

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE  
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
INGENIERÍA EN ADMINISTRACIÓN DE TIERRAS**

**ESTUDIO DE LA DINÁMICA DE LA COBERTURA FORESTAL Y  
CAMBIOS DE USO DE SUELO DURANTE EL PERIODO 2,002 A  
2,013 EN EL MUNICIPIO DE SANTA MARÍA CHIQUIMULA,  
TOTONICAPÁN**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**PRESENTADO A LAS AUTORIDADES DE LA DIVISIÓN DE  
CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE  
OCCIDENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE  
GUATEMALA**

**POR:**

**EDUARDO ANTONIO CUÁ CUTZ**

**PREVIO A CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO EN ADMINISTRACIÓN DE TIERRAS**

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE:**

**LICENCIADO**

**QUETZALTENANGO, MAYO 2,014**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE**

**AUTORIDADES**

**Rector magnífico  
Secretario General**

**Dr. Estuardo Gálvez Barrios  
Dr. Carlos Alvarado Cerezo**

**CONSEJO DIRECTIVO**

**Directora General del CUNOC  
Secretario Administrativo**

**Licda. María Paz Cabrera  
Lic. Cesar Milán Requena**

**REPRESENTANTES DE LOS DOCENTES**

**Dr. Oscar Arango B.  
Ing. Edemal Monzón López**

**REPRESENTANTE DE LOS ESTUDIANTES**

**Br. Luis E. Rojas Menchu  
Br. Víctor Lawrence Díaz Herrera**

**REPRESENTANTES DE LOS EGRESADOS**

**Dr. Luis Emilio Bucaro Echeverría**

**DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**Ing. Agr. MSc. Héctor Alvarado Quiroa**

**COORDINADOR DE LA CARRERA DE ADMINISTRACION DE  
TIERRAS**

**Ing. Agr. MSc. Jesús Ronquillo de León**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE**

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN TÉCNICO  
PROFESIONAL**

**PRESIDENTE**

**Ing. Agr. MSc. Héctor Alvarado Quiroa  
Director de la División de ciencia y tecnología**

**EXAMINADORES**

**Inga. Agra. Aura Hernández  
Ing. Agr. Julio López  
Ing. Agr. Imer Vásquez**

**SECRETARIO**

**Ing. Agr. MSc. Jesús Ronquillo de León  
Coordinador de la carrera de Administración de Tierras**

**NOTA: “únicamente el autor es responsable de las doctrinas y opiniones sustentadas en la presente investigación” (Artículo 31 del Reglamento para Exámenes Técnicos Profesionales del Centro Universitario de Occidente. Y Artículo 19 de la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala.**

**Quetzaltenango, Mayo 2014**

Quetzaltenango, Mayo de 2,014

Honorable Consejo Directivo.  
Honorable Autoridades de la División de Ciencia y Tecnología.  
Honorable Mesa de Acto de Graduación y Juramentación.

De conformidad con las normas que establece la ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, del Reglamento General de Evaluación y Promoción del estudiante de la Universidad de San Carlos de Guatemala y del normativo de Evaluación y promoción del Estudiante del Centro Universitario de Occidente: tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación titulado:

**“Estudio de la dinámica de la cobertura forestal y cambios de uso de suelo durante el periodo 2002 a 2013 en el municipio de Santa María Chiquimula, Totonicapán”.**

Como requisito para optar al título de Ingeniero en Administración de Tierras, en el grado académico de Licenciado.

Atentamente.

f)   
Eduardo Antonio Cuá Cutz



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE  
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

[www.cytceunoc.org](http://www.cytceunoc.org)



Quetzaltenango, 15 de Mayo de 2,014

Sr. Director de la  
División de Ciencia y Tecnología.  
Centro Universitario de Occidente CUNOC  
Edificio

Apreciado Sr. Director:

Atentamente me dirijo a Usted, para informarle que he finalizado la ASESORIA, del trabajo de investigación del estudiante EDUARDO ANTONIO CUÁ CUTZ, que se identifica con su carnet No. 200630999.

Titulado:

ESTUDIO DE LA DINÁMICA DE LA COBERTURA FORESTAL Y CAMBIOS DE USO DE SUELO DURANTE EL PERIODO 2,002 A 2,013 EN EL MUNICIPIO DE SANTA MARÍA CHIQUIMULA, TOTONICAPÁN.

Al respecto, me permito manifestarle que dicha investigación es un valioso aporte para el sector Forestal de nuestro país y además cumple con los requerimientos de graduación establecidos por la Universidad de San Carlos de Guatemala y la Carrera de Ingeniería en Administración de Tierras, por lo que RECOMIENDO SU PUBLICACIÓN.

Sin otro particular.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Agr. MSc. Héctor Alvarado Quiroa

ASESOR

Colegiado 1338

[hectoralvarado@cytcunoc.org](mailto:hectoralvarado@cytcunoc.org)



Quetzaltenango, 19 de Mayo de 2014.

Ing. Agr. MSc.  
Héctor Alvarado Quiroa  
Director División Ciencia y Tecnología

Atentamente me dirijo a usted, para informarle que en atención a su oficio No. 020/SDCyT/2014, he concluido la revisión del trabajo de investigación del estudiante EDUARDO ANTONIO CUA CUTZ, el cual se titula:

“ESTUDIO DE LA DINAMICA DE LA COBERTURA FORESTAL Y CAMBIOS DE USO DEL SUELO DURANTE EL PERIODO 2002 A 2013 EN EL MUNICIPIO DE SANTA MARIA CHIQUIMULA, TOTONICAPAN”

Al respecto me permito informarle que dicho trabajo cumple satisfactoriamente con los requisitos de investigación establecidos por la Universidad de San Carlos de Guatemala y de la carrera de Ingeniero en Administración de tierras, motivo por el cual me complace recomendar su publicación, considerando que esta investigación constituye un valioso aporte en el ámbito forestal en la comunidad investigada.

Ing. Agr. MSc. Julio A. López Valdez  
Colegiado 1,534  
REVISOR

*Universidad de San Carlos de Guatemala*  
*Centro Universitario de Occidente*

El infrascrito **DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA** \_\_\_\_\_  
Del Centro Universitario de Occidente ha tenido a la vista la **CERTIFICACIÓN DEL ACTA DE GRADUACIÓN** No. 002-AT-2014 de fecha veintitrés de mayo del año dos mil catorce del (la) estudiante: EDUARDO ANTONIO CUÁ CUTZ con Carné No 200630999 emitida por el Coordinador de la Carrera de ADMINISTRACIÓN DE TIERRAS \_\_\_\_\_, por lo que se **AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN** titulado: “ESTUDIOS DE LA DINÁMICA DE LA COBERTURA FORESTAL Y CAMBIOS DE USO DE SUELO DURANTE EL PERÍODO 2,002 A 2,013 EN EL MUNICIPIO DE SANTA MARIA CHIQUIMULA, TOTONICAPÁN ”

Quetzaltenango, 23 de mayo de 2014.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Agr. Héctor Alvarado Quiroa  
Director de División de Ciencia y Tecnología

## ACTO QUE DEDICO

- A DIOS** Por darme la vida, bendecirme, fortalecerme durante estos años y por ser la fuente de toda sabiduría
- A MIS PADRES** Víctor Antonio Cua y Olga Virginia Cutz; este presente es el resultado de su gran esfuerzo y sacrificio, gracias por su apoyo.
- A MI HERMANO** Eddy Oswaldo Cua Cutz, por estar siempre a mi lado durante toda mi formación académica.
- A MI NOVIA Y SU FAMILIA** Lesbia Mariela García Santiago y Familia García Santiago; por las muestras de cariño y el apoyo incondicional
- A MIS SOBRINOS** Kevin Daniel, Ivan Danilo y Kimberly Adriana; por ser parte fundamental en mi vida e inspiración para ser su ejemplo.
- A MI CUÑADA** María Tzul, con mucho aprecio.
- A MI FAMILIA EN GENERAL** Por sus buenos deseos y sus consejos.
- A MIS AMIGOS** Por su amistad y apoyo brindado durante los años de formación.
- A** Mi patria Guatemala, país de la eterna primavera.
- A** Universidad San Carlos de Guatemala por darme la oportunidad de forjarme como profesional en Administración de Tierras
- A** Centro Universitario de Occidente –CUNOC- por ser la institución que me proporcionó los conocimientos adquiridos.

## AGRADECIMIENTOS

- A            Ing. Agr. MSc. Héctor Alvarado, por su amistad, paciencia y asesoría en el presente trabajo de investigación.
- A            Ing. Agr. MSc. Julio López, por los aportes brindados en la revisión del presente estudio.
- A            Ing. Agr. MSc. Jesús Ronquillo de León, por sus buenos oficios realizados como coordinador de la carrera de Administración de Tierras.
- A            La terna evaluadora, por el tiempo y dedicación que brindaron en el proceso de la investigación y documento final.
- A            Personal Docente de la Carrera de Ingeniería en Administración de Tierras, por los conocimientos compartidos durante mi formación universitaria, los recordaré con respeto.
- A            Región VI del Instituto Nacional de Bosques -INAB- especialmente al personal de la Región VI-3, por proporcionar sus conocimiento en el ámbito forestal.
- A            Todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron en la realización del presente estudio.

**ESTUDIO DE LA DINÁMICA DE LA COBERTURA FORESTAL  
Y CAMBIOS DE USO DE SUELO DURANTE EL PERIODO 2,002  
A 2,013 EN EL MUNICIPIO DE SANTA MARÍA CHIQUIMULA,  
TOTONICAPÁN**

## INDICE

Contenido	Pagina
I. INTRODUCCIÓN	1
I.1. Antecedentes del problema	1
I.2. Planteamiento del problema de investigación.	3
I.3. Justificación del estudio	4
I.4. Hipótesis de investigación.	5
I.5. Objetivos	5
I.5.1. General	5
I.5.2. Específicos	5
II. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Recursos naturales	6
2.2. Cobertura forestal en Guatemala.	8
2.3. Capacidad de uso de suelo	10
2.4. Cambios de uso de suelo	12
2.5. Uso actual del suelo	13
2.6. Conflicto de uso de la tierra	13
2.7. Dinámica de cobertura forestal	14
2.8. Ordenamiento territorial	15
2.9. Desarrollo sostenible	19
III. MARCO METODOLÓGICO.	22
3.1. Definición del método de investigación a utilizar.	22
3.1.1. Método de investigación cuantitativo:	22
3.2. Contexto espacial y temporal de la investigación.	22
3.2.1. Contexto espacial:	22
3.2.2. Contexto temporal:	24
3.3. Variables de la investigación	24
3.3.1. Definición conceptual de las variables	24
3.3.2. Definición operacional	26
3.4. Fuentes de información, materiales y equipo.	29

3.4.1.	Fuentes primarias.	29
3.4.2.	Fuentes secundarias.	29
3.4.3.	Materiales y equipo para la recopilación y transformación de datos.	30
IV.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	31
4.1.	Capacidad de uso de suelo, en el municipio de Santa María Chiquimula, departamento de Totonicapán.	31
4.2.	Intensidad de uso de suelo, en el municipio de Santa María Chiquimula, departamento de Totonicapán.	34
4.3.	Dinámica de cobertura forestal en los años 2001, 2006, 2010 y 2013 en el municipio de Santa María Chiquimula, departamento de Totonicapán.	36
4.3.1.	Dinámica de cobertura Forestal 2,001.	36
4.3.2.	Dinámica de cobertura Forestal 2,006.	39
4.3.3.	Dinámica de cobertura Forestal 2,010.	41
4.3.4.	Dinámica de cobertura Forestal 2,013.	45
4.4.	Resultados de dinámica de cobertura forestal 2013, por Aldeas del municipio de Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán.	49
V.	CONCLUSIONES	68
VI.	RECOMENDACIONES	70
	BIBLIOGRAFÍA	72

## INDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1. Superficies departamentales de aptitudes preferentemente forestales para producción de bienes y servicios basados en el mapa de capacidad de uso de la tierra del INAB	09
Cuadro No. 2, Capacidad de Uso del Suelo para el municipio de Santa María Chiquimula en hectáreas y %	31
Cuadro No. 3, Intensidad de uso del suelo representado en hectáreas y % respecto al territorio del Municipio de Santa María Chiquimula	34
Cuadro No. 4. Dinámica de Cobertura Forestal 2,001, del municipio de Santa María Chiquimula en Áreas y porcentajes según la clase	37
Cuadro No. 5 Dinámica de Cobertura Forestal 2,006, del municipio de Santa María Chiquimula en Áreas y porcentajes según la clase	39
Cuadro No. 6 Cambio Dinámica de Cobertura Forestal 2001-2006 para el municipio de Santa María Chiquimula	40
Cuadro No. 7 Dinámica de Cobertura Forestal 2,010, del municipio de Santa María Chiquimula en Áreas y porcentajes según la clase	42
Cuadro No. 8 Cambio Dinámica de Cobertura Forestal 2006-2010 para el municipio de Santa María Chiquimula	43
Cuadro No. 9 Dinámica de Cobertura Forestal 2,013, del municipio de Santa María Chiquimula en Áreas y porcentajes según la clase	45
Cuadro No. 10 Cambio Dinámica de Cobertura Forestal 2010-2013 para el municipio de Santa María Chiquimula	47
Cuadro No. 11, Dinámica de cobertura Forestal 2,013 de las 17 Aldeas del municipio de Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán	50

## INDICE DE MAPAS

Mapa No. 1 Mapa del Municipio de Santa María Chiquimula, Departamento de Totonicapán	23
Mapa No. 2, Capacidad de Uso de Suelo, Municipio de Santa María Chiquimula	33
Mapa No. 3, Mapa de intensidad (conflictividad) de Uso de Suelo	35
Mapa No. 4, Dinámica de Cobertura Forestal año 2,001	38
Mapa No. 5, Dinámica de Cobertura Forestal año 2,006	41
Mapa No. 6, Dinámica de Cobertura Forestal año 2,010	44
Mapa No. 7, Dinámica de Cobertura Forestal año 2,013	48
Mapa No. 8, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Centro Población	51
Mapa No. 9, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Casa Blanca	52
Mapa No. 10, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Chuachituj	53
Mapa No. 11, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Chuacorrall I	54
Mapa No. 12, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Chuacorrall II	55
Mapa No. 13, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Chuasiguan	56
Mapa No. 14, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Chuijaj	57
Mapa No. 15, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Chuicaca	58
Mapa No. 16, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Chuisactol	59
Mapa No. 17, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Patzam	60
Mapa No. 18, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Racana	61
Mapa No. 19, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Rancho	62
Mapa No. 20, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Xebe	63
Mapa No. 21, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Xecachelaj	64
Mapa No. 22, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Xecaja	65
Mapa No. 23, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Xecococh	66
Mapa No. 24, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Xesana	67

## INDICE DE FIGURAS

Figura No. 1 Cambios de cobertura forestal durante los años 1,950 al 2,010	01
Figura No. 2 Modelo Cartográfico SIG, Procedimiento para la obtención del mapa de conflictos de uso de suelo	28

## INDICE DE GRAFICAS

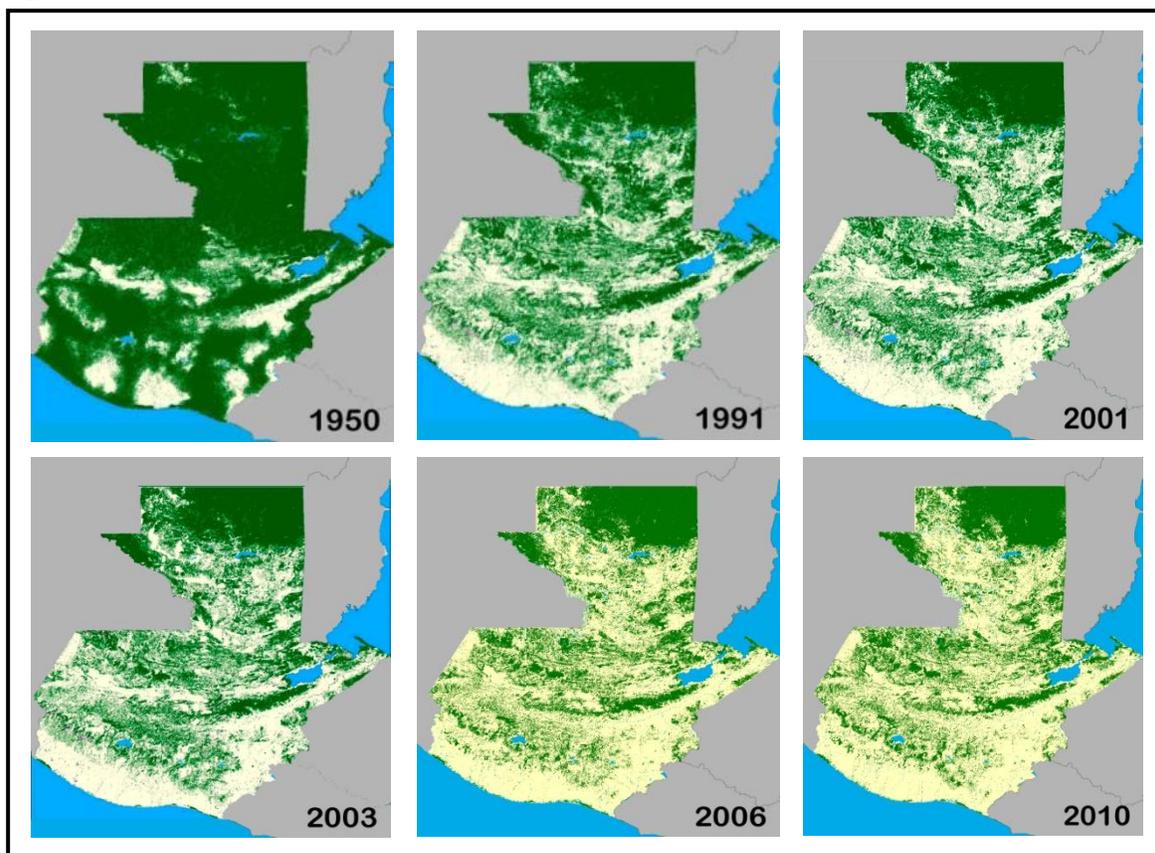
Grafica No. 1. Dinámica de cobertura forestal año 2001 municipio de Santa María Chiquimula	37
Grafica No. 2. Dinámica de cobertura forestal año 2006, municipio de Santa María Chiquimula	40
Grafica No. 3. Dinámica de cobertura forestal año 2010, municipio de Santa María Chiquimula	43
Grafica No. 4. Dinámica de cobertura forestal año 2013, municipio de Santa María Chiquimula	46
Grafica No. 5. Dinámica de cobertura forestal años 2001, 2006, 2010 y 2013, municipio de Santa María Chiquimula	47

# I. INTRODUCCIÓN

## I.1. Antecedentes del problema

Guatemala es un país con gran potencial forestal, según el Instituto Nacional de Bosques (INAB) para el año de 1,950 el territorio guatemalteco contaba con más del 75% de cobertura boscosa, sin embargo en los últimos años, la pobreza, la tenencia de la tierra, el crecimiento poblacional, el avance de la frontera agrícola, la falta de cultura forestal, la oferta energética proveniente del bosque, han generado que más del 35% del bosque se haya perdido hasta el año 2,010. Los cambios de la masa boscosa pueden apreciarse en la siguiente figura.

Figura No. 1 Cambios de cobertura forestal durante los años 1,950 al 2,010.



Fuente: Instituto Nacional de Bosques

Uno de los proyectos de suma importancia y realizado a nivel de Guatemala, fue el estudio de la dinámica de Cobertura Forestal y Mapa de Cobertura Forestal, el cual fue desarrollado durante el periodo 1,991 a 2,001, por el Instituto Nacional de Bosques (INAB), Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), y la Universidad del Valle de Guatemala (UVG), cuyo propósito fue presentar el estado de los bosques en relación a pérdida y ganancia.

En el departamento de Totonicapán, se reportó para el periodo 1991/93, una cobertura forestal de 51,312 ha, sin embargo, para el año 2001, esta cobertura era solo de 46,044 ha, lo que representa una pérdida de 6,425 ha de áreas boscosas, sin embargo, para este mismo periodo de tiempo también se reportó la recuperación de 1,156 ha de bosque, por lo que la pérdida neta para estos años fue de 5,268 hectáreas, equivalente al 10.27%, del área del departamento; esto da como resultado una pérdida anual de 488 ha, que representa una tasa anual 0.95% de todo el territorio del departamento de Totonicapán (INAB, CONAP, UVG, 2001).

Este estudio de la dinámica de cobertura forestal 2001, demuestra que el municipio de Santa María Chiquimula ocupa el segundo lugar en pérdida de cobertura forestal en comparación al resto de municipios del Departamento de Totonicapán, ya que durante el periodo de 1991 a 2001, se estimó que la pérdida de cobertura forestal fue de 1,652 ha es decir el 11.86%, del área, la cual representa una pérdida promedio anual de 153 hectáreas, equivalente al 1.10% de todo el territorio municipal (INAB, CONAP, UVG, 2001).

En los años 2,006 y 2,010 se efectuaron actualizaciones del mapa de cobertura forestal, con la colaboración de INAB, CONAP, UVG y URL. Para el periodo comprendido entre 2001 a 2006, se cuantificó que para el municipio de Santa María Chiquimula su cobertura boscosa era de 10,542 ha, y la pérdida de cobertura forestal para ese periodo fue de 429 ha, que representa el 4.24%, de todo el territorio municipal, es decir, una pérdida anual de 72 ha., equivalente al 0.71% (INAB, CONAP, UVG, URL, 2006), para el periodo 2007 a 2010 el área de estudio contaba con 9,276 ha., de cobertura forestal, la pérdida neta para este periodo fue de 523.17 ha., equivalente a un 5.34% de todo el territorio municipal. (INAB, CONAP, UVG, URL, 2010).

Basado en estos datos se puede notar que el municipio de Santa María Chiquimula es un foco rojo en relación a pérdida de cobertura forestal a nivel del departamento de Totonicapán, pues durante el periodo 2001 a 2010 se estima una pérdida de 2,604 ha equivalente a 21.44% aproximadamente, de todo el territorio municipal.

## **I.2. Planteamiento del problema de investigación.**

Los ecosistemas terrestres han sufrido grandes transformaciones, la mayoría debido a la conversión de la cobertura del terreno y a la degradación e intensificación del uso del suelo (Lambin, 1997). Estos procesos, usualmente englobados en lo que se conoce como deforestación o degradación forestal, se asocian a impactos ecológicos importantes en casi todas las escalas (Bocco, 2001). Se ha comprobado que la destrucción de la biodiversidad y los bosques repercuten en el clima global, y ponen en riesgo una fuente importante de captura de carbono y recurso hídrico. Cada vez es más evidente la transformación que sufre el territorio, los cambios de uso del suelo ya sean legales o ilegales son cada día más frecuentes. Según Orozco (2004), el avance de la frontera agrícola hacia superficies forestales, ha traído como consecuencia la aparición de una superficie de labor frágil y con alta susceptibilidad a los procesos erosivos, y por ende una baja productividad.

El Municipio de Santa María Chiquimula, de acuerdo a la capacidad de uso de suelo, presenta una vocación forestal de 10%, y una vocación agroforestal del 54%, sin embargo, los campesinos utilizan las tierras para cultivos de granos básicos, generando de esta forma conflictividad en el uso del suelo (Plan de Desarrollo Municipio de Santa María Chiquimula 2011-2021). En la actualidad, no se cuenta con un estudio que indique cual es el uso actual del suelo, específicamente en las áreas con capacidad de uso forestal y agroforestal (incluyendo la cuantificación del áreas forestales, la relación de la regeneración natural, reforestación y los factores que provocan la deforestación), la dinámica de los cambios de uso del suelo y la conflictividad de uso del suelo.

Según los datos que se presentan en los estudios de la dinámica de cobertura forestal en los años 2,001, 2,006 y 2,010, un aproximado de 2,604 ha equivalente a 21.44% de la masa boscosa del territorio de Santa María Chiquimula ha sufrido de pérdida, esto debido a varios factores, entre ellos, el incremento de la pobreza, las talas ilícitas del bosque, incendios forestales, la ampliación del área de trabajo agrícola, fenómenos naturales, entre otras. Actualmente, los recursos naturales y específicamente la cobertura forestal, sufren un deterioro continuo y una devastación considerable, generando así intensidad en el uso del suelo.

Santa María Chiquimula carece de información en relación a la cuantificación de cobertura forestal (pérdida y ganancia) además los constantes cambios en el uso del suelo en el área de estudio, han generado que un porcentaje de la población y algunas organizaciones gubernamentales, no se percaten de las grandes pérdidas de masa boscosa que se generan anualmente en el municipio.

Las preguntas de investigación que se plantean en el presente trabajo son las siguientes: ¿Cuál ha sido la dinámica de la cobertura forestal en el municipio de Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán en el periodo 2002 a 2013?, ¿Cuáles han sido los cambios de uso de suelo y su repercusión en la intensidad de uso, específicamente en los suelos de vocación forestal en el área de estudio?

### **I.3. Justificación del estudio**

La administración de tierras, implica una serie de aspectos y herramientas de tipo técnico, institucional, político, jurídico, económico y de gestión, que interactúan entre sí y con los elementos que conforman el territorio. Lo anterior es utilizado para orientar el desarrollo dentro de un espacio geográfico establecido; la intervención en los ámbitos sociales, económicos y ambientales, constituyen un fundamento para mejorar las condiciones de vida de una determinada población.

**El Estudio de la dinámica de la cobertura forestal y de los cambios de uso de suelo, durante el periodo 2002 a 2013**, se ha considerado como prioridad para el municipio de Santa María Chiquimula, por las siguientes razones: a) es uno de los Municipios con alta vocación forestal y agroforestal, pues para el año 2010 su cobertura boscosa era de 9,276 ha (INAB, CONAP, UVG, URL), sin embargo, en la actualidad no se cuenta con información necesaria que permita analizar la dinámica de la cobertura forestal y su impacto en los cambios de uso del suelo, b) el municipio cuenta con un aproximado de 46,000 habitantes, y con una densidad poblacional de 217.50 habitantes por kilómetro cuadrado, mismos que generan presión sobre el uso de la tierra, c) es uno de los municipios que cuenta con un alto índice de pobreza (87.5 %) (SEGEPLAN, 2009), y por ello su fuente de ingresos la adquieren mediante los recursos naturales.

Se considera de suma importancia, generar información que sustente el Plan de Desarrollo Municipal a largo plazo 2011 a 2021, así mismo el Plan Operativo Anual, pues dentro de dichos planes no se contempla un programa de fortalecimiento de la conservación, mejoramiento y recuperación de los recursos naturales, por esa razón, el presente estudio tratara de brindar un contexto territorial de la situación actual de los bosques y el uso del suelo, así mismo, dentro de los planes a nivel del municipio no se contempla alguna metodología que reduzca la presión sobre el uso del suelo.

La presente investigación pretende brindar información confiable sobre la dinámica de la cobertura forestal y los cambios en el uso del suelo, pues a través de la misma, se podrá tomar medidas respecto al escenario geográfico y la condición de los recursos naturales existentes en el área de estudio. Así mismo, contribuirá con brindar información a instituciones internacionales que pudieran estar interesadas en generar proyectos para mejorar y conservar los recursos naturales, y la calidad de vida de los habitantes del Municipio de Santa María Chiquimula.

#### **I.4. Hipótesis de investigación.**

Los procesos de expansión urbana, la deforestación, el incremento de áreas agrícolas, el crecimiento demográfico y la situación precaria de los habitantes de Santa María Chiquimula, han generado un acelerado deterioro de los bosques y han provocado conflicto de uso del suelo.

#### **I.5. Objetivos**

##### **I.5.1. General**

Analizar la dinámica de la cobertura forestal, los cambios y la conflictividad en el uso del suelo que se han generado en los últimos 12 años en el municipio de Santa María Chiquimula, del departamento de Totonicapán, para determinar las pérdidas y ganancias de la masa boscosa, durante el periodo 2002 al 2013.

