


| | | | | |
|---|---|---------------------|-------------------|----------|
|  Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia | UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA | | | |
| | Documento | Código | Fecha | Revisión |
| | FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO | F-AC-DBL-007 | 10-04-2012 | A |
| Dependencia | Aprobado | | Pág. | |
| DIVISIÓN DE BIBLIOTECA | SUBDIRECTOR ACADEMICO | | 1(178) | |

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

| | | | |
|---|---|--------------------------|------------------|
| AUTOR | JUAN DAVID HERRERA GALVIZ | | |
| FACULTAD | CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE | | |
| PLAN DE ESTUDIOS | INGENIERÍA AMBIENTAL | | |
| DIRECTOR | JUAN CARLOS HERNÁNDEZ CRIADO | | |
| TÍTULO DE LA TESIS | IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE TELEDETECCIÓN Y SIG PARA LA DETERMINACIÓN DE ZONAS DE RIESGO POR INCENDIOS FORESTALES EN REMANENTES Y RELICTOS DE BOSQUE SECO TROPICAL DEL MUNICIPIO DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER | | |
| RESUMEN (70 palabras aproximadamente) | | | |
| <p>EL PRESENTE TRABAJO, CORRESPONDE A LA DETERMINACIÓN DE ZONAS DE RIESGO POR INCENDIOS FORESTALES EN EL ÁREA DE DISTRIBUCIÓN DEL BOSQUE SECO TROPICAL, EN EL MUNICIPIO DE OCAÑA - NORTE DE SANTANDER. PARA ELLO, SE EMPLEARON COMO PRINCIPALES HERRAMIENTAS, LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, PARA LA GESTIÓN DE DATOS E INFORMACIÓN NECESARIA, QUE PERMITIÓ IMPLEMENTAR UN PROTOCOLO DISEÑADO POR EL INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM) EN EL AÑO 2011, QUE SE BASA EN EL ANÁLISIS PREVIO DE AMENAZA Y VULNERABILIDAD PARA POSTERIORMENTE OBTENER LAS ZONAS DE RIESGO.</p> | | | |
| CARACTERÍSTICAS | | | |
| PÁGINAS: 178 | PLANOS: | ILUSTRACIONES: 50 | CD-ROM: 1 |



IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE TELEDETECCIÓN Y SIG PARA LA
DETERMINACIÓN DE ZONAS DE RIESGO POR INCENDIOS FORESTALES EN
REMANENTES Y RELICTOS DE BOSQUE SECO TROPICAL DEL MUNICIPIO DE
OCAÑA NORTE DE SANTANDER

AUTOR:

JUAN DAVID HERRERA GALVIZ

Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero Ambiental

Director:

JUAN CARLOS HERNÁNDEZ CRIADO

Ingeniero Ambiental, MSc. en Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

INGENIERÍA AMBIENTAL

Ocaña, Colombia

Agosto de 2016

AGRADECIMIENTOS

Al Grupo de Investigación Ambiental, Agropecuario y Desarrollo Sostenible – GI@DS, por el acompañamiento en el desarrollo del presente trabajo, en especial, en lo concerniente a la participación en los encuentros institucional y departamental de semilleros de investigación de la RedColsi, en donde el proyecto obtuvo excelentes resultados de acuerdo a las evaluaciones emitidas por los jurados. Al director del trabajo de grado, Magíster Juan Carlos Hernández Criado, por todo su apoyo, principalmente en las salidas de campo, para la verificación de coberturas a través de la captura de imágenes con los equipos drones phantom 3 advanced del Departamento de Ciencias Agrícolas y del Medio Ambiente. Al cuerpo de bomberos voluntarios de Ocaña, la secretaría de planeación municipal y la secretaría de desarrollo rural, así como la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental y Centrales Eléctricas de Norte de Santander, por toda la información suministrada para el desarrollo del este trabajo.

Índice

| | |
|--|------------|
| Introducción | 1 |
| Capítulo 1: Título | 3 |
| 1.1 Planteamiento del problema | 3 |
| 1.2 Formulación de la pregunta de investigación | 4 |
| 1.3 Justificación | 4 |
| 1.4 Objetivos..... | 6 |
| 1.4.1 General. | 6 |
| 1.4.2 Específicos. | 6 |
| 1.5 Delimitación | 7 |
| 1.5.1 Geográfica. | 7 |
| 1.5.2 Conceptual. | 9 |
| 1.5.3 Temporal. | 11 |
| 1.5.4 Operativa..... | 11 |
| Capítulo 2: Marco Referencial | 12 |
| 2.1 Marco Histórico..... | 12 |
| 2.2 Marco Conceptual | 14 |
| 2.2.1 El Bosque Seco Tropical..... | 14 |
| 2.2.2 Incendios Forestales..... | 15 |
| 2.2.3 Riesgo, Amenaza y Vulnerabilidad | 16 |
| 2.2.4 La Teledetección y los SIG..... | 19 |
| 2.3 Marco Teórico | 20 |
| 2.4 Marco Legal..... | 22 |
| Capítulo 3: Diseño Metodológico..... | 25 |
| 3.1 Tipo de Investigación | 25 |
| 3.2 Población | 25 |
| 3.3 Selección de la muestra | 26 |
| 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de información..... | 26 |
| 3.5 Análisis de la información..... | 35 |
| Capítulo 4: Administración del Proyecto | 49 |
| 4.1 Recursos | 49 |
| 4.1.1 Recursos Humanos..... | 49 |
| 4.1.2 Recursos Financieros. | 49 |
| 4.1.3 Recursos Institucionales..... | 50 |
| Capítulo 5: Resultados..... | 51 |
| 5.1 Resultados del primer objetivo específico..... | 51 |
| 5.2 Resultados del segundo objetivo específico | 71 |
| 5.3 Resultados del tercer objetivo específico | 72 |
| Capítulo 6: Conclusiones..... | 153 |

| | |
|--|------------|
| Capítulo 7: Recomendaciones | 155 |
| Referencias | 156 |
| Apéndices | 160 |
| Apéndice A..... | 160 |
| Apéndice B..... | 161 |
| Apéndice C..... | 162 |
| Apéndice D..... | 164 |
| Apéndice E..... | 165 |
| Apéndice F..... | 167 |

Lista de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Ficha resumen de información requerida..... | 27 |
| Tabla 2. Criterio de amenaza por temperatura..... | 37 |
| Tabla 3. Criterio de amenaza por precipitación | 38 |
| Tabla 4. Criterio de amenaza por accesibilidad | 38 |
| Tabla 5. Criterio de amenaza por pendiente o relieve | 39 |
| Tabla 6. Tipo de combustibles por cobertura de la tierra | 40 |
| Tabla 7. Categoría de amenaza por tipo de combustible | 41 |
| Tabla 8. Duración de combustibles por tipo de cobertura de la tierra | 41 |
| Tabla 9. Categoría de amenaza por duración de combustible | 42 |
| Tabla 10. Carga de combustibles por tipo de cobertura..... | 42 |
| Tabla 11. Categoría de amenaza por carga de combustibles | 43 |
| Tabla 12. Criterios de vulnerabilidad ecológica y territorial | 45 |
| Tabla 13. Criterios de categoría de vulnerabilidad de la infraestructura | 46 |
| Tabla 14. Criterios de vulnerabilidad económica | 47 |
| Tabla 15. Presupuesto | 49 |
| Tabla 16. Histórico de valores de Temperatura en °C por estación meteorológica consultada. ... | 53 |
| Tabla 17. Histórico de valores de Precipitación en mm, por estación meteorológica consultada. | 54 |
| Tabla 18. Histórico de incendios forestales de los últimos diez años..... | 57 |
| Tabla 19. Ubicación de bocatomas | 68 |
| Tabla 20. Distribución de la población en el área de estudio. | 70 |

