



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Facultad de Humanidades y Ciencias Jurídicas

Departamento de Geografía

Herramientas de análisis espacial para el establecimiento de rutas de conectividad ecológica en la unidad hidrológica de Tisma, período 1991-2021

Monografía para optar al grado de

Licenciado en Geografía

Autor/ Autores

Br. Yader Ezequiel Rodríguez Tercero

Br. Arlington de Jesús Ticay Pavón

Tutor o tutora

Msc. Ingrid Úbeda

Managua, diciembre 2021



DEDICATORIA

Br. Arlington de Jesús Ticay Pavón

Dedico la culminación de este trabajo para optar a título Licenciado en Geografía a mi difunta madre **Zamaria de Jesús Pavón Gómez** por haberme apoyado a lo largo todos y cada uno de mis ciclos como estudiante hasta el día de su muerte.

Porque justo cuando me encontraba a punto de declinar a mis estudios universitarios por motivos económicos, deseaba incursionar en el campo laboral, mi madre insistió en que continuara sobre el camino de la educación superior haciéndose cargo de mis gastos de transporte, alimentación, material didáctico y hasta para la manutención de mi hija.

A mi hija **Larissa Arlenys Ticay Ruiz** por ser el motivo de mi existir, y la persona que me ha inspirado a auto superarme, a ser mejor cada día para inspirar y servirle de ejemplo a ella.

A mi abuela **Milagros del Socorro Gómez** quién al igual que mi madre realizó muchos sacrificios económicos por ayudarme a forjar mi formación académica y profesional, por realizarme el obsequio de una computadora la cual fue mi herramienta durante 4 años de mi carrera para la realización de cada uno de mis trabajos.

Br. Yader Ezequiel Rodríguez Tercero.

A mis padres *Cecilio Rodríguez* y *Martina Tercero*, por su amor, consejos, enseñanzas, y su gran empeño y dedicación para sacar adelante a sus hijos.

A mi hermana y sobrinos que a lo largo de mi carrera me alentaron y apoyaron incondicionalmente.

A las personas que han sido parte de mi vida y que siempre me brindaron su amistad y apoyo.

A *Luisa González* quien me ha mostrados un camino diferente y un amor incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Br. Arlington de Jesús Ticay Pavón

Agradezco infinitamente a ese ente que llamamos **DIOS**, por haberme permitido llegar con vida, sabiduría y bienestar físico hasta este punto tan importante de mi vida, porque en momentos difíciles nunca me abandonó y me bendijo.

Comparto mi agradecimiento con todos y cada uno de mis docentes quienes dedicaron extensas horas de sus vidas a mostrarnos sus metodologías y conocimientos para la formación académica de mi persona, quiero agradecer especialmente a la docente Msc. **Ingrid Úbeda Trujillo** por apoyarnos y demandar excelencia y rigurosidad en el trabajo monográfico.

Gratifico enormemente a **Karina de los Ángeles Almanza Pavón** porque en conjunto con mi madre y mi abuela me motivaron y alentaron a continuar con mis estudios universitarios, mis tíos **Exequiel Ticay y Johana Ticay** me brindaron apoyo motivacional para seguir con este arduo camino.

A mi padre **Arlington de Jesús Ticay Ruíz** por el apoyo brindado a lo largo de mi recorrido académico.

Br. Yader Ezequiel Rodríguez Tercero

Rara vez se consigue llegar a los objetivos marcados en soledad, tanto en el ámbito profesional, como social. La realización de una investigación monográfica es una larga tarea que se desarrolla de forma ineludible en estos dos ámbitos, por lo que cuando se finaliza, el que la firma está obligado a agradecer la ayuda que ha recibido a lo largo de todo el camino recorrido.

En primer lugar, esta investigación no hubiera sido posible sin la confianza depositada por la Msc. **Ingrid Úbeda Trujillo**, tutora de esta investigación. Esta confianza inicial se fue transformando a lo largo del tiempo, en sabios consejos y en apoyo profesional, ingredientes sin los cuales la tarea iniciada no se hubiera podido terminar.

Así mismo, debo agradecer a todos los maestros del Departamento de Geografía, ya que durante estos últimos años nos han orientado a ser personas de bien para la sociedad. Agradecer también la ayuda prestada y, sobre todo, la amistad de todos los compañeros que han ido pasando este tiempo de formación profesional.

Finalmente queda el agradecimiento a mi hermana **Meyling Rodríguez**, por estar siempre apoyándome en todas mis metas, a mis padres, **Cecilio Rodríguez** y **Martina Tercero**, por enseñarme a ser como soy, por perdonar mis eternas ausencias y por estar incondicionalmente a mi lado y, por último, a **Luisa González**, porque todos sabemos que los malos momentos siempre los soporta la persona que está siempre a tu lado, y esa persona, eres tú.

CARTA AVAL

En mi calidad de tutor de los estudiantes: Br. Yader Ezequiel Rodríguez Tercero y Br. Arlington de Jesús Ticay Pavón, ambos de la Carrera de Geografía, quienes son autores de la investigación: *“Herramientas de análisis espacial para el establecimiento de rutas de conectividad ecológica en la unidad hidrológica de Tisma, período 1991-2021”*, comunico lo siguiente: He leído y revisado el documento de monografía, y por lo tanto, considero que cumple con los requisitos mínimos y la estructura básica para ser presentado y defendido ante un comité de jurados calificador.

Ingrid Úbeda Trujillo, Msc

Docente investigador

Departamento de Geografía

UNAN-Managua

RESUMEN

Nicaragua presenta un acelerado proceso de deterioro y pérdida del paisaje forestal, que se asocia a una amplia diversidad de factores donde dominan la deforestación clandestina, los procesos de urbanización, la apertura de tierras para la agricultura comercial y la ganadería. Esta investigación en términos de ordenamiento, gestión y conservación de la unidad hidrológica de Tisma, es relevante porque generó mapas y datos acerca del estado fragmentación del paisaje y de las probables rutas de conectividad ecológicas presentes en la unidad territorial analizada. Se utilizaron imágenes del programa Landsat, a las cuales se le aplicó corrección radiométrica y atmosférica. Se realizó una clasificación supervisada utilizando el algoritmo de máxima probabilidad para generar mapas de coberturas de la tierra, y así identificar las principales causas de fragmentación en términos espaciales. Así mismo, se establecieron dos categorías: 1. Paisaje no forestal, 2. Paisaje forestal como base para la aplicación de métricas del paisaje que indica el grado de fragmentación de la misma. Los mapas de coberturas de la tierra se validaron mediante la índice kappa.

Para el año 1991 predominaba el suelo sin vegetación ocupaba el 70.37% del área total de las coberturas, a través de tiempo disminuyó gradualmente de un 64.36% en 2001, hasta un 27.21% en 2011 cabe resaltar que el área ocupada por pastos y cultivos incremento sustancialmente, lo que probablemente indica que los suelos sin vegetación fueron sustituidos por los anteriores. El área urbana incrementó de un 0.29% en 1991, 0.62% en 2001 hasta 3.66% en el año 2021.

Los resultados tras la aplicación de métricas del paisaje indican que disminuyó la distancia media al vecino más cercano (MNN). A nivel de clase se presentó una disminución en el tamaño medio del parche (MPS) y un aumento en el número de parches (NumP) del paisaje forestal, se concluye que existe un considerable grado de fragmentación del paisaje forestal en la unidad hidrológica de Tisma. En base a los resultados de mapas de fragmentación del paisaje forestal se elaboraron 26 rutas de conectividad ecológica tomando en cuenta parches forestales mayores a 50 ha, la propuesta de corredores biológico varía de 0.5 km y 41 km de longitud.

Palabras claves: Paisajes forestales, métricas del paisaje, corredor, SIG.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTOS	III
CARTA AVAL	V
RESUMEN.....	VI
Capítulo I.....	1
1.1 Introducción	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos de investigación	4
1.4.1 Objetivo General	4
1.4.2 Objetivos Específicos.....	4
Capítulo II	5
2.1 Marco Referencial.....	5
2.1.1 Antecedentes	5
2.2 Marco teórico	8
2.2.1 Clasificación de imágenes para la elaboración de mapas de coberturas de la tierra, y paisajes forestales y no forestales	8
2.2.2 Fragmentación del paisaje.....	12
2.2.3 Rutas de conectividad del paisaje.....	20
2.3 Marco Legal	21
2.4 Preguntas directrices.....	27
2.5 Variables y/o descriptores	28
Capítulo III	29

3.1	Diseño metodológico / Marco metodológico	29
3.1.1	Enfoque filosófico de la investigación	29
3.1.2	Tipo de estudio según el alcance o desarrollo.....	29
3.1.3	Área de estudio.....	29
3.1.4	Población y Muestra.....	30
3.2	Métodos y técnicas para la recolección y análisis de datos.....	31
3.3	Validación de los resultados.....	38
3.4	Fragmentación paisajística del área en estudio mediante la metodología del cálculo de métricas del paisaje.....	40
3.5	Acciones participativas para proponer rutas de la conectividad ecológicas	41
3.6	Herramientas de análisis espacial.....	42
Capítulo IV	43
4.1	Análisis y discusión de resultados.....	43
4.1.1	Coberturas de la tierra, paisaje forestal y no forestal de la unidad hidrológica de Tisma, 1991 – 2021.....	43
4.1.2	Fragmentación forestal de la unidad hidrológica de Tisma a partir de métricas del paisaje 48	
4.1.3	Acciones participativas para proponer rutas de conectividad ecológicas	53
Capítulo V	56
5.1	Conclusión.....	56
5.2	Recomendaciones.....	57
5.3	Bibliografía.....	58
5.4	Anexos.....	63

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1	Esquema de la estructura del paisaje concebida en fragmentos, matriz y corredores	14
Figura 2	Proceso de fragmentación de los ecosistemas naturales	15
Figura 3	Ubicación área de estudio	30
Figura 4	Muestreo	31
Figura 5	Esquema metodológico para evaluar la fragmentación del paisaje	32
Figura 6	Representación gráfica de las escenas Landsat.....	34
Figura 7	Valores de firmas espectrales para el año 1991	36
Figura 8	Valores de firmas espectrales para el año 2001	37
Figura 9	Valores de firmas espectrales para el año 2011	37
Figura 10	Valores de firmas espectrales para el año 2021	37
Figura 11	Puntos de entrenamiento	38
Figura 12	Cobertura de la tierra 1991,2001,2011,2021	44
Figura 13	Cobertura de la tierra en la unidad hidrológica de Tisma	45
Figura 14	Paisajes de la unidad hidrológica de Tisma de 1991	46
Figura 15	Paisajes de la unidad hidrológica de Tisma de 2001	47
Figura 16	Paisajes de la unidad hidrológica de Tisma de 2011	47
Figura 17	Paisajes de la unidad hidrológica de Tisma de 2021	48
Figura 18	Distancia media al fragmento más cercano	49
Figura 19	Números de parches.....	50
Figura 20	Tamaño promedio de los parches	51
Figura 21	Índice de forma media	52
Figura 22	Grado de fragmentación forestal 2021.....	53
Figura 23	Ruta de conectividad.....	54
Figura 24	Cambio del paisaje 1991 – 2001	102
Figura 25	Cambio del paisaje 2001 – 2011	103
Figura 26	Cambio del paisaje 2011 – 2021	103

Capítulo I

1.1 Introducción

FAO & PNUMA, (2020) indican que la fragmentación del bosque conlleva la alteración de la configuración del hábitat, la pérdida de superficie forestal y conectividad, el mayor aislamiento de los fragmentos forestales y el aumento de la exposición a los usos humanos de la tierra a lo largo de los límites de los fragmentos.

La fragmentación de los bosques puede ser inducida por perturbaciones y cambios ambientales naturales (el clima, procesos geológicos, desastres naturales, incendios forestales, plagas y enfermedades) que pueden causar la segmentación de un bosque en fragmentos más pequeños, o por factores antropógenos, como la explotación forestal (extracción de madera o leña sin gestionar) o la conversión del uso de la tierra resultante de la expansión agrícola, la conversión a plantaciones de árboles, la conversión a pastizales para la ganadería, nuevos asentamientos provocados por la migración humana, la urbanización y el desarrollo de infraestructura. (FAO & PNUMA, 2020)

Según datos brindados por MARENA, (2019) 4,336,526.94 ha están siendo utilizadas con fines pecuarios en Nicaragua, el crecimiento de las actividades a nivel nacional refleja un aumento de 2,280,507.28 ha entre los años de 1983 al 2015, las áreas de cultivo pasaron de 720,330 ha en 1983 a 738,820.12 ha para el año 2015.

Por lo tanto, con la finalidad de presentar la causalidad-efecto vinculados a las variables de deforestación, ganadería y la agricultura se elaboró el estudio sobre *Uso de herramientas de análisis espacial para el establecimiento de rutas de conectividad ecológica en la unidad hidrológica de Tisma, período 1991-2021*.

La ejecución de los objetivos de investigación pretende refutar o validar las preguntas planteadas, haciendo uso de softwares como Arcgis 10.5, QGIS, Google Earth Pro para determinar el grado de fragmentación paisajística según métricas de vecindad, densidad y tamaño métricas de forma.

1.2 Planteamiento del problema

El uso histórico del suelo, estaba ocupado por bosque latifoliado y pastizales (AUDUBON, 2005). La unidad hidrológica objeto de estudio, es una zona altamente amenazada por efecto del crecimiento demográfico en la zona y por las actividades antropogénicas, la cual aprovecha la cobertura forestal como fuente de energía, para uso domiciliar y para venta de leña y madera en la ciudad. (Castillo Lara, 2018).

La ganadería extensiva implica otra de las amenazas para el área protegida debido a que extensas áreas han sido desprovistas de vegetación y convertidas en pastizales para la permanencia del ganado (Castillo Lara, 2018). La disminución de la cobertura vegetal puede afectar la migración de las especies al romperse la conectividad entre el Sistema lagunar y el bosque seco, así como la disminución de producción de alimento natural.(Castillo Lara, 2018)

Por lo anterior se plantean las siguientes interrogantes *¿Cuál ha sido el proceso de fragmentación en la unidad hidrológica de Tisma durante el periodo de 1991-2021?*

1.3 Justificación

En la unidad hidrológica en estudio se encuentra el sitio Ramsar laguna de Tisma declarado reserva natural el 8 de septiembre de 1983 respaldado bajo el Decreto – Ley No. 1320 Creación de reservas naturales en el pacífico de Nicaragua. Consecuentemente, son áreas importantes para preservación del agua, conservación y refugio de la flora y fauna, y otros beneficios para los pobladores que habitan en su alrededor (RAMSAR, 2000).

El 08 de diciembre del año 2001, el Humedal Sistema Lagunar de Tisma, fue incluido en la lista de “Humedales de Importancia Internacional de la Convención de Ramsar” como Sitio Ramsar No. 1141.(Castillo Lara, 2018)

La presente investigación pretende demostrar los cambios ocurridos en las coberturas forestal a través del tiempo a causa de las actividades agropecuarias y maderera.

Desde el punto de vista ambiental lo que se pretende es conservar el sitio Ramsar sistema lagunar de Tisma, y los recursos ecosistémicos. Asimismo, desde la perspectiva institucional, los resultados a través de los mapas y datos serán de relevancia para las autoridades locales y nacionales, ya que se podrá cotejar y cerciorar lo que expresa el marco legal nacional e internacional relacionado a los sitios RAMSAR. Adicionalmente, estos resultados son una buena oportunidad para el fortalecimiento del monitoreo del área protegida.

Esta investigación se rige bajo una de las líneas de investigación de la Facultad de Humanidades y Ciencia Jurídicas, “Recursos Naturales y Gestión Ambiental e Interacción Social” y bajo el lineamiento del departamento de Geografía, “Recursos Naturales, Dinámica y Aprovechamiento”.

1.4 Objetivos de investigación

1.4.1 Objetivo General

- Aplicar herramientas de análisis espacial para el establecimiento de rutas de conectividad ecológica en la unidad hidrológica de Tisma, período 1991-2021

1.4.2 Objetivos Específicos

- Clasificar las coberturas de la tierra, el paisaje forestal y no forestal de la unidad hidrológica de Tisma, 1991 - 2021.
- Determinar el grado de fragmentación del paisaje forestal de la unidad hidrológica de Tisma, a partir de métricas de paisaje.
- Proponer acciones participativas para establecer rutas de conectividad ecológicas.

Capítulo II

2.1 Marco Referencial

2.1.1 Antecedentes

Partiendo del reconocimiento de que a nivel mundial los estudios por medio de tecnologías satelitales están en auge en investigación científica, uno de los aportes más destacados es el estudio de las coberturas vegetales y su capacidad para seguir procesos multitemporales que involucran cambios debidos a condiciones naturales o a alteraciones de tipo humano (Fonseca & Gomez, 2003). Las investigaciones multitemporales permiten identificar los cambios en las coberturas naturales y del paisaje en general, y el mapeo de otras variables cambiantes en el territorio.

Los diferentes métodos que dieron inicio a las investigaciones asociadas a la transformación del paisaje, se reconoce como base la interpretación de imágenes aéreas (fotointerpretación) a partir de 1920 y 1930, aplicadas en un inicio a los estudios arqueológicos o del territorio, teniendo en cuenta que “la interpretación de las imágenes aéreas es, en realidad, la descripción del paisaje geográfico y de los componentes ecológicos” (Trueba, 2012). A lo largo de las últimas décadas, la observación de la Tierra desde el espacio ha ganado un creciente protagonismo en los estudios medio ambientales (E Chuvieco, 1996), ya que en un principio los sensores y sus aplicaciones desarrolladas según el mismo autor, pretendían obtener un inventario y cartografía de un determinado fenómeno: cobertura del suelo, litologías, tipos de nieve, etc. Posteriormente las imágenes comenzaron a aplicarse al seguimiento de fenómenos dinámicos: crecimiento urbano, desecación de humedales, efectos de incendios o plagas, etc. Por medio de lo cual se pretende analizar y reconocer aquellas áreas que habían experimentado cambios entre dos o más fechas.

En la actualidad uno de los eventos internacionales de mayor acogida en cuanto al inventario y reconocimiento del estado de los ecosistemas de la tierra, fue la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio o Milenium Ecosystem Assessment, iniciada en el año 2003 y concluida en el 2005. Es el estudio global más exhaustivo realizado hasta la fecha, sobre los servicios que proveen los ecosistemas del mundo y aborda estudios relacionados con ecosistemas de humedal. Los resultados de los estudios muestran el gran deterioro de la biodiversidad, de los ecosistemas y por tanto de los servicios ecosistémicos (UNESCO, 2005).

En cuanto a la degradación y pérdida de los ecosistemas de humedal, evidenciaron que las principales amenazas directas, están asociadas al desarrollo de infraestructuras, los cambios en el

uso del suelo, la extracción de agua, la eutrofización y contaminación, el exceso de recolección y sobreexplotación y la introducción de especies exóticas invasoras (EEM, 2005).

Dinámica del paisaje para el período 1980 - 2004 en la cuenca costera del Lago Budi, Chile.

Consideraciones para la conservación de sus humedales. En este estudio se analizó la dinámica del paisaje para el período 1980 - 2004, por medio de la aplicación de 21 métricas del paisaje (superficie, bordes, formas, diversidad, agregación, etc.). Los resultados obtenidos reflejaron el estado del proceso de fragmentación en el paisaje donde los parches se encuentran mezclados con la matriz dominante, se evidenció el aumento de parches reforestados (Peña-Cortés et al., 2006).

Análisis multitemporal y de la estructura horizontal de la cobertura de la tierra: Parque Nacional Yacambú, estado Lara, Venezuela.

En dicho estudio, se determinó el estado de conservación de las coberturas de la tierra del Parque Nacional Yacambú (Venezuela) para el periodo 2000 - 2008, en donde, se realizó un análisis de su estructura horizontal considerando su evolución temporal y composición estructural. La evolución temporal, lograda a partir de la superposición de mapas de cobertura obtenidos de imágenes de satélite, reveló que se presenta un alto grado de conservación de las coberturas en áreas distantes a las vías de acceso y una importante afectación, por expansión de la frontera agrícola, en las áreas limítrofes. La composición estructural, obtenida a través del cálculo de índices estructurales, apunta a procesos de fragmentación en algunas coberturas naturales (Molina & Albarran, 2013).

Análisis de Conectividad Espacial y Fragmentación de la Ecorregión Ciénaga Grande de Santa

Marta. En este estudio, se determinó el estado actual de los ecosistemas naturales con respecto a los procesos de fragmentación y conectividad ecológica que evidencia el paisaje del complejo lagunar de la ecorregión Ciénaga Grande de Santa Marta - CGSM. Este análisis se elaboró bajo criterios (métricas) de la ecología del paisaje, entendida como el estudio de las interacciones entre los componentes espaciales y temporales de los diferentes tipos de hábitat, influenciados por las actividades humanas. El análisis de fragmentación permitió identificar que el área de estudio se halla fragmentada, y que las áreas núcleo para ecosistemas arbolados, no alcanzan a representar el 1% del área de estudio. Por lo tanto, se diseñaron rutas de conectividad, como primer insumo para la conectividad estructural de este ecosistema lagunar, especialmente entre fragmentos arbolados (Santander, 2017).

Fragmentación y conectividad de la cobertura natural a nivel cantonal en Costa Rica durante los años 2000 y 2015. Elaborada por: Carlos Morera, Luis Fernando Sandoval. La metodología utilizada fue el levantamiento de las coberturas de la tierra para los años 2000 y 2015, utilizando imágenes satelitales LandSat7 y LandSat8 con una resolución espacial de 30 m. El Procesamiento de imágenes consistió en dos etapas, la primera fue la identificación de las coberturas a utilizar y la segunda fue la toma de muestras de cada firma espectral de las coberturas faltantes por clasificar. Definida la clasificación del paisaje se procedió a obtener los índices del paisaje considerando elementos como, número de fragmento, tamaño medio, y distancias de vecindad de las coberturas boscosas, aplicando herramientas PATCH ANALYST de Arcgis.

Análisis Multitemporal de fragmentación del Bosque en la Reserva de Recursos Genéticos Yúcul, San Ramón, Matagalpa, durante el Periodo 1983 a 2015. El propósito de este trabajo fue realizar un análisis de fragmentación del bosque latifoliado y de conífera en tres momentos 1983, 2005 y 2015, en la Reserva de Recursos Genéticos Yúcul, San Ramón, Matagalpa. El análisis se realizó utilizando la opción “Spatial Statistic” de la extensión Patch Analyst para Arcgis 10.5. Las métricas calculadas fueron: métricas de densidad y tamaño de parches forma y área núcleo. El análisis comparativo de los bosques para las tres fechas (1983, 2005, 2015) muestra que el paisaje de la Reserva de Recursos Genéticos está fragmentado; posiblemente asociado al incremento de áreas destinadas a pasto, cultivos perennes, cultivos anuales y tacotales. En este estudio se exponen sugerencias encaminadas a mitigar el avance de la fragmentación del bosque de latifoliado y pino en la Reserva de Recursos Genéticos Yúcul y que a la vez sirva de base para futuros programas de restauración (Velásquez, 2012).

Análisis multitemporal del cambio de uso de suelo, en el paisaje terrestre protegido Miraflores Moropotente Nicaragua, 1993-2011. La metodología empleada fue la determinación de cambio de uso del suelo a través de imágenes satelitales, utilizando 3 imágenes Landsat TM con resolución espacial de 30 m, tomadas en febrero de 1993, abril 2000, y enero 2011. Se clasificó las imágenes mediante clasificación supervisada validando la cobertura vegetal según levantamiento de puntos en visita de campo, para clasificar la cobertura boscosa se utilizó la clasificación de uso de suelo del ministerio agropecuario y forestal. El análisis y cuantificación de los cambios por la cobertura boscosa se obtuvo a partir de la aplicación de ecuación propuesta por la FAO para calcular la tasa

de cambio anual. Fragmentación, se realizó el cálculo de métricas e índices de fragmentación mediante las herramientas SIG y Patch Analyst.

2.2 Marco teórico

La presente investigación referida a la aplicación de herramientas de análisis espacial para el establecimiento de rutas de conectividad ecológica en la unidad hidrológica de Tisma, período 1991-2021 tiene como referentes teóricos, clasificación del paisaje forestal/no forestal, la fragmentación del paisaje y las rutas de conectividad del paisaje.

2.2.1 Clasificación de imágenes para la elaboración de mapas de coberturas de la tierra, y paisajes forestales y no forestales

Las imágenes de satélite, son una herramienta fundamental para la elaboración de inventarios del uso del suelo, las cuales brindan información básica, para la planificación, ordenación y gestión del territorio (Speranza F. y R. Zerda, 2015). El uso de la teledetección a través de imágenes de satélite, facilita la elaboración de mapas temáticos que denotan el estado de los recursos agrícolas y forestales. Con el tratamiento informático de las imágenes satélite se pueden discriminar los tipos de vegetación, su estado y el nivel de protección del suelo (Aviles et al., 2015).

El desarrollo de los sensores remotos ha facilitado la generación de nuevos métodos basados en interpretación de imágenes de satélite y el uso de equipo computarizado, que ofrece mayor rapidez y confiabilidad en la generación de la cartografía de los recursos naturales (Buendía et al., 2002).

Es importante conocer los procesos que implica el manejo de imágenes de satélite antes y después de la clasificación. En la fase de previa a la clasificación, las imágenes de satélite requieren de correcciones geométricas mediante algoritmos que tienen en cuenta las deformaciones provocadas por el relieve, aplicando posteriormente la corrección radiométrica a dichas imágenes. Posteriormente se realiza la clasificación temática en clases espectrales y finalmente se evalúa los valores de acierto de las clasificaciones. Estas fases se clasifican en operaciones de pre procesamiento, procesamiento y post proceso, las cuales se detallan a continuación: (Salvador et al., 1996).

2.2.1.1 Corrección radiométrica

La corrección o calibración radiométrica está relacionada con la mejora en la precisión de la reflectancia espectral, emitancia en la superficie, o mediciones de retro dispersión obtenidas usando

un sistema de sensores remotos (Castillo, 2012). Este método permite convertir la información de la imagen original de cada pixel, de niveles digitales (ND) a niveles de reflectancia captada por el sensor en el tope de la atmósfera (Salvador et al., 1996).

Este proceso de corrección, permite remover el efecto de los diferentes ángulos de incidencia de la energía solar y de la distancia Tierra – Sol, eliminar los efectos de iluminación causados por la orientación y la pendiente del relieve, además de deficiencias en la construcción del sensor (Salvador et al., 1996). Estas condiciones pueden llevar a respuestas espectrales muy diversas de un mismo tipo de formación vegetal o de cubierta del suelo, aumentando de forma considerable la varianza interna de su respuesta.

En este sentido, la heterogeneidad del relieve es uno de los factores que puede aportar más varianza y confusión espectral en cualquier tipo de imagen captada por un sensor remoto, los cuales son de elevada complejidad y de difícil modelización (Salvador et al., 1996). La corrección radiométrica también es conveniente en el caso de utilizar imágenes de diferentes tipos de sensores, pues permite normalizar las diferencias de valores de la radiación solar causados por las diferencias de los rangos espectrales entre las bandas de las imágenes (Cabrera et al., 2011).

Corrección atmosférica

La corrección atmosférica es un proceso que se aplica a las imágenes digitales, con el propósito de eliminar el efecto de los aerosoles y la radiancia que se introduce en el sensor y se ve reflejado en la imagen, como producto de la interacción del sensor con la atmósfera (Cabrera et al., 2011). Para esto se requiere convertir los ND de cada banda a valores de radiancia, que posteriormente se transforma a valores de reflectividad en el techo de la atmósfera (Aguilar et al., 2014). Este proceso de corrección es importante porque mejora los resultados finales del proceso de clasificación (Cabrera et al., 2011).

Corrección geométrica

La corrección geométrica se utiliza para corregir los desplazamientos y distorsiones geométricas presentes en una imagen, causados por la inclinación del sensor (posición del sensor en el momento de la toma), la influencia del relieve y los errores sistemáticos asociados con la imagen (Cabrera et al., 2011). La corrección geométrica se refiere a la ubicación de lo reflejado, emitido o productos derivados en su propia localización planimétrica (Castillo, 2012). Adicionalmente, este proceso

tiene implicaciones directas en la precisión de la posición de los resultados a obtener en el procesamiento de estimación de cambios entre coberturas, que garantiza que los cambios reportados entre dos imágenes de la misma zona y distintas fechas se deban a cambios en las coberturas de la tierra detectadas durante el periodo establecido, y no a diferencias en la posición de las imágenes en el periodo de análisis (Cabrera et al., 2011).

Una vez que las imágenes han sido corregidas, es posible hacer una clasificación o segmentación digital de la imagen, que puede ser bajo esquemas supervisados, no supervisados, clasificación orientada a objetos, técnicas de clasificación basada en lógica difusa, o técnicas de clasificación basadas en árboles de decisión (Cabrera et al., 2011). La imagen segmentada es posteriormente editada para generar el archivo de clasificación del paisaje, mediante el uso de clases espectrales.

Por un lado, el método supervisado parte de un conocimiento previo del terreno, adquirido por experiencia previa o por trabajo de campo y permite al intérprete delimitar sobre la imagen unas áreas piloto o campos de entrenamiento, que se consideran suficientemente representativas de las categorías que componen la leyenda y a partir de ellas el ordenador calcula los ND que definen cada una de las clases y posteriormente el resto de los píxeles de la imagen a una de esas categorías en función de su ND (E Chuvieco, 1996).

Por otro lado, la clasificación no supervisada se define como proceso de agrupación de píxeles con valores digitales similares para todas las bandas y cada una de estas agrupaciones son llamadas clases espectrales (Arango et al., 2005). Tienen como principal ventaja el reconocimiento de patrones espectrales de manera autónoma e interactiva, sin sujetarse a un estricto conocimiento del sitio de estudio y permitiendo concentrar la tarea humana en la interpretación más que en la consecución de los resultado (Arango et al., 2005).