##### **I.5.2. Específicos**

- I.5.2.1. Definir el uso potencial y el uso actual del suelo, para identificar la conflictividad en el uso del mismo, en el municipio de Santa María Chiquimula.
- I.5.2.2. Analizar los procesos de la expansión del área agrícola, urbana, la deforestación y su efecto en los cambios de uso del suelo durante el periodo de estudio establecido.
- I.5.2.3. Identificar la dinámica de la cobertura forestal y establecer las pérdidas y ganancias de la misma, en el municipio de Santa María Chiquimula, para el periodo de estudio 2002 a 2013.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Recursos naturales**

Los recursos naturales, son aquellos elementos proporcionados por la naturaleza sin intervención del hombre y que pueden ser aprovechados por el hombre para satisfacer sus necesidades

Además de los recursos naturales, existen los recursos humanos, los recursos culturales, las maquinarias, los bienes inmuebles, etc. Claramente vemos que otros tipos de recursos no son provistos por la naturaleza sin intervención humana, sino que son creados por el hombre (Anzil F. 2009).

Los recursos naturales se pueden clasificar en:

#### **2.1.1. Recursos naturales renovables**

Son aquellos recursos naturales cuya existencia no se agota por la utilización de los mismos. Esto puede ocurrir por dos motivos:

1- Porque su utilización no modifica su stock o el estado de los mismos: energía solar, energía eólica, energía hidráulica, energía biotermal, etc.

2- Porque se regeneran lo suficientemente rápido para que puedan seguir siendo utilizados sin que se agoten: peces, bosques, biomasa en general, etc. Este tipo de recursos naturales renovables pueden dejar de ser renovable si se los utiliza en exceso. Por ejemplo, la pesca excesiva está llevando a que el número de ejemplares de ciertas especies disminuya con el tiempo, es decir, que la tasa de explotación es mayor que la tasa de regeneración. Lo mismo sucede con los bosques nativos (Anzil F. 2009).

#### **2.1.2. Recursos naturales no renovables**

Son aquellos que existen en cantidades fijas o bien aquellos cuya tasa de regeneración es menor a la tasa de explotación. A medida que los recursos naturales no renovables son utilizados, se van agotando hasta acabarse. Ejemplos de recursos naturales no renovables son el petróleo, los minerales y el gas natural.

El petróleo juega un rol fundamental en la economía, ya que actualmente el sistema económico depende de la energía provista por el petróleo. Como dijimos, el petróleo es un recurso natural no renovable, lo que significa que algún día se terminará. Es por esto que se

están investigando energías alternativas para reemplazar al petróleo. Algunas alternativas serían los biocombustibles, la energía solar, la energía eólica y la utilización del hidrógeno como combustible. También preocupa actualmente el impacto ambiental que tiene la utilización de los combustibles fósiles, principalmente debido a un fenómeno conocido como "calentamiento global", que ocasionaría un aumento de la temperatura en todo el planeta, con terribles consecuencias para los ecosistemas (Anzil F. 2009).

### **2.1.3. Impacto de los recursos naturales en la economía**

Los recursos naturales son importantes para la economía mundial y de cada país, ya que determinan las industrias que se desarrollan en cada país, los patrones de comercio internacional, la división internacional del trabajo, etc. Por ejemplo, la disponibilidad de carbón en Inglaterra y ciertas regiones de Europa fueron claves para la revolución industrial. Los países árabes, del golfo pérsico y Venezuela dependen de los ingresos que obtienen por la explotación de un recurso natural: el petróleo. Los amplios y variados recursos naturales disponibles en Estados Unidos facilitaron el crecimiento de una economía diversificada (Anzil F. 2009).

### **2.1.4. Los recursos naturales en el ambiente**

La disminución de la biodiversidad, la tala de grandes áreas de selvas y bosques, la explotación excesiva de recursos marinos e ictícolas, la disminución de agua dulce que existe en la tierra, son factores de suma importancia que generan un ciclo de vida que mantiene en supervivencia a todo el ambiente, sin embargo, el sistema capitalista actual representa una amenaza al stock de muchos recursos naturales no renovables y daño al ambiente. Es necesario que se tomen medidas por parte de los gobiernos, y que la legislación sea acorde a la situación actual en relación a la conservación de los recursos naturales y el ambiente, además, las personas deben tomar conciencia de la importancia del tema de los recursos naturales y el ambiente, así mismo, deben de cambiar ciertas actitudes o estilos de vida que repercuten y crean consecuencias ambientales negativas (Anzil F. 2009).

## **2.2. Cobertura forestal en Guatemala.**

Guatemala, con una superficie territorial de 108,889 Km<sup>2</sup> tiene una significativa porción de su territorio con capacidad de uso forestal, en ese sentido, basados en el estudio de capacidad de uso de la tierra, hecha por el INAB en el año 2000, se ha generado una separación entre la Capacidad de Uso Forestal o Aptitud Preferentemente Forestal para actividades de producción de bienes maderables y no maderables; y una más general que incluye la producción de bienes y servicios ambientales.

Partiendo de esta categorización, se estima que Guatemala tiene una Aptitud preferentemente forestal para producción de bienes y servicios, de 40.16% de su territorio, que asciende aproximadamente a 4.35 millones de ha.

Al hacer la consideración de áreas de aptitud preferentemente forestal productiva, donde se supone que estas unidades de tierras soportan actividades de manejo y ordenación forestal para la producción de bienes maderables y no maderables, el porcentaje nacional es de 24.63%.

La aptitud para producción de bienes está dada por las categorías de capacidad de uso definidas como: Agroforestería con cultivos permanentes (Ap) y Tierras Forestales para Producción (F). A la aptitud total se le suma la categoría de Tierras Forestales para Protección (Fp) y las áreas protegidas con categoría de protección estricta (zonas núcleo, reservas de biosfera, parques nacionales, biotopos) (Instituto de Ciencias Ambientales 2003).

En el cuadro siguiente se muestra la relación entre áreas de vocación forestal respecto al total de la superficie nacional, separada por departamento.

Cuadro No. 1 Superficies departamentales de aptitud preferentemente forestal para producción de bienes y servicios basados en el mapa de capacidad de uso de la tierra del INAB.

DEPARTAMENTO	Area	APF	APF	APF	APF
	Departamental	Producción	Total	Producción	Total
	(ha)	(ha)	(ha)	(%)	(%)
Guatemala	219,255.00	58,446.17	69,064.60	26.7	31.5
El Progreso	183,827.60	55,533.45	78,851.80	30.2	42.9
Sacatepéquez	53,654.99	8,752.58	15,869.73	16.3	29.6
Chimaltenango	186,493.30	54,792.29	65,779.40	29.4	35.3
Escuintla	450,734.18	25,939.03	49,967.28	5.8	11.1
Santa Rosa	322,327.42	57,041.23	71,252.48	17.7	22.1
Sololá	103,990.24	33,763.32	58,837.73	32.5	56.6
Totonicapán	107,636.88	14,143.89	26,133.51	13.1	24.3
Quetzaltenango	213,248.34	32,960.22	76,485.22	15.5	35.9
Suchitepéquez	239,351.82	19,469.33	24,103.31	8.1	10.1
Retalhuleu	170,014.66	1,028.15	6,183.88	0.6	3.6
San Marcos	355,164.03	103,005.25	150,799.04	29.0	42.5
Huehuetenango	735,987.88	334,168.89	469,544.42	45.4	63.8
Quiché	728,437.58	213,613.02	294,252.77	29.3	40.4
Baja Verapáz	286,751.80	164,260.24	184,897.10	57.3	64.5
Alta Verapáz	1,076,933.17	476,396.50	533,976.15	44.2	49.6
Petén	3,599,096.19	438,100.28	1,400,126.14	12.2	38.9
Izabal	751,893.77	172,875.68	324,719.29	23.0	43.2
Zacapa	270,626.10	89,292.07	133,422.39	33.0	49.3
Chiquimula	240,974.41	114,087.53	134,431.61	47.3	55.8
Jalapa	203,420.28	88,178.46	94,427.78	43.3	46.4
Jutiapa	332,417.96	58,142.41	87,558.33	17.5	26.3
Total	10,832,237.60	2,613,989.99	4,350,683.96		
porcentajes		2.413.157.915	4.016.422.203		

Fuente: Informe técnico No. 7, Situación Actual de los Bosques de Guatemala (Instituto de ciencias ambientales, URL, FCAA, IARNA, 2003).

Como puede observarse, los mayores porcentajes de aptitud preferentemente forestal se concentran en los departamentos de Baja Verapaz, Huehuetenango, Sololá y Chiquimula; mientras tanto, para producción están los departamentos anteriores, excepto Sololá y se adiciona Alta Verapaz.

Estas relaciones porcentuales se refieren a las superficies de cada departamento; sin embargo, en superficie total, los departamentos que suman mayor área de vocación forestal están: Petén, Alta Verapaz, Huehuetenango e Izabal, que suman el 62% de la vocación forestal del país, con aproximadamente 2.73 millones de ha. Para producción, los departamentos de Alta Verapaz, Petén, Huehuetenango, Quiché e Izabal suman una aptitud preferentemente forestal de 1.64 millones de hectáreas, que representa el mismo 62% de la aptitud productiva.

Para efectos comparativos se utilizó también el mapa de capacidad de uso de USDA, de manera que se pueda establecer algunas diferencias respecto de la aptitud forestal del país, en función de las dos metodologías.

De la superficie total territorial de la República de Guatemala, un 63.17 % de este territorio con aptitud de uso preferentemente forestal, según el mapa de Capacidad de Uso de la Tierra (USDA). Cabe hacer notar, que esta capacidad incluye aptitud forestal para producción de bienes y servicios y para ello se consideran las clases de capacidad VI, VII y VIII. Sin embargo, para hacer una separación de actividades estrictamente productivas, se han considerado las clases VI y VII de dicho mapa, lo que proporciona un porcentaje nacional de aptitud forestal productiva de 56% (Instituto de Ciencias Ambientales 2003).

### **2.2.1. Superficie forestal en Guatemala**

Según el Mapa de Cobertura Forestal INAB 2,000, el territorio guatemalteco tiene una masa boscosa de 49,466 km<sup>2</sup>.

El área total con cobertura arbórea es de 49,466 km<sup>2</sup> (45.32%) del territorio nacional. De este total 25.97% (28,346 km<sup>2</sup>) es de bosques latifoliados, 2.08% (2,271.8 km<sup>2</sup>) de bosques de coníferas, 7.5% (8,190.8 km<sup>2</sup>) de bosques mixtos, 0.16% (177.26 km<sup>2</sup>) de bosques manglares y el resto de bosques secundarios principalmente de especies latifoliadas.

### **2.3. Capacidad de uso de suelo**

Se entiende por capacidad de uso de la tierra, la capacidad potencial natural de una determinada clase de tierra para prestar sosteniblemente a largo plazo determinados bienes o servicios, incluyendo los de protección y ecológicos. (Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio ambiente, Bolivia 1997)

La clasificación y evaluación de los suelos, son fundamentales para el ordenamiento territorial y la planificación económica de cualquier región, y utilizar técnicamente las tierras con vocación agropecuaria y forestal, para una ejecución de proyectos, como agroindustriales y otros planes de desarrollo del sector agropecuario. (CORDECO, 1993, citado por Alvarado, Bolivia 1998).

La clasificación de tierras según su capacidad de uso, se basa en los efectos combinados de clima y las características permanentes de los suelos. Capacidad productiva de la tierra, limitaciones en el uso de la tierra, riesgos de dañar el suelo y requerimiento de manejo de los suelos. Esta clasificación, une a los suelos basándose en rasgos del terreno superficial y en las propiedades de los suelos que pueden ser evaluadas por observación y al tacto, clasificándolos en tres categorías de tierras: clases, subclases y unidades. Según el estudio de Capacidad de Uso de la Tierra que generó el INAB en el año 2000 las categorías por Capacidad de Uso para Guatemala son las siguientes (INAB 2000):

**a) Agricultura sin limitaciones (A):**

Áreas con aptitud para cultivos agrícolas sin mayores limitaciones dependiente, profundidad, pedregosidad o drenaje. Permiten cultivos agrícolas en monocultivo o asociados en forma intensiva o extensiva y no requieren o, demandan muy pocas, prácticas intensivas de conservación de suelos. Pueden ser objeto de mecanización.

**b) Agricultura con mejoras (Am):**

Áreas que presentan limitaciones de uso moderadas con respecto a la pendiente, profundidad, pedregosidad y/o drenaje. Para su cultivo se requieren prácticas de manejo y conservación de suelos así como medidas agronómicas relativamente intensas y acordes al tipo de cultivo establecido.

**c) Agroforestería con cultivos anuales (Aa):**

Áreas con limitaciones de pendiente y/o profundidad efectiva del suelo, donde se permite la siembra de cultivos agrícolas asociados con árboles y/o con obras de conservación de suelos y prácticas o técnicas agronómicas de cultivo.

**d) Sistemas silvopastoriles (Ss):**

Áreas con limitaciones de pendiente y/o profundidad, drenaje interno que tienen limitaciones permanentes o transitorias de pedregosidad y/o drenaje. Permiten el desarrollo de pastos naturales o cultivados y/o asociados con especies arbóreas.

**e) Agroforestería con cultivos permanentes (Ap):**

Áreas con limitaciones de pendiente y profundidad, aptas para el establecimiento de sistemas de cultivos permanentes asociados con árboles (aislados, en bloques o plantaciones, ya sean especies frutales y otras con fines de producción de madera y otros productos forestales).

**f) Tierras forestales para producción (F):**

Áreas con limitaciones para usos agropecuarios; de pendiente o pedregosidad, con aptitud preferente para realizar un manejo forestal sostenible, tanto del bosque nativo como de plantaciones con fines de aprovechamiento, sin que esto signifique el deterioro de otros recursos naturales. La sustitución del bosque por otros sistemas conllevaría a la degradación productiva de los suelos.

**g) Tierras forestales de protección (Fp):**

Áreas con limitaciones severas en cualquiera de los factores limitantes o modificadores; apropiadas para actividades forestales de protección o conservación ambiental exclusiva. Son tierras marginales para uso agrícola o pecuario intensivo. Tienen como objetivo preservar el ambiente natural, conservar la biodiversidad, así como las fuentes de agua. Estas áreas permiten la investigación científica y el uso eco-turístico en ciertos sitios habilitados para tales fines, sin que esto afecte negativamente el o los ecosistemas presentes en ellas. También se incluyen las áreas sujetas a inundaciones frecuentes, manglares y otros ecosistemas frágiles. Las áreas cubiertas con mangle, están sujetas a regulaciones reglamentarias especiales que determinan su uso o protección.

**2.4. Cambios de uso de suelo**

Los cambios en la cobertura y uso del suelo son resultado de una compleja interacción entre el ser humano y el medio biofísico, estos cambios actúan sobre un amplio rango de escalas espaciales y temporales, además, se debe mencionar que es el proceso y conjunto de actividades con fines sociales y económicos que responden a una gestión territorial con las autoridades competentes de determinadas áreas terrestres, de esta manera se generan los cambios de uso de suelo legalmente, sin embargo los cambios de uso de suelo de forma ilegales son los más comunes en varios países de América y los que generan más daño a los recursos naturales, agregado a esto la conflictividad de uso de suelo. (Verburg 1999).

Los estudios sobre los procesos de cambio en la cobertura y uso del suelo se concentran en el centro de la atención de la investigación ambiental actual. La mayor parte de los cambios ocurridos en ecosistemas terrestres se deben: a) conversión de la cobertura del terreno, b) degradación del terreno y c) intensificación en el uso del suelo estos procesos, usualmente englobados en lo que se conoce como deforestación o degradación forestal, se asocian a impactos ecológicos importantes en prácticamente todas las escalas, en diversos lugares afecta la pérdida y degradación de suelos, cambios en el microclima y pérdida en diversidad de especies, así mismo en cuencas hidrográficas y de asentamientos humanos, estos cambios afectan a nivel mundial en las emisiones de gases de efecto invernadero que dan como resultado los cambios climáticos globales (Lambin 1997).

## **2.5. Uso actual del suelo**

El uso actual del suelo es el resultado del conjunto de actividades que el ser humano lleva a cabo sobre la tierra, modificando las características originales de la cobertura natural hasta conformar áreas realmente transformadas por sus diversas necesidades. El suelo tiene características intrínsecas, físicas, químicas y biológicas que le permiten potenciar al ser humano unos usos específicos; sin embargo, no siempre el uso que el hombre le da al suelo, es el que realmente le podría corresponder, muchos de los cambios que se realizan giran únicamente por la satisfacción de sus necesidades hasta el punto de crear para su mejor modo de vivir áreas artificiales, y esto se nota con las áreas urbanas que se expanden descontroladamente y a un ritmo acelerado, desconociendo de esta forma el patrimonio natural y su dinámica, propiciando con dichos cambios en el suelo múltiples problemas para todo ser viviente (Sociedad Geografía de Colombia, 2011).

Los estudios en la cobertura y uso actual de suelo, proporcionan la base para conocer las tendencias de los procesos de deforestación, degradación, desertificación y pérdida de la biodiversidad de una región determinada (Lambien et. Al 2001). Aunque existen eventos naturales tales como las huracanes, que propician variaciones en la cobertura natural, durante las últimas décadas, las actividades humanas se han convertido en el principal desencadenador de la transformación de los ecosistemas (Vitousek et. Al 1997). Por ejemplo se estima que la pérdida de bosques desde los albores de la humanidad al presente va de un tercio (Noble y Dirzo 1997) a casi la mitad (Cincotta et al 2000) de la superficie total original. Este proceso se agudizó durante los últimos dos siglos al cuadruplicarse la densidad de la población y desaparecer más superficie forestal que durante toda la historia de la humanidad sobre la tierra (Cincotta et al 2000). Esta acelerada pérdida de la cubierta forestal lleva consigo al exterminio de la reserva genética inherente a los ecosistemas autóctonos. Entre las consecuencias más obvias que destaca la pérdida del potencial de uso de los múltiples bienes y servicios ambientales que proporcionan los ecosistemas para el bienestar humano son: el calentamiento global, la alteración de ciclos hidrológicos y biogeoquímicos, la introducción de especies exóticas, el exterminio de las especies nativas y la pérdida de hábitat en general (Velázquez et al. 2002).

## **2.6. Conflicto de uso de la tierra**

El Conflicto de uso de la tierra, constituye una variable de análisis, resultante de la comparación de la capacidad de uso de la tierra con el uso de la tierra, permitiendo de esa manera identificar conflictos de uso en términos de la medida en que la intervención humana o de la naturaleza es acorde o no con la aptitud de una unidad de tierra. Generalmente se definen tres categorías: tierras subutilizadas, tierras sobre utilizadas y tierras con uso a capacidad (IIA, URL, FCAA, IARNA, 2003).

- Tierras con uso a capacidad (UC)

Significa que las tierras están siendo utilizadas de acuerdo a su capacidad y que la conservación de estos recursos está asegurada toda vez que se mantenga el uso recomendado.

- Tierras con subuso (Sub)

Corresponden a tierras que no están siendo utilizadas a su capacidad, es decir que el potencial de las mismas está siendo desaprovechado, con acciones que no corresponden a su capacidad productiva.

- Tierras con sobreuso (Sob)

En esta categoría se incluyen las tierras con mayor grado de conflictividad, pues se realizan actividades no correspondientes a la capacidad de uso. En este sentido se dice que se sobre utiliza, porque el recurso se degrada, porque se expone y se provocan procesos de erosión acelerado (IIA, URL, FCAA, IARNA, 2003).

## **2.7. Dinámica de cobertura forestal**

Un ecosistema forestal, como todo ecosistema vivo, evoluciona en función de las variaciones de los diferentes parámetros y factores a los que está sometido.

Los grandes factores climáticos, tales como las variaciones macro climáticas observadas a escala geológica, algunos accidentes naturales como las avalanchas o deslizamientos de terreno en la montaña, los grandes incendios por cualquiera sea su origen y ciertos factores antrópicos como la deforestación en áreas forestales que posteriormente son destinados a la agricultura o más en general a las actividades económicas, son las que generan la dinámica en la cobertura forestal y dan origen a las grandes modificaciones de los ecosistemas (Congreso Forestal Mundial 1997).

Junto a esos aspectos no forestales, la actividad silvícola es igualmente susceptible de introducir una parte significativa de variabilidad en la evolución que podría calificarse como "natural" de los ecosistemas forestales, (Congreso Forestal Mundial 1997).

## **2.8. Ordenamiento territorial**

Conceptualmente la ordenación del territorio es la proyección en el espacio de las políticas social, cultural, ambiental y económica de una sociedad. El estilo de desarrollo determina, por tanto, el modelo territorial, expresión visible de una sociedad, cristalización de los conflictos que en ella se dan, cuya evolución no es sino el reflejo del cambio en la escala de valores sociales. De forma paralela, la ordenación territorial, cuyo origen responde a un intento de integrar la planificación socioeconómica con la física, procura la consecución de la estructura espacial adecuada para un desarrollo eficaz y equitativo de la política económica, social, cultural y ambiental de la sociedad. Trata de superar la parcialidad del enfoque temático en la planificación sectorial y la reducida escala espacial en el planeamiento municipal (Alvarado, H. 2010)

Ordenar el territorio significa vincular las actividades humanas al territorio. Se está haciendo ordenación territorial cuando se toma en cuenta el territorio en la definición de la estrategia de desarrollo y cuando se vinculan a él las actividades que configuran dicha estrategia.

Desde un punto de vista más técnico, la ordenación del territorio tiene tres objetivos básicos:

- La organización coherente, entre sí y con el medio, de las actividades en el espacio, de acuerdo con un criterio de eficiencia.
- El equilibrio en la calidad de vida de los distintos ámbitos territoriales, de acuerdo con un principio de equidad.
- La integración de los distintos ámbitos territoriales en los de ámbito superior, de acuerdo con un principio de jerarquía y de complementariedad.

Desde el punto de vista administrativo, la ordenación del territorio es una función pública, que responde a la necesidad de controlar el crecimiento espontáneo de las actividades humanas, fundamentalmente en el sentido de evitar los problemas y desequilibrios que aquél provoca: entre zonas y entre sectores, optando por una suerte de justicia socio espacial y por un concepto de calidad de vida que trasciende al mero crecimiento económico. Tal función es de carácter horizontal, se ejerce por organismos públicos y condiciona a la planificación sectorial y a otras dos funciones públicas también horizontales: una de nivel inferior, el urbanismo, y otra superior: la planificación económica (Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1997).

## **2.8.1. Los planes de ordenamiento territorial**

El Ordenamiento Territorial, distribuye actividades en el espacio de acuerdo con un sistema de planificación territorial (cuando lo hay); pero también es el resultado de otras regulaciones sectoriales que tienen incidencia territorial (política ambiental, de vivienda, servicios, educación, actividades económicas, infraestructura, etc.). Dentro de este contexto, el ordenamiento territorial se constituye en una política de planificación territorial, cuya instrumentación se da a través de planes.

El Ordenamiento Territorial mediante planes, busca organizar aquellos componentes o relaciones existentes en el territorio, cuyo funcionamiento no se ajusta a la imagen objetivo, metas y escenarios definidos por el modelo territorial que las entidades territoriales se proponen alcanzar en un horizonte de tiempo determinado. El plan de Ordenamiento Territorial es la estrategia más adecuada para hacer coherente y armónica la planificación, con los principios y finalidades sociales, económicas y ecológicas (Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1997).

### **2.8.1.1. Definición del plan de ordenamiento territorial**

El Plan de Ordenamiento Territorial es el instrumento, mediante el cual las entidades también pueden planificar los usos del territorio y orientar previsoramente los procesos de ocupación del mismo. Por su carácter integral, participativo, democrático y prospectivo, el plan debe articular en el espacio tanto los aspectos sectoriales a través de la proyección espacial de las políticas ambientales, sociales, culturales y económicas, como los aspectos territoriales, uso y ocupación (CATIE. 2005).

Con el plan se debe tener un diagnóstico preciso de los principales conflictos y problemas de uso y ocupación sobre el territorio, las oportunidades y aptitud del mismo, así como una serie de escenarios alternativos, bien para solucionar estos problemas, o para el aprovechamiento idóneo de sus oportunidades. En síntesis: El plan como instrumento racionalizador de la toma de decisiones sobre los procesos de uso y ocupación del territorio, debe proponer una estrategia de desarrollo ambiental, económica, social y cultural, expresada en un conjunto de actividades y usos a localizar, formulada a partir de la función de la entidad territorial, en relación con otras de su mismo nivel -de acuerdo al principio de coordinación-, las directrices provenientes de niveles territoriales superiores y de las acciones previstas o tomadas en ámbitos inferiores (CATIE. 2005).

De igual forma el plan deber contener una propuesta concertada para la distribución ordenada de las actividades en el espacio, tomando en cuenta sus oportunidades, limitantes y problemas, la mejor organización funcional del territorio y la posibilidad de usos múltiples.

### **2.8.1.2. Atributos de los planes de ordenamiento territorial**

Los planes de Ordenamiento Territorial presentan un conjunto de atributos o cualidades que definen su naturaleza y dinamismo, los cuales se desprenden de la conceptualización adoptada. A continuación se enuncian estos atributos a manera de principios orientadores de los planes ordenadores: holístico, prospectivo, repetitivo, flexible, democrático, multi e interdisciplinario (CATIE. 2005).

### **2.8.1.3. Naturaleza de los planes de ordenamiento territorial**

Los planes de ordenamiento territorial se conciben a corto, mediano y largo plazo y son producto de procesos de consulta y concertación con los diversos actores sociales del territorio (gestores/decisores del desarrollo nacional y regional). La participación y concertación constituyen un elemento necesario para garantizar el éxito del proceso ordenador, con lo cual se puede concretar el espíritu democrático y participativo.

El sistema funcional que pretende la ordenación del territorio puede esquematizarse en términos de las relaciones entre diversos tipos de ecosistemas temáticamente bien contrastados, pero que espacialmente se solapan en una poco deseable penetración difusa del territorio (CATIE. 2005).

### **2.8.1.4. Elementos para la formulación de los planes de ordenamiento territorial**

La realización de planes de Ordenamiento Territorial requiere de un conjunto de elementos, a saber:

#### a) Zonificación del territorio

La división del territorio en unidades síntesis de ordenamiento, se constituye en un elemento necesario para ordenar las actividades y los procesos de la sociedad en términos integrales y específicos. No necesariamente deben desarrollarse una misma política de ordenamiento para áreas del territorio cultural y/o económicamente similares. Las unidades territoriales, además de facilitar la proyección espacial de las políticas de desarrollo y regulaciones sectoriales, constituyen una identificación espacial de oportunidades, limitantes, problemas y aspiraciones que sirven de soporte a la política de Ordenamiento Territorial (CATIE. 2005).

#### b) Normatividad

Los planes de O.T. enfrentan diversos intereses, objetivos, poderes, presiones y problemas. Para responder ante tales situaciones y efectuar exitosamente los planes, es indispensable disponer de Leyes y normas reglamentarias que permitan a los organismos planificadores el soporte legal para realizar su gestión y para la materialización de sus propósitos.

#### c) Organización institucional

La gestión ordenadora exige la existencia de un sistema institucional que articule el conjunto de organismos que participan en el proceso de ordenamiento. Esta organización institucional garantizará, la armonización vertical, la complementariedad y concurrencia. La organización institucional para el O. T debe, principalmente, articularse al Sistema Nacional de Planificación y al Sistema Nacional Ambiental, en los diferentes niveles territoriales.

#### d) Marcos de discusión y concertación de planes

La importancia de la participación ciudadana, a través de los actores sociales, en la formulación de los planes de ordenamiento, exige la definición de organismos establecidos legalmente con la finalidad de propiciar la discusión y concertación de los objetivos, estrategias, metas y escenarios que integran los planes.

#### e) Información y recursos técnicos de manejo

El proceso de ordenamiento en sus fases de diagnóstico territorial y diseño de escenarios requiere el manejo de abundantes datos espaciales y alfanuméricos, lo que obliga el uso de técnicas e instrumentos de captura, almacenamiento, procesamiento, análisis y salida de la información. Las entidades planificadoras deberán valerse de tales técnicas para facilitar la producción y manejo de la información que requiere el Ordenamiento Territorial Departamental.