Lista de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Mapa de Distribución del bs-T en el Municipio de Ocaña Norte de Santander..... | 8 |
| Figura 2. Gráfico de Estadísticas de Incendios Forestales Año 2010 en Colombia. | 13 |
| Figura 3. Distribución de bs-T en Colombia. | 15 |
| Figura 4. Mapa de Susceptibilidad (bajo efecto del fenómeno del Niño) a Incendios de la Cobertura Vegetal. | 18 |
| Figura 5. Representación Gráfica del Riesgo. | 19 |
| Figura 6. Visualización de la consulta y descarga realizada en la plataforma SIGOT de IGAC.. | 52 |
| Figura 7. Visualización del geoportal MODIS BURN AREA de la NASA..... | 56 |
| Figura 8. Visor de descarga de Alaska Satellite Facility, para la descarga de DEM del satélite ALOS. | 60 |
| Figura 9. Vista del Modelo Digital de Terreno, descargado. | 60 |
| Figura 10. Vista de las curvas de nivel extraídas a partir del DEM en QGIS | 60 |
| Figura 11. Ejecución del Plugin SCP de QGIS para la descarga de la imagen sentinel. | 61 |
| Figura 12. Puntos de supervisión para clasificación de coberturas de la tierra | 62 |
| Figura 13. Generación del mapa de coberturas de la tierra..... | 63 |
| Figura 14. Información de áreas patrimonio gestionada para el área de estudio..... | 63 |
| Figura 15. Vías primarias y secundarias e infraestructura del aeropuerto digitalizadas..... | 67 |
| Figura 16. Información de infraestructuras tipo líneas eléctricas y bocatomas gestionada..... | 68 |
| Figura 17. Información de viviendas rurales dentro del área de estudio. | 69 |
| Figura 18. Cartografía Base | 73 |
| Figura 19. Área de estudio..... | 77 |
| Figura 20. Ubicación de Estaciones del IDEAM empleadas en el trabajo | 78 |

| | |
|--|-----|
| Figura 21. Mapa de amenaza por temperatura..... | 79 |
| Figura 22. Mapa de amenaza por precipitación | 82 |
| Figura 23. Mapa de amenaza por accesibilidad | 85 |
| Figura 24. Mapa de amenaza por pendiente | 88 |
| Figura 25. Mapa de histórico de incendios | 92 |
| Figura 26. Mapa de amenaza por histórico de incendios..... | 93 |
| Figura 27. Imagen Sentinel 2A del área de estudio | 96 |
| Figura 28. Mapa de coberturas de la Tierra metodología Corine Land Cover | 97 |
| Figura 29. Mapa de amenaza por tipo de combustibles..... | 98 |
| Figura 30. Mapa de amenaza por duración de combustibles | 101 |
| Figura 31. Mapa de amenaza por carga de combustibles | 104 |
| Figura 32. Mapa de amenaza por susceptibilidad de la vegetación a incendios..... | 108 |
| Figura 33. Mapa de amenaza total | 112 |
| Figura 34. Mapa de vulnerabilidad poblacional | 117 |
| Figura 35. Mapa de vulnerabilidad ecológica y territorial..... | 120 |
| Figura 36. Vulnerabilidad de bocatomas | 123 |
| Figura 37. Vulnerabilidad de vías..... | 124 |
| Figura 38. Vulnerabilidad del aeropuerto | 124 |
| Figura 39. Vulnerabilidad de líneas eléctricas | 125 |
| Figura 40. Mapa de vulnerabilidad de la infraestructura | 126 |
| Figura 41. Mapa de vulnerabilidad institucional. | 130 |
| Figura 42. Áreas patrimonio | 134 |
| Figura 43. Mapa de vulnerabilidad patrimonial..... | 134 |

| | |
|---|-----|
| Figura 44. Mapa de vulnerabilidad económica | 138 |
| Figura 45. Mapa de vulnerabilidad total | 142 |
| Figura 46. Mapa de riesgo total | 146 |
| Figura 47. Riesgo Territorial..... | 149 |
| Figura 48. Riesgo socioeconómico | 150 |
| Figura 49. Riesgo sociodemográfico | 151 |
| Figura 50. Riesgo institucional | 152 |

Introducción

Los incendios forestales, se consideran uno de los disturbios que mayor afectación causan a los seres vivos y demás componentes de un ecosistema. En el caso del Bosque Seco Tropical, se conoce la alta susceptibilidad del ecosistema, a este tipo de eventos, ya que este en especial, posee condiciones limitantes muy severas, como suelos ácidos y largos períodos de sequía.

Ocaña en el departamento de Norte de Santander, es privilegiada por encontrarse en su jurisdicción, el ecosistema de Bosque Seco Tropical, que se ubica por lo general como bosque ripario o de galería. Sin embargo, para nadie es un secreto que cada día que pasa, el área que ocupa el ecosistema disminuye, debido a las constantes quemas principalmente agropecuarias que realizan los campesinos de la zona, repercutiendo en la ampliación de la frontera agropecuaria y a su vez el incremento del efecto de borde sobre los pocos relictos y remanentes que aún se conservan.

El objetivo de esta investigación es conocer primordialmente las posibles zonas de riesgo dentro del ecosistema a nivel del municipio, para poder dar el primer paso en la prevención de los eventos de incendios forestales a partir de la gestión del riesgo, debido a que el ecosistema de Bosque Seco Tropical, se encuentra cada vez más amenazado y a punto de desaparecer, y si eso llegase a pasar, se afectaría la diversidad y endemismo que se encuentra, y con ello los múltiples servicios ecosistémicos que ofrece a los seres humanos.

Para la realización del presente trabajo, se emplearon como principales herramientas los Sistemas de Información Geográficos y la tecnología de Teledetección, que permitieron la gestión de datos e información inicial requerida de forma eficiente, para determinar el riesgo, aclarándose que la estimación del mismo, se realizó a partir de las variables establecidas por el protocolo del IDEAM para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la

cobertura vegetal formulado para escala 1:100.000, especificadas en la ficha número dos de dicho documento.

Dentro de las limitaciones para el desarrollo de este trabajo, se encontró la falta de información clave, que debería poseer las entidades de orden local responsables del tema de gestión del riesgo de incendios. El tiempo, representó una limitación considerable y la escala de trabajo; alguna información generada para el municipio de Ocaña se encontró a escalas de menor detalle, con respecto a la considerada para la realización del proyecto.

