poblacional y su proyección al año 2030 de los municipios que comparten el área de la Cordillera Alux.

La Figura 10 muestra dos fenómenos: los municipios de San Lucas, Santiago y San Pedro tienen una línea con muy poca variación, mientras que en Mixco y San Juan Sacatepéquez hay una curva ascendente casi vertical que indica un alto índice de crecimiento a partir de los años noventa. Una de las razones es que estos municipios geográficamente colindan

con el departamento de Guatemala y están conectados directamente por medio de carreteras que conducen a la ciudad, lo cual se convierte en un polo de atracción para la llegada de inmigrantes.

El resultado de este análisis es importante porque indica que la dinámica demográfica está ejerciendo una gran presión sobre la oferta y demanda de bienes y servicios en educación, alimentación y salud, así como fuertes presiones sobre el medio ambiente y los recursos naturales. Si la población es muy numerosa, esto propicia un aumento en la demanda de vivienda, y por consiguiente se requiere de más territorio, servicios y fuentes de empleo. Para confirmar la presión que ejerce el crecimiento poblacional, se consideraron *dos variables: el área protegida en km²* que le corresponde a cada uno de los municipios: Mixco 17,97 km², San Pedro Sacatepéquez 14,41 km², San Juan Sacatepéquez 1,41 km², Santiago Sacatepéquez 7,64 km² y San Lucas Sacatepéquez 4,2 km², lo que representa un área total de 45,68 km². La segunda variable es el total de población proyectada al 2030 para cada municipio. Al relacionar estas dos variables, se pudo proyectar la tendencia ocupacional de la población en el territorio (ver Figura 11).



Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos del INE, 2002.

Figura 11. Distribución de los habitantes por cada centro poblado en la Cordillera Alux (Hab./km²), según la proyección al 2030.

La Figura 11 permite visualizar la dinámica poblacional y el crecimiento de las áreas habitadas en la Cordillera Alux al año 2030. En dicha figura, se resalta que el municipio de San Juan Sacatepéquez es el más poblado, además posee la menor proporción de territorio del área protegida, le sigue Mixco que se aproxima a su máxima ocupación. Por el contrario, San Pedro cuenta con un extenso territorio, pero su topografía es muy accidentada, lo cual provoca que las demás áreas estén densamente pobladas. Los otros dos municipios, Santiago y San Lucas Sacatepéquez, geográficamente se encuentran ubicados en la zona de amortiguamiento de la Cordillera Alux, por lo que su crecimiento tiene menor impacto. Se observa que la ocupación en dicha zona montañosa es distinta; esto significa que existe un impacto real y potencial sobre el área protegida que es importante considerar para la planificación y organización tanto política como administrativa del territorio.

Un ejemplo de cómo la ocupación avanza sobre el área protegida se puede observar en la Figura 12, que corresponde a Mixco. De acuerdo con la base de datos, este municipio posee un área protegida de 17,97Km² (Conap, 2010) con una población estimada para el 2030 de 626597 habitantes dentro del territorio del área protegida, sobre la base de datos

(INE, 2002), lo cual equivale a una densidad de 28244 (hab./Km²) km², esto significa que es una zona densamente poblada.



Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Expansión de las áreas pobladas en el municipio de Mixco.

El otro municipio que muestra un abrupto crecimiento es San Juan Sacatepéquez, el cual es todavía mayor que en el anterior; pues posee menos extensión territorial del área protegida y tiene un alto índice de desarrollo poblacional en el área urbana en comparación con los demás municipios. Al igual que en Mixco, en San Juan ya no hay áreas aptas para la construcción, la topografía tiene pendientes muy pronunciadas o quebradas que dificultan el acceso. La tendencia de las edificaciones es de forma vertical, rebasan los tres niveles. Este fenómeno coincide con lo que señala Boserup (2011) en su libro, al destacar que con el aumento de la población y de la producción agrícola, la concentración de habitantes en los centros urbanos resulta prácticamente inevitable, e incrementa la demanda de servicios, vivienda y suelo para cultivo.

Los municipios de Santiago, San Lucas y San Pedro geográficamente están ubicados en la zona de uso intensivo junto al área de uso agrícola. Esta zona se caracteriza por la actividad hortícola que es el medio de subsistencia familiar y de abastecimiento para los mercados internos del país. Contiguo a la zona agrícola está la reserva forestal, la cual

corre el peligro de reducirse, debido a que la demanda de producción agrícola va en ascenso por el desarrollo de la población que requiere de más territorio. Además, los habitantes se proveen de leña, la cual extraen de la zona boscosa para utilizarla en la preparación de alimentos y como fuente de calor dentro del hogar. Este recurso pasa a ser parte de su economía, lo que constituye una dependencia del recurso maderable. Este contexto refleja lo que plantean Hawkins, Mothersbaugh y Best (2013), que tanto el estilo de vida como las necesidades y actitudes humanas tienen una influencia directa en el consumo.

En general, los cinco municipios tienen una limitante para seguir desarrollándose: la topografía con pendientes elevadas que pasan del 30%. Sin embargo, esto no los ha detenido, porque alrededor de las áreas urbanas se están concentrando asentamientos muy pobres, ubicados sobre las laderas sin importar lo empinado del terreno. Esto comúnmente se denominaría una segregación urbana, producto de la desigualdad social y como respuesta a la densificación.

Esta segregación residencial es uno de los resultados del proceso de fragmentación social urbana, pues, según Marcuse y Van Kempen (2011), las divisiones entre los diferentes barrios los aísla más de sus alrededores y requiere que cada uno satisfaga sus necesidades cotidianas dentro de sus propios límites; estas son dos de las características que exhiben hoy las ciudades. Esta situación no es vista únicamente como un problema aislado, sino como una realidad nacional. Este caso particularmente incide en los bajos índices de desarrollo humano con una pobreza y pobreza extrema que oscila entre 8,6% y 9,5%, mostrando una población con un nivel socioeconómico y de oportunidades sociales muy escasas (PNUD, 2005).

Considerando que el resultado de los últimos censos refleja un alto índice en la tasa de crecimiento, se podría decir que es consecuencia de la continua aparición de asentamientos en la periferia de las áreas urbanas e inmediaciones de las vías alternas. Según la proyección del desarrollo poblacional, para el año 2030 el número de habitantes se habrá duplicado y en el territorio ya no habrá espacio disponible para la construcción de viviendas.

4.2.2 Dinámica sociocultural: valoración sobre la percepción de las actitudes y comportamiento de los habitantes hacia el ambiente

Como se mencionó en la metodología, para conocer la percepción de las actitudes y comportamiento de los habitantes hacia el ambiente, se definió que el área de estudio era demasiado grande. Por lo tanto, se tomó la decisión de aplicar el cuestionario solo a la población de San Lucas Sacatepéquez, donde contestaron 329 encuestas (Anexo 5).

El Cuadro 7 presenta las características de las personas que participaron en el estudio, 19 son mujeres y 13 hombres. 266 de los participantes se encuentra entre los 15 y 18 años y 63 son mayores de 18 años. Con respecto al nivel educativo la muestra presentó los siguientes niveles: nivel primario 46; nivel secundario 246; cursando la universidad únicamente 37 de los participantes. Los resultados del estudio muestran que la mayoría son jóvenes y con un nivel educativo de primaria.

Cuadro 7. Características de las personas que participaron en el estudio.

Variables	características	Valor absoluto
sexo	Mujeres	190
	Hombres	139
edad	Entre 15 y 18 años	266
	18 a más años	63
escolaridad	Nivel primario	46
	Nivel diversificado	246
	Cursando la universidad	37

Fuente: sobre la base de los resultados de la encuesta.

El análisis y la discusión de los resultados se harán según el tema en el que se ubican. Tema I: Contaminación y deterioro del ambiente: este punto se evaluó tomando en cuenta la extracción del recurso maderable de la zona boscosa, así como el manejo de desechos sólidos y las formas de cultivar. Los resultados se presentan en la Figura 13.

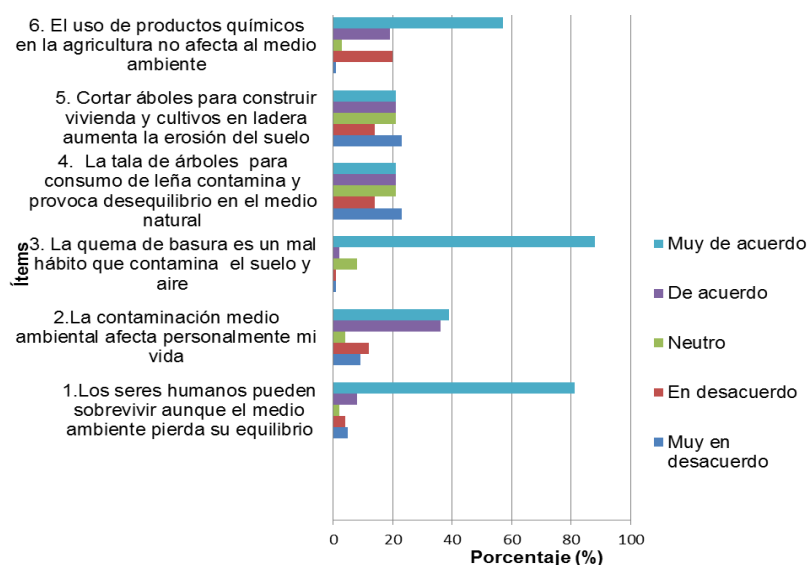


Figura 13. Análisis de la contaminación y deterioro del ambiente en la Cordillera Alux, según los participantes de San Lucas Sacatepéquez, 2014.

Fuente: elaboración propia.

El 88% de los entrevistados está *muy de acuerdo* con que talar árboles para el consumo de leña provoca un desequilibrio y contamina el ambiente. A pesar de que este alto porcentaje tiene claro el impacto de la tala de árboles, su comportamiento no concuerda con este resultado y probablemente refleja que la cultura cachiquel tiene la costumbre de utilizar el recurso maderable como fuente de energía para preparar los alimentos y calentar el hogar debido a las bajas temperaturas que imperan en esa zona. Esta ha sido una costumbre ancestral que ha pasado de generación en generación. A pesar de que la mayoría tiene conciencia sobre esto, no significa que pueda cambiar de conducta inmediatamente, pues, como lo plantean varios autores, el comportamiento no depende únicamente de los conocimientos y actitudes (Jorgensen, Graymore, y O'Toole, 2009). Es probable que el autocontrol y en especial la situación económica pese más en sus decisiones que las variables estudiadas, tal y como encontró Charpentier (1995) en su estudio.

Es evidente la falta de consistencia en las respuestas, pues en contraposición con la anterior, el 81% cree que la contaminación *no le afecta* personalmente y solo el 39% *está de acuerdo* con que la práctica de quemar la basura es un mal hábito que contamina el suelo y el aire, y que afecta la salud.

Por su parte, el 57% de los entrevistados estuvo *muy de acuerdo* con que los químicos utilizados en la agricultura no dañan al medio ambiente. Estas conclusiones son preocupantes, porque no solo se cree que estas actividades no perjudican el ecosistema, sino tampoco la salud. Este resultado coincide con el de Meira (2013), quien plantea que, sobre la problemática ambiental, la gente tiene grandes vacíos que influyen en la comprensión de los problemas, y producen representaciones desajustadas y distorsionadas. Específicamente indica que a las personas les es difícil relacionar los impactos que generan estos problemas con el ambiente y en la salud humana tal y como se encontró en esta investigación. Hasta el presente, no se ha observado en esas comunidades un método de cultivo que sea sustentable. Los resultados del Tema II, Actitudes de vecinos ante los problemas ambientales, se presentan en la Figura 14.

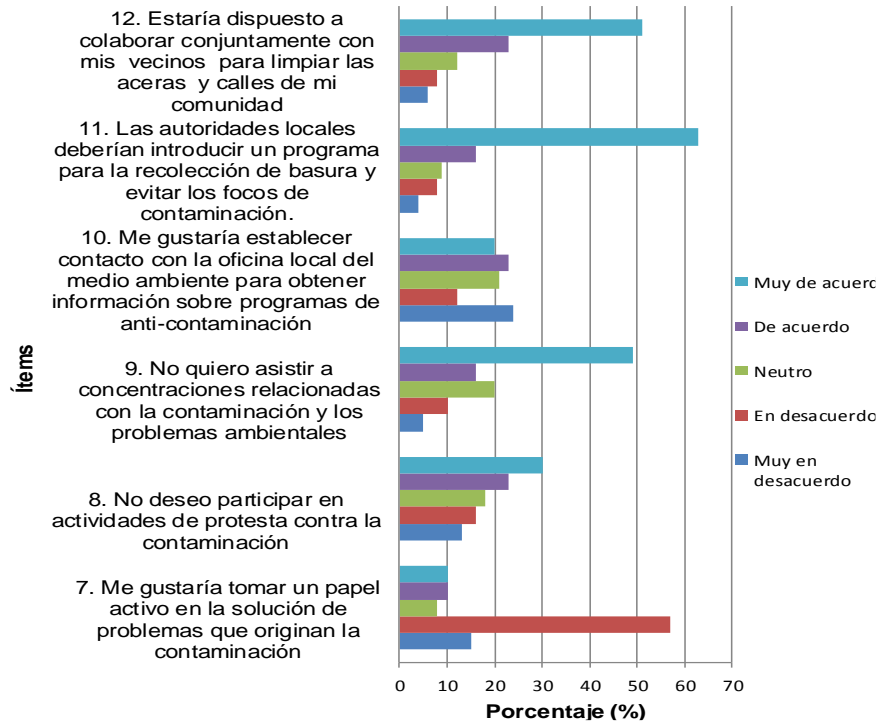


Figura 14. Actitudes de los vecinos de San Lucas Sacatepéquez, Cordillera Alux, ante los problemas ambientales de su comunidad, 2014.

Fuente: elaboración propia.

El 75% de los entrevistados está *muy de acuerdo* con que las autoridades locales deberían introducir un programa para la recolección de basura, así se evitaría el incremento de focos de contaminación, tal y como se observa en la Figura 14. Sin embargo, para que la gente participe en dicho programa debe tener un componente de EA para lograr un cambio de conducta que les permita depositar la basura en los sitios que se designen. Ante la pregunta de si ellos están dispuestos a tomar la iniciativa para colaborar con el mantenimiento de su comunidad, únicamente el 50% está *muy de acuerdo* con limpiar aceras y calles. A la mayoría (57%) *no le gustaría* tener un papel activo en la solución de problemas concernientes a la contaminación (manejo de desechos sólidos) y menos del 25% *estaría dispuesto* a participar en actividades para atender esta problemática o ir a concentraciones de carácter ambiental. Esto significa que la mayoría de la población afirma que la responsabilidad sobre este tema recae exclusivamente en las autoridades locales. Más del

55% *no muestra interés* en involucrarse en movimientos o participar en la resolución de problemas relacionados con el ambiente.

Los resultados claramente reflejan un desánimo para participar en actividades que obliguen a la población a adquirir un compromiso o que requieran de su esfuerzo para cuidar el medio ambiente; o bien, como plantea Meira (2013), puede ser que la gente tenga limitaciones para comprender el impacto que podría tener su participación en la búsqueda de soluciones a los problemas ambientales a corto plazo. Parece apropiado evidenciar la necesidad de impulsar la EA en distintos niveles educativos, para empoderar al individuo en el cuidado de los recursos naturales y su salud. Los habitantes, al tener conocimiento sobre la importancia del manejo ambiental, se convierten en una estrategia integradora y coordinadora de todo el proceso de planeación y gestión del territorio (Moreira, 2016). De esta manera, se estaría contribuyendo con la sostenibilidad del área protegida, con mejorar la calidad de vida de sus habitantes. Además, se evitaría la contaminación provocada por los basureros clandestinos en las inmediaciones del área boscosa, como se muestra en la Figura 15.



A. Botadero clandestino en el perímetro de la Cordillera Alux sobre la carretera.

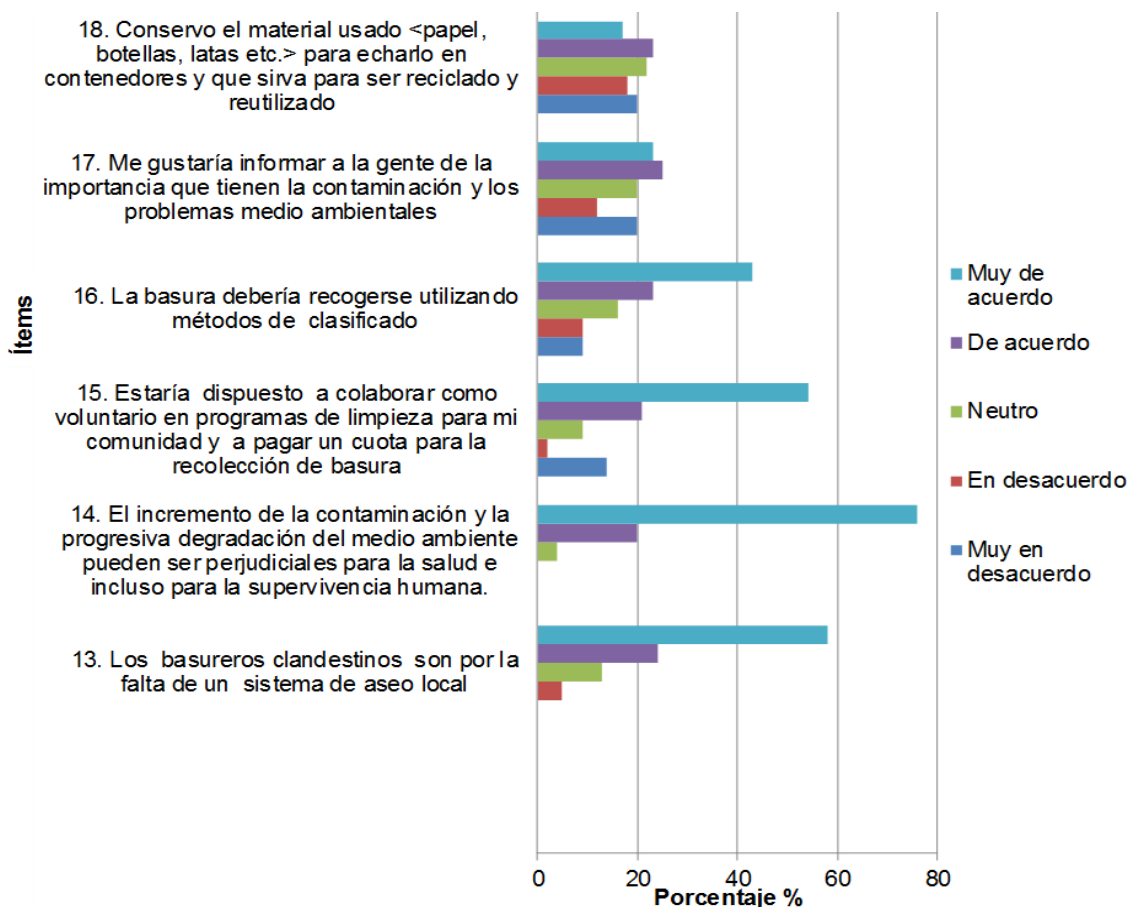
B. Botadero al interior de la zona boscosa de la Cordillera Alux.

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Botaderos clandestinos en la Cordillera Alux.

Los resultados sobre el Tema III: *Comportamiento y actitudes* se muestran en la Figura 16. Las preguntas 15, 16 y 17 miden las actitudes, la 18, el comportamiento, y las 13 y 14, los conocimientos. Este grupo de preguntas permite visualizar otros aspectos, como esfuerzos

educativos en la zona de estudio para trabajar el reciclaje y el manejo de los desechos sólidos que contaminan el ambiente.



Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Comportamientos y actitudes de los habitantes de la Cordillera Alux, San Lucas Sacatepéquez sobre desechos sólidos, 2014.

Más del 50% está *muy de acuerdo* con que los basureros clandestinos se dan por falta de sistemas de aseo y un porcentaje semejante estaría dispuesto a pagar por la recolección de la basura y a participar en programas de limpieza, pero menos de la mitad apoya que la basura se recoja clasificada. Como plantean Corral-Verdugo *et al.* (2002) la competencia proambiental implica poseer habilidades y destrezas que respondan a requerimientos de conservación, pero se percibe una falta de motivación y responsabilidad ciudadana para desarrollar una buena práctica conservacionista. Los resultados también muestran que

menos del 25% estaría dispuesto a informarle a la gente sobre los problemas medioambientales. El 43% *está de acuerdo* con el reciclado de desechos, pero sigue siendo mayoritario el porcentaje que *no está muy de acuerdo* con hacerlo, lo cual hace que la situación sea muy compleja por falta de participación ciudadana en este tipo de esfuerzos.

Una explicación la brinda Meira, quien propone que “las nociones de ambiente que maneja la mayor parte de los ciudadanos occidentales son reduccionistas y están escasamente elaboradas” (2013, p. 46). Además, señala que como los resultados de las acciones en favor del ambiente se dan a largo plazo y no necesariamente producen beneficios directos para la persona o comunidad, la participación es limitada. Por su parte López y García (2007), al referirse a las prácticas no sustentables sobre los métodos de cultivos y manejo de desechos, señalan que hay poco interés, debido a la falta de educación y actitud no favorable para cambiar de hábitos.

Etapa III

4.3 Análisis y diagnóstico del subsistema biofísico

4.3.1 Análisis de la evolución de la dinámica biofísica de la morfología urbana en los centros poblados de la Cordillera Alux

Este análisis se efectuó en cada uno de los centros poblados que se localizan en el área protegida. Toda la información recabada se ubicó en un cuadro de doble entrada para cada municipio. Este cuadro sinóptico está determinado por un período que comprende desde la fecha de fundación del asentamiento en la época colonial hasta que se constituyó en una ciudad fragmentada; cuando el crecimiento urbano se va segregando al cambiar su aspecto morfológico, surgen elementos predominantes como muros y barreras que rodean los barrios.

A través del cuadro sinóptico se pueden observar situaciones clave durante el tiempo de desarrollo de las ciudades que podría dar una perspectiva de visión a futuro. El contenido de los cuadros aborda los diversos temas que se indican a continuación. El crecimiento de las ciudades: la forma que fue adoptando el territorio urbano por el crecimiento poblacional a partir del trazo de la plaza central. La morfología de la superficie: se compara cómo ha

incidido el aspecto topográfico en la morfología urbana debido a las pendientes y laderas. Los sucesos más sobresalientes que influyeron en la densificación: fenómenos naturales y sociales, la infraestructura y su avance. Para cada municipio se elaboró un cuadro sinóptico sobre su desarrollo y, previo a presentar dicho cuadro, se incluye una reseña de los hallazgos encontrados en cada región respecto a su crecimiento urbano.