También pueden emplearse métodos mixtos de clasificación, como el empleo de análisis supervisado para guiar el no supervisado, especialmente cuando se presentan coberturas conocidas en la imagen. También, se pueden aplicar ambos métodos por separado en la misma imagen, ganando significado espectral e informacional de las clases resultantes, en este último se utiliza el método no supervisado para estratificar la imagen quedando el no supervisado para las áreas no clasificadas previamente (E Chuvieco, 1996)

Creación de Roi's o puntos de interés

Las técnicas de clasificación mencionadas anteriormente (a excepción de la no supervisada) requieren un conjunto de áreas de entrenamiento con coordenadas conocidas (especialmente explícitas), las cuales serán luego asociados a los segmentos generados (Cabrera et al., 2011). Las Regiones de interés se distribuyen de manera sistemática o aleatoria en toda la imagen a clasificar de tal forma que sea homogéneo en todas las clases (Coronado, 2014).

Como regla general la cantidad de áreas de entrenamiento deben ser representativas de la variabilidad del universo a clasificar, siendo recomendable contar con alrededor del 1 % del universo total, es decir, del total de los segmentos generados para una imagen determinada (Cabrera et al., 2011). Además, nos indica que es necesario seleccionar al menos 30 campos de entrenamiento por clase, con 12 a 16 píxeles por campo para cada imagen, lo que representa áreas mayores a una hectárea (Osuna et al., 2014).

Posteriormente a la segmentación se inicia la fase de asignación, la cual trata de adscribir cada uno de los píxeles de la imagen a una de las clases respectivas y para cada una de las bandas que intervienen en el proceso mediante funciones (E Chuvieco, 1996). Los criterios más empleados para establecer estas fronteras estadísticas son 1) el mínimo de la distancia donde el píxel se asigna a la clase más cercana, 2) paralelepípedos y 3) máxima probabilidad.

El clasificador de máxima probabilidad, es ampliamente usado en la clasificación de imágenes de detección remota, donde el píxel se asigna a aquella clase con la que posee mayor probabilidad de pertenencia (E Chuvieco, 2008). Además, señala que el clasificador de paralelepípedos permite señalar al usuario unos umbrales de dispersión asociados a cada clase, pero que entre más grande el umbral, más riesgo de confusión con categorías vecinas. Esto implica zonas comunes en dos o más categorías, además que algunos píxeles queden sin clasificar, por lo que recomienda revisar la definición espectral de las categorías.

2.2.1.2 Matriz de verificación – pos procesamiento de imágenes

El mapa temático producto de una clasificación digital no está exento de errores y tienen cierto grado de confiabilidad que debemos tener presente en los resultados (Morales et al., 2016). Las fuentes de error de una clasificación temática pueden estar relacionadas con el terreno objeto de estudio (forma, orientación, tamaño de las parcelas y contraste entre cubiertas vecinas), con el nivel de precisión requerido (segregación de la leyenda), con la adquisición de la imagen y con los factores medioambientales externos (E Chuvieco, 1996).

Para mejorar la precisión de los mapas, se puede seleccionar un área de verificación, mediante una malla de puntos distribuida sistemáticamente en toda el área de estudio, cuya verificación es realizada por un técnico externo al que elabora los mapas con el fin de lograr más objetividad en los procesos (Duarte et al., 2015). Este análisis es importante porque permite obtener conclusiones que servirán de base para la elaboración de una nueva versión del mapa, mejorando su calidad. El grado de fiabilidad de un mapa, también puede determinarse comparando el inventario de la clasificación con el obtenido por otras fuentes, o bien, determinar la fiabilidad de las áreas de entrenamiento (E Chuvieco, 1996).

Es importante señalar que el éxito de la clasificación se puede verificar por medio de una matriz de confusión (Salvador et al., 1996). La matriz examina la exactitud global e individual de las clases de usos y coberturas clasificadas, en comparación con las regiones de interés seleccionadas por el experto (Coronado, 2014). La matriz proporciona información relacionada con la exactitud del productor (porcentaje de aciertos que se han producido en la clasificación) y del usuario (que corresponde al porcentaje de casos que según la clasificación pertenecen a la clase).

Adicionalmente, la exactitud de la clasificación puede medirse mediante el coeficiente de Kappa, que mide la diferencia entre el acuerdo mapa-realidad observado y al que cabría esperar simplemente por azar (Morales et al., 2016).

2.2.2 Fragmentación del paisaje

El paisaje se refiere al mosaico de elementos, dispuestos en unas determinadas proporciones de número, forma, posición geográfica y superficie, que caracterizan un territorio concreto (Morera, Pintó, et al., 2007). La ecología del paisaje reconoce al paisaje como un mosaico de diferentes tipos de hábitat que en la mayoría de los casos está influenciado por las actividades humanas de uso de la tierra, resultando en una mezcla de parches desde hábitat naturales hasta tierras de uso intensivo (Turner, 1989).

En el estudio del paisaje es importante tomar en cuenta tres características, que son la estructura, la función y el cambio (Ramos, 2005). Estos componentes se ven influenciados por las actividades antropogénicas y naturales a diferentes escalas, magnitudes y en tiempo, por lo que la composición de un sitio siempre va a ser diferente si se compara con otro, único y propio de cada lugar.

La estructura se refiere a la disposición espacial de los distintos ecosistemas, como la distribución de energía, materiales y especies en relación con los tamaños, formas, cantidad, tipos y configuración de los componentes. En cuanto a la función, se refiere a las interacciones de los elementos espaciales, esto es, el flujo de energía, materiales y organismos entre los componentes del ecosistema. Por último, el cambio se refiere a la alteración de la estructura y función del mosaico ecológico a través del tiempo (Turner, 1989).

Forman, (1995) padre de la ecología define el termino como: “La fragmentación del hábitad no es más que una fase de una secuencia más amplia de los procesos espaciales que transforman la tierra por causas naturales o humanas de un tipo a otro.”

La fragmentación de los ecosistemas y del bosque en particular, es para muchos ecólogos uno de los procesos que afectan más severamente a la biodiversidad. En general, se considera que tiene un efecto negativo sobre muchas especies de plantas y animales y sobre algunos procesos ecológicos (Morera, Pintó, et al., 2007). Los procesos de fragmentación tienen tres reconocibles procesos: a) pérdida o destrucción total del hábitat en el paisaje, b) reducción del hábitat y c) aislamiento de los fragmentos de hábitat.

Los mosaicos paisajísticos se consideran compuestos por tres tipos de elementos: la matriz, los fragmentos (también llamados parches o polígonos) y los corredores. Los fragmentos son los polígonos discretos que pueden llegar a individualizarse en la fotointerpretación: campos de cultivo, fragmentos de bosque, pastos, núcleos de población, edificios aislados, láminas de agua, otros (Morera, Pintó, et al., 2007). Además, mencionan que los fragmentos son unidades físicas observables y cuantificables a través del cálculo de atributos como la forma, tamaño, distribución espacial, cercanía entre fragmentos, lo cuales pueden ser individuales y/o de distintos usos del suelo (Figura 1).

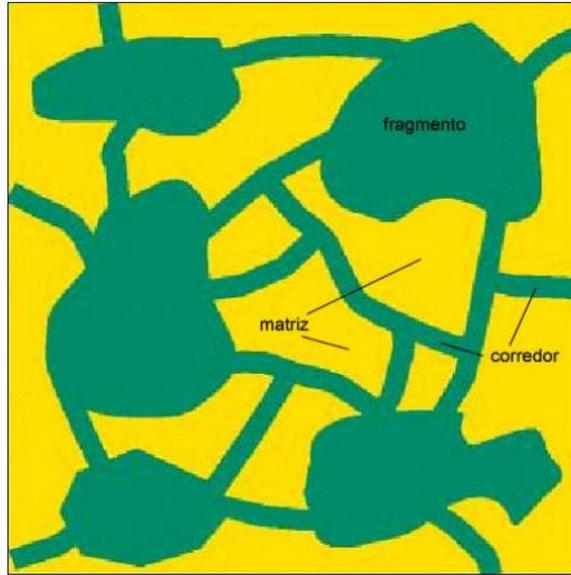


Figura 1 Esquema de la estructura del paisaje concebida en fragmentos, matriz y corredores
Fuente: (Morera, Pintó, et al., 2007).

En cuanto a los corredores, se han definido como elementos de forma longitudinal: cursos de agua, carreteras, setos vivos, trincheras de líneas eléctricas, otros. En el análisis del paisaje orientado a la gestión de los espacios naturales se tiende a considerar únicamente como corredores aquellos elementos que pueden garantizar el flujo de especies entre diferentes piezas del paisaje matriz. Mientras tanto, la matriz, hace referencia a la cubierta del suelo que predomina netamente en el paisaje matriz, en los movimientos de energía materiales y organismos (Morera, Pintó, et al., 2007).

Como se mencionó anteriormente la reducción de hábitats, trae como consecuencia la extinción de especies. Este proceso se da por dos fenómenos que ocurren a dos escalas espaciales diferentes: 1) a escala de paisaje, la deforestación reduce la heterogeneidad espacial y la disponibilidad de hábitat, afectando a las especies que necesitan hábitats continuos de gran tamaño para mantener poblaciones viables, y 2) a escala de fragmento, en donde las poblaciones remanentes pueden tender a ser pequeñas, lo que aumenta su vulnerabilidad a la extinción por factores demográficos o estocásticos (Builes Ortiz & Mesa Ruíz, 2019).

Un bosque fragmentado puede ser descrito por atributos tales como número de fragmentos, tamaño, forma y grado de aislamiento de los fragmentos, los cuales pueden estar rodeados de vegetación

secundaria, cultivos, asentamientos humanos y vías de acceso (Bizama et al., 2011). Adicionalmente, los cambios en el patrón del paisaje que pueden presentarse a partir de la fragmentación pueden ser identificados y descritos a partir de la medición de atributos, tales como: el área total del hábitat natural remanente, la distribución de frecuencia de tamaño de los fragmentos, la forma de los fragmentos, la distancia entre fragmentos, y el nivel de contraste entre los hábitats remanentes y el uso de las tierras adyacentes.

La fragmentación de los ecosistemas atraviesa varias etapas: en su estadio inicial, intacto, el ecosistema solo exhibe una alteración menor al 10 % de la superficie, producto de los mismos procesos naturales del ecosistema, por ejemplo, “gaps” o claros del bosque donde se produce la regeneración de estos ambientes naturales (Figura 2). De continuar con el proceso de fragmentación, el ecosistema alcanza un estadio denominado salpicado, significa que la superficie del ecosistema ha sido alterada entre 10 y 40 %, sin embargo, los procesos ecológicos naturales aún son dominantes. Si el proceso de alteración continua, los espacios naturales alcanzan el estadio denominado fragmentado, en el que las áreas cubiertas por los ecosistemas naturales no sobrepasan el 40 o 60 % (Morera, Pintó, et al., 2007).

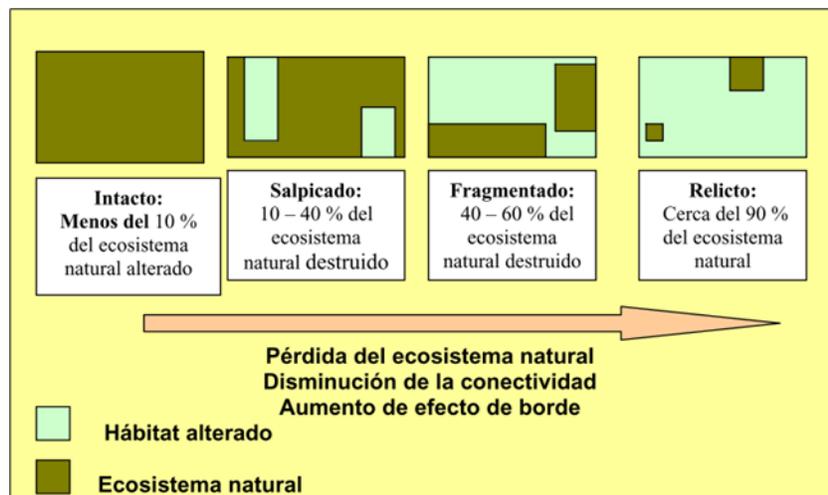


Figura 2 Proceso de fragmentación de los ecosistemas naturales

Fuente: (Morera, Pintó, et al., 2007).

Las imágenes de percepción remota procesadas con la tecnología de los sistemas de información geográfica (SIG) constituyen una importante herramienta de trabajo en las investigaciones de fragmentación del paisajes, ya que permiten integrar y analizar la heterogeneidad espacial en

formato digital, fácilmente mensurable (Moizo, 2004). A su vez, proporcionan el insumo básico para el análisis de los mosaicos espaciales y su estructura (Morera, Romero, et al., 2007).

En este contexto de la fragmentación de paisaje, la percepción remota se ha constituido en una herramienta importante para el análisis, facilitando y ampliando la representación, la interpretación y el análisis de los datos espaciales (Moizo, 2004). A través del procesamiento de imágenes de satélites se logra obtener gran cantidad de información tanto espacial como la asociada a los cambios en el tiempo o a los impactos del hombre sobre algunos sistemas ecológicos (Delgado et al., 2003).

La estructura del paisaje se cuantifica mediante el conteo de píxeles o de puntos, siendo la primera opción la técnica más usada en fragmentación del paisaje. El conteo se realiza superponiendo a la imagen que se estudia una grilla dividida en cuadrados (Moizo, 2004). Hay que hacer notar que el enfoque holístico de la ecología de paisaje, así como con todas las variables asociada hace que el análisis de grandes volúmenes de información no pueda hacerse de manera tradicional, solo con avanzada tecnología como los SIG permiten el manejo y la integración de la misma (Delgado et al., 2003).

La integración de la fragmentación del paisaje y la percepción remota, puede ser muy útil para una evaluación exacta y oportuna de la dinámica y función del paisaje derivadas de los cambios de uso del suelo, que pueden detectarse mediante la diferencia en los valores de reflectancia de dos objetos registrados en dos fechas distintas (Sánchez et al., 2011). El uso de tecnologías modernas como los SIG y los Sensores Remotos, se convierte en una herramienta de gran utilidad para la planeación, conservación y manejo de los recursos naturales (De Luque et al., 2005).

2.2.2.1 Modelo de clasificación paisajística

Para la clasificación paisajística se emplearon métodos cuantitativos de tipo descriptivos (Cabeza Mesias, 2020), por medio de sistemas de información geográfica, el cual consiste en presentar la información básicamente en la elaboración de mapas de uso de la tierra y mapas de cobertura forestal; de igual forma para la obtención de los resultados sobre la cuantificación del grado de fragmentación del paisaje se implementó el modelo parche – matriz – corredor (Araúz Morón, 2007).

Existen diversos métodos para evaluar la fragmentación del paisaje.

Modelo de islas: Este modelo considera a los parches de hábitat fragmentado como islas embebidas en un mar constituido por hábitat inhóspito, denominado generalmente matriz. Y se enfoca en la riqueza de especies.

Modelo Matriz-Parche-Corredor: Se centra en la configuración geográfica del paisaje fragmentado.

Modelo del paisaje abigarrado: Valdés, 2011 Propone que el paisaje fragmentado está formado por un mosaico de hábitat, el cual genera gradiente de adecuación de hábitat para distintas especies, lo que para la perspectiva humana es fragmentación para otras especies con capacidad de resiliencia es hábitat relativamente continuo.

Modelo del paisaje continuo: estudia los efectos de la fragmentación a escala de especie o grupo de especies.(Valdés, 2011)

2.2.2.2 Métricas del paisaje

Los índices del paisaje a portan datos numéricos sobre la composición y configuración del paisaje, la proporción de cada cubierta del suelo y la forma de los elementos del paisaje (Pascual, 2006). Estos índices forman parte de los métodos cuantitativos en ecología del paisaje, lo cuales se aplican en los siguientes niveles (Mcgarigal, 2015):

- A nivel de fragmento. Los cálculos se aplican a cada fragmento individualmente.
- A nivel de clase. Los cálculos se aplican a cada conjunto de fragmentos de la misma clase, es decir, a aquéllos que tienen el mismo valor o que representan el mismo tipo de cobertura.
- A nivel de paisaje. Los cálculos se aplican al conjunto del paisaje, es decir, a todos los fragmentos y clases a la vez.

Adicionalmente, los índices del paisaje se pueden agrupar en tres tipos (Mcgarigal, 2015):

- Índices de área, superficie, densidad y variabilidad: centrado en las características de dimensión y en el número de fragmentos que conforman el área de estudio.
- Índices de forma: que están fundamentados en las características de forma de los fragmentos que constituyen un determinado paisaje.
- Índices de distancia, vecindad y conectividad: Estos índices calculan la distancia desde el hábitat de borde y ecotono de un fragmento hasta el fragmento más próximo al mismo tipo.

Existe una gran variedad de software desarrollado con la finalidad de cuantificar las características de la estructura del paisaje, tales como Fragstats, Grass, Patch Grid y V-Late (Pascual, 2006). También existen complementos para el software QGIS tales como Lecos (Landscape Ecology Statistics), que calcula las estadísticas para la ecología del paisaje a nivel de clase y de paisaje (Jung, 2016).

A continuación, se brinda en detalle las principales métricas del paisaje empleadas comúnmente en aplicaciones SIG, específicamente con la Extensión Patch Grid y Lecos de QGIS, que además fueron seleccionadas para este estudio.

Cuadro 1 Métricas de paisaje y clase empleadas en el estudio

Tipo	Métrica	Software	Definición
Métrica de vecindad	Distancia media al vecino más cercano (m).	Lecos, Patch Grid	<ul style="list-style-type: none"> • Calcula un índice de vecino más cercano basado en la distancia promedio de cada característica a su característica vecina más cercana. • Indica la distancia mínima que se debe recorrer para encontrar un parche de una misma categoría.
Métricas de densidad y tamaño	Tamaño medio del parche	Lecos, Patch Grid	<ul style="list-style-type: none"> • El área de parche promedio sirve como un índice de fragmentación. • Un paisaje con un área de parche media más pequeña para el tipo de parche objetivo que otro paisaje podría considerarse más fragmentado.
	Número de Parches.	Lecos, Patch Grid	<ul style="list-style-type: none"> • Se analiza a nivel de clase y de paisaje.

Métricas de formas	Índice de diversidad de forma.	Patch Grid	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando el índice de diversidad es 1, la forma del fragmento semeja un círculo, y a medida que éste va en aumento, la forma se torna más compleja e irregular y aumenta el efecto de borde de las áreas circundantes o adyacentes. • El índice de diversidad se agrupa en 5 rangos: <ul style="list-style-type: none"> ○ Redondo < 1.25 ○ Oval – redondo 1.25-1.50 ○ Oval – oblongo 1.50-1.75 ○ Rectangular 1.76-2 ○ Amorfo o irregular >2
--------------------	--------------------------------	------------	--

Fuente: Mcgarigal, (2015); Lozano Botache et al., (2011); Patton, (1975)

2.2.3 Rutas de conectividad del paisaje

La conectividad del paisaje es determinada por la distribución espacial de los tipos de hábitats, la cual depende de la continuidad de los mismos, la distancia entre los elementos del paisaje y del tamaño de las brechas entre fragmentos (Theobald, 2006).

El establecimiento de rutas de conectividad ecológica fomenta el mantenimiento de la biodiversidad en el nivel del paisaje. Mejorar la conectividad en el paisaje fragmentado, mediante la elaboración de corredores ecológicos. Por lo tanto, se deben identificar corredores ecológicos en las áreas protegidas debido a que constituyen en el paisaje una determinante importante en los flujos y movimientos funcionales a través del paisaje, además que los corredores suelen disminuir la disección y la fragmentación. (Forman, 1995).

Existen varios modelos para establecer las fases principales de conectividad ecológica, entre ellos, para el diseño de una red de conectividad estructural se proponen tres componentes: a) Identificación de áreas protegidas a conectar y núcleos de hábitat prioritarios para la conservación que no están protegidos dentro del sistema nacional de áreas protegidas; b) Establecimiento de niveles de dificultad al desplazamiento de las especies silvestres en toda el área intermedia entre las áreas protegidas identificadas como objetivo; c) Modelación de la red de conectividad integrada por los núcleos prioritarios para la conservación, a través de las rutas de menor dificultad al desplazamiento (Céspedes et al., 2008). Sin embargo, para efectos de la investigación se plantean las siguientes fases: Identificación de territorios adyacentes entre espacios vecinos y generación de zonas vecinas, Construcción de una red de conectividad entre espacios basados en distancias a cada espacio, cálculo individualizado de costes y distancias de desplazamiento entre espacios y trazados de rutas entre ellos, especificación de relaciones de conexión entre un número concreto de espacios, y creación de la red final de corredores (Gallo et al., 2019)

2.3 Marco Legal

En materia jurídica, Nicaragua posee basta cantidad y calidad de normas, decretos y leyes cuyo único fin es establecer las bases para mejorar el desarrollo integral de los individuos y el entorno, por lo antes expuesto a continuación se presenta un conjunto de instrumentos legislativos dedicados en materia ambiental y dirigida al área de estudio.

En el ámbito internacional el 08 de diciembre del año 2001, el Humedal Sistema Lagunar de Tisma, fue incluido en la lista de “Humedales de Importancia Internacional de la Convención de Ramsar” como Sitio Ramsar No. 1141.

Cuadro 2 Marco legal dirigido a las Reservas Naturales

Decreto no. 1320 “Creación de reservas naturales en el pacífico de Nicaragua”,	
Arto. 2	Declárense Reservas Naturales Protegidas en el Pacífico de Nicaragua con carácter de inalienables las comprendidas en las siguientes demarcaciones. g) Las Lagunetas de Mecatepe, Juan Tallo, Girón, el Cacho Laguna Verde, Santa Isabel y Laguna Blanca, incluyendo todo el bosque pantanoso a un kilómetro cuadrado a su alrededor de todo el conjunto, así como el Río Manares y sus vegas hasta una anchura de 100 metros a ambos lados de sus riberas, hasta su desembocadura en el Lago Cocibolca, continuando sobre la costa de dicho lago hacia el Sur hasta el poblado de Veracruz, <i>incluyendo pantanos, manglares e Islotes Adyacentes, la Laguna de Tisma y áreas pantanosas aledañas.</i>
Artículo 3	Constituyen infracciones a la presente Ley: a) La destrucción de la cobertura vegetal y la extracción de productos y sub-productos forestales. b) La Caza de especies faunísticas protegidas. c) La pesca por medios ilícitos. d) La aplicación de quemas y la iniciación de fuegos forestales.

	<p>e) La construcción de infraestructura vial y habitacional y cualquier obra de ingeniería.</p> <p>f) La introducción de cualquier tipo de ganado para fines de pastoreo.</p> <p>g) La introducción de prácticas agrícolas inadecuadas a las condiciones del medio.</p>
Decreto no. 4291 “Declaración de áreas protegidas de varios cerros y macizos montañosos, volcanes y lagunas del país”	
Artículo 2	Declárense además Áreas Protegidas de Interés Nacional los volcanes, lagunas cratéricas y esteros del Pacífico definidos como Reservas Naturales en la Ley del 19 de septiembre de 1983, además de las lagunas de Asososca, Tiscapa, Nejapa, Jiloá, Masaya y Apoyo.
Ley 217 Ley general del medio ambiente y los R.N	
Artículo 1	La presente Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales tiene por objeto establecer las normas para la conservación, protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente y los recursos naturales que lo integran, asegurando su uso racional y sostenible, de acuerdo a lo señalado en la Constitución Política.
Artículo 18	<p>El establecimiento y declaración legal de áreas naturales protegidas, tiene como objetivo fundamental:</p> <p>1) Preservar los ecosistemas naturales representativos de las diversas regiones biogeográficas y ecológicas del país.</p> <p>2) Proteger cuencas hidrográficas, ciclos hidrológicos, mantos acuíferos, muestras de comunidades bióticas, recursos genéticos y la diversidad genética silvestre de flora y fauna.</p> <p>3) Favorecer el desarrollo de tecnologías apropiadas para el mejoramiento y el aprovechamiento racional y sostenible de los ecosistemas naturales.</p>

	<p>4) Proteger paisajes naturales y los entornos de los monumentos históricos, arqueológicos y artísticos.</p> <p>5) Promover las actividades recreativas y de turismo en convivencia con la naturaleza.</p> <p>6) Favorecer la educación ambiental, la investigación científica y el estudio de los ecosistemas.</p>
Artículo 21	Todas las actividades que se desarrollen en áreas protegidas, obligatoriamente se realizarán conforme a planes de manejo supervisados por el MARENA, los que se adecuarán a las categorías que para cada área se establezcan. Tanto en la consecución de los objetivos de protección como en la gestión y vigilancia se procurará integrar a la comunidad.
Artículo 95	<p>Para el uso y manejo de los suelos y de los ecosistemas terrestres deberá tomarse en cuenta:</p> <p>1) La compatibilidad con la vocación natural de los mismos, cuidando de mantener las características físicas/químicas y su capacidad productiva. Toda actividad humana deberá respetar el equilibrio de los ecosistemas.</p> <p>2) Evitar prácticas que provoquen erosión, degradación o modificación de las características topográficas y geomorfológicas con efectos negativos.</p>
Artículo 98	Las tierras definidas como forestales o de vocación forestal deberán explotarse con base sostenible y no podrán ser sometidas a cambios de uso.
Artículo 113	Se prohíbe el vertimiento directo de sustancias o desechos contaminantes en suelos, ríos, lagos, lagunas y cualquier otro curso de agua.
Ley 620 Ley general de aguas nacionales	
Artículo 1	La presente Ley tiene por objeto establecer el marco jurídico institucional para la administración, conservación, desarrollo, uso, aprovechamiento sostenible, equitativo y de preservación en cantidad y calidad de todos los recursos hídricos existentes en el país, sean estos superficiales,

	subterráneos, residuales y de cualquier otra naturaleza, garantizando a su vez la protección de los demás recursos naturales, los ecosistemas y el ambiente, así como, la regulación, fiscalización y normación del sector de agua potable y saneamiento del país.
Artículo 96	Es de interés social asegurar la calidad de los cuerpos de aguas nacionales, a través de la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para su debida y permanente protección y conservación. Se prohíbe la tala o corte de árboles o plantas de cualquier especie, que se encuentren dentro de un área de doscientos metros a partir de las riberas de los ríos y costas de lagos y lagunas a fin de proteger el recurso hídrico existente, sin perjuicio de lo establecido en el Arto. 57 de la Ley No. 559, “Ley especial de Delitos contra el Medio Ambiente y los Recursos Naturales”, del 21 de noviembre del 2005
Ley 462 Ley de conservación fomento y desarrollo sostenible del sector forestal.	
Artículo 13	El propietario de tierras con recursos forestales, o quien ejerza los legítimos derechos sobre los recursos, será responsable, en primera instancia, de los actos o consecuencias que se deriven del incumplimiento de las normas técnicas y disposiciones administrativas forestales relacionadas con el manejo del recurso forestal.
Artículo 26	Las actividades forestales que se desarrollen en Áreas Protegidas estarán sujetas a las regulaciones establecidas en la legislación vigente sobre esta materia. El Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, MARENA, es la institución responsable de velar por su aplicación y cumplimiento, además de establecer las coordinaciones necesarias con las demás instituciones del sector.
Artículo 28	El Estado promoverá e incentivará la restauración de bosques de protección y conservación y establecerá las normas que aseguren la restauración de las áreas de conservación.

	<p>Las Áreas de Restauración Forestal son las que no estando cubiertas por vegetación forestal, por sus condiciones naturales son aptas para incorporarse al uso forestal con fines de protección y conservación.</p>
<p>Ley 559 Ley especial de delitos contra el medio ambiente y los R.N.</p>	
<p>Artículo 30</p>	<p>Tala Rasa y Veda Forestal. El que tale en forma rasante, remueva total o parcialmente la vegetación herbácea, o destruya árboles o plantas en terreno estatales, baldíos, comunales, propiedad particular y vías públicas, será sancionado con multa equivalente en córdobas de trescientos (U\$ 300.00) dólares a tres mil dólares (U\$ 3,000.00) dólares.</p> <p>La pena será aumentada al doble si las actividades descritas en los párrafos anteriores, se realizan en bosques primarios o secundarios en cantidades superiores a tres hectáreas, en áreas protegidas o cuencas hidrográficas. Igual pena se aplicará al funcionario público que lo autorice o lo permita. Se exceptúa el aprovechamiento que se realice con fines de uso o consumo doméstico dentro de la misma comunidad.</p> <p>El que realice actividades prohibidas en las disposiciones de una veda forestal será sancionado con prisión de 2 a 4 años, además del decomiso del producto y de las herramientas y medios utilizados, incluyendo el medio de transporte usado para estos fines.</p>
<p>Artículo 31</p>	<p>Talas en Vertientes y Pendientes. El que deforeste, tale o destruya árboles o arbustos, aun siendo el propietario destinado a la protección de vertientes o manantiales naturales o áreas de recarga, será sancionado de 2 a 4 años de prisión y multa equivalente en córdobas de doscientos (U\$ 200.00) a cinco mil (U\$ 5,000.00) dólares, debiendo además sembrar cinco árboles por cada árbol talado de la misma especie.</p> <p>Igual la pena se aplicará al que realice cambios de uso de suelos con vocación forestal sin la debida autorización.</p>
<p>Decreto no. 78-2003. Política nacional de humedales</p>	

Artículo 1	El presente Decreto tiene por objeto, establecer los objetivos, lineamientos y mecanismos que definen, la Política Nacional de Humedales, así como, su implementación y evaluación
Artículo 5	Objetivo general de la política. Promover mecanismos locales, nacionales, y regionales para conservar y usar sosteniblemente los humedales de Nicaragua en armonía con el ambiente, con equidad social y de género, respetando y potenciando los valores y prácticas culturales propias de las comunidades, contribuyendo a mejorar las condiciones de vida de la población en general.
Artículo 6	<p>Objetivos específicos de la política. Son objetivos específicos de la Política, los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Promover la conservación y el uso sostenible de los humedales con enfoque por ecosistemas, considerando al humedal como ecosistema frágil, promoviendo la protección de sus funciones ecológicas, su diversidad genética y asegurando la no alteración o deterioro de su integridad. 2. Fortalecer la coordinación entre las diferentes dependencias del gobierno y con la sociedad civil (en especial con comunidades locales, pueblos indígenas y empresa privada), de forma que se considere la importancia económica, social y ambiental de los humedales en la toma de decisiones políticas y en la formulación de los planes y programas integrales de desarrollo, utilizando las cuencas hidrográficas como unidades de planificación. 3. Promover la cooperación internacional y la administración coordinada con los países vecinos, de los humedales en zonas fronterizas. 4. Alcanzar un mayor conocimiento de los ecosistemas de humedales, fomentando la investigación y promoviendo la capacitación y concienciación ciudadana.