#### f) Recursos financieros

Los procesos de O.T. demandan para la materialización de todo lo anterior de la asignación de recursos propios, presupuestados para este fin. Finalmente los resultados más tangibles del Plan de Ordenamiento Territorial serán una serie de proyectos y acciones orgánicamente programados y con el soporte presupuestal suficiente para garantizar su puesta en marcha. Si no existen recursos para la formulación e implementación al Plan de Ordenamiento Territorial no pasará de ser un ejercicio técnico.

### **2.8.1.5. Objetivos de los planes de O. T**

Las metas de los planes se formularán en consideración de:

- a) La proyección espacial de las políticas y objetivos estratégicos formulados en el plan de desarrollo, estableciendo prioridades y mecanismos de gestión.
- b) Las oportunidades, limitantes y problemas e imagen objetivo de cada entidad territorial.

### **2.8.2. La justificación del ordenamiento territorial**

La ordenación territorial se justifica desde su propio contenido conceptual, como método planificado de ataque y prevención de los problemas generados por los desequilibrios territoriales, la ocupación y uso desordenado del territorio y las externalidades que provoca el espontáneo crecimiento económico, respecto de los cuales los mecanismos de mercado resultan insuficientes. Parte de la idea de que como todo sistema, el territorial requiere mecanismos de control y regulación; estas funciones corresponden al sistema de planificación y gestión implicadas en el proceso de ordenación territorial (CATIE. 2005).

### **2.9. Desarrollo sostenible**

El sistema económico basado en la máxima producción, el consumo, la explotación ilimitada de recursos y el beneficio como único criterio de la buena marcha económica es insostenible. Un planeta limitado no puede suministrar indefinidamente los recursos que esta explotación exigiría. Por esto se ha impuesto la idea de que hay que ir a un desarrollo real, que permita la mejora de las condiciones de vida, pero compatible con una explotación racional del planeta que cuide el ambiente. Es el llamado desarrollo sostenible (Libro de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, 2011).

La más conocida definición de Desarrollo sostenible es la de la Comisión Mundial sobre Ambiente y Desarrollo (Comisión Brundtland) que en 1987 definió Desarrollo Sostenible como:

"el desarrollo que asegura las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para enfrentarse a sus propias necesidades".

Según este planteamiento el desarrollo sostenible tiene que conseguir a la vez:

- Satisfacer a las necesidades del presente, fomentando una actividad económica que suministre los bienes necesarios a toda la población mundial. La Comisión resaltó "las necesidades básicas de los pobres del mundo, a los que se debe dar una atención prioritaria".

- Satisfacer a las necesidades del futuro, reduciendo al mínimo los efectos negativos de la actividad económica, tanto en el consumo de recursos como en la generación de residuos, de tal forma que sean soportables por las próximas generaciones.
- Cuando nuestra actuación supone costos futuros inevitables (por ejemplo la explotación de minerales no renovables), se deben buscar formas de compensar totalmente el efecto negativo que se está produciendo (por ejemplo desarrollando nuevas tecnologías que sustituyan el recurso gastado), (Libro de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, 2011).

### **2.9.1. Características de un desarrollo sostenible.**

Las características que debe reunir un desarrollo para que lo podamos considerar sostenible son:

- Busca la manera de que la actividad económica mantenga o mejore el sistema ambiental.
- Asegura que la actividad económica mejore la calidad de vida de todos, no sólo de unos pocos selectos.
- Usa los recursos eficientemente.
- Promueve el máximo de reciclaje y reutilización.
- Pone su confianza en el desarrollo e implantación de tecnologías limpias.
- Restaura los ecosistemas dañados.
- Promueve la autosuficiencia regional
- Reconoce la importancia de la naturaleza para el bienestar humano.

### **2.9.2. Para conseguir un desarrollo sostenible:**

En la mentalidad humana está firmemente asentada una visión de las relaciones entre el hombre y la naturaleza que lleva a pensar que:

- Los hombres civilizados estamos fuera de la naturaleza y que no nos afectan sus leyes
- El éxito de la humanidad se basa en el control y el dominio de la naturaleza
- La Tierra tiene una ilimitada cantidad de recursos a disposición de los humanos

Estos planteamientos se encuentran firmemente asentados en el hombre, especialmente en la cultura occidental que, desde hace unos cuatro siglos, ha visto el éxito de una forma de pensar técnica y centrada en el dominio de la naturaleza por el hombre.

El punto de vista del desarrollo sostenible pone el énfasis en que debemos plantear nuestras actividades "dentro" de un sistema natural que tiene sus leyes. Debemos usar los recursos sin trastocar los mecanismos básicos del funcionamiento de la naturaleza.

Un cambio de mentalidad es lento y difícil. Requiere afianzar unos nuevos valores. Para hacerlo son de especial importancia los programas educativos y divulgativos. Tiene mucho interés dar a conocer ejemplos de actuaciones sostenibles, promover declaraciones públicas y compromisos políticos, desarrollar programas que se propongan fomentar este tipo de desarrollo (Libro de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, 2011).

En la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro en 1992 las NNUU establecieron una Comisión para el Desarrollo Sostenible que puede tener un importante papel a la hora de impulsar este cambio de mentalidad. El resultado final principal de esta cumbre fue un documento titulado Agenda 21 en el que se define una estrategia general de desarrollo sostenible para todo el mundo, haciendo especial hincapié en las relaciones norte-sur, entre los países desarrollados y los que están en vías de desarrollo

En la Unión Europea se elaboró en 1992 el V Programa de acción de la Comunidad en medio ambiente con el título de "Hacia un desarrollo sostenible". En este programa se decía "No podemos esperar... y no podemos equivocarnos", el medio ambiente depende de nuestras acciones colectivas y estará condicionado por las medidas que tomemos hoy. El V Programa reconoce que "el camino hacia el desarrollo sostenible será largo. Su objetivo es producir un cambio en los comportamientos y tendencias en toda la Comunidad, en los Estados miembros, en el mundo empresarial y en los ciudadanos de a pie" (Libro de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, 2011).

### **III. MARCO METODOLÓGICO.**

#### **3.1. Definición del método de investigación a utilizar.**

##### **3.1.1. Método de investigación cuantitativo:**

La presente tesis puede definirse como una investigación aplicada, ya que se obtendrá información para su aplicación de manera inmediata y por el nivel de profundidad del conocimiento, como una investigación explicativa, es decir, se analizarán las causas de los fenómenos naturales y sociales que ilustran el comportamiento del uso actual del suelo, y de esta manera poder predecir las tendencias a corto y mediano plazo de los efectos de la dinámica de la cobertura forestal en la intensidad de uso del suelo.

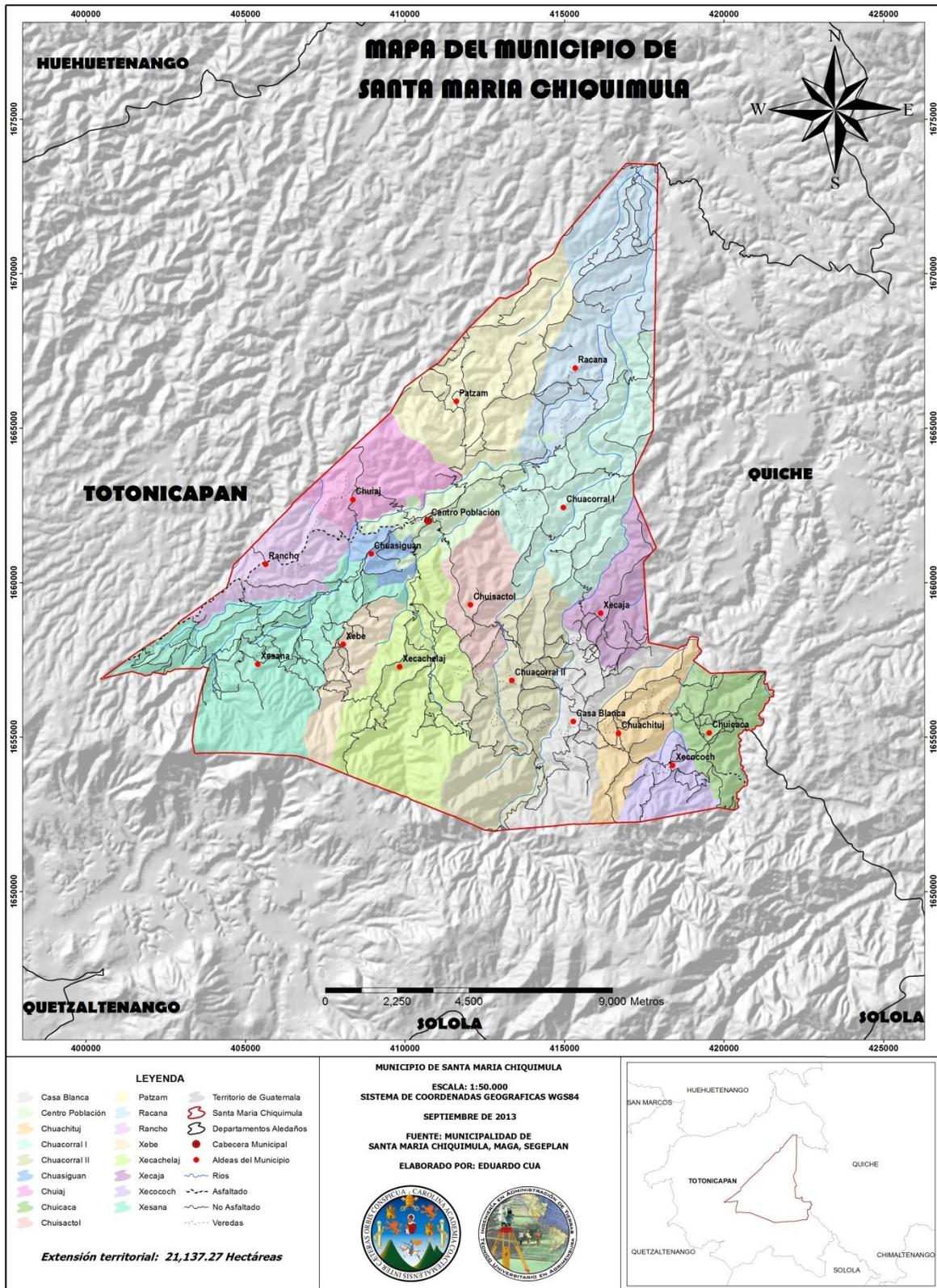
Por el énfasis en la orientación teórico-metodológica, la presente investigación puede definirse como cuantitativa no experimental correlacional-causal; ya que se realizará sin manipular deliberadamente variables, es decir que se trata de un estudio donde no se hará variar en forma intencional las variables independientes para identificar el efecto sobre otras variables; lo que se hará es observar fenómenos tal como se dan en el contexto natural, para posteriormente analizarlo. Con el diseño correlacional-causal se limitará a establecer relaciones entre variables sin precisar sentido de causalidad.

#### **3.2. Contexto espacial y temporal de la investigación.**

##### **3.2.1. Contexto espacial:**

El área de estudio donde se realizó la investigación, es el Municipio de Santa María Chiquimula, del departamento de Totonicapán; el cual fue instituido en el año de 1,969. Cuenta con una población de 46,000 habitantes, su extensión territorial es de 211.5 kilómetros<sup>2</sup> y se encuentra a una altura de 2,130 metros sobre el nivel del mar, se ubica en la parte Este del departamento de Totonicapán, en la Región VI o Región Suroccidental, en la latitud Norte 15° 01' 45" y en la longitud Oeste 91° 19' 46", con respecto al meridiano de Greenwich. Limita al Norte con el municipio de Santa Lucía La Reforma (Totonicapán); al Sur con el municipio de Totonicapán (Totonicapán); al Este con el municipio de San Antonio Ilostenango (Quiché); y al Oeste con el municipio de Momostenango (Totonicapán). La cabecera municipal se encuentra a una distancia de 37 kilómetros de la cabecera departamental y a una distancia de 225 kilómetros de la ciudad capital.

Mapa No. 1. Mapa del Municipio de Santa María Chiquimula, Departamento de Totonicapán.



Fuente: Elaboración Propia, año 2013.

### **3.2.2. Contexto temporal:**

La investigación, “Estudio de la dinámica de la cobertura forestal y de los cambios de uso de suelo en el municipio de Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán” abarco temporalmente el periodo comprendido entre los años 2,002 a 2,013, generando análisis intermedios para los años 2,006 y 2,010.

Se definió este periodo de estudio, pues en el año 2002 el INAB, UVG y CONAP, realizaron un estudio a nivel nacional de la dinámica de cobertura forestal. La información generada en dicho estudio se empleará para realizar las comparaciones respectivas para los años 2006, 2010 pues en dichos años se realizaron 2 estudios más dirigidos a la dinámica de cobertura forestal por INAB, CONAP, UVG y URL, utilizando la información de estos 3 periodos de estudio se efectuaron las comparaciones necesarias para el año 2013, en relación a pérdidas y ganancias de masa boscosa; además se recurrió a las fotografías aéreas de la zona, generadas en el año 2006, esto para cotejar datos y desarrollar de mejor manera la investigación.

### **3.3. Variables de la investigación**

#### **3.3.1. Definición conceptual de las variables**

##### **3.3.1.1. Capacidad de uso de suelo**

Determinación en términos físicos del soporte que tiene una unidad de tierra para ser utilizada en determinados usos o coberturas y/o tratamientos. Generalmente se basa en el principio de la máxima intensidad de uso soportable sin causar deterioro físico del suelo. La Clasificación de tierras por capacidad de uso es un agrupamiento de interpretaciones que se hacen principalmente para fines agrícolas y comienza por la distinción de las unidades de mapeo. Permite realizar algunas generalidades con respecto a las potencialidades del suelo, limitaciones de uso y problemas de manejo. Se refiere solo a un nivel máximo de aplicación del recurso suelo, sin que este se deteriore, con una tasa más grande que la tasa de su formación (INAB 2000).

##### **3.3.1.2. Cambios de uso de suelo**

Los cambios en la cobertura y uso del suelo son resultado de una compleja interacción entre el ser humano y el medio biofísico, estos cambios actúan sobre un amplio rango de escalas espaciales y temporales, además se debe mencionar que es el proceso y conjunto de actividades con fines sociales y económicos que responden a una gestión territorial con las autoridades competentes de determinadas áreas geográficas, de esta manera se generan los cambios de uso de suelo legalmente, sin embargo los cambios de uso de suelo ilegales son los más comunes y los que generan más daño a los recursos naturales (Verburg 1999).

### **3.3.1.3. Uso actual del suelo**

Corresponde a las acciones del hombre sobre la superficie terrestre y especialmente en el ambiente natural, dando como resultado el uso actual de la tierra; el resto es el uso que la vegetación natural dispone como resultado de las características del sitio y la competencia entre especies y el lugar que ocupa, entre ellos se pueden mencionar: humedales, cuerpos y corrientes de agua, terrenos baldíos y afloramientos rocosos. (Disponible en <http://www.sogeocol.edu.co/documentos/Ecologia.pdf>)

### **3.3.1.4. Conflicto de uso de suelo**

El Conflicto de uso de la tierra, constituye una variable de análisis, resultante de la comparación de la capacidad de uso de la tierra con el uso actual de la tierra, permitiendo de esa manera identificar conflictos de uso en términos de la medida, en que la intervención humana o de la naturaleza es acorde o no, con la aptitud de una unidad de tierra.

El objetivo principal de este tema es analizar las relaciones mutuas entre las vocaciones de uso de las tierras y el uso actual de las mismas, cuando existe discrepancia entre el uso actual y potencial o se presenta desequilibrio, debido a que el uso actual no es el más adecuado, causando erosión y degradación de la tierra, de esta manera se evidencian los conflictos de uso de suelo.

Metodológicamente los conflictos de uso se determinan comparando o sobreponiendo el mapa de uso actual de la tierra, con el mapa de uso potencial, el resultado de este proceso permite luego de una confrontación de usos, generar un mapa de conflictos donde se ubican las áreas de uso adecuado o no conflictivo, la jerarquización de conflictos de uso de la tierra, permite identificar prioridades para el ordenamiento territorial y constituye la base para la determinación de los tipos de usos alternativos.

Para este caso se definen tres categorías:

- **USO ADECUADO:** La tierra es utilizada de acuerdo a su capacidad. Uso que indica que no hay discrepancia entre la capacidad de uso de la Tierra y el uso que actualmente se le está dando.
- **SOBRE USO:** Actividad que se está realizando y que es de mayor intensidad a la que la tierra puede soportar. Uso de una unidad de tierra a una intensidad mayor que puede soportar en términos físicos.
- **SUB USO:** La tierra se utiliza por debajo de su potencial. Uso de una unidad de tierra a una intensidad menor que la que es capaz de soportar en términos físicos. (Alvarado, H. 2010)

### **3.3.1.5. Dinámica de cobertura forestal**

Los bosques pueden sufrir daños a causa de perturbaciones como los incendios, la tala ilícita, la contaminación atmosférica, las tormentas, las especies invasoras, las plagas, las enfermedades y los insectos, estas son algunas de las causas que generan las grandes pérdidas de cobertura forestal, en contraste para recuperar la masa boscosa que se consume constantemente únicamente existe la regeneración natural y la reforestación anual dirigida por grupos comunitarios u organizaciones gubernamentales y no gubernamentales.

Para la presente investigación se contemplan dentro de la dinámica de cobertura forestal la clasificación de:

- Bosque: Según la ley forestal (decreto 101-96), es el ecosistema en donde los árboles son las especies vegetales dominantes y permanentes, las cuales se clasifican en:
  - Bosques naturales sin manejo: Son los originados por regeneración natural sin influencia del ser humano.
  - Bosques naturales bajo manejo: son los originados por regeneración natural y que se encuentran sujetos a la aplicación de técnicas silviculturales.
  - Bosques naturales bajo manejo agroforestal: son los bosques en los cuales se practica el manejo forestal y la agricultura en forma conjunta.
- No Bosque: Áreas sin cobertura forestal, bajo uso agrícola, urbano, pastoreo, áreas muertas, etc.
- Ganancia: Son todas las áreas territoriales donde se han generado reforestaciones o regeneración natural.
- Pérdida: Son todas aquellas áreas que han sufrido de cambio de uso de suelo, debido a incendios forestales, talas ilícitas, uso agrícola, fenómenos naturales, uso urbano.

### **3.3.2. Definición operacional**

#### **3.3.2.1. Capacidad de uso del suelo**

La capacidad de uso de suelo, se obtuvo mediante la capa (Shape) generada por el INAB en el año 2000 y la misma surge mediante la metodología del estudio de Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso que se generó en el mismo año por el INAB, (INAB, 2000) para obtener la información de la capacidad de uso del suelo específicamente para el área de estudio, se cortó la capa (shape) de capacidad de uso del suelo, según los límites establecidos del municipio de Santa María Chiquimula en el año 2,008, seguidamente se clasificó y se representó de forma gráfica, según los atributos que presentaba la tabla del shape, posteriormente se recalcularon las áreas para cada clase contenida según la capacidad de uso del suelo, todo esto generado mediante el software ArcGis 10.1.

### **3.3.2.2. Cambios de uso del suelo**

Se analizaron los distintos factores que han generado los cambios en el uso del suelo en estos tiempos en relación a la cobertura forestal en el Municipio de Santa María Chiquimula, ya que los cambios de uso de suelo deberían de ser generados regularmente de forma legal, pero la mayor parte de los cambios se realizan de manera ilegal, y estos crean conflicto en el uso del suelo, por otra parte los cambios climáticos y los fenómenos naturales que azotan nuestro país también contribuyen a los cambios de uso de suelo en determinados territorios.

Para recopilar la información sobre los factores que han generado los cambios en el uso del suelo, se efectuó mediante análisis y comparación de las capas (shapes) generadas en los años 2001, 2006 y 2010 respecto a la dinámica de cobertura forestal, aunado a esto también se utilizaron 20 ortofotos del año 2006 que corresponden al área de estudio, para contrastar información. Para el año 2013 se realizaron observaciones estructuradas mediante recorridos en diversas superficies territoriales para medir y corroborar áreas forestales que han sufrido de cambios, y para ello se utilizó la herramienta de medición GPS, así mismo se utilizaron imágenes de Google Earth del año 2013, con las distintas informaciones mencionadas se generaron los diversos cambios de uso de suelo (shape) en relación a la masa boscosa durante el periodo establecido para la investigación, dichos análisis, comparación y mediciones, fueron procesadas utilizando el software ArcGis 10.1. Las aldeas medidas fueron seleccionadas por orden de prioridades, esto según las áreas más afectadas por pérdida y ganancia de cobertura forestal.

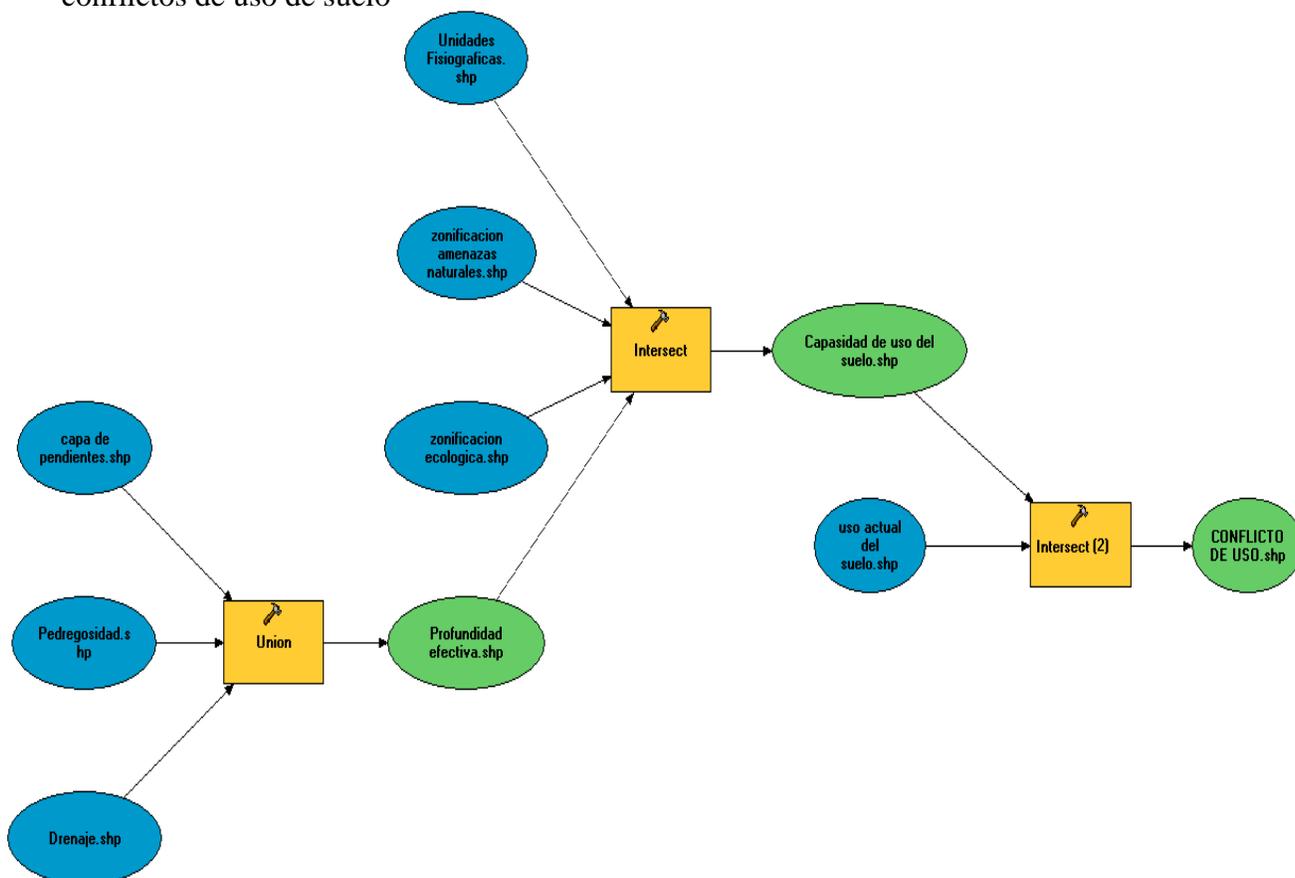
### **3.3.2.3. Uso actual del suelo**

El uso actual del suelo en la relación a la cobertura forestal, es el resultado final de la comparación de la capa 2010 de la dinámica de cobertura forestal con las ortofotos 2006 e imágenes del Google Earth 2013, así mismo corroboración de campo y medición de áreas utilizando GPS, mediante dichos procesos se generó el uso actual del suelo en relación a la cobertura forestal de las diferentes aldeas que conforman el Municipio de Santa María Chiquimula.

### **3.3.2.4. Conflicto de uso de suelo**

El mapa de conflicto de uso de suelo fue elaborado, sobre la base de comparar las categorías existentes de uso actual de la tierra de la cobertura forestal y la capacidad de uso, que fue generado por el Instituto Nacional de Bosques (INAB) en el año 2000, el proceso de comparación para determinar el conflicto de uso de suelo se efectuó mediante el software ArcGis 10.1.

Figura No. 1 Modelo Cartográfico SIG, Procedimiento para la obtención del mapa de conflictos de uso de suelo



Fuente: Elaboración Propia año 2012

### 3.3.2.5. Dinámica de cobertura forestal

Las diferentes pérdidas y ganancias de cobertura forestal se realizaron mediante el análisis de las capas (shapes) generados por el INAB, UVG, CONAP, URL, en los años 2002, 2006 y 2010, respecto a la dinámica de cobertura forestal, y para la actualidad se determinó mediante mediciones con GPS, recorriendo las diferentes aldeas que conforman el territorio del municipio de Santa María Chiquimula y considerando las clases establecidas en la dinámica de cobertura forestal que son: Bosque, No Bosque, Ganancia y Pérdida, así mismo se realizaron parcelas de 500<sup>2</sup> para cuantificar la densidad de árboles, alturas promedio, diámetro promedio y área basal, esto con la finalidad de determinar a qué clase según la dinámica forestal corresponden cada área, aunado a estos procesos se utilizaron imágenes de Google Earth del año 2,013, además se tomó como base las ortofotos del año 2006 generadas por el MAGA para cotejar información.

El proceso de gabinete para generar las comparaciones y los mapas que corresponden a la dinámica en relación a pérdida y ganancia de cobertura forestal para el periodo 2,002-2,013 se efectuaron mediante el software ArcGis 10.1.

### **3.4. Fuentes de información, materiales y equipo.**

#### **3.4.1. Fuentes primarias.**

##### **3.4.1.1. Recopilación de datos mediante trabajo de campo.**

La recopilación de datos mediante trabajo de campo, consistió en las mediciones de las áreas forestales afectadas por pérdidas y ganancias, estas fueron efectuadas en las distintas aldeas del municipio de Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán, la medición de áreas se realizó mediante la herramienta GPS, así mismo se generaron parcelas de 500 m<sup>2</sup> para determinar la densidad de árboles por hectárea, alturas promedio de árboles, diámetro promedio de árboles y el área basal de las mismas, de esta manera se determinó que áreas han sido afectadas por la dinámica forestal según las clases establecidas, para la medición de alturas de los árboles se utilizó la herramienta hipsómetro, para medir los diámetros se utilizó la cinta diamétrica, y para determinar el área basal se utilizó la tabla en Excel basado en las formulas del manual técnico del INAB y de Peter Roland. (Roland, P. 1977)

##### **3.4.1.2. Ubicación de áreas**

Este proceso consistió en generar un mapa base de cada aldea que conforma el municipio de Santa María Chiquimula, según la dinámica de cobertura forestal del año 2010 y de esta manera identificar áreas que han sufrido cambios en la actualidad. Para identificar las áreas a medir en las diferentes aldeas del municipio, se contó con la colaboración del técnico de la oficina forestal municipal de Santa María Chiquimula, así mismo de líderes comunitarios y técnicos del Instituto Nacional de Bosques INAB, la ubicación de áreas a medir se generó de acuerdo a las aldeas que presentaban mayor pérdida de cobertura forestal.