4.3.1.1 Sinopsis de la evolución de la morfología urbana del centro poblado del municipio de Mixco, Cordillera Alux

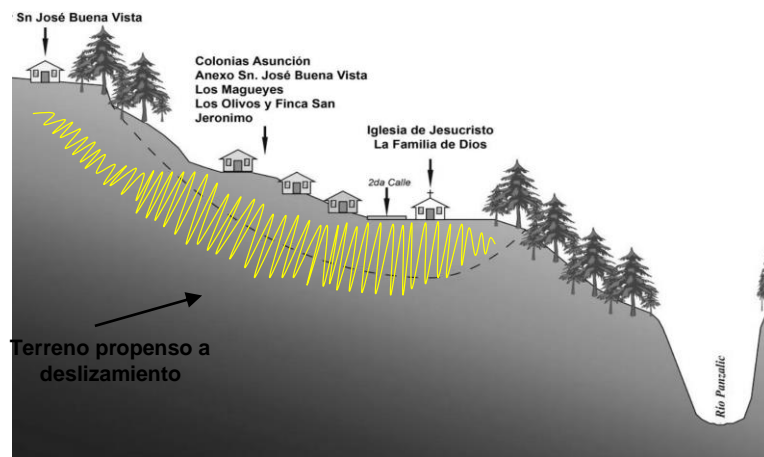
Los resultados obtenidos en el estudio para este municipio están en el Cuadro 8. En Mixco, la transformación de la estructura urbana se debe tanto a las tendencias migratorias producto de movimientos internos, como a fenómenos naturales, entre ellos huracanes y terremotos. El terremoto de 1976 es el que más daño ocasionó a las edificaciones.

A pesar de este hecho tan catastrófico, el municipio de Mixco sigue siendo uno de los más poblados del país y de los cinco estudiados, posee 45 530 habitantes ubicados en el área protegida, según la proyecciones del INE del período 2008- 2020²³, lo que equivale a una densidad de 2534 habitantes por km² y 461 viviendas por km². Los vecinos de este municipio son atraídos por las fuentes de trabajo y por los centros educativos que ofrece la ciudad; estos son factores determinantes para el aumento acelerado de la población que ha inmigrado desde otras ciudades más lejanas. La situación observada en el área de estudio está acorde con lo analizado por Italia (2009), quien señala que entre los años 1950 y 1964, se dio el mayor flujo migratorio "impulsado por la diversificación agrícola, la industrialización y la modernización productiva" (p. 182). Este traslado del campo hacia la ciudad capital ha tenido consecuencias a lo largo del tiempo, sobre todo en los municipios circunscritos dentro del departamento de Guatemala.

De los fenómenos naturales y antrópicos, el más reciente se registró en el 2012: se produjo un agrietamiento del suelo donde se encontraban las colonias San José Buena Vista, La

²³ Guatemala: Estimaciones de la Población total por municipio. Período 2008-2020. [http://www.oj.gob.gt/estadistica/reportes/poblacion-total-por-municipio\(1\).pd](http://www.oj.gob.gt/estadistica/reportes/poblacion-total-por-municipio(1).pd)

Asunción y Los Olivos. Las viviendas estaban asentadas en laderas con suelo arenoso de tipo volcánico que se vuelve muy inestable por las pendientes del terreno y la carga de las construcciones; además, estas comunidades tomaron parte de la zona boscosa, área en la cual no están permitidos los asentamientos urbanos. A raíz del suceso, esta zona fue declarada de alto riesgo por los expertos de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (Conred) (Boletín informativo número 2391, 2015). La Figura 17 presenta un corte esquemático de la zona de la cordillera Alux del municipio de Mixco, en donde se ubican asentamientos sobre las zonas de riesgo con alto porcentaje de pendiente.





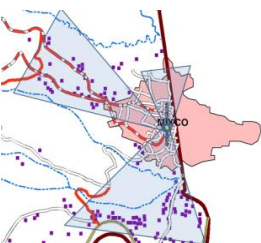
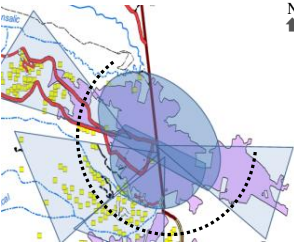
Fuente: elaboración propia, 2012.

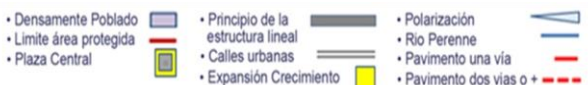
Figura 17. Corte esquemático de terreno en ladera y localización de las colonias afectadas por agrietamiento, 2012.

El cuadro 8 muestra la evolución del desarrollo urbano en los mapas cartográficos y, como se observa, responde a un crecimiento desordenado y acelerado en las últimas décadas. Esto demuestra falta de planificación y de control en el manejo del territorio. También se observa que el crecimiento está conurbado a la ciudad capital a través de asentamientos precarios. Como menciona Sánchez (2009), este crecimiento periurbano se refiere a la extensión continua de la ciudad y la absorción paulatina de los espacios rurales que la rodean.

Su dinámica territorial en el área del casco urbano muestra un patrón de crecimiento radial, el cual se adaptó a la difícil topografía de esta zona, hasta llegar a extremos donde el crecimiento urbano se localiza en superficies que sobrepasan el límite permitido, que es del 35% de pendiente. Su tendencia de crecimiento ocurre de dos formas: vertical, lo que determina un centro densamente poblado, y horizontal, a partir de donde finaliza la traza urbana establecida, continúa con el patrón desordenado y se convierte en una ciudad fragmentada con una forma semicircular de expansión limitada por la Carretera Interamericana CA-1 y por la topografía desigual.

Cuadro 8. Sinopsis de la evolución de la morfología urbana del centro poblado del municipio de Mixco, Cordillera Alux.

Fase	1500-1820	1820-1960	1960-1970	1970 hasta la fecha
Desarrollo urbano	Época Colonial Fundación 1526	Primera fase de urbanización Localización de la plaza de central y de la red urbana de la ciudad.	Segunda Fase de urbanización	Reestructuración, Ciudad fragmentada
Modelo urbano de la fase específica del Municipio de Mixco	 <p>Representación gráfica de plaza central donde se inició el trazo de la ciudad.</p>	 <p>Mapa 1960/ 1:50,000 IGN</p>	 <p>Mapa 1996/ 1:50,000 IGEN</p>	 <p>Mapa 2008/ 1:50,000 IGN</p>
Principios estructuración espacial	Pendiente centro-periferia	Lineal traza reticular	Polarización: angular en dos direcciones	Fragmentación: semicircular limitada por la carretera interamericana y topografía accidentada
Símbolo	plaza	Boulevard (paseo, prado, alameda)	Barrio alto al centro, Barrio marginal periferia	Barrios cerrados, comercio mixto, mercado local
Crecimiento	Crecimiento natural	Inmigración	Migración interna	Crecimiento desbordado limitado por la topografía . Categoría de ciudad intermedia
Circulación	Caballo y carretas	Ferrocarril en la ciudad	Buses, colectivos, extraurbanos, automóvil, autopista Interamericana CA-1	Predominio de propiedad de automóvil, redes digitales facilitan el trabajo a distancia
Viviendas por Km2 según período	sin base de datos	1940-125 viviendas	CENSO 1973 - 136	CENSO 2002- 15237
Fenómenos naturales y antrópicos	Terremoto 1773 (Antigua) Dominio Español/ Acceso a la educación superior	Terremotos 1917 y 1918 / Independencia y República/ la Insurrección/multinacional estadounidense	Terremoto 1976/ Fuerzas armadas internas	Huracán Mich y Stan, terremoto 2011 / Democratización
Política externa		Economía agraria economía de exportación de recursos	Desarrollo hacia adentro, industrialización para la sustitución de importaciones	Desarrollismo, neoliberalismo, proceso de transformación a la globalización
Desarrollo urbano	Sociedad colonial	Conservacionismo , liberalismo	Populismo socialismo	Modelo urbano de la fase específica del municipio de Mixco



- Densamente Poblado
- Limite área protegida
- Plaza Central
- Principio de la estructura lineal
- Calles urbanas
- Expansión Crecimiento
- Polarización
- Río Perenne
- Pavimento una vía
- Pavimento dos vías o +

Fuente: elaboración a partir de la base de datos de INE, IGN, Plan Maestro 2010-2015 RFPMACA, Historia General de Guatemala Tomo I, II, III, IV, V y VI.

4.3.1.2. Sinopsis de la evolución de la morfología urbana del centro poblado del municipio de San Lucas Sacatepéquez, Cordillera Alux




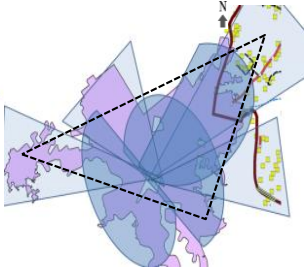










San Lucas se encuentra localizado en la región central de Guatemala en el departamento de Sacatepéquez a una altura de 2 062 metros sobre el nivel del mar y a una distancia de

13 km de la cabecera departamental. El área de la cordillera que pertenece a San Lucas colinda con Mixco y Santiago Sacatepéquez, y en el otro extremo está el centro del municipio, el cual se extiende hasta la Carretera Interamericana CA-1. Además, cuenta con otros tres accesos secundarios que lo comunican con los otros municipios y con ciudades de mayor jerarquía, como la capital ubicada a unos 27 km y Antigua Guatemala a unos 15 km. El paso hacia esta vía principal proporciona diferentes medios de transporte (públicos y privados), por lo que es inevitable el desplazamiento continuo hacia estas ciudades, tanto por trabajo como para distribuir productos agrícolas, y adquirir bienes y servicios, lo que convierte a San Lucas en una ciudad dormitorio.

Según proyecciones del INE para el 2008, la población total se estimó en 22 808 habitantes con una densidad de 3 679 hab./km², se estima que para el año 2010 fue de 4 799 hab./km² y en la actualidad se espera que alcance más de 5 157 hab./km². Para albergar a toda esta población, las residencias han adoptado una arquitectura vertical, la mayoría de dos y tres niveles. La vivienda para el 2008 se incrementó en 1 600%. Este municipio, al igual que los demás, ha sido afectado por fenómenos naturales. Los más significativos han sido la actividad sísmica y los de tipo hidrometeorológicos.

En el caso urbano de este municipio, se ha generado un punto de convivencia y expresión de valores y tradiciones, semejante a un lugar de intercambio económico, social y cultural, así como lo denominan Carmona, Tiesdel, Heath y Oc (2010). Otra característica es que el asentamiento del casco urbano se encuentra sobre una superficie con una leve pendiente y sectores planos de donde parte su crecimiento hacia las áreas pobladas, y se extiende hacia los límites de las carreteras que lo rodean, así como hacia la zona agrícola y boscosa. La morfología del crecimiento por su ubicación tiene una tendencia radial, llegan su capacidad máxima de ocupación en la zona de uso intensivo o zona urbana. La estructura habitacional es de tipo formal con edificaciones más complejas: como centros comerciales, restaurantes y mercados, entre otros. Esta evolución de la infraestructura indica un proceso de transición de lo “*rural a lo urbano*”. Es el momento preciso para retomar un planeamiento adecuado en función de las características ecosistémicas, físicas y culturales para una gestión sustentable del territorio (ver Cuadro 9).

Cuadro 9. Sinopsis de la evolución de la morfología urbana del centro poblado del municipio de San Lucas Sacatepéquez, Cordillera Alux.

Fase	1500-1820	1820-1960	1960-1970	1970 hasta la fecha
Desarrollo urbano	Época Colonial Fundación 1546-1548	Primera fase de urbanización Localización de la plaza de central y de la red urbana de la ciudad.	Segunda Fase de urbanización	Reestructuración, ciudad fragmentada
Modelo urbano de la fase específica del Municipio de San Lucas Sacatepéquez	 Representación gráfica de plaza central donde se inició el trazo de la ciudad.	 Mapa 1960/ 1:50,000 IGN	 Mapa 1996/ 1:50,000 IGEN	 Mapa 2008/ 1:50,000 IGN
Principios estructuración espacial	Pendiente centro-periferia	Lineal traza reticular	Polarización: angular en dos direcciones	Fragmentación: semicircular limitada por la carretera interamericana y topografía accidentada.
Símbolo	plaza	Boulevard (paseo, prado, alameda)	Barrio alto al centro, Barrio marginal periferia	Barrios cerrados, comercio mixto, mercado local
Crecimiento	Crecimiento natural	Inmigración	Migración interna	Crecimiento desbordado limitado por la topografía . Categoría de ciudad intermedia
Viviendas por Km2 según	Sin base de datos	1940 - 28 viviendas	CENSO 1973 - 23	CENSO 2002- 461
Fenómenos naturales y antrópicos	Terremoto 1773 (Antigua) Dominio Español/ Acceso a la educación superior	Terremotos 1917 y 1918 / Independencia y República/ la Insurrección/multinacional estadounidense	Terremoto 1976/ Fuerzas armadas internas	Huracán Mach y Stan, terremoto 2011 / Democratización
Circulación	Caballo y carretas	Ferrocarril en la ciudad	Buses, colectivos, extraurbanos, automóvil, autopista Interamericana CA-1	Predominio de propiedad de automóvil, redes digitales facilitan el trabajo a distancia
Política externa	Explotación agrícola	Economía agraria, economía de exportación de recursos	Desarrollo hacia adentro, industrialización para la sustitución de importaciones	Desarrollismo, neoliberalismo, proceso de transformación a la globalización
Desarrollo urbano	Sociedad colonial	Conservacionismo , liberalismo	Populismo socialismo	Modelo urbano de la fase específica del municipio de San Lucas Sacatepéquez
		<ul style="list-style-type: none"> • Densamente Poblado  • Limite área protegida  • Plaza Central  	<ul style="list-style-type: none"> • Principio de la estructura lineal  • Calles urbanas  • Expansión Crecimiento  	<ul style="list-style-type: none"> • Polarización  • Rio Perenne  • Pavimento una vía  • Pavimento dos vías o + 

Fuente: elaboración a partir de la base de datos de INE, IGN, Plan Maestro 2010-2015 RFPMACA, *Historia General de Guatemala*, Tomo I, II, III, IV, V y VI

4.3.1.3 Sinopsis de la evolución de la morfología urbana del centro poblado del municipio de San Pedro Sacatepéquez, Cordillera Alux

El municipio de San Pedro Sacatepéquez se encuentra ubicado en la parte noroccidental a 25 Km del departamento de Guatemala en la región metropolitana, tiene una elevación de 2 100 metros sobre nivel del mar con una extensión de 48 km², de estos, 14,45 km² le pertenecen a la Cordillera Alux. Se ubica en la intersección de tres carreteras que conducen: una, a la Ruta Nacional (RN-5), que va a la capital y las otras dos comunican los municipios de San Juan Sacatepéquez, Santiago Sacatepéquez y San Lucas Sacatepéquez.




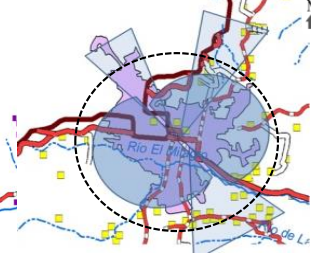
En el Cuadro 10, se observa cómo su estructura urbana parte de una plaza central de forma ortogonal que se prolonga en su periferia con una leve inclinación, con la cual se da origen al trazo lineal reticular que se extendió entre los años 1820-1960; durante este período surge uno de los primeros movimientos migratorios debido a fenómenos naturales como los terremotos de 1917 y 1918. El segundo período de urbanización está comprendido entre 1960-1970, cuando las vías de acceso cobran relevancia con la construcción de la autopista que conduce hacia la ciudad capitalina. Entonces, surgen diferentes tipos de transporte, lo que provoca una movilidad hacia las zonas urbanas en busca de oportunidades de trabajo, servicios, estudios diversificados y superiores. El segundo fenómeno migratorio surge como consecuencia del terremoto de 1976 por la destrucción de la infraestructura, así como por causa de la guerra interna. Debido a la inseguridad, los pobladores se refugiaron en las principales ciudades de mayor jerarquía.

Luego de esta época, surge nuevamente un nuevo impacto por el acelerado crecimiento habitacional a partir de los años setenta y se da un importante cambio en el número de viviendas: pasan de 170 a 1 724, un incremento de 1 000%, expansión que continúa en ascenso hasta la fecha. En las imágenes del cuadro, se observa cómo ha sido este fenómeno de crecimiento urbano debido a sus limitaciones por la superficie del terreno, entre ellas la topografía con pendientes que oscila entre el 16% y el 40%, las carreteras que lo rodean, los barrancos y la zona boscosa. El trazo de sus calles es angosto y con cuestas muy elevadas.

Las viviendas tienen las mismas características que las de los otros municipios. A raíz de los terremotos, los materiales constructivos cambian de muros de adobe a ladrillos de arena pómez; este material les permitió crecer de forma vertical, no obstante, unas pocas viviendas conservan aún la teja de barro como vestigio de lo que fue la tipología habitacional en esa área. En la actualidad, el centro de San Pedro se ha convertido en una población densamente poblada con construcciones que tienen dos, tres y cuatro niveles. La disponibilidad del suelo apto para vivienda llegó a su límite, por lo que se ha convertido en una amenaza para el área boscosa por cuestiones de espacio y recurso maderable.

Actualmente, la estructura urbana ha adquirido todas las características de una ciudad fragmentada, siguiendo un patrón de forma circular concéntrica. Su rápido crecimiento urbano no le permitió contar con una planificación en su momento que contemplara la demanda de servicios de infraestructura básica y uso del suelo, aspectos significativos para el manejo del área. Se ha observado cómo su expansión está consumiendo el territorio y la naturaleza está reduciendo sus funciones ecosistémicas que ofrecen grandes beneficios para una vida mejor.

Cuadro 10. Sinopsis de la evolución de la morfología urbana del centro poblado del municipio de San Pedro Sacatepéquez, Cordillera Alux.

Fase	1500-1820	1820-1960	1960-1970	1970 hasta la fecha
Desarrollo urbano	Época Colonial Fundación 1526	Primera fase de urbanización Localización de la plaza de central y de la red urbana de la ciudad	Segunda Fase de urbanización	Reestructuración, Ciudad fragmentada
Modelo urbano de la fase específica del Municipio de San Pedro Sacatepéquez	 Representación gráfica de plaza central donde se inició el trazo de la ciudad.	 Mapa 1960/ 1:50,000 IGN	 Mapa 1996/ 1:50,000 IGEN	 Mapa 2008/ 1:50,000 IGN
Principios estructuración espacial	Pendiente centro-periferia	Lineal traza reticular	Polarización: angular en dos direcciones	Fragmentación: semicircular limitada por la carretera interamericana y topografía accidentada
Símbolo	plaza	Boulevard (paseo, prado, alameda)	Barrio alto al centro, Barrio marginal periferia	Barrios cerrados, Comercio mixto, mercado local
Crecimiento	Crecimiento natural	Inmigración	Migración interna	Crecimiento desbordado limitado por la topografía . Categoría de ciudad intermedia
Viviendas por Km2 según período censal en reserva		CENSO 1940-169 viviendas	CENSO 1973 - 170	CENSO 2002- 1724
Fenómenos naturales y antrópicos	Terremoto 1773 (Antigua) Dominio Español/ Acceso a la educación superior	Terremotos 1917 y 1918 / Independencia y República/ la Insurrección/multinacional estadounidense	Terremoto 1976/ Fuerzas armadas internas	Huracán Mich y Stan, terremoto 2011 / Democratización
Circulación	Caballo y carretas	Ferrocarril en la ciudad	Buses, colectivos, extraurbanos, automóvil, autopista Interamericana CA-1	Predominio de propiedad de automóvil, redes digitales facilitan el trabajo a distancia
Política externa	Explotación agrícola	Economía agraria economía de exportación de recursos	Desarrollo hacia adentro, industrialización para la sustitución de importaciones	Desarrollismo, neoliberalismo, proceso de transformación a la globalización
Desarrollo urbano	Sociedad colonial	Conservacionismo , liberalismo	Populismo socialismo	Modelo urbano de la fase específica del municipio de San Pedro Sacatepéquez
	<ul style="list-style-type: none"> • Densamente Poblado • Limite área protegida • Plaza Central 	<ul style="list-style-type: none"> • Principio de la estructura lineal • Calles urbanas • Expansión Crecimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Polarización • Río Perenne • Pavimento una vía • Pavimento dos vías o + 	

Fuente: elaboración a partir de la base de datos de INE, IGN, Plan Maestro 2010-2015 RFPMACA, *Historia General de Guatemala*, tomo I, II, III, IV, V y VI.

4.3.1.4. Sinopsis de la evolución de la morfología urbana del centro poblado del municipio de San Juan Sacatepéquez, Cordillera Alux

San Juan Sacatepéquez se encuentra situado junto a uno de los municipios de la cordillera, San Pedro Sacatepéquez, a unos 31 kilómetros al noreste de la capital, esto significa que mantiene una relación cercana con la ciudad y tiene una extensión de 287 km² (ver Cuadro 11). Cuenta con dos accesos más sobre la Ruta Nacional (RN-5) que comunica a San Pedro Sacatepéquez, Santiago Sacatepéquez y San Lucas Sacatepéquez. La cabecera fue elevada a categoría de villa por su crecimiento y actividad agrícola.²⁴ Este municipio ha sido altamente comercial, no se define como una ciudad dormitorio; sin embargo, siempre existe un flujo migratorio de San Pedro a la capital por fuentes de trabajo.