Este proyecto se desarrolló a partir de la gestión de la información geográfica obligatoria, exigida por el protocolo del IDEAM anteriormente mencionado, lo que permitió dar paso a la ponderización de variables para reducir error, y continuar al cruce de información, para la obtención de, inicialmente el mapa de amenazas, que dio pie a la obtención del mapa de vulnerabilidad, y por último la superposición de información amenaza y vulnerabilidad para la obtención del riesgo. Se realizó un ajuste al protocolo del IDEAM en cuanto a escala de trabajo y la exclusión de ciertas variables de acuerdo a las características del área de estudio.

Capítulo 1: Implementación de herramientas de Teledetección y SIG para la determinación de zonas de riesgo por Incendios Forestales en remanentes y relictos de Bosque Seco Tropical del municipio de Ocaña Norte De Santander

1.1 Planteamiento del problema

En el Municipio de Ocaña Norte de Santander se encuentran algunos de los ecosistemas estratégicos priorizados a nivel Nacional. Uno de estos ecosistemas y quizás de los más importantes es el Bosque Seco Tropical, considerado en peligro de extinción según expertos como Janzen (1988) y Miles *et al* (2006), debido a que actualmente abarca el 8%, con respecto a su distribución inicial en el país (Instituto Humboldt, 2014). El cambio climático es un fenómeno que ha causado la presencia de sucesos de incendios forestales en todo el país, en donde unos ecosistemas se ven más afectados que otros. El Bosque Seco Tropical, es de los ecosistemas más frágiles en toda Colombia a los incendios forestales, porque presenta unas condiciones edafológicas y climatológicas que definen su vulnerabilidad a estos eventos.

Ocaña Norte de Santander, se caracteriza por la distribución de este ecosistema, específicamente en la zona media – norte del municipio. En esta misma región se presenta la mayor cantidad de producción agropecuaria, donde se pueden encontrar explotaciones de este tipo, muy próximas a relictos de Bosque Seco Tropical. Las quemadas que se realizan para erradicar vegetación y cultivar el suelo, sumado al régimen de precipitaciones de las zonas, y a la presencia de períodos de verano prolongado, provocan la ocurrencia de incendios forestales que muchas veces arrasaron con grandes áreas de Bosque Seco Tropical, y disminuyen su distribución, sin tener en cuenta el daño que se ocasiona a este ecosistema, los bienes y servicios que presta, y a las especies que lo caracterizan.

Es importante resaltar, que en el municipio, no se implementan estrategias de conservación para proteger este importante ecosistema, por consiguiente el riesgo a sufrir un disturbio por incendio forestal, sigue incrementando, puesto que la práctica más común entre los campesinos de la zona, es la quema intensificada de áreas, para llevar a cabo posteriormente sus cultivos.

Lo anterior define como problemática el desconocimiento del estado de conservación del ecosistema de Bosque Seco Tropical y su ecología, considerada como principal amenaza (Instituto Humboldt, 2014) y específicamente de la categoría de riesgo en el cual se encuentra este importante ecosistema, para que disturbios como los incendios forestales, lo afecten significativamente, hasta disminuir su distribución en el municipio. Se evidenció entonces una inquietud, relacionada con las posibles zonas que permitirían la propagación de un disturbio de este tipo, dentro del ecosistema de Bosque Seco Tropical, y las repercusiones en cuanto a fragmentación de paisaje y relictualidad del mismo, si en estas zonas no se gestionan acciones a tiempo con el fin de prevenir que dicha situación ocurra.

1.2 Formulación de la pregunta de investigación

¿Cuáles son las posibles zonas de riesgo, que facilitan la propagación de incendios forestales en relictos y remanentes de Bosque Seco Tropical en Ocaña Norte de Santander?

1.3 Justificación

En Colombia se estima que casi la totalidad de los incendios forestales son de origen antrópico, bien sean generados intencionalmente para la ampliación de la frontera agropecuaria, o por negligencia al no tomar las precauciones adecuadas, sobre todo en las quemas agrícolas; por descuido (fumadores, fogatas, pólvora y cacería de animales, entre otros.); accidentales (caída de líneas eléctricas sobre la vegetación o roce de las mismas con los árboles) y por

atentados terroristas. De acuerdo con los registros parciales del período comprendido entre 1986 y 2002, en Colombia han sido reportados 14.492 eventos de incendios forestales y se ha presentado una afectación de cerca de 400.788 hectáreas. En el año 1997 se presentó el mayor número de reportes con 10.289 eventos (70.9 % del total de reportes) situación que coincidió con el fenómeno del Pacífico o del “Niño”, originando consecuencias severas para el país y provocando un déficit de humedad en la vegetación, con altas temperaturas que incidieron en la ocurrencia de incendios, afectando un área de 164.736 hectáreas. Igualmente se registran valores altos en los años 1991, 1998 y 2001, coincidiendo regularmente con el mismo fenómeno climático (Comisión Nacional Asesora para la Prevención y Mitigación de Incendios Forestales, 2002).

Ocaña Norte de Santander, presenta un alto índice de degradación de sus ecosistemas, debido a las alteraciones antrópicas constantes, y ecosistemas como el Bosque Seco Tropical son los más afectados, ya que presentan una alta vulnerabilidad. Dentro del Plan Básico de Ordenamiento Territorial del año 2002, se consideró a este importante ecosistema como área de protección especial para la cual se establecen unos usos del suelo tendientes a la conservación (Concejo Municipal de Ocaña, 2002). Sin embargo, en la versión 2015 del PBOT, ya esta área no se encuentra definida explícitamente, ni se menciona en ninguna parte del documento, como área a tener en cuenta, por la presencia del ecosistema característico (Concejo Municipal de Ocaña, 2015).

Actualmente, son muchos los actores a nivel de Colombia interesados en la protección del ecosistema de Bosque Seco, pero son pocas las acciones que se realizan en pro de esto. Es por ello que esta investigación, se realiza con el fin de generar conocimiento como instrumento de gestión, que permita la formulación de medidas y estrategias para mitigar el riesgo de incendios

forestales en el ecosistema, en el marco de la adaptación al cambio climático, propendiendo por el mantenimiento de los bienes y servicios ecosistémicos que este le brinda a las comunidades aledañas, preserva su biodiversidad, teniendo en cuenta que este tipo de ecosistemas presenta alto endemismo de especies muy útiles para la comunidad campesina, que se beneficia de los servicios que estas les prestan, y pueden existir potenciales usos de las mismas, en industrias como la farmacéutica, entre otras. Por otra parte el conocimiento del riesgo, permite la priorización de áreas dentro del ecosistema que podrían someterse al proceso de declaratoria como áreas protegidas, y a su vez formular medidas que permitan mejorar la conectividad entre los remanentes y relictos existentes, con el fin de asegurar la integridad del paisaje, para recuperar parte de los atributos perdidos en las áreas que hoy se encuentran degradadas.