2.4 Preguntas directrices

Basado en los antecedentes y a partir de las cuestiones elementales planteadas se establecen lo siguiente:

- ¿Cuáles son las principales causas de fragmentación forestal en función de coberturas de la tierra existente en el área?
- ¿Qué cambios en términos de fragmentación del paisaje forestal experimentó la unidad hidrológica de Tisma durante el periodo 1991 – 2021?
- ¿Cuáles son las acciones participativas que permiten el establecimiento de las rutas de conectividad ecológica?

2.5 Variables y/o descriptores

En el *cuadro 3*, se muestra la Operacionalización de las Variables para cada objetivo, así como las subvariables, indicadores y escala de medición.

Cuadro 3 Operacionalización de variables

Objetivos	Variable	Subvariable	Indicadores	Escala de medición
Clasificar las coberturas de la tierra, el paisaje forestal y no forestal de la unidad hidrológica de Tisma, 1991-2021	Paisaje	Paisaje Forestal	Textura	Nominal
			Tono	
		Paisaje no forestal	Color	Razón
			Área	
Determinar el grado de fragmentación del paisaje forestal en la unidad hidrológica de Tisma	Fragmentación del paisaje	Paisaje Forestal	Métricas de vecindad	Numérico
		Paisaje no forestal	Métricas de densidad y tamaño	
			Métrica de forma	
Proponer acciones participativas para establecer rutas de conectividad paisajística	Acciones participativas	Ambiental	Áreas con fragmentación paisajística	Razón
		Social		
		Educativo		

Capítulo III

3.1 Diseño metodológico / Marco metodológico

3.1.1 Enfoque filosófico de la investigación

Enfoque filosófico Mixto

Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (meta inferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio. (Hernandez Sampieri, 2014)

El estudio recaba datos cualitativos obtenidos para identificar métricas del paisaje como (uniformidad de Shannon, distancia media del parche, tamaños medios de los parches, etc.), aplica el enfoque cualitativo con la finalidad de predecir mediante el método estadístico la posibilidad de conectar espacialmente el bosque primario.

3.1.2 Tipo de estudio según el alcance o desarrollo

El presente estudio es descriptivo ya que el objetivo fue evaluar el concepto de fragmentación del paisaje a través de una metodología cuantitativa en un periodo de tiempo de 30 años que comprende desde 1991-2021.

3.1.3 Área de estudio

En la Figura 3 se muestra la ubicación de la unidad hidrológica de Tisma en Nicaragua. El área en estudio se ubica dentro de la Cuenca No. 69, Río San Juan, su área 61,797 ha, y cubre parte de los departamentos de Managua, Granada y Masaya, específicamente en los Municipios de Tipitapa, Granada y Tisma (Masaya) y entre los dos grandes lagos, el Xolotlán y Cocibolca o Gran Lago de Nicaragua, dentro de las coordenadas 12°5'39.52'' N, 85°59'23.78'' W-

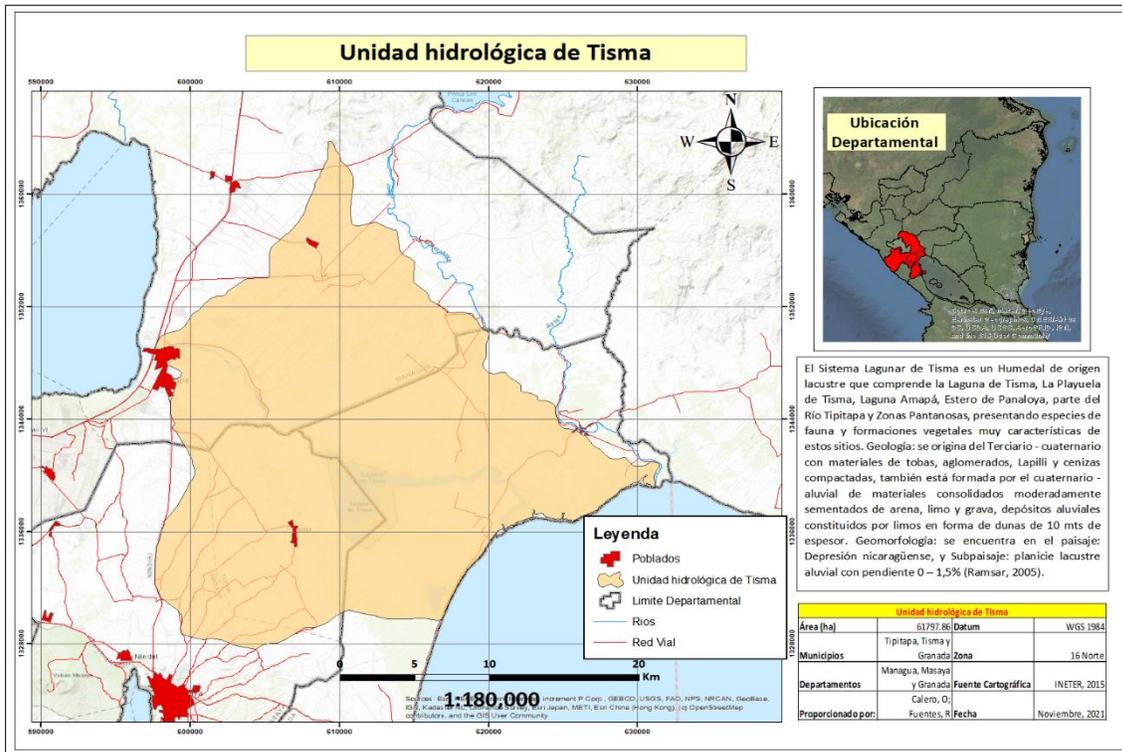


Figura 3 Ubicación área de estudio

3.1.4 Población y Muestra

Universo: Se encuentra constituido por la unidad hidrológica de Tisma

Población: el índice de población es la cantidad en hectáreas que contiene dicha unidad hidrológica, 61,797 ha.

Muestra: La determinación de la muestra se realizó para determinar la cantidad de sitios para validar la clasificación de los mapas de coberturas. El muestreo realizado es probabilístico (Figura 4). Para determinar el tamaño de la muestra se utilizó la fórmula (eqs.1) probabilística de acuerdo al tipo de población finita. Aplicada dicha fórmula, el resultado fue: 382 sitios de muestreo que permitieron la validación de la clasificación de las coberturas de la tierra

$$= \frac{Z^2 * p * q * N}{e^2(N - 1) + Z^2 * p * q} \quad \text{Eqs. 1}$$

Donde, N= Población, n= Muestra, p= Probabilidad a favor, q= Probabilidad en contra, Z= Nivel de confianza, e= Error de muestra

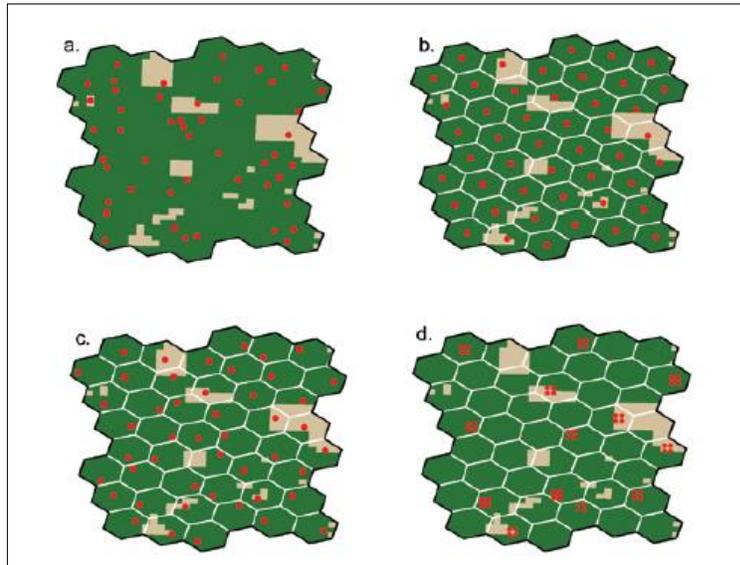


Figura 4 (a) diseño de muestreo aleatorio simple; (b) diseño de muestreo sistemático alineado; (c) diseño de muestreo sistemático no alineado; (d) diseño de muestreo sistemático, agrupado, no alineado con el mismo número de parcelas, pero agrupadas.

Fuente: FAO, (1992)

3.2 Métodos y técnicas para la recolección y análisis de datos

La metodología empleada para el establecimiento de rutas de conectividad ecológica en la unidad hidrológica de Tisma, período 1991-2021 se dividió en tres fases metodológicas (Figura 5), la primera consistió en la clasificación del paisaje forestal/no forestal, mediante imágenes satelitales (Cuadro 4), con el fin de identificar la transformación del paisaje que ha ocurrido el área en estudio durante 1991-2021; la segunda se basó en la cuantificación del grado de fragmentación del paisaje forestal del área en estudio mediante la metodología del cálculo de métricas del paisaje, y finalmente en la elaboración de propuestas de acciones participativas para establecer rutas de conectividad ecológicas. El sistema de clasificación definido para el análisis de la cobertura de la tierra de la unidad hidrológica de Tisma, contempla un total de seis categorías (Macroclases), que posteriormente se reclasificaron en tipos de paisajes (forestal y no forestal), de utilidad para la creación del mapa de cobertura (Cuadro 5).

Se utilizaron imágenes del programa Landsat obtenidas del portal de internet del Servicio Geológico de los Estados Unidos (United States Geological Survey - USGS). Se usaron las escenas 16051, 17051y 17052 de los sensores Landsat (Figura 6, Cuadro 6), esto para compensar toda el área en estudio.

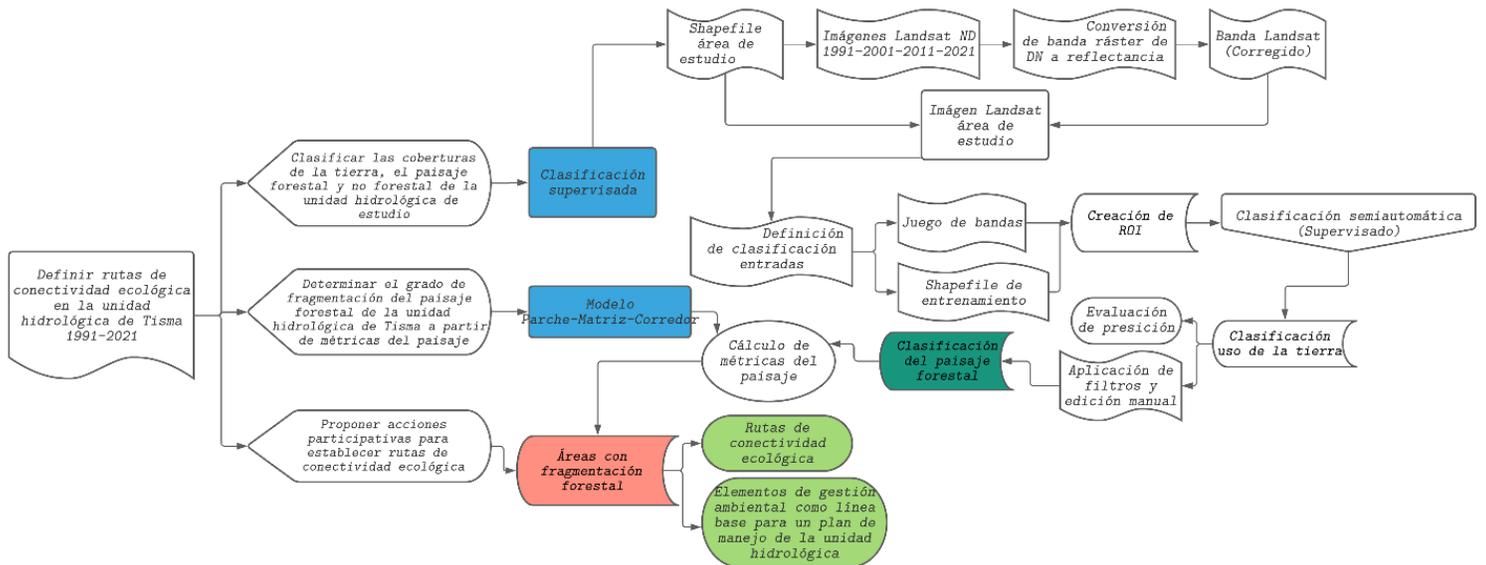


Figura 5 Esquema metodológico para evaluar la fragmentación del paisaje

Fuente: (Rajendaran & Mani, 2015)

Cuadro 4 Leyenda temática para las categorías de cobertura de la tierra

Macroclases	Nombre de categoría	Tipo de paisaje
1	Cuerpos de agua	NO FORESTAL
2	Pastos	NO FORESTAL
3	Cultivos	NO FORESTAL
4	Forestal	FORESTAL
5	Suelo sin vegetación	NO FORESTAL
6	Urbano	NO FORESTAL

Cuadro 5 Descripción pictórico-morfológico de las categorías de coberturas de la tierra

Categoría	Descripción	Imagen de referencia
Urbano	Pequeños cuadros en diferentes tonos del color celeste, en la composición RGB 4-3-2	
Cultivos	En la composición RGB 6-5-2, los campos con algún cultivo, presentan textura fina representados en una tonalidad verde brillante	
Suelos descubiertos	En la composición RGB 7-6-5 el tono se presenta de una textura fina a media en diferentes tonos de color que van de café a amarillo brillante	
Pastos	En la composición RGB 5-4-3 de forma irregular presenta colores que varían del rosado al rojo oscuro, así como colores blanquecinos	
Cuerpos de agua	De textura fina, con variaciones de color azul cuando el agua tiene muchas partículas de suspensión a negro cuando el agua clara, esto se	

	presenta en la composición RGB 7-6-4	
Forestal	En la composición RGB 5-6-2 el tono es café oscuro, se observa una textura gruesa con apreciación de drenajes naturales en zonas con pendientes.	

Cuadro 6 Imágenes utilizadas para el estudio

Sensor	Fechas de escenas	Porcentaje de nubosidad
Landsat 5 - sensor TM	07 de abril de 1991	9%
Landsat 7 - sensor ETM	25 de marzo de 2001	14%
Landsat 7 - sensor ETM	01 de febrero de 2011	1%
Landsat 8 - sensor OLI	02 de abril de 2021	0.10%

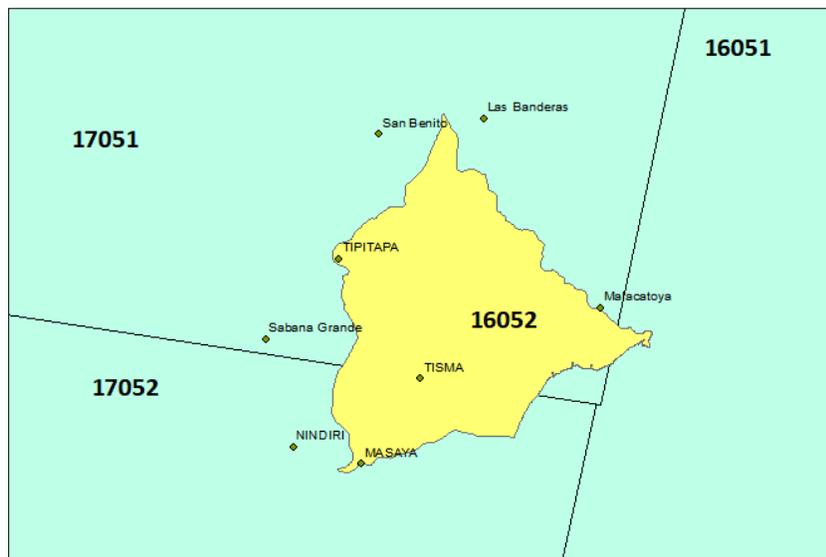


Figura 6 Representación gráfica de las escenas Landsat

Seguidamente, antes de obtener el mapa de clasificado (Coberturas de la tierra, paisaje forestal y no forestal) se realizó el tratamiento digital de las imágenes a través de los siguientes pasos:

Paso 1. Se realizó la calibración radiométrica en las imágenes del período en estudio (1991, 2001, 2011 y 2021) utilizando las escenas completas, para convertir los valores digitales a reflectancia en la superficie de la atmósfera o reflectancia sobre la atmósfera (TOA, top of atmosphere). El procedimiento se realizó para cada una de las bandas debido a que los parámetros de calibración son diferentes, excluyendo el Infrarrojo Térmico (banda 6 en Landsat 5 y Landsat 7, bandas 10 y 11 en Landsat 8), por ser un poco sensibles para mostrar contrastes entre las cubiertas que forman la escena (Emilio Chuvieco, 1996). Este proceso se realizó con el complemento de Clasificación Semiautomática de QGIS, en donde se indicó la ubicación del directorio de los archivos de las bandas Landsat.

Paso 2. La corrección atmosférica se realizó mediante el método de Substracción de Objetos Oscuros (DOS1, por sus siglas en inglés), incluido entre los parámetros de corrección de la herramienta SCP (Chavez, 2006). Los valores de los parámetros del tipo de sensor, fecha de adquisición de la imagen, elevación del sol (grados) y distancia tierra sol, se obtuvieron del archivo “header” de la imagen en formato MTL. Además, se obtuvo los factores de corrección de los detectores del Thematic Mapper, necesarios para la obtención de la irradianza exo-atmosférica (radiancia espectral máxima (LMAX) y mínima (LMIN)).

Paso 3. Se realizó el recorte de los archivos de imagen de cada banda, usando los límites definidos por el área en estudio, donde se consideró un área buffer de 500 metros para asegurar continuidad espacial, especialmente en la aplicación de filtros de generalización que se detallan más adelante.

Paso 4. Se generó un archivo de juego de bandas mediante el complemento SCP de QGIS, para las bandas del espectro visible, infrarrojo cercano (NIR) e infrarrojo medio (SWIR2). Se estableció la unidad de longitud de onda ($\mu\text{m} - 6\text{m}$) y el centro de longitud de onda para cada banda del sensor según los parámetros de configuración almacenados en la aplicación, los cuales se verificaron con los puntos medios establecidos en la descripción de los productos.

Paso 5. Se realizó una clasificación no supervisada preliminar mediante el uso del software Arcgis 10.5 para los años 1991, 2001, 2014 y 2021. En seguida se procedió con la clasificación supervisada de las imágenes de los años 1991, 2001, 2014 y 2021. Primeramente, se establecieron las capas de

entrada de datos que comprendió el juego de bandas (archivo multiespectral) y un archivo de áreas de entrenamiento para cada imagen, donde se almacenó los valores de las firmas espectrales.

Paso 6. Se aplicó la función de máxima probabilidad por ser el más empleado en teledetección (E Chuvieco, 1990), en la que cada píxel es asignado a la clase de mayor probabilidad de pertenencia, basado en la información espectral de la imagen. Para evaluar la separabilidad espectral, se utilizaron los siguientes criterios: Separabilidad > 1.9: buena separación entre las clases. $1 > \text{separabilidad} > 1.9$: se requiere revisión de muestras para reubicación o eliminación de ROIs. Separabilidad < 1: se requiere unir clases (merge ROIs).

Paso 7. A partir de las correcciones atmosférica y radiométricas de las imágenes Landsat se obtuvo los valores de las firmas espectrales esto para considerar las estadísticas de comparación entre las bandas de satélite y cada una de las clases de calificación empleada en la investigación. Se obtuvo que en las escenas de 1991 las bandas que más resaltaban las clases empleadas en la investigación fueron las bandas 4 y 5 (Figura 7 Anexo 2). Sin embargo, en los años 2011 y 2021 las bandas con la que mejor resaltan las clases fueron las bandas 5 y 6 (Figuras 9 ,10 Anexos 3,4).

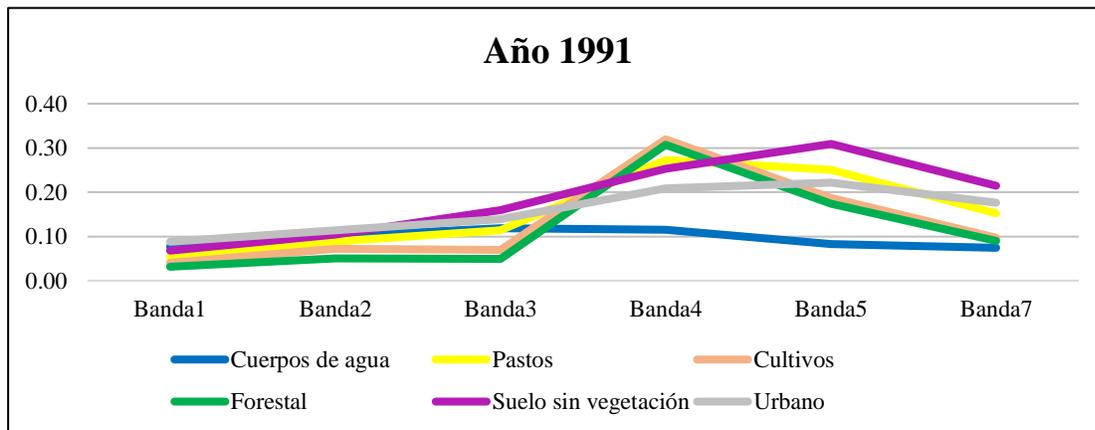


Figura 7 Valores de firmas espectrales para el año 1991

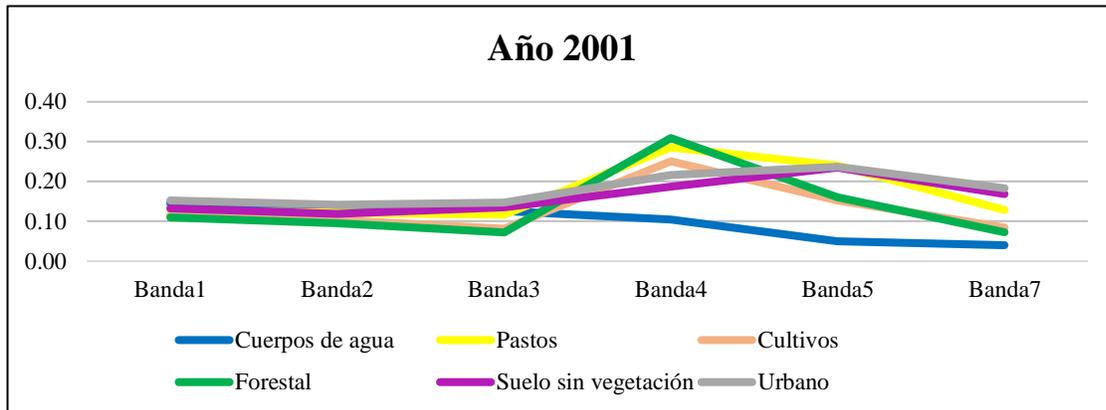


Figura 8 Valores de firmas espectrales para el año 2001

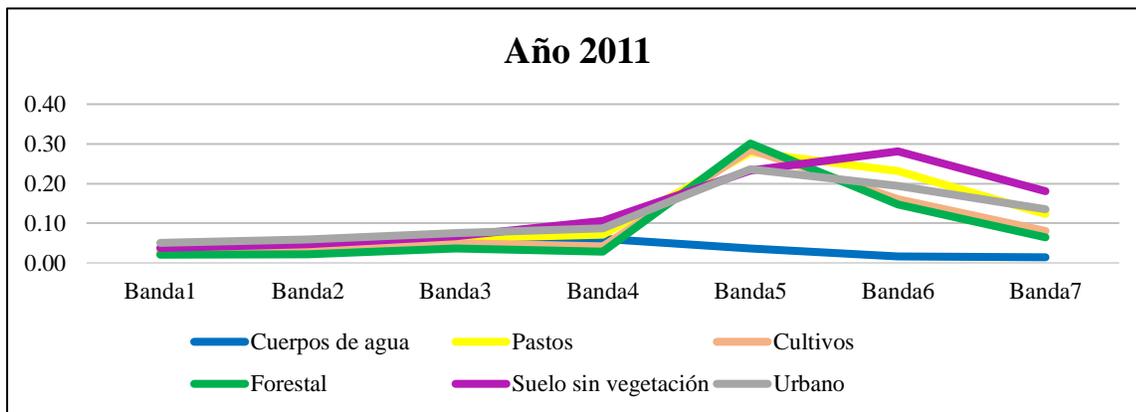


Figura 9 Valores de firmas espectrales para el año 2011

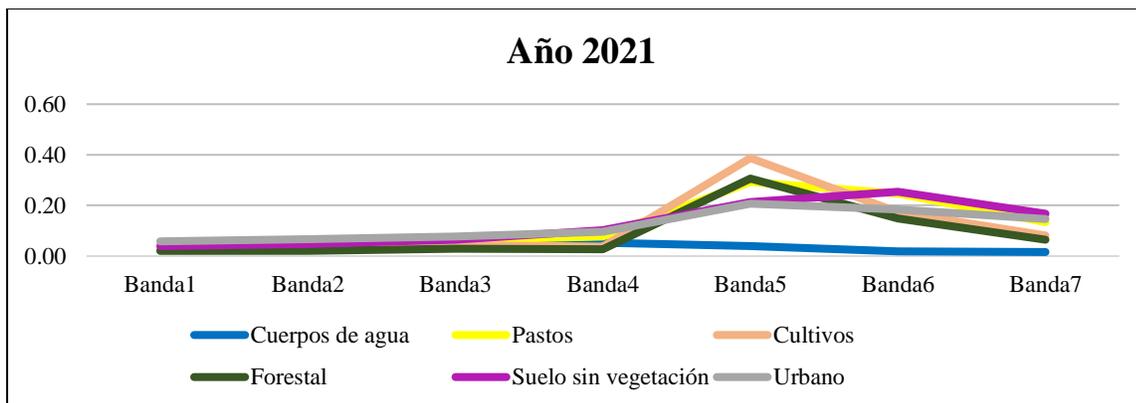


Figura 10 Valores de firmas espectrales para el año 2021

3.3 Validación de los resultados

Una vez determinado la cantidad de sitios de muestreo (Ver sección de muestreo), Se procedió con la creación de una maya de puntos aleatorios sobre el área de la unidad hidrológica de Tisma. Se usó la herramienta de Create Random Points disponible en el software Arcgis 10.5, para garantizar muestras representativas en cada clase de cobertura (Figura 11).

Seguidamente, se aplicó el índice Kappa (K) para validar cada mapa. Un valor de k igual a 1 indica un acuerdo pleno entre la realidad y el mapa, mientras un valor cercano a 0 sugiere que el acuerdo observado es puramente debido al azar, cuadros 7,8,9,10 (E Chuvieco, 1996). La estimación de K se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$= \frac{Po - Pe}{1 - Pe}$$

Po= Precisión global, Pe= Precisión esperada



Figura 11 Puntos de entrenamiento

Cuadro 7 Matriz de confrontación de la clasificación de cobertura de la tierra para el año 1991

	Cobertura	Referencia					
		No Forestal	Forestal	Total	E.C	P.U %	
1991	Clasificación	No Forestal	330	4	334	4	98.8
		Forestal	5	43	48	5	89.58
		Total	335	47	382		
		E. O	5	4			
	P.P %	98.51	91.49				
	P.G %	97.64					
	Coefficiente Kappa	0.89					

Cuadro 8 Matriz de confrontación de la clasificación de cobertura de la tierra para el año 2001

	Cobertura	Referencia					
		No Forestal	Forestal	Total	E.C	P.U %	
2001	Clasificación	No Forestal	337	7	344	7	97.97
		Forestal	3	35	38	3	92.11
		Total	340	42	382		
		E. O	3	7			
	P.P %	99.12	83.33				
	P.G %	97.38					
	Coefficiente Kappa	0.86					

Cuadro 9 Matriz de confrontación de la clasificación de cobertura de la tierra para el año 2011
Fuente: Elaboración propia

	Cobertura	Referencia					
		No Forestal	Forestal	Total	E.C	P.U %	
2011	Clasificación	No Forestal	353	4	357	4	98.88
		Forestal	0	25	25	0	100
		Total	353	29	382		
		E. O	0	4			
	P.P %	100	86.21				
	P.G %	98.95					
	Coefficiente Kappa	0.92					

Cuadro 10 Matriz de confrontación de la clasificación de cobertura de la tierra para el año 2021

2021	Cobertura		Referencia				
			No Forestal	Forestal	Total	E.C	P.U %
Clasificación	No Forestal		349	3	352	3	99.15
	Forestal		4	26	30	4	86.67
	Total		353	29	382		
	E. O		4	3			
	P.P %		98.87	89.66			
	P.G %		98.17				
	Coefficiente Kappa		0.87				

3.4 Fragmentación paisajística del área en estudio mediante la metodología del cálculo de métricas del paisaje

Se cuantificó la fragmentación del paisaje a través de las métricas mostradas en el Cuadro 11:

Cuadro 11 Métricas de paisaje y clase empleadas en el estudio

Tipo	Métrica	Ecuación	Definición
Métrica de vecindad	Distancia media al vecino más cercano (m).	$\frac{\sum_{i=1}^m h_i}{m}$	<ul style="list-style-type: none"> Calcula un índice de vecino más cercano basado en la distancia promedio de cada característica a su característica vecina más cercana. Indica la distancia mínima que se debe recorrer para encontrar un parche de una misma categoría.
Métricas de densidad y tamaño	Tamaño medio del parche	$\frac{\sum_h^T = 1Th}{TP}$	<ul style="list-style-type: none"> El área de parche promedio sirve como un índice de fragmentación. Un paisaje con un área de parche media más pequeña para el tipo de parche objetivo que otro paisaje podría considerarse más fragmentado.
	Número de Parches.	$NP = n$	<ul style="list-style-type: none"> Se analiza a nivel de clase y de paisaje.