Según el análisis de distribución poblacional, por cada centro poblado de la Cordillera Alux, la relación habitante y territorio por km² demostró que el municipio de San Juan Sacatepéquez es el que posee más habitantes, por lo que se estima que para el año 2030 la densidad será de 216653 hab./km². San Juan y Mixco son los que poseen la más alta densidad poblacional de la Cordillera Alux. Según la morfología del territorio, el 97,9%²⁵ es montaña, lo que indica que la vocación del suelo es forestal. El avance en su patrón de asentamiento se puede observar en los resultados que se presentan en el cuadro, la ciudad es de origen precolonial, conquistada por los españoles en 1525 y su desarrollo urbano es a partir de una plaza central de donde se deriva la traza reticular, comúnmente utilizada en esa época. Con el trascurso del tiempo se ha extendido en forma ortogonal hacia los cuatro puntos cardinales, pero al igual que en los demás municipios, sus calles se interrumpen por la irregularidad del terreno y las pronunciadas pendientes. En la actualidad, por las características que presenta, llega a determinarse como una ciudad fragmentada. La forma es concéntrica y se divide en cuatro segmentos por las vías principales que circunvalan el centro del poblado. La circulación vehicular es muy congestionada por tener calles muy angostas.

San Juan Sacatepéquez fue uno de los municipios de la Cordillera Alux más afectados por el terremoto de 1976, se estima que la infraestructura se destruyó en un 90% (Araujo,




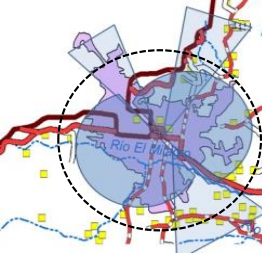
²⁴ Por acuerdo Gubernativo del 8 de marzo de 1923.

²⁵ Según datos obtenidos del Sistema Nacional Territorial –SINIT- SEGEPLAN 2009

1978). En 1982, recibió una cooperación proveniente de Cataluña para la reconstrucción de la fachada del ayuntamiento, la cual es una copia del palacio municipal de esa ciudad española. Ubicada frente a este edificio está la plaza central que le da realce a esta comunidad, dotándola de nuevos atributos arquitectónicos.

Los fenómenos naturales de mayor impacto son los sísmicos y entre los antrópicos se reconocen: los deslizamientos debido a la deforestación, al cambio de uso agrícola o a la construcción de viviendas; y la contaminación por desechos sólidos y líquidos con un tipo de recurrencia permanente, lo que coincide con los datos que presenta Segeplan (2010). Otro aspecto que se encontró fue la falta de un plan de prevención y mitigación ante desastres, eventualidades naturales o antrópicas. Estas comunidades aún no relacionan algunos de estos eventos con sus acciones, pues a partir de la percepción que tienen del desastre, la sociedad cree que detrás de los fenómenos naturales hay una influencia divina que provoca pérdida y daño, lo que genera inacción, falta de importancia y fatalismo, o, peor aún, acciones ineficaces y contraproducentes tal y como lo que plantean Romero-Toledo y Romero (2015).

Cuadro 11. Sinopsis de la evolución de la morfología urbana del centro poblado del municipio de San Juan Sacatepéquez, Cordillera Alux.

Fase	1500-1820	1820-1960	1960-1970	1970 hasta la fecha
Desarrollo urbano	Época Colonial Fundación 1526	Primera fase de urbanización Localización de la plaza de central y de la red urbana de la ciudad	Segunda Fase de urbanización	Reestructuración, Ciudad fragmentada
Modelo urbano de la fase específica del Municipio de San Pedro Sacatepéquez	Mapa 1526/ 1:50,000 IGN  Representación gráfica de plaza central donde se inició el trazo de la ciudad.	Mapa 1960/ 1:50,000 IGN 	Mapa 1996/ 1:50,000 IGEN 	Mapa 2008/ 1:50,000 IGN 
Principios estructuración espacial	Pendiente centro-periferia	Lineal traza reticular	Polarización: angular en dos direcciones	Fragmentación: semicircular limitada por la carretera interamericana y topografía accidentada
Símbolo	plaza	Boulevard (paseo, prado, alameda)	Barrio alto al centro, Barrio marginal periferia	Barrios cerrados, Comercio mixto, mercado local
Crecimiento	Crecimiento natural	Inmigración	Migración interna	Crecimiento desbordado limitado por la topografía . Categoría de ciudad intermedia
Viviendas por Km2 según período censal en reserva		CENSO 1940-169 viviendas	CENSO 1973 - 170	CENSO 2002- 1724
Fenómenos naturales y antrópicos	Terremoto 1773 (Antigua) Dominio Español/ Acceso a la educación superior	Terremotos 1917 y 1918 / Independencia y República/ la Insurrección/multinacional estadounidense	Terremoto 1976/ Fuerzas armadas internas	Huracán Mich y Stan, terremoto 2011 / Democratización
Circulación	Caballo y carretas	Ferrocarril en la ciudad	Buses, colectivos, extraurbanos, automóvil, autopista Interamericana CA-1	Predominio de propiedad de automóvil, redes digitales facilitan el trabajo a distancia
Política externa	Explotación agrícola	Economía agraria economía de exportación de recursos	Desarrollo hacia adentro, industrialización para la sustitución de importaciones	Desarrollismo, neoliberalismo, proceso de transformación a la globalización
Desarrollo urbano	Sociedad colonial	Conservacionismo , liberalismo	Populismo socialismo	Modelo urbano de la fase específica del municipio de San Pedro Sacatepéquez
	<ul style="list-style-type: none"> • Densamente Poblado • Limite área protegida • Plaza Central 	<ul style="list-style-type: none"> • Principio de la estructura lineal • Calles urbanas • Expansión Crecimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Polarización • Río Perenne • Pavimento una vía • Pavimento dos vías o + 	

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos de INE, IGN, Plan Maestro 2010-2015 RFPMACA.



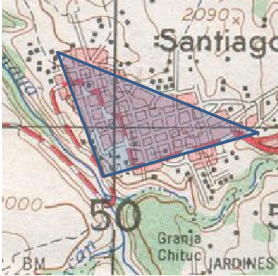
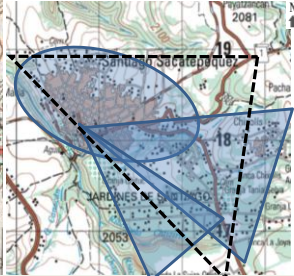
4.3.1.5 Sinopsis de la evolución de la morfología urbana del centro poblado del municipio de Santiago Sacatepéquez, Cordillera Alux

Se encuentra ubicado a 36,6 km de la capital sobre la ruta CA-9, este municipio es el más retirado de la ciudad. La principal actividad económica es la agricultura para consumo local y de exportación. Tiene una extensión territorial de 15 km², el 50,9% del total del territorio de Santiago es área protegida. Colinda con San Lucas Sacatepéquez y San Juan Sacatepéquez. La densidad actual es de 1 469 hab./km², lo que lo convierte en un municipio altamente poblado. Según los cálculos, para el 2030 se estima una densidad de 56262 hab./km². El casco urbano de este municipio está ubicado dentro del área protegida que corresponde a la zona de uso intensivo, la cual abarca parte del área agrícola.

El fenómeno natural que más la ha afectado es la actividad sísmica. Santiago, por ser una ciudad densamente poblada, tiene un modelo de construcción vertical. Se funda en la misma época colonial que las anteriores; sin embargo, la traza urbana planteada de calles y avenidas parte de una plaza central de forma rectangular, pero, por su complicada topografía, esta traza se pierde y se expande de forma triangular a lo largo de las dos vías principales de acceso que convergen en el centro del área poblacional. En consecuencia, se cataloga como una ciudad fragmentada por su densidad y su dinámica territorial sin ordenamiento alguno.

Los flujos migratorios de mano de obra calificada se dan hacia las áreas agrícolas y por motivos de estudio hacia el municipio de Antigua Guatemala, como plantea Reyes (2009). La morfología del crecimiento urbano es de forma triangular extendiéndose por las calles principales hacia las ciudades de mayor jerarquía. El número de viviendas en 1973 era de 50 y para el 2002 pasó a ser de 396, un aumento significativo. Respecto a esto último es posible determinar que la expansión urbana es de alta concentración en los centros poblados y dispersa por los asentamientos que se encuentran en la periferia, producto de la eliminación del área boscosa ubicada en lo alto de la cordillera. Al igual que los demás municipios, las edificaciones son de dos y tres niveles. No cuenta con un plan de ordenamiento territorial (ver Cuadro 12).

Cuadro 12. Sinopsis de la evolución de la morfología urbana del centro poblado del municipio de Santiago Sacatepéquez, Cordillera Alux.

Fase	1500-1820	1820-1960	1960-1970	1970 hasta la fecha
Desarrollo urbano	Época Colonial Fundación 1543	Primera fase de urbanización Localización de la plaza de central y de la red urbana de la ciudad	Segunda Fase de urbanización	Reestructuración ciudad fragmentada
Modelo urbano de la fase específica del Municipio de Santiago Sacatepéquez	 Representación gráfica de plaza central donde se inició el trazo de la ciudad.			
Principios estructuración espacial	Pendiente centro-periferia	Lineal traza reticular	Polarización: angular en dos direcciones	Fragmentación: semicircular limitada por la carretera interamericana y topografía accidentada
Símbolo	Plaza	Boulevard (paseo, prado, alameda)	Barrio alto al centro, Barrio marginal periferia	Barrios cerrados, comercio mixto, mercado local
Crecimiento	Crecimiento natural	Inmigración	Migración interna	Crecimiento desbordado limitado por la topografía. Categoría de ciudad intermedia
Viviendas por Km2 según período censal en reserva	Sin base de datos	1940 - 33 viviendas	CENSO 1973 - 50 viviendas	CENSO 2002 - 396 viviendas
Fenómenos naturales y antrópicos	Terremoto 1773 (Antigua) Dominio Español, Acceso a la educación superior	Terremotos 1917 y 1918 / Independencia y República/ la Insurrección/multinacional estadounidense	Terremoto 1976/ Fuerzas armadas internas	Huracán Mach y Stan, terremoto 2011 / Democratización
Circulación	Caballo y carretas	Ferrocarril en la ciudad	Buses, Colectivos, Extraurbanos, Automóvil, Autopista Interamericana CA-1	Predominio de propiedad de automóvil, redes digitales facilitan el trabajo a distancia
Política externa	Explotación agrícola	Economía agraria, economía de exportación de recursos	Desarrollo hacia adentro, industrialización para la sustitución de importaciones	Desarrollismo, neoliberalismo, prodececo de transformación a la globalización
Desarrollo urbano	Sociedad colonial	Conservacionismo, liberalismo	Populismo socialismo	Modelo urbano de la fase específica del municipio de Santiago Sacatepéquez

- Densamente Poblado
- Límite área protegida
- Plaza Central
- Principio de la estructura lineal
- Calles urbanas
- Expansión Crecimiento
- Polarización
- Río Perenne
- Pavimento una vía
- Pavimento dos vías o +

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos de INE, IGN, Plan Maestro 2010-2015 RFPMACA, *Historia General de Guatemala*, Tomo I, II, III, IV, V y VI.

4.3.2 Factores que influyen en la dinámica territorial ambiental de los municipios estudiados

4.3.2.1 Tendencias de crecimiento urbano

La sinopsis sobre la evolución de la estructura urbana de los centros poblados de la Cordillera Alux muestra que los municipios tienen en común la misma época de fundación, la cual oscila entre 1525-1550, y dicha estructura urbana se origina a partir de una plaza central o también llamada Plaza Mayor, de forma ortogonal; alrededor de esta se construyeron el Palacio de Gobierno y la iglesia. La traza urbana es reticular formada por calles y avenidas perpendiculares, las cuales forman las manzanas que se extienden por pocas cuadras, pues se interrumpen al encontrarse con barrancos y pendientes, y al adaptarse a la irregularidad del terreno se pierde lo lineal de la traza formada por las calles y avenidas. Los habitantes deben transitar estos caminos peligrosos para llegar a sus viviendas. Esta situación es provocada por las altas densidades de población sin control que inició en 1820 y sigue hasta la fecha.

Recapitulando, el análisis sobre el crecimiento poblacional de los municipios contenidos en los Cuadros 8, 9, 10, 11 y 12 en relación con los modelos urbanos de 1960-1970 en adelante, se perfila una explosión demográfica que coincide con la segunda fase de urbanización, donde esta se empieza a polarizar formando núcleos de nuevas áreas habitacionales que dependen de los servicios e infraestructura que ya existen, los cuales resultan insuficientes. La tendencia de crecimiento poblacional se agravó con el acontecer de fenómenos sociales como el conflicto armado interno, situación que señaló Mérida (2011). Los fenómenos naturales, la pobreza, la seguridad y la cercanía provocaron movimientos migratorios internos hacia los centros poblados, lo que sobrepasa la capacidad del territorio y de los servicios básicos, de modo que se convierte en una reestructuración de la ciudad fragmentada.

4.3.2.2 La vulnerabilidad del territorio

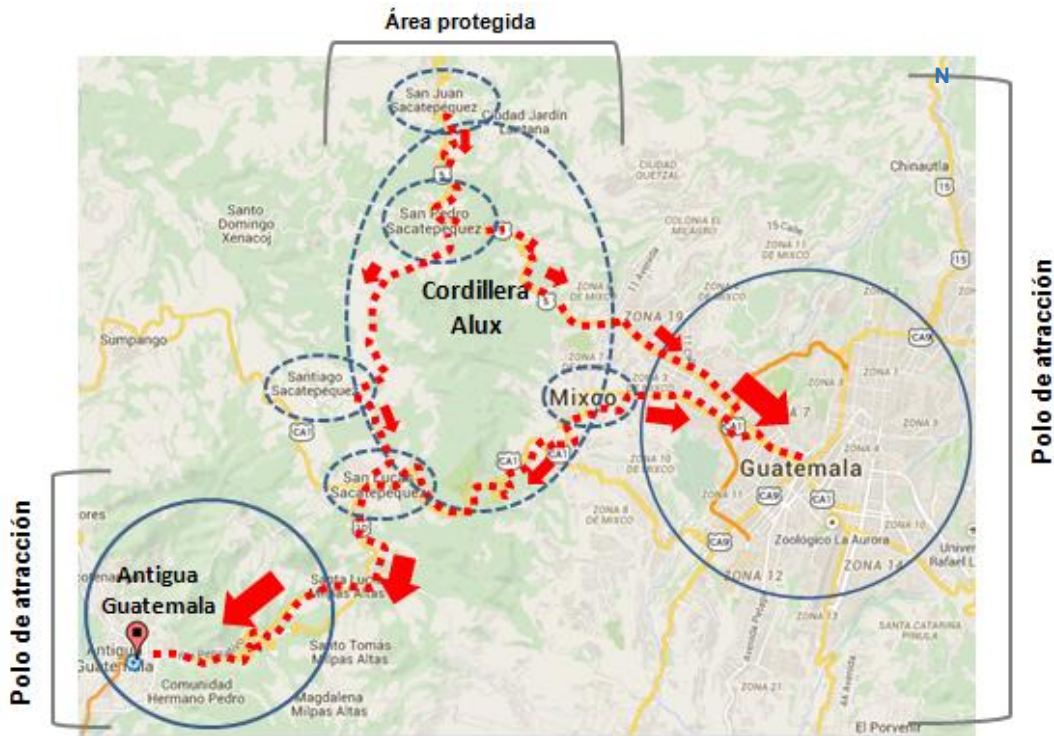
El problema de la Cordillera Alux en cuanto a las amenazas analizadas se determinó en función del crecimiento poblacional y las actitudes de los habitantes. Ante la dificultad de considerar todos los aspectos que hacen el terreno vulnerable, se valoraron únicamente

aquellos relacionados con el avance de la frontera urbana, se consideraron las amenazas y el riesgo que tienen mayor incidencia en este, así como los efectos adversos para el manejo sostenible del territorio.

4.3.2.3 Movilidad espacial

Con base en la información cartográfica obtenida del IGN y la Dirección General de Caminos (DGC), se determinó que la vía principal a la Cordillera Alux es la ruta Interamericana CA-1, que comunica importantes poblados de mayor categoría, promoviendo el intercambio comercial y fuentes de trabajo. La movilidad espacial ha constituido una opción para la sostenibilidad económica de los habitantes que se dedican a la agricultura en la cadena montañosa. Además, es una forma de aliviar la situación de pobreza y pobreza extrema por las condiciones precarias en las que se encuentran asentados.

La movilidad se genera en dos sentidos, para distribuir los productos agrícolas y por un servicio. Los habitantes de la cordillera se desplazan a las ciudades más cercanas y de mayor desarrollo, las cuales se definen como polos de atracción. Estas son: la ciudad de Guatemala y la ciudad de Antigua Guatemala, adonde migran por su vínculo con el comercio, el estudio o el trabajo, como se observa en la línea punteada que se incluye en la Figura 18.



Fuente:

elaboración a partir de la base de datos:

<https://www.google.com/maps/search/cordillera+Alux/@14.6394903,90.7249559,10z>

Figura 18. Esquema de la localización de los centros poblados de la Cordillera Alux y los polos de atracción con las vías de acceso.

4.3.3 Dinámica sobre el cambio de uso del suelo en la Cordillera Alux

Como se mencionó, la RFPMCA tiene un área de 25 km² y presenta tres zonas: la de protección de caudales o área boscosa, la de uso extensivo, compuesta de zonas aptas para la actividad agrícola, y la de desarrollo urbano. Este análisis cuantifica el cambio de cobertura y uso del suelo en el tiempo. Para el estudio, se utilizaron los datos de los mapas geográficos de los años 1960, 1975, 1983, 1996, 2000 y 2008 del IGN, y el mapa de zonificación sobre el uso del suelo obtenido de la base de datos geográficos del SIG-Conap del Plan Maestro 2010-2014, con los cuales se hizo una proyección al 2030.

Los resultados indican que la zona poblada se incrementaría de 9 km² a 11 km² para el año 2030. Esto significa que estaría tomando territorio de otra área para extenderse; y la zona

agrícola pasaría de 21 km² a 25 km². La urbana y la agrícola tienen relación entre sí, debido a que, a mayor número de personas, mayor demanda de recursos. Adicionalmente, la zona boscosa, que era de 26 km² pasa a 8 km², por lo que para el 2030 se proyecta una reducción de un 30%, una diferencia significativa. Probablemente, la causa sea la degradación, lo cual ocasionará graves consecuencias al disminuir los caudales y flujos de agua, además, es muy probable que la flora y la fauna se vean reducidas (ver Cuadro 13).

Cuadro 13. Cambio del uso del suelo por km² en las distintas zonas de la Cordillera Alux (año/k).

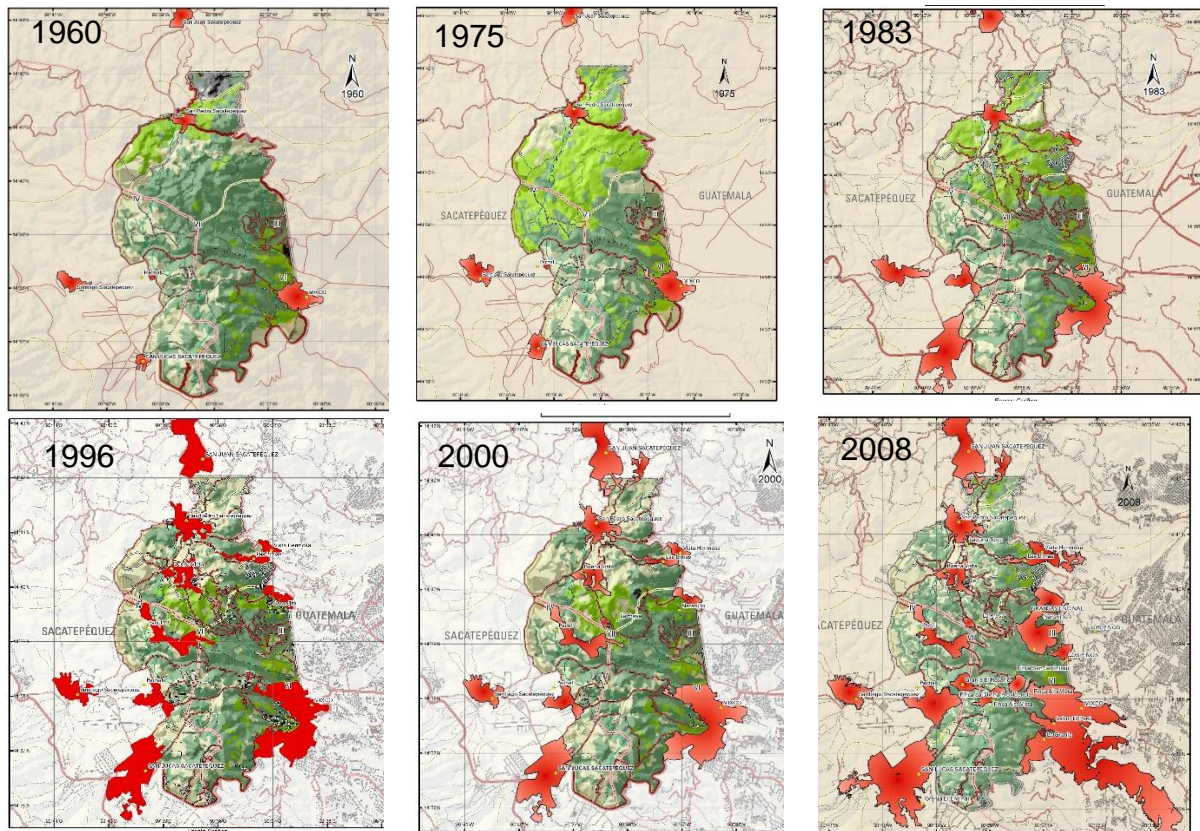
Zonas unidad espacial	1960	1975	1983	1996	2000	2008	2020	2030
Área densamente poblada	1	1	2	5	7	9	11	14
Bosque	26	20	18	17	16	12	8	5
Claros (cultivos)	10	15	18	15	17	21	25	26
Matorral o monte bajo	0	9	7	8	5	3	1	0
De acuerdo a Conap 2006 total del área (km ²)	45	45	45	45	45	45	45	45

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos del INE, 2002.