#### **3.4.2. Fuentes secundarias.**

3.4.2.1. Cuaderno de mapas y shapes de las 17 aldeas elaborado por la municipalidad de Santa María Chiquimula, 2008.

3.4.2.2. Proyectos similares en el área. En el municipio de Santa María Chiquimula se han realizado proyectos relacionados a cuantificación del área boscosa de algunas aldeas, mediciones de bosques comunales y mediciones de proyectos de incentivos forestales PINPEP.

3.4.2.3. Shape de capacidad de uso de la tierra, INAB 2000.

3.4.2.4. Shape de cobertura forestal, INAB, CONAP, UVG, URL, 2002, 2006 y 2010. 20 fotografías aéreas digitales, proyecto MAGA, IGN de 2006. (19613-09, 19613-10, 19613-14, 19613-15, 19613-18, 19613-19, 19613-20, 19613-23, 19613-24, 19613-25, 19604-2, 19604-3, 19604-4, 19604-5, 19611-1, 19604-7, 19604-8, 19604-9, 19604-10, 19601-6)

3.4.2.5. Imágenes Google Earth 2,013

3.4.2.6. Shape proyectos PINPEP, INAB, 2,007-2,013

### **3.4.3. Materiales y equipo para la recopilación y transformación de datos.**

- Shape de Ríos, MAGA 2,006
- Shape de Carreteras, SEGEPLAN, 2,006
- Shape de Departamentos, SEGEPLAN, 2006
- GPS 60 CSX garmin
- Brújula
- Cinta métrica
- Cinta Diametrica
- Hipsómetro
- Software ArcGis 10.1
- Software Mapsourse
- Software Conversor de Coordenadas

## IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. Capacidad de uso de suelo, en el municipio de Santa María Chiquimula, departamento de Totonicapán.

Para el presente estudio se analizó y se determinó la capacidad de uso del suelo mediante la recopilación y transformación de la información (shape) generada por el INAB en el año 2000. La capacidad de uso del suelo, generalmente se basa en el principio de la máxima intensidad de uso soportable sin causar deterioro físico del suelo. La Clasificación de tierras por capacidad de uso, es un agrupamiento de interpretaciones que se hacen principalmente para fines agrícolas y comienza por la distinción de las unidades de mapeo. Permite hacer algunas generalizaciones con respecto a las potencialidades del suelo, limitaciones de uso y problemas de manejo (Alvarado, H. 2010). La capacidad de uso del suelo del área de estudio, se define de acuerdo a la metodología del Instituto Nacional de Bosques (INAB), y se presenta resumidamente en el cuadro 2 y en el mapa No. 2.

Cuadro No. 2, Capacidad de Uso del Suelo para el municipio de Santa María Chiquimula en hectáreas y %

Nombre	Área en ha	Área en %
Agricultura sin Limitaciones	7510.608	35.533
Agroforesteria con cultivos anuales	9463.149	44.770
Agroforesteria con cultivos permanentes	2157.052	10.205
Tierras Forestales de Producción	1390.488	6.578
Tierras Forestales de Protección	615.830	2.913
Total	21137.127	100

Fuente: Elaboración propia año 2013

En el cuadro anterior, se puede apreciar que la capacidad de uso del suelo para el municipio de Santa María Chiquimula, en un alto porcentaje corresponde a la vocación de agroforesteria con cultivos anuales y permanentes, siendo esto 54.975 % y un 9.491 % corresponde a tierras forestales de producción y protección, a continuación se describen las categorías encontradas según la capacidad de uso del suelo en el municipio de estudio y el área en % de las mismas, respecto a todo el área territorial de Santa María Chiquimula.

#### **4.5.1. Agricultura sin limitaciones (A):**

Como se puede apreciar, para el área de estudio las tierras de agricultura sin limitaciones representa un 35.533% del área total del municipio, estas áreas son de aptitudes para cultivos agrícolas sin mayores limitaciones de pendiente, profundidad, pedregosidad o drenaje. Permiten cultivos agrícolas en monocultivo o asociados en forma intensiva o extensiva y no requieren o demandan muy pocas prácticas intensivas de conservación de suelos. Pueden ser objeto de mecanización, para aprovechar su uso potencial.

#### **4.5.2. Agroforestería con cultivos anuales (Aa):**

Las áreas de agroforestería con cultivos anuales, representan un 44.770%, del territorio municipal dichas áreas cuentan con limitaciones de pendiente y/o profundidad efectiva del suelo, en las mismas se permiten la siembra de cultivos agrícolas asociados con árboles y/o con obras de conservación de suelos y prácticas o técnicas agronómicas de cultivo.

#### **4.5.3. Agroforestería con cultivos permanentes (Ap):**

Estas áreas representan un 10.205% del municipio de estudio, estas cuentan con limitaciones de pendiente y profundidad, son aptas para el establecimiento de sistemas de cultivos permanentes asociados con árboles (aislados, en bloques o plantaciones, ya sean especies frutales y otras con fines de producción de madera y otros productos forestales).

#### **4.5.4. Tierras forestales para producción (F):**

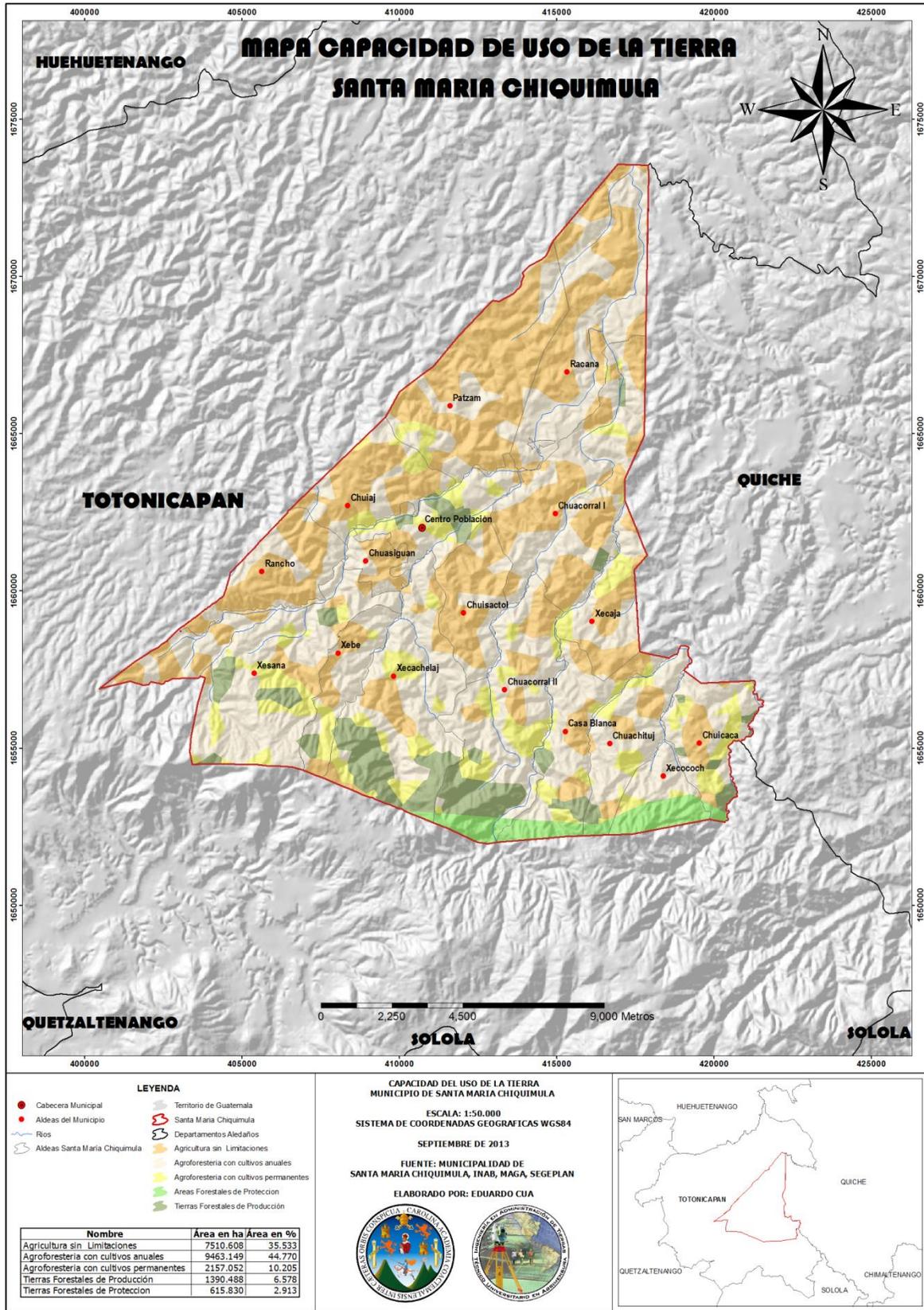
Para las tierras forestales de producción se cuenta con un 6.578% del área total de municipio, estas son áreas con limitaciones para usos agropecuarios; de pendiente o pedregosidad, con aptitud preferente para realizar un manejo forestal sostenible, tanto del bosque nativo como de plantaciones con fines de aprovechamiento, sin que esto signifique el deterioro de otros recursos naturales. La sustitución del bosque por otros sistemas conllevaría a la degradación productiva de los suelos.

#### **4.5.5. Tierras forestales de protección (Fp):**

Para estas tierras se cuenta con un 2.913% de todo el territorio de Santa María Chiquimula, estas áreas cuentan con limitaciones severas en cualquiera de los factores limitantes o modificadores; apropiadas para actividades forestales de protección o conservación ambiental exclusiva.

Son tierras marginales para uso agrícola o pecuario intensivo. Tienen como objetivo preservar el ambiente natural, conservar la biodiversidad, así como las fuentes de agua. Estas áreas permiten la investigación científica y el uso eco-turístico en ciertos sitios habilitados para tales fines, sin que esto afecte negativamente el o los ecosistemas presentes en ellas.

Mapa No. 2, Capacidad de Uso de Suelo, Municipio de Santa María Chiquimula.



Fuente: Elaboración propia año 2013

#### 4.2. Intensidad de uso de suelo, en el municipio de Santa María Chiquimula, departamento de Totonicapán.

La valoración de los conflictos (intensidad) de uso del suelo se hace sobre la base de comparar las categorías existentes de uso actual de la tierra forestal, dándoles una calificación apreciativa en función de cada tipo de tierra presente en el municipio. La intensidad de uso resulta del contraste entre el mapa de uso potencial y uso actual forestal del suelo 2013 (ver mapa No. 7), los resultados se representan en el cuadro 3 y en el mapa No. 3.

Cuadro No. 3, Intensidad de uso del suelo representado en hectáreas y % respecto al territorio del Municipio de Santa María Chiquimula.

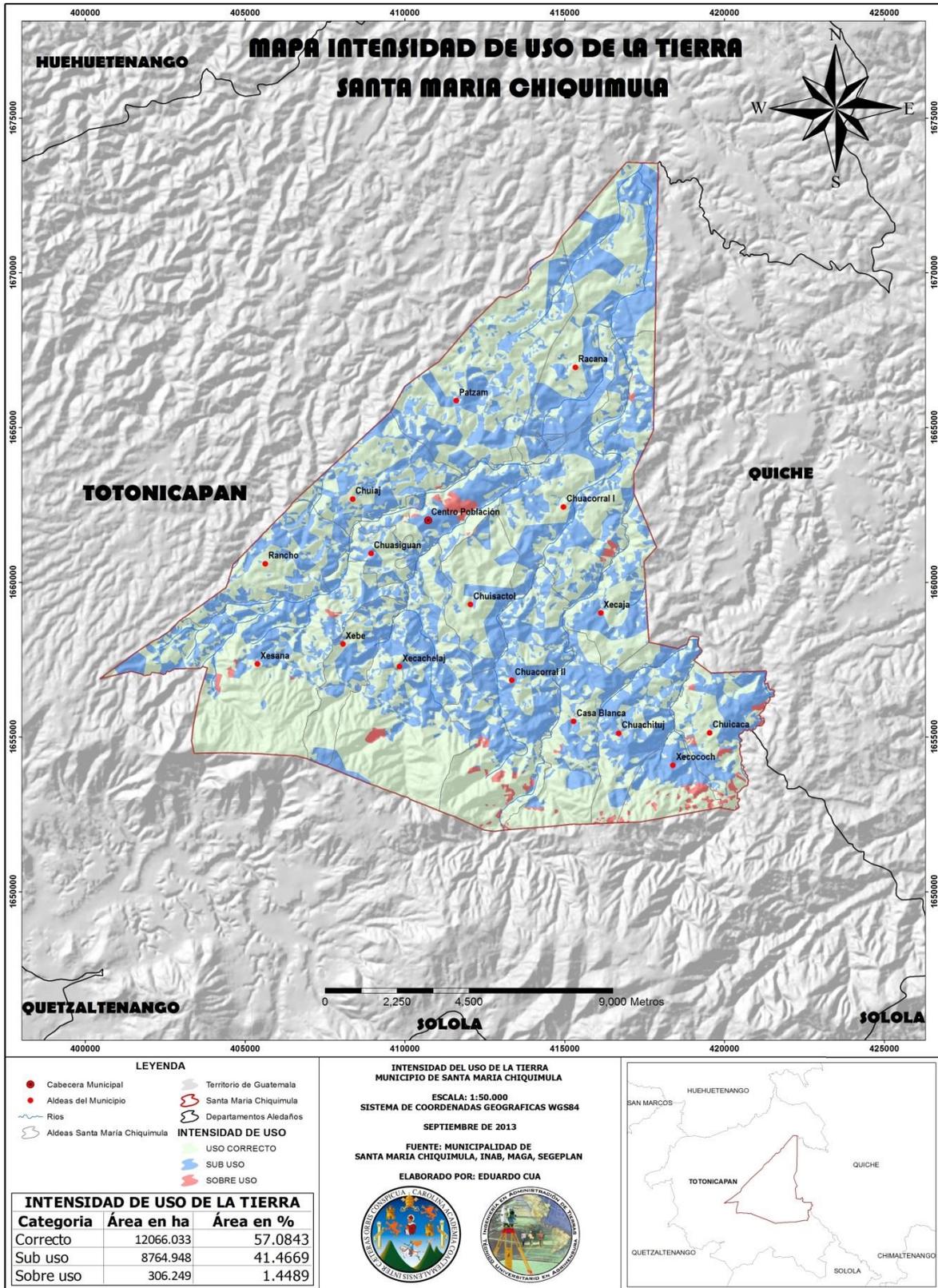
<b>INTENSIDAD DE USO DE LA TIERRA</b>		
<b>Categoría</b>	<b>Área en ha</b>	<b>Área en %</b>
Correcto	12066.033	57.0843
Sub uso	8764.948	41.4669
Sobre uso	306.249	1.4489
Total	21,137.230	100

Fuente: Elaboración propia año 2013

Para el caso del Municipio de Santa María Chiquimula, se puede apreciar que un 57.0843% está siendo utilizado correctamente, sin embargo un 41.4669% del territorio está siendo subutilizado, la subutilización se debe a que varias superficies terrestres sufren de deforestación y quedan como áreas descampadas y sin uso, en otros casos se practica los raleos, pero de forma ilícita, generando de esta manera poca densidad de árboles sobre territorios de vocación forestal y un 1.4489% tiene sobre uso, esto debido a que se generan cultivos agrícolas o construcciones de viviendas y la capacidad de uso no corresponde a la misma, además los trabajos que se realizan en el uso de suelo están bajo una mecanización o fertilización generando de esta manera degradación en el uso potencial del suelo.

Los factores que intervienen en la conflictividad de uso del suelo, en las categorías de sub uso y sobre uso, son la pobreza y extrema pobreza, 87.5% y un 35% respectivamente, esto genera como consecuencia que los habitantes utilicen el recurso forestal como un medio de subsistencia y generan con ello sus ingresos económicos, así mismo cabe mencionar que la población económicamente inactiva PEIA alcanza los 17,438 personas, por tal razón un medio alternativo de empleo es la producción de oferta energética proveniente del bosque. (Plan de desarrollo Santa María Chiquimula 2011 a 2021 p 10, 46)

Mapa No. 3, Mapa de intensidad (conflictividad) de Uso de Suelo.



Fuente: Elaboración propia año 2013

### **4.3. Dinámica de cobertura forestal en los años 2001, 2006, 2010 y 2013 en el municipio de Santa María Chiquimula, departamento de Totonicapán.**

#### **4.3.1. Dinámica de cobertura Forestal 2,001.**

Para la presente investigación se recopiló información, ya generada durante los años 2001, 2006 y 2010 en relación a la dinámica de cobertura forestal para el área de estudio. En el año 2001 se concluye el primer estudio, la cual constituyó el cuarto esfuerzo a nivel nacional en desarrollar un mapa de cobertura forestal y el primer esfuerzo para determinar tasas de deforestación basadas en la interpretación de imágenes satelitales (INAB, UVG, CONAP, 2001).

Para generar el mapa de Cobertura Forestal del año 2,001 del área de estudio, se recopiló la capa Raster de la Dinámica de Cobertura Forestal 2,001, posteriormente fue transformada a capa Shape, y recortada según los límites del municipio de Santa María Chiquimula, establecidos en el año 2,008 en cuaderno de mapas, elaborado por la Municipalidad con la colaboración de CARE, posterior a este proceso, se recalcularon las áreas según las clases que se definieron para dicha investigación, siendo estas, Bosque, No Bosque, Ganancia, Pérdida y Nubes/Sombras (INAB, UVG, CONAP, 2001),

- Bosque: Según la ley forestal (decreto 101-96), es el ecosistema en donde los árboles son las especies vegetales dominantes y permanentes, las cuales se clasifican en:
  - Bosques naturales sin manejo: Son los originados por regeneración natural sin influencia del ser humano.
  - Bosques naturales bajo manejo: son los originados por regeneración natural y que se encuentran sujetos a la aplicación de técnicas silviculturales.
  - Bosques naturales bajo manejo agroforestal: son los bosques en los cuales se practica el manejo forestal y la agricultura en forma conjunta.
- No Bosque: Áreas sin cobertura forestal, bajo uso agrícola, urbano, pastoreo, áreas muertas, etc.
- Ganancia: Son todas las áreas territoriales donde se han generado reforestaciones o regeneración natural.
- Pérdida: Son todas aquellas áreas que han sufrido de cambio de uso de suelo, debido a incendios forestales, talas ilícitas, uso agrícola, fenómenos naturales, uso urbano.
- Nubes/Sombras: Áreas con las que no se cuenta información, (esta clase solo fue utilizada en el año 2001)

Los procesos mencionados anteriormente fueron realizados mediante el software ArcGis 10.1. y sus herramientas ArcMap y ArcCatolg.

Los resultados se presentan en el cuadro No. 4 y en el mapa No. 4, la información generada para este periodo, fue utilizada para realizar las comparaciones correspondientes con otros años según lo establece la presente investigación.

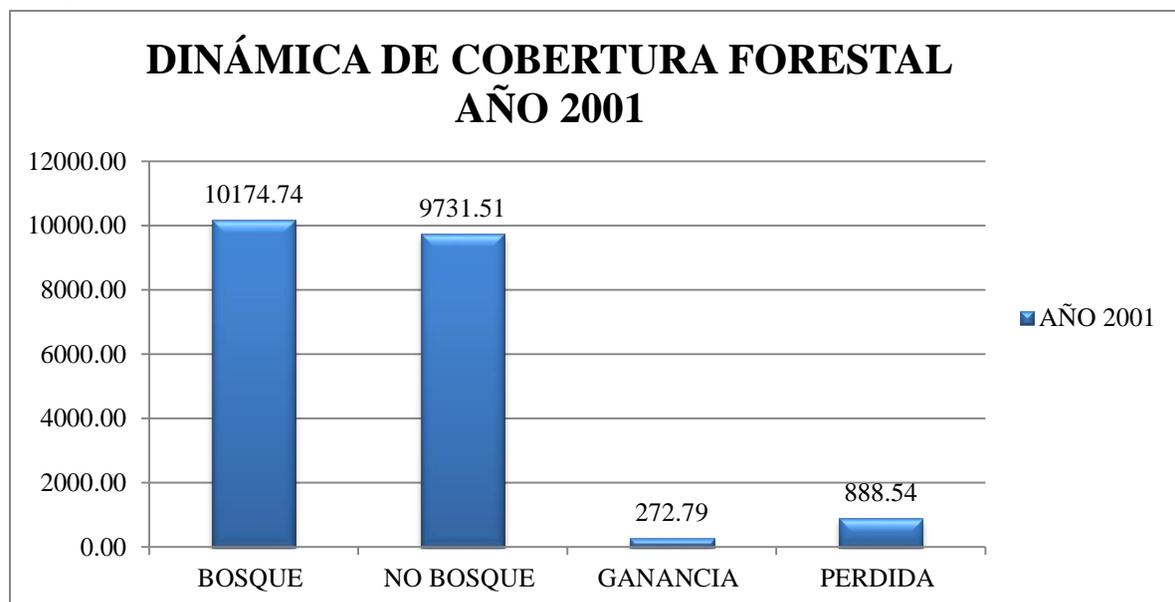
Cuadro No. 4. Dinámica de Cobertura Forestal 2,001, del área total del municipio de Santa María Chiquimula en hectáreas y porcentajes según la clase.

<b>Dinámica de cobertura forestal 2,001</b>		
Clase	Área en ha	Área en %
Bosque	10174.7406	48.13648
No Bosque	9731.5069	46.03955
Ganancia	272.7890	1.29056
Perdida	888.5360	4.20364
Nubes/Sombras	70.1426	0.33184
Total	21137.7151	100

Fuente: Elaboración propia año 2013

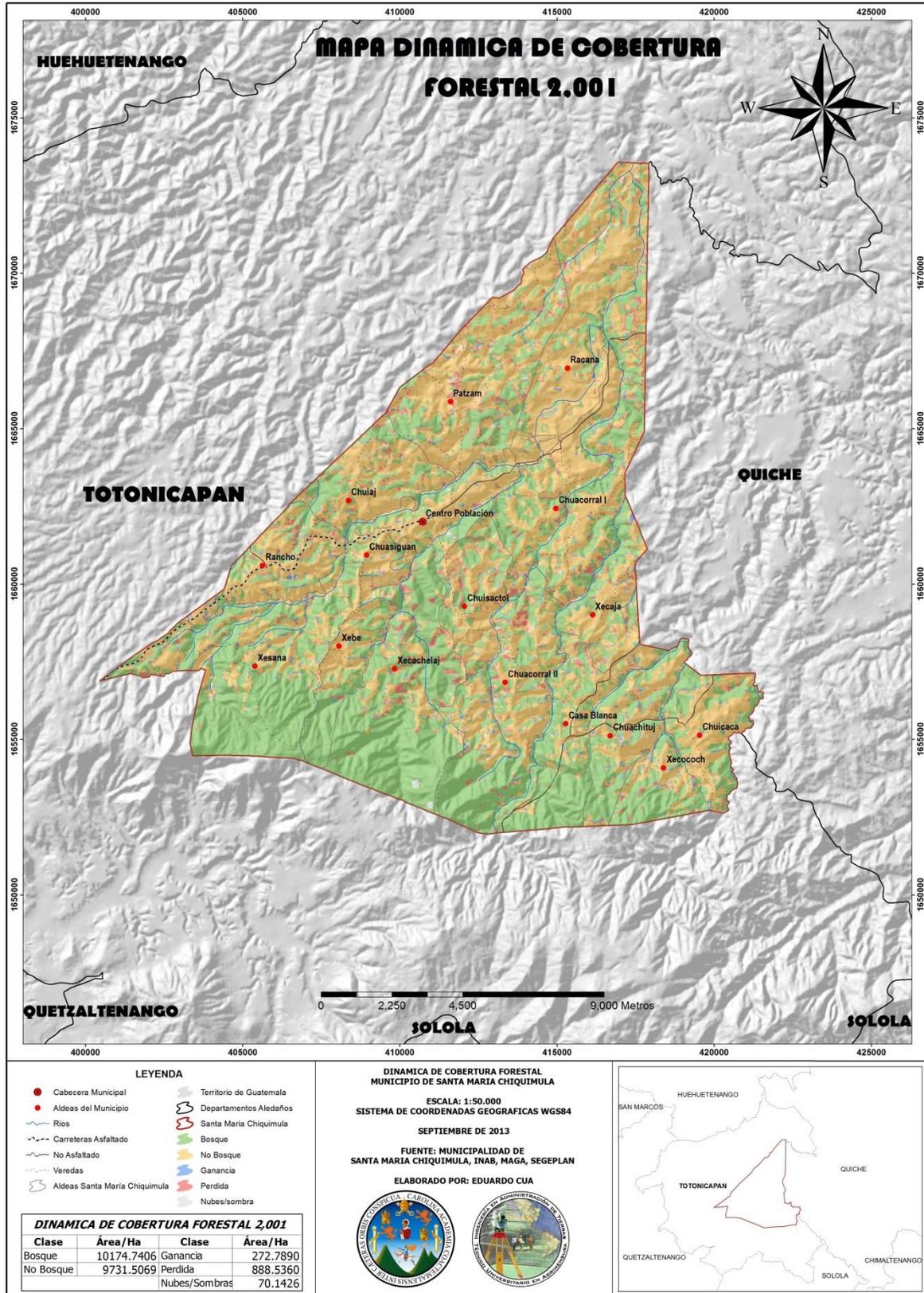
Según los resultados presentados en el cuadro No. 4 y Grafica No. 1 se puede determinar que la cobertura forestal para el año 2,001 es la suma de Bosque y la Ganancia, siendo este: 10,447.5296 ha., equivalente a un 49.4270%, de todo el territorio del Municipio de Santa María Chiquimula, esto nos indica que la mitad del territorio municipal estaba cubierto de bosque en el 2,001, y contrastando los datos de Ganancia y Pérdida, se puede determinar que para dicho año, existió una pérdida neta de: 615.747 ha equivalente a un 2.9130 % de todo el territorio municipal, esto debido a la tala inmoderada, los incendios forestales y fenómenos naturales que se suscitaron en el bosque.

Grafica No. 1. Dinámica de cobertura forestal año 2001 municipio de Santa María Chiquimula



Fuente: Elaboración propia año 2013

Mapa No. 4, Dinámica de Cobertura Forestal año 2,001



Fuente: Elaboración propia año 2013

#### 4.3.2. Dinámica de cobertura Forestal 2,006.

Para el periodo 2,006, se obtuvo la capa Raster proporcionado por el Instituto Nacional de Bosques, de la dinámica de cobertura forestal, la misma fue transformada a capa Shape, cortada según el límite territorial del municipio de estudio según lo establecieron en el año 2,008, posterior a este proceso, se recalcularon las áreas según las clases que se definieron para dicha investigación, siendo estas, Bosque, No Bosque, Ganancia y Pérdida, los procesos mencionados anteriormente fueron realizados mediante la herramienta ArcGis 10.1.

Los resultados adquiridos de los procesos mencionados anteriormente se presentan en el cuadro No. 5 y en el mapa No. 5.

Cuadro No. 5 Dinámica de Cobertura Forestal 2,006, del área total del municipio de Santa María Chiquimula en hectáreas y porcentajes según la clase.