La investigación aporta al abordaje del tema en el Municipio de Ocaña, a partir del uso de tecnologías de información geográfica que optimicen los procesos de gestión del riesgo, para la toma de decisiones a corto plazo, que garantice un Sistema de Alertas Tempranas a nivel regional, en donde los municipios monitoreen no sólo incendios forestales, sino también la ocurrencia de eventos como inundaciones, movimientos en masa, entre otros, y procurar siempre salvaguardar el bienestar de los habitantes tanto del sector urbano como del sector rural para cumplir con la legislación aplicable al tema, la cual responsabiliza a las entidades territoriales como los principalmente implicados en gestionar el riesgo de su jurisdicción.

1.4 Objetivos

1.4.1 General. Implementar herramientas de teledetección y Sistemas de Información Geográfica, para la determinación de zonas de riesgo por incendios forestales en remanentes y relictos de Bosque Seco Tropical del Municipio de Ocaña Norte de Santander.

1.4.2 Específicos. Se establecieron los siguientes:

Recopilar información existente acerca del área de estudio, mediante el empleo de bases de datos de información espacial (geoportales) y la consulta de datos geográficos disponibles en las entidades de orden local (Alcaldía, CAR, Bomberos Ocaña, Defensa Civil, UFPSO, CENS).

Ajustar el protocolo del IDEAM para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal formulado para escala 1:100.000, con el fin de generar la información cartográfica necesaria.

Analizar la información cartográfica generada, a través de las herramientas SIG, correspondiente a los resultados de la obtención de mapa de amenazas, mapa de vulnerabilidad y el mapa de riesgos a incendios de la cobertura vegetal.

1.5 Delimitación

1.5.1 Geográfica. El proyecto fue desarrollado en el municipio de Ocaña, departamento de Norte de Santander, país Colombia, el cual se encuentra ubicado a 8° 14' 15" Latitud Norte y 73° 2' 26" Longitud Oeste y su altura promedio sobre el nivel del mar es de 1.202 m. La superficie del municipio es 460Km², los cuales representan el 2,2% del departamento (Alcaldía de Ocaña Norte de Santander). A su vez dicho proyecto tuvo una cobertura determinada por la totalidad de la distribución de los remanentes y relictos del ecosistema de Bosque Seco Tropical en todo el Municipio de Ocaña. La distribución del ecosistema en Ocaña, se visualiza en la figura 1.

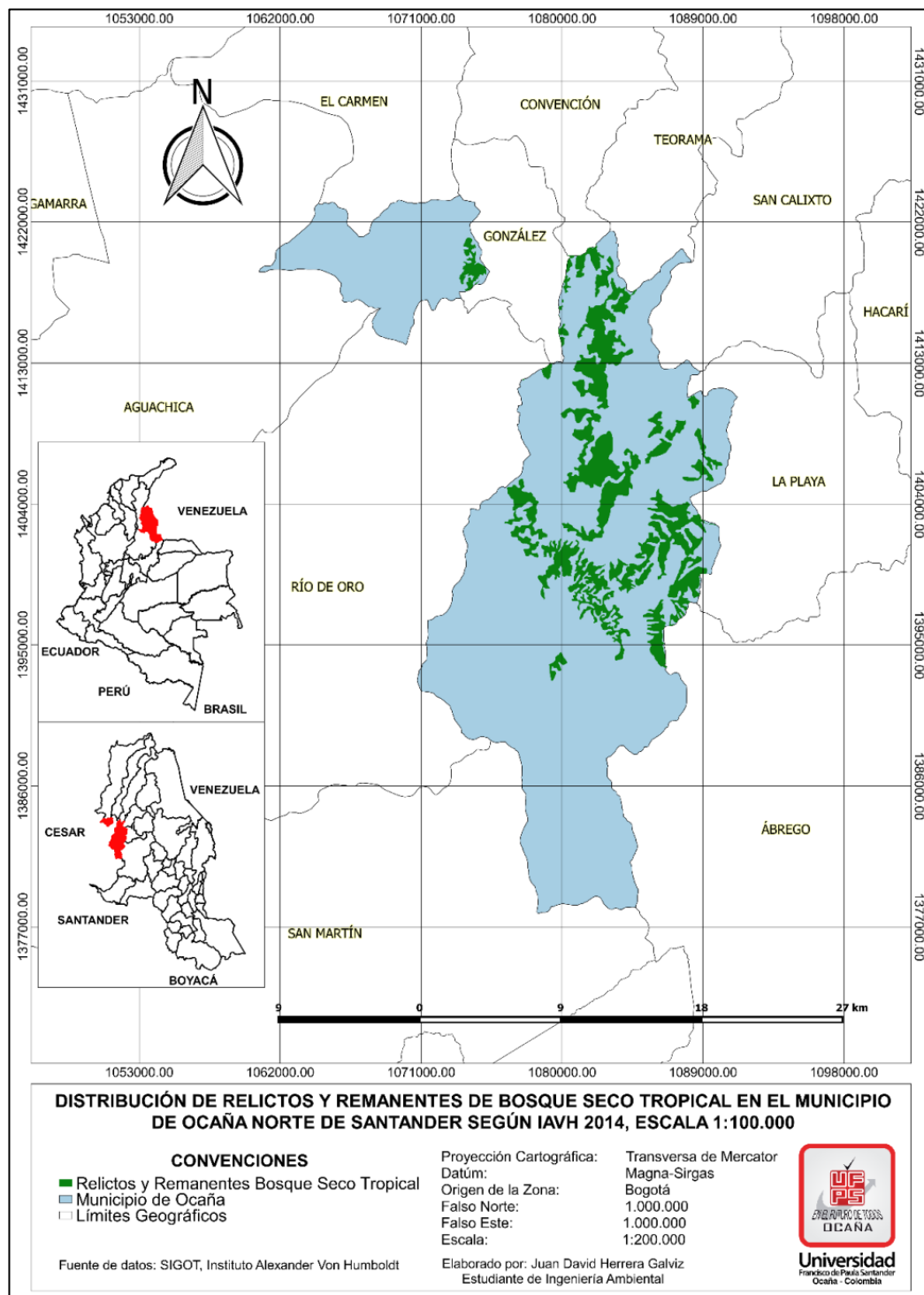


Figura 1. Mapa de Distribución del bs-T en el Municipio de Ocaña Norte de Santander.

Fuente: Elaboración propia, 2016.

1.5.2 Conceptual. Para el entendimiento del objetivo de esta investigación, es necesario tener claro los siguientes conceptos:

Incendio Forestal: El concepto de Incendio Forestal mayormente aceptado por muchas organizaciones que se dedican a la gestión del riesgo es:

Fenómeno que se presenta cuando uno o varios materiales combustibles en bosques, selvas y otro tipo de zonas con vegetación son consumidos en forma incontrolada por el fuego, el mismo que puede salirse de control y expandirse muy fácilmente sobre extensas áreas (UNISDR, p.1).

Bosque Seco Tropical: La definición construida por el Instituto Humboldt de Colombia es la siguiente:

Es un ecosistema propio de tierras bajas y se caracteriza por presentar una fuerte estacionalidad de lluvias. En Colombia se encuentra en seis regiones: el Caribe, los valles interandinos de los ríos Cauca y Magdalena, la región NorAndina en Santander y Norte de Santander, el valle del Patía, Arauca y Vichada en los Llanos (Instituto Alexander Von Humboldt, 2014, p.1).