4.3.4 Avance de la frontera agrícola y urbana en el área de la Cordillera Alux de 1960 al 2008

Las personas y territorio mantienen una constante interacción que causa transformaciones a través del tiempo, como se ha establecido en los resultados, aspecto que se profundizará en breve. Como se observa en la Figura 19, las zonas urbanas dentro del área protegida para 1986 cubrían 84 hectáreas, pero para el año 2003 aumentó a 346 y para el 2011 a 680, lo que equivale a un incremento del 709% en 25 años. Según estimaciones para el 2030, el incremento de duplicará en 1 400%. Esto representa un crecimiento notable de extensión del área urbana, tal como lo señala Haesbaert (2011): se asiste a procesos que no se explican si no es por su base geográfica-material, como aquellos relacionados con lo ambiental (deforestación, erosión, contaminación cambio climático) con el acceso a nuevos recursos naturales (biodiversidad) con los asuntos relacionados con fronteras y control de

accesibilidad (migraciones). En efecto, la creación de esta reserva natural ha generado discrepancias con los habitantes, lo que pone en riesgo el territorio mismo y sus recursos por sus particularidades, los cuales no suelen conservarse. Bajo estas circunstancias es esperable que las zonas, según su uso, queden muy reducidas o incluso lleguen a desaparecer.



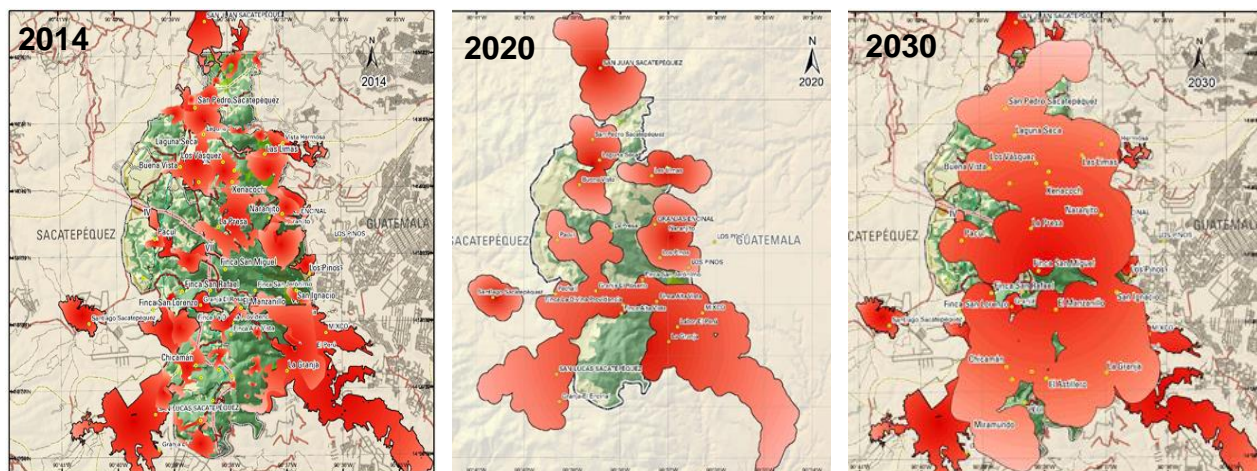
Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos IGN.

Figura 19. Avance de la frontera agrícola y urbana en el área de la Cordillera Alux de 1960 al 2008.²⁶

²⁶ Ver detalle de información de imágenes ampliada en Anexo 7.

4.3.5 Tendencias del crecimiento de los centros poblados para el 2030 en la Cordillera Alux

Los cambios que se están presentando en el área de reserva boscosa se utilizaron para elaborar un mapa a partir de la base de datos censales que proporcionó el INE 2002. Adicionalmente, se consideró la proyección que hizo el instituto para el período 1960-2008 y se empleó para hacer una predicción al 2030, para lo cual se utilizó la fotointerpretación. Los datos fueron generados a través de una hoja de cálculo Excel, cuyo pronóstico de crecimiento fue de 35 400 km², que, comparándolo con las fechas analizadas anteriormente, se extiende 10 450 km² más. Lo que significa que el crecimiento de áreas pobladas estaría ocupando sobre zona de reserva forestal. En el futuro, esto generaría el fenómeno de conurbación (concepto que define un área urbana resultante de la unión de uno o más asentamientos originalmente separados). El mapa también muestra los cambios en la dinámica del uso del suelo, al seguir una tendencia a la disminución del área boscosa, lo que provocará un incremento en las zonas de riesgo por erosión, disminución del manto acuífero y biodiversidad, entre otros (ver Figura 20).



Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos del IGN y de la tasa de crecimiento poblacional promedio en la Cordillera Alux.

Figura 20. Tendencias del crecimiento de los centros poblados para el año 2030²⁷ en la Cordillera Alux.

4.3.6 Conceptualización del método para el análisis territorial: un estudio del caso para la Cordillera Alux de Guatemala

El territorio siempre está activo y en constante evolución e interacción en un espacio, a tal grado que se pierde el control sobre este si no se tienen las condiciones ni los instrumentos necesarios para una gestión adecuada. Además, cada localidad tiene sus características físico-sociales específicas, que requieren cada día de mayor esfuerzo para implementar soluciones acordes con un manejo sostenible.

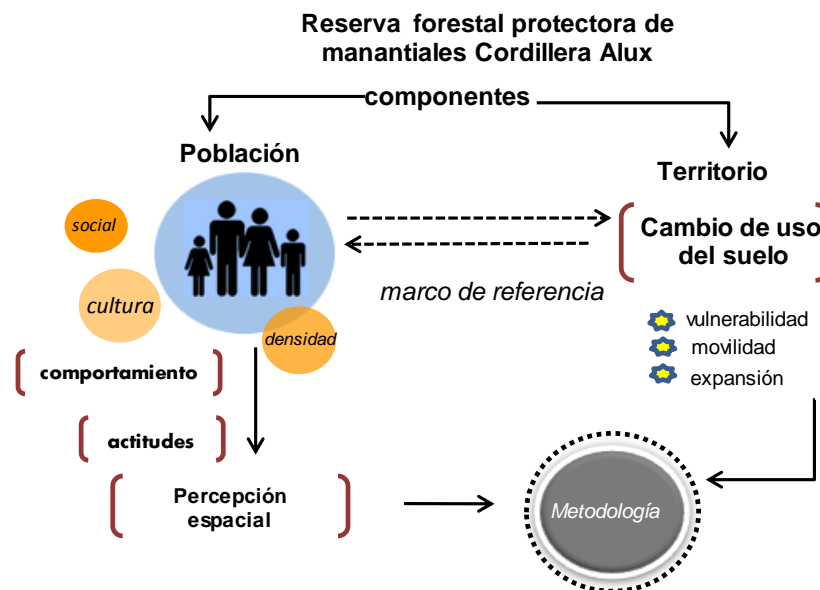
En este caso particular, la metodología que se propone es para el análisis de un territorio que tiene una creciente densidad de población. Consiste en un conjunto de procesos que llevan una secuencia hasta alcanzar una visión bidimensional a futuro, que incluye tanto el desarrollo de una dinámica de la estructura urbana, como las condiciones y actitudes de los actores del territorio que permitan dar respuestas útiles y sustentables para la toma de decisiones.

²⁷ Ver detalle de información de imágenes ampliadas en Anexo 7.

La metodología se sustenta en dos subsistemas: población-entorno y físico-ambiental, de los cuales se analizan dos componentes fundamentales: la población y el territorio.

El territorio: por ser el espacio donde interactúan los habitantes con la naturaleza en una constante transformación.

Población: porque altera el medio ambiente al servirse de los recursos que el territorio provee, al realizar distintas actividades socioculturales y económicas. Estas lo transforman debido a las labores productivas, agrícolas y de expansión de bienes inmuebles, entre otros (ver Figura 21).



Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Componentes del método propuesto para el análisis de cambios en el uso del suelo en un área protegida.

Estructura del método: esta se conceptualiza a partir del planteamiento de los objetivos que determinan el estudio. Se desarrolla por medio de cuatro grandes etapas que se reflejan en los componentes del territorio al ser analizado: primera etapa de indagación: documentación escrita, geográfica y de campo; segunda etapa: análisis del subsistema población-entorno que aborda la percepción de los habitantes en relación con su ambiente;

tercera etapa: análisis del subsistema físico espacial y la dinámica del territorio en particular; y cuarta etapa: presentación de resultados y propuestas (ver Figura 22).



Fuente: elaboración propia

Figura 22. Etapas del método para el análisis de cambios en el uso del suelo en un área protegida.

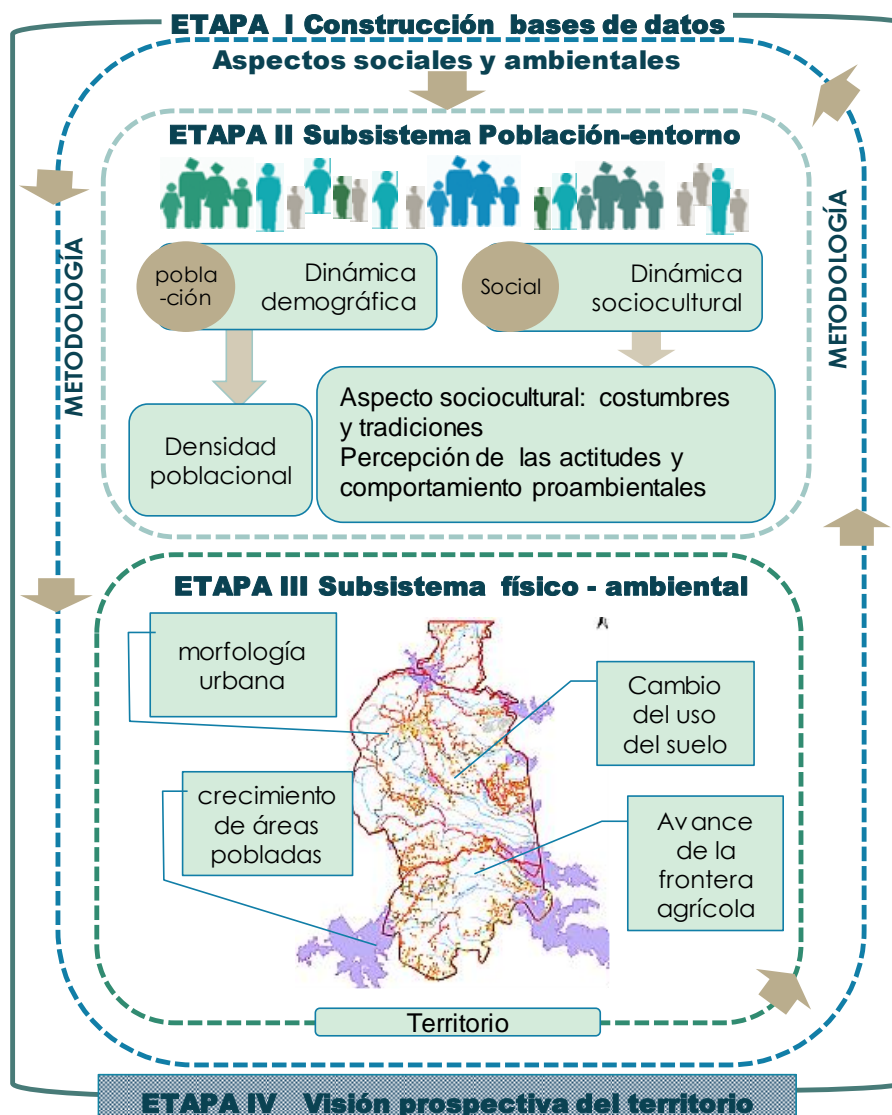
El análisis territorial pretende delimitar las condiciones sobre la conducta de los habitantes en el asentamiento e identificar y mapear los patrones de las dinámicas de dicha zona, para capturar los modos de expansión urbana presentes en el área protegida. Cada etapa debe estructurarse de acuerdo con la metodología que se va a emplear.

-La primera etapa es recopilar información que servirá de apoyo a las subsiguientes. Esto con el fin de elaborar un marco de referencia que, de acuerdo con sus características más relevantes como reserva natural, debe incluir la valorización de las funciones ecosistémicas del territorio y del impacto como fuente de recursos hacia otros territorios aledaños. Desde aquí se inicia la identificación de los aspectos socioculturales y las distintas dinámicas que se desarrollan en forma general.

En el subsistema población-entorno: se analiza el protagonismo que tienen los actores locales en su relación con la naturaleza y el impacto de su densidad demográfica, y en el

subsistema físico-natural: se estudia la evolución de las dinámicas de la estructura urbana desde su fundación en la época colonial hasta el presente. Luego, en la cuarta etapa, se proyectan los resultados encontrados en las anteriores y se elaboran propuestas que contribuyan a la conservación del área silvestre protegida.

Para cada etapa se va generando la sistematización de los resultados, que se presentan en modelos explicativos, cuadros y figuras. A continuación, se presenta la Figura 23, la cual conceptualiza la metodología desarrollada. Posterior a esta, se amplía la explicación de cada etapa, fase, actividades y herramientas que se utilizaron.



Fuente: elaboración propia

Figura 23. Método de estudio socioambiental para la ordenación del territorio en la Cordillera Alux de Guatemala.

4.3.6.1 Etapas del método propuesto para el análisis territorial

a) Etapa I: análisis documental

El objetivo de esta etapa es caracterizar, segmentar y discriminar la información recopilada que atañe al territorio. Previa a la recopilación de datos, la primera iniciativa es realizar el reconocimiento de los centros poblados, su entorno, ubicación, infraestructura y accesos. Esta etapa comprende tres fases: -análisis de datos, dinámica demográfica y dinámica sociocultural. La primera incluye estudios relevantes para la investigación, información geográfica determinada por el período que abarque el estudio, datos de los fenómenos naturales y sociales, y el marco legal vigente. -La segunda está constituida por datos estadísticos de población, densidad y crecimiento de las áreas pobladas disponibles. La tercera fase es sobre los datos de la historia, el origen de los centros poblados, actividades, valores, tradiciones y costumbres. Las actividades de esta etapa incluyen:

- Recorrido de campo
- Revisar estudios realizados por instituciones públicas y privadas
- Distribución de los habitantes

Luego de esta etapa se procede a la planificación y diseño de la metodología que se va a desarrollar. Un ejemplo se encuentra en el capítulo 3 de este documento.

b) Etapa II: análisis y diagnóstico de la relación entre los habitantes y su entorno

Esta etapa comprende el análisis del subsistema población–entorno. Se divide en dos fases: una que analiza la dinámica demográfica con la información obtenida por medio de censos poblacionales y la otra estudia la interacción de los habitantes con el medio que los rodea para conocer sus actitudes y comportamientos con el ambiente. Para obtener esta información es necesario contar con instrumentos como entrevistas (cuando el grupo es pequeño) o bien cuestionarios (para usar con grupos grandes), que incluyan los temas a

investigar. Se recomienda incluir aspectos socioculturales, percepción de las actitudes y comportamientos proambientales. Las etapas II y III están contenidas en el capítulo 4 de la investigación.

Las actividades que se sugieren en esta etapa son:

- Diseño y validación del instrumento
- Selección del grupo meta
- Conformación y capacitación del equipo de encuestadores
- Logística

c). Etapa III: dinámica territorial: diagnóstico y análisis de la dinámica territorial

Esta etapa comprende el análisis del subsistema físico-ambiental, el cual se divide en cinco fases. -La primera analiza la evolución de la estructura urbana de los centros poblados por cada municipio, se evalúa la morfología evolutiva de su expansión y la densidad de vivienda, también se incluyen los fenómenos naturales que han afectado a dichas poblaciones. Toda la información obtenida se deposita en un cuadro de doble entrada, que al observarlo se puede tener una visión integral de cómo se ha desarrollado la dinámica del territorio, y su vinculación con otros aspectos sociales y naturales.

La segunda fase considera los factores que influyen en la dinámica territorial ambiental, tales como la movilidad espacial y la influencia de centros poblados mayores. La tercera comprende el análisis de la dinámica por cambio del suelo en el período que fue definido al inicio de la investigación y se representa en imágenes elaboradas con la herramienta de SIG. En esta fase, se puede observar claramente el impacto del desarrollo urbano en las otras zonas del área protegida.

La cuarta fase es una proyección de la dinámica territorial al año que se defina hacer y siguiendo la tendencia actual de densificación, utiliza los datos estadísticos y mapas; las diferentes instituciones responsables que aportan estos recursos para estudios como el presente, se incluyen en la metodología, capítulo 3 de este trabajo. Esta colaboración es fundamental para el análisis del territorio porque muestra claramente la estructura del tejido

urbano, la expansión de centros poblados y cómo se desplazan hacia los espacios libres que constituyen el entorno natural. En el último punto, se incluye el modelo integrador de todas las etapas y fases de la metodología sugerida. Para concluir todo el proceso, se sugieren estas actividades:

- Digitalización de una base de datos geográficos
- Graficación
- Interpretación de imágenes.

d) Etapa IV: resultados y propuestas

Esta etapa entra a considerar el análisis y la discusión de los resultados del proceso investigativo, los cuales se documentan por medio de las gráficas, imágenes, cuadros y otros recursos utilizados en el presente estudio. La elaboración de propuestas para enfrentar los cambios en el uso del suelo y su impacto en las tendencias de configuración del territorio es fundamental para la conservación de las áreas silvestres protegidas.

CAPÍTULO 5

Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

Sobre las dinámicas del territorio:

- Los asentamientos que se ubican en la Cordillera Alux fueron fundados en la época colonial (alrededor del siglo XVI). Actualmente presentan un acelerado crecimiento urbano con deficiencias en infraestructura para cubrir la demanda de necesidades como saneamiento y recolección de desechos; la mayoría de poblados se localiza en laderas con pendientes, por lo cual se exponen a deslizamientos, además, usan los recursos maderables de la reserva para su consumo y subsistencia.
- Los centros urbanos de la Cordillera Alux se han expandido en dos direcciones: hacia la zona boscosa y hacia la zona agrícola por encima de los perímetros establecidos en el Plan Maestro. También, hacia la periferia del límite de dicha cadena montañosa con la Carretera Interamericana (CA-1) que conduce a la capital, y especialmente el municipio de Mixco.
- La actividad económica y de subsistencia predominante es la agricultura, la cual representa la mayor fuente de ingresos y se realiza en terrenos con vocación forestal, en contradicción con los usos del suelo de esta área protegida. Para esta actividad, los agricultores continúan ejerciendo prácticas tradicionales que han sido transmitidas de generación en generación.
- Los resultados obtenidos en el estudio muestran el poco interés de los habitantes por involucrarse en actividades de conservación, así como por cambiar hábitos que mejoren la salud ambiental, por ejemplo: continúan con la quema de basura.
- De los cinco municipios, Mixco es el que presenta el mayor cambio en el uso del suelo, pues la zona boscosa ha pasado a ser área urbana y agrícola; y el que conserva la mayor cantidad de bosque es San Lucas.

Sobre el método propuesto:

- El método propuesto permite obtener conocimientos sobre la dimensión sociocultural, ambiental y económica del territorio analizado.

- Involucra a los residentes, quienes al tener claro el estado del área pueden participar en programas para la conservación del ambiente, a partir del cambio en las actitudes e intenciones.
- El método permite estudiar los principales patrones de cambio en el uso del suelo en la Cordillera Alux, con la finalidad de explorar su influencia en la configuración del territorio y proponer medidas correctivas.
- Es una herramienta auxiliar en la planificación de la zona, para que las autoridades locales puedan implementar acciones tendientes a ordenar el territorio, desarrollar estrategias y acciones viables en la toma de decisiones y para la gobernabilidad de las áreas protegidas.

5.2 Recomendaciones

Para cada municipio de la Cordillera Alux:

- Las autoridades locales deben incorporar en la planificación para el ordenamiento del territorio designado como reserva el componente de gestión ambiental fundamentado en el marco del desarrollo sostenible.
- Es necesario incluir en su quehacer programas de educación ambiental para establecer una correspondencia entre los habitantes y su entorno, de manera que se generen conocimientos y conciencia ciudadana desde varios espacios: hogar, centros de estudio y comunidad. Asimismo, deben considerar el aspecto sociocultural de la región y poner en marcha actividades que contribuyan a mejorar la calidad de vida, por lo que deben ser programas ganar-ganar.
- Es una necesidad fortalecer las capacidades de los empleados gubernamentales en cada uno de los municipios, para que puedan asumir el control y manejo del área protegida, tarea que deben realizar con participación ciudadana.
- Aunque ha habido varias iniciativas de diversas instituciones por dar a conocer la importancia de la Cordillera Alux, estas no han sido suficientes para conservarla. Es evidente la apatía por participar en actividades de conservación, por lo que es necesario reorientar y readecuar los programas de Educación Ambiental dirigidos a

la niñez, en concordancia con el Ministerio de Educación y con el apoyo de las autoridades locales.

- La unidad de planificación de cada municipio debe contar con la capacitación y el equipo necesario para implementar el modelo que apoye la creación de planes y programas para la sostenibilidad ambiental y el desarrollo local.
- Se recomienda adaptar el método propuesto para utilizarlo en otros municipios con situaciones semejantes a las de la Cordillera Alux y definir si es viable implementarlo en otros sectores. Siempre es necesario que se estudien y evalúen las posibilidades reales para su ejecución.
- Es importante continuar con las investigaciones requeridas por el Plan Maestro que apoyen el análisis territorial y contribuyan a generar nuevos conocimientos para la resolución de los problemas ambientales, entre ellos: la contaminación por desechos sólidos y líquidos y la hidrogeología de las cuencas presentes en el área de la Cordillera Alux.
- En la planificación de nuevas investigaciones, es preciso desde el comienzo mantener vínculos con los habitantes de la localidad de manera que exista una participación incluyente y continua, lo cual contribuirá a prevenir conflictos ambientales, facilitando la comunicación y el intercambio entre el investigador, los gestores y los educadores ambientales.

A las universidades nacionales:

- Continuar con el desafío de promover el desarrollo sostenible de las poblaciones mediante estrategias complementarias que incluyan los resultados del análisis científico y que esto derive en alternativas de solución, mediante propuestas acordes a una realidad tangible, en especial dirigida hacia las comunidades más vulnerables.
- Cooperar con las autoridades municipales y las comunidades mediante el ejercicio profesional supervisado o desarrollando otras acciones relacionadas con la prevención de riesgo ambiental, manejo de desechos, contaminación de acuíferos, salubridad y vivienda digna, entre otros.