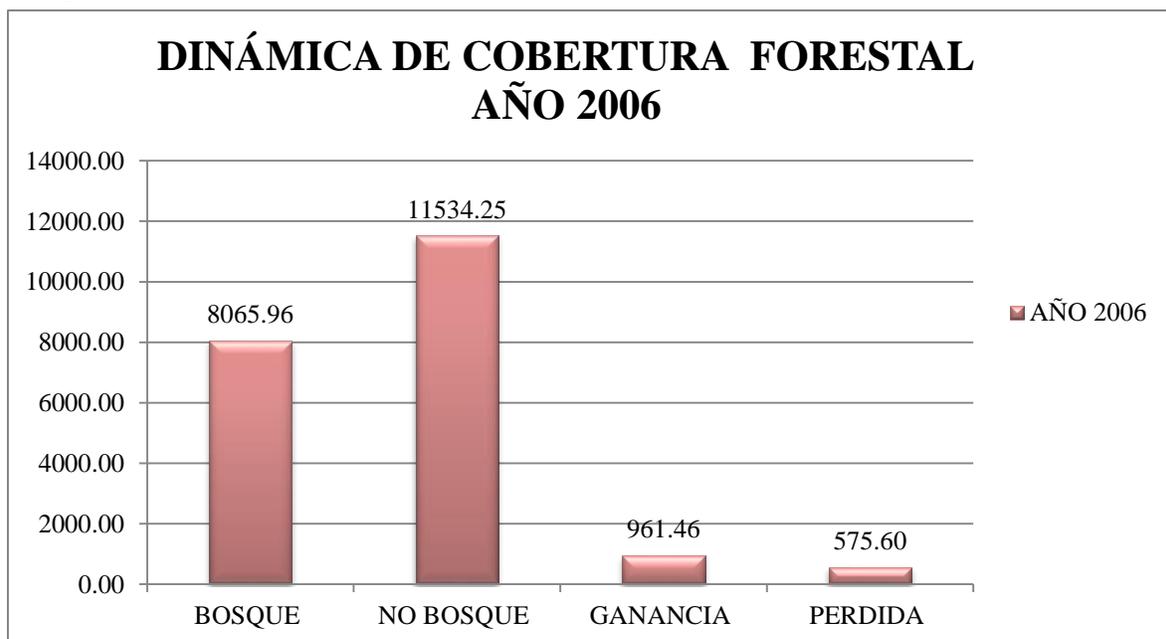
<b>Dinámica de cobertura forestal 2,006</b>		
Clase	Área en ha	Área en %
Bosque	8065.9601	38.1599
No Bosque	11534.2538	54.5683
Ganancia	961.4575	4.5486
Pérdida	575.6003	2.7232
Total	21,137.2717	100

Fuente: Elaboración propia año 2013

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede definir que para el año 2,006 el Municipio de Santa María Chiquimula contaba con una cobertura forestal de 9,027.4176 ha, equivalente a un 42.7085% del territorio municipal, esto derivado de la suma de Bosque y Ganancia, en comparación con el año 2,001 se puede notar que hubo una pérdida de 1,420.112 ha, semejante a un 6.7185% del área de estudio, estos cambios en un intervalo de tiempo de 5 años.

Contrastando información de la Ganancia y Pérdida según los resultados obtenidos para el año 2006 se puede apreciar que se generó una Ganancia neta de cobertura forestal de: 385.8572 ha equivalente a un 1.8254 % de todo el territorio municipal, datos que se puede apreciar en la Grafica No. 2.

Grafica No. 2. Dinámica de cobertura forestal año 2006, municipio de Santa María Chiquimula



Fuente: Elaboración propia año 2013

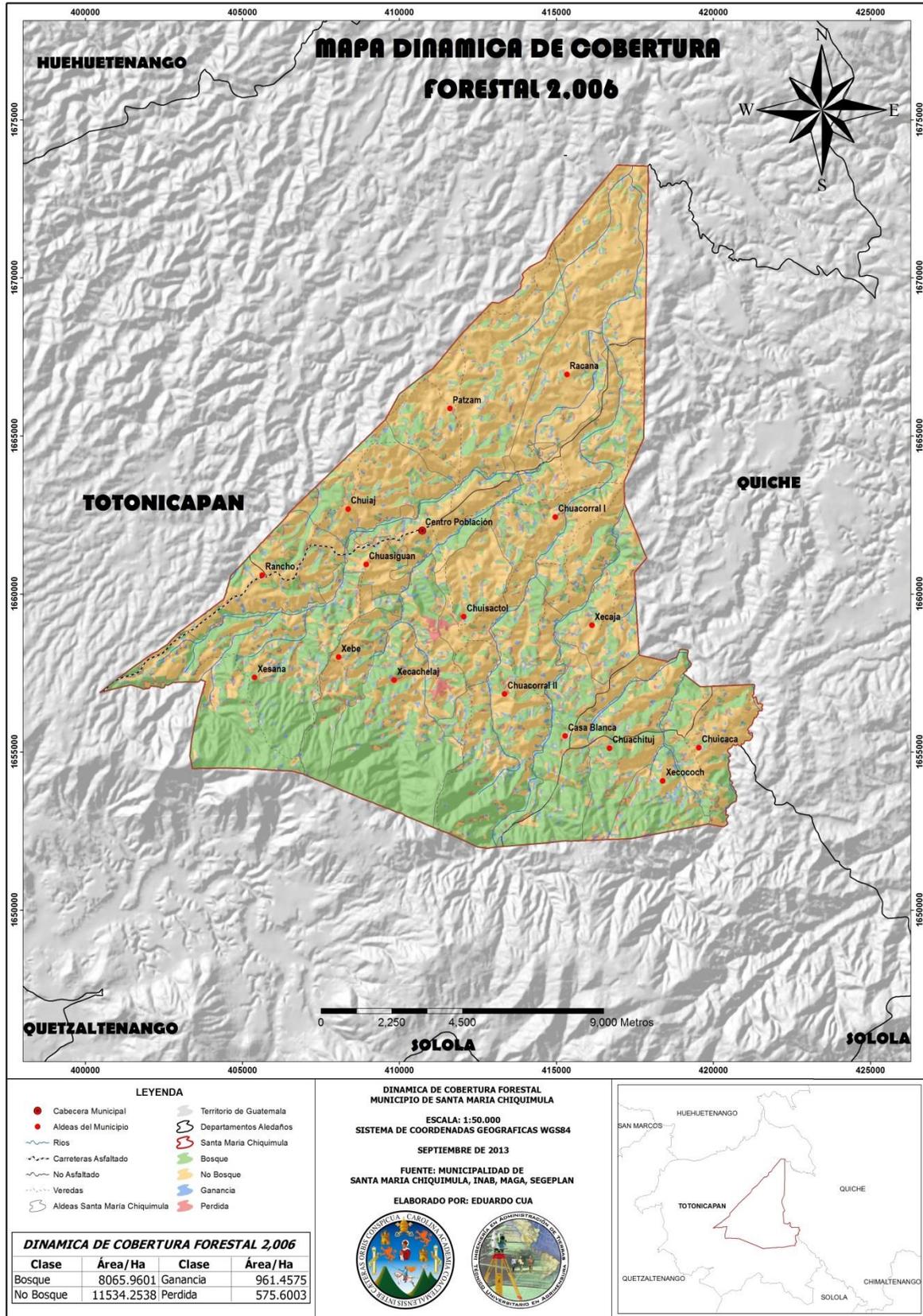
Las 1,420.112 ha de pérdida neta para el territorio municipal, representan una tasa de deforestación para el municipio de Santa María Chiquimula de 284.0224 ha al año para el periodo 2001-2006. En el cuadro No. 4 se presenta resumidamente los cambios de la dinámica de cobertura forestal para los años mencionados.

Cuadro No. 6 Cambio Dinámica de Cobertura Forestal 2001-2006 para el municipio de Santa María Chiquimula.

CAMBIO DINAMICA DE COBERTURA FORESTAL 2,001 - 2,006						
Clase	Área en ha 2001	Área en % 2001	Área en ha 2006	Área en % 2006	Cambio en ha 2001/2006	Cambio en % 2001/2006
Bosque	10174.7406	48.1365	8065.9601	38.1599	-2108.7805	-9.9766
No Bosque	9731.5069	46.0396	11534.2538	54.5683	1802.7469	8.5288
Ganancia	272.789	1.2906	961.4575	4.5486	688.6685	3.2581
Perdida	888.536	4.2036	575.6003	2.7232	-312.9357	-1.4805
Nubes/Sombras	70.1426	0.3318				

Fuente: Elaboración propia año 2013

Mapa No. 5, Dinámica de Cobertura Forestal año 2,006



Fuente: Elaboración Propia año 2013

### 4.3.3. Dinámica de cobertura Forestal 2,010.

Ante la necesidad de contar con datos actualizados a nivel nacional con respecto a la Dinámica de Cobertura forestal, se realizó otro esfuerzo interinstitucional para desarrollar y actualizar el mapa de cobertura forestal de Guatemala 2,010 y la dinámica de cobertura forestal 2,006 - 2,010, para este proyecto quienes participaron fueron: INAB, CONAP, MAGA, MARN y UVG, (URL INAB, UVG, CONAP, URL, 2010).

Para el año 2,010, se obtuvo la capa Raster de la dinámica de cobertura forestal, la misma fue transformada a capa Shape, cortada de acuerdo al límite territorial del municipio de estudio, esto según lo establecieron en el año 2,008, posterior a este proceso, se recalcularon las áreas según las clases que se definieron para dicha investigación, siendo estas, Bosque, No Bosque, Ganancia y Perdida, los procesos mencionados anteriormente fueron realizados mediante la herramienta ArcGis 10.1.

Los resultados obtenidos de los procesos mencionados anteriormente se presentan en el cuadro No. 7 y en el mapa No. 6.

Cuadro No. 7 Dinámica de Cobertura Forestal 2,010, del área total del municipio de Santa María Chiquimula en hectáreas y porcentajes según la clase.

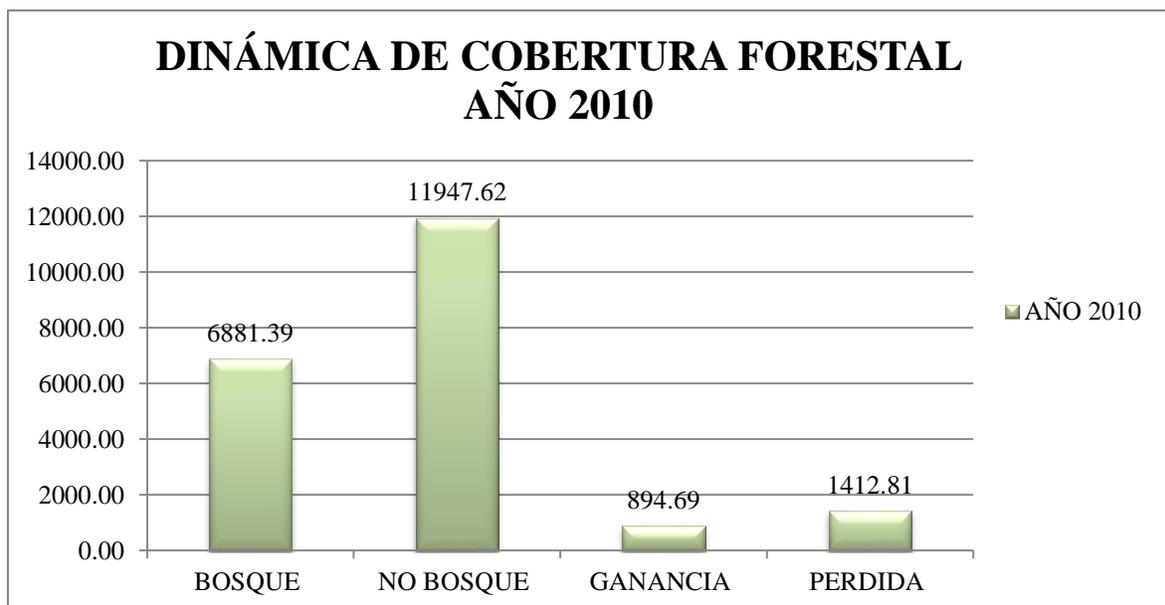
<b>Dinámica de cobertura forestal 2,010</b>		
Clase	Área en ha	Área en %
Bosque	6881.3914	32.55571
No Bosque	11947.6232	56.52395
Ganancia	894.6917	4.23277
Perdida	1412.8073	6.68396
Total	21,136.5136	100

Fuente: Elaboración propia año 2013

La cobertura forestal en el año 2,010 para el Municipio de Santa María Chiquimula, es de 7776.0831 ha, equivalente a un 36.7884% del territorio municipal, esto derivado de la suma de Bosque y Ganancia para dicho año, el valor de la cobertura forestal para el año 2,006 según los procesos generados en la presente investigación es de: 9,027.4176 ha, equivalente a un 42.7085%. Estos valores en comparación a los datos obtenidos para el periodo 2,010 constituyen un pérdida neta de 1,251.3345 ha, equivalente a un 5.9201% del área territorial del municipio de estudio, estos cambios en un intervalo de tiempo de 4 años, siendo la tasa anual de cambio de 312.8336 ha. equivalente a 1.480%.

Contrastando información de la Ganancia y Pérdida según los resultados obtenidos para el año 2010 se puede apreciar que se generó una Pérdida neta de cobertura forestal de: 518.1156 ha equivalente a un 2.4512 % de todo el territorio municipal, datos que se puede apreciar en la Grafica No. 3.

Grafica No. 3. Dinámica de cobertura forestal año 2010, municipio de Santa María Chiquimula



Fuente: Elaboración propia año 2013

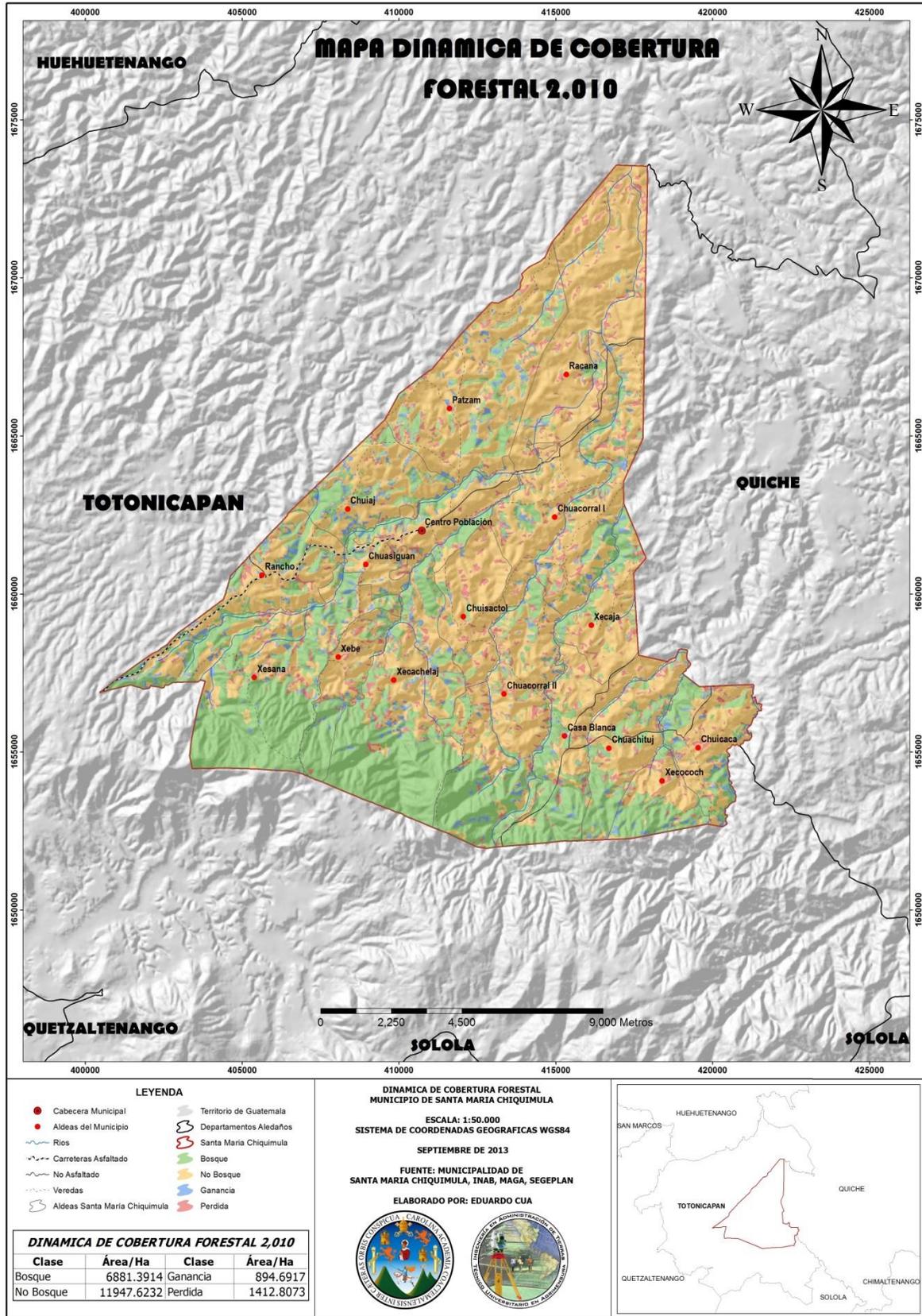
Las 1,251.3345 ha, de pérdida neta para el territorio municipal, representan una tasa de deforestación para el municipio de Santa María Chiquimula de 312.8336 ha al año para el periodo 2006-2010. En el cuadro No. 6 se presenta resumidamente los cambios de la dinámica de cobertura forestal para los años mencionados. En comparación de la pérdida de cobertura forestal del año 2,006 que fue de 1,420.112 ha contra la pérdida de cobertura forestal del año 2,010 que fue de 1,251.3345 ha, se determina que para el periodo de tiempo 2,007 a 2,010 existió más deforestación pues el intervalo de tiempo fue de 4 años en comparación al periodo 2,001 a 2,006 que fue de 5 años, esto indica que existió un incremento de 28.8112 ha al año de pérdida de cobertura forestal.

Cuadro No. 8 Cambio Dinámica de Cobertura Forestal 2006-2010 para el municipio de Santa María Chiquimula.

CAMBIO DINAMICA DE COBERTURA FORESTAL 2,006 - 2,010						
Clase	Área en ha 2006	Área en % 2006	Área en ha 2010	Área en % 2010	Cambio en ha 2006/2010	Cambio en % 2006/2010
Bosque	8065.9601	38.1599	6881.3914	32.55571	-1184.5687	-5.6042
No Bosque	11534.2538	54.5683	11947.6232	56.52395	413.3694	1.9557
Ganancia	961.4575	4.5486	894.6917	4.23277	-66.7658	-0.3159
Perdida	575.6003	2.7232	1412.8073	6.68396	837.207	3.9608

Fuente: Elaboración propia año 2013

Mapa No. 6, Dinámica de Cobertura Forestal año 2,010



Fuente: Elaboración propia año 2013

#### 4.3.4. Dinámica de cobertura Forestal 2,013.

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, el territorio municipal de Santa María Chiquimula, en el año 2,010 contaba con una cobertura forestal de 7776.0831 ha, equivalente a un 36.7884% del territorio municipal.

Para el año 2,013 se utilizó como base la capa shape de dinámica de cobertura forestal 2,010 para realizar las diferentes actualizaciones de los cambios en relación a la masa boscosa del municipio de Santa María Chiquimula, así mismo se utilizaron 20 fotografías áreas del año 2006 que corresponden al área de estudio, además se utilizaron imágenes de Google Earth del año 2013.

Se realizaron recorridos por las diferentes aldeas que conforman el área de estudio, esto con la finalidad de medir áreas que han sufrido de cambios en relación a la dinámica de cobertura forestal, y para ello se utilizó la herramienta de medición GPS, así mismo se generaron parcelas a lazar con una medida de 500 m<sup>2</sup> con el propósito de determinar árboles por hectáreas, diámetro promedio de árboles y altura promedio de árboles, todo esto en trabajo de campo, posteriormente se utilizó la tabla en Excel basado en las formulas del manual técnico del INAB y de Peter Roland (Roland, P. 1977), para establecer el Área Basal y volumen por ha., el procedimiento mencionado anteriormente se ejecutó con el objetivo de establecer áreas con poca densidad de árboles y catalogarlas según las clases establecidas en la presente investigación.

Además se utilizó el shape de polígonos del proyecto PINPEP del INAB de los años 2007 – 2013, esto con la finalidad de determinar áreas que están siendo protegidas y áreas que han sido reforestadas en los últimos años, según el proyecto de incentivos forestales.

Los resultados de los procesos anteriormente descritos se presentan en el cuadro No. 9 y en el mapa No. 7.

Cuadro No. 9 Dinámica de Cobertura Forestal 2,013, del área total del municipio de Santa María Chiquimula en hectáreas y porcentajes según la clase.

<b>Dinámica de cobertura forestal 2,013</b>		
Clase	Área en ha	Área en %
Bosque	7025.8464	33.23913
No Bosque	11462.6859	54.22972
Ganancia	1205.1671	5.70162
Perdida	1442.5718	6.82478
Total	21,136.2712	100

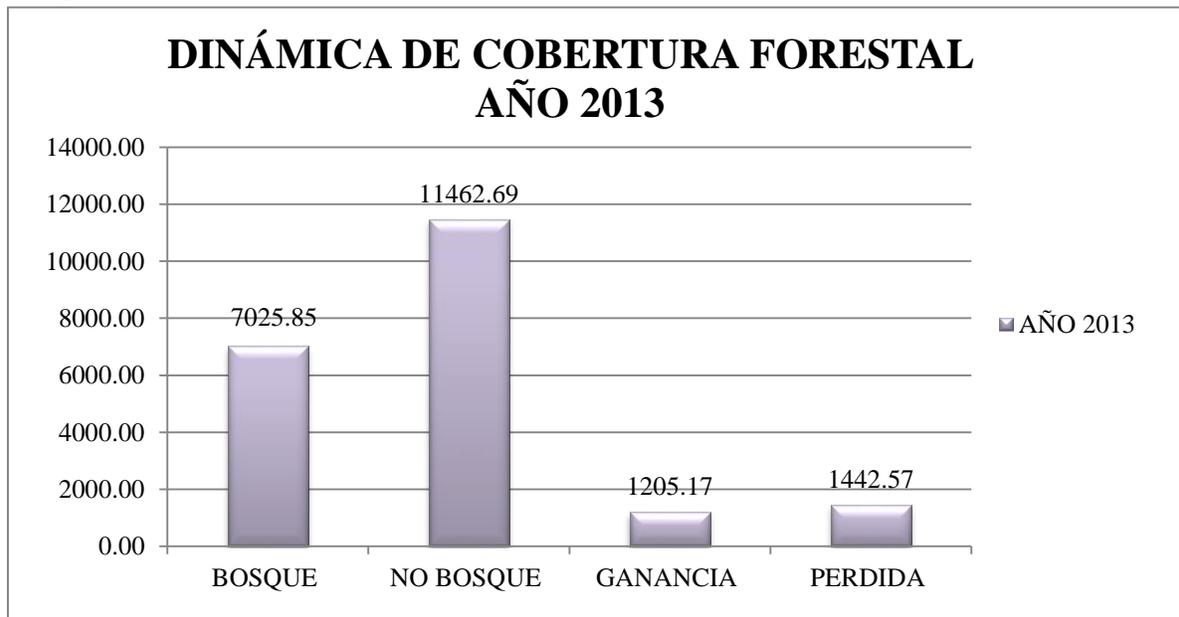
Fuente: Elaboración propia año 2013

Con los resultados presentados en el Cuadro No. 7 se puede determinar que la cobertura forestal para el año 2,013 para el municipio de Santa María Chiquimula, es de 8,231.0135 ha, equivalente a un 38.9407% del territorio del área de estudio, esto obtenido de la suma de Bosque y Ganancia, en contraste con los datos obtenidos del año 2,010 que fueron de: 7,776.0831 ha, equivalente a un 36.7884% de la cobertura forestal del territorio municipal, con estos datos se puede establecer que:

Para el periodo 2,011 – 2,013 existió un aumento en la masa boscosa de 454.9304 ha, semejante a un 2.1523% del territorio del área de estudio, esto nos indica que se generó una ganancia anual de 151.6434 ha., equivalente a un 0.7174% del territorio municipal, en un intervalo de tiempo de 3 años.

Contrastando información de la Ganancia y Pérdida según los resultados obtenidos para el año 2013 se puede apreciar que se generó una Pérdida neta de cobertura forestal de: 237.4047 ha equivalente a un 1.1232 % de todo el territorio municipal, datos que se puede apreciar en la Grafica No. 4.

Grafica No. 4. Dinámica de cobertura forestal año 2013, municipio de Santa María Chiquimula



Fuente: Elaboración propia año 2013

Para los resultados obtenidos en el año 2013, se puede indicar que la pérdida de cobertura forestal se debe a la tala inmoderada del bosque, los incendios forestales y el incremento de áreas agrícolas, esto como consecuencia de la precaria situación económica de los habitantes del municipio de estudio pues según el plan de desarrollo el 87.5% de los habitantes viven en pobreza y un 35% en extrema pobreza, así mismo a la falta de empleo y el crecimiento poblacional, pues 17, 438 personas se clasifican como población económicamente inactiva.

En base a los resultados se puede notar que para el año 2013 existió un aumento de la cobertura forestal en comparación con el año 2010, y esto se debe a los proyectos de incentivos forestales de protección y de plantación forestal, que son financiados por el estado y por entidades no gubernamentales.

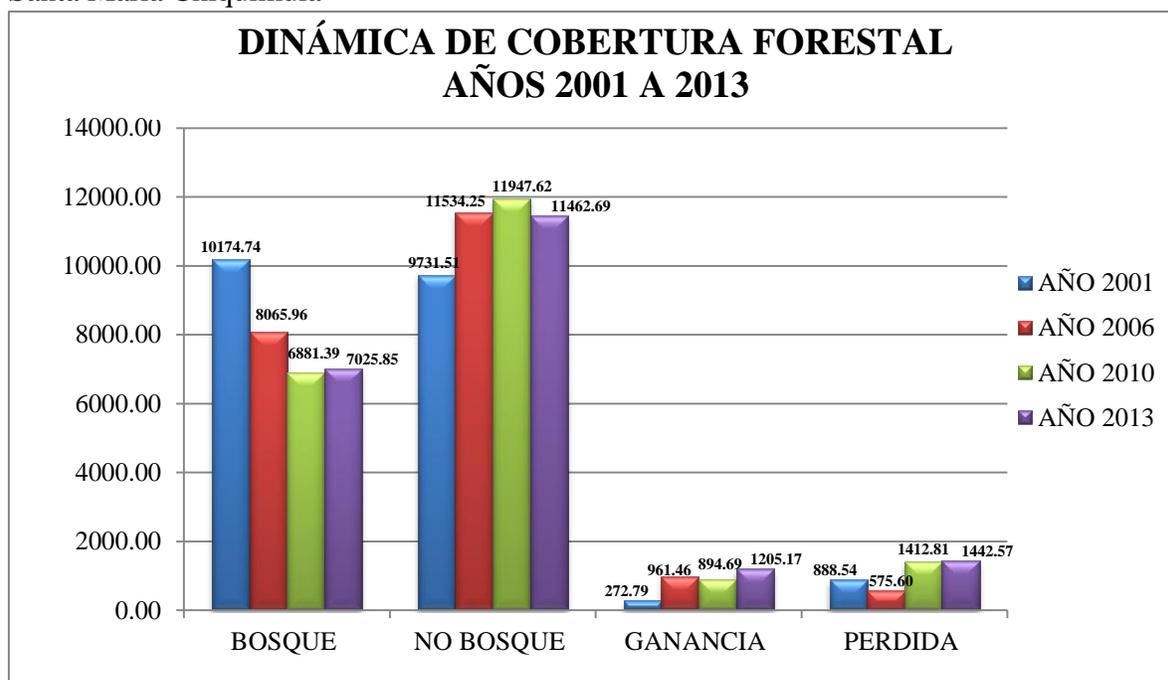
En el cuadro No. 10 se presenta resumidamente los cambios de la dinámica de cobertura forestal para los años mencionados en el párrafo anterior.

Cuadro No. 10 Cambio Dinámica de Cobertura Forestal 2010-2013 para el municipio de Santa María Chiquimula.