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, a partir de la expedición de la ley 1523 de 2012, genera una cartilla orientadora para la gestión del riesgo de incendios forestales, y define los siguientes conceptos en el marco de dichos eventos:

Amenaza de incendio forestal: Actividad humana en la que se maneja el fuego irresponsablemente o condición peligrosa, que puede generar Incendio forestal y ocasionar daños a los recursos naturales, al ambiente y a las personas. **Vulnerabilidad de incendios forestal:** Lo susceptible al daño, en este caso los ecosistemas, la biodiversidad, los bosques, los cultivos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012, p. 15).

Riesgo de Incendio Forestal: Daño o pérdida potencial que se puede presentar, al combinarse la amenaza con la vulnerabilidad (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012, p. 15).

Gestión del Riesgo en Incendios Forestales: Proceso social de Planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes, para el conocimiento, reducción del riesgo de incendios forestales, así como su control extinción y restauración de áreas afectadas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012, p. 15).

Conocimiento del riesgo de incendios forestales: Proceso de la gestión del riesgo en el que se identifican claramente los escenarios de riesgo, se hacen análisis y se evalúa el riesgo a los incendios forestales, se concientiza, sensibiliza, comunica y divulgan los riesgos, se hace igualmente monitoreo y seguimiento, acciones fundamentales que evitan la presencia recurrente de estos incidentes, pues son en un alto porcentaje ocasionados por el hombre por acción u omisión y se pueden prevenir (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012, pp. 15 - 16).

Prevención del riesgo en incendios forestales: Todas las medidas, intervenciones o acciones que se realizan con anticipación, especialmente el conocimiento, con el fin de evitar que se genere el riesgo en incendios forestales. Los instrumentos son los previstos en la planificación, la inversión y el ordenamiento ambiental (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012, p. 16).

Alerta: Estado que indica estar atento a los pronósticos del IDEAM, a las costumbres sobre el manejo del fuego a nivel local, que pueden determinar la probabilidad de la presencia de incendios forestales, en consecuencia se deben activar las

acciones necesarias, para evitar la presencia de estos incidentes (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012, p. 16).

1.5.3 Temporal. El trabajo fue desarrollado en 7 meses; el área de estudio correspondió a 249 Km² aproximadamente, para la cual se requirió recopilar y generar información geográfica a Escala 1:25.000.

1.5.4 Operativa. Para el desarrollo de este proyecto, se emplearon distintas herramientas SIG, como plataformas, geoportales y software de escritorio, que permitieron la obtención de datos, su análisis, procesamiento y conversión en información, así como el análisis de la misma para la generación de resultados, para dar cumplimiento a los objetivos específicos y por ende al objetivo general. Todo el trabajo se enmarcó dentro de la tecnología de percepción remota o teledetección, en donde la principal fuente de información son imágenes capturadas por satélites, y a partir de estas se obtuvo los respectivos datos, que fueron procesados en los softwares SIG de escritorio ARCGIS y QGIS.

De acuerdo a lo anterior la evaluación del riesgo se realizó con base al procesamiento y la interpretación de información geográfica solicitada por el protocolo del IDEAM para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal formulado para escala 1:100.000, y por consiguiente solo se analizarán las variables que dicho documento estipula como obligatorias, puesto que si se detalla la estructura del protocolo en mención, este evalúa el riesgo desde el cruce de información resultante de la evaluación de la amenaza y la vulnerabilidad.

Capítulo 2: Marco Referencial

2.1 Marco Histórico

A lo largo de los años, se han desarrollado múltiples sistemas que permiten evaluar el riesgo de incendios forestales a partir de factores como la ocurrencia, comportamiento y efecto de los mismos, en donde los sistemas que evalúan la posibilidad de la existencia de una fuente de ignición, son denominados sistemas de evaluación de riesgos de incendios, mientras los que se encargan de evaluar además del riesgo, la probabilidad de inicio de fuego, características del comportamiento del fuego en caso de presentarse, así como daños que causaría y obstáculos que presentaría a la hora de controlarlo, son denominados sistemas de evaluación del peligro de incendios (Dentoni & Muñoz, 2010).

Los índices de peligro de incendios han sido los primeros en desarrollarse para predecir de forma más completa el riesgo de incendios. Estados Unidos y Canadá fueron los pioneros en el desarrollo de los índices de peligros de incendios forestales, los cuales fueron realizados en el Servicio Forestal (EEUU) y la Estación Forestal Experimental de Petawawa (Ontario, Canadá). Posteriormente aparecen otros países como Australia, Rusia, Suecia, España y Portugal, cada uno con sus propios índices de peligro basados en meteorología, que fueron modificando diversos autores a partir de la segunda mitad del siglo XX (Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2004).

En Colombia, el tema de los incendios se comienza a tocar a partir del año de 1986, poco después de la tragedia de Armero, cuando el país empieza a tomar cartas en el asunto de la gestión del riesgo. Así, desde 1986 se vienen registrando por entidades estatales encargadas del tema, eventos de incendios forestales en Colombia, pero este registro tenía muchos baches de información debido a la desorganización con la que se recolectaban los datos, y fue hasta el año

2003 en donde el IDEAM en conjunto con el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, deciden diseñar un formato único de captura de datos en eventos de incendios forestales que permitiera organizar mejor el tema, para poder gestionar de la mejor forma posible la información (Prado-Fajardo, 2014).

De acuerdo a lo anterior, el IDEAM (2002-2011) en apoyo con otras entidades comenzó a llevar registros de los eventos de incendios forestales por departamento en todo el país, y aquellos entes territoriales en los que hasta antes del año 2000 no se tenía información en el tema, comenzaron a reportar, lo que permitió realizar estadísticas que desde el año 2002, se manejan a nivel anual para conocer aquellos departamentos que enfrentan la mayor cantidad y frecuencia de disturbios de este tipo a nivel nacional. Así se reporta que Norte de Santander es uno de los pocos departamentos en donde la cantidad de incendios registrados no supera los 50 eventos y las 2500 hectáreas afectadas y esto se puede evidenciar en la figura 2, que corresponde al reporte de estadísticas del año 2010:

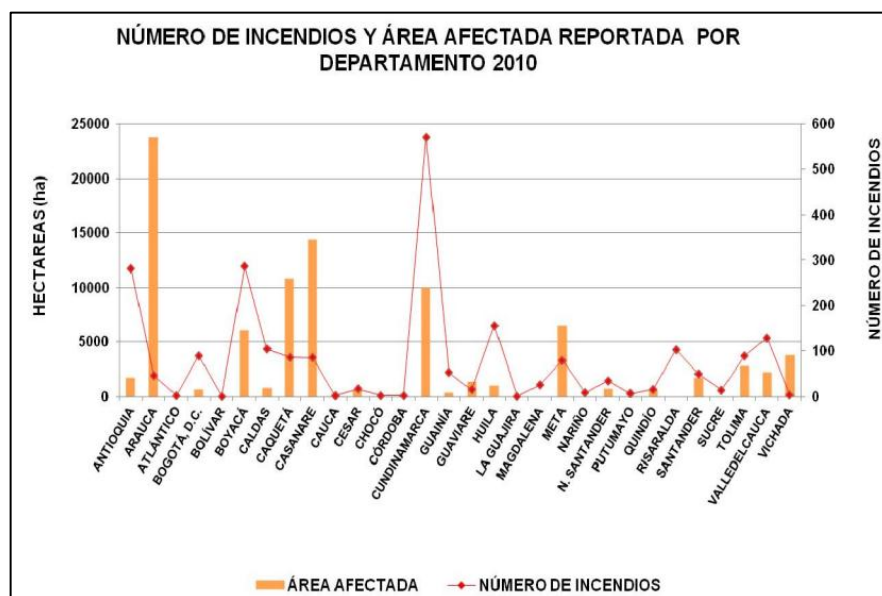


Figura 2. Gráfico de Estadísticas de Incendios Forestales Año 2010 en Colombia. Fuente:

IDEAM, 2010

Ya específicamente hablando del Municipio de Ocaña, Norte de Santander, se conoce que posteriormente a la expedición de la ley 1523 de 2012, el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (2012), publica un documento llamado Plan de Contingencia para Incendios Forestales del Municipio de Ocaña Norte de Santander, el cual presenta información del municipio que se encuentra estipulada en casi todos los planes del mismo, además presenta una identificación de actores, un histórico de incendios correspondiente al período 2010-2012 y un análisis descriptivo del riesgo de incendios a nivel municipal. Sin embargo este documento no presenta herramientas que permitan gestionar de manera real dicho riesgo, desde la prevención, mitigación y la actuación post-incendios.

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 El Bosque Seco Tropical. Holdridge (1967), Murphy y Lugo (1986), consideran a los bosques secos como ecosistemas que de acuerdo al sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge se distribuyen en las áreas en donde la temperatura anual es superior a los 17°C y la evapotranspiración supera a la precipitación o en algunos casos la iguala, siendo esta última entre los 250 y los 2000 mm/año.

Miles *et al* (2006) dice que queda un poco más de 1 millón de km² de Bosque Seco Tropical a nivel mundial en donde el 54,2% se encuentra distribuido en Suramérica, siendo Colombia uno de los privilegiados con la presencia de este importante ecosistema.

Para Etter (1993), el bosque seco en Colombia se distribuía inicialmente en seis sectores del país, que son: Caribe, los valles interandinos de los ríos Cauca y Magdalena, los enclaves secos del norte de los Andes, los valles de los ríos Dagua y Patía en el suroccidente del país, y el piedemonte y los afloramientos rocosos de los Llanos, comprendiendo un área de 80.000 Km² equivalente un poco más del 7% del territorio colombiano según lo descrito por Díaz (2006). En

la región Norandina los bosques secos se encuentran en la zona norte de la cordillera Oriental en las inmediaciones de Cúcuta, los valles de Convención y Ocaña y el valle medio del río Chicamocha (Valencia-Duarte et al. 2012). La distribución del Bosque Seco Tropical en Colombia se puede visualizar en la figura 3.

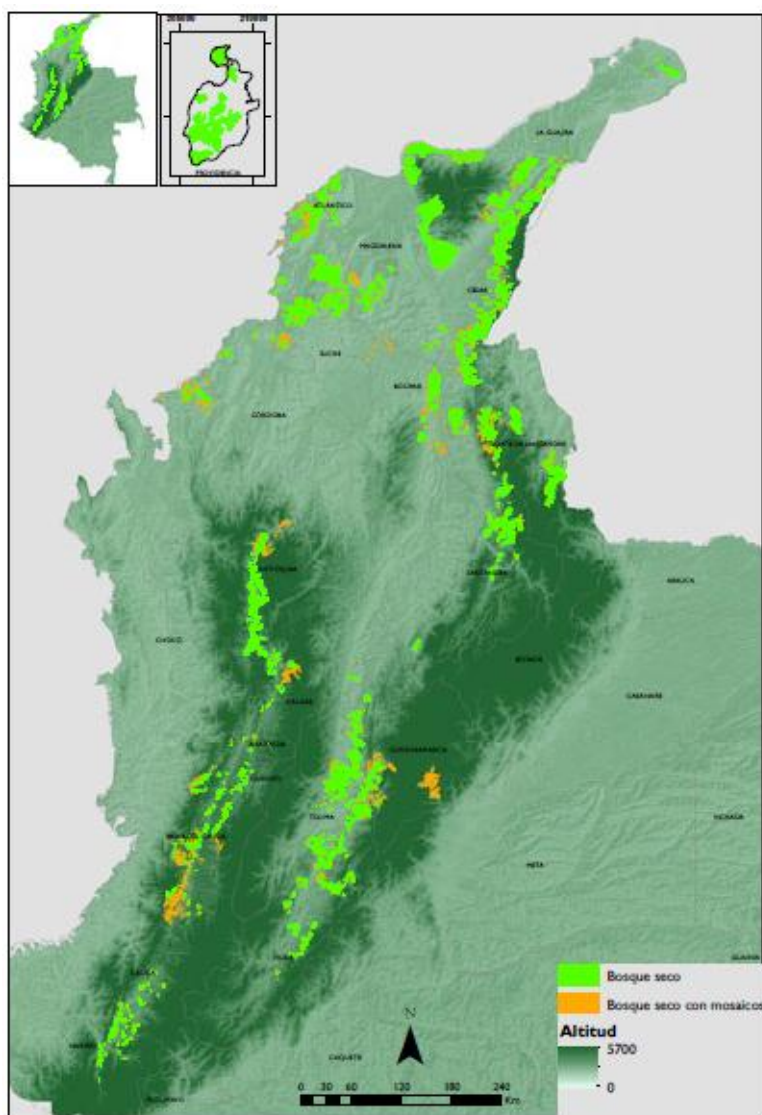


Figura 3. Distribución de bs-T en Colombia. Fuente: Instituto Humboldt, 2014

2.2.2 Incendios Forestales. El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (2006), adopta la definición del Dama de Bogotá, hoy Secretaría de Ambiente, la cual dice que un incendio forestal es todo aquel

fuego que tiende a propagarse sin control y sin límites preestablecidos y a su paso va consumiendo todo tipo de material vegetal ya sea vivo o muerto que se encuentra en áreas rurales con aptitud forestal o que preste algún servicio ambiental, considerándose además, que a un incendio forestal se le llama cuando afecta más de 0,5 hectareas. Adicionalmente el CONIF y el MAVDT, mencionan que a los incendios forestales se les considera disturbios ya que a pesar de ser considerados fenómenos naturales, su régimen de ocurrencia ha sido alterado por el ser humano por lo que se han convertido en fenómenos lesivos para los ecosistemas en donde se presentan y para los servicios ambientales que estos ofrecen. En un sentido más explícito, los incendios forestales se clasifican dependiendo el sector de material vegetal que afecten, así encontramos 4 clases que son: incendios forestales superficiales (consumen el estrato herbáceo y hojarasca), los incendios de copa o dosel (consumen las copas de los arboles), incendios subterráneos (que afectan las raíces) y los mixtos (son una combinación de dos o más clases de las anteriores descritas).