Métricas de formas	Índice de diversidad de forma.	$\sum_{k=1}^m e^{iK}$	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando el índice de diversidad es 1, la forma del fragmento semeja un círculo, y a medida que éste va en aumento, la forma se torna más compleja e irregular y aumenta el efecto de borde de las áreas circundantes o adyacentes. • El índice de diversidad se agrupa en 5 rangos: <ul style="list-style-type: none"> ○ Redondo < 1.25 ○ Oval – redondo 1.25-1.50 ○ Oval – oblongo 1.50-1.75 ○ Rectangular 1.76-2 ○ Amorfo o irregular >2
--------------------	--------------------------------	-----------------------	--

Fuente: Mcgarigal, (2015); Lozano Botache et al., (2011); Patton, (1975)

3.5 Acciones participativas para proponer rutas de la conectividad ecológicas

Las acciones participativas se propusieron con base en el análisis de las áreas de fragmentación del paisaje para el área en estudio, y que a su vez incluye el Sistema Laguar de Tisma. El eje específico en los que se requiere recomendar es:

- Mejorar la conectividad en el paisaje fragmentado, mediante la elaboración de corredores ecológicos. Por lo tanto, se deben identificar corredores ecológicos en las áreas protegidas debido a que constituyen en el paisaje una determinante importante en los flujos y movimientos funcionales a través del paisaje, además que los corredores suelen disminuir la disección y la fragmentación. (Forman, 1995). Para la propuesta de corredores ecológico se aplicó la herramienta de análisis espacial Linkage Mapper Toolkit versión 2.0.0 de Arcgis, para cual se hizo necesario la obtención de un modelo digital del terreno y los fragmentos de mayor conservación y estabilidad forestal en formato vectorial.

3.6 Herramientas de análisis espacial

Para la presente investigación se aplicaron las siguientes herramientas de análisis espacial:

- QGIS 3.16.9. Se usaron los siguientes complementos:
 - SCP Plugin versión. Complemento de clasificación semi-automática.
 - LecoS – Landscape Ecology Statics versión.
 - Orfeo 7.0.4
- Google Earth Pro.
- ArcGIS 10.5 for Desktop:
 - Extensión Pach Grid

Capítulo IV

4.1 Análisis y discusión de resultados

4.1.1 Coberturas de la tierra, paisaje forestal y no forestal de la unidad hidrológica de Tisma, 1991 – 2021

En la Figura 12 y 13, Cuadro 12 muestra que la unidad hidrológica de Tisma presenta las siguientes coberturas paisajísticas: Ha existido una variabilidad en cuanto a los cambios entre las clases de coberturas para el año 1991 predominaba el suelo sin vegetación ocupaba el 70.37% del área total de las coberturas, a través de tiempo disminuyó gradualmente de un 64.36% en el año 2001, alcanzó un 27.21% en 2011, el área ocupada por pastos y cultivos incremento sustancialmente, lo que indica que probablemente los suelos sin vegetación fueron sustituidos por los anteriores. Finalmente, para el año 2021 incrementó nuevamente el área de suelos descubiertos alcanzando un 33.81% de la superficie total de la unidad hidrológica.

La cobertura urbana incrementó de un 0.29% en 1991, 0.62% en 2001 hasta 3.66% en el año 2021, lógicamente el incremento en el área urbana se debe a la tendencia de crecimiento poblacional. PRONicaragua, (2020) indica que la tasa anual de crecimiento es de 1.2 %.

En cuanto al área forestal tuvo un comportamiento estable a excepción del año 2001 en donde decreció hasta un 3.07 % de su media en 30 años 4.85%, además que se logra notar que en el área urbana según su incremento potencial compite implícitamente con el área forestal por la obtención de espacios en el territorio. Cuando la tendencia de crecimiento de áreas forestales en el área de estudio debería ser mayor debido a su calidad de Reserva Natural y Humedal RAMSAR de importancia internacional.

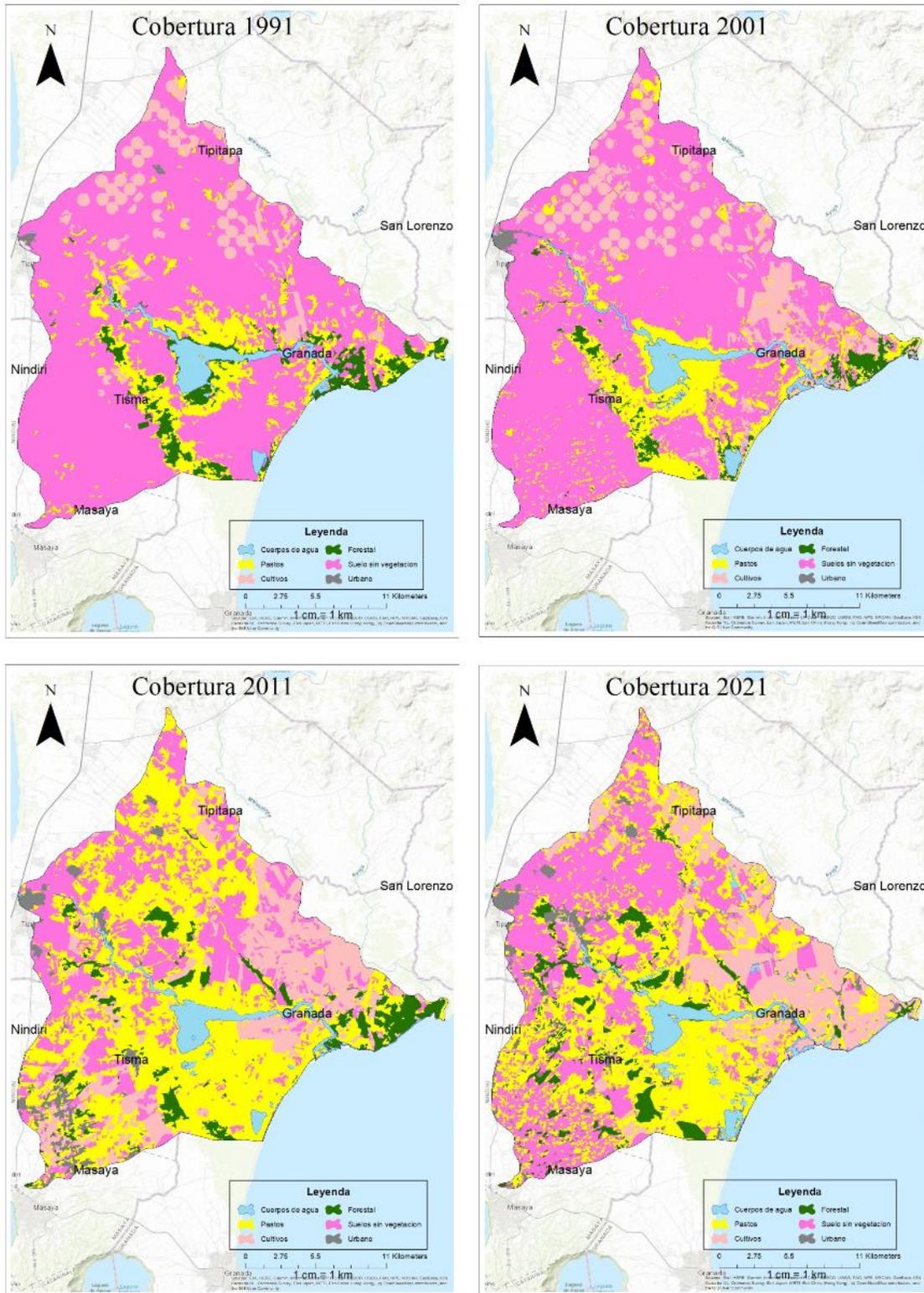


Figura 12 Cobertura de la tierra 1991,2001,2011,2021

Cuadro 12 Cobertura de la tierra en la unidad hidrológica de Tisma

Cobertura	Área Ha			
	1991	2001	2011	2021
Cuerpos de agua	2,025.03	2,234.77	2,144.70	2,539.36
Pastos	7,973.21	1,862.75	26,940.52	22,442.75
Cultivos	4,950.21	8,820.37	10,482.97	10,287.90
Forestal	3,175.37	1,681.55	3,529.10	3,373.77
Suelo sin vegetación	43,466.71	39,754.06	16,812.89	20,899.58
Urbano	176.15	339.16	1,883.85	2,263.35

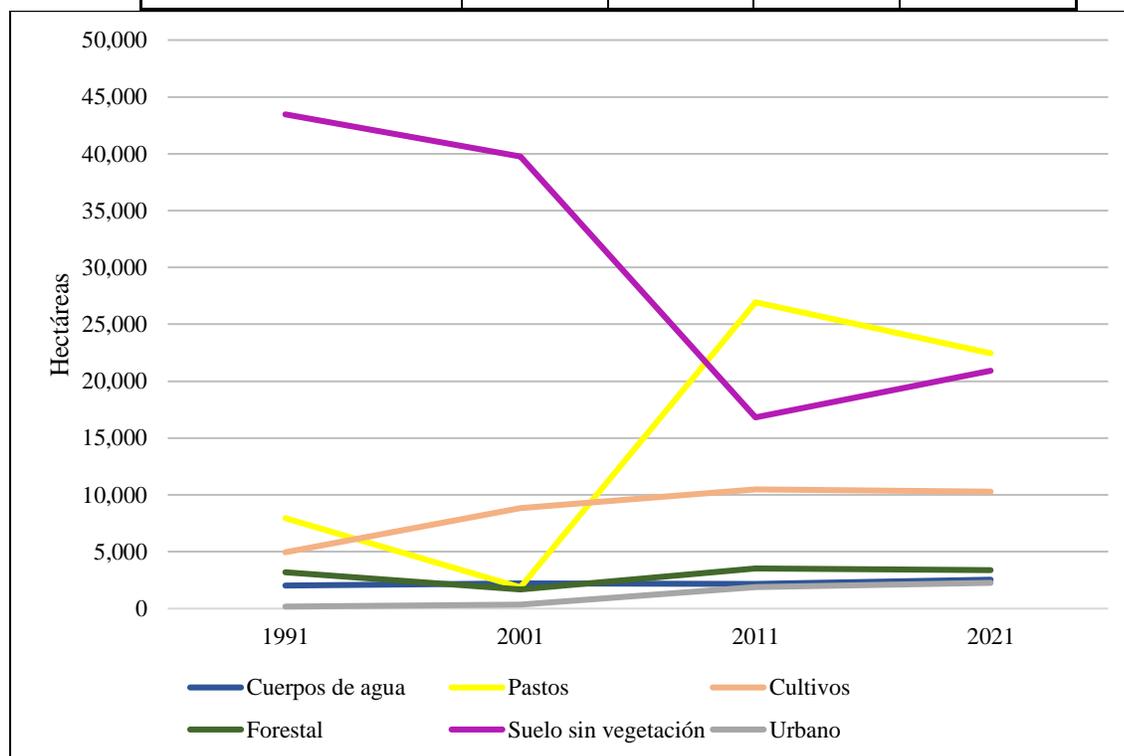


Figura 13 Cobertura de la tierra en la unidad hidrológica de Tisma

4.1.1.1.1 Paisajes forestal y no forestal

En las Figuras 14, 15, 16, 17 se muestran las coberturas forestal y no forestal del área de estudio, lo que permite mostrar la tasa de deforestación según la ecuación propuesta por FAO, (1996) para un intervalo de tiempo de diez años. El periodo con mayor tasa de deforestación fue entre los años de 1991 – 2001, años en los que el paisaje destinado a cultivos tuvo un crecimiento sustancial, lo que

indica que probablemente el paisaje forestal fue sustituido por este último. En contraste con el periodo 2001-2011, durante eso diez años la tasa de deforestación indica resultados positivos lo que muestra que el paisaje forestal incrementó. Y finalmente en el periodo 2011 – 2021 se observa nuevamente una tasa de deforestación negativa, esto se correlaciona con el aumento de la cobertura de suelos sin vegetación, esto debido a que años anteriores estos suelos pudieron ser utilizados para actividades agrícolas o pastizales, obsérvese Cuadro 13.

Cuadro 13 Tasa de deforestación

Paisaje forestal y tasa de cambio			
Periodo	1991	2001	TC%
Forestal	3,175.74	1,688.00	-6.12
Periodo	2001	2011	TC%
Forestal	1,688.00	3,529.35	7.65
Periodo	2011	2021	TC%
Forestal	3,529.35	3,375.66	-0.44

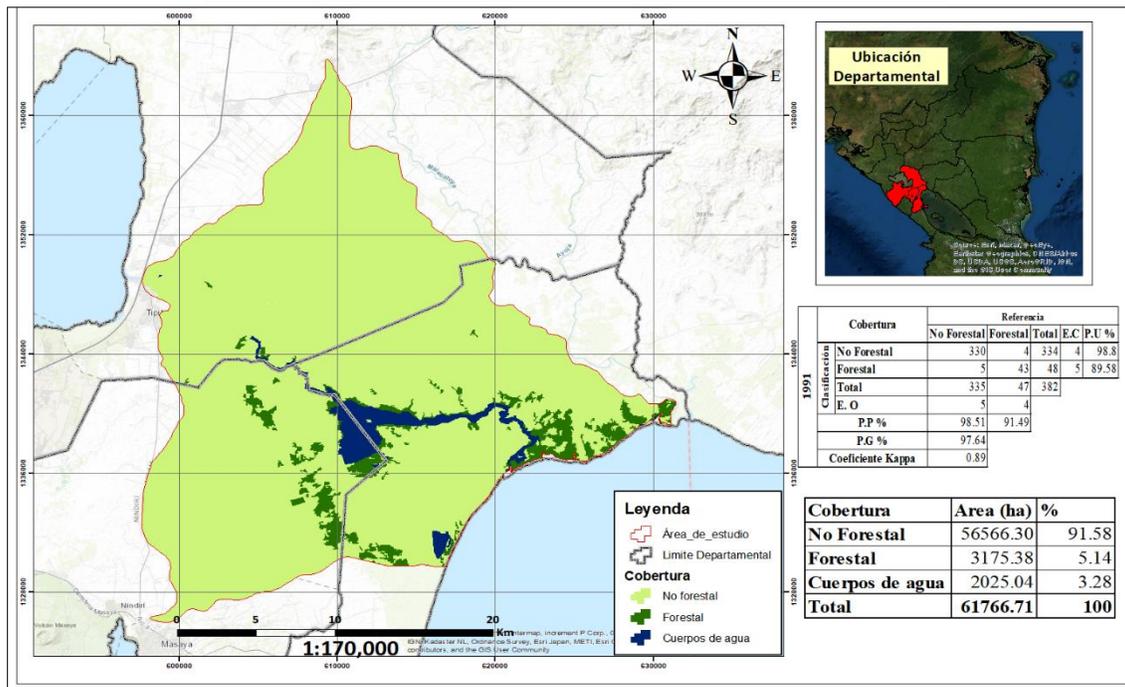


Figura 14 Paisajes de la unidad hidrológica de Tisma de 1991

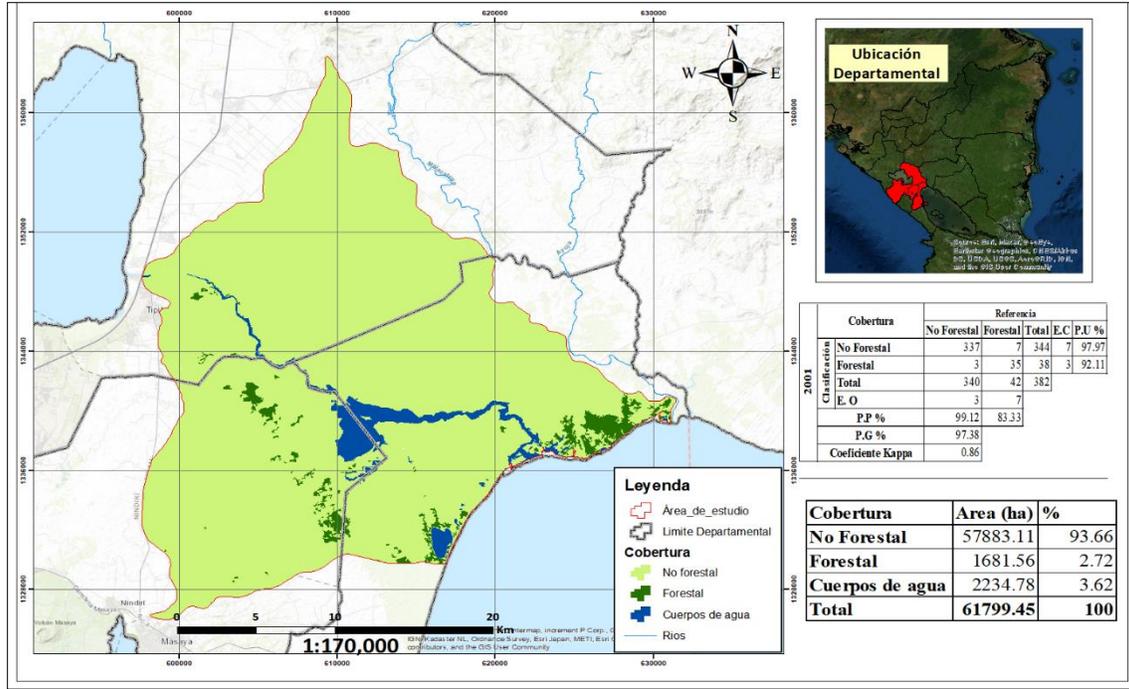


Figura 15 Paisajes de la unidad hidrológica de Tisma de 2001

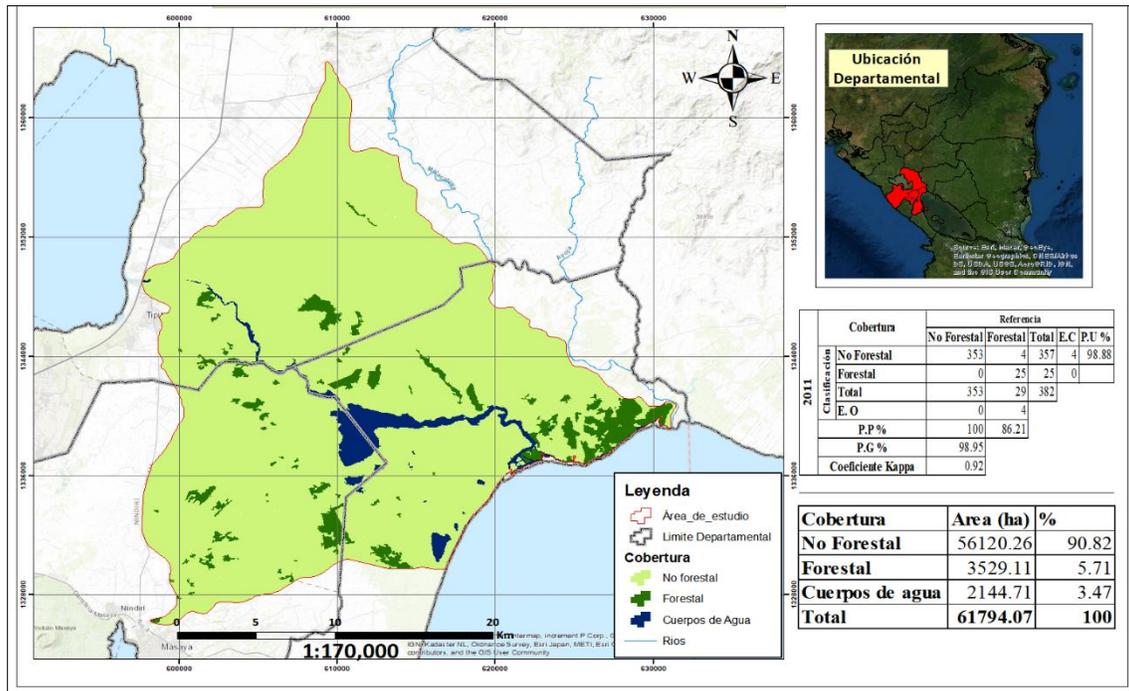


Figura 16 Paisajes de la unidad hidrológica de Tisma de 2011

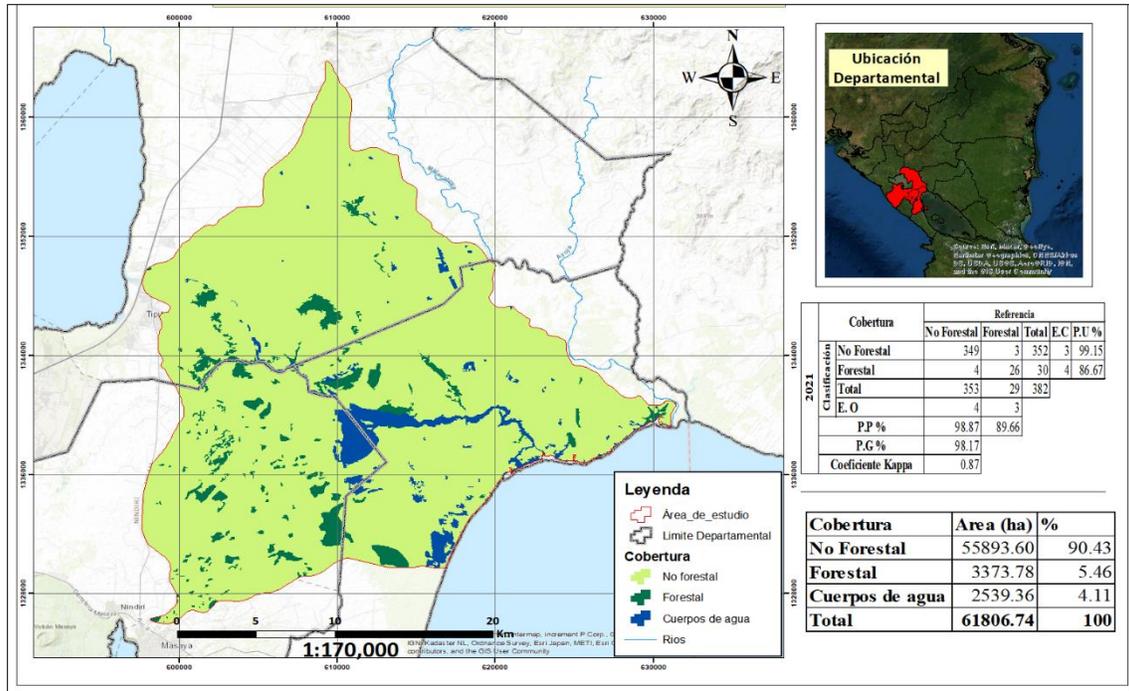


Figura 17 Paisajes de la unidad hidrológica de Tisma de 2021

4.1.2 Fragmentación forestal de la unidad hidrológica de Tisma a partir de métricas del paisaje

La fragmentación y comparación de las métricas comprende tres métricas principales los cuales son complementarios entre ellos y cada uno genera información para probar y evidenciar el proceso de fragmentación multitemporal sufrido en la unidad hidrológica de Tisma. Las métricas aplicadas para la esta investigación responden a: métricas de vecindad (distancia media del vecino más cercano); métrica de densidad y tamaño (tamaño medio del parche, numero de parches); métricas de formas (índice de diversidad de forma).

4.1.2.1 Métricas de vecindad

La distancia media al vecino más cercano (MNN) indica que la distancia mínima que se recorre para encontrar un parche de área forestal. Se aumentó de 271.21 m en el año 1991 a 289.74 m en el año 2001, y 461.25 para el año 2011 esto posiblemente se puede asociar con la uniformidad presentada en el territorio, es decir, puede estar dada por el proceso de reforestación en este periodo de tiempo reportados por Guevara Morales & Hernández Guzmán, (2015); sin embargo, la distancia mínima que se debe recorrer para encontrar un parche de área forestal en el año 2021 se redujo a 259.55 m (Figura 18), el cual son registros muy bajos comparados con los años anteriores,

esto posiblemente al aumento de parches del paisaje forestal. Por lo que se estima que existe cierta dificultad en cuanto al intercambio de especies entre poblaciones faunística.

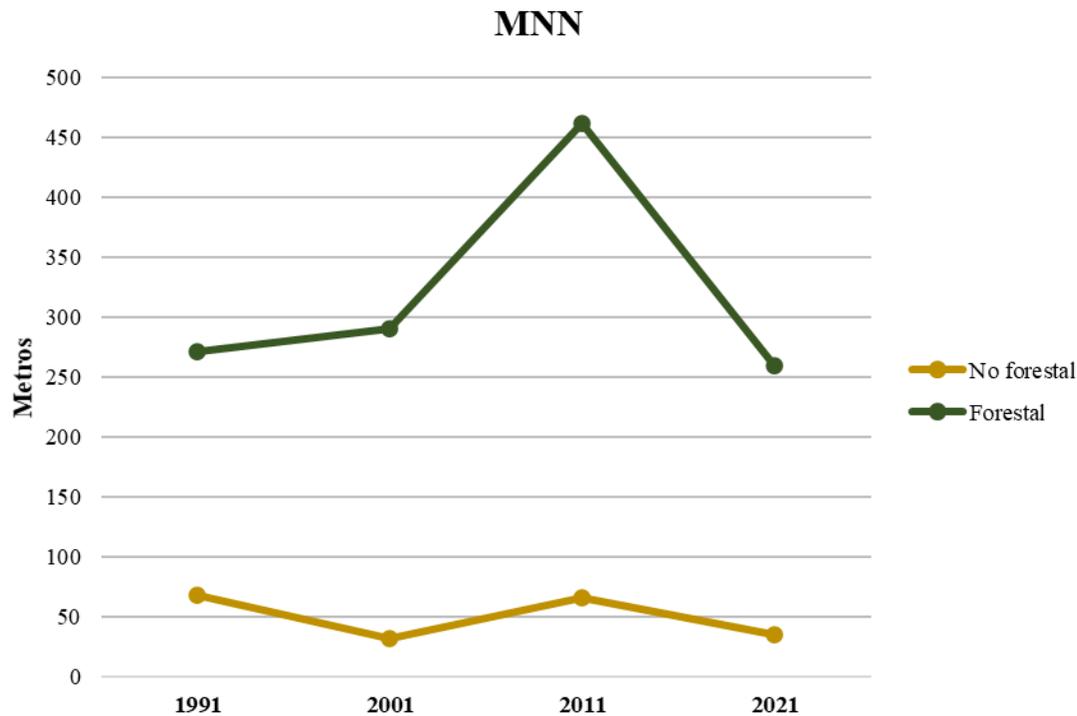


Figura 18 Distancia media al fragmento más cercano de los fragmentos de áreas forestal y no forestal, unidad hidrológica de Tisma

4.1.2.2 Métrica de densidad y tamaño

Según el periodo de estudio (1991 – 2021) el paisaje de la unidad hidrológica de Tisma ha cambiado de forma muy evidente. En primer lugar, el tamaño de los parches se ha reducido, no obstante, el número de parches ha aumentado. Esto es evidencia de que la fragmentación ha tomado lugar a través del gradiente temporal.

De 1991 a 2001, se observa una pérdida en la superficie de los parches, así como el número de parches forestales. De 2001 a 2011 existe un incremento en el área promedio de los parches y una disminución del número de parches forestales. Finalmente, para el período de 2011 a 2021 se incrementa la fragmentación con la pérdida de la superficie de los parches para áreas forestales y un incremento en el número de parches, (Cuadro 14, 15, Figura 19, 20).

En todos los periodos de tiempo los parches de paisaje no forestal presentan los parches de mayor de tamaño, lo que indica un alto grado de homogenización y dominancia en la unidad hidrológica

de Tisma. Contrariamente los parches de paisaje forestal registran tamaños relativamente pequeños y en general una alta cantidad de parches, indicando que si configuración espacial es bastante heterogénea. Esta métrica es determinante para identificar si un área se encuentra en procesos de fragmentación. Sin embargo, de acuerdo con Tischendorf & Fahrig, (2001) no siempre este comportamiento está relacionado con la fragmentación. En general la desaparición de parches entre un periodo determinado puede afectar los valores de los números de parches y por ende el tamaño promedio de los parches indicando procesos de deforestación por diferentes causas, como el aumento de actividades económicas como la agricultura (Ver resultados del objetivo 1).