CAMBIO DINAMICA DE COBERTURA FORESTAL 2,010 - 2,013						
Clase	Área en ha 2010	Área en % 2010	Área en ha 2013	Área en % 2013	Cambio en ha 2010/2013	Cambio en % 2010/2013
Bosque	6881.3914	32.55571	7025.8464	33.23913	144.455	0.6834
No Bosque	11947.623	56.52395	11462.686	54.22972	-484.9373	-2.2942
Ganancia	894.6917	4.23277	1205.1671	5.70162	310.4754	1.4689
Perdida	1412.8073	6.68396	1442.5718	6.82478	29.7645	0.1408

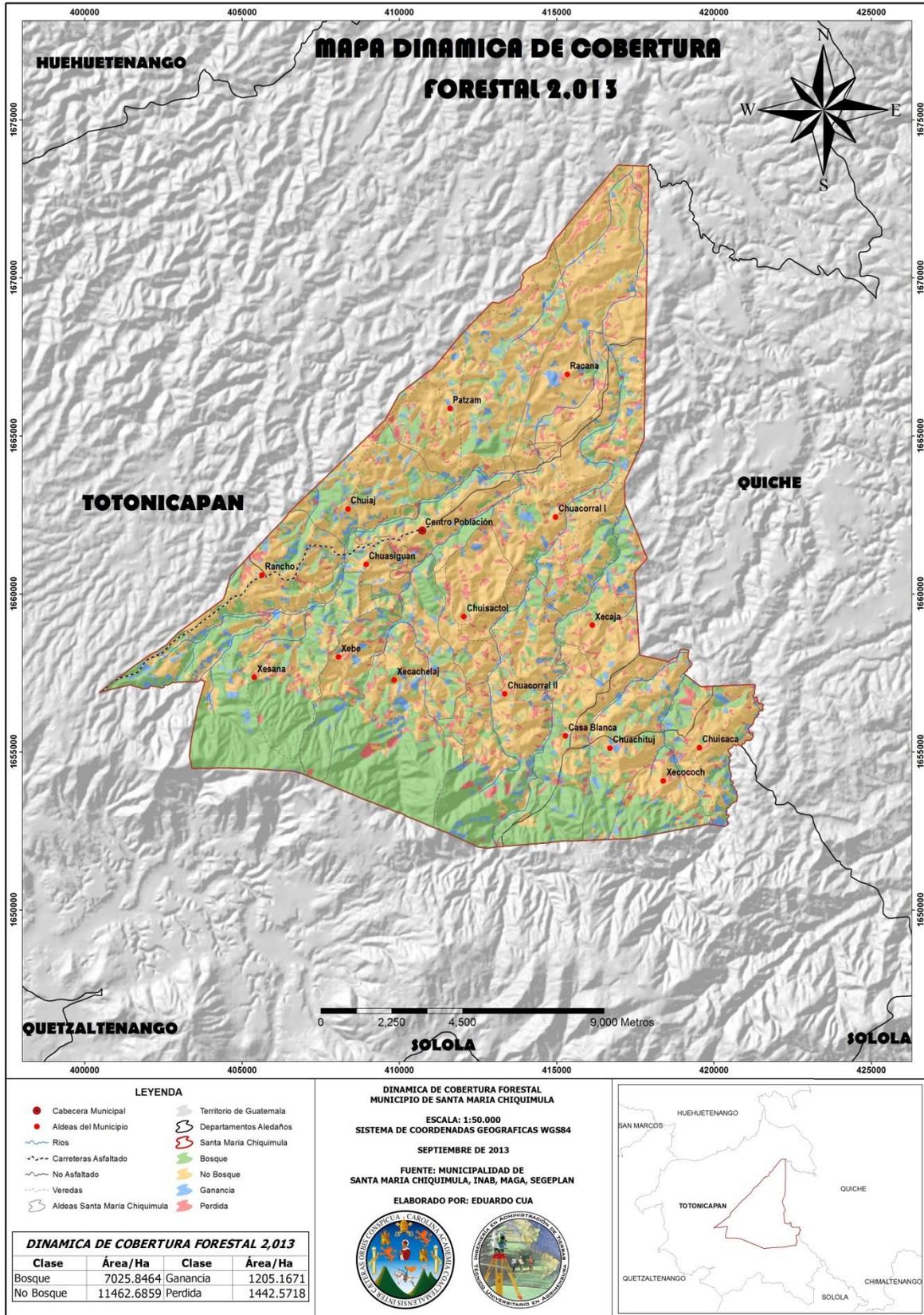
Fuente: Elaboración propia año 2013

Grafica No. 5. Dinámica de cobertura forestal años 2001, 2006, 2010 y 2013, municipio de Santa María Chiquimula



Fuente: Elaboración propia año 2013

Mapa No. 7, Dinámica de Cobertura Forestal año 2,013



Fuente: Elaboración propia año 2013

#### **4.4. Resultados de dinámica de cobertura forestal 2013, por Aldeas del municipio de Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán.**

Mediante el resumen del cuadro No. 11 y los mapas correspondientes, se presentan los resultados de la dinámica de cobertura forestal 2013 de las 17 Aldeas del municipio de Santa María Chiquimula, del departamento de Totonicapán.

Según los datos obtenidos en la presente investigación se puede valorar que la parte norte del municipio de estudio es la que presenta mayor pérdida de masa boscosa en los últimos 12 años, pues de las 8,231.0135 ha de bosque con el que cuenta todo el territorio municipal de Santa María Chiquimula, solo 1,177.9728 ha corresponden a la parte norte (Racana, Patzam y Chuacorrall I), esto debido a que son las áreas donde más presencia de deforestación existe, además se practican trabajos de ocoteo y resinación, que generan como consecuencia la muerte de especies forestales.

1,522.04789 ha corresponden a la parte central del municipio (Chiaj, Rancho, Centro Poblacion, Chuasiguan, Chuisactol, Xecaja y Chuicaca), para la franja central del municipio, se determinó que en los últimos años ha sufrido de cambios en la pérdida de cobertura forestal, sin embargo también existe recuperación y conservación de la masa boscosa, esto debido a los líderes comunitarios.

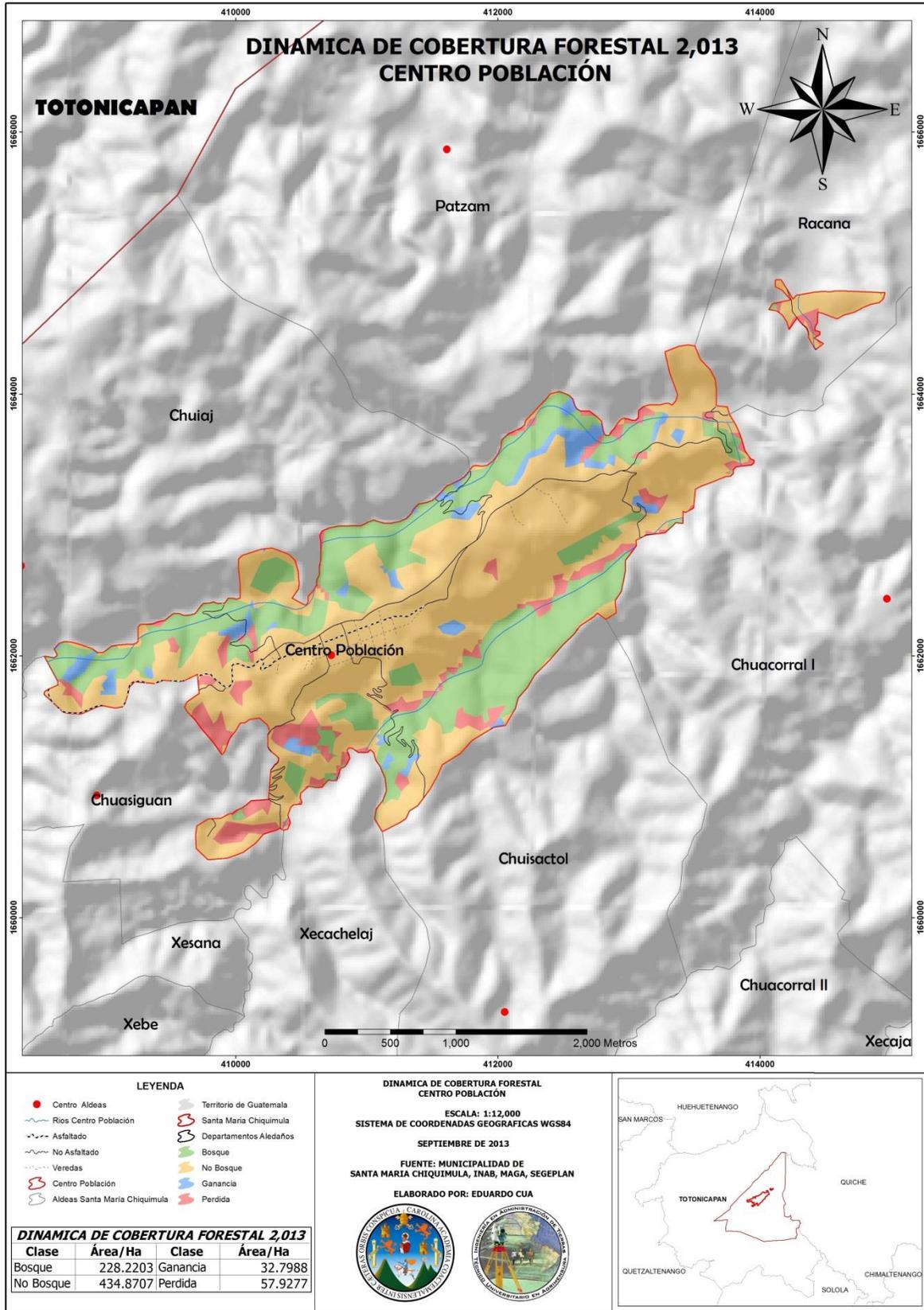
5,530.992865 ha corresponden a la parte sur (Xecococh, Chuachituj, Casa Blanca, Chuacorrall II, Xecachelaj, Xebe y Xesana), como se puede apreciar estas aldeas son las que cuentan con la mayor cobertura forestal a nivel de todo el municipio de Santa María Chiquimula, esto debido a los líderes comunitarios que han conservado los recursos naturales, aunado a esta labor, existen también diversos incentivos forestales que contribuyen a mantener y proteger la masa boscosa, 501.48 ha hasta el año 2013 están siendo incentivadas con el proyecto PINPEP del INAB.

Cuadro No. 11, Dinámica de cobertura Forestal 2,013 de las 17 Aldeas del municipio de Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán.

<b>DINÁMICA DE COBERTURA FORESTAL 2,013 POR ALDEAS</b>					
<b>No</b>	<b>Nombre</b>	<b>Bosque</b>	<b>No Bosque</b>	<b>Ganancia</b>	<b>Perdida</b>
1	<i>Centro Población</i>	228.2203	434.8707	32.7988	57.9277
2	<i>Aldea Casa Blanca</i>	516.6154	501.9726	36.3352	63.4275
3	<i>Aldea Chuachituj</i>	318.9470	471.6032	59.3273	48.8314
4	<i>Aldea Chuacorrall I</i>	391.3908	1468.5863	131.3816	174.8841
5	<i>Aldea Chuacorrall II</i>	792.1552	877.7119	103.2639	174.2518
6	<i>Aldea Chuasiguan</i>	55.2426	183.6904	21.7556	9.7469
7	<i>Aldea Chuiyaj</i>	238.1708	558.8884	83.7232	36.7129
8	<i>Aldea Chuicaca</i>	235.2743	474.2181	73.2705	68.2266
9	<i>Aldea Chuisactol</i>	43.6219	660.4985	14.4837	70.3971
10	<i>Aldea Patzam</i>	359.2042	1396.3095	117.4556	145.9649
11	<i>Aldea Racana</i>	99.6467	1755.3928	78.8939	166.3598
12	<i>Aldea Rancho</i>	210.6963	553.9697	55.0360	53.2271
13	<i>Aldea Xebe</i>	292.5634	252.5353	41.5186	45.7632
14	<i>Aldea Xecachelaj</i>	1259.1783	561.8597	113.0448	131.5745
15	<i>Aldea Xecaja</i>	181.8611	441.5781	47.8926	69.1567
16	<i>Aldea Xecococh</i>	248.9841	206.9136	33.4268	44.0010
17	<i>Aldea Xesana</i>	1554.0741	662.0870	161.5588	82.1189
18	<b>TOTAL</b>	7025.8464	11462.6859	1205.1671	1442.5718

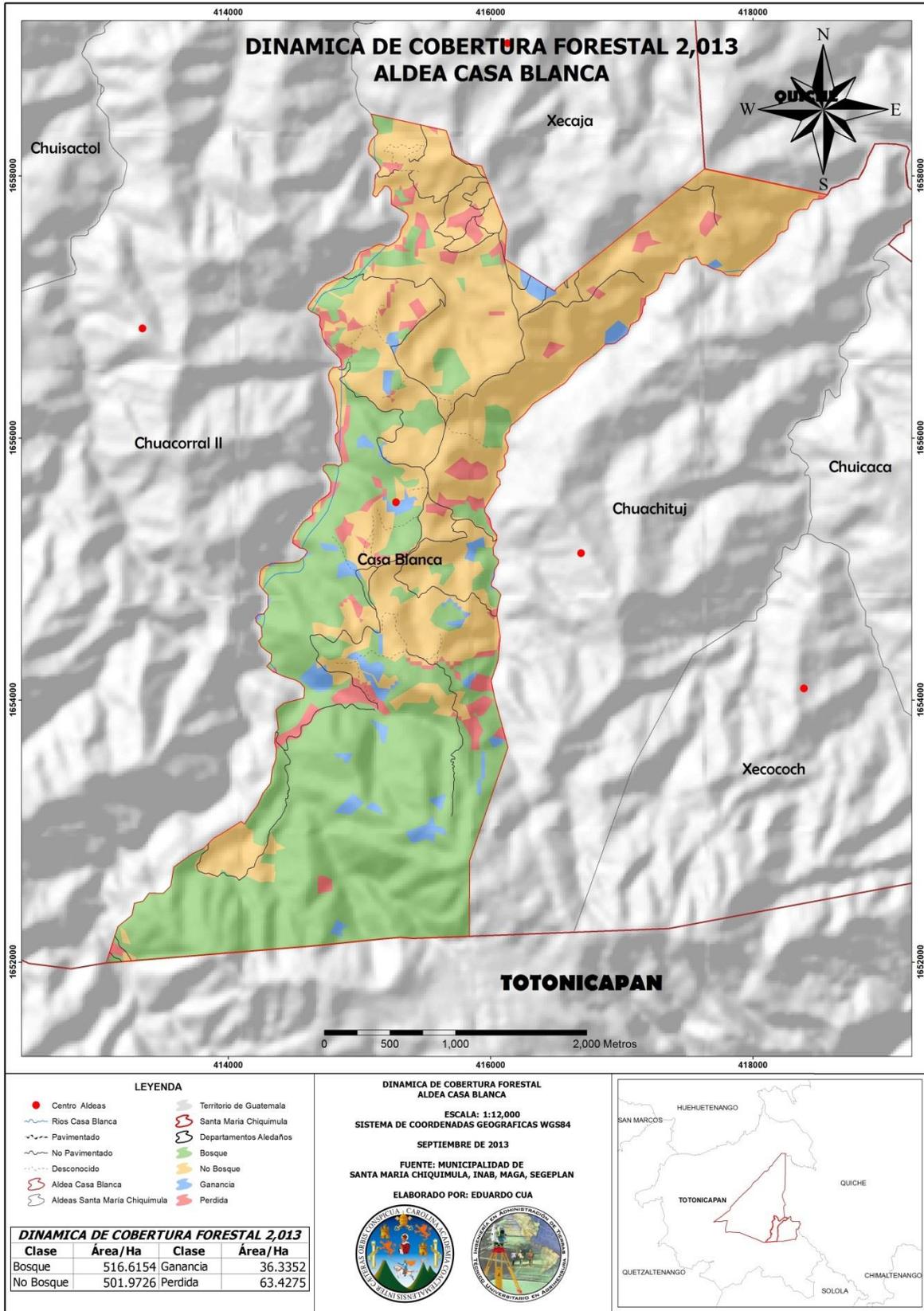
Fuente: Elaboración propia año 2013.

Mapa No. 8, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Centro Población.



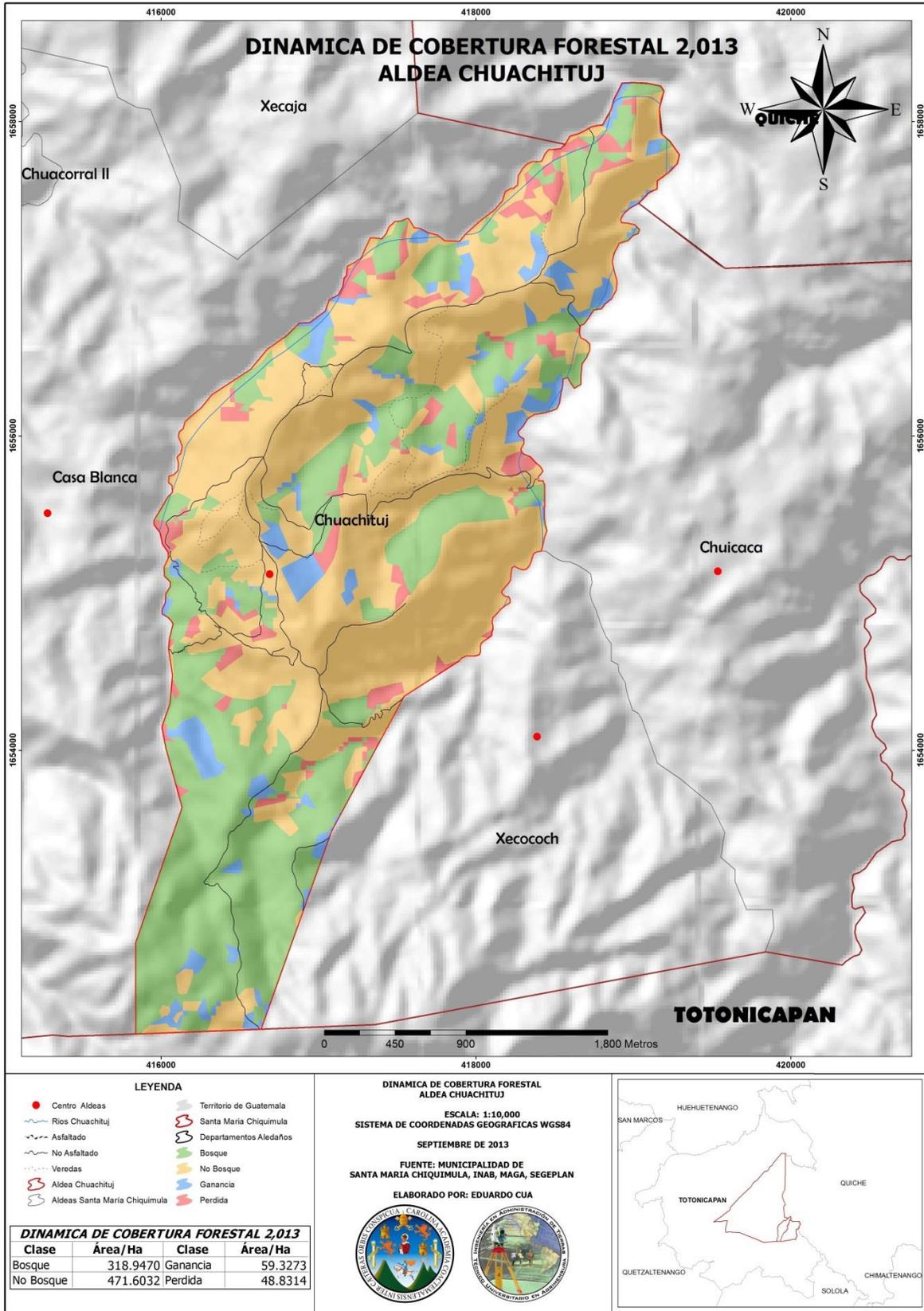
Fuente: Elaboración propia año 2013

Mapa No. 9, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Casa Blanca.



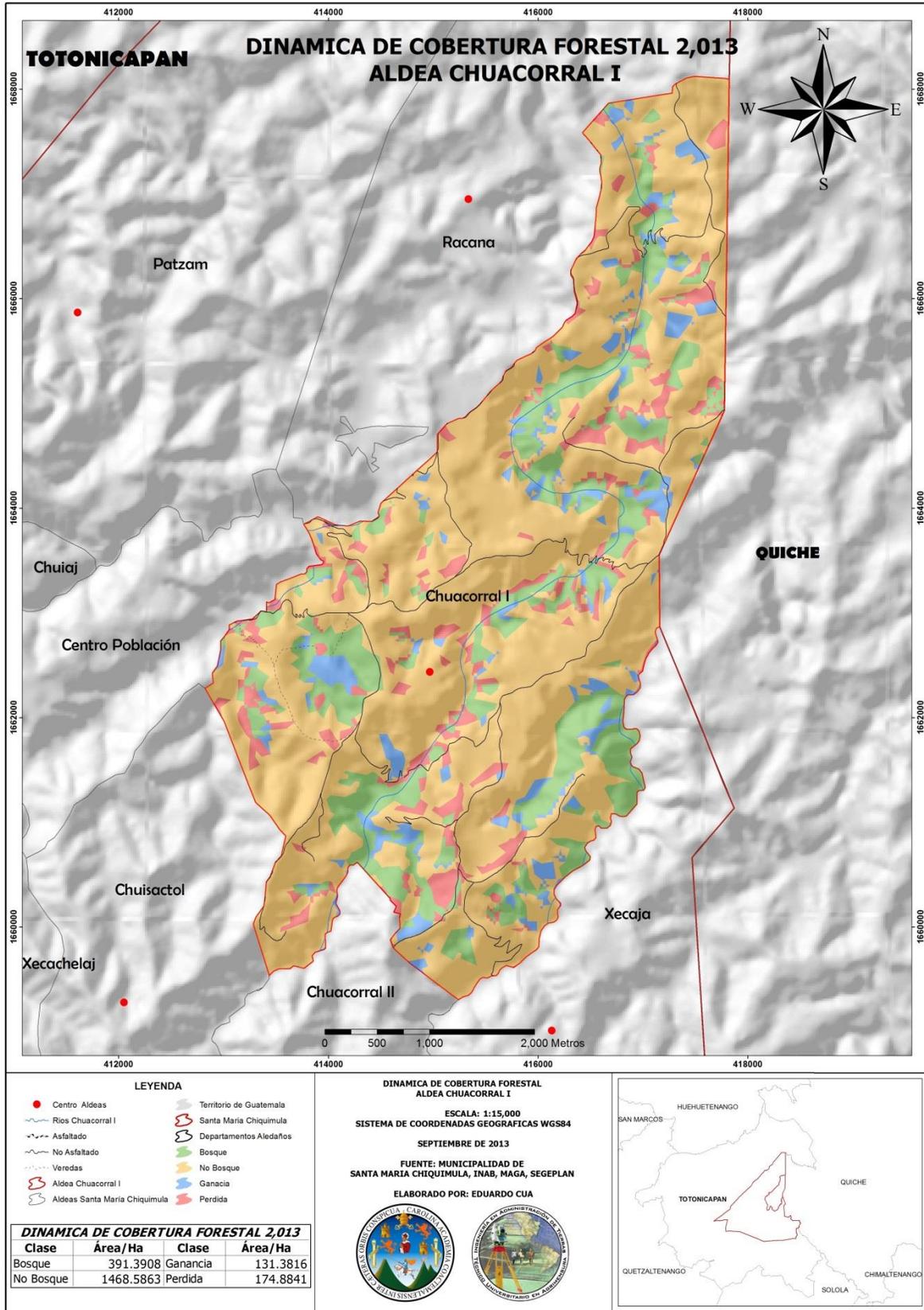
Fuente: Elaboración propia año 2013

Mapa No. 10, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Chuachituj.



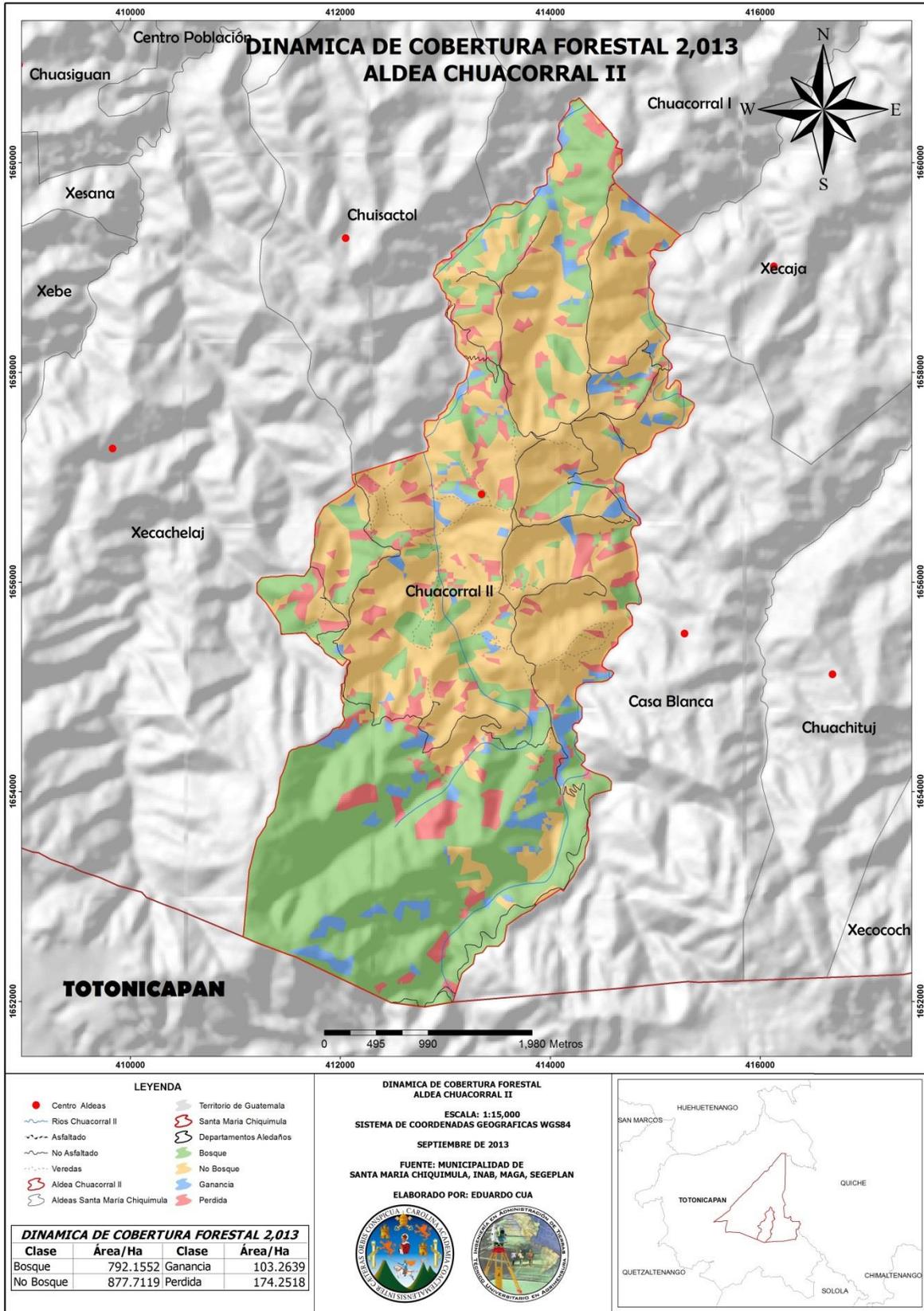
Fuente: Elaboración propia año 2013

Mapa No. 11, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Chuacorrall I.