2.2.3 Riesgo, Amenaza y Vulnerabilidad. El IDEAM (2011), en su protocolo de zonificación del riesgo a incendios de la cobertura vegetal, expone los conceptos de riesgo amenaza y vulnerabilidad considerando:

Que el riesgo corresponde a toda probabilidad de que se presente un nivel de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un territorio particular y durante un lapso definido de tiempo, por la acción de un evento adverso ya sea de origen natural o antrópico. Se obtiene al relacionar la amenaza con la vulnerabilidad de los elementos expuestos. De forma más simple este se postula como el resultado de relacionar la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos y consecuencias sociales, económicas y ambientales relaciones directamente con uno o varios fenómenos peligrosos. Los

cambios en uno o más de estos parámetros modifican el riesgo en sí mismo, es decir, el total de pérdidas esperadas y consecuencias en un área determinada. Se resalta la importancia de la cobertura vegetal como factor de riesgo que hace parte tanto de la amenaza, ya que es la carga de combustible, como de la vulnerabilidad en tanto es afectada por la ocurrencia de un incendio.

La amenaza, por su parte, es considerada como todo peligro latente en donde existe la posibilidad de manifestación de un fenómeno particular (en este caso, un incendio de la cobertura vegetal), ya sea de origen natural, socio-natural o antrópico, en un territorio determinado, generando efectos adversos en las personas, la producción, la infraestructura, los bienes y servicios y el ambiente. Se considera un factor de riesgo sobre un elemento o grupo de elementos expuestos (vegetación), que se expresa como la probabilidad de que un evento (incendio) se presente con una cierta intensidad, en un sitio específico con un tiempo definido.

Por último, la vulnerabilidad es la predisposición de un elemento a ser afectado, a sufrir daño y de encontrar dificultad de recuperarse. Básicamente esta es la probabilidad de afectación física, económica, política o social que tiene una comunidad o un grupo de elementos determinado, de sufrir efectos negativos en el caso de presentarse un fenómeno peligroso ya sea de origen natural o antrópico. La vulnerabilidad ante un incendio de la cobertura vegetal, se entiende a partir de la población, los valores de protección de infraestructuras e instalaciones, las actividades económicas, el patrimonio natural, histórico y cultural y la acción institucional además de algunos aspectos territoriales y ecosistémicos.

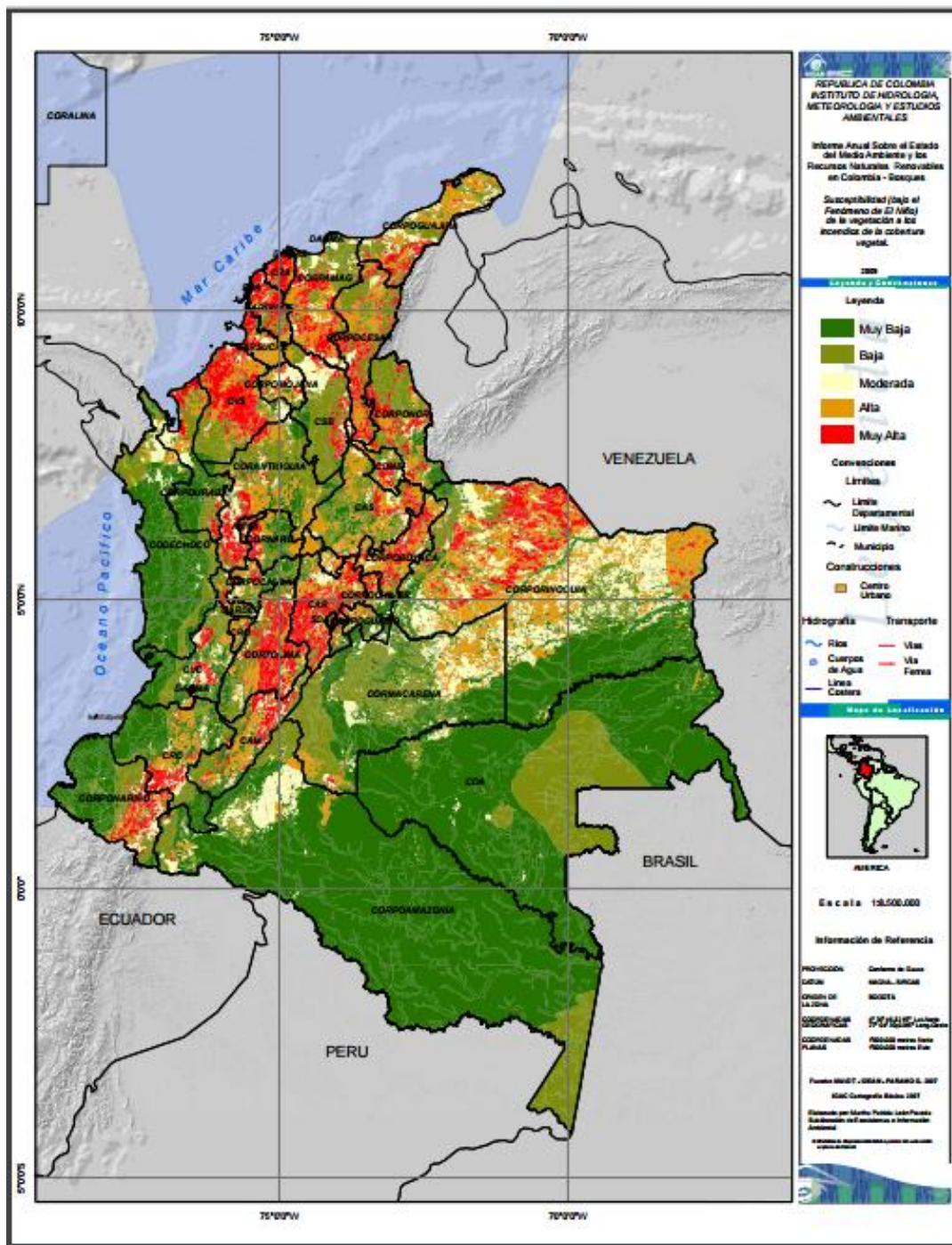


Figura 4. Mapa de Susceptibilidad (bajo efecto del fenómeno del Niño) a Incendios de la Cobertura Vegetal. Fuente: IDEAM, 2009