Cuadro 14 Número de parches

	NumP			
Cobertura	1991	2001	2011	2021
No forestal	55	58	36	26
Forestal	112	107	83	187

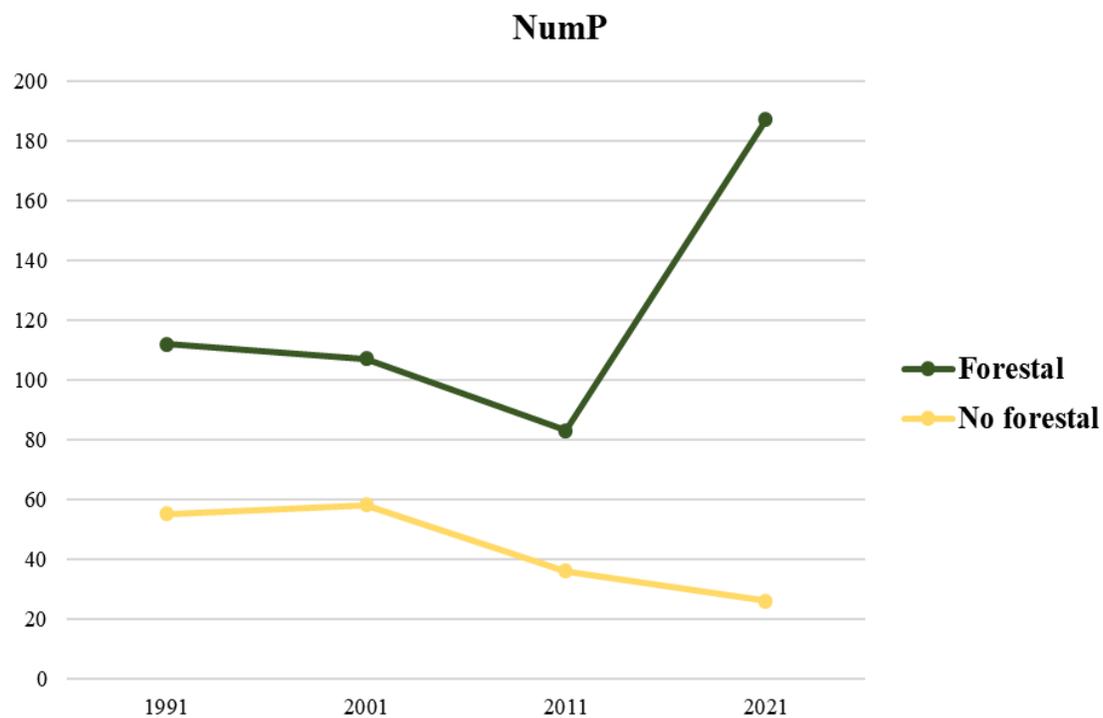


Figura 19 Números de parches

Cuadro 15 Tamaño promedio de los parches

	MPS			
Cobertura	1991	2001	2011	2021
No forestal	1065.29	1036.46	1618.47	2247.04
Forestal	28.329	15.71	42.51	18.01

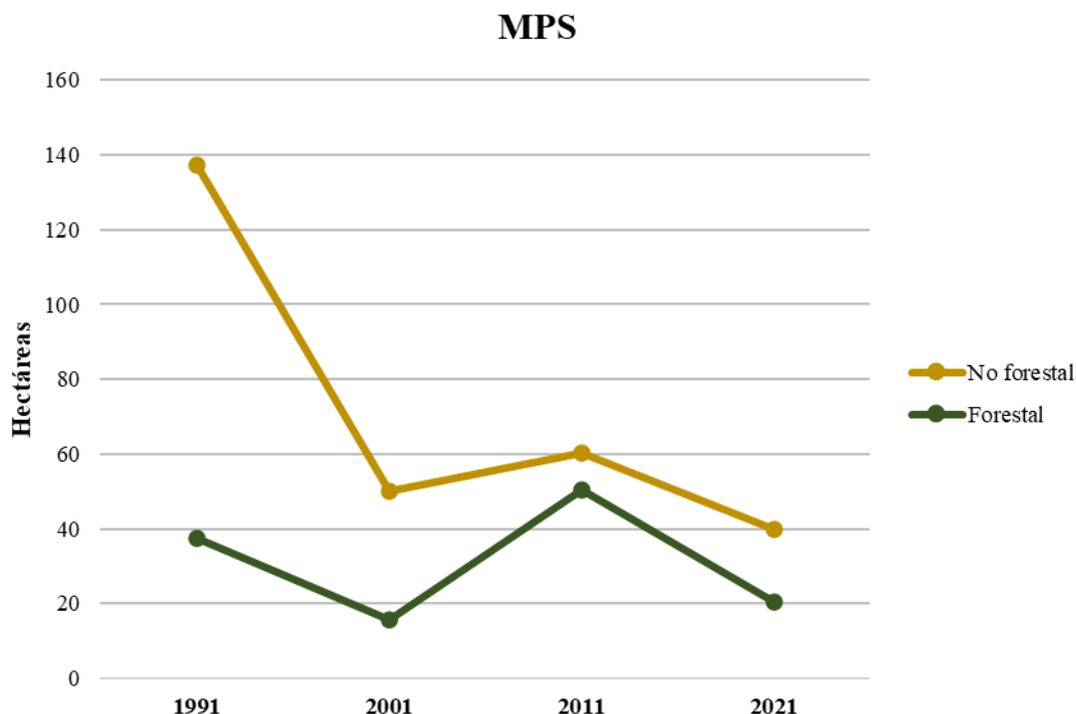


Figura 20 Tamaño promedio de los parches

4.1.2.3 Métricas de forma

Para ratificar que la unidad hidrológica de Tisma está sometida a un proceso de fragmentación de sus áreas forestales, se realizó un análisis del cambio en el perímetro y la forma de los parches a lo largo del tiempo. Los valores del índice de forma (MSI) varían de 1 a 2, cuando el valor se acerca a 1 el parche se considera regular (con forma acercándose a la de un círculo) y cuando se acerca a 2 el área se considera irregular (con forma muy diferente a la de un círculo y más angular) en términos de forma (Mcgarigal, 2015).

El índice de diversidad de forma en las áreas forestales se mantuvo muy variante en el periodo de evaluación, predominando formas rectangulares en el año 1991 y formas oval-oblongo para el año 2021. Esta baja complejidad de la forma de los parches, puede explicarse por los usos humanos,

que generalmente son de perímetros rectilíneos y, por ende, otorgan esta configuración a los parches adyacentes de bosque.

En el Cuadro 16 se observa para las áreas forestales un patrón decreciente significativo pasando de 1.99 en el año 1991 a 1.65 en el año 2021

Cuadro 16 Índice de forma media

Cobertura	MSI			
	1991	2001	2011	2021
No forestal	1.87	1.60	1.78	1.79
Forestal	1.99	1.64	1.88	1.65

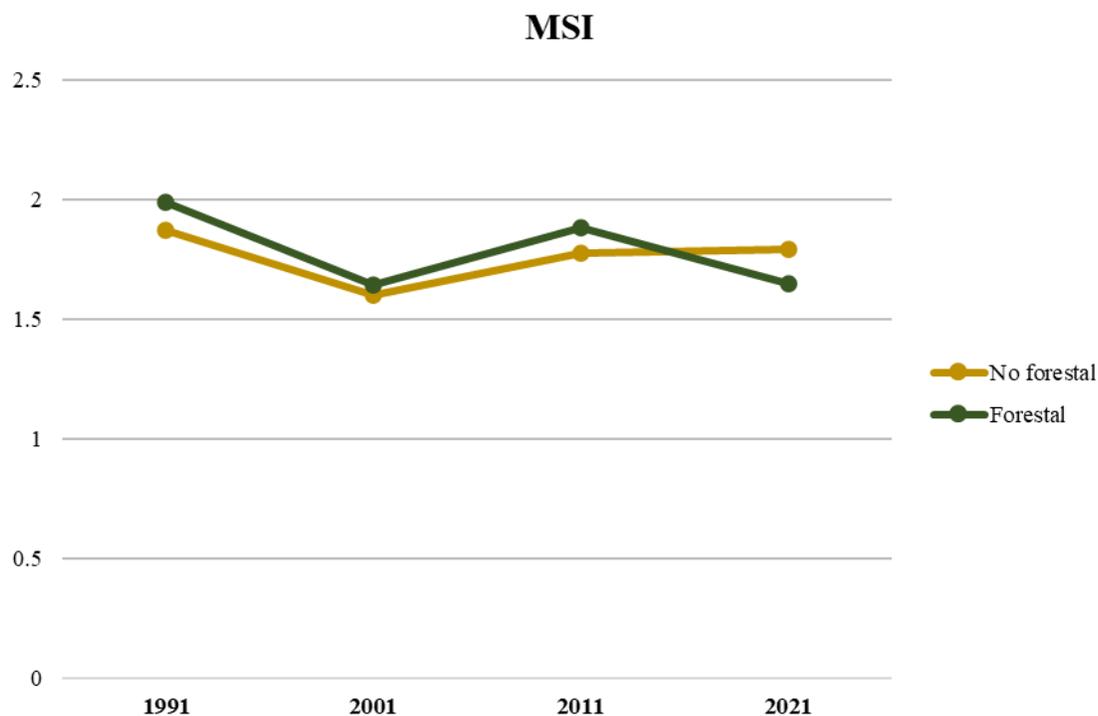


Figura 21 Índice de forma media

Relacionando esta información con la presentada en los Cuadros 14, 15, 16, se deduce que el área forestal de la unidad hidrológica de Tisma, ha sufrido un efecto de fragmentación, evidenciado por la cantidad de pequeños parches que actualmente existen; aunque la forma de los parches es relativamente regular (se acercan a un círculo), al menos este último factor es positivo para la

conservación de diversidad biológica de flora y fauna silvestre de interior de bosque, ya que, si los parches fueran de pequeño tamaño y muy irregulares, el efecto de borde tendría un fuerte impacto en los ambientes de interior de bosque en donde sobresalen especies muy específicas de esos ambientes (Echeverría et al., 2007)

De continuar el aumento en el número de parches se haría evidente el efecto borde en la unidad hidrológica de estudio, lo que causaría efectos negativos como: la reducción del tamaño de los fragmentos en las que las especies de mayor tamaño quedarían expuestas, cambios en la abundancia y distribución de las especies lo que conllevaría a la competencia por la obtención de alimento, y otros como la predación de especies vulnerables.

4.1.3 Acciones participativas para proponer rutas de conectividad ecológicas

Según lo establecido en el decreto N.º 14-99 Reglamento de áreas protegidas de Nicaragua capítulo III art. 6, inciso 5 “Se deben de proponer la creación de nuevas áreas protegidas y/o la ampliación o disminución de las existentes con base a estudios técnicos pertinentes”. Así que, previo a la elaboración de las acciones participativas para la conectividad paisajística se estableció la

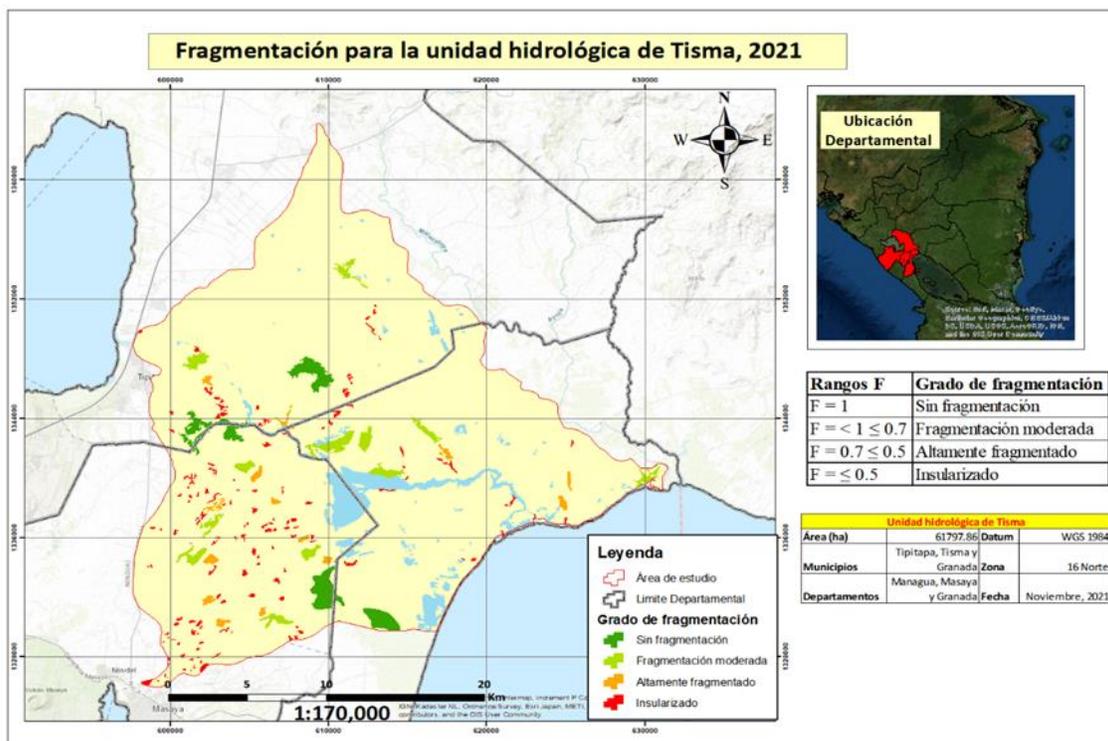


Figura 22 Grado de fragmentación forestal 2021

propuesta de corredor la cual servirá como base para la conectividad entre fragmentos forestales (Figura 22).

La conectividad del paisaje es determinada por la distribución espacial de los tipos de hábitats, la cual depende de la continuidad de los mismos, la distancia entre los elementos del paisaje y del tamaño de las brechas entre fragmentos (Theobald, 2006). En este sentido la unidad hidrológica de Tisma proporciona 26 rutas de conectividad entre parches, con área superior a 50 ha. La conectividad propuesta en la investigación permite el libre movimiento de los organismos de un fragmento al otro. Los enlaces de conectividad rondan entre los 0.5 km y 41 km a lo largo de las rutas de menor costo (CW_Dist). El concepto de la ruta de conectividad más corta es práctico en el sentido de facilitar los procesos de desplazamiento, pues mientras más cercanos se encuentren los parches, y existan componentes arbóreos que faciliten su conexión, las especies podrían moverse más fácilmente a través del paisaje, disminuyendo los efectos del aislamiento (Debinski & Holt, 2000).

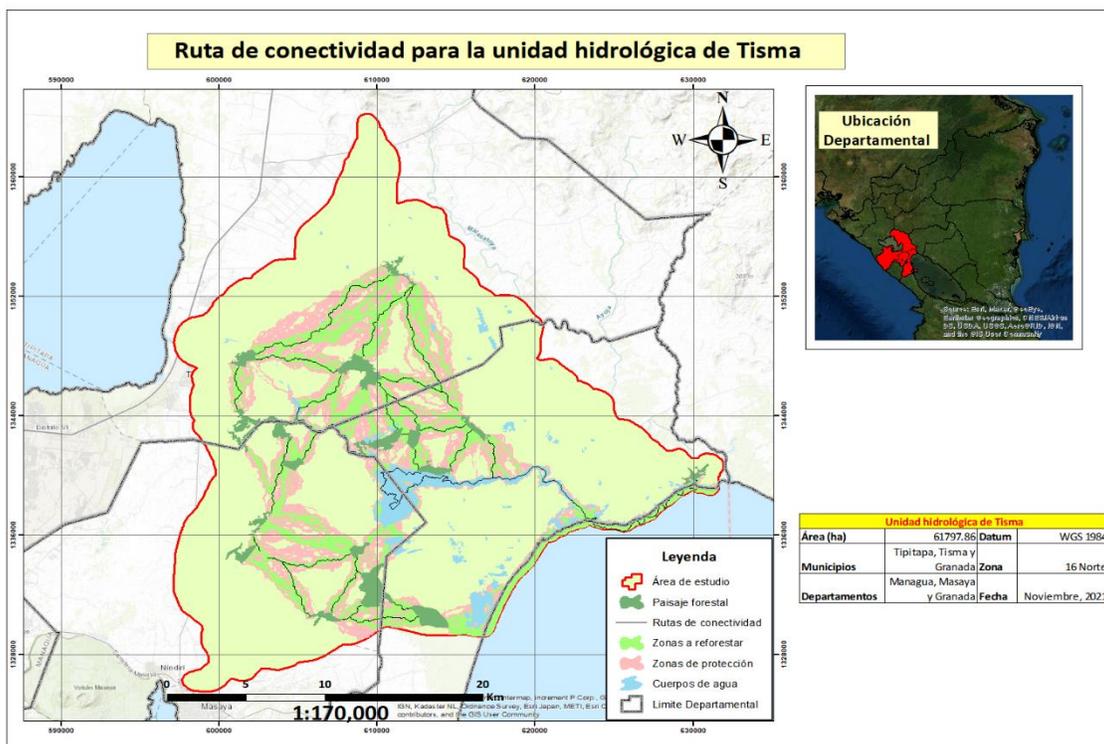


Figura 23 Ruta de conectividad

Se proponen las siguientes acciones con la finalidad de conectar los parches de fragmentos forestales y reducir la fragmentación:

- Aplicación rigurosa en lo establecido en los artículos: 18, 21, 95, 98, de la Ley General de Medio Ambiente y los Recursos Naturales.
- Promover y concientizar a la población en general en cuanto a la propuesta de corredor mediante acciones educativas dirigidas a sectores productivos sobre la importancia de mejorar el estado de la cobertura boscosa.
- Establecer mecanismos para aumentar la cobertura forestal en tierras privadas, especialmente en zonas de amortiguamiento de la Reserva natural Laguna de Tisma
- Forestar las propuestas de corredores para asegurar la conectividad entre fragmentos de bosque en el área de estudio, fortaleciendo iniciativas que implementen linderos arbolados con especies nativas o introducidas.
- Forestar los fragmentos de áreas forestales menores a 50 ha para aumentar el hábitat.
- Promover la coordinación y cooperación entre instituciones nacionales e internacionales vinculadas con los recursos naturales, así como la participación de los ciudadanos.

Capítulo V

5.1 Conclusión

Se determinó que las coberturas de pastos y cultivos fueron las causantes principales del estado de fragmentación en la Unidad Hidrológica de estudio

La unidad hidrológica de Tisma, en los últimos 30 años ha presentado variaciones en su estructura paisajística, en cuanto al número, tamaño y forma de parches de cada una de las coberturas identificadas, observándose una considerable transformación del paisaje y, por lo tanto, el paisaje forestal de la unidad hidrológica se encuentra fragmentado.

Las acciones participativas que permitieron el establecimiento de las propuestas de rutas de conectividad están vinculadas a las normativas vigentes para la gestión de áreas de las reservas Naturales. Solo la coordinación entre los organismos ambientales, las personas naturales y jurídicas permitirán la ejecución de las propuestas de rutas de conectividad ecológica para preservar y restaurar los recursos ecosistémicos en la unidad Hidrológica de estudio.

5.2 Recomendaciones

Esta investigación puede retomarse en estudios a futuros para correlacionar los datos de fragmentación del paisaje forestal con procesos como el crecimiento urbano, la apertura de tierras para uso agrícolas, la construcción de carreteras y caminos. Además, los datos y mapas pueden ser la base para estudios de campo relacionado con la botánica, la biología y la ecología.

El área de estudio podría extenderse para incluir nuevas áreas que presenten una funcionalidad ecológica con el suelo de conservación. También podría ampliarse la modalidad del estudio hacia análisis comparativos y así evaluarse la fragmentación del paisaje forestal en otras regiones del país.

Se sugiere a las instituciones tales como: MARENA, realizar validación del presente estudio referido a la implementación de rutas de conectividad ecológicas, en las áreas protegidas a nivel nacional, con el objetivo ordenar, gestionar y conservar en dichas áreas.

5.3 Bibliografía

- Aguilar, H., Mora, R., & Vargas, C. (2014). Metodología para la corrección atmosférica de imágenes Aster, Rapideye, Spot 2 y Landsat 8 con el módulo Flaash del software ENVI. *Revista Geográfica de América Central*, 53, 39-59.
- Arango, M., Branch, J., & Botero, V. (2005). Clasificación no supervisada de coberturas vegetales sobre imágenes digitales de sensores remotos: “LANDSAT– ETM+”. *Facultad Nacional de Agricultura Medellín*, 58(1), 2611-2634.
- Araúz Morón, G. E. (2007). *Aplicación de un modelo geoespacial para el análisis de la fragmentación de bosques en el suelo de conservación del Distrito federal (SCDF), México.*
- AUDUBON. (2005). *Ficha técnica Sistema Lagunar Tisma.* October. <https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/NI1141RIS.pdf>
- Aviles, P., Araneda, F., Duarte, E., Szejner, M., & Vergara, L. (2015). *Mapa de Cobertura Forestal y Uso de la Tierra de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá.*
- Buendia, E., Terrazas, S., & Vargas, E. (2002). Aplicación de imágenes de satélite en la cartografía de uso de suelo y vegetación en una región del Oriente del Valle de México. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 8(1), 13-19.
- Cabeza Mesias, M. (2020). Análisis de Fragmentación y Conectividad Estructural del Paisaje en la Cuenca Hidrográfica del Río Calenturitas, Departamento del Cesar-Colombia. Dans *Universidad Santo Tomás.*
- Cabrera, E., Galindo Garcia, G., & Vargas Glavis, D. (2011). *Protocolo de procesamiento digital de imágenes para la cuantificación de la deforestación en Colombia, Nivel Subnacional Escala Grues y fina. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-IDEAM-*
- Castillo Lara, F. (2018). *Evaluación de la calidad ambiental del Humedal Refugio de Vida Silvestre Sistema Lagunar de Tísma , Masaya , Nicaragua.*
- Castillo, O. (2012). Aplicación espectral y topológica en el procesamiento de imágenes satelitales. Dans *Universidad Nacional de Colombia.*
- Céspedes, M. V., Herrera, B., & Diego, L. (2008). Comunicación Técnica Recursos Naturales y Ambiente/no.54: 44-50 Diseño de una red ecológica de conservación entre la Reserva de Biosfera La Amistad y las áreas protegidas del Área de Conservación Osa, Costa Rica.

- Recursos Naturales y Ambiente*, 54, 44-50.
<http://cro.ots.ac.cr/rdmcnfs/datasets/biblioteca/pdfs/nbina-11104.pdf>
- Chavez, J. (2006). Image-Based Atmospheric Corrections - Revisited and Improved. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 31(10), 677-682.
<https://doi.org/10.1111/j.1440-1681.2004.03065.x>
- Chuvieco, E. (1990). Fundamentos de teledetección espacial. Dans (*Fundamentals of remote sensing from space*).
- Chuvieco, E. (1996). Empleo de imágenes de satélite para medir la estructura del paisaje: análisis cuantitativo y representación cartográfica. *Serie geográfica*, 6(6), 131-148.
- Chuvieco, E. (2008). *Teledetección ambiental, la observación de la Tierra desde el espacio*. (3a edición). Book Print Digital.
- Chuvieco, Emilio. (1996). Fundamentos de Teledetección Espacial. Dans *RIALP*.
- Coronado, M. (2014). *Análisis de la fragmentación en el Parque Nacional Cerro Azul Meámbur (PANACAM)*. 29.
- De Luque, M. A., Pérez, Y. P., Rodríguez, Y. A., & Jiménez Rodríguez, C. (2005). Análisis del proceso de fragmentación de bosques: metodologías orientadas en el uso de sistemas de información geográfica y métricas del paisaje. *Ciencias agropecuarias*, 5(1), 32-41.
<https://doi.org/10.36436/24223484.193>
- Debinski, D. M., & Holt, R. D. (2000). A survey and overview of habitat fragmentation experiments. *Conservation Biology*, 14(2), 342-355. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.98081.x>
- Delgado, L., Ramos, S., Martínez, N., & García, P. (2003). Ecología de paisajes, sensores remotos y sistemas de información geográfica: Nuevas perspectivas para el manejo de problemas en salud pública, caso particular la malaria en el estado Sucre, Venezuela. *Acta Científica Estudiantil*, 1(4), 128-142.
- Duarte, E., Emanuelli, P., Milla, F., Orellana, O., & López, S. (2015). *Sitio piloto cantón de puriscal análisis de cambios de la cobertura forestal y uso de la tierra mediante imágenes satelitales de alta resolución espacial: January 2016*.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10664.78086>
- Echeverría, C., Newton, A. C., Lara, A., Benayas, J. M. R., & Coomes, D. A. (2007). Impacts of forest fragmentation on species composition and forest structure in the temperate landscape

- of southern Chile. *Global Ecology and Biogeography*, 16(4), 426-439.
<https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2007.00311.x>
- EEM. (2005). Los Ecosistemas y el Bienestar Humano: Humedales y Agua. Informe de síntesis. Dans *World Resources Institute, Washington, DC*.
- FAO. (1992). *Diseños de muestreo de las Evaluaciones Forestales Nacionales*. Antología de conocimiento para la evaluación de los Recursos Forestales Nacionales. http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/national_forest_assessment/images/PDFs/Spanish/KR2_ES__4_.pdf
- FAO, & PNUMA. (2020). El estado de los bosques del mundo 2020. Los bosques, la biodiversidad y las personas. Dans *El estado de los bosques del mundo 2020*. <https://doi.org/10.4060/ca8642es%0A>
- Fonseca, J. J., & Gomez, S. M. (2003). Análisis multitemporal mediante imágenes Landsat caso de estudio: Cambio de área laderas de la ciénaga de Tumaradó Parque Natural Los Katíos. *Universidad Militar Nueva Granada*, 1, 1-26.
- Forman, R. (1995). Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape Ecology*, 10(3), 133-142.
- Gallo, J., Stritholt, J., Joseph, H., Rustigian-Romsos, H., Degagne, R., Brice, J., & Prisbey, A. (2019). *Mapping Habitat Connectivity Priority Areas that are Climate-wise and Multi-scale , for Three Regions of California*. March, 1-87.
- Guevara Morales, S. A., & Hernández Guzmán, A. de los A. (2015). “Diagnostico Y Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Tisma, Departamento de Masaya”. *Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-Managua*.
- Hernandez Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación* (Mc Graw Hi, Vol. 148). Mc Graw Hill. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Jung, M. (2016). LecoS - A python plugin for automated landscape ecology analysis. *Ecological Informatics*, 31, 18-21. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2015.11.006>
- Lozano Botache, L. A., Gómez Aguilar, F. A., & Valderrama Chaves, S. (2011). Estado de fragmentación de los bosques naturales en el norte del departamento del Tolima-Colombia. *Tumbaga, ISSN-e 1909-4841, Vol. 1, N° 6, 2011, págs. 125-140*, 1(6), 125-140.
- MARENA. (2019). *Causas de La deforestación y degradación forestal en Nicaragua*. <http://www.marena.gob.ni/Enderedd/wp-content/uploads/2019/11/Documento-causas-de-la->

deforestación-26_07_2019_VF.pdf

- Mcgarigal, K. (2015). Fragstats. *Fragstats*, April, 1-182.
- Moizo, P. (2004). La percepción remota y la tecnología SIG: una aplicación en Ecología de Paisaje. *Geofocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 0(4), 1-24.
- Molina, G. Z., & Albarran, A. J. (2013). Análisis multitemporal y de la estructura horizontal de la cobertura de la tierra: Parque Nacional Yacambú, estado Lara, Venezuela. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 22(1), 25-40. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v22n1.36305>
- Morales, J. C., Carrillo, F. M., Farfán, L. M., & Cornejo, V. M. (2016). CAMBIO DE COBERTURA VEGETAL EN LA REGIÓN DE BAHÍA DE BANDERAS, MÉXICO. *Caldasia*, 38(1), 17-29. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v38n1.57831>
- Morera, C., Pintó, J., & Romero, M. (2007). Paisaje, procesos de fragmentación y redes ecológicas: aproximación conceptual. *Corredores Biológicos. Acercamiento conceptual y experiencias en América*, January, 11-47.
- Morera, C., Romero, M., Avendaño, D., & Zúñiga, A. (2007). PAISAJE, PROCESOS DE FRAGMENTACIÓN Y REDES ECOLÓGICAS: APROXIMACIÓN CONCEPTUAL. *Corredores Biológicos: Acercamiento Conceptual y Experiencias en América*, January, 11-32.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-(FAO). (1996). Forest resources assessment 1990. Surve of tropical forest cover and study of change processes. *Forestry Paper*, 149.
- Osuna, A. K., Díaz, J. de J., Sánchez, J. de A., Villegas, E., Gallardo, J., & Davila, G. (2014). Evaluación de cambio de cobertura vegetal y uso de suelo en la cuenca del río Tecolutla, Veracruz, México; periodo 1994-2010. *Revista Ambiente e Agua*, 9(3), 445-458. <https://doi.org/10.4136/1980-993X>
- Pascual, A. L. (2006). Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology). Una interpretación desde la geografía. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 0(48), 151-166. <https://doi.org/10.1234/no.disponible.a.RACO.72657>
- Patton, D. (1975). *Un índice de diversidad para cuantificar el « borde » del hábitat*. Boletín de la Sociedad de Vida Silvestre (1973-2006).

- Peña-Cortés, F., Rebolledo, G., Hermosilla, K., Hauenstein, E., Bertrán, C., Schlatter, R., & Tapia, J. (2006). Dinámica del paisaje para el período 1980-2004 en la cuenca costera del Lago Budi, Chile. Consideraciones para la conservación de sus humedales. *Ecologia Austral*, 16(2), 183-196.
- PRONicaragua. (2020). *Perfil demográfico 2020*. https://pronicaragua.gob.ni/media/publications/Perfil_Demografico_2020_PWsyOuB.pdf
- Rajendaran, P., & Mani, K. (2015). Quantifying the Dynamics of Landscape Patterns in. *International Journal of Research in Engineering and Applied Sciences*, 5(10), 77-87.
- Ramos, Z. S. (2005). Estructura y composición de un paisaje boscoso fragmentado: Herramienta para el diseño de estrategias de conservación de la biodiversidad Tesis. Dans *CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA*.
- RAMSAR. (2000). *Documento informativo Ramsar No. 1 ¿Qué son los humedales?* Documento informativo Ramsar.
- Salvador, R., Pons, X., & Diego, F. (1996). Validación de un método de corrección radiométrica sobre diferentes áreas montañosas. *Revista de Teledetección*, 7, 3-7.
- Sánchez, E., Granados, A., Chávez, J., Villegas, M., & Mendoza, R. (2011). *Crecimiento urbano y configuración del paisaje en Ciudad Juárez, Chihuahua: evaluación de los cambios en el uso y cobertura del suelo y su relación con la dinámica espacio-temporal del paisaje en la zona de expansión urbana de Ciudad Juárez, Chihuahua*. 26.
- Santander, B. (2017). Análisis de Conectividad Espacial y Fragmentación de la Ecorregión Ciénaga Grande de Santa Marta. *Universidad Militar Nueva Granada*, 87(1,2), 149-200.
- Speranza F. y R. Zerda. (2015). Clasificación digital de coberturas vegetales a partir de datos satelitales multiespectrales. *Researchgate*, 1(1), 1-6.
- Theobald, D. M. (2006). Connectivity Conservation: Exploring the functional connectivity of landscapes using landscape networks. *Crooks*, 416-444. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511754821.019>
- Tischendorf, L., & Fahrig, L. (2001). On the use of connectivity measures in spatial ecology. A reply. *Oikos*, 95(1), 152-155. <https://doi.org/10.1034/J.1600-0706.2001.950117.X>
- Trueba, J. J. G. (2012). Carl Troll y la geografía del paisaje: Vida, obra y traducción de un texto fundamental. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 59, 173-200.
- Turner, M. G. (1989). Ecología del paisaje: el efecto del patrón en el proceso. *Annual review of*

ecology and systematics. Vol. 20, 165, 171-197.

<https://doi.org/10.1146/annurev.es.20.110189.001131>

UNESCO. (2005). Ecosistemas y Bienestar Humano. *Oms*, 64.

Valdés, A. (2011). Modelos de paisaje y análisis de fragmentación: de la biogeografía de islas a la aproximación de paisaje continuo. *Ecosistemas*, 20(2-3), 11-20.
<https://doi.org/10.7818/re.2014.20-2-3.00>

Velásquez, E. J. (2012). Análisis Multitemporal de fragmentación del Bosque en la Reserva de Recursos Genéticos Yúcul, San Ramón, Matagalpa, durante el Periodo 1983 a 2015. *Universidad Nacional Agraria*.