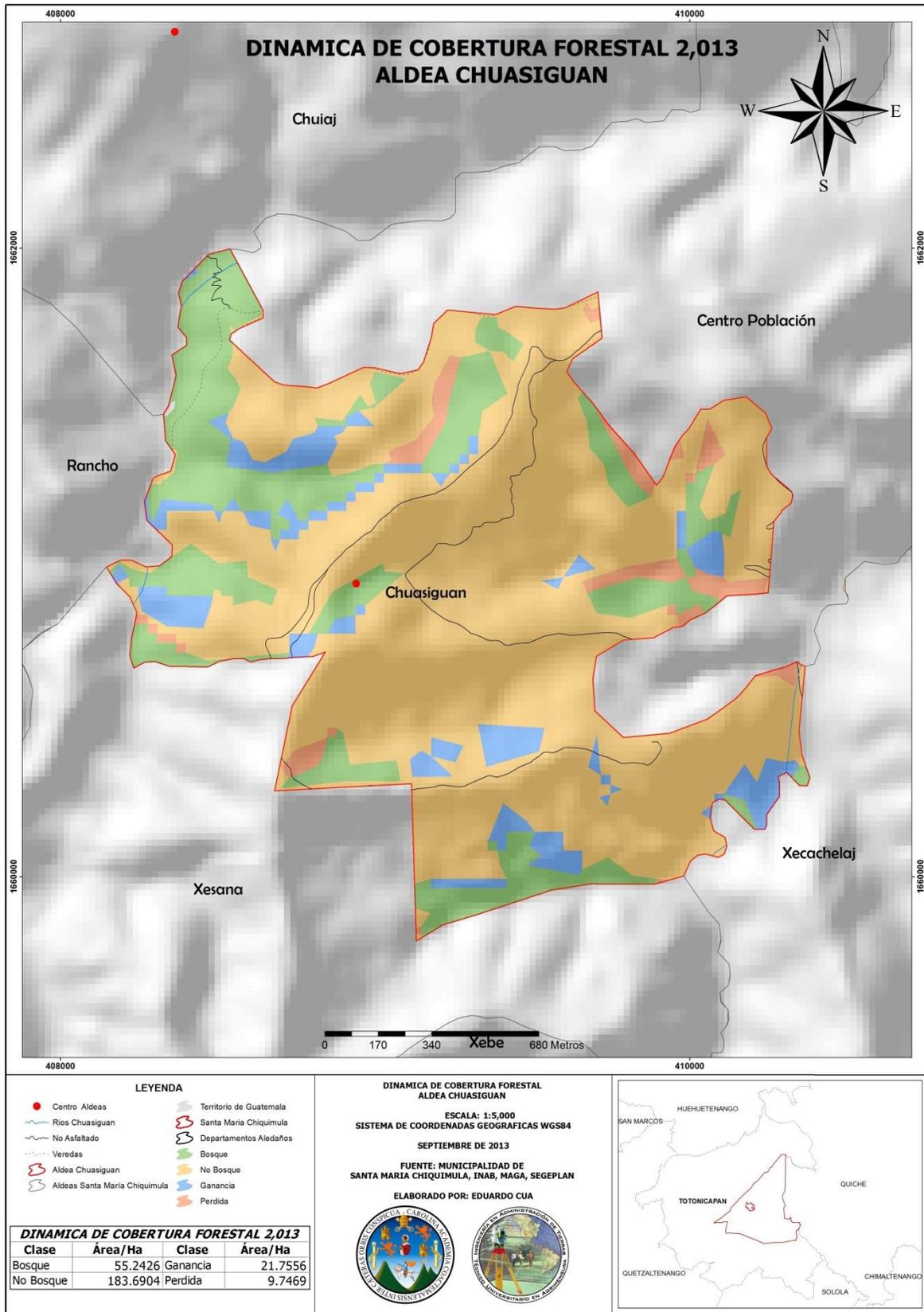
Fuente: Elaboración propia año 2013

Mapa No. 12, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Chuacorrall II.



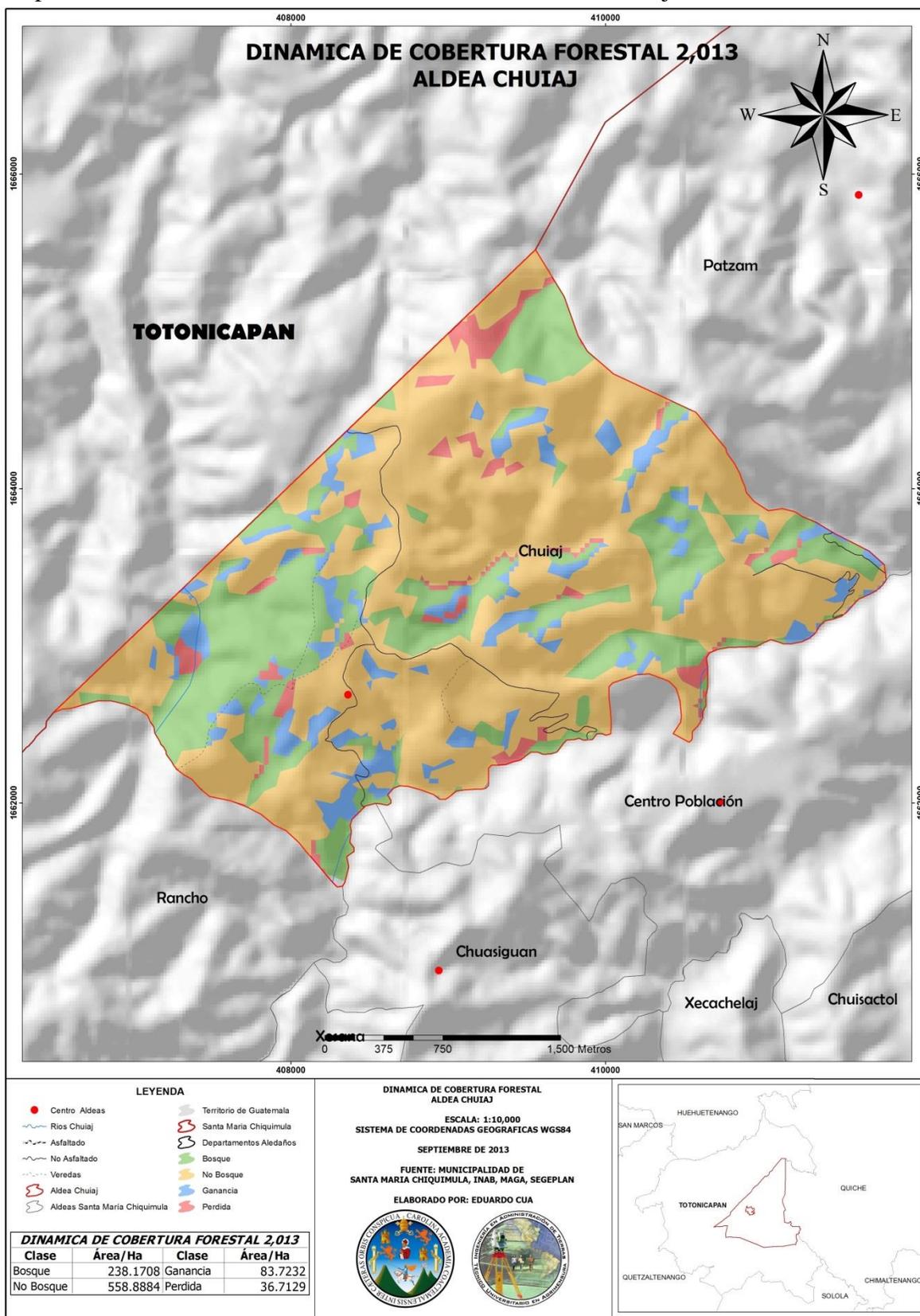
Fuente: Elaboración propia año 2013

Mapa No. 13, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Chuasiguan.



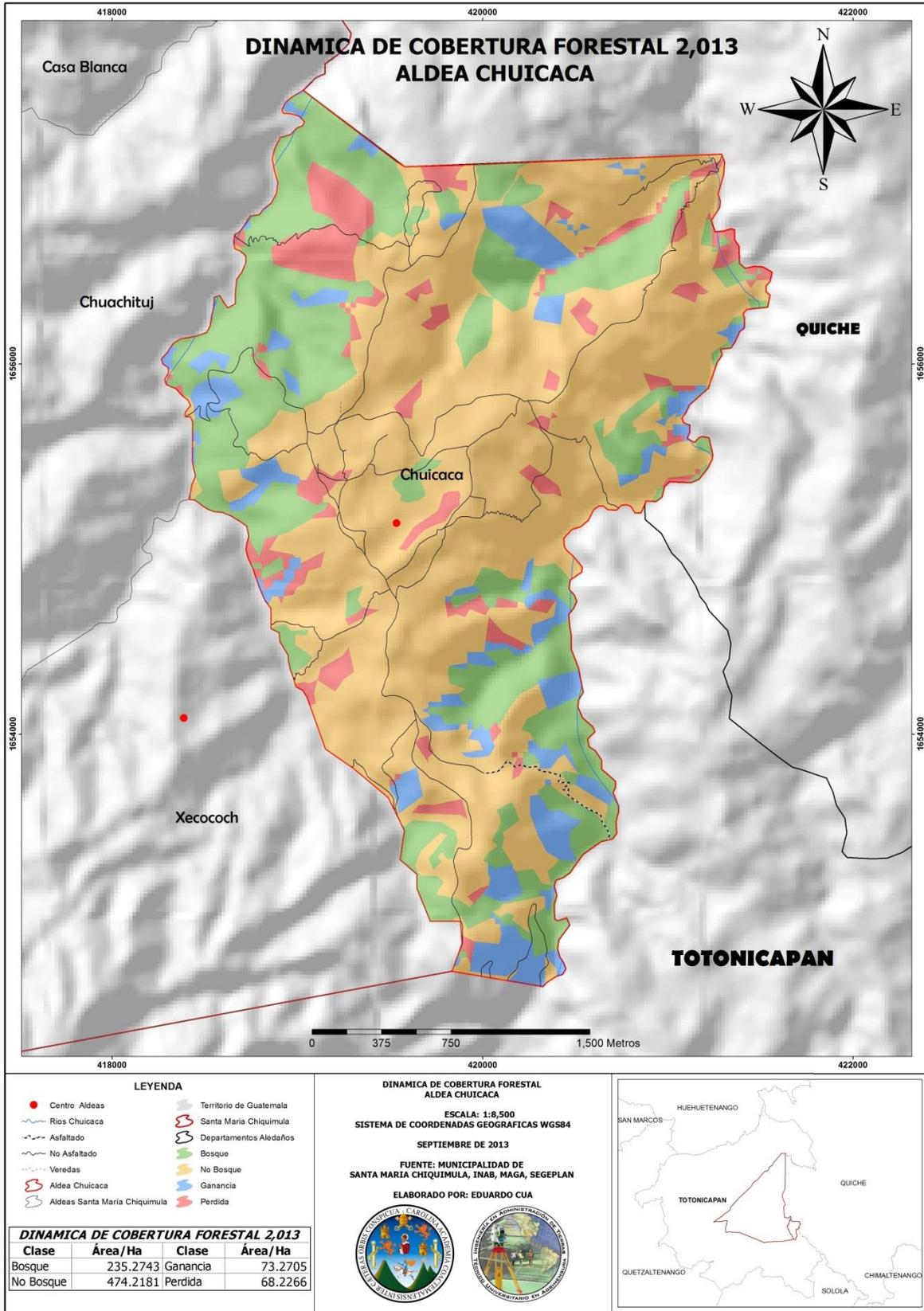
Fuente: Elaboración propia año 2013

Mapa No. 14, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Chuijaj.



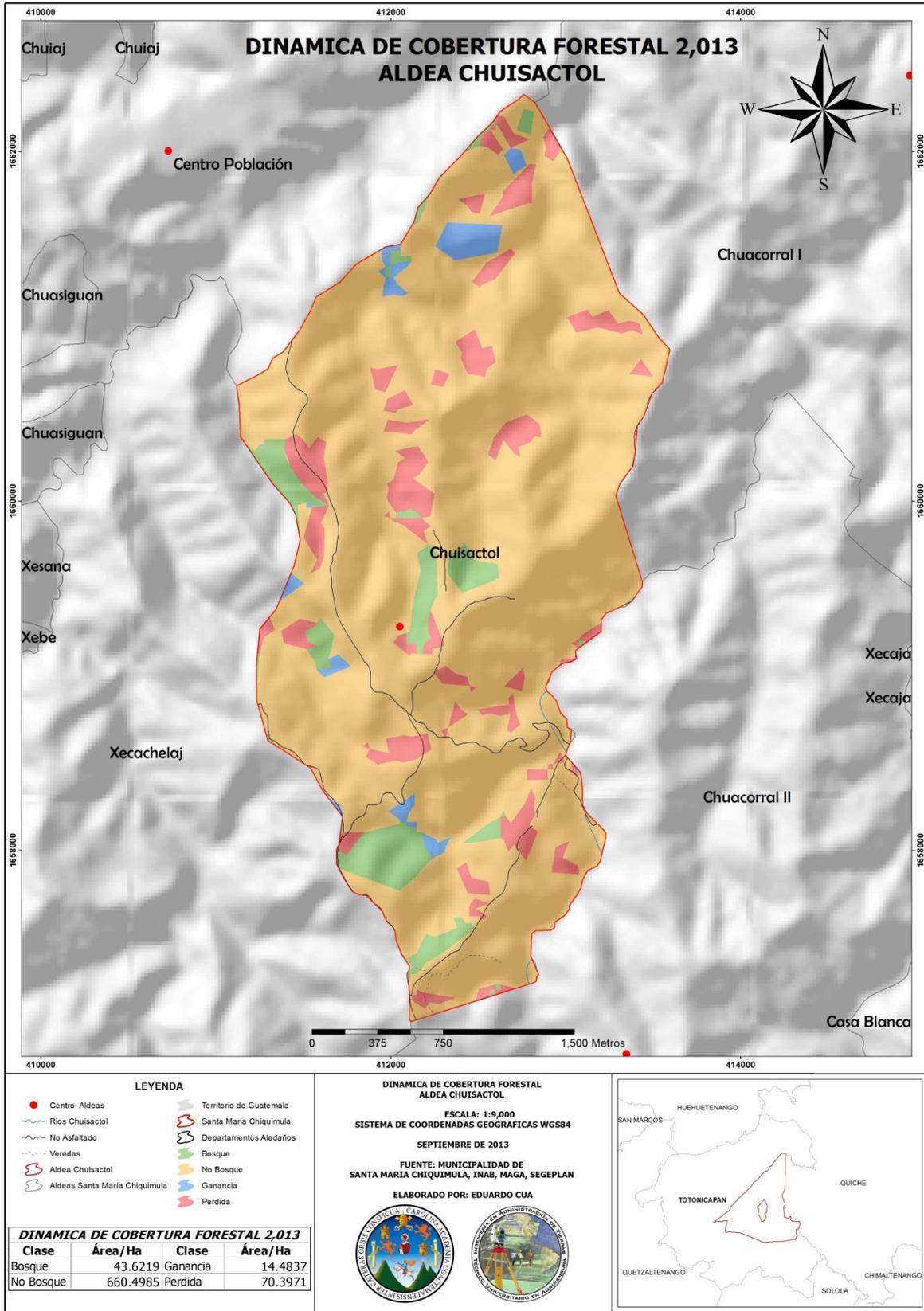
Fuente: Elaboración propia año 2013

Mapa No. 15, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Chuicaca.



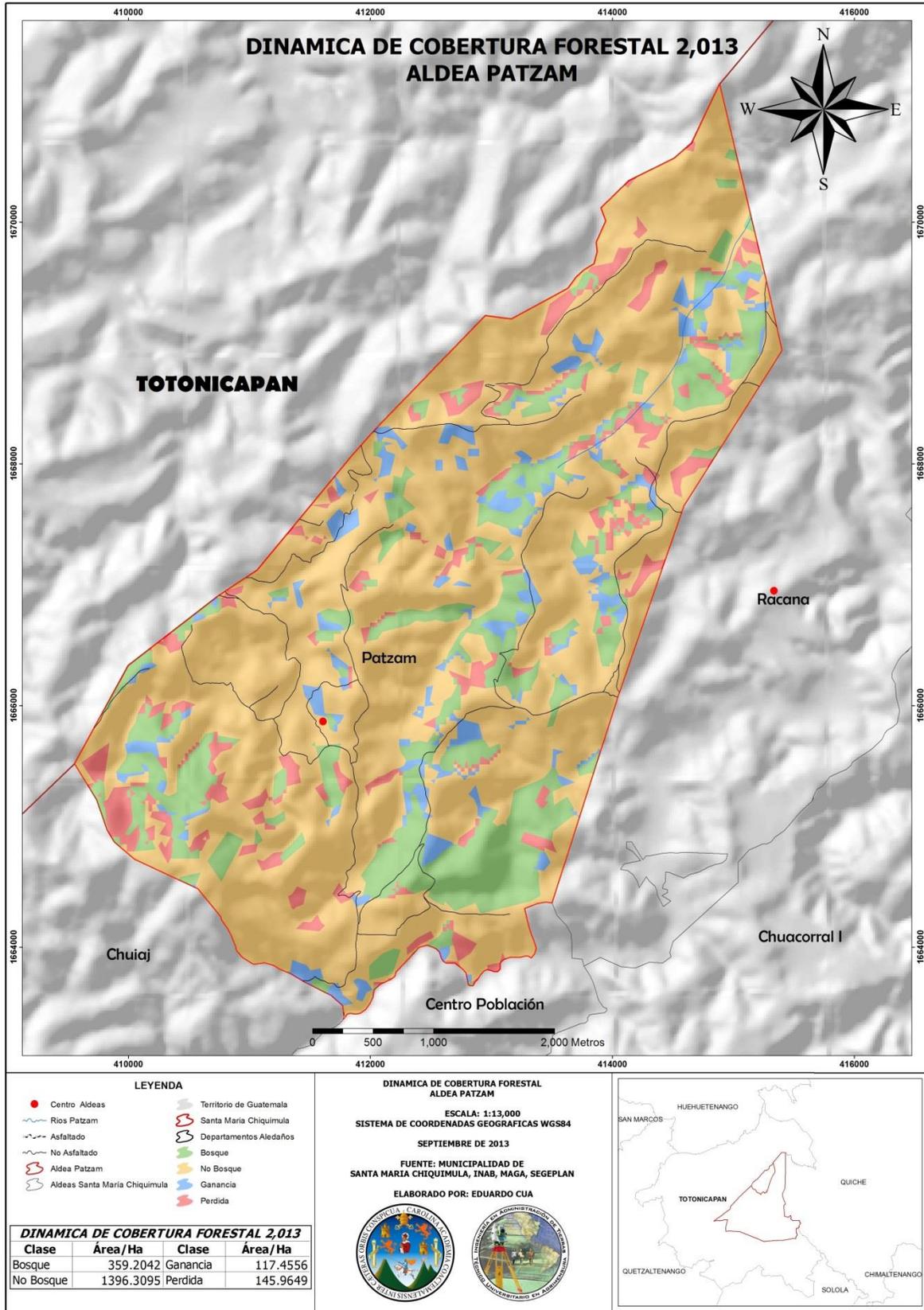
Fuente: Elaboración propia año 2013

Mapa No. 16, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Chuisactol.



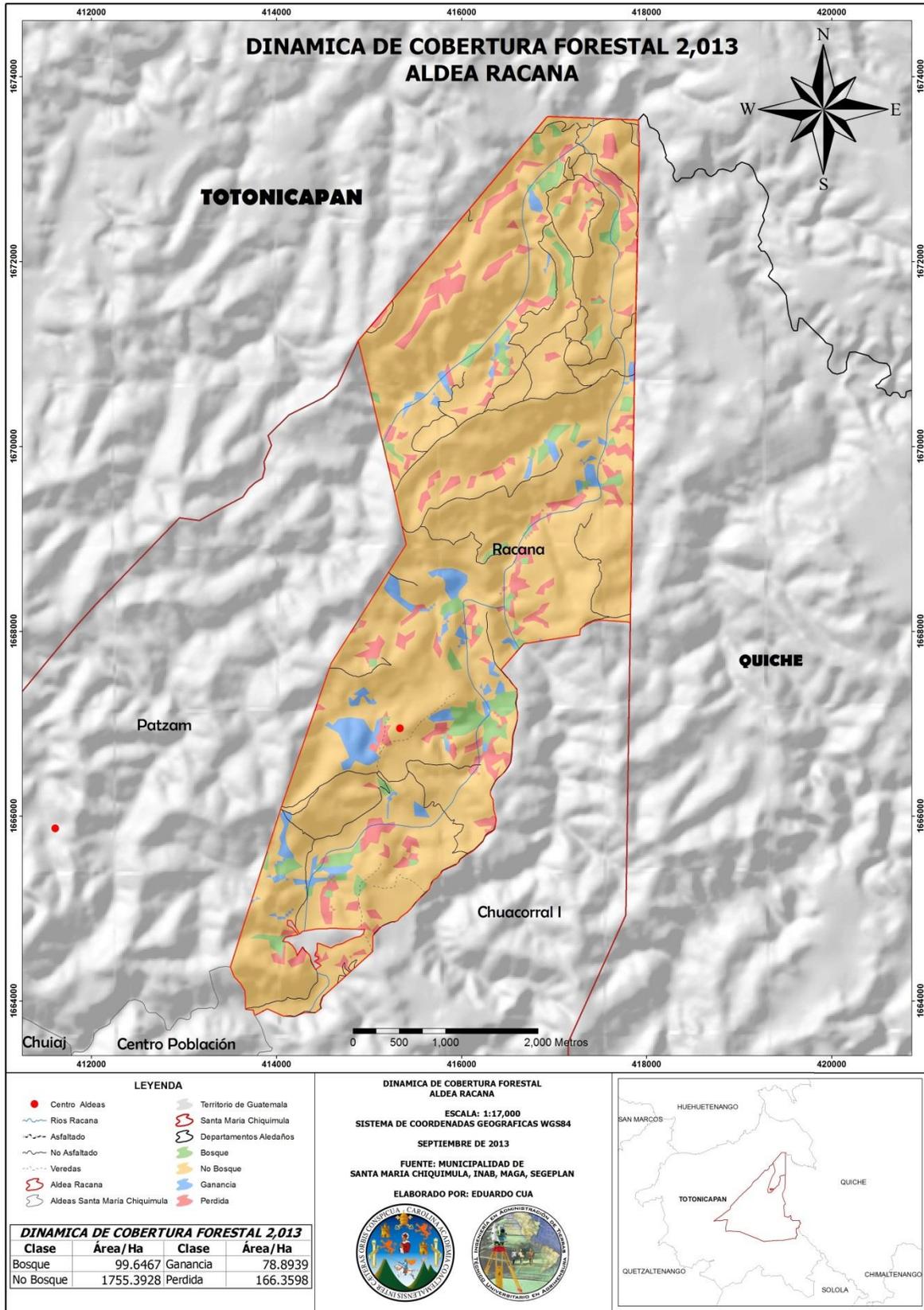
Fuente: Elaboración propia año 2013

Mapa No. 17, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Patzam.



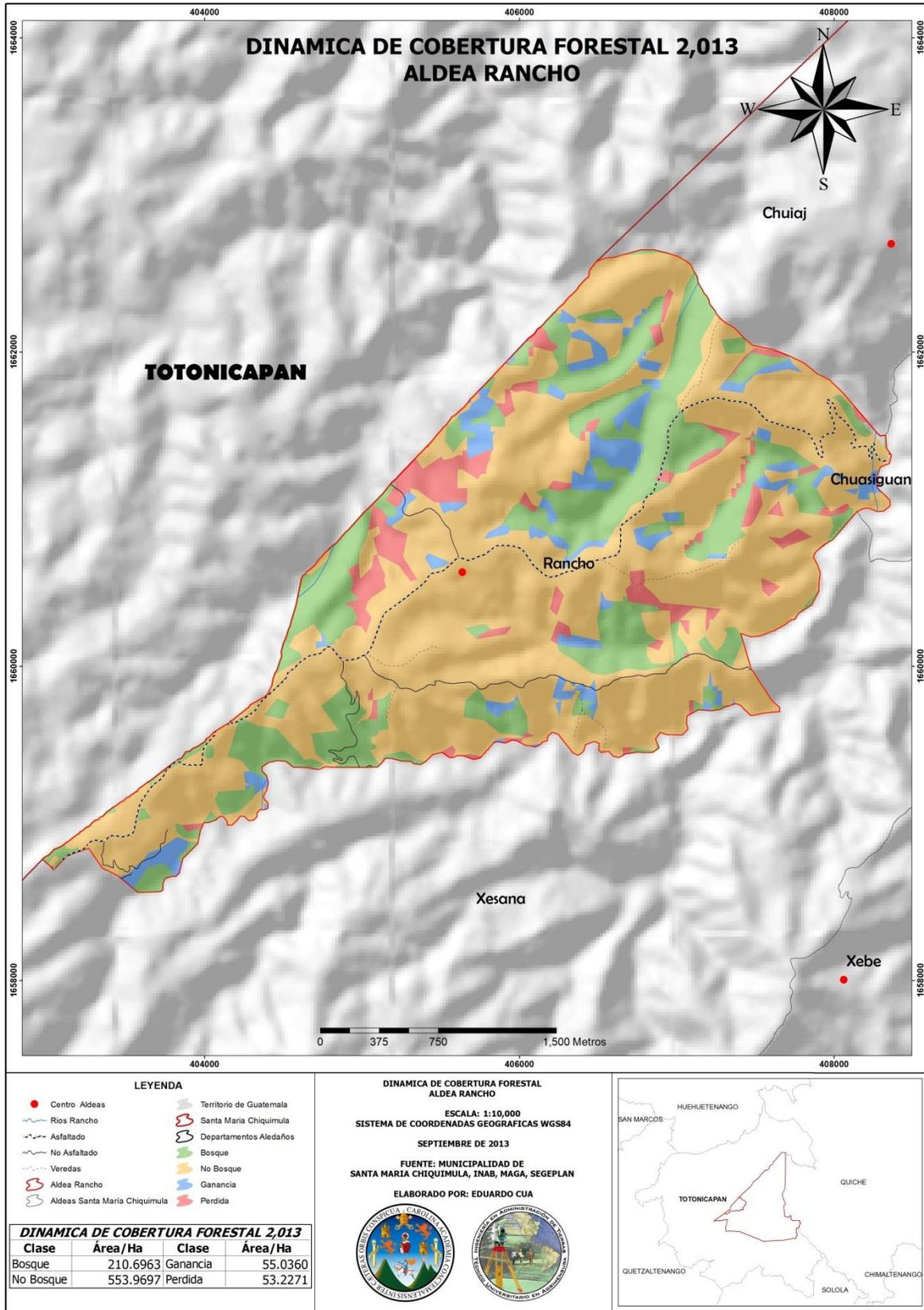
Fuente: Elaboración propia año 2013

Mapa No. 18, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Racana.



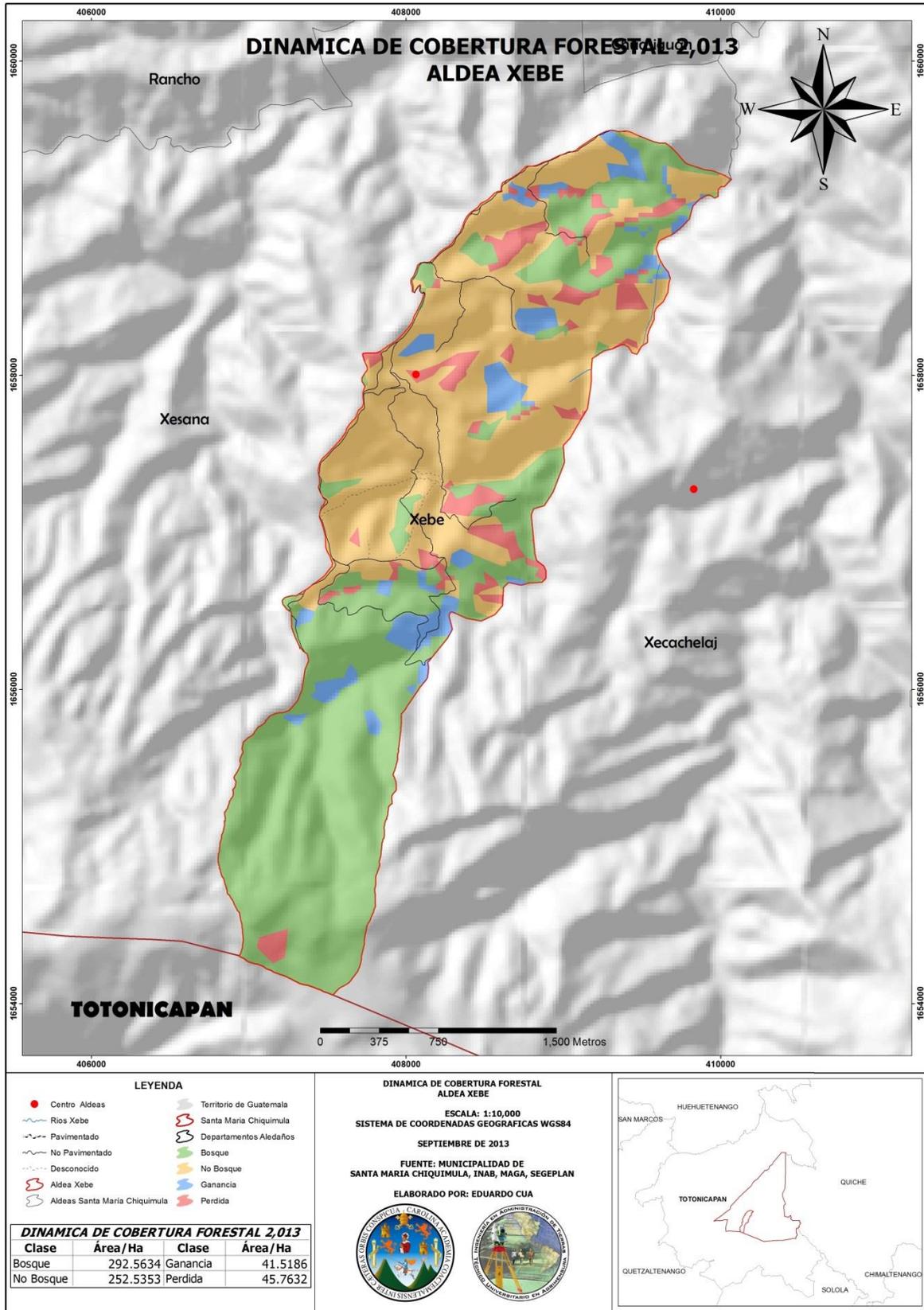
Fuente: Elaboración propia año 2013

Mapa No. 19, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Rancho.