- Difundir los resultados de las investigaciones científicas para educar a las comunidades que lo necesiten con el objetivo de que sean capaces de tomar decisiones, y de involucrarse como actores y no como receptores de los resultados.
- Es relevante dar a conocer la técnica propuesta para que exista una correcta transferencia de conocimientos entre docentes de la misma área a tratar, en apoyo a la institución educativa superior. Ya que se pueden instaurar nuevas técnicas e instrumentos para que los estudiantes apliquen en sus investigaciones.
- Poder implementar el método en la legislación a una dimensión del área de reserva comprendida en su delimitación geográfica municipal y/o departamental. Para superar los inconvenientes de la planificación tradicional del territorio de Ordenamiento Territorial como una alternativa estratégica, flexible y participativa para su legitimidad y sostenibilidad en los planes y programas del ordenamiento territorial.

Bibliografía

- Abeldaño, R. A., y Fernández, R. (2016). Community Mental Health in disaster situations. A review of community-based models of approach. *Ciencia & saude coletiva*, 21(2), 431-442.
- Ascher, F. (1992). *Metápole. Ou L'avenir des villes*. Editions Odile Jacob. Paris.
- Asociación Amigos del País. (1999). Siglo XVIII hasta la independencia. *Historia General de Guatemala (Vol. 3)*. Ed.: Guatemala, Guatemala: Asociación de Amigos del País / Fundación para la Cultura y el Desarrollo, 1999. ISBN: 84-88622-00-7
- Araujo, J. E. G. (1978). *La información como materia prima del desarrollo rural* (No. IICA PM-180). San José: IICA,
- Bähr, J. y Borsdorf, A. (2005). La ciudad latinoamericana. La construcción de un modelo. Vigencia y perspectivas. *Urbe. Revista de ciudad, urbanismo y paisaje* 2(2), 207-222.
- Barca, F., McCann, P. y Rodríguez-Pose, A. (2012). The case for regional development intervention: place-based versus place-neutral approaches. *Journal of regional science*, 52(1), 134-152.
- Bifani, P. (2007). *El desarrollo sustentable. Medio ambiente y desarrollo*. México: Ed. Universitaria.
- Bocco, G., Masera, O. R. y Mendoza M. (2001). La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación. *Investigaciones Geográficas. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 44, 18-38.
- Bolaño, R. (2003). *La fugitiva contemporaneidad: narrativa latinoamericana, 1990-2000*. Corregidor. Guatemala.
- Borsdorf, A. (1982). Die lateinamerikanische Großstadt. Zwischenbericht zur Diskussion um ein Modell. *Geographische Rundschau*, 34 (11), 498-501.

- Borsdorf, A., Bähr, J. y Janoschka, M. (2018). Die Dynamik stadtstrukturellen Wandels in Lateinamerika im Modell der lateinamerikanischen Stadt. *Geographica Helvetica*, 57(4), 300-310.
- Borsdorf, A., Hidalgo, R. y Sánchez, R. (2007). A new model of urban development in Latin America: The gated communities and fenced cities in the metropolitan areas of Santiago de Chile and Valparaíso. *Cities*, 24(5), 365-378.
- Borsdorf, A., Bähr, J. y Janoschka, M. (2002). Die Dynamik stadtstrukturellen Wandels im Modell der lateinamerikanischen Stadt. *Geographica Helvetica*, 4, 300-310.
- Boserup, E. (2017). The conditions of agricultural growth: The economics of agrarian change under population pressure. 1ª Edition. Published by Routledge. ISBN9781351484541.
- Bunge, M. (2017). Philosophy of Science: Volume 1, From Problem to Theory. Routledge. New York. Recuperado de <https://doi.org/10.4324/9781315126371>
- Capel, H. (2012). Crisis económica, temores y retos. Diez años de cambios en las ciudades. *Mediterráneo Económico*, 20, 55-84.
- Capel, H. (2016). Las ciencias sociales y el estudio del territorio. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*. ISSN: 1138-9796.
- Carmack, R. M. (1979). *La evolución del reino quiché*. Guatemala: Editorial Piedra Santa.
- Castán, Y. (2014). *Introducción al método científico y sus etapas*. Recuperado de <http://www.ics-aragon.com/cursos/saludpublica/2014/pdf/M2T00.pdf>.
- Centro de Estudios de Guatemala, CEG (1995). Guatemala: entre el dolor y la esperanza. España, Guada Litografía S.L., 1995.

Cepal (Comisión Económica para América Latina, 2010). *La hora de la igualdad. brechas por cerrar, caminos por abrir*. Santiago de Chile: Cepal.

Cepal-BID (2000). Comisión Económica para América Latina y el Caribe Sede Subregional en México y Banco Interamericano de Desarrollo LC/MEX/L.428, 7 de marzo de 2000. *La reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres*. México

Charpentier, C. (1995). *Barriers to Environmental Education in Costa Rican State Universities: Theory, Analysis and Recommendations for Intervention Programs*. Doctoral dissertation, University of Idaho, Moscow.

Cifuentes, P. y Londoño, J. (2010). Análisis del crecimiento urbano: Una aproximación al estudio de los factores de crecimiento de la ciudad de Manizales como aporte a la planificación (Vol. 13), 1, ISSN 0124.177X, pp. 5366.

Clark, C. (1977). *Population growth and land use* (2^a ed.). Nueva York: Macmillan.

CONAP (2003). Informe nacional de áreas protegidas de Guatemala, Guatemala: Consejo Nacional de Áreas Protegidas.

_____ (2006a). *Plan Maestro 2010-2014 Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux*. Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Unidad Técnica Cordillera Alux Guatemala

_____ (2006b). Lista actualizada de los árboles en la Cordillera Alux. Proyecto de Fortalecimiento a la Gestión de las áreas protegidas y la Biodiversidad de Guatemala. *Análisis del uso de recursos forestales maderables de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux*. L. G Montes. Guatemala. Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Unidad Técnica Cordillera Alux.

_____ (2009). *IV informe nacional de Cumplimiento a los acuerdos del Convenio Sobre diversidad biológica*. Guatemala. Consejo Nacional de Áreas Protegidas

- _____ (2010). *Plan Maestro 2010-2014 Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux*. Guatemala. Consejo Nacional de Áreas Protegidas.
- Conred. (Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, 2015). *Manual de Gestión para la Reducción del riesgo a los desastres en los procesos de desarrollo municipal*. Guatemala: CONRED
- Cortés, P. (2001). Descripción geográfico-moral de la diócesis de Goathemala. Consejo superior de investigaciones científicas.
- Corral-Verdugo, V., Frias-Armenta, M., Pérez-Urias, F., Orduña-Cabrera, V., & Espinoza-Gallego, N. (2002). Residential water consumption, motivation for conserving water and the continuing tragedy of the commons. *Environmental management*, 30(4), 527-535.
- Instituto Nacional de Estadística. (2006). Encuesta Nacional de Condiciones de Vida (ENCOVI-2006).
- Espinoza-Gallego, N. (2002). Consumo residencial de agua, motivación para conservar el agua y la continua tragedia de los comunes. *Gestión ambiental*, 30 (4), 527-535.
- Crowley, W. K. (1995). Order and disorder: A model of Latin America Urban Land Use. *Anuario de la Asociación de Geógrafos de la Costa del Pacífico* 57, 9-31. Recuperado de la base de datos de Project MUSE.
- de Carlos Morales, C. J. (1989). El Consejo de Hacienda de Castilla en el reinado de Carlos V (1523-1556). *Anuario de historia del derecho español*, (59), 49-160.
- Deler, J. P. (1989). Quartiers populaires et structuration de l'espace urbain. Un modèle latino-américain. Pauvretés et développement dans les pays tropicaux. *Hommage à Guy Lasserre*, 475-486.

- Farinós J. (2008). Gobernanza Territorial para el Desarrollo Sostenible: Estado de la cuestión y agenda. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 46, 11-32.
- Folch, R. (2011). Territorio y paisaje en el ámbito mediterráneo. *Quaderns de la Mediterrània*, 16, 213.
- Folch, R., y Bru, J. (2017). *Ambiente, territorio y paisaje. Valores y valoraciones*. Madrid: Fundación del agua.
- Folch, R. (1999). *Diccionario de socioecología*. Editorial Planeta. Barcelona.
- _____ (2003). *El territorio como sistema: conceptos y herramientas de ordenación*. Diputación de Barcelona. Barcelona.
- FONACON. (Fondo Nacional para la Conservación de la Naturaleza, 2009). Animales y plantas comunes del Cerro Alux, Guatemala. Guatemala. CONAP.
- Ford, R. L. (1996). Un modelo nuevo y mejorado de la estructura de la ciudad de América Latina. *La Geographical Review*, 86, 3: 437-440.
- Fuentes y Guzmán, Francisco Antonio 1932-1933 Recordación Florida Guatemala, Tipografía Nacional
- Gage, T. (1997). Los viajes de Tomás Gage a la Nueva España: Parte tercera, Guatemala (Vol. 1). Tipografía Nacional.
- GALL, F. (1983). Diccionario Geográfico de Guatemala. Tomos I, II, III y V. Tipografía. Tipografía Nacional de Guatemala.
- _____ (1983). Diccionario Geográfico de Guatemala. Tomos I, II, III y V. Tipografía. Tipografía Nacional de Guatemala.
- García Ayllón, S. (2018). Retro-diagnosis methodology for land consumption analysis towards sustainable future scenarios: Application to a mediterranean coastal area. *Journal of*

Cleaner Production. ISSN: 0959-6526, Vol: 195, Page: 1408-1421. Universidad de Tennessee, Knoxville, Tennessee, EE.UU.

García, J., y Gilberto, W. (2013). Habitat and Vulnerability, Reflections from the Conceptual Side. *Luna Azul*, (37), 196-218.

Garreau, J. (2011). *Edge city: Life on the new frontier*. New York: Anchor Books, 2011. NY EEUU.

Glifo, N. (2006). *Estilos de desarrollo y medio ambiente en América Latina, un cuarto de siglo después* (Vol. 126): United Nations Publications. Santiago de Chile.

Godet, M. (2012). To predict or to build the Future? *The Futuriste*, 46(3), 46-49.

Godet, M., Monti, R. y Roubelat, F. (2000). *La caja de herramientas de la prospectiva estratégica*. París: Librairie des Arts et Métiers-Prospectiker.

Godoy, R. D. (2003). El sistema urbano en la ordenación del territorio. Estudio de caso: Departamento del Atlántico. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, (12), 61-82.

Gómez Gutiérrez, C. (2016). El desarrollo sostenible: Conceptos básicos, alcance y criterios para su evaluación, Recuperado de <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Havana/pdf/Cap3.pdf>.

Orea, D. G. y Villarino, M. G. (2011). Evaluación ambiental estratégica (EAE); un instrumento preventivo de gestión ambiental. *Revista de Salud Ambiental*, 11(1-2), 9-16.

Gorman, G.E., P.R. Clayton, S.J. Shep and A. Clayton, (2005). *Qualitative Reseah for the information professional: A practical handbook*. Facet Publishing. ISBN 1-85604-472-6. London.

Griffin, E. y L. Ford (1980). A model of Latin American city structure. *Geographical Review*, 70(4), 397-422.

Guhl, A. (2009). *Café y cambio de paisaje en Colombia, 1970-2005*. Medellín: Universidad EAFIT.

- Gutiérrez, R. D. G. y Berrocal, R. G. (2013). Los temas ambientales como aspectos claves en la revisión y ajuste del plan de ordenamiento territorial de Montería 2011. Cuadernos de Vivienda y Urbanismo. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. Issue 22. 11p. Bogotá.
- Habitat, U. N. (2010). The state of African cities 2010: Governance, inequality and urban land markets. United Nations Environment Programme, United Nations.
- Haesbaert, R. (2011). *El mito de la desterritorialización. Del "fin de los territorios" a la multiterritorialidad*. Buenos Aires: Siglo XXI.
- Haig, M. (1927). Regional survey of N. Vor/t and its environs major economic factors in metropolitan growth and arrangement.
- Harlen, W. (2016) Learning and teaching science through inquiry, *Science Teacher Education* 77 (online Journal of the Association for Science Teacher Education). Londres.
- Hawkins, D. I., Mothersbaugh, D. L., y Best, R.J. (2013). *Consumer behavior: Building marketing strategies*. McGraw-Hill Irwin. Nueva York. EEUU.
- Higueras, E. (2009). El reto de la ciudad sostenible. Madrid: editorial DAPP Publicaciones Jurídicas.
- Hoyt, H. (2005). The structure and growth of residential neighborhoods: 1939. *Progress in Human Geography*, 29 (3), 321- 325
- IARNA-URL. (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, Universidad Rafael Landívar, 2011). *Cambio Climático y Biodiversidad: Elementos para analizar sus interacciones en Guatemala con un enfoque ecosistémicas*. ISBN: 978-9929-587-45-8.
- Ibarra Montoya, J. L., Roman, R., Gutiérrez, K., Gaxiola, J., Arias, V. y Bautista, M. (2011). Cambio en la cobertura y uso de suelo en el norte de Jalisco, México: Un análisis del futuro, en un contexto de cambio climático. *Ambi-Agua, Taubaté*, 6 (2), 111-128.

INAB (Instituto Nacional de Bosques, 2013). *Agenda Institucional de Cambio Climático 2013-2016*. Guatemala: INAB. 58 páginas.

INE (Instituto Nacional de Estadística de la República de Guatemala, 2002). *Caracterización*. Recuperado de <http://www.ine.gob.gt>.

Insivumeh. (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, 2015). *Boletín sismológico*. Guatemala.

Italia, S. (2009). Tendencias y Consecuencias del Fenómeno Migratorio. El Caso de Guatemala. En Adenaver Konrad (ed.), *Migración y Políticas sociales en América Latina*. (pp.179-1999). Río de Janeiro: Fundación Konrad Adenauer.

Jacobs, J. (2016). *Cities and the Wealth of Nations*. USA: Vintage.

Jorgensen, B., Graymore, M., y O'Toole, K. (2009). Household water use behavior: An integrated model. *Journal of environmental management*, 91(1), 227-236.

JICA-INFOM. 1995. Estudio sobre el desarrollo de las aguas subterráneas en el altiplano central de la república de Guatemala. Informe principal. KOKUSAI KOGYO CO. Guatemala. s.p.

Lambin, E. F. y Geist, H. J. (2007). Causes of land use and land cover change. *Encyclopedia of Earth, Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment*. Recuperado de http://www.eoearth.org/article/Land-use_and_land-cover_change

Liévano, F. (2011). Análisis de Dinámicas urbanas y su Impacto en el Desarrollo Sostenible por medio de simulación. Tesis para optar por el grado de maestría. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/3755/>.

López, J., y García, J. (2007). Valores, actitudes y comportamiento ecológico modelados con una red bayesiana. *Medio Ambiente y Comportamiento Humano*, 8, 159–175.

López, J. F. M. (2011). Transformaciones urbanas en Guatemala. Guatemala: Cepal, 2011. 29 p.

- Lozano, G. (2005). Reformas municipal y agraria, expansión urbano-regional y gestión del suelo urbano en México. *Economía, sociedad y territorio*. Vol.17.121-159
- Macedo B. y Salgado C. (2007). Educación ambiental y educación para el desarrollo sostenible en América Latina. *Revista de la Cátedra Unesco sobre desarrollo sostenible* enero 2007, 29.
- MacLeod, M. J. (2008). Nuevas perspectivas sobre la historia colonial de Centroamérica entre 1520 y 1720 (Recent Perspectives on the History of Spanish Central America between 1520 and 1720). *Mesoamérica*, 29(50), 159-191.
- Mansilla, E. (2000). La ciudad: el nuevo escenario de riesgo. *En Riesgo y ciudad*. Recuperado de <http://www.desenredando.org/public/libros/2000/ryc/>
- Marcuse, P. y Van Kempen, R. (Eds.). (2011). *Globalizing cities: a new spatial order?* John Wiley & Sons. London.
- MARN-URL/larna-Pnuma. (2009). *Informe Ambiental del Estado - GEO Guatemala 2009*. ISBN: 978-9929-8010-7-3
- Martínez, F. L., y Morales, Y. O. (2012). Agent-Based Simulation Approach to Urban Dynamics Modeling. *Dyna*, 79(173), 34-42.
- McKeown, R., Hopkins, C. A., Rizi, R., y Chrystalbridge, M. (2002). *Education for sustainable development toolkit*. Knoxville: Energy, Environment and Resources Center, University of Tennessee.
- Meira. J. (2013). *Problemas ambientales globales y educación ambiental: Una aproximación desde las representaciones sociales del cambio climático*. España: Universidad de Santiago de Compostela Galicia.
- Mérida, M (2011). La historia negada. Compendio acerca del conflicto armado interno en Guatemala, Guatemala, Mario Mérida Edición, 2011, pp. 72 y 164.

Mertins, G. (1980). Tipos dentro y tugurios urbanos marginales de las principales ciudades de la América del Sur Andino. *Estudios Latinoamérica*, 7, 269-295.

Modrego, F. y Berdegué, J. (2012). *Los Dilemas Territoriales del Desarrollo en América Latina*. México: Fondo de Cultura Económica (en prensa).

Mora, A. M., & Hurtado, R. J. V. (2015). La teoría del cambio en el paisaje a partir del cambio del uso de la tierra y la cobertura del suelo (enfoque LUCC): Su utilidad para la historia ambiental. *Rev. Reflexiones* 94 (2): 25-33, ISSN: 1021-1209 / 2015. Universidad de Costa Rica Costa Rica

Moreira, C. y Delgadillo-Espinoza, B. (2016). La virtualidad en los procesos educativos: reflexiones teóricas sobre su implementación. *Tecnología en marcha*. 28(1), 121-129.

Muñoz, J. L. (2008). La Nueva Guatemala, el espíritu ilustrado en el Reino de Guatemala e hipótesis sobre algunas de sus consecuencias. *Diálogos Revista Electrónica*, 9, 548-562.

Naciones Unidas. (1972). Declaración de Estocolmo sobre el Medio Humano. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano. Estocolmo, Suecia.
<http://www.erres.org.uy/di0672.htm>

_____ (1992). *La Cumbre de la Tierra: Agenda 21 y Agenda 21 local*. Conferencia de Río.

_____ (2009). *Objetivos de Desarrollo del Milenio*. Informe 2009 (60 pp.). New York: Organización de las Naciones Unidas.

_____ (1992). Declaración de Río sobre el medio ambiente y el desarrollo. En: Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Río de Janeiro, 3 a 14 de junio de 1992).A/CONF.151/26 (Vol.I).
<http://www.un.org/documents/ga/conf151/spanish/aconf15126-1annex1s.htm>.

Oxford English Dictionary (2008). Oxford University Press. Available at: <http://www.oed.com>

- Parrado, C. (2001). *Metodología para la ordenación del territorio bajo el prisma de la sostenibilidad* (Estudio de su aplicación en la ciudad de Santa Fe de Bogotá D.C). (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Cataluña.
- Pinelo, L. Antonio de y Juan de Solórzano Pereira (1680). Recopilación de leyes de los reinos de las Indias, Tomo Primero. Libro IV Título VII de la Población de Ciudades Villas y Pueblos. Mandadas imprimir y publicar por la Majestad católica del rey don Carlos II nuestro señor. Madrid.
- PNUD. Programa de las Naciones Unidas (2016). Informe Nacional de Desarrollo Humano 2015/2016.- Guatemala. –Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2016. 404 páginas ISBN: 978-9929-606-02-9. http://desarrollohumano.org.gt/wp-content/uploads/2016/04/INDH_Completo_digital-1.pdf
- Quévit, M. (2007). Innovating territories and territorial competitiveness: new stakes for territorial development in Wallonia. *Territoire (s) wallon (s)*.
- M. Quévit. (2007), Innovating territories and territorial competitiveness: new stakes for territorial development in Wallonia. Page 59-81. *Territoire(s) wallon(s)*, (hors série). Editeur responsable : Luc Maréchal Ministère de la Région wallonne Rue des Brigades d'Irlande, 1 B - 5100 Namur. <http://cpdt.wallonie.be>.
- Reyes M. (2009). Factores sociales, económicos y demográficos de la migración interna e internacional a nivel departamental en Guatemala. Master Estudios Latinoamericanos. Universidad de Salamanca Instituto Interuniversitario de Iberoamérica.
- Romero, G. y Maskrey, A. (1993): "Como entender los desastres naturales". Documento de Estudio No. 1, *Predes*. Recuperado de <http://www.desenredando.org>
- Romero, H. y Romero, H. (2015). Ecología política de los desastres: vulnerabilidad, exclusión socio-territorial y erupciones volcánicas en la Patagonia chilena. *Magallania* (Punta Arenas), 43(3), 7-26.

- Rosete Vergés, F. A., Damián, P., Luis, J. y Bocco, G. (2008). Cambio de uso del suelo y vegetación en la Península de Baja California, México. *Investigaciones geográficas*, (67), 39-58.
- Royo, V. (2011). L'influence de l'élevage dans l'organisation du paysage du village de Culla (XVe-XVIIe siècles). *Domitia. Revue du Centre de Recherches Historiques sur les sociétés méditerranéennes*. Páginas 123-142.
- Ruiz, P. A. C., y Linar, J. P. L. (2010). Análisis del crecimiento urbano: una aproximación al estudio de los factores de crecimiento de la ciudad de Manizales como aporte a la planificación. *Gestión y Ambiente*, 13(1), 53-66.
- Sampieri, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2013). *Metodología de la Investigación* (5ta. Ed. ed.). México D. F: Mc Graw-Hill.
- Sánchez, H. (2009). *Periurbanización y espacios rurales en la periferia de las ciudades. Procuraduría Agraria, Estudios Agrarios*. Universidad Autónoma de México. Centro Regional de investigaciones multidisciplinarias. México. ISSN: 1405-2466.
- Segeplan. (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia República de Guatemala, 2010). *Tercer informe de avances en el cumplimiento de los objetivos de desarrollo del milenio*. Guatemala. www.segeplan.gob.gt/downloads/ODM/III%20informe/ODM7.pdf
- Segeplan/DPT. (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Dirección de Planificación Territorial, 2010). *Plan de desarrollo Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez*. Guatemala. www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/biblioteca.../50-guatemala?...sacatepequez
- Simmons, Ch.S., Tárano, J.M. y Pinto, J.H. (1959). *Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala* (No. 631.497281 S592). Guatemala. Ed Ministerio de Educación Pública José Pineda Ibarra.