5.4 Anexos

Anexo 1 Valores de reflectancia del año 1991

Cobertura	Banda1	Banda2	Banda3	Banda4	Banda5	Banda7
Cuerpos de agua	0.0771	0.1008	0.1184	0.1148	0.0832	0.0742
Pastos	0.0537	0.0889	0.1140	0.2726	0.2505	0.1517
Cultivos	0.0404	0.0721	0.0692	0.3194	0.1875	0.0972
Forestal	0.0314	0.0500	0.0493	0.3070	0.1732	0.0899
Suelo sin vegetación	0.0678	0.1048	0.1596	0.2526	0.3089	0.2150
Urbano	0.0879	0.1141	0.1389	0.2088	0.2215	0.1756

Anexo 2 Valores de reflectancia del año 2001

Cobertura	Banda1	Banda2	Banda3	Banda4	Banda5	Banda7
Cuerpos de agua	0.1445	0.1324	0.1253	0.1046	0.0498	0.0401
Pastos	0.1270	0.1215	0.1164	0.2854	0.2402	0.1281
Cultivos	0.1154	0.1033	0.0816	0.2507	0.1528	0.0849
Forestal	0.1093	0.0959	0.0721	0.3090	0.1609	0.0731
Suelo sin vegetación	0.1319	0.1187	0.1358	0.1864	0.2349	0.1685
Urbano	0.1522	0.1416	0.1476	0.2167	0.2369	0.1836

Anexo 3 Valores de reflectancia del año 2011

Cobertura	Banda1	Banda2	Banda3	Banda4	Banda5	Banda6	Banda7
Cuerpos de agua	0.0340	0.0412	0.0568	0.0606	0.0366	0.0162	0.0142
Pastos	0.0315	0.0383	0.0624	0.0706	0.2790	0.2321	0.1230
Cultivos	0.0260	0.0291	0.0502	0.0423	0.2855	0.1608	0.0804
Forestal	0.0207	0.0223	0.0361	0.0290	0.3010	0.1468	0.0649
Suelo sin vegetación	0.0377	0.0471	0.0676	0.1058	0.2334	0.2812	0.1812
Urbano	0.0505	0.0587	0.0753	0.0870	0.2361	0.1942	0.1354

Anexo 4 Valores de reflectancia del año 2021

Cobertura	Banda1	Banda2	Banda3	Banda4	Banda5	Banda6	Banda7
Cuerpos de agua	0.0309	0.0354	0.0433	0.0530	0.0403	0.0198	0.0161
Pastos	0.0340	0.0400	0.0625	0.0775	0.2929	0.2477	0.1347
Cultivos	0.0237	0.0256	0.0446	0.0378	0.3872	0.1727	0.0818
Forestal	0.0207	0.0210	0.0299	0.0272	0.3063	0.1496	0.0641
Suelo sin vegetación	0.0396	0.0483	0.0649	0.1032	0.2127	0.2541	0.1678
Urbano	0.0583	0.0661	0.0783	0.0958	0.2072	0.1850	0.1472

Anexo 5 Detalle de maya de puntos aleatorios para la validación de la clasificación del año 1991

N°	Clases	X	Y	191	Cuerpos de agua	609209	1341399
1	Suelo sin vegetación	609299	1362519	192	Suelo sin vegetación	602699	1341279
2	Suelo sin vegetación	608519	1359849	193	Pastos	611489	1341249
3	Suelo sin vegetación	609269	1359609	194	Suelo sin vegetación	602789	1341099
4	Suelo sin vegetación	610649	1359369	195	Pastos	605219	1341069
5	Cultivos	609509	1358439	196	Forestal	621059	1341039
6	Cultivos	608759	1358169	197	Suelo sin vegetación	626729	1341039
7	Suelo sin vegetación	607649	1357449	198	Pastos	605669	1340979
8	Cultivos	608999	1357179	199	Pastos	609119	1340919

9	Cultivos	613439	1356879	200	Cultivos	626189	1340919
10	Suelo sin vegetación	605909	1356519	201	Pastos	617819	1340859
11	Suelo sin vegetación	608879	1356249	202	Suelo sin vegetación	626399	1340829
12	Cultivos	613979	1356249	203	Suelo sin vegetación	627539	1340769
13	Suelo sin vegetación	610859	1356219	204	Forestal	611729	1340559
14	Suelo sin vegetación	608729	1356159	205	Suelo sin vegetación	606899	1340499
15	Suelo sin vegetación	613589	1355649	206	Suelo sin vegetación	619289	1340499
16	Suelo sin vegetación	605699	1355589	207	Pastos	623939	1340499
17	Suelo sin vegetación	610109	1355529	208	Cuerpos de agua	611069	1340289
18	Cultivos	607439	1355259	209	Suelo sin vegetación	608399	1340259
19	Suelo sin vegetación	609779	1355259	210	Suelo sin vegetación	602429	1340139
20	Cultivos	607859	1355109	211	Pastos	619979	1340139
21	Cultivos	614489	1355019	212	Suelo sin vegetación	607409	1340109
22	Suelo sin vegetación	610859	1354929	213	Forestal	604649	1339929
23	Suelo sin vegetación	612689	1354899	214	Suelo sin vegetación	601619	1339869
24	Suelo sin vegetación	611579	1354689	215	Cuerpos de agua	611399	1339839
25	Pastos	610259	1354479	216	Pastos	626369	1339839
26	Suelo sin vegetación	605369	1354449	217	Suelo sin vegetación	608999	1339749
27	Urbano	608309	1354419	218	Cuerpos de agua	620639	1339719
28	Suelo sin vegetación	612089	1354239	219	Forestal	605639	1339689
29	Urbano	608849	1354149	220	Forestal	624059	1339629
30	Suelo sin vegetación	613139	1354059	221	Cuerpos de agua	611369	1339569
31	Suelo sin vegetación	608789	1353789	222	Suelo sin vegetación	627479	1339539
32	Suelo sin vegetación	613979	1353789	223	Cuerpos de agua	611699	1339449
33	Cultivos	604409	1353609	224	Suelo sin	607889	1339329

					vegetación		
34	Suelo sin vegetación	611069	1353159	225	Suelo sin vegetación	618179	1339329
35	Suelo sin vegetación	611579	1352919	226	Suelo sin vegetación	620309	1339329
36	Suelo sin vegetación	613559	1352889	227	Suelo sin vegetación	607019	1339299
37	Cultivos	615329	1352859	228	Suelo sin vegetación	622709	1339299
38	Suelo sin vegetación	607589	1352679	229	Suelo sin vegetación	600629	1339269
39	Suelo sin vegetación	608129	1352679	230	Forestal	622499	1339209
40	Cultivos	608459	1352439	231	Suelo sin vegetación	625469	1339149
41	Cultivos	614399	1352439	232	Pastos	620759	1339089
42	Suelo sin vegetación	612239	1352289	233	Cuerpos de agua	612119	1339029
43	Suelo sin vegetación	601529	1352229	234	Forestal	614279	1338969
44	Cultivos	602519	1352109	235	Suelo sin vegetación	601079	1338879
45	Cultivos	608879	1351899	236	Suelo sin vegetación	602819	1338819
46	Suelo sin vegetación	615299	1351689	237	Forestal	622199	1338669
47	Suelo sin vegetación	607769	1351659	238	Suelo sin vegetación	619139	1338339
48	Suelo sin vegetación	611309	1351659	239	Suelo sin vegetación	603299	1338309
49	Suelo sin vegetación	600509	1351359	240	Suelo sin vegetación	616919	1338309
50	Suelo sin vegetación	617429	1351329	241	Suelo sin vegetación	602459	1338279
51	Suelo sin vegetación	617549	1351329	242	Cuerpos de agua	610799	1338279
52	Cultivos	616379	1351269	243	Cultivos	603929	1338219
53	Suelo sin vegetación	611459	1350969	244	Suelo sin vegetación	623189	1338219
54	Suelo sin vegetación	601229	1350819	245	Suelo sin vegetación	600149	1338159
55	Suelo sin vegetación	606599	1350669	246	Pastos	618149	1338159
56	Cultivos	614699	1350429	247	Forestal	608849	1338009
57	Suelo sin	612479	1350369	248	Cultivos	604739	1337979

	vegetación						
58	Pastos	617069	1350279	249	Pastos	607739	1337979
59	Suelo sin vegetación	602579	1350249	250	Cuerpos de agua	622379	1337979
60	Suelo sin vegetación	615929	1350129	251	Cultivos	604679	1337829
61	Cultivos	608669	1350099	252	Forestal	607199	1337829
62	Suelo sin vegetación	612779	1349979	253	Suelo sin vegetación	616769	1337829
63	Cultivos	618869	1349919	254	Pastos	621269	1337799
64	Suelo sin vegetación	611309	1349829	255	Pastos	605549	1337739
65	Suelo sin vegetación	605999	1349799	256	Forestal	607409	1337529
66	Suelo sin vegetación	609419	1349799	257	Pastos	613679	1337529
67	Suelo sin vegetación	618179	1349649	258	Pastos	613769	1337379
68	Suelo sin vegetación	612749	1349589	259	Pastos	608099	1337319
69	Suelo sin vegetación	619439	1349319	260	Suelo sin vegetación	615479	1337289
70	Suelo sin vegetación	613469	1349199	261	Suelo sin vegetación	601169	1337229
71	Suelo sin vegetación	605819	1349139	262	Suelo sin vegetación	619139	1337139
72	Suelo sin vegetación	599909	1348989	263	Pastos	606929	1337109
73	Suelo sin vegetación	611609	1348869	264	Suelo sin vegetación	616349	1337079
74	Suelo sin vegetación	607259	1348719	265	Suelo sin vegetación	618899	1337079
75	Suelo sin vegetación	603059	1348599	266	Forestal	622979	1337049
76	Urbano	598349	1348509	267	Suelo sin vegetación	616049	1337019
77	Urbano	598529	1348509	268	Suelo sin vegetación	600269	1336869
78	Suelo sin vegetación	600239	1348449	269	Suelo sin vegetación	615089	1336869
79	Cultivos	615389	1348449	270	Pastos	607979	1336569
80	Cultivos	615509	1348449	271	Pastos	620579	1336479
81	Suelo sin vegetación	616349	1348449	272	Suelo sin vegetación	602789	1336419

82	Urbano	598469	1348419	273	Urbano	606839	1336419
83	Suelo sin vegetación	609359	1348359	274	Pastos	607829	1336389
84	Suelo sin vegetación	610139	1348359	275	Suelo sin vegetación	602129	1336359
85	Suelo sin vegetación	602489	1348329	276	Urbano	606929	1336359
86	Suelo sin vegetación	604169	1348299	277	Pastos	614999	1336359
87	Cultivos	615059	1348239	278	Suelo sin vegetación	607289	1336299
88	Cultivos	618209	1348239	279	Suelo sin vegetación	615599	1336269
89	Suelo sin vegetación	616499	1348149	280	Suelo sin vegetación	614159	1336059
90	Suelo sin vegetación	617939	1348119	281	Suelo sin vegetación	600059	1336029
91	Urbano	598739	1348089	282	Pastos	618059	1335969
92	Suelo sin vegetación	604199	1348089	283	Pastos	617339	1335939
93	Suelo sin vegetación	599879	1348059	284	Suelo sin vegetación	601289	1335849
94	Suelo sin vegetación	600509	1348059	285	Suelo sin vegetación	610409	1335849
95	Suelo sin vegetación	600119	1347819	286	Pastos	613169	1335819
96	Suelo sin vegetación	601349	1347819	287	Pastos	607739	1335759
97	Cultivos	614489	1347789	288	Suelo sin vegetación	617009	1335759
98	Cultivos	614639	1347729	289	Suelo sin vegetación	604289	1335669
99	Suelo sin vegetación	610109	1347519	290	Suelo sin vegetación	605429	1335609
100	Suelo sin vegetación	599309	1347489	291	Urbano	606959	1335609
101	Suelo sin vegetación	620819	1347219	292	Pastos	611849	1335429
102	Suelo sin vegetación	612779	1347099	293	Suelo sin vegetación	614009	1335429
103	Pastos	603569	1347039	294	Suelo sin vegetación	599609	1335309
104	Suelo sin vegetación	612119	1347009	295	Suelo sin vegetación	602519	1335189
105	Suelo sin vegetación	599039	1346769	296	Suelo sin vegetación	603569	1335159

	vegetación				vegetación		
106	Suelo sin vegetación	601439	1346769	297	Suelo sin vegetación	601079	1335099
107	Suelo sin vegetación	601919	1346739	298	Pastos	610229	1335099
108	Pastos	606839	1346709	299	Suelo sin vegetación	617849	1335039
109	Suelo sin vegetación	607289	1346679	300	Suelo sin vegetación	600209	1335009
110	Suelo sin vegetación	599189	1346499	301	Pastos	608579	1334859
111	Suelo sin vegetación	601109	1346469	302	Forestal	609329	1334859
112	Suelo sin vegetación	607829	1346439	303	Suelo sin vegetación	598499	1334769
113	Pastos	606839	1346409	304	Forestal	609209	1334709
114	Suelo sin vegetación	617459	1346289	305	Suelo sin vegetación	606269	1334679
115	Suelo sin vegetación	606029	1346259	306	Suelo sin vegetación	616349	1334589
116	Suelo sin vegetación	617849	1346109	307	Suelo sin vegetación	603539	1334409
117	Suelo sin vegetación	609869	1346019	308	Forestal	608849	1334349
118	Suelo sin vegetación	608129	1345959	309	Suelo sin vegetación	602129	1334289
119	Suelo sin vegetación	611219	1345959	310	Suelo sin vegetación	600179	1334139
120	Suelo sin vegetación	603269	1345899	311	Suelo sin vegetación	604019	1334079
121	Cultivos	607919	1345689	312	Pastos	609869	1333989
122	Suelo sin vegetación	601859	1345599	313	Suelo sin vegetación	618869	1333959
123	Suelo sin vegetación	610469	1345569	314	Suelo sin vegetación	603179	1333839
124	Suelo sin vegetación	610829	1345509	315	Suelo sin vegetación	614129	1333839
125	Pastos	623249	1345509	316	Suelo sin vegetación	602699	1333809
126	Suelo sin vegetación	621359	1345479	317	Suelo sin vegetación	601589	1333689
127	Suelo sin vegetación	598829	1345419	318	Suelo sin vegetación	614159	1333689
128	Suelo sin vegetación	603539	1345389	319	Suelo sin vegetación	606269	1333599

129	Suelo sin vegetación	617009	1345389	320	Suelo sin vegetación	610799	1333509
130	Suelo sin vegetación	607769	1345329	321	Suelo sin vegetación	612749	1333509
131	Suelo sin vegetación	620369	1345269	322	Suelo sin vegetación	603239	1333449
132	Suelo sin vegetación	619439	1345209	323	Suelo sin vegetación	612659	1333419
133	Pastos	618659	1345149	324	Suelo sin vegetación	613559	1333389
134	Suelo sin vegetación	600839	1345119	325	Suelo sin vegetación	611789	1333209
135	Suelo sin vegetación	613289	1344909	326	Suelo sin vegetación	616739	1333179
136	Suelo sin vegetación	610019	1344849	327	Suelo sin vegetación	597869	1333119
137	Suelo sin vegetación	610169	1344849	328	Forestal	631169	1340259
138	Suelo sin vegetación	617999	1344849	329	Suelo sin vegetación	616409	1333029
139	Suelo sin vegetación	623279	1344819	330	Suelo sin vegetación	602099	1332999
140	Suelo sin vegetación	607049	1344759	331	Suelo sin vegetación	612029	1332939
141	Suelo sin vegetación	601889	1344309	332	Suelo sin vegetación	603599	1332849
142	Suelo sin vegetación	622169	1344309	333	Suelo sin vegetación	613739	1332819
143	Suelo sin vegetación	611159	1344189	334	Suelo sin vegetación	601799	1332699
144	Suelo sin vegetación	623309	1344159	335	Pastos	609119	1332639
145	Suelo sin vegetación	599909	1344129	336	Suelo sin vegetación	613709	1332609
146	Suelo sin vegetación	623369	1344039	337	Suelo sin vegetación	603539	1332519
147	Suelo sin vegetación	615149	1343919	338	Suelo sin vegetación	601259	1332429
148	Suelo sin vegetación	614759	1343889	339	Suelo sin vegetación	616229	1332279
149	Suelo sin vegetación	624479	1343889	340	Suelo sin vegetación	615419	1331979
150	Suelo sin vegetación	600539	1343829	341	Suelo sin vegetación	612389	1331859
151	Pastos	603629	1343799	342	Suelo sin vegetación	599369	1331709

152	Suelo sin vegetación	615929	1343739	343	Cuerpos de agua	616739	1331499
153	Suelo sin vegetación	617609	1343649	344	Suelo sin vegetación	598619	1331469
154	Suelo sin vegetación	622979	1343589	345	Suelo sin vegetación	615389	1331469
155	Suelo sin vegetación	599219	1343469	346	Suelo sin vegetación	601529	1331349
156	Suelo sin vegetación	604739	1343469	347	Cuerpos de agua	616379	1331289
157	Suelo sin vegetación	609539	1343409	348	Forestal	609329	1331259
158	Pastos	603359	1343379	349	Cuerpos de agua	616889	1331229
159	Suelo sin vegetación	620759	1343259	350	Suelo sin vegetación	614099	1331199
160	Cultivos	618449	1343229	351	Suelo sin vegetación	608219	1331139
161	Suelo sin vegetación	606929	1343139	352	Suelo sin vegetación	605489	1331109
162	Suelo sin vegetación	605249	1343109	353	Suelo sin vegetación	617069	1331049
163	Suelo sin vegetación	599849	1343079	354	Pastos	610709	1330959
164	Suelo sin vegetación	600029	1343079	355	Suelo sin vegetación	599669	1330899
165	Pastos	610439	1343079	356	Suelo sin vegetación	607859	1330839
166	Suelo sin vegetación	611369	1343049	357	Forestal	613709	1330749
167	Suelo sin vegetación	625169	1343049	358	Suelo sin vegetación	609629	1330719
168	Suelo sin vegetación	608459	1343019	359	Forestal	611789	1330689
169	Suelo sin vegetación	608729	1343019	360	Forestal	613169	1330629
170	Suelo sin vegetación	611399	1343019	361	Suelo sin vegetación	602969	1330599
171	Pastos	611999	1342989	362	Suelo sin vegetación	609269	1330419
172	Cuerpos de agua	606689	1342959	363	Suelo sin vegetación	599909	1330389
173	Suelo sin vegetación	610169	1342839	364	Pastos	611069	1330359
174	Suelo sin vegetación	617939	1342749	365	Suelo sin vegetación	602039	1330149

175	Suelo sin vegetación	605969	1342719	366	Suelo sin vegetación	615089	1330149
176	Pastos	611429	1342659	367	Suelo sin vegetación	607529	1330089
177	Suelo sin vegetación	624419	1342659	368	Pastos	612689	1330059
178	Suelo sin vegetación	606809	1342539	369	Suelo sin vegetación	604139	1329909
179	Suelo sin vegetación	616829	1342419	370	Suelo sin vegetación	608549	1329849
180	Pastos	607379	1342389	371	Suelo sin vegetación	602909	1329519
181	Suelo sin vegetación	623129	1342359	372	Suelo sin vegetación	603869	1329429
182	Suelo sin vegetación	623369	1342299	373	Suelo sin vegetación	608579	1329369
183	Pastos	622289	1342239	374	Pastos	603989	1329309
184	Suelo sin vegetación	607589	1342209	375	Suelo sin vegetación	601589	1329099
185	Suelo sin vegetación	603209	1342119	376	Suelo sin vegetación	606539	1328979
186	Pastos	626399	1341849	377	Suelo sin vegetación	601589	1328619
187	Suelo sin vegetación	600929	1341819	378	Suelo sin vegetación	605939	1328439
188	Suelo sin vegetación	622019	1341609	379	Suelo sin vegetación	601409	1328199
189	Suelo sin vegetación	617399	1341549	380	Suelo sin vegetación	604259	1328019
190	Suelo sin vegetación	627059	1341519	381	Suelo sin vegetación	599879	1327209
				382	Suelo sin vegetación	600149	1326729

Anexo 6 Detalle de maya de puntos aleatorios para la validación de la clasificación del año 2001

N°	Clases	X	Y	191	Suelo sin vegetación	626699	1341206
1	Suelo sin vegetación	609389	1363706	192	Cultivos	616679	1341176
2	Urbano	608909	1361786	193	Suelo sin vegetación	614519	1341086
3	Suelo sin vegetación	608729	1360646	194	Pastos	624269	1341086
4	Pastos	610439	1360526	195	Suelo sin vegetación	616919	1341056

5	Suelo sin vegetación	607769	1358966	196	Suelo sin vegetación	601679	1341026
6	Suelo sin vegetación	608009	1357466	197	Pastos	612179	1341026
7	Suelo sin vegetación	608669	1357316	198	Cultivos	621059	1340996
8	Suelo sin vegetación	607859	1356926	199	Cultivos	626099	1340966
9	Suelo sin vegetación	610559	1356746	200	Suelo sin vegetación	613349	1340936
10	Suelo sin vegetación	613139	1356566	201	Suelo sin vegetación	607199	1340906
11	Suelo sin vegetación	612239	1356326	202	Cultivos	616589	1340906
12	Cultivos	609659	1356296	203	Suelo sin vegetación	625109	1340786
13	Suelo sin vegetación	608669	1356146	204	Pastos	610049	1340756
14	Suelo sin vegetación	613499	1355906	205	Pastos	609899	1340696
15	Pastos	609839	1355426	206	Suelo sin vegetación	606389	1340666
16	Suelo sin vegetación	613499	1355306	207	Suelo sin vegetación	622889	1340666
17	Suelo sin vegetación	610469	1354976	208	Suelo sin vegetación	619469	1340636
18	Suelo sin vegetación	611969	1354946	209	Pastos	612479	1340486
19	Cultivos	612599	1354946	210	Forestal	627989	1340216
20	Suelo sin vegetación	612119	1354886	211	Forestal	605789	1340186
21	Pastos	610079	1354826	212	Suelo sin vegetación	601709	1340096
22	Suelo sin vegetación	610439	1354586	213	Pastos	606119	1340096
23	Suelo sin vegetación	611609	1354466	214	Cuerpos de agua	612209	1340066
24	Cultivos	607979	1354436	215	Pastos	617369	1340036
25	Suelo sin vegetación	607169	1354406	216	Suelo sin vegetación	622349	1340036
26	Cultivos	611009	1353896	217	Pastos	604559	1339766
27	Suelo sin vegetación	610919	1353686	218	Suelo sin vegetación	600389	1339736
28	Suelo sin vegetación	614009	1353686	219	Pastos	615359	1339736

29	Suelo sin vegetación	609689	1353416	220	Suelo sin vegetación	602729	1339676
30	Suelo sin vegetación	612209	1353416	221	Pastos	605639	1339526
31	Suelo sin vegetación	605129	1353296	222	Cuerpos de agua	611519	1339376
32	Suelo sin vegetación	603809	1353146	223	Suelo sin vegetación	601769	1339346
33	Suelo sin vegetación	611189	1353026	224	Cultivos	620099	1339346
34	Cultivos	607979	1352906	225	Suelo sin vegetación	608309	1339316
35	Cultivos	603269	1352816	226	Suelo sin vegetación	604769	1339286
36	Cultivos	610289	1352786	227	Suelo sin vegetación	618239	1339286
37	Suelo sin vegetación	615269	1352666	228	Suelo sin vegetación	608579	1339196
38	Suelo sin vegetación	602099	1352576	229	Suelo sin vegetación	619199	1339196
39	Cultivos	603059	1352396	230	Cuerpos de agua	610289	1339046
40	Cultivos	609929	1352366	231	Pastos	614159	1339046
41	Cultivos	605069	1352336	232	Suelo sin vegetación	607289	1338956
42	Cultivos	604499	1352276	233	Pastos	614219	1338956
43	Suelo sin vegetación	614969	1352216	234	Suelo sin vegetación	617489	1338956
44	Suelo sin vegetación	615719	1352126	235	Pastos	623639	1338866
45	Suelo sin vegetación	603239	1352066	236	Pastos	609929	1338746
46	Cultivos	604499	1352066	237	Cuerpos de agua	611249	1338746
47	Suelo sin vegetación	603539	1351976	238	Cuerpos de agua	611399	1338626
48	Cultivos	611639	1351886	239	Forestal	627269	1338626
49	Suelo sin vegetación	601079	1351676	240	Cultivos	622859	1338596
50	Cultivos	604319	1351676	241	Cultivos	623159	1338566
51	Suelo sin vegetación	616409	1351676	242	Suelo sin vegetación	607589	1338506
52	Suelo sin vegetación	601649	1351466	243	Suelo sin vegetación	617249	1338506
53	Cultivos	606869	1351406	244	Cultivos	624449	1338416

54	Suelo sin vegetación	601379	1351376	245	Suelo sin vegetación	615839	1338386
55	Cultivos	616289	1351076	246	Suelo sin vegetación	599459	1338326
56	Cultivos	611729	1350986	247	Pastos	613799	1338176
57	Suelo sin vegetación	616739	1350776	248	Cultivos	626009	1338056
58	Cultivos	611759	1350746	249	Pastos	608189	1337936
59	Pastos	615779	1350716	250	Cuerpos de agua	611969	1337906
60	Cultivos	606989	1350656	251	Pastos	613559	1337846
61	Cultivos	611879	1350446	252	Pastos	621779	1337816
62	Suelo sin vegetación	608549	1350386	253	Cuerpos de agua	623939	1337786
63	Suelo sin vegetación	609599	1350326	254	Forestal	625919	1337756
64	Suelo sin vegetación	599189	1350176	255	Pastos	615029	1337696
65	Suelo sin vegetación	602159	1350146	256	Suelo sin vegetación	605189	1337666
66	Cultivos	616139	1350146	257	Cuerpos de agua	610709	1337666
67	Suelo sin vegetación	606599	1350116	258	Pastos	620159	1337636
68	Cultivos	613919	1349996	259	Suelo sin vegetación	604649	1337486
69	Suelo sin vegetación	599879	1349846	260	Suelo sin vegetación	602369	1337456
70	Suelo sin vegetación	609359	1349606	261	Suelo sin vegetación	617819	1337456
71	Cultivos	605099	1349576	262	Suelo sin vegetación	618299	1337126
72	Suelo sin vegetación	603389	1349546	263	Pastos	612149	1337096
73	Suelo sin vegetación	601619	1349486	264	Cuerpos de agua	626099	1337096
74	Suelo sin vegetación	614159	1349366	265	Suelo sin vegetación	603179	1337036
75	Cultivos	616019	1349366	266	Cuerpos de agua	611369	1337006
76	Cultivos	606989	1349216	267	Pastos	612059	1337006
77	Urbano	598109	1349186	268	Pastos	606659	1336976
78	Suelo sin vegetación	617459	1349126	269	Suelo sin vegetación	600719	1336886