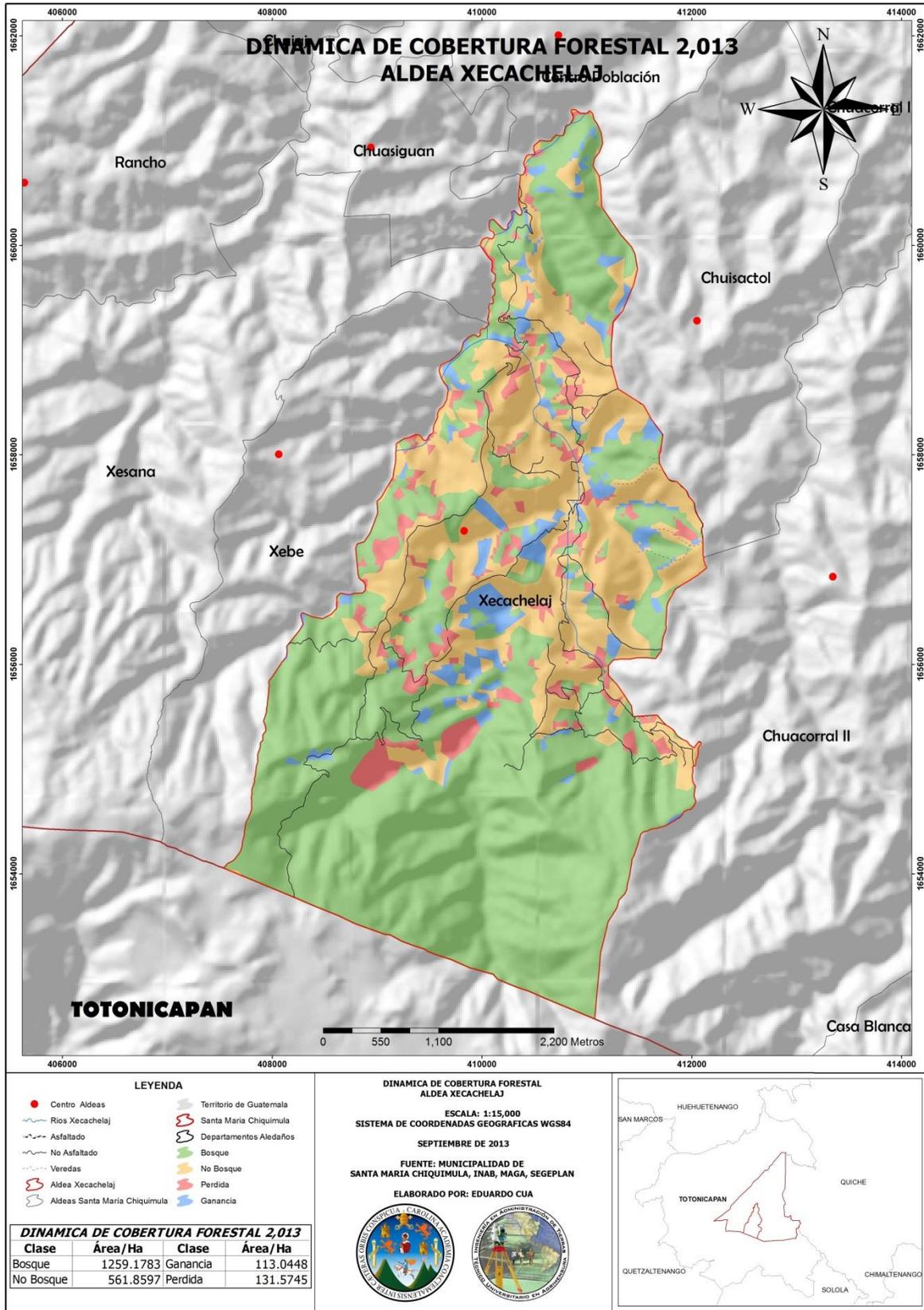
Fuente: Elaboración propia año 2013

Mapa No. 20, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Xebe.



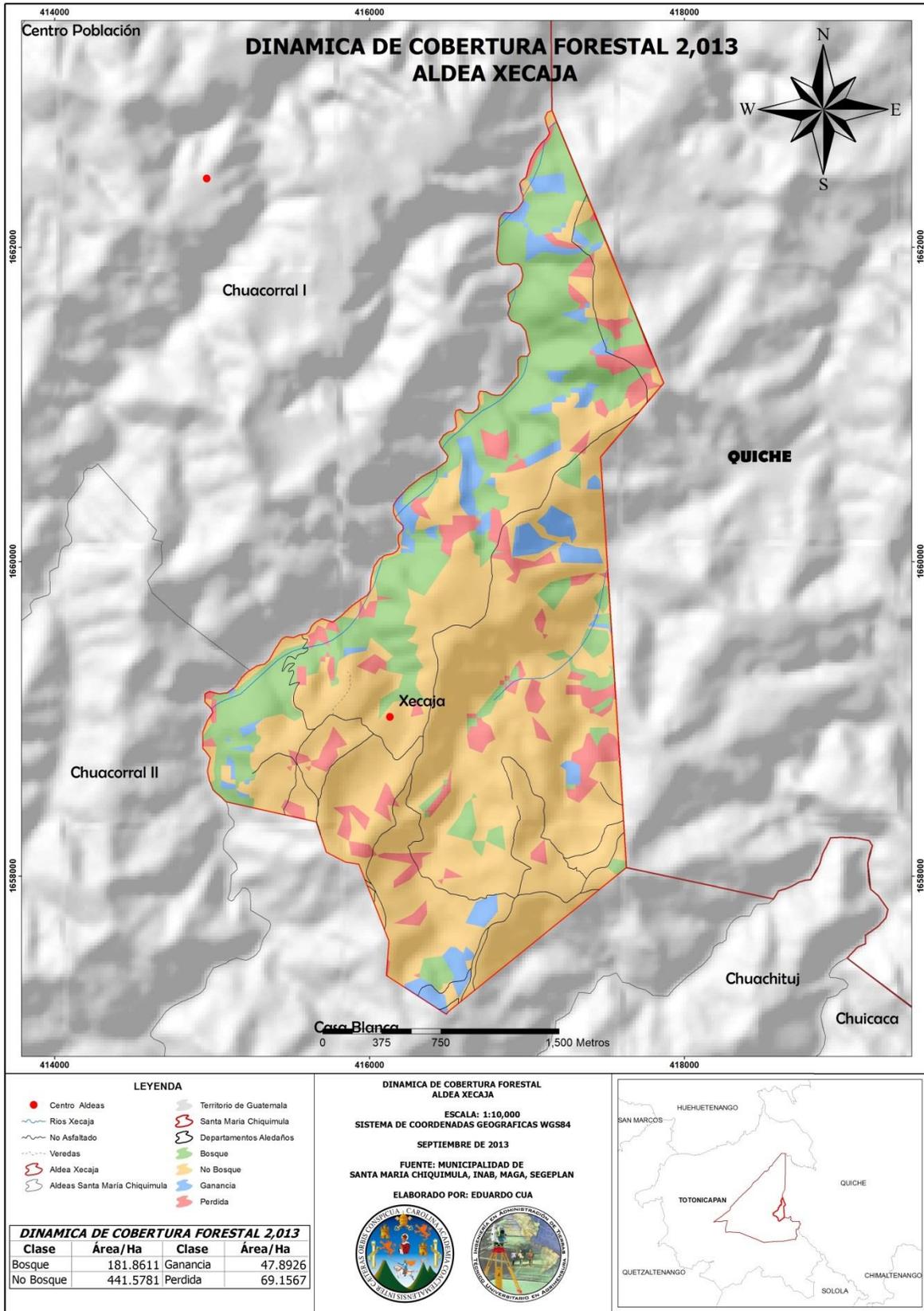
Fuente: Elaboración propia año 2013

Mapa No. 21, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Xecachelaj.



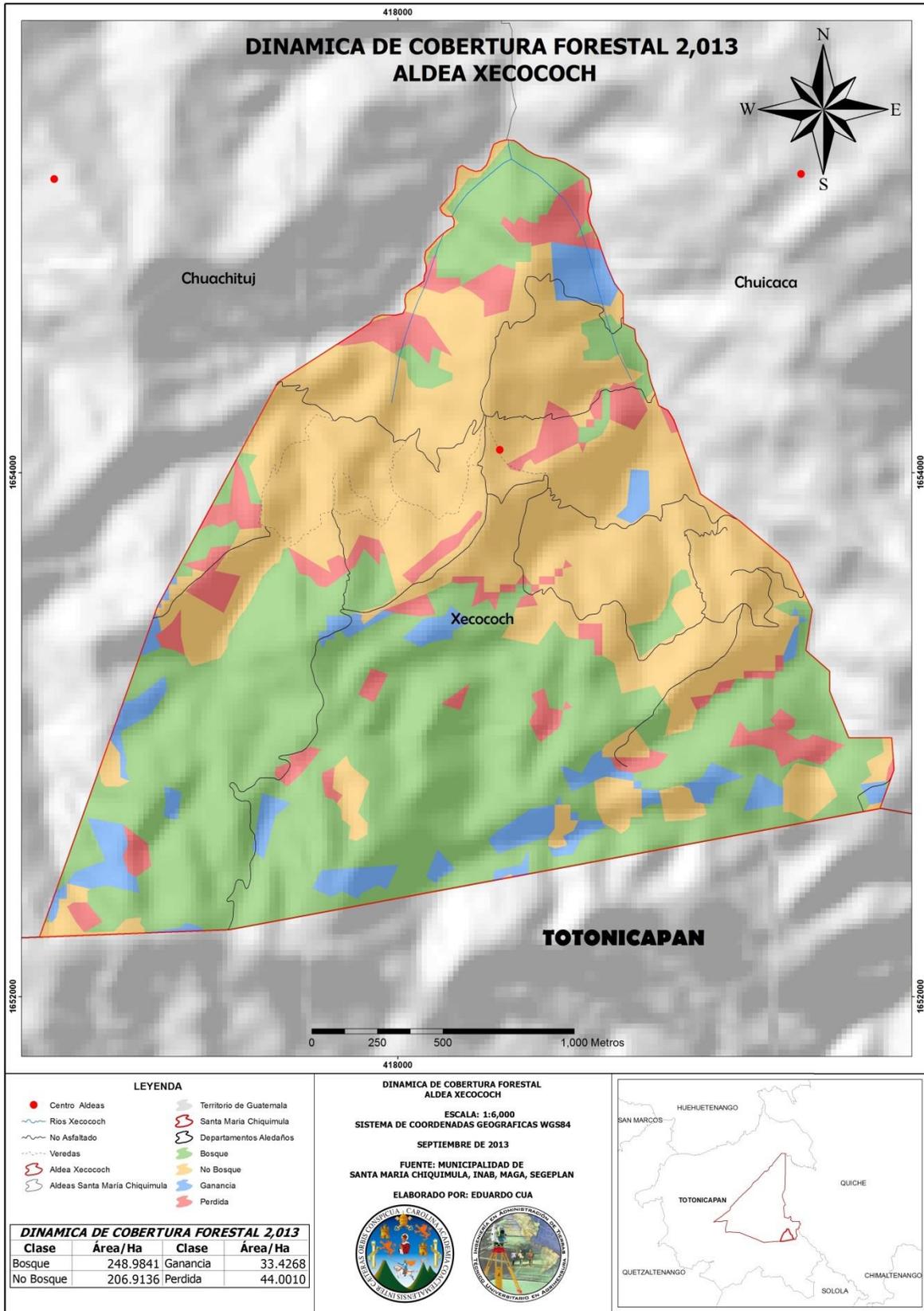
Fuente: Elaboración propia año 2013

Mapa No. 22, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Xecaja.



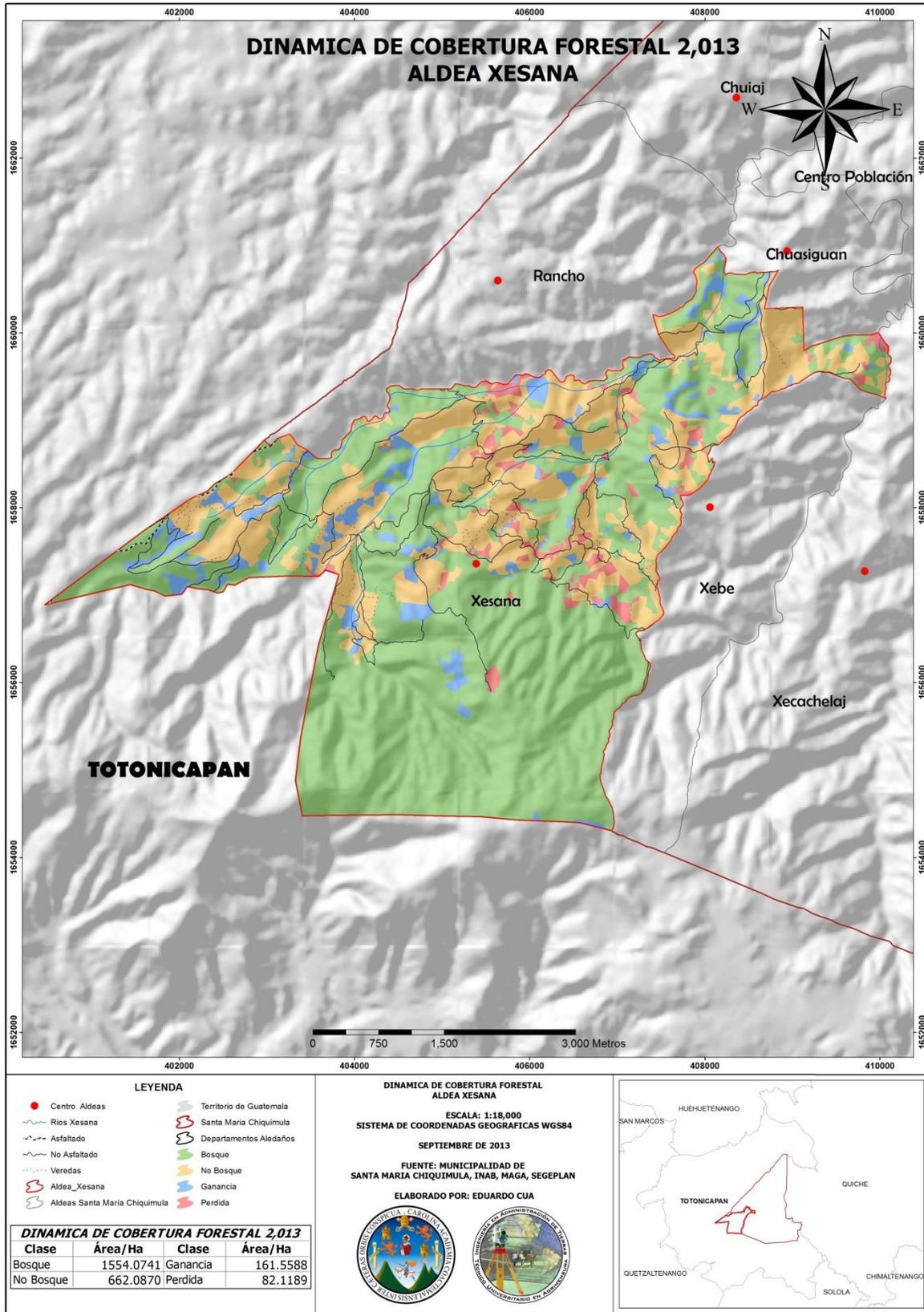
Fuente: Elaboración propia año 2013

Mapa No. 23, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Xecococh.



Fuente: Elaboración propia año 2013

Mapa No. 24, Dinámica de cobertura forestal 2,013, Aldea Xesana.



Fuente: Elaboración propia año 2013

## V. CONCLUSIONES

- 5.1. De acuerdo a la capacidad de uso del suelo del área de estudio, un 35.533% es para uso de agricultura sin limitaciones o con algunas prácticas de conservación del suelo, un 54.975% para uso agroforestal con algunos cultivos, y un 9.491% para uso forestal de producción y de protección, estos indica que un 64.466% puede ser utilizado para uso forestal o agroforestería.
- 5.2. Al contrastar la capacidad de uso del suelo, con el uso actual forestal, se puede apreciar que existe una conflictividad (intensidad) de uso del suelo, ya que el 41.4669% está siendo sub utilizado, se debe a que varias superficies terrestres sufren de deforestación y quedan como áreas descampadas y sin uso, en otros casos se practica los raleos de forma ilícita, generando de esta manera poca densidad de árboles sobre territorios de vocación forestal, un 1.4489% está sobre utilizado, esto debido a que se generan cultivos agrícolas o construcciones de viviendas y la capacidad de uso no corresponde a la misma, además los trabajos que se realizan en el uso de suelo están bajo una mecanización o fertilización generando de esta manera degradación en el uso potencial del suelo, sin embargo un 57.0843% está siendo usado correctamente de acuerdo a la capacidad de uso del suelo, bajo estos criterios se puede determinar que se deben de impulsar prácticas de conservación y reforestación, para disminuir el porcentaje de sub uso y sobre uso y de esta manera mejorar el uso según la capacidad del territorio.
- 5.3. Mediante los procesos realizados en la presente investigación se puede concluir que los factores que intervienen en la pérdida de cobertura forestal, son: la tala ilícita, los incendios forestales y el incremento de áreas agrícolas.
- 5.4. La cobertura forestal del municipio de Santa María Chiquimula para el año 2,013 se estimó en 8,231.0135 ha, lo cual es equivalente a un 38.9407% del territorio municipal, dicha cobertura puede ser mayor, si se aprovecha y mejora el 41.4669% que está siendo subutilizada según la capacidad de uso suelo.
- 5.5. En base a los procesos realizados en la presente investigación se determinó que para el año 2,010 el municipio de Santa María Chiquimula contaba con una cobertura forestal de 7776.0831 ha, equivalente a un 36.7884% del territorio municipal, en este año se registra la cobertura forestal más baja para todo el área de estudio según los 4 periodos establecidos, (2002, 2006, 2010 y 2013).

- 5.6. Realizando las diferentes comparaciones durante el periodo de estudio se puede establecer que para el municipio de Santa María Chiquimula durante el periodo 2002 a 2006 la pérdida se estimó en 284.0224 ha/año, equivalente a 1.343%, para el periodo 2,007 a 2,010 la pérdida anual es de 312.833 ha, equivalente a 1.480%, y para el periodo 2011 a 2013 se registró un aumento de cobertura forestal de 151.643 ha/año equivalente a 0.7174% del territorio municipal, el incremento de cobertura forestal en el último periodo, se debe a las prácticas de conservación y reforestación por los diversos incentivos forestales que se otorgan a la población del municipio.
- 5.7. Las aldeas ubicadas en la parte norte del municipio como Racana, Patzam y Chuacorrall I, reportan un mayor cambio en la cobertura forestal según el periodo de estudio 2002 a 2013, pues del 38.9407% de cobertura forestal con el que cuenta el municipio, solo el 5.5729% corresponden a estas aldeas, esto debido a que son las áreas donde se reportan más talas ilícitas, incendios forestales, como también incremento de áreas agrícolas.
- 5.8. Las Aldeas de la parte central del municipio, las cuales son Chiaj, Rancho, Centro Poblacion, Chuasiguan, Chuisactol, Xecaja y Chuicaca, del 38.9407% de cobertura forestal del área de estudio, el 7.2007% corresponde a estas aldeas, dichas áreas reportan cambios en la cobertura forestal debido a las talas ilícitas, incendios forestales e incremento de áreas agrícolas, sin embargo son áreas que en los últimos años han mejorado su práctica de conservación, esto debido a los lides comunitarios.
- 5.9. Las Aldeas de la parte sur del municipio como Xecococh, Chuachituj, Casa Blanca, Chuacorrall II, Xecachelaj, Xebe y Xesana, son las que presenta mayor incremento y conservación del bosque, pues del 38.9407% de cobertura forestal con él que cuenta el territorio municipal, el 26.1670% corresponden a estas aldeas, como se puede apreciar este es el porcentaje más elevado de área boscosa, para todo el territorio del municipio de Santa María Chiquimula, esto debido a que existen bosques comunales, además dichas aldeas cuentan con más proyectos que perciben incentivos forestales, de tipo protección y reforestación.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- 6.1. A las autoridades municipales involucrados en el tema de medio ambiente, recursos naturales así mismo en los ejes de trabajo, programas y proyectos, según el plan estratégico de largo plazo de la municipalidad de Santa María Chiquimula, se les recomienda contemplar los datos presentados en la investigación, para recuperar, mejorar e incrementar los recursos naturales con los que cuentan actualmente y por ende mejorar la calidad de vida de los habitantes del municipio.
- 6.2. A las instituciones gubernamentales y no gubernamentales, considerar la presente investigación e impulsar proyectos de incentivos forestales enfocados a la conservación y recuperación del bosque, pues de esta manera se puede mejorar la recarga hídrica, así mismo se pueden evitar desastres naturales debido a la deforestación que se genera en el municipio de Santa María Chiquimula.
- 6.3. Por la importancia de los servicios ambientales y productos que se generan del bosque, es de vital importancia implementar una estrategia a nivel de municipio y de aldeas para la conservación, el manejo, y el aprovechamiento de los recursos naturales, bajo lo que estipula la ley forestal (decreto 101-96).
- 6.4. Desarrollar un mecanismo de información a todos los niveles entre las aldeas del municipio, instituciones gubernamentales y organizaciones no gubernamentales, para compartir experiencias de cómo mejorar la conservación y el manejo de los recursos naturales, aprovechando de esta manera el potencial forestal con el que cuenta el municipio de estudio.
- 6.5. Que a nivel de aldeas se realicen monitoreos constantes, en las áreas forestales para disminuir las talas ilícitas, los incendios forestales y el incremento de áreas agrícolas en las áreas de cobertura boscosa del municipio de Santa María Chiquimula, pues es necesario reducir los frentes de deforestación que ocurren específicamente en la parte norte del municipio.
- 6.6. Implementar e impulsar reglamentos dirigido a la conservación y mejoramiento de los recursos naturales a nivel del municipio y aldeas de Santa María Chiquimula y de esta manera darle un uso racional al suelo según su capacidad.
- 6.7. Fortalecer la oficina forestal municipal para que exista mayor cobertura para las aldeas del municipio, en función de talleres para el aprovechamiento y conservación de los recursos naturales y la implementación de viveros forestales a nivel municipal y de aldeas para contar con recursos naturales en las épocas de reforestación.

- 6.8. La municipalidad y Aldeas deben de generar programas y proyectos de reforestación, coordinando con los habitantes del municipio de Santa María Chiquimula, instituciones gubernamentales y no gubernamentales, y de esta manera incrementar áreas con cobertura forestal.
- 6.9. Que se generen y apoyen alternativas de empleo para disminuir la pobreza y la presión sobre el uso del suelo y los recursos naturales, los proyectos de incentivos forestales que son otorgados por el estado o instituciones no gubernamentales son opciones que pueden ser aprovechados por organizaciones comunales o personas individuales.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Alvarado, H. 2010. Análisis del crecimiento urbano y los cambios de uso del suelo, durante el período 1960-2006 y propuesta de unidades territoriales, en los municipios conurbados de la mancomunidad de la metrópoli delos altos, Quetzaltenango. Abril 2010, Quetzaltenango, Guatemala. 14, 15, 19 y 46 p.
2. Anzil, F. Recursos Naturales, 2009, (en línea) consultado el 10 septiembre 2,011, disponible en [www.econlink.com.ar/definicion/recursosnaturales.shtml](http://www.econlink.com.ar/definicion/recursosnaturales.shtml)
3. CATIE, GT. 2005. Curso ordenamiento territorial. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 82 p.
4. IGAC (Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”, CO). 1997. Bases conceptuales y guía metodológica para la formulación del plan de ordenamiento territorial. Bogotá, Colombia. 260 p.
5. INAB, 2000, Manual de Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso, Republica de Guatemala (en línea) consultado el 20 de septiembre de 2,011 disponible en: <http://186.151.231.167/Documentos/Manuales/capacidad.pdf>
6. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2000. Clasificación de tierras por capacidad de uso, aplicación de una metodología para tierras de la república de Guatemala. Guatemala. 12 p.
7. INAB, CONAP, UVG, 2001, Dinámica de la cobertura forestal de Guatemala durante los años 1991-1996 y 2001. 1 p.
8. INAB, CONAP, UVG, URL, 2010, Dinámica de la cobertura forestal de Guatemala durante los años 2006 y 2010. 7 p.
9. Instituto de Ciencias ambientales, URL, FCAA y IARNA. 2003. Estado Actual de los Bosques de Guatemala, Informe Técnico No. 7. Guatemala.
10. IIA, URL, FCAA, IARNA, agosto 2003, Informe técnico No. 3, Estado del uso actual del uso de la tierra en Guatemala, Guatemala. 13 p.
11. Instituto Nacional de Ecología, López Granados, H. Mendoza, M. Acosta A. Cambio de cobertura y uso de la tierra, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico. (en línea) consultado el 18 de septiembre de 2011, disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/gacetitas/366/erna.html>.

12. INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA, Ordenación del Territorio, Domingo Gómez Orea. Editorial Agrícola Española. S. A. 1-17, 25-32 p.
13. Ley Forestal, Decreto 101-96, Ciudad de Guatemala, Guatemala, 1996. 4 y 5 p.
14. Libro Ciencia de la Tierra y del Medio Ambiente, Desarrollo Sostenible, (en línea) consultado el 25 de septiembre 2,011, disponible en: <http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/14PolEcSoc/140DesSost.htm>
15. Municipalidad de Santa María Chiquimula, Plan de Desarrollo 2011 a 2021, 12, p.
16. Peters, R. 1977, Tabla de volúmenes para las especies de coníferas para la republicad de Guatemala.
17. SEGEPLAN 2009, Índice de pobreza y extrema pobreza por municipios de Guatemala, (en línea) consultado el 10 de septiembre de 2011 disponible en: [http://www.segeplan.gob.gt/downloads/IndicePobrezaGeneral\\_extremaXMunicipio.pdf](http://www.segeplan.gob.gt/downloads/IndicePobrezaGeneral_extremaXMunicipio.pdf)
18. Sociedad geográfica de Colombia, Academia de Ciencias Geográficas, Ecología y uso del suelo, (en línea) consultado 25 de septiembre de 2011 disponible en <http://www.sogeocol.edu.co/documentos/Ecologia.pdf>