- Smolka, M., y Biderman, C. (2011). Vivienda informal: una perspectiva de economista sobre el planeamiento urbano. Documento de Trabajo. Cambridge, ma: Lincoln Institute of Land Policy. <http://bit.ly/2i0W3IP>.
- Torres Armenta, P. A. (2017). Cambio de la Cobertura del Suelo por Ocupación de la Reserva Forestal Protectora 'Bosque Oriental de Bogotá' 1960-2010. Estudio de Caso: Subcuenca de la Quebrada Yomasa. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá.
- Tréllez, E. (2006). Educación ambiental y gestión participativa de áreas naturales protegidas: experiencias y propuestas de futuro. Lima: Profonampe. Recuperado de http://www.cidetur.uqroo.mx/cd1/Libros/Educacion-Ambiental-y_GestionParticipativa-de-las-Areas-Protegidas.pdf.
- UN-Habitat (2008) State of the World's Cities 2010/2011: Bridging the Divide. London: Earthscan
- _____ (2010). State of African Cities. Governance, Inequalities and Urban Land Markets. Habitat, U. N. (2010). The state of African cities 2010: Governance, inequality and urban land markets. United Nations Environment Programme, United Nations.
- Unesco. (2016). Tercer estudio regional comparativo y explicativo. Aportes para la enseñanza de las Ciencias Naturales. Santiago: Oreal/Unesco.
- Unicef. (2013). Plan Nacional para el buen vivir 2013-2017. Ecuador: https://www.unicef.org/ecuador/Plan_Nacional_Buen_Vivir_2013-2017.pdf
- Velásquez, Á. (2011). *Módulo, Educación Ambiental, el suelo y las buenas prácticas de la Agricultura para la Conservación del Suelo*. Dirigido a la Escuela Oficial Rural Mixta Vista Hermosa II, jornada vespertina del Municipio de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala. Guatemala.
- Veliz Zepeda, R. E. (2006). Diagnóstico general de los recursos hidráulicos de la Cordillera Alux. Propuesta de Agenda de Investigación sobre producción y regulación hídrica en la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Guatemala. Conap.

Verdaguer, V. y Cárdenas, C. (2011). De los ecobarrios a las ecociudades. Una fórmula sintáctica de la sostenibilidad urbana 2. *Boletín CF+S*, 50, 7-13. Recuperado de <http://hábitat.aq.upm.es/boletín/acver.html>

Wallner, E. (1980). *Sociología Conceptos y problemas Fundamentales*. Ed. Herder. ISBN 9788425410055. 344p.

ANEXOS

ANEXO 1

DECRETO NÚMERO 41-97

EL CONGRESO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA

CONSIDERANDO:

Que la Constitución Política de la República de Guatemala consigna como una obligación del Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional, propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico; además declara de interés nacional la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la Nación. El Estado fomentara la creación de parques nacionales, reservas y refugios naturales, los cuales son inalienables.

CONSIDERANDO:

Que el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) aprobó los estudios técnicos tendentes a declarar la reserva forestal de protección de manantiales de la Cordillera Alux, en acta número 20-96 de fecha 3 de diciembre de 1996.

CONSIDERANDO:

Que la Cordillera Alux se encuentra ubicada entre los departamentos de Guatemala y Sacatepéquez, y constituye la reserva boscosa más importante con que cuenta la ciudad capital; además de desempeñar funciones hidrológicas y de infiltración que permiten mantener caudales de agua subterráneos y superficiales que inciden en la regulación del clima, dentro y en los alrededores de la misma, 1° que permitirá un marco natural en donde se desarrollen actividades al aire libre; que presenta potencial para promover y desarrollar una agricultura orgánica, en beneficio de las poblaciones locales y las aledañas a la misma.

POR TANTO:

En ejercicio de las atribuciones que le confiere el Artículo 171 inciso a) de la Constitución Política de la República de Guatemala.

DECRETA:

La siguiente:

LEY QUE DECLARA LA RESERVA FORESTAL

PROTECTORA DE MANANTIALES CORDILLERA ALUX

ARTÍCULO 1. Declaratoria de Área Protegida de la Cordillera Alux.

Se declara Área Protegida de la Cordillera Alux, ubicada entre los departamentos de Guatemala y Sacatepéquez, con una superficie total aproximada de cincuenta y tres puntos setenta y dos kilómetros cuadrados (53.72 Km. Cuadrados).

ARTÍCULO 2. Categoría de Manejo y Delimitación. La Cordillera Alux será manejada bajo la categoría de **RESERVA FORESTAL PROTECTORA DE MANANTIALES**, siendo sus coordenadas las siguientes, tomando como punto de partida la carretera interamericana, CA-I, kilómetro 17.5 (LATITUD 14 grados, 37 minutos, 29 segundos; LONGITUD 90 grados, 36 minutos, 26 segundos), siguiendo la misma ruta CA-1 al kilómetro 27 (LATITUD 14 grados, 36 minutos, 42 segundos; LONGITUD 90 grados, 39 minutos, 05 segundos). De esta aldea por el camino de terracería que conduce a San Pedro Sacatepéquez (LATITUD 14 grados, 41 minutos, 07 segundos; LONGITUD 90 grados, 38 minutos, 36 segundos). De San Pedro Sacatepéquez, carretera a San Juan

Sacatepéquez, línea recta al oriente a la carretera que conduce a San Raymundo (LATITUD 14 grados, 42 minutos, 00 segundos; LONGITUD 90 grados, 37 minutos, 18 segundos) de este punto al sur, sobre camino de terracería a la intersección de la carretera a San Pedro Sacatepéquez (LATITUD, 14 grados, 40 minutos, 52 segundos; LONGITUD 90 grados, 37 minutos, 30 segundos) de este punto sobre la carretera a la entrada del Club Campestre La Montaña (LATITUD 14 grados, 39 minutos, 39 segundos; LONGITUD 90 grados, 36 minutos, 44 segundos). De este punto en línea recta norte-sur al río El Naranjito siendo su cauce a San José Los Pinos (LATITUD 14 grados, 39 minutos, 29 segundos; LONGITUD 90 grados, 36 minutos, 44 segundos) y de este punto línea recta de norte a sur para llegar al punto de origen (kilómetro 17.5).

ARTÍCULO 3. Objetivos.

La Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux, tiene como objetivos principales los siguientes:

- a) Conservar la diversidad biológica y los procesos ecológicos del área;
- b) Fortalecer el sistema de áreas de conservación del patrimonio genético natural y el sistema de corredores biológicos;
- c) Promover el uso sostenible de sus recursos naturales para beneficio de las poblaciones locales y aledañas, así como fortalecer la gestión comunitaria del manejo de dichos recursos;
- d) Mantener las funciones hidrológicas del área, con el fin de evitar la erosión, mantener la capacidad de altas tasas de infiltración que permitan tener los caudales de aguas subterráneas y superficiales, regular el clima y captar el agua;

- e) Mantener el sistema de absorción, filtración y sedimentación de substancias contaminantes presentes en el aire;
- f) Promover la investigación científica de los ecosistemas y su entorno, para su conocimiento y aplicación en beneficio de la región y del país en general;
- g) Preservar los valores escénicos únicos del área;
- h) Constituir un área potencial para promover y desarrollar una agricultura orgánica que brinde beneficios económicos a la población local y ecológica para toda la región.

ARTÍCULO 4. Zonificación.

La reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux, tendrá la siguiente zonificación:

A) Zona de Protección de Caudales y Flujos de Agua. La Zona de protección de Caudales y Flujos de Agua tiene como objetivo principal proteger los manantiales o

Fuente de agua, contiene elevaciones superiores a los 2,200 metros sobre el nivel del mar especialmente las que comprenden los cerros; Alux, Miramundo; Chilayón y el Astillero que constituyen la parte más alta de la cordillera. En general tiene pendientes altas y medias, rodeando a la mayoría de los ríos en sus cuencas medias dentro de la zona. La mayor parte de la zona presenta susceptibilidad a la erosión y deberá ser objeto de un manejo especial, orientado en principio al mantenimiento e incremento de la cobertura arbórea para mejorar la captación de agua y desaceleración de la erosión. Rodea a las zonas definidas como de protección y suma aproximadamente 23.04 kilómetros cuadrados constituyendo el

42.88% del área total.

B) Zona de Uso Extensivo. La Zona de Uso Extensivo está compuesta de zonas aptas para la actividad agrícola, con suelos de pendientes suaves y con posibilidades de desarrollo urbano de baja intensidad y carga. Esta zona rodea a su vez a la protección de caudales. Los lugareños podrán continuar con las actividades agropecuarias tradicionales y con la expansión de la actividad urbanizadora, tomando todas aquellas acciones de mitigación para evitar la erosión y la fuga acelerada de agua. Su extensión total es de 23.68 kilómetros cuadrados, siendo un

44.08% del área total.

C) Zona de Desarrollo Urbano. La Zona de Desarrollo Urbano se caracteriza por contener nueve áreas consideradas de expansión urbana (Mixto, Tempiscal, Escuela Canina Miramundo, San Lucas, Pachali, San Pedro Sacatepéquez, Buena

Vista y Altagracia). Comprende una extensión de siete Kilómetros cuadrados, equivalente al 13.03% de área protegida. Estas localidades deberán contar con servicios básicos de

saneamiento ambiental y, de existir mercados, plantas industriales y otra actividad que por su magnitud necesiten infraestructura extraordinaria de tratamiento de aguas, la administración del área protegida dará facilidades para que los propietarios de dichas actividades productivas así lo puedan desarrollar. Deberá fomentarse la creación al interior de los conglomerados urbanos de programas de educación ambiental para concientizar de la necesidad de proteger los manantiales y hacer un uso racional del suelo.

ARTÍCULO 5. Regulaciones.

La Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux se regirá por lo establecido en este Decreto, la Ley de Áreas Protegidas y su reglamento, así como la demás legislación vigente relativa a la materia que le sea aplicable. Las regulaciones técnicas y operativas deben estar reguladas por su Plan Maestro y deberá contar con una reglamentación específica.

ARTÍCULO 6. Administración.

La administración de la Reserva Forestal Protectora de manantiales Cordillera Alux estará a cargo del Consejo Nacional de Áreas protegidas, quien podrá delegarla, mediante licitación, en un término prorrogable de sesenta días, contados a partir de la entrada en vigencia de la presente ley. Para lograr los objetivos del presente Artículo, el ente administrador contara con el apoyo de un Consejo Asesor integrado por los siguientes miembros.

- a) Un representante del CONAP;
- b) Los alcaldes municipales de Mixco, San Pedro Sacatepéquez, San Lucas Sacatepéquez y Santiago Sacatepéquez;
- c) Los gobernadores departamentales de Guatemala y Sacatepéquez o sus Representantes.

ARTÍCULO 7. Supervisión de la Secretaria Ejecutiva del Consejo Nacional de Áreas Protegidas.

La Secretaria Ejecutiva del CONAP, realizara evaluaciones quinquenales de la labor desarrollada por el ente administrador de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux, teniendo la facultad de revocar la delegación de la administración, si después de dos evaluaciones las mismas resultaran negativas a juicio del CONAP.

ARTÍCULO 8. Financiamiento.

El presupuesto para el manejo de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux se integrará de la siguiente manera:

- a) Asignaciones ordinarias y extraordinarias del Estado;
- b) Donaciones y aportes de personas individuales o jurídicas, nacionales o extranjeras, podrán recibirse en efectivo o en especie;
- c) El producto financiero de las actividades organizadas por la administración de la Reserva.

ARTÍCULO 9. Prevención.

Para asegurar la conservación y debida protección de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux, la administración de la misma queda facultada para aplicar las medidas previstas y proceder de acuerdo con la legislación vigente y el Plan Maestro respectivo, a fin de evitar el funcionamiento de industrias o actividades potencialmente contaminantes, el ejercicio de actividades que amenacen extinguir o afectar cualesquiera de las especies de flora y fauna delegaciones área, así como las que puedan provocar una sensible alteración de las condiciones ecológicas e hídricas locales y regionales.

ARTÍCULO 10. Vigencia.

La presente ley entrara en vigencia inmediatamente después de su publicación en el diario oficial.

PASE AL ORGANISMO EJECUTIVO PARA SU SANCIÓN, PROMULGACIÓN Y PUBLICACIÓN.

DADO EN EL PALACIO DEL ORGANISMO LEGISLATIVO, EN LA CIUDAD DE GUATEMALA, A LOS VEINTINUEVE

DÍAS DEL MES DE MAYO DE MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y SIETE.

RAFAEL EDUARDO BARRIOS FLORES

PRESIDENTE EN FUNCIONES

ÁNGEL MARIO SALAZAR MIRÓN

SECRETARIO

MAURICIO LEÓN CORADO

SECRETARIO

PALACIO NACIONAL: Guatemala, veinticuatro de junio de mil novecientos noventa y siete. PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE

LUIS ALBERTO FLORES ASTURIAS

PRESIDENTE DE LA REPUBLICA EN FUNCIONES

RODOLFO A. MENDOZA ROSALES

MINISTRO DE GOBERNACIÓN

ANEXO 2

Ley de Educación Ambiental DECRETO NÚMERO 38-2010 EL CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA CONSIDERANDO: Que la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas Sobre el Medio Ambiente Humano, celebrada en Estocolmo, proclama que la educación ambiental es indispensable para ensanchar las bases de una opinión pública bien informada y de una conducta de los individuos, de las empresas y de las colectividades, inspirada en el sentido de su responsabilidad en cuanto a la protección y mejoramiento del medio en toda su dimensión humana. **CONSIDERANDO:** Que la Constitución Política de la República de Guatemala establece que el Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional, están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico, por lo que es necesario emitir todas las normas y ejecutar las acciones que garanticen que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, flora, tierra y agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación; y que para lograr que los habitantes del territorio nacional participen en el desarrollo de la Nación, es necesario crear conciencia y formar valores que fomenten el uso sostenible de los recursos naturales, lo cual se logra a través de una educación integral que propicie el desarrollo de los individuos y su integración ética en la sociedad. **CONSIDERANDO:** Que uno de los fines de la educación en Guatemala, es impulsar al educando el conocimiento de la ciencia y de la tecnología moderna, como medio para preservar su entorno ecológico o modificarlo planificadamente a favor del hombre y la sociedad; y que para lograr el desarrollo integral y sostenible de la niñez y adolescencia guatemalteca, la educación en Guatemala asegurará, entre otros, el fomento a los valores de respeto, conservación y cuidado del ambiente.

POR TANTO:

En ejercicio de las atribuciones contenidas en la literal a) del artículo 171 de la Constitución Política de la República de Guatemala,

DECRETA:

La siguiente:

LEY DE EDUCACIÓN AMBIENTAL

CAPÍTULO I

OBJETO Y APLICACIÓN DE LA LEY

Artículo 1. La presente Ley tiene por objeto incluir la educación ambiental permanente, en el sistema educativo nacional, en los diferentes niveles, ciclos, grados y etapas del sistema escolar, en sus distintas modalidades; en centros educativos públicos, privados y por cooperativas, en el entorno multilingüe, multiétnico y pluricultural.

La educación ambiental promueve procesos orientados a la construcción de valores, conocimientos y actitudes que posibiliten:

- a) Formar capacidades que conduzcan hacia el desarrollo sostenible, basado en la equidad, la justicia social y el respeto por la diversidad biológica;
- b) El discernimiento para preservar el patrimonio natural;
- c) El desarrollo de una conciencia ambiental y la comprensión del medio ambiente en sus múltiples aspectos y sus complejas relaciones; y,
- d) Asumir conductas y obtener habilidades para prevenir problemas ambientales, y la capacidad de planear soluciones a los ya existentes.

Artículo 2. Esta Ley es de observancia y aplicación general en todo el territorio nacional; es responsabilidad del Ministerio de Educación, quien realizará las acciones necesarias para garantizar su eficaz y eficiente aplicación inmediata.

CAPÍTULO II

FOMENTO, DIFUSIÓN Y PROMOCIÓN DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL

Artículo 3. Se declara de urgencia nacional y de interés social, el fomento, la difusión y promoción de la educación ambiental.

Artículo 4. Para la afectiva aplicación de la presente Ley, se deberá formar y actualizar al personal docente con la educación ambiental necesaria, para que la misma sea difundida en los diferentes niveles, ciclos, grados y etapas de enseñanza. El Ministerio de Educación, en coordinación con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, llevarán a cabo todas las acciones necesarias para dicho fin, debiendo también:

- a) Incluir la temática de educación ambiental en el sistema nacional de profesionalización, así como en la capacitación del personal técnico, administrativo y docente de todos los niveles del sistema educativo nacional; y,

b) Crear y aplicar la especialización en educación ambiental en las carreras de magisterio que se imparten en el país.

Artículo 5. El Ministerio de Educación brindará las facilidades para los trámites de autorización, a todas aquellas instituciones públicas o privadas que promuevan y/o desarrollen planes, programas y proyectos de estudio que estén orientados a formar recurso humano en temas ambientales.

Artículo 6. El Ministerio de Educación es el ente responsable de la distribución a nivel nacional de los materiales, manuales, guías y documentos didácticos de educación ambiental, previamente avalados en su contenido por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Artículo 7. El Ministerio de Educación ordenará que para el Seminario de Integración Social Guatemalteca, que desarrollen los graduandos de nivel medio y especialidades a partir del año siguiente, de la vigencia de la presente Ley, se incluyan temas relacionados con el cambio climático, manejo de recurso hídrico y cuencas, protección de la biodiversidad, producción más amplia, manejo de energías renovables, desarrollo de la bioética nacional basada en actitudes y comportamiento para la protección y el mejoramiento del ambiente, y otras temáticas científicas y sociales de interés nacional.

CAPÍTULO III

FINANCIAMIENTO E IMPLEMENTACIÓN

Artículo 8. Para la implementación de los planes, programas y proyectos de educación ambiental, el Ministerio de Educación asignará los recursos necesarios de su presupuesto vigente aprobado para el año fiscal correspondiente.

Artículo 9. El Ministerio de Educación deberá incorporar en el pensum de estudios, la materia específica de educación ambiental dentro del Sistema Educativo Nacional, en los diferentes niveles, ciclos, grados y etapas del sistema escolar.

El Ministerio de Educación es el ente responsable del estudio, planificación, organización, desarrollo y revisión periódica de la currícula de educación ambiental, para lo cual coordinará con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Artículo 10. La ejecución de los planes, programas y proyectos de estudio en educación ambiental, corresponden al Ministerio de Educación, en coordinación con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, instituciones que darán las directrices al inicio de cada ciclo lectivo, debiendo mantener una constante supervisión y control de su desarrollo a nivel nacional.

Artículo 11. El Ministerio de Educación llevará a cabo un informe anual sobre el avance de la educación ambiental en todo el territorio nacional, el que deberá ser presentado al Organismo Ejecutivo dentro de los primeros tres (3) meses del año.

CAPÍTULO IV

DISPOSICIONES FINALES Y TRANSITORIAS

Artículo 12. Se deroga el Decreto Número 74-96 y cualquier disposición que se oponga al contenido de la presente Ley.

Artículo 13. El presente Decreto entra en vigencia ocho días después de su publicación en el Diario Oficial.

REMÍTASE AL ORGANISMO EJECUTIVO PARA SU SANCIÓN, PROMULGACIÓN Y PUBLICACIÓN.

EMITIDO EN EL PALACIO DEL ORGANISMO LEGISLATIVO, EN LA CIUDAD DE GUATEMALA, EL SEIS DE OCTUBRE DE DOS MIL DIEZ.

JOSÉ ROBERTO ALEJOS CÁMBARA

PRESIDENTE

CHRISTIAN JACQUES BOUSSINOT NUILA

SECRETARIO

REYNABEL ESTRADA ROCA

SECRETARIO

PALACIO NACIONAL: Guatemala, cuatro de noviembre del año dos mil diez.

PUBLÍQUESE Y CUMPLASE

COLOM CABALLEROS

DENNIS ALONZO MAZARIEGOS

Ministro de Educación

LUIS ALBERTO FERRATE FELICE

Ministro de Ambiente y

Recursos Naturales

Carlos Larios Ochaíta

SECRETARIO GENERAL

DE LA PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA

ANEXO 3

Índice de Desarrollo Humano para los municipios que conforman la cordillera Alux para los periodos 1994 y 2002

MUNICIPIOS	1,994	2,002
Mixco	0.810	0.826
San Pedro Sacatepéquez	0.626	0.713
San Juan Sacatepéquez	0.675	0.716
Santiago Sacatepéquez	0.598	0.704
San Lucas Sacatepéquez	0.699	0.717
República de Guatemala	0.583	0.640
Departamento de Guatemala	0.769	0.795
Departamento de Sacatepéquez	0.645	0.708

Fuente: Informe de Desarrollo Humano 2016, PNUD.

ANEXO 3

Situación de pobreza de los municipios
que conforman la Cordillera Alux.

MUNICIPIOS	POBREZA		POBLACION RURAL (%)
	TOTAL (%)	EXTREMA (%)	
Mixco	9.0	0.5	4.8
San Pedro Sacatepéquez	38.8	8.6	59.8
San Juan Sacatepéquez	40.9	9.5	46.5
Santiago Sacatepéquez	49.1	6.6	11.4
San Lucas Sacatepéquez	22.1	3.2	19.6

Fuente: Informe de Desarrollo Humano 2005, PNUD.

ANEXO 4

Ley de Educación Ambiental EL CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA

CONSIDERANDO:

Que la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas Sobre el Medio Ambiente Humano, celebrada en Estocolmo, proclama que la educación ambiental es indispensable para ensanchar las bases de una opinión pública bien informada y de una conducta de los individuos, de las empresas y de las colectividades, inspirada en el sentido de su responsabilidad en cuanto a la protección y mejoramiento del medio en toda su dimensión humana.

CONSIDERANDO:

Que la Constitución Política de la República de Guatemala establece que el Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional, están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico, por lo que es necesario emitir todas las normas y ejecutar las acciones que garanticen que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, flora, tierra y agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación; y que para lograr que los habitantes del territorio nacional participen en el desarrollo de la Nación, es necesario crear conciencia y formar valores que fomenten el uso sostenible de los recursos naturales, lo cual se logra a través de una educación integral que propicie el desarrollo de los individuos y su integración ética en la sociedad.

CONSIDERANDO:

Que uno de los fines de la educación en Guatemala, es impulsar al educando el conocimiento de la ciencia y de la tecnología moderna, como medio para preservar su entorno ecológico o modificarlo planificadamente a favor del hombre y la sociedad; y que, para lograr el desarrollo integral y sostenible de la niñez y adolescencia guatemalteca, la educación en Guatemala asegurará, entre otros, el fomento a los valores de respeto, conservación y cuidado del ambiente.