79	Cultivos	611459	1348856	270	Suelo sin vegetación	601259	1336766
80	Suelo sin vegetación	613019	1348796	271	Suelo sin vegetación	618149	1336706
81	Urbano	597689	1348766	272	Suelo sin vegetación	603269	1336676
82	Suelo sin vegetación	608999	1348766	273	Cultivos	621509	1336676
83	Suelo sin vegetación	608969	1348706	274	Pastos	615299	1336586
84	Urbano	598859	1348676	275	Pastos	614219	1336556
85	Cultivos	613799	1348586	276	Suelo sin vegetación	604409	1336496
86	Urbano	598619	1348526	277	Pastos	608699	1336376
87	Urbano	599189	1348526	278	Suelo sin vegetación	598739	1336226
88	Suelo sin vegetación	601199	1348526	279	Suelo sin vegetación	618809	1336166
89	Suelo sin vegetación	602279	1348526	280	Suelo sin vegetación	605819	1336136
90	Suelo sin vegetación	604019	1348526	281	Pastos	615209	1336046
91	Suelo sin vegetación	613139	1348496	282	Urbano	606959	1335866
92	Suelo sin vegetación	608549	1348406	283	Pastos	609599	1335806
93	Suelo sin vegetación	604769	1348316	284	Suelo sin vegetación	601649	1335776
94	Suelo sin vegetación	612119	1348286	285	Pastos	614219	1335626
95	Urbano	597959	1348196	286	Suelo sin vegetación	619529	1335626
96	Suelo sin vegetación	600629	1348076	287	Pastos	612479	1335596
97	Suelo sin vegetación	618389	1348076	288	Suelo sin vegetación	605339	1335566
98	Suelo sin vegetación	605579	1347986	289	Suelo sin vegetación	616409	1335506
99	Urbano	598649	1347926	290	Suelo sin vegetación	602099	1335356
100	Cultivos	615869	1347926	291	Suelo sin vegetación	616199	1335356
101	Suelo sin vegetación	603269	1347896	292	Suelo sin vegetación	599309	1335266
102	Suelo sin vegetación	600479	1347686	293	Pastos	613919	1335146

	vegetación						
103	Suelo sin vegetación	605819	1347686	294	Suelo sin vegetación	615239	1335146
104	Cultivos	611669	1347686	295	Suelo sin vegetación	602669	1335056
105	Suelo sin vegetación	618119	1347686	296	Suelo sin vegetación	615389	1335026
106	Suelo sin vegetación	604469	1347596	297	Suelo sin vegetación	602549	1334876
107	Cultivos	604199	1347446	298	Forestal	608729	1334666
108	Pastos	602579	1347356	299	Suelo sin vegetación	610289	1334306
109	Suelo sin vegetación	615629	1347296	300	Suelo sin vegetación	610259	1334246
110	Cuerpos de agua	603749	1347266	301	Pastos	618689	1334216
111	Suelo sin vegetación	612989	1347236	302	Suelo sin vegetación	614999	1334186
112	Suelo sin vegetación	610139	1347206	303	Forestal	609239	1334096
113	Suelo sin vegetación	611279	1347176	304	Suelo sin vegetación	604829	1334036
114	Suelo sin vegetación	611339	1347056	305	Suelo sin vegetación	615749	1334036
115	Suelo sin vegetación	612899	1347026	306	Cultivos	612569	1334006
116	Suelo sin vegetación	609479	1346816	307	Cultivos	617489	1333856
117	Suelo sin vegetación	601499	1346726	308	Suelo sin vegetación	606269	1333496
118	Suelo sin vegetación	619469	1346666	309	Pastos	609899	1333496
119	Suelo sin vegetación	616199	1346546	310	Suelo sin vegetación	615569	1333496
120	Suelo sin vegetación	611099	1346516	311	Pastos	614609	1333466
121	Suelo sin vegetación	599009	1346396	312	Suelo sin vegetación	611579	1333406
122	Suelo sin vegetación	615509	1346366	313	Suelo sin vegetación	615659	1333346
123	Suelo sin vegetación	616229	1346276	314	Suelo sin vegetación	602849	1333286
124	Suelo sin vegetación	603119	1346246	315	Suelo sin vegetación	616379	1333226
125	Pastos	604199	1346216	316	Suelo sin	614309	1333166

					vegetación		
126	Suelo sin vegetación	606359	1346126	317	Suelo sin vegetación	605369	1333106
127	Suelo sin vegetación	618539	1346126	318	Pastos	615299	1333106
128	Suelo sin vegetación	604769	1345826	319	Suelo sin vegetación	628859	1341026
129	Cultivos	620339	1345766	320	Suelo sin vegetación	629489	1340456
130	Suelo sin vegetación	621479	1345676	321	Pastos	629819	1340036
131	Suelo sin vegetación	614339	1345586	322	Pastos	629189	1339586
132	Suelo sin vegetación	608639	1345436	323	Forestal	628589	1338896
133	Suelo sin vegetación	615059	1345436	324	Cultivos	610469	1332986
134	Suelo sin vegetación	605429	1345406	325	Pastos	616949	1332926
135	Suelo sin vegetación	611069	1345136	326	Suelo sin vegetación	607289	1332896
136	Suelo sin vegetación	617939	1344926	327	Suelo sin vegetación	602759	1332866
137	Suelo sin vegetación	618209	1344926	328	Pastos	611159	1332866
138	Suelo sin vegetación	618419	1344926	329	Cultivos	617699	1332866
139	Suelo sin vegetación	622979	1344896	330	Suelo sin vegetación	612809	1332506
140	Suelo sin vegetación	619019	1344836	331	Suelo sin vegetación	614219	1332476
141	Suelo sin vegetación	617939	1344716	332	Suelo sin vegetación	601919	1332446
142	Suelo sin vegetación	621779	1344686	333	Suelo sin vegetación	604589	1332446
143	Suelo sin vegetación	623459	1344686	334	Suelo sin vegetación	600629	1332236
144	Suelo sin vegetación	601139	1344626	335	Suelo sin vegetación	608369	1332236
145	Suelo sin vegetación	622799	1344596	336	Suelo sin vegetación	600719	1332116
146	Pastos	600839	1344536	337	Cultivos	614369	1332116
147	Suelo sin vegetación	616799	1344476	338	Suelo sin vegetación	598619	1332086
148	Suelo sin vegetación	606239	1344266	339	Suelo sin vegetación	600299	1331966

	vegetación				vegetación		
149	Suelo sin vegetación	614609	1344236	340	Suelo sin vegetación	601079	1331966
150	Suelo sin vegetación	612269	1343966	341	Forestal	610199	1331966
151	Suelo sin vegetación	601619	1343906	342	Suelo sin vegetación	602249	1331936
152	Suelo sin vegetación	612449	1343906	343	Suelo sin vegetación	608039	1331816
153	Suelo sin vegetación	601289	1343816	344	Pastos	603599	1331756
154	Suelo sin vegetación	601649	1343816	345	Pastos	611459	1331756
155	Suelo sin vegetación	614099	1343726	346	Pastos	610379	1331666
156	Suelo sin vegetación	616769	1343726	347	Cultivos	612929	1331546
157	Suelo sin vegetación	615839	1343516	348	Suelo sin vegetación	609029	1331486
158	Suelo sin vegetación	609089	1343396	349	Forestal	609899	1331426
159	Suelo sin vegetación	622469	1343396	350	Suelo sin vegetación	606779	1331276
160	Suelo sin vegetación	608489	1343366	351	Pastos	607259	1331276
161	Suelo sin vegetación	623219	1343336	352	Cuerpos de agua	616589	1331276
162	Cultivos	619289	1343306	353	Cuerpos de agua	617219	1331246
163	Pastos	606299	1343276	354	Suelo sin vegetación	598289	1331156
164	Cultivos	619109	1343276	355	Suelo sin vegetación	607679	1330826
165	Suelo sin vegetación	611399	1343096	356	Suelo sin vegetación	600659	1330766
166	Suelo sin vegetación	622739	1343006	357	Pastos	610679	1330766
167	Suelo sin vegetación	624419	1342976	358	Suelo sin vegetación	609929	1330496
168	Suelo sin vegetación	609749	1342916	359	Suelo sin vegetación	603809	1330436
169	Suelo sin vegetación	614999	1342856	360	Pastos	612959	1330436
170	Urbano	600119	1342796	361	Forestal	616019	1330436
171	Suelo sin vegetación	622949	1342796	362	Suelo sin vegetación	609599	1330406

	vegetación				vegetación		
172	Suelo sin vegetación	610379	1342736	363	Suelo sin vegetación	599789	1330286
173	Suelo sin vegetación	608789	1342586	364	Pastos	616979	1330256
174	Suelo sin vegetación	608879	1342586	365	Cultivos	614669	1330196
175	Cultivos	618539	1342526	366	Suelo sin vegetación	604739	1330076
176	Suelo sin vegetación	601049	1342466	367	Suelo sin vegetación	603119	1329986
177	Suelo sin vegetación	605189	1342436	368	Suelo sin vegetación	606389	1329836
178	Cuerpos de agua	608069	1342286	369	Suelo sin vegetación	600179	1329716
179	Suelo sin vegetación	609689	1342286	370	Suelo sin vegetación	608879	1329656
180	Cultivos	622559	1342286	371	Pastos	599789	1329536
181	Suelo sin vegetación	626009	1342226	372	Suelo sin vegetación	604709	1329536
182	Suelo sin vegetación	604679	1342016	373	Suelo sin vegetación	599399	1329386
183	Cultivos	622829	1341896	374	Suelo sin vegetación	602429	1329206
184	Suelo sin vegetación	600269	1341746	375	Suelo sin vegetación	607349	1329206
185	Suelo sin vegetación	602879	1341716	376	Suelo sin vegetación	600149	1328186
186	Suelo sin vegetación	623909	1341656	377	Suelo sin vegetación	604619	1328066
187	Cultivos	618269	1341626	378	Suelo sin vegetación	603959	1327586
188	Suelo sin vegetación	625049	1341506	379	Suelo sin vegetación	601739	1327226
189	Suelo sin vegetación	618209	1341476	380	Suelo sin vegetación	601469	1327136
190	Suelo sin vegetación	613199	1341356	381	Suelo sin vegetación	600119	1327016
				382	Suelo sin vegetación	601859	1326986

Anexo 7 Detalle de maya de puntos aleatorios para la validación de la clasificación del año 2011

N°	Clases	X	Y	191	Cultivos	625529	1341159
-----------	---------------	----------	----------	------------	----------	--------	---------

1	Pastos	609239	1362489	192	Suelo sin vegetación	602819	1341069
2	Suelo sin vegetación	608759	1361529	193	Cultivos	623819	1340919
3	Suelo sin vegetación	610019	1360869	194	Cultivos	621569	1340889
4	Suelo sin vegetación	609659	1360119	195	Suelo sin vegetación	602579	1340829
5	Suelo sin vegetación	609209	1359159	196	Pastos	617069	1340799
6	Pastos	609029	1358709	197	Pastos	611399	1340769
7	Pastos	608909	1358259	198	Cultivos	603899	1340739
8	Suelo sin vegetación	612419	1357839	199	Suelo sin vegetación	607799	1340529
9	Cultivos	611219	1357689	200	Pastos	612239	1340529
10	Pastos	607409	1356609	201	Suelo sin vegetación	618539	1340529
11	Pastos	613559	1356609	202	Pastos	609149	1340469
12	Urbano	608549	1356309	203	Suelo sin vegetación	601679	1340349
13	Pastos	609449	1356279	204	Cuerpos de agua	609929	1340349
14	Suelo sin vegetación	613199	1355799	205	Pastos	618359	1340259
15	Suelo sin vegetación	612389	1355619	206	Cultivos	623789	1340259
16	Pastos	609149	1355589	207	Pastos	614549	1340169
17	Pastos	607259	1355499	208	Forestal	627059	1340169
18	Pastos	605369	1355469	209	Pastos	602069	1340109
19	Suelo sin vegetación	613499	1355319	210	Pastos	602159	1340109
20	Pastos	611099	1355289	211	Cuerpos de agua	614459	1340109
21	Suelo sin vegetación	614609	1354959	212	Pastos	602999	1340049
22	Pastos	609089	1354899	213	Suelo sin vegetación	607829	1339989
23	Pastos	607319	1354869	214	Cultivos	604859	1339959
24	Pastos	611909	1354869	215	Cuerpos de agua	612329	1339899
25	Pastos	607979	1354659	216	Forestal	626009	1339779
26	Pastos	606749	1354329	217	Forestal	627719	1339689
27	Suelo sin vegetación	605459	1354179	218	Forestal	605819	1339569

28	Pastos	609509	1353579	219	Cuerpos de agua	616769	1339509
29	Pastos	608249	1353279	220	Pastos	608519	1339479
30	Suelo sin vegetación	614399	1353219	221	Cultivos	619709	1339449
31	Pastos	615029	1353039	222	Forestal	623009	1339449
32	Suelo sin vegetación	606719	1352919	223	Suelo sin vegetación	607199	1339419
33	Pastos	614399	1352739	224	Pastos	606899	1339299
34	Pastos	612059	1352589	225	Pastos	610049	1339299
35	Pastos	611339	1352559	226	Pastos	608489	1339239
36	Pastos	611249	1352349	227	Cultivos	616499	1339239
37	Suelo sin vegetación	614129	1352289	228	Cultivos	617519	1339239
38	Suelo sin vegetación	606239	1352229	229	Cultivos	617369	1339119
39	Suelo sin vegetación	606449	1351959	230	Cuerpos de agua	610829	1338999
40	Suelo sin vegetación	612509	1351809	231	Cultivos	620339	1338969
41	Pastos	602519	1351719	232	Cultivos	621449	1338939
42	Suelo sin vegetación	612659	1351689	233	Pastos	608069	1338639
43	Suelo sin vegetación	608069	1351629	234	Pastos	608159	1338579
44	Suelo sin vegetación	613889	1351629	235	Cultivos	618779	1338549
45	Suelo sin vegetación	600299	1351539	236	Pastos	625769	1338519
46	Pastos	609599	1351389	237	Pastos	603839	1338459
47	Pastos	614519	1351179	238	Pastos	624119	1338459
48	Pastos	610109	1350999	239	Pastos	604619	1338279
49	Suelo sin vegetación	607769	1350969	240	Pastos	607919	1338279
50	Pastos	610079	1350909	241	Pastos	613349	1338279
51	Suelo sin vegetación	606749	1350819	242	Cultivos	619709	1338279
52	Pastos	611339	1350669	243	Cuerpos de agua	611459	1338129
53	Pastos	614189	1350609	244	Cultivos	615389	1338129
54	Cultivos	618239	1350549	245	Cultivos	617579	1338129
55	Pastos	613259	1350399	246	Cultivos	622949	1338069
56	Pastos	603659	1350369	247	Forestal	626999	1338039

57	Suelo sin vegetación	601259	1350339	248	Cuerpos de agua	610589	1337919
58	Suelo sin vegetación	599009	1350249	249	Pastos	624509	1337889
59	Suelo sin vegetación	605759	1350039	250	Cuerpos de agua	612329	1337859
60	Cultivos	619499	1350039	251	Cuerpos de agua	611099	1337679
61	Suelo sin vegetación	601289	1349889	252	Cultivos	623969	1337679
62	Pastos	606479	1349859	253	Pastos	606119	1337589
63	Suelo sin vegetación	603779	1349769	254	Pastos	608489	1337559
64	Cultivos	619409	1349709	255	Pastos	602909	1337499
65	Suelo sin vegetación	601499	1349649	256	Pastos	608309	1337439
66	Suelo sin vegetación	605369	1349559	257	Pastos	602309	1337379
67	Pastos	614489	1349499	258	Pastos	613349	1337319
68	Pastos	614549	1349499	259	Pastos	624599	1337319
69	Pastos	616349	1349439	260	Pastos	614579	1337259
70	Suelo sin vegetación	601079	1349319	261	Suelo sin vegetación	599849	1337169
71	Suelo sin vegetación	598019	1349289	262	Cuerpos de agua	610859	1337169
72	Pastos	610019	1349259	263	Forestal	626099	1337139
73	Suelo sin vegetación	601679	1349139	264	Suelo sin vegetación	604439	1337019
74	Pastos	606659	1349109	265	Cultivos	618209	1337019
75	Suelo sin vegetación	605549	1349049	266	Pastos	600479	1336959
76	Pastos	603869	1349019	267	Pastos	614309	1336959
77	Pastos	605009	1349019	268	Pastos	616229	1336809
78	Suelo sin vegetación	602459	1348989	269	Pastos	617309	1336779
79	Suelo sin vegetación	605819	1348989	270	Pastos	600509	1336719
80	Cultivos	617339	1348869	271	Suelo sin vegetación	603959	1336689
81	Pastos	607949	1348779	272	Suelo sin vegetación	600809	1336629
82	Urbano	598409	1348749	273	Pastos	605789	1336599
83	Pastos	610739	1348659	274	Suelo sin vegetación	609599	1336599

84	Pastos	611459	1348599	275	Pastos	615629	1336539
85	Cultivos	618659	1348599	276	Pastos	600149	1336389
86	Cultivos	616559	1348509	277	Suelo sin vegetación	603779	1336389
87	Pastos	610739	1348449	278	Pastos	599789	1336179
88	Pastos	607769	1348419	279	Pastos	608729	1336179
89	Pastos	605009	1348239	280	Pastos	600449	1336119
90	Suelo sin vegetación	613559	1348179	281	Pastos	613679	1335909
91	Pastos	605849	1348119	282	Suelo sin vegetación	606119	1335819
92	Suelo sin vegetación	600179	1348089	283	Suelo sin vegetación	604439	1335729
93	Suelo sin vegetación	611789	1348029	284	Suelo sin vegetación	604919	1335609
94	Forestal	601709	1347969	285	Suelo sin vegetación	605129	1335609
95	Pastos	611309	1347909	286	Cuerpos de agua	611279	1335609
96	Cultivos	617219	1347879	287	Pastos	602699	1335579
97	Cultivos	611789	1347609	288	Cultivos	605639	1335519
98	Pastos	610199	1347579	289	Pastos	599429	1335309
99	Suelo sin vegetación	604499	1347489	290	Suelo sin vegetación	603509	1335309
100	Pastos	611219	1347399	291	Pastos	606479	1335189
101	Suelo sin vegetación	613409	1347399	292	Pastos	602339	1335039
102	Cultivos	613079	1347309	293	Forestal	608369	1334979
103	Cultivos	618899	1347309	294	Pastos	598859	1334949
104	Forestal	609839	1347249	295	Pastos	609329	1334919
105	Pastos	611399	1347189	296	Suelo sin vegetación	618539	1334859
106	Urbano	604169	1347129	297	Pastos	609479	1334829
107	Pastos	610829	1347099	298	Pastos	613619	1334829
108	Cultivos	612929	1346949	299	Pastos	613799	1334799
109	Pastos	608909	1346649	300	Forestal	601799	1334739
110	Pastos	601979	1346469	301	Pastos	609209	1334649
111	Forestal	609899	1346379	302	Pastos	611039	1334529
112	Pastos	610589	1346319	303	Cultivos	605339	1334499
113	Suelo sin vegetación	618059	1346289	304	Pastos	610949	1334499

114	Cultivos	619709	1346169	305	Suelo sin vegetación	604949	1334469
115	Suelo sin vegetación	608429	1345989	306	Pastos	603029	1334409
116	Cultivos	613109	1345989	307	Pastos	603689	1334409
117	Suelo sin vegetación	612869	1345959	308	Forestal	601259	1334319
118	Suelo sin vegetación	613289	1345929	309	Pastos	613769	1334079
119	Suelo sin vegetación	600509	1345869	310	Urbano	598859	1334049
120	Suelo sin vegetación	613469	1345749	311	Forestal	610439	1333959
121	Cultivos	616649	1345749	312	Pastos	600119	1333899
122	Pastos	604859	1345719	313	Suelo sin vegetación	608339	1333899
123	Cultivos	623039	1345719	314	Cultivos	603479	1333809
124	Cultivos	622109	1345569	315	Pastos	617609	1333659
125	Suelo sin vegetación	605549	1345209	316	Pastos	617849	1333629
126	Suelo sin vegetación	619289	1345119	317	Pastos	618179	1333539
127	Suelo sin vegetación	620069	1345089	318	Cultivos	606989	1333359
128	Suelo sin vegetación	608969	1345029	319	Pastos	617849	1333359
129	Suelo sin vegetación	601559	1344999	320	Pastos	608609	1333179
130	Cultivos	618389	1344999	321	Suelo sin vegetación	616499	1333179
131	Cultivos	618989	1344999	322	Pastos	618149	1333119
132	Suelo sin vegetación	601049	1344939	323	Forestal	631049	1340709
133	Cultivos	602069	1344909	324	Suelo sin vegetación	629189	1340079
134	Suelo sin vegetación	620099	1344879	325	Forestal	628619	1339719
135	Suelo sin vegetación	619199	1344849	326	Pastos	604679	1332969
136	Cuerpos de agua	605039	1344819	327	Pastos	598859	1332849
137	Cultivos	619259	1344639	328	Pastos	598709	1332729
138	Suelo sin vegetación	618479	1344549	329	Pastos	602879	1332669

139	Pastos	606569	1344399	330	Pastos	613949	1332639
140	Cultivos	618839	1344339	331	Suelo sin vegetación	600599	1332609
141	Suelo sin vegetación	612899	1344279	332	Urbano	599699	1332549
142	Suelo sin vegetación	610589	1343979	333	Forestal	609149	1332429
143	Suelo sin vegetación	602579	1343949	334	Pastos	615209	1332249
144	Suelo sin vegetación	602099	1343919	335	Urbano	601559	1332219
145	Pastos	604109	1343919	336	Pastos	605519	1332189
146	Suelo sin vegetación	608969	1343859	337	Urbano	598739	1331859
147	Suelo sin vegetación	614729	1343709	338	Pastos	600089	1331739
148	Forestal	615569	1343709	339	Urbano	599819	1331619
149	Cultivos	618359	1343649	340	Urbano	600689	1331589
150	Suelo sin vegetación	607049	1343619	341	Pastos	615419	1331529
151	Cultivos	618359	1343619	342	Cultivos	604979	1331499
152	Pastos	608219	1343529	343	Pastos	605249	1331499
153	Cultivos	617519	1343469	344	Cuerpos de agua	616589	1331499
154	Suelo sin vegetación	600269	1343349	345	Pastos	612299	1331349
155	Suelo sin vegetación	599099	1343289	346	Pastos	610169	1331289
156	Suelo sin vegetación	605459	1343199	347	Suelo sin vegetación	606149	1331259
157	Suelo sin vegetación	608339	1343139	348	Pastos	610589	1331259
158	Suelo sin vegetación	599999	1343109	349	Cultivos	606389	1331229
159	Suelo sin vegetación	599969	1343079	350	Cultivos	605489	1331109
160	Pastos	610199	1343049	351	Pastos	602369	1331079
161	Pastos	602849	1342989	352	Cultivos	609179	1331019
162	Cultivos	618959	1342959	353	Forestal	612659	1330899
163	Suelo sin vegetación	602399	1342929	354	Pastos	611579	1330869
164	Cultivos	625019	1342809	355	Suelo sin vegetación	615269	1330839

165	Suelo sin vegetación	614429	1342749	356	Cultivos	608699	1330809
166	Pastos	611969	1342689	357	Pastos	615779	1330599
167	Suelo sin vegetación	613439	1342599	358	Cultivos	610379	1330479
168	Pastos	604199	1342509	359	Pastos	607619	1330449
169	Pastos	606179	1342479	360	Cultivos	610139	1330389
170	Suelo sin vegetación	618329	1342449	361	Forestal	601589	1330329
171	Suelo sin vegetación	616019	1342329	362	Pastos	611369	1330299
172	Cultivos	624209	1342329	363	Pastos	614489	1330239
173	Pastos	626669	1342269	364	Pastos	614759	1330239
174	Cultivos	623579	1342029	365	Pastos	616619	1330149
175	Pastos	626759	1342029	366	Forestal	601919	1330119
176	Pastos	625499	1341999	367	Pastos	603989	1330059
177	Pastos	616409	1341969	368	Pastos	604199	1329909
178	Pastos	626699	1341969	369	Suelo sin vegetación	608789	1329699
179	Suelo sin vegetación	602339	1341849	370	Urbano	600389	1329639
180	Suelo sin vegetación	602609	1341819	371	Cultivos	599579	1329189
181	Pastos	606989	1341819	372	Pastos	605669	1329099
182	Cultivos	624719	1341699	373	Cultivos	601019	1328919
183	Suelo sin vegetación	600659	1341669	374	Urbano	602729	1328829
184	Pastos	601229	1341579	375	Pastos	600959	1328709
185	Cultivos	627629	1341549	376	Pastos	603539	1328439
186	Pastos	615119	1341459	377	Cultivos	604259	1328379
187	Forestal	617459	1341429	378	Pastos	599879	1328049
188	Pastos	606089	1341339	379	Cultivos	604109	1327749
189	Pastos	616139	1341309	380	Suelo sin vegetación	601079	1327209
190	Pastos	622589	1341249	381	Urbano	601529	1327149
				382	Pastos	599339	1326459

Anexo 8 Anexo Detalle de maya de puntos aleatorios para la validación de la clasificación del año 2021

N°	Clases	X	Y	191	Forestal	617429	1341009
1	Suelo sin vegetación	609209	1360749	192	Suelo sin vegetación	608039	1340979
2	Urbano	608729	1360149	193	Pastos	614699	1340979
3	Suelo sin vegetación	609449	1359669	194	Cultivos	623399	1340889
4	Suelo sin vegetación	609899	1357989	195	Cultivos	624329	1340709
5	Suelo sin vegetación	608099	1357479	196	Pastos	620849	1340649
6	Cultivos	612629	1357479	197	Cuerpos de agua	610949	1340619
7	Suelo sin vegetación	610979	1357269	198	Pastos	614879	1340589
8	Pastos	607979	1356939	199	Suelo sin vegetación	608009	1340529
9	Pastos	611039	1356849	200	Suelo sin vegetación	608729	1340529
10	Pastos	610169	1356759	201	Pastos	611609	1340529
11	Pastos	613169	1356279	202	Cultivos	621029	1340469
12	Pastos	611879	1356189	203	Pastos	606599	1340439
13	Cultivos	611789	1356159	204	Pastos	601499	1340409
14	Cultivos	613559	1356099	205	Pastos	602939	1340409
15	Suelo sin vegetación	610769	1356039	206	Pastos	628049	1340409
16	Suelo sin vegetación	608309	1355709	207	Pastos	627209	1340319
17	Suelo sin vegetación	610229	1355259	208	Cuerpos de agua	610709	1340259
18	Cultivos	611519	1355199	209	Suelo sin vegetación	600599	1340229
19	Suelo sin vegetación	607859	1355169	210	Pastos	627749	1340229
20	Pastos	608009	1354659	211	Pastos	605909	1340199
21	Pastos	614099	1354329	212	Cultivos	625919	1340139
22	Suelo sin vegetación	605759	1354119	213	Pastos	604499	1340109
23	Suelo sin vegetación	611819	1353819	214	Cuerpos de agua	609929	1340109
24	Pastos	611699	1353759	215	Cultivos	628319	1340079
25	Suelo sin vegetación	607859	1353609	216	Cultivos	624719	1340049

26	Cultivos	603689	1353549	217	Pastos	616859	1340019
27	Cultivos	603389	1353519	218	Cultivos	626369	1340019
28	Forestal	611159	1353429	219	Pastos	617069	1339929
29	Pastos	610469	1353399	220	Urbano	621419	1339899
30	Cultivos	615299	1353399	221	Cuerpos de agua	618779	1339869
31	Pastos	611639	1353339	222	Suelo sin vegetación	601079	1339839
32	Cultivos	614039	1353279	223	Cuerpos de agua	617069	1339749
33	Cultivos	602879	1353039	224	Pastos	602639	1339539
34	Pastos	614459	1353039	225	Cuerpos de agua	613439	1339479
35	Cultivos	606599	1352709	226	Pastos	625889	1339329
36	Pastos	606269	1352649	227	Suelo sin vegetación	607889	1339299
37	Suelo sin vegetación	615959	1352439	228	Cultivos	617609	1339269
38	Suelo sin vegetación	606839	1352289	229	Pastos	613409	1338969
39	Suelo sin vegetación	603299	1352229	230	Pastos	623939	1338939
40	Suelo sin vegetación	601619	1352169	231	Pastos	613799	1338849
41	Cultivos	601949	1352019	232	Cuerpos de agua	610529	1338819
42	Suelo sin vegetación	607049	1351959	233	Pastos	604529	1338789
43	Suelo sin vegetación	606509	1351839	234	Cuerpos de agua	622019	1338759
44	Suelo sin vegetación	604169	1351809	235	Cultivos	622289	1338759
45	Suelo sin vegetación	608669	1351809	236	Cultivos	616379	1338699
46	Suelo sin vegetación	610649	1351809	237	Cultivos	628259	1338639
47	Suelo sin vegetación	610229	1351599	238	Suelo sin vegetación	605279	1338399
48	Suelo sin vegetación	612599	1351359	239	Pastos	606869	1338159
49	Suelo sin vegetación	610409	1351299	240	Pastos	607739	1338159
50	Suelo sin vegetación	608699	1351269	241	Pastos	601919	1337889

51	Suelo sin vegetación	612269	1351149	242	Cultivos	604799	1337889
52	Suelo sin vegetación	615629	1350999	243	Pastos	605789	1337889
53	Pastos	607409	1350969	244	Cultivos	617279	1337859
54	Cultivos	616289	1350969	245	Cuerpos de agua	623339	1337829
55	Suelo sin vegetación	615239	1350879	246	Suelo sin vegetación	609299	1337679
56	Cultivos	617009	1350819	247	Cultivos	622469	1337679
57	Suelo sin vegetación	610349	1350729	248	Suelo sin vegetación	604259	1337649
58	Suelo sin vegetación	600239	1350639	249	Pastos	615749	1337649
59	Pastos	615209	1350519	250	Suelo sin vegetación	609359	1337559
60	Suelo sin vegetación	610529	1350459	251	Pastos	615329	1337409
61	Suelo sin vegetación	617489	1350429	252	Suelo sin vegetación	609059	1337319
62	Pastos	602999	1350339	253	Cultivos	622469	1337229
63	Pastos	618569	1350339	254	Cuerpos de agua	623189	1337229
64	Suelo sin vegetación	607499	1350309	255	Forestal	607709	1337079
65	Pastos	616409	1350279	256	Pastos	608009	1337049
66	Suelo sin vegetación	603239	1350219	257	Suelo sin vegetación	609179	1336989
67	Suelo sin vegetación	606539	1350129	258	Pastos	603329	1336779
68	Suelo sin vegetación	612119	1349949	259	Pastos	612809	1336779
69	Urbano	599639	1349709	260	Cuerpos de agua	610979	1336749
70	Suelo sin vegetación	612449	1349649	261	Pastos	604079	1336689
71	Suelo sin vegetación	600539	1349589	262	Pastos	605519	1336689
72	Cultivos	618569	1349589	263	Pastos	613169	1336659
73	Suelo sin vegetación	605459	1349499	264	Pastos	601379	1336599
74	Urbano	598289	1349439	265	Pastos	608219	1336599
75	Pastos	617249	1349439	266	Suelo sin vegetación	610109	1336599

76	Suelo sin vegetación	607499	1349409	267	Pastos	609179	1336539
77	Suelo sin vegetación	611549	1349349	268	Pastos	603899	1336479
78	Suelo sin vegetación	612329	1349319	269	Suelo sin vegetación	598949	1336419
79	Suelo sin vegetación	600959	1349259	270	Pastos	599279	1336419
80	Pastos	610979	1349259	271	Pastos	601349	1336359
81	Suelo sin vegetación	610559	1349079	272	Pastos	608159	1336329
82	Suelo sin vegetación	604049	1349019	273	Pastos	607649	1336299
83	Suelo sin vegetación	602249	1348899	274	Pastos	610409	1336269
84	Pastos	618029	1348749	275	Suelo sin vegetación	605219	1336089
85	Suelo sin vegetación	614129	1348629	276	Pastos	614249	1336089
86	Suelo sin vegetación	614939	1348599	277	Forestal	604739	1336029
87	Suelo sin vegetación	618929	1348449	278	Urbano	620069	1335939
88	Cultivos	616439	1348029	279	Pastos	618539	1335849
89	Suelo sin vegetación	599369	1347939	280	Pastos	614789	1335819
90	Pastos	604649	1347909	281	Pastos	609779	1335789
91	Forestal	608609	1347909	282	Cultivos	609599	1335669
92	Suelo sin vegetación	605699	1347879	283	Suelo sin vegetación	605159	1335519
93	Suelo sin vegetación	600599	1347789	284	Pastos	605429	1335429
94	Suelo sin vegetación	600059	1347639	285	Pastos	601049	1335369
95	Pastos	614519	1347639	286	Pastos	613709	1335339
96	Pastos	605909	1347609	287	Pastos	606839	1335309
97	Urbano	605189	1347579	288	Forestal	601919	1335219
98	Suelo sin vegetación	605639	1347579	289	Cultivos	619499	1335219
99	Pastos	605909	1347489	290	Suelo sin vegetación	604799	1335189
100	Suelo sin vegetación	612329	1347489	291	Pastos	617099	1335189

101	Suelo sin vegetación	616499	1347309	292	Suelo sin vegetación	603359	1335159
102	Pastos	613499	1347279	293	Cultivos	607889	1335129
103	Urbano	601949	1347219	294	Cultivos	619319	1335099
104	Suelo sin vegetación	612569	1347099	295	Pastos	613769	1335009
105	Cultivos	618239	1346919	296	Cuerpos de agua	611609	1334979
106	Pastos	619949	1346889	297	Suelo sin vegetación	598229	1334919
107	Suelo sin vegetación	605339	1346829	298	Pastos	613649	1334619
108	Cultivos	620819	1346829	299	Pastos	609299	1334589
109	Forestal	609749	1346709	300	Pastos	616349	1334559
110	Pastos	608939	1346649	301	Suelo sin vegetación	605789	1334439
111	Cultivos	617249	1346649	302	Pastos	609479	1334439
112	Cultivos	621149	1346619	303	Pastos	618659	1334409
113	Urbano	604229	1346559	304	Pastos	618839	1334199
114	Pastos	619229	1346409	305	Pastos	612719	1334139
115	Pastos	612479	1346289	306	Suelo sin vegetación	608069	1333959
116	Suelo sin vegetación	612119	1346229	307	Cultivos	606119	1333929
117	Suelo sin vegetación	621779	1345989	308	Forestal	610439	1333929
118	Cultivos	617609	1345959	309	Pastos	602519	1333899
119	Suelo sin vegetación	614639	1345869	310	Pastos	611249	1333869
120	Suelo sin vegetación	615779	1345779	311	Cultivos	606479	1333839
121	Pastos	612059	1345749	312	Pastos	600899	1333809
122	Pastos	620339	1345749	313	Forestal	604769	1333779
123	Suelo sin vegetación	601649	1345689	314	Suelo sin vegetación	600869	1333719
124	Pastos	621719	1345539	315	Pastos	600479	1333569
125	Pastos	621869	1345509	316	Pastos	612659	1333569
126	Suelo sin vegetación	600509	1345449	317	Forestal	604769	1333539
127	Suelo sin vegetación	600689	1345449	318	Pastos	599519	1333449
128	Pastos	620969	1345359	319	Suelo sin vegetación	607169	1333389

129	Urbano	605099	1345329	320	Pastos	616109	1333299
130	Pastos	607829	1345299	321	Pastos	616409	1333209
131	Cultivos	617099	1345209	322	Cultivos	629129	1340859
132	Suelo sin vegetación	599249	1345059	323	Urbano	629099	1340079
133	Pastos	620219	1344789	324	Cultivos	629429	1339899
134	Cultivos	624479	1344789	325	Forestal	629639	1339719
135	Suelo sin vegetación	615299	1344729	326	Cultivos	630479	1339719
136	Pastos	610859	1344399	327	Pastos	630779	1339599
137	Cultivos	621089	1344399	328	Suelo sin vegetación	601439	1332969
138	Pastos	616859	1344339	329	Pastos	614909	1332939
139	Suelo sin vegetación	622619	1344339	330	Suelo sin vegetación	601559	1332909
140	Cultivos	612869	1344159	331	Pastos	611339	1332759
141	Pastos	612539	1344039	332	Suelo sin vegetación	605459	1332699
142	Suelo sin vegetación	607859	1343979	333	Forestal	608909	1332519
143	Urbano	619799	1343979	334	Pastos	606059	1332429
144	Suelo sin vegetación	608969	1343889	335	Pastos	613709	1332429
145	Suelo sin vegetación	598919	1343859	336	Suelo sin vegetación	605669	1332279
146	Suelo sin vegetación	611369	1343739	337	Pastos	604619	1332249
147	Cultivos	623549	1343649	338	Pastos	611969	1332159
148	Forestal	603779	1343619	339	Cuerpos de agua	616289	1332069
149	Suelo sin vegetación	600119	1343469	340	Pastos	611279	1331919
150	Pastos	609869	1343469	341	Pastos	612719	1331919
151	Suelo sin vegetación	619409	1343469	342	Cuerpos de agua	616469	1331769
152	Forestal	601109	1343439	343	Pastos	603929	1331739
153	Pastos	606449	1343409	344	Forestal	602249	1331649
154	Pastos	609329	1343379	345	Pastos	606929	1331559
155	Cultivos	617099	1343289	346	Cultivos	608219	1331529
156	Pastos	609659	1343259	347	Suelo sin vegetación	599879	1331499
157	Cultivos	616409	1343229	348	Forestal	602159	1331469

158	Suelo sin vegetación	601949	1343139	349	Suelo sin vegetación	607289	1331439
159	Pastos	611429	1343139	350	Pastos	610529	1331439
160	Cultivos	622559	1343019	351	Suelo sin vegetación	604649	1331049
161	Suelo sin vegetación	599699	1342989	352	Pastos	610619	1331019
162	Cuerpos de agua	606029	1342989	353	Forestal	613709	1330929
163	Cultivos	624089	1342899	354	Suelo sin vegetación	600629	1330899
164	Urbano	600269	1342869	355	Forestal	605729	1330899
165	Cultivos	613289	1342839	356	Cuerpos de agua	616829	1330659
166	Suelo sin vegetación	619589	1342809	357	Suelo sin vegetación	603989	1330629
167	Suelo sin vegetación	603089	1342779	358	Pastos	612479	1330539
168	Suelo sin vegetación	605189	1342779	359	Pastos	611669	1330419
169	Pastos	608669	1342779	360	Forestal	603419	1330389
170	Suelo sin vegetación	605489	1342689	361	Cultivos	608699	1330299
171	Suelo sin vegetación	599789	1342659	362	Pastos	611489	1330269
172	Pastos	607559	1342419	363	Suelo sin vegetación	605669	1329969
173	Cultivos	613769	1342389	364	Suelo sin vegetación	605459	1329879
174	Cultivos	616679	1342389	365	Pastos	607019	1329819
175	Cultivos	623879	1342299	366	Suelo sin vegetación	600269	1329639
176	Cultivos	624869	1342239	367	Pastos	605579	1329489
177	Forestal	612389	1342209	368	Suelo sin vegetación	600479	1329189
178	Pastos	606539	1342179	369	Pastos	604859	1329039
179	Cultivos	616229	1342179	370	Suelo sin vegetación	601289	1329009
180	Cultivos	621539	1342119	371	Suelo sin vegetación	605759	1328919
181	Suelo sin vegetación	625679	1341999	372	Pastos	606359	1328889
182	Pastos	613859	1341969	373	Suelo sin vegetación	602639	1328229

183	Cultivos	627149	1341939	374	Suelo sin vegetación	603959	1328229
184	Pastos	616109	1341909	375	Suelo sin vegetación	605159	1328139
185	Pastos	601829	1341879	376	Suelo sin vegetación	601349	1327989
186	Suelo sin vegetación	602909	1341849	377	Suelo sin vegetación	601109	1327479
187	Suelo sin vegetación	614489	1341849	378	Suelo sin vegetación	601799	1327209
188	Cultivos	619079	1341429	379	Urbano	600569	1327119
189	Suelo sin vegetación	612509	1341339	380	Pastos	599189	1326519
190	Pastos	611639	1341009	381	Urbano	599849	1326339
				382	Forestal	598439	1326219

N°	Clases	X	Y	191	Forestal	617429	1341009
1	Suelo vegetación sin	609209	1360749	192	Suelo vegetación sin	608039	1340979
2	Urbano	608729	1360149	193	Pastos	614699	1340979
3	Suelo vegetación sin	609449	1359669	194	Cultivos	623399	1340889
4	Suelo vegetación sin	609899	1357989	195	Cultivos	624329	1340709
5	Suelo vegetación sin	608099	1357479	196	Pastos	620849	1340649
6	Cultivos	612629	1357479	197	Cuerpos de agua	610949	1340619
7	Suelo vegetación sin	610979	1357269	198	Pastos	614879	1340589
8	Pastos	607979	1356939	199	Suelo vegetación sin	608009	1340529
9	Pastos	611039	1356849	200	Suelo vegetación sin	608729	1340529
10	Pastos	610169	1356759	201	Pastos	611609	1340529
11	Pastos	613169	1356279	202	Cultivos	621029	1340469
12	Pastos	611879	1356189	203	Pastos	606599	1340439
13	Cultivos	611789	1356159	204	Pastos	601499	1340409
14	Cultivos	613559	1356099	205	Pastos	602939	1340409
15	Suelo vegetación sin	610769	1356039	206	Pastos	628049	1340409
16	Suelo vegetación sin	608309	1355709	207	Pastos	627209	1340319
17	Suelo vegetación sin	610229	1355259	208	Cuerpos de agua	610709	1340259
18	Cultivos	611519	1355199	209	Suelo vegetación sin	600599	1340229
19	Suelo vegetación sin	607859	1355169	210	Pastos	627749	1340229
20	Pastos	608009	1354659	211	Pastos	605909	1340199
21	Pastos	614099	1354329	212	Cultivos	625919	1340139
22	Suelo vegetación sin	605759	1354119	213	Pastos	604499	1340109
23	Suelo vegetación sin	611819	1353819	214	Cuerpos de agua	609929	1340109
24	Pastos	611699	1353759	215	Cultivos	628319	1340079
25	Suelo vegetación sin	607859	1353609	216	Cultivos	624719	1340049
26	Cultivos	603689	1353549	217	Pastos	616859	1340019
27	Cultivos	603389	1353519	218	Cultivos	626369	1340019
28	Forestal	611159	1353429	219	Pastos	617069	1339929
29	Pastos	610469	1353399	220	Urbano	621419	1339899
30	Cultivos	615299	1353399	221	Cuerpos de agua	618779	1339869

31	Pastos	611639	1353339	222	Suelo sin vegetación	601079	1339839
32	Cultivos	614039	1353279	223	Cuerpos de agua	617069	1339749
33	Cultivos	602879	1353039	224	Pastos	602639	1339539
34	Pastos	614459	1353039	225	Cuerpos de agua	613439	1339479
35	Cultivos	606599	1352709	226	Pastos	625889	1339329
36	Pastos	606269	1352649	227	Suelo sin vegetación	607889	1339299
37	Suelo sin vegetación	615959	1352439	228	Cultivos	617609	1339269
38	Suelo sin vegetación	606839	1352289	229	Pastos	613409	1338969
39	Suelo sin vegetación	603299	1352229	230	Pastos	623939	1338939
40	Suelo sin vegetación	601619	1352169	231	Pastos	613799	1338849
41	Cultivos	601949	1352019	232	Cuerpos de agua	610529	1338819
42	Suelo sin vegetación	607049	1351959	233	Pastos	604529	1338789
43	Suelo sin vegetación	606509	1351839	234	Cuerpos de agua	622019	1338759
44	Suelo sin vegetación	604169	1351809	235	Cultivos	622289	1338759
45	Suelo sin vegetación	608669	1351809	236	Cultivos	616379	1338699
46	Suelo sin vegetación	610649	1351809	237	Cultivos	628259	1338639
47	Suelo sin vegetación	610229	1351599	238	Suelo sin vegetación	605279	1338399
48	Suelo sin vegetación	612599	1351359	239	Pastos	606869	1338159
49	Suelo sin vegetación	610409	1351299	240	Pastos	607739	1338159
50	Suelo sin vegetación	608699	1351269	241	Pastos	601919	1337889
51	Suelo sin vegetación	612269	1351149	242	Cultivos	604799	1337889
52	Suelo sin vegetación	615629	1350999	243	Pastos	605789	1337889
53	Pastos	607409	1350969	244	Cultivos	617279	1337859
54	Cultivos	616289	1350969	245	Cuerpos de agua	623339	1337829
55	Suelo sin vegetación	615239	1350879	246	Suelo sin vegetación	609299	1337679
56	Cultivos	617009	1350819	247	Cultivos	622469	1337679
57	Suelo sin vegetación	610349	1350729	248	Suelo sin vegetación	604259	1337649
58	Suelo sin vegetación	600239	1350639	249	Pastos	615749	1337649
59	Pastos	615209	1350519	250	Suelo sin vegetación	609359	1337559

60	Suelo vegetación	sin	610529	1350459	251	Pastos	615329	1337409
61	Suelo vegetación	sin	617489	1350429	252	Suelo vegetación	sin 609059	1337319
62	Pastos		602999	1350339	253	Cultivos	622469	1337229
63	Pastos		618569	1350339	254	Cuerpos de agua	623189	1337229
64	Suelo vegetación	sin	607499	1350309	255	Forestal	607709	1337079
65	Pastos		616409	1350279	256	Pastos	608009	1337049
66	Suelo vegetación	sin	603239	1350219	257	Suelo vegetación	sin 609179	1336989
67	Suelo vegetación	sin	606539	1350129	258	Pastos	603329	1336779
68	Suelo vegetación	sin	612119	1349949	259	Pastos	612809	1336779
69	Urbano		599639	1349709	260	Cuerpos de agua	610979	1336749
70	Suelo vegetación	sin	612449	1349649	261	Pastos	604079	1336689
71	Suelo vegetación	sin	600539	1349589	262	Pastos	605519	1336689
72	Cultivos		618569	1349589	263	Pastos	613169	1336659
73	Suelo vegetación	sin	605459	1349499	264	Pastos	601379	1336599
74	Urbano		598289	1349439	265	Pastos	608219	1336599
75	Pastos		617249	1349439	266	Suelo vegetación	sin 610109	1336599
76	Suelo vegetación	sin	607499	1349409	267	Pastos	609179	1336539
77	Suelo vegetación	sin	611549	1349349	268	Pastos	603899	1336479
78	Suelo vegetación	sin	612329	1349319	269	Suelo vegetación	sin 598949	1336419
79	Suelo vegetación	sin	600959	1349259	270	Pastos	599279	1336419
80	Pastos		610979	1349259	271	Pastos	601349	1336359
81	Suelo vegetación	sin	610559	1349079	272	Pastos	608159	1336329
82	Suelo vegetación	sin	604049	1349019	273	Pastos	607649	1336299
83	Suelo vegetación	sin	602249	1348899	274	Pastos	610409	1336269
84	Pastos		618029	1348749	275	Suelo vegetación	sin 605219	1336089
85	Suelo vegetación	sin	614129	1348629	276	Pastos	614249	1336089
86	Suelo vegetación	sin	614939	1348599	277	Forestal	604739	1336029
87	Suelo vegetación	sin	618929	1348449	278	Urbano	620069	1335939
88	Cultivos		616439	1348029	279	Pastos	618539	1335849

89	Suelo vegetación sin	599369	1347939	280	Pastos	614789	1335819
90	Pastos	604649	1347909	281	Pastos	609779	1335789
91	Forestal	608609	1347909	282	Cultivos	609599	1335669
92	Suelo vegetación sin	605699	1347879	283	Suelo vegetación sin	605159	1335519
93	Suelo vegetación sin	600599	1347789	284	Pastos	605429	1335429
94	Suelo vegetación sin	600059	1347639	285	Pastos	601049	1335369
95	Pastos	614519	1347639	286	Pastos	613709	1335339
96	Pastos	605909	1347609	287	Pastos	606839	1335309
97	Urbano	605189	1347579	288	Forestal	601919	1335219
98	Suelo vegetación sin	605639	1347579	289	Cultivos	619499	1335219
99	Pastos	605909	1347489	290	Suelo vegetación sin	604799	1335189
100	Suelo vegetación sin	612329	1347489	291	Pastos	617099	1335189
101	Suelo vegetación sin	616499	1347309	292	Suelo vegetación sin	603359	1335159
102	Pastos	613499	1347279	293	Cultivos	607889	1335129
103	Urbano	601949	1347219	294	Cultivos	619319	1335099
104	Suelo vegetación sin	612569	1347099	295	Pastos	613769	1335009
105	Cultivos	618239	1346919	296	Cuerpos de agua	611609	1334979
106	Pastos	619949	1346889	297	Suelo vegetación sin	598229	1334919
107	Suelo vegetación sin	605339	1346829	298	Pastos	613649	1334619
108	Cultivos	620819	1346829	299	Pastos	609299	1334589
109	Forestal	609749	1346709	300	Pastos	616349	1334559
110	Pastos	608939	1346649	301	Suelo vegetación sin	605789	1334439
111	Cultivos	617249	1346649	302	Pastos	609479	1334439
112	Cultivos	621149	1346619	303	Pastos	618659	1334409
113	Urbano	604229	1346559	304	Pastos	618839	1334199
114	Pastos	619229	1346409	305	Pastos	612719	1334139
115	Pastos	612479	1346289	306	Suelo vegetación sin	608069	1333959
116	Suelo vegetación sin	612119	1346229	307	Cultivos	606119	1333929
117	Suelo vegetación sin	621779	1345989	308	Forestal	610439	1333929
118	Cultivos	617609	1345959	309	Pastos	602519	1333899
119	Suelo vegetación sin	614639	1345869	310	Pastos	611249	1333869

120	Suelo vegetación	sin	615779	1345779	311	Cultivos	606479	1333839
121	Pastos		612059	1345749	312	Pastos	600899	1333809
122	Pastos		620339	1345749	313	Forestal	604769	1333779
123	Suelo vegetación	sin	601649	1345689	314	Suelo vegetación	600869	1333719
124	Pastos		621719	1345539	315	Pastos	600479	1333569
125	Pastos		621869	1345509	316	Pastos	612659	1333569
126	Suelo vegetación	sin	600509	1345449	317	Forestal	604769	1333539
127	Suelo vegetación	sin	600689	1345449	318	Pastos	599519	1333449
128	Pastos		620969	1345359	319	Suelo vegetación	607169	1333389
129	Urbano		605099	1345329	320	Pastos	616109	1333299
130	Pastos		607829	1345299	321	Pastos	616409	1333209
131	Cultivos		617099	1345209	322	Cultivos	629129	1340859
132	Suelo vegetación	sin	599249	1345059	323	Urbano	629099	1340079
133	Pastos		620219	1344789	324	Cultivos	629429	1339899
134	Cultivos		624479	1344789	325	Forestal	629639	1339719
135	Suelo vegetación	sin	615299	1344729	326	Cultivos	630479	1339719
136	Pastos		610859	1344399	327	Pastos	630779	1339599
137	Cultivos		621089	1344399	328	Suelo vegetación	601439	1332969
138	Pastos		616859	1344339	329	Pastos	614909	1332939
139	Suelo vegetación	sin	622619	1344339	330	Suelo vegetación	601559	1332909
140	Cultivos		612869	1344159	331	Pastos	611339	1332759
141	Pastos		612539	1344039	332	Suelo vegetación	605459	1332699
142	Suelo vegetación	sin	607859	1343979	333	Forestal	608909	1332519
143	Urbano		619799	1343979	334	Pastos	606059	1332429
144	Suelo vegetación	sin	608969	1343889	335	Pastos	613709	1332429
145	Suelo vegetación	sin	598919	1343859	336	Suelo vegetación	605669	1332279
146	Suelo vegetación	sin	611369	1343739	337	Pastos	604619	1332249
147	Cultivos		623549	1343649	338	Pastos	611969	1332159
148	Forestal		603779	1343619	339	Cuerpos de agua	616289	1332069
149	Suelo vegetación	sin	600119	1343469	340	Pastos	611279	1331919
150	Pastos		609869	1343469	341	Pastos	612719	1331919

151	Suelo vegetación	sin	619409	1343469	342	Cuerpos de agua	616469	1331769
152	Forestal		601109	1343439	343	Pastos	603929	1331739
153	Pastos		606449	1343409	344	Forestal	602249	1331649
154	Pastos		609329	1343379	345	Pastos	606929	1331559
155	Cultivos		617099	1343289	346	Cultivos	608219	1331529
156	Pastos		609659	1343259	347	Suelo vegetación	sin 599879	1331499
157	Cultivos		616409	1343229	348	Forestal	602159	1331469
158	Suelo vegetación	sin	601949	1343139	349	Suelo vegetación	sin 607289	1331439
159	Pastos		611429	1343139	350	Pastos	610529	1331439
160	Cultivos		622559	1343019	351	Suelo vegetación	sin 604649	1331049
161	Suelo vegetación	sin	599699	1342989	352	Pastos	610619	1331019
162	Cuerpos de agua		606029	1342989	353	Forestal	613709	1330929
163	Cultivos		624089	1342899	354	Suelo vegetación	sin 600629	1330899
164	Urbano		600269	1342869	355	Forestal	605729	1330899
165	Cultivos		613289	1342839	356	Cuerpos de agua	616829	1330659
166	Suelo vegetación	sin	619589	1342809	357	Suelo vegetación	sin 603989	1330629
167	Suelo vegetación	sin	603089	1342779	358	Pastos	612479	1330539
168	Suelo vegetación	sin	605189	1342779	359	Pastos	611669	1330419
169	Pastos		608669	1342779	360	Forestal	603419	1330389
170	Suelo vegetación	sin	605489	1342689	361	Cultivos	608699	1330299
171	Suelo vegetación	sin	599789	1342659	362	Pastos	611489	1330269
172	Pastos		607559	1342419	363	Suelo vegetación	sin 605669	1329969
173	Cultivos		613769	1342389	364	Suelo vegetación	sin 605459	1329879
174	Cultivos		616679	1342389	365	Pastos	607019	1329819
175	Cultivos		623879	1342299	366	Suelo vegetación	sin 600269	1329639
176	Cultivos		624869	1342239	367	Pastos	605579	1329489
177	Forestal		612389	1342209	368	Suelo vegetación	sin 600479	1329189
178	Pastos		606539	1342179	369	Pastos	604859	1329039
179	Cultivos		616229	1342179	370	Suelo vegetación	sin 601289	1329009
180	Cultivos		621539	1342119	371	Suelo vegetación	sin 605759	1328919

181	Suelo vegetación	sin	625679	1341999	372	Pastos	606359	1328889
182	Pastos		613859	1341969	373	Suelo vegetación	sin	602639
183	Cultivos		627149	1341939	374	Suelo vegetación	sin	603959
184	Pastos		616109	1341909	375	Suelo vegetación	sin	605159
185	Pastos		601829	1341879	376	Suelo vegetación	sin	601349
186	Suelo vegetación	sin	602909	1341849	377	Suelo vegetación	sin	601109
187	Suelo vegetación	sin	614489	1341849	378	Suelo vegetación	sin	601799
188	Cultivos		619079	1341429	379	Urbano	600569	1327119
189	Suelo vegetación	sin	612509	1341339	380	Pastos	599189	1326519
190	Pastos		611639	1341009	381	Urbano	599849	1326339
					382	Forestal	598439	1326219

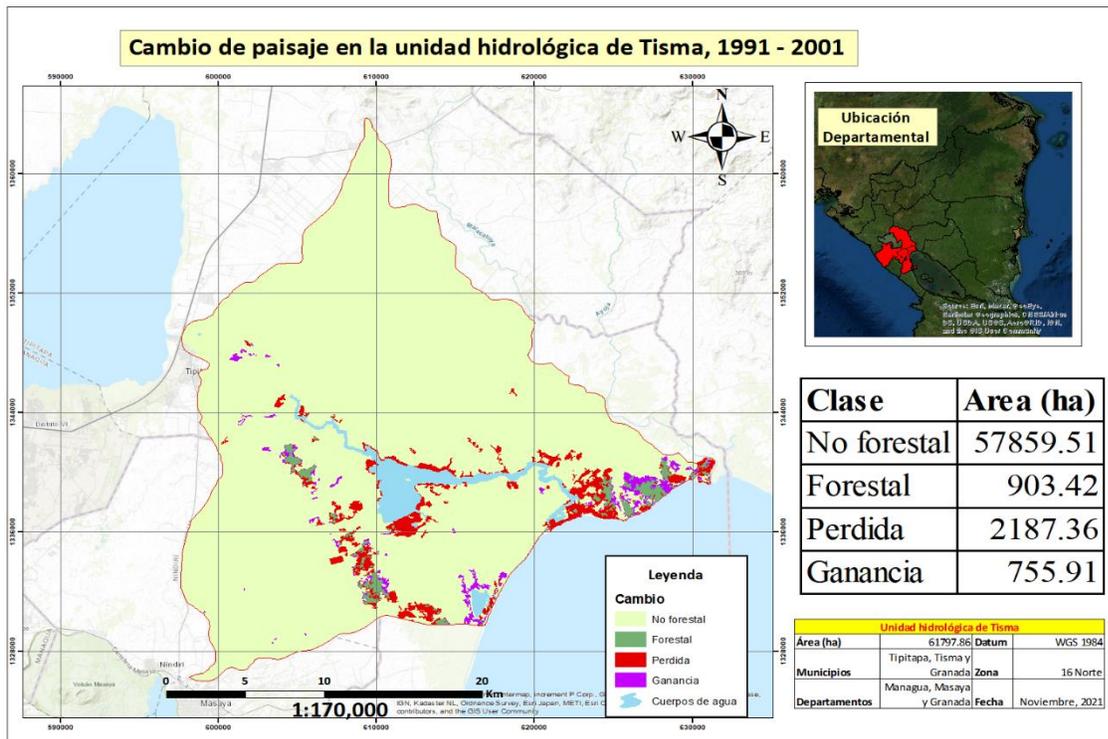


Figura 24 Cambio del paisaje 1991 – 2001

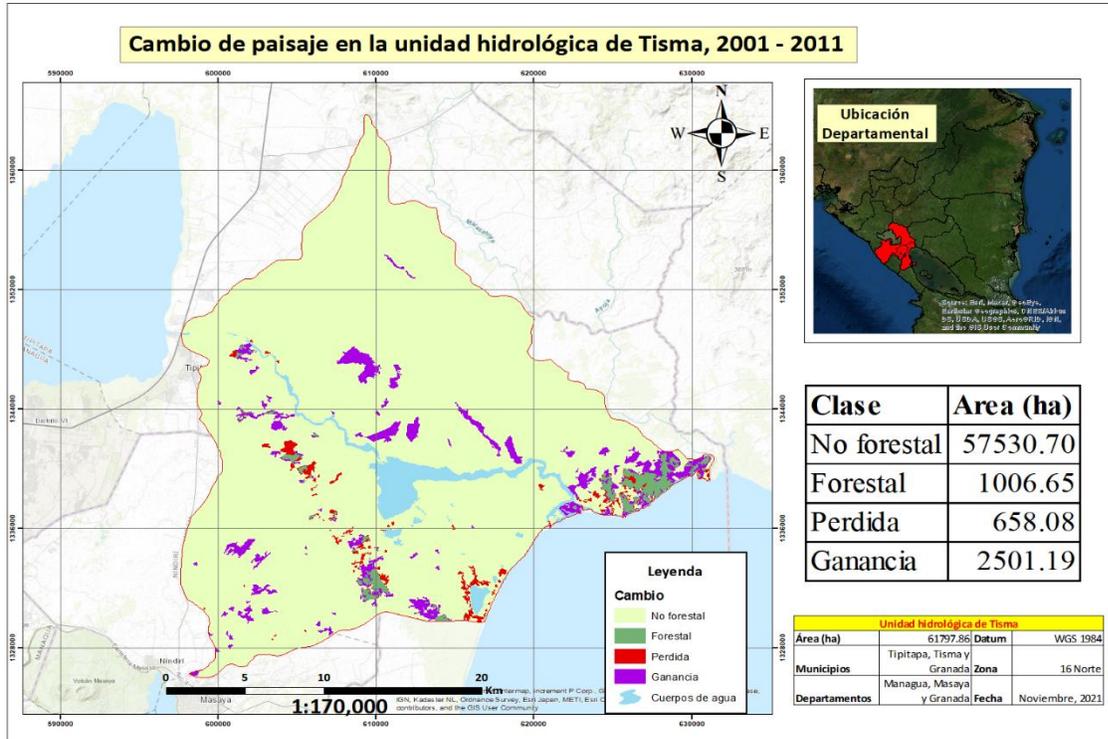


Figura 25 Cambio del paisaje 2001 – 2011

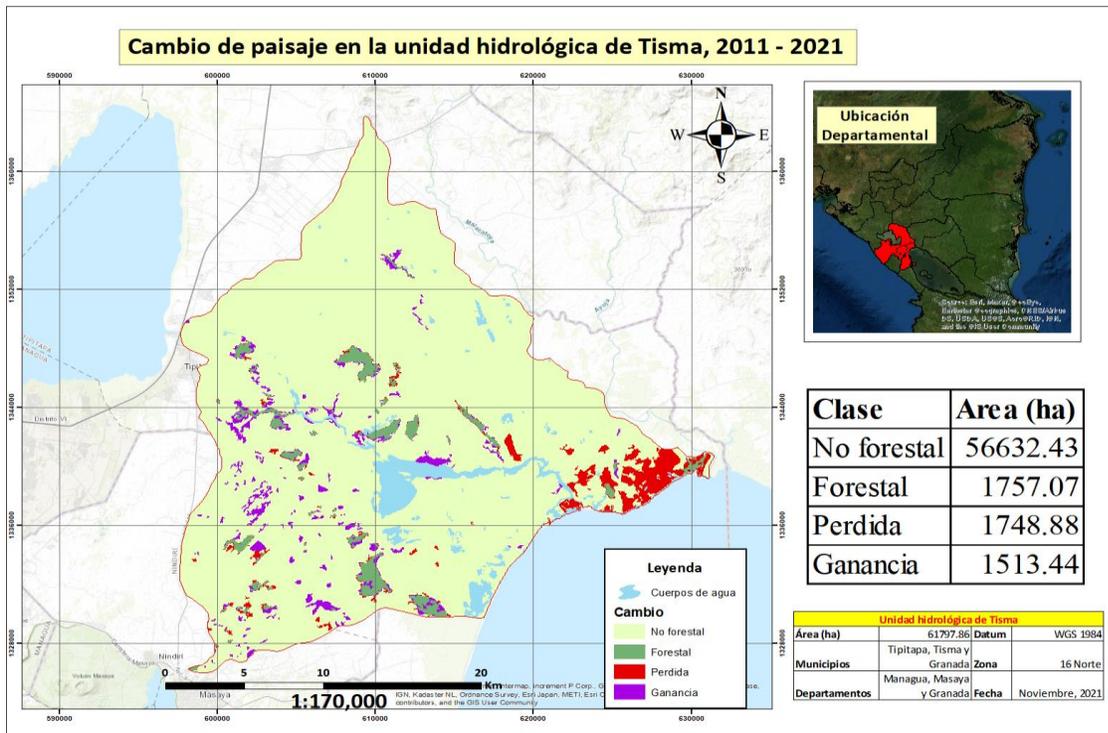


Figura 26 Cambio del paisaje 2011 – 2021