DECRETO NÚMERO 38-2010 POR TANTO:

En ejercicio de las atribuciones contenidas en la literal a) del Artículo 171 de la Constitución Política de la República de Guatemala,

DECRETA:

La siguiente:

LEY DE EDUCACIÓN AMBIENTAL

CAPÍTULO I

OBJETO Y APLICACIÓN DE LA LEY

Artículo 1. La presente Ley tiene por objeto incluir la educación ambiental permanente, en el sistema educativo nacional, en los diferentes niveles, ciclos, grados y etapas del sistema escolar, en sus distintas modalidades; en centros educativos públicos, privados y por cooperativas, en el entorno multilingüe, multiétnico y pluricultural.

La educación ambiental promueve procesos orientados a la construcción de valores, conocimientos y actitudes que posibiliten:

a) Formar capacidades que conduzcan hacia el desarrollo sostenible, basado en la equidad, la justicia social y el respeto por la diversidad biológica;

- b) El discernimiento para preservar el patrimonio natural;
- c) El desarrollo de una conciencia ambiental y la comprensión del medio ambiente en sus múltiples aspectos y sus complejas relaciones; y,
- d) Asumir conductas y obtener habilidades para prevenir problemas ambientales, y la capacidad de planear soluciones a los ya existentes.

Artículo 2. Esta Ley es de observancia y aplicación general en todo el territorio nacional; es responsabilidad del Ministerio de Educación, quien realizará las acciones necesarias para garantizar su eficaz y eficiente aplicación inmediata.

CAPÍTULO II

FOMENTO, DIFUSIÓN Y PROMOCIÓN DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL

Artículo 3. Se declara de urgencia nacional y de interés social, el fomento, la difusión y promoción de la educación ambiental.

Artículo 4. Para la afectiva aplicación de la presente Ley, se deberá formar y actualizar al personal docente con la educación ambiental necesaria, para que la misma sea difundida en los diferentes niveles, ciclos, grados y etapas de enseñanza. El Ministerio de Educación, en coordinación con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, llevarán a cabo todas las acciones necesarias para dicho fin, debiendo también:

- a) Incluir la temática de educación ambiental en el sistema nacional de profesionalización, así como en la capacitación del personal técnico, administrativo y docente de todos los niveles del sistema educativo nacional; y,
- b) Crear y aplicar la especialización en educación ambiental en las carreras de magisterio que se imparten en el país.

Artículo 5. El Ministerio de Educación brindará las facilidades para los trámites de autorización, a todas aquellas instituciones públicas o privadas que promuevan y/o desarrollen planes, programas y proyectos de estudio que estén orientados a formar recurso humano en temas ambientales.

Artículo 6. El Ministerio de Educación es el ente responsable de la distribución a nivel nacional de los materiales, manuales, guías y documentos didácticos de educación ambiental, previamente avalados en su contenido por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Artículo 7. El Ministerio de Educación ordenará que para el Seminario de Integración Social Guatemalteca, que desarrollen los graduandos de nivel medio y especialidades a partir del año siguiente, de la vigencia de la presente Ley, se incluyan temas relacionados con el cambio climático, manejo de recurso hídrico y cuencas, protección de la biodiversidad, producción más amplia, manejo de energías renovables, desarrollo de la bioética nacional basada en actitudes y comportamiento para la protección y el mejoramiento del ambiente, y otras temáticas científicas y sociales de interés nacional.

CAPÍTULO III

FINANCIAMIENTO E IMPLEMENTACIÓN

Artículo 8. Para la implementación de los planes, programas y proyectos de educación ambiental, el Ministerio de Educación asignará los recursos necesarios de su presupuesto vigente aprobado para el año fiscal correspondiente.

Artículo 9. El Ministerio de Educación deberá incorporar en el pensum de estudios, la materia específica de educación ambiental dentro del Sistema Educativo Nacional, en los diferentes niveles, ciclos, grados y etapas del sistema escolar.

El Ministerio de Educación es el ente responsable del estudio, planificación, organización, desarrollo y revisión periódica de la currícula de educación ambiental, para lo cual coordinará con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Artículo 10. La ejecución de los planes, programas y proyectos de estudio en educación ambiental, corresponden al Ministerio de Educación, en coordinación con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, instituciones que darán las directrices al inicio de cada ciclo lectivo, debiendo mantener una constante supervisión y control de su desarrollo a nivel nacional.

Artículo 11. El Ministerio de Educación llevará a cabo un informe anual sobre el avance de la educación ambiental en todo el territorio nacional, el que deberá ser presentado al Organismo Ejecutivo dentro de los primeros tres (3) meses del año.

CAPÍTULO IV DISPOSICIONES FINALES Y TRANSITORIAS

Artículo 12. Se deroga el Decreto Número 74-96 y cualquier disposición que se oponga al contenido de la presente Ley.

Artículo 13. El presente Decreto entra en vigencia ocho días después de su publicación en el Diario Oficial.

REMÍTASE AL ORGANISMO EJECUTIVO PARA SU SANCIÓN, PROMULGACIÓN Y PUBLICACIÓN.

EMITIDO EN EL PALACIO DEL ORGANISMO LEGISLATIVO, EN LA CIUDAD DE GUATEMALA, EL SEIS DE OCTUBRE DE DOS MIL DIEZ.

JOSÉ ROBERTO ALEJOS CÁMBARA
PRESIDENTE

CHRISTIAN JACQUES BOUSSINOT NUILA
SECRETARIO

REYNABEL ESTRADA ROCA
SECRETARIO

PALACIO NACIONAL: Guatemala, cuatro de noviembre del año dos mil diez.

**PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE
COLOM CABALLEROS**

DENNIS ALONZO MAZARIEGOS
Ministro de Educación

LUIS ALBERTO FERRATE FELICE 5

Ministro de Ambiente y
Recursos Naturales

Carlos Larios Ochaita

SECRETARIO GENERAL
DE LA PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA

ANEXO 5

N [tamaño del universo]	2,305	← Escriba aquí el tamaño del universo
p [probabilidad de ocurrencia]	0.5	← Escriba aquí el valor de p

Nivel de Confianza (alfa)	1-alfa/2	z (1-alfa/2)
90%	0.05	1.64
95%	0.025	1.96
97%	0.015	2.17
99%	0.005	2.58

Fórmula empleada

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}} \quad \text{donde:} \quad n_0 = p^*(1-p)^* \left(\frac{z(1-\frac{\alpha}{2})}{d} \right)^2$$

Matriz de Tamaños muestrales para un universo de 2305 con una p de 0.5										
Nivel de Confianza	d [error máximo de estimación]									
	10.0%	9.0%	8.0%	7.0%	6.0%	5.0%	4.0%	3.0%	2.0%	1.0%
90%	65	80	100	130	173	241	355	564	972	1,717
95%	92	113	141	181	239	329	476	729	1,176	1,859
97%	112	137	170	218	286	391	558	834	1,293	1,928
99%	155	189	234	296	385	516	717	1,026	1,483	2,025

ANEXO 6



ÁREAS PROTEGIDAS HABITADAS

ENCUESTA

Sobre percepción de las actitudes y conductas hacia el medio ambiente (2014)

Objetivo de la encuesta es tener una percepción de las actitudes y conductas de los habitantes que viven en el área protegida de la cordillera Alux, para la cual se diseñó una encuesta con escala tipo Likert de 5 puntos (Hernández *et al.*, 1998). A continuación se presenta la encuesta para su validación.

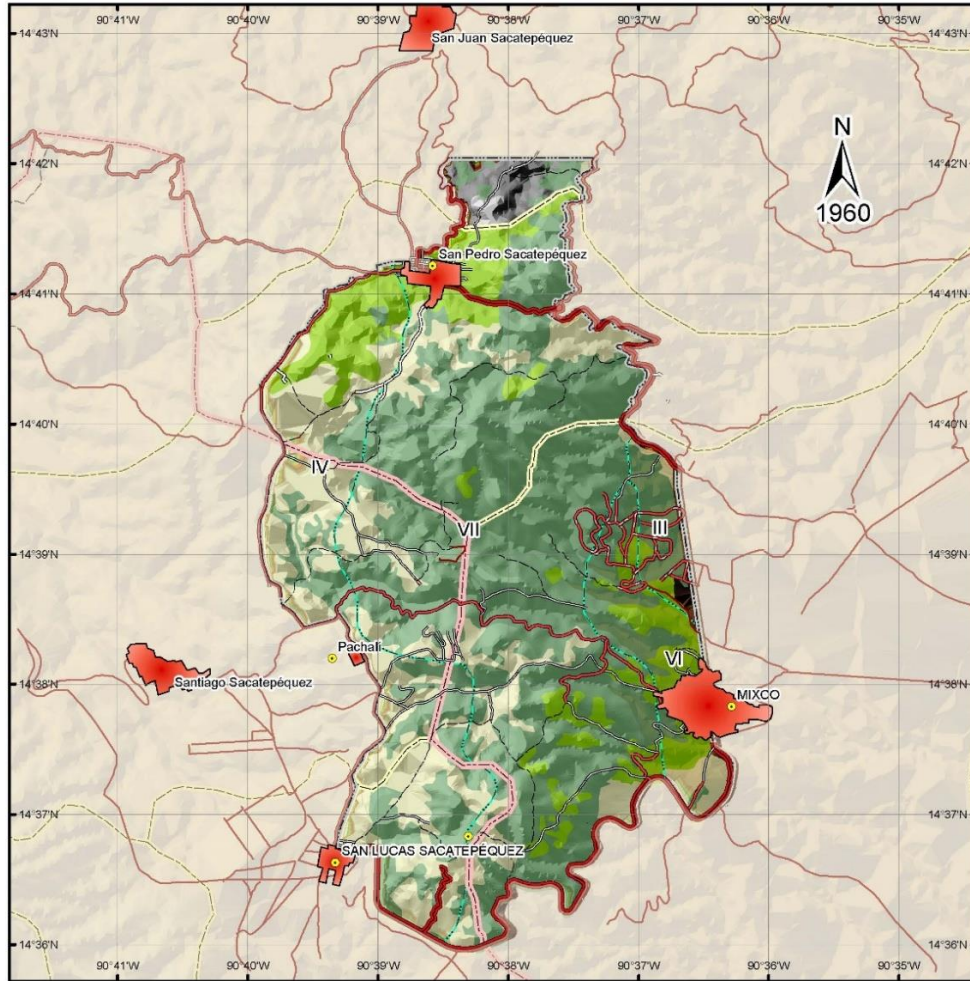
Datos Generales:

Sexo:	Edad: (15-20) <input type="radio"/>	Actividad: Estudia <input type="radio"/>
Femenino <input type="radio"/>	(20-30) <input type="radio"/>	Trabaja <input type="radio"/>
Masculino <input type="radio"/>	(30 +) <input type="radio"/>	Ambas actividades <input type="radio"/>

		1	2	3	4	5
		1	2	3	4	5
Tema I Contaminación y deterioro del ambiente		1	2	3	4	5
1	Los seres humanos pueden sobrevivir aunque el medio ambiente pierda su equilibrio.	28	12	20	79	190
2	La contaminación medio ambiental no afecta personalmente mi vida.	17	13	8	25	266
3	La quema de basura es un mal hábito que contamina el suelo y aire.	30	40	12	118	129
4	La tala de árboles para consumo de leña contamina y provoca desequilibrio en el medio natural.	3	3	28	7	288
5	Cortar aboles para construir vivienda y cultivos en ladera aumenta la erosión del suelo.	75	45	68	71	70
6	El uso de productos químicos en la agricultura no afecta al medio ambiente.	4	66	9	62	188
Tema II Actitudes hacia el ambiental		1	2	3	4	5
7	Me gustaría tomar un papel activo en la solución de problemas que originan la contaminación.	49	187	26	32	35
8	No deseo participar en actividades de protesta contra la contaminación.	44	54	59	75	97
9	No quiero asistir a concentraciones relacionadas con la contaminación y los problemas ambientales.	16	32	66	54	161
10	Me gustaría establecer contacto con la oficina local del medio ambiente para obtener información sobre programas de anti-contaminación.	78	41	69	75	66
11	Las autoridades locales deberían introducir un programa para la recolección de basura y evitar los focos de contaminación.	14	28	28	53	206
12	Estaría dispuesto a colaborar conjuntamente con mis vecinos para limpiar las aceras y calles de mi comunidad.	20	25	39	76	169
Tema III Comportamiento pro ambiental		1	2	3	4	5
13	Los basureros clandestinos son por la falta de un sistema de aseo local.	5	14	25	62	223
14	El incremento de la contaminación y la progresiva degradación del medio ambiente pueden ser perjudiciales para la salud e incluso para la supervivencia humana.	0	2	12	65	250
15	Estaría dispuesto a colaborar como voluntario en programas de limpieza para mi comunidad y a pagar un cuota para la recolección de basura.	47	8	29	69	176
16	La basura debería recogerse utilizando métodos de clasificado.	35	36	63	94	172
17	Me gustaría informar a la gente de la importancia que tienen la contaminación y los problemas medio ambientales-	65	40	66	81	77
18	Conservo el material usado <papel, botellas, calas etc.> para echarlo en contenedores y que sirva para ser reciclado y reutilizado.	66	58	73	77	55

ANEXO 7

CRECIMIENTO URBANO Y PERDIDA VEGETAL PERIODO 1960 RESERVA FORESTAL "CORDILLERA ALUX"



Escala Gráfica

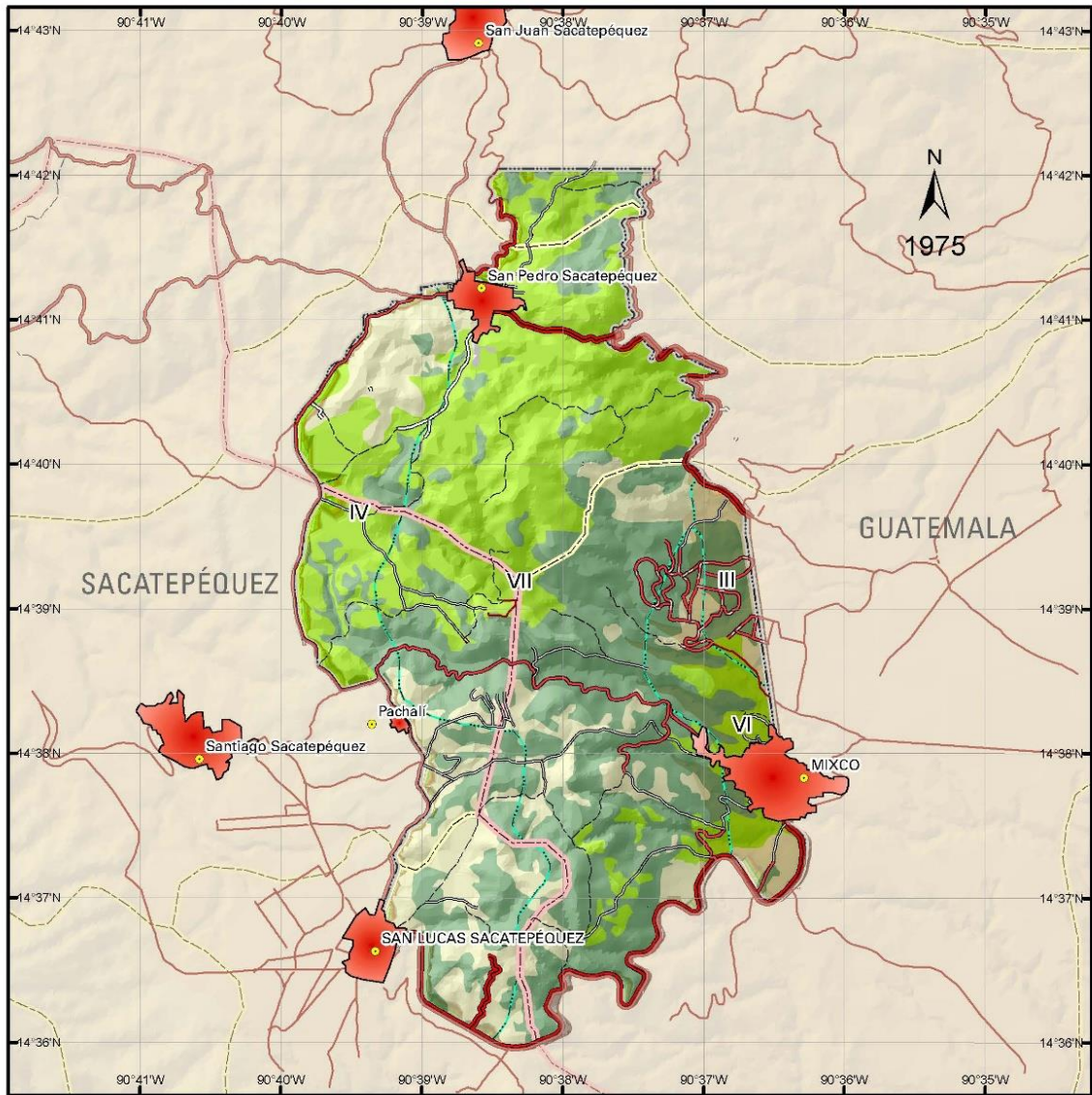


LEYENDA	
MUNICIPIO 	CLASIFICACIÓN AGROLÓGICA
RED DE CARRETERAS Autopista dividida con separador No Pavimentado Uno, Dos o más vías Pavimentado Uno, dos o más vías Rodera. No Pavimentado. Tiempo bueno o seco Sendero	Vegetación_1996 Bosque Claro Monte bajo
Área Densamente Poblada Limite Municipal Limite Departamental Limite de Reserva	<p>LOS LÍMITES DE LA DIVISIÓN ADMINISTRATIVA CONTINGENTES Y SIN EL MAPA SON DE LA BASE DE DATOS SUNI Y NO SE DEBEN CONSIDERARSE AUTORITATIVOS</p> <p> SISTEMA DE REFERENCIA: GEOCÉNTRICO 1980 IGNS 881 CUADRICULA: COORDENADAS GEOGRÁFICAS WGS84 PROYECCIÓN: TRANSVERSAL MERICATORIANA DATUM VERTICAL: NIVE. MEDIO DEL MAR </p>

La base de datos fué extraída de las hojas cartográfica 1:50,000 de 1983, del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Elaborado por LCHF

UBICACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO

**CRECIMIENTO URBANO Y PERDIDA VEGETAL
PERIODO 1975
RESERVA FORESTAL "CORDILLERA ALUX"**



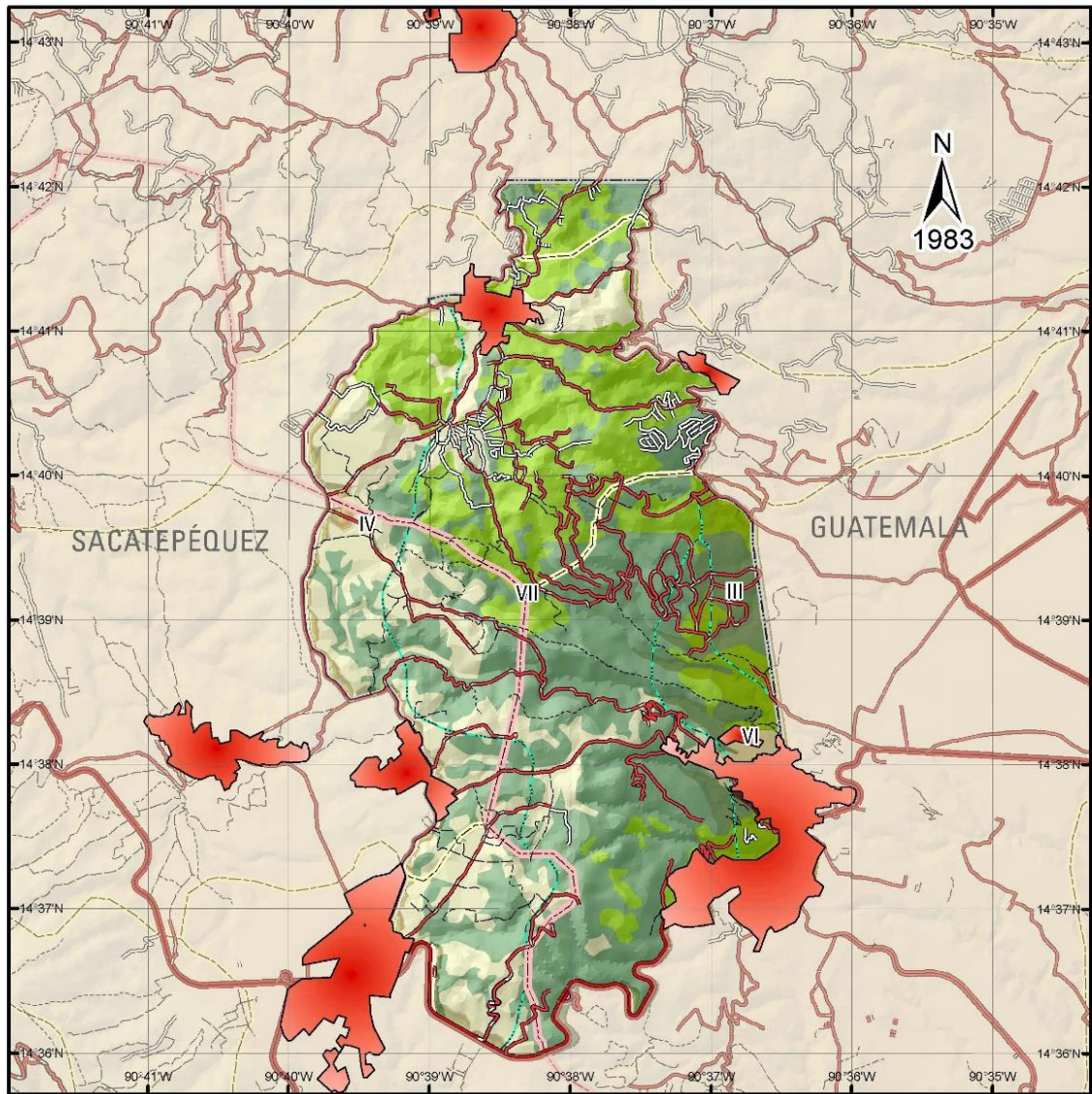
LEYENDA	
MUNICIPIO ⊙	CLASIFICACIÓN AGROLÓGICA
RED DE CARRETERAS	III
Autopista dividida con separador	IV
No Pavimentado Una, Dos o más vías	V
Pavimentado Una, dos o más vías	VI
Rodera, No Pavimentado, Tiempo bueno o seco	VII
Sendero	Vegetación_1996
Area Densamente Poblada	Bosque
Limite Municipal	Claro
Limite Departamental	Monte bajo
Limite de Reserva	

LOS LÍMITES DE LA DIVISION ADMINISTRATIVA CONTENIDOS EN ESTE MAPA SON DE LA BASE DE DATOS SUNIL Y NO DEBEN CONSIDERARSE AUTORITATIVOS

ELIPSOIDE:
SISTEMA DE REFERENCIA
GEODESCICO 1980 (GRS 80)
CUALQUIERA:
COORDENADAS GEOGRAFICAS WGS84
PROYECCION:
TRANSVERSALA DE MERCATOR
DATUM VERTICAL:
NIVE. MEDIO DEL MAR

UBICACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO

**CRECIMIENTO URBANO Y PERDIDA VEGETAL
PERIODO 1983
RESERVA FORESTAL "CORDILLERA ALUX"**



LEYENDA	
<p>MUNICIPIO</p> <p>☉</p>	<p>CLASIFICACIÓN AGROLÓGICA</p> <p>III</p> <p>IV</p> <p>VI</p> <p>VII</p>
<p>RED DE CARRETERAS</p> <p>Autopista dividida con separador</p> <p>No Pavimentado Uno, Dos o más vías</p> <p>Pavimentado Uno, dos o mas vías</p> <p>Rodera. No Pavimentado, Tiempo bueno o seco</p> <p>----- Sendero</p>	<p>Vegetación_1996</p> <p>Bosque</p> <p>Claro</p> <p>Monte bajo</p>
<p>Area Densamente Poblada</p> <p>Limite Departamental</p>	<p>Limite Municipal</p> <p>Limite de Reserva</p>

La base de datos fué extraída de las hojas cartográfica 1:50,000 de 1983, del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Elaborado por LCHF

LOS LÍMITES DE LA DIVISIÓN ADMINISTRATIVA CONTENIDOS EN ESTE MAPA SON DE LA BASE DE DATOS SUNI Y NO DEBEN CONSIDERARSE AUTORITATIVOS

ELIPSOIDE: SISTEMA DE REFERENCIA GEODESICO 1980 (GRS 80)

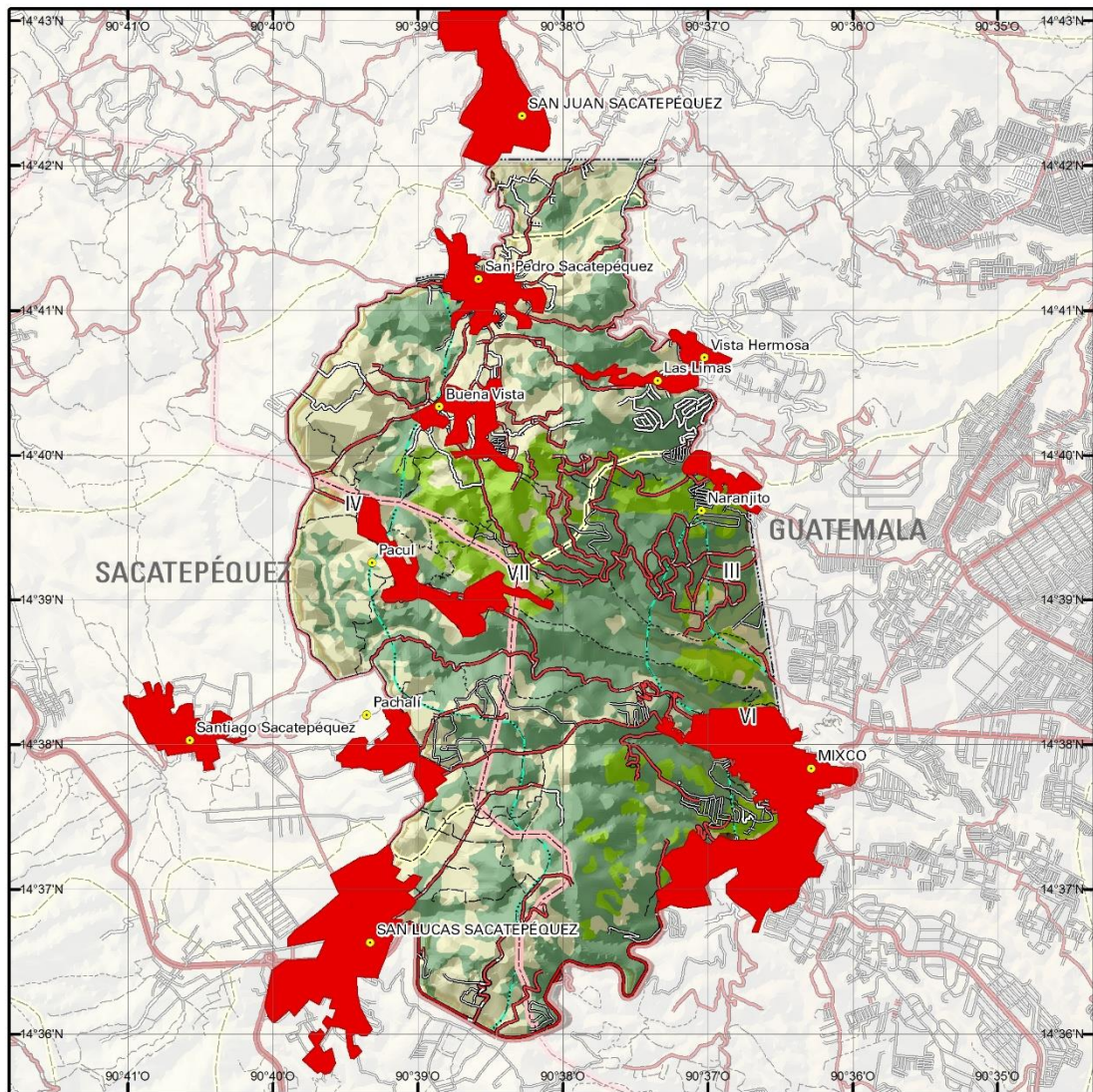
COORDENADAS GEOGRAFICAS WGS84

PROYECCION: TRANSVERSA DE MERCATOR

DATUM VERTICAL: NIVE. MEDIO DEL MAR

UBICACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO

**CRECIMIENTO URBANO Y PERDIDA VEGETAL
PERIODO 1996
RESERVA FORESTAL "CORDILLERA ALUX"**



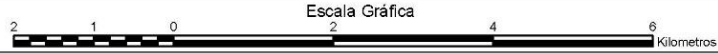
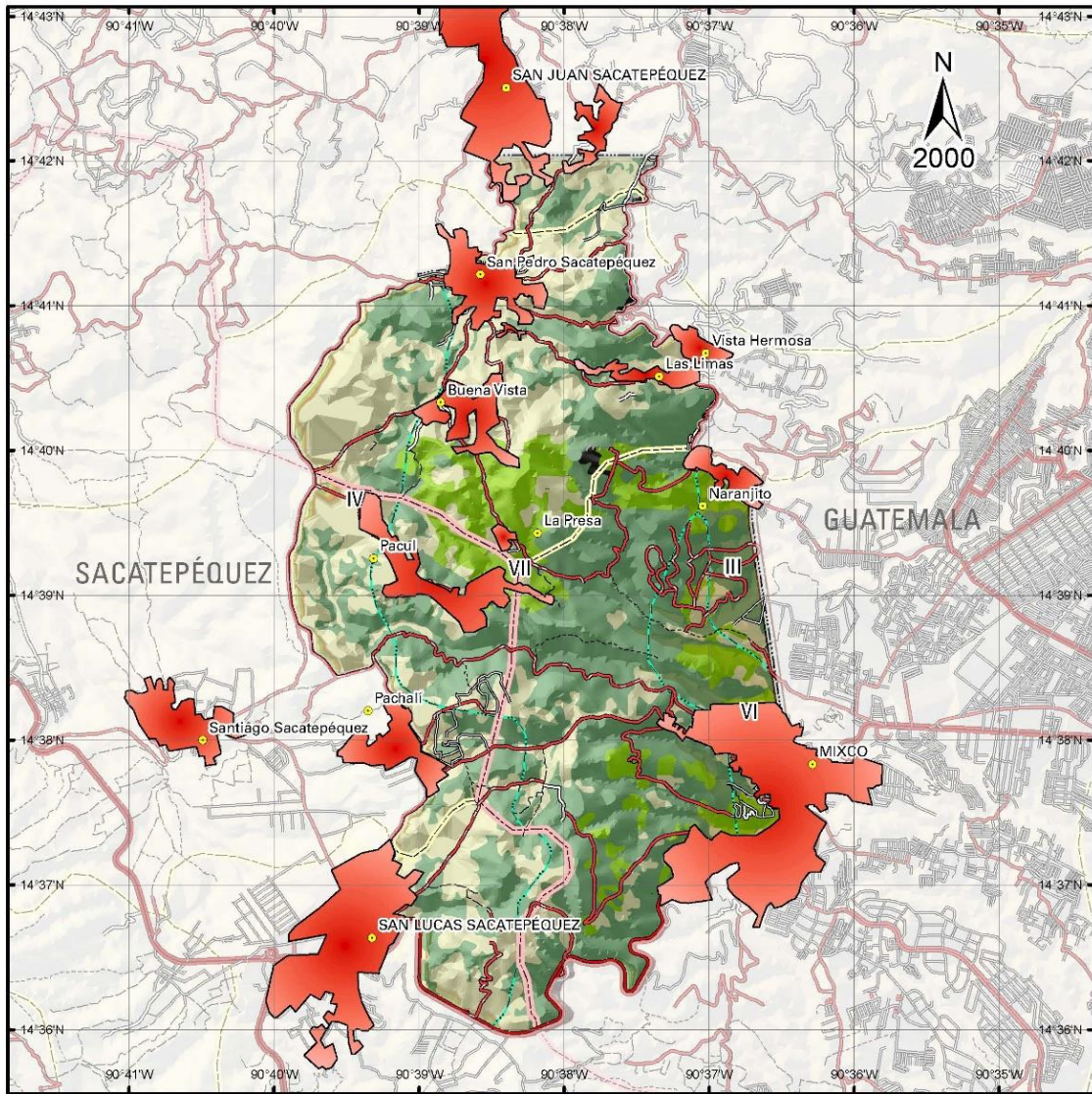
Escala Gráfica
2 1 0 2 4 6 Kilómetros

LEYENDA	
MUNICIPIO ●	CLASIFICACION AGROLOGICA III IV VI VII
RED DE CARRETERAS — Autopista dividida con separador — No Pavimentado Uno, Dos o más vías — Pavimentado Una, dos o más vías — Rodera, No Pavimentado, Tiempo bueno o seco - - - Sendero	Vegetación_1996 ■ Bosque ■ Claro ■ Monte bajo
■ Área Densamente Poblada ■ Limite Departamental	■ Limite Municipal ■ Limite de Reserva

La base de datos fué extraída de las hojas cartográfica 1:50,000 de 1983, del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Elaborado por LCHF

UBICACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO

**CRECIMIENTO URBANO Y PERDIDA VEGETAL
PERÍODO 2000
RESERVA FORESTAL "CORDILLERA ALUX"**

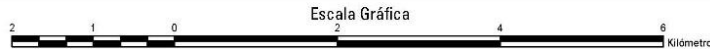
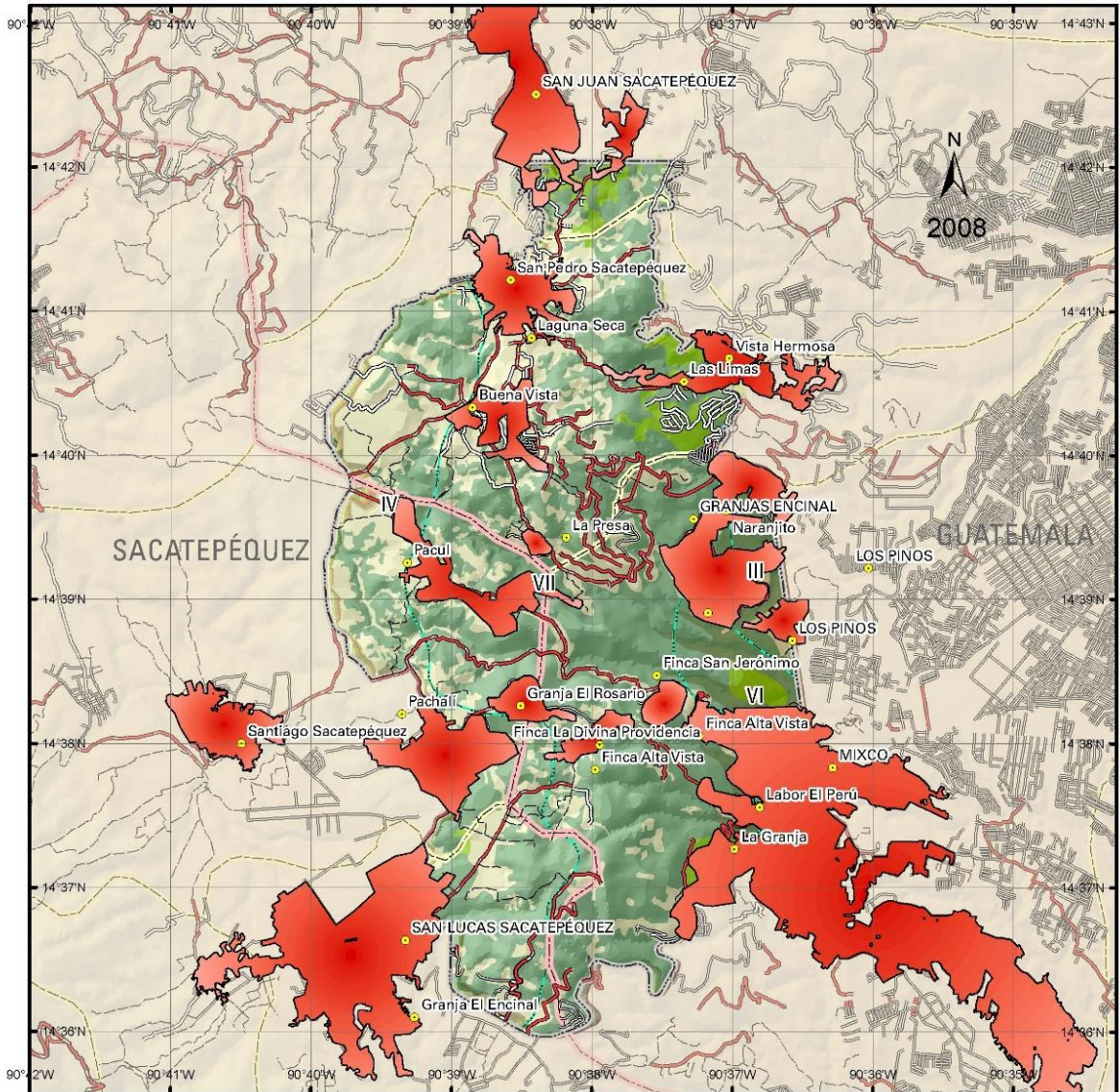


LEYENDA	
<p>MUNICIPIO</p> <p>●</p>	<p>CLASIFICACIÓN AGROLÓGICA</p> <p>III</p> <p>IV</p> <p>VI</p> <p>VII</p>
<p>RED DE CARRETERAS</p> <p>Autopista dividida con separador</p> <p>No Pavimentado Uno, Dos o más vías</p> <p>Pavimentado Una, dos o más vías</p> <p>Rodera, No Pavimentado, Tiempo bueno o seco</p> <p>Sendero</p>	<p>Vegetación_1996</p> <p>Bosque</p> <p>Claro</p> <p>Monte bajo</p>
<p>Area Densamente Poblada</p> <p>Límite Municipal</p> <p>Límite Departamental</p> <p>Límite de Reserva</p>	<p>Los límites de la división administrativa contenidos en este mapa son de la base de datos SUNI y no deben considerarse autoritativos</p> <p>ELIPSOIDE: SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO 1980 (IGRS 80)</p> <p>CUADRICULA: COORDENADAS GEODÉSICAS WGS84</p> <p>PROYECCIÓN: TRANSVERSA DE MERCATOR</p> <p>DATUM VERTICAL: NIVEL MEDIO DEL MAR</p>

La base de datos fué extraída de las hojas cartográfica 1:50,000 de 1983, del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Elaborado por LCHF



**CRECIMIENTO URBANO Y PERDIDA VEGETAL
PERÍODO 2008
RESERVA FORESTAL "CORDILLERA ALUX"**



LEYENDA	
<p>MUNICIPIO</p> <p>●</p>	<p>CLASIFICACIÓN AGROLÓGICA</p> <p>III</p> <p>IV</p> <p>VI</p> <p>VII</p>
<p>RED DE CARRETERAS</p> <p>Autopista dividida con separador</p> <p>No Pavimentado Uno, Dos o más vías</p> <p>Pavimentado Uno, dos o mas vías</p> <p>Rodera, No Pavimentado, Tiempo bueno o seco</p> <p>Sendero</p>	<p>Vegetación_1996</p> <p>Bosque</p> <p>Claro</p> <p>Monte bajo</p>
<p>■ Área Densamente Poblada</p> <p>■ Limite Departamental</p>	<p>■ Limite Municipal</p> <p>■ Limite de Reserva</p>

La base de datos fué extraída de las hojas cartográfica 1:50,000 de 1983, del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Elaborado por LCHF

UBICACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO

MÉXICO

HONDURAS

EL SALVADOR

LOS LÍMITES DE LA DIVISION ADMINISTRATIVA CONTENIDOS EN ESTE MAPA SON DE LA BASE DE DATOS SUJILY NO DEBEN CONSIDERARSE AUTORITATIVOS

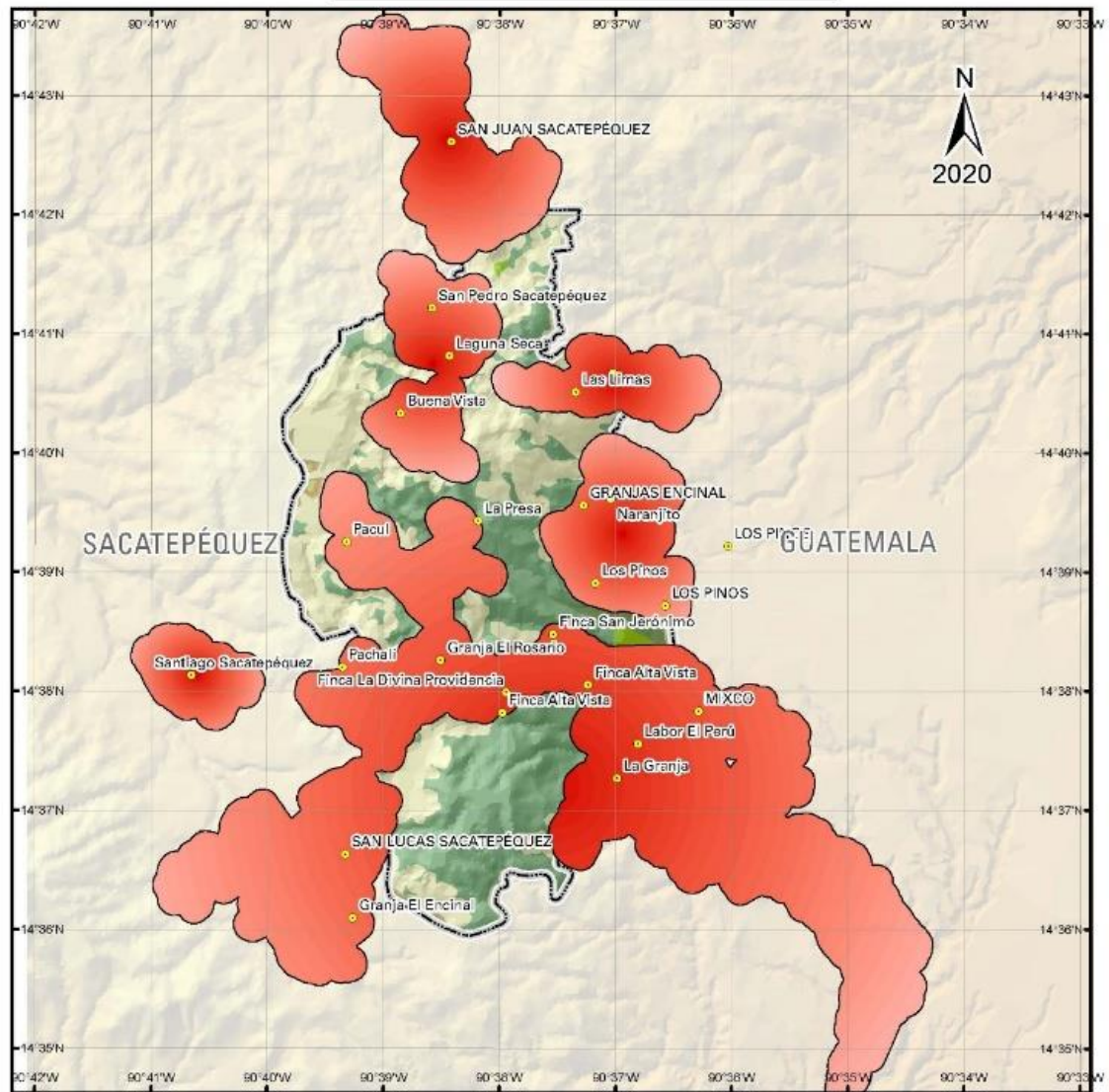
ELIPSOIDE: SISTEMA DE REFERENCIA GEODESICO 1980 (IGRS 80)

CUADRICULA: COORDENADAS GEOGRAFICAS WGS84

PROYECCION: TRANSVERSA DE MERCATOR

DATUM VERTICAL: NIVEL MEDIO DEL MAR

**CRECIMIENTO URBANO Y PERDIDA VEGETAL
PERÍODO 2020
RESERVA FORESTAL "CORDILLERA ALUX"**



Escala Gráfica