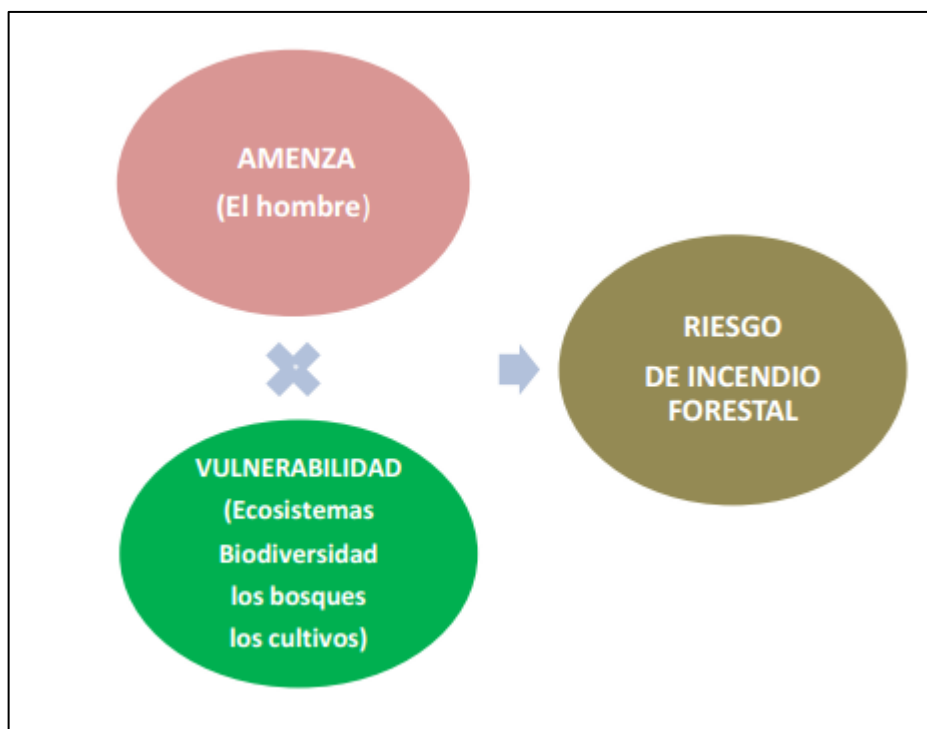


Figura 5. Representación Gráfica del Riesgo. Fuente: MAVDT, 2012

2.2.4 La Teledetección y los SIG. Chuvieco (1995), define la teledetección como la técnica que permite la adquisición de imágenes de la superficie de la tierra desde sensores instalados en plataformas espaciales, en donde, debe existir una interacción energética entre la tierra y el sensor, ya sea por reflexión de la energía solar o de un haz energético artificial; a su vez, es preciso que ese haz energético recibido por el sensor se transmita a la superficie terrestre, donde la señal detectada pueda almacenarse y, en última instancia, ser interpretada por una determinada aplicación.

Para la Comisión Nacional del Agua (2005) de México, la teledetección o percepción remota, es como una ciencia y arte que permite obtener información o datos de un objeto a partir del análisis de las características que fueron adquiridas mediante algún dispositivo que no tiene contacto físico con el objeto.

De acuerdo a Puerta, Rengifo y Bravo (2013), la tecnología de la teledetección permite obtener información de un objeto a distancia y sin tener contacto material con este, para ello es necesario una interacción entre el objeto y el sensor, que en este caso sería el flujo de radiación que parte de los objetos y se dirige al sensor, siendo este flujo, de acuerdo a su origen, de tres tipos:

Radiación solar reflejada por los objetos (luz visible e infrarrojo reflejado)

Radiación terrestre emitida por los objetos (infrarrojo térmico)

Radiación emitida por el sensor y reflejada por los objetos (radar)

Por su parte, los Sistemas de Información Geográfica corresponden a una herramienta que permite el trabajo con información georreferenciada, en donde se integran un gran conjunto de tecnologías y otros elementos no tecnológicos (Olaya, 2012).

2.3 Marco Teórico

Chuvienco (2009), menciona que la tecnología de la teledetección es una herramienta muy útil en la gestión de incendios forestales en sus 3 fases de gestión: antes del incendio, durante, y después de sucedido este. Así antes del incendio permite la determinación del riesgo en donde se estudian el peligro o la probabilidad y la vulnerabilidad, siendo el papel de la teledetección fundamental a la hora de estimar las variables críticas involucradas en la ignición o la propagación de los fuegos y evaluar los recursos potencialmente dañables por los mismos. Durante el incendio, la tecnología, permite la detección de incendios activos, principalmente a través de sensores infrarrojos, que permiten las respectivas acciones correctivas sobre estos con el fin de evitar que se siga propagando y afectando mayor área. Y por último, para el caso de después del incendio, se utiliza teledetección para realizar la evaluación de los daños ya sea

sobre la sociedad o sobre los ecosistemas para considerar los cambios ocurridos en determinado territorio, como consecuencia del fuego.

En el caso del estudio ejecutado por Moreno-Ruiz, Arbelo, García-Lázaro, & Riaño-Arribas (2014), en el que generaron una metodología para la detección de cambios en la cubierta vegetal en series temporales y a partir de imágenes satelitales diarias, lo cual materializaron en un software ex profeso, en donde aplicaron el conjunto de datos LTDR, de donde se obtuvo mapas de áreas quemadas en Norte América en bosques boreales en el período de 1984 – 2011, se desarrolló un algoritmo basado en redes bayesianas a partir de la metodología, que permitió mayor precisión en estimación de áreas quemadas y en exactitud espacio-temporal de las estimaciones, siendo su intervalo temporal de aplicación mayor que el de los productos MCD45A1 y BA GEOLAND-2, que sólo están disponibles a partir del año 2000.

Chuvieco & Pettinari (2015), desarrollaron una metodología para la elaboración de mapas de combustibles, utilizando el Sistema de Clasificación de Características de los Combustibles (FCCS), la cual aplicaron en el continente africano, generando para este continente una salida gráfica con 75 perfiles de combustibles, de los cuales 11 corresponde a subdivisiones en función de la cobertura arbórea. Adicionalmente, este trabajo permitió realizar una estimación o cálculo de los potenciales de incendio, a partir de condiciones ambientales estándar, cuyas propiedades físicoquímicas de la vegetación en los distintos perfiles, son el único factor que intervino en la obtención de los resultados, por lo cual, los autores pretenden continuar en otro trabajo con la inclusión de otros factores como las condiciones climáticas y topográficas.

Los autores Bisquert, Sánchez, Caselles, Paz-Andrade, & Legido (2010), concluyen en su trabajo, en el cual compararon 8 índices distintos de vegetación en las poblaciones de Galicia y Asturias, ubicadas al noroccidente de España, que solo 3 índices: EVI, GEMI, SAVI, fueron los

que se ajustaron bien de acuerdo a la relación variación temporal de los índices – probabilidad de ocurrencia de incendios. Adicionalmente, en el modelo obtenido para cada uno de los índices evaluados, se pudo determinar que el índice EVI presenta los mejores resultados, los cuales se podían corroborar en el margen de error arrojado, que para el caso de Galicia fue inferior al 10% y en Asturias inferior al 20%. Con los datos obtenidos de los índices, se definen las tres categorías de riesgo: bajo, medio y alto, con los cuales se catalogan las probabilidades de ocurrencia de incendios a lo largo y ancho del territorio, con el fin de planear las acciones de prevención y extinción de estos eventos.

La investigación anterior tiene antecedente en un estudio realizado en Galicia por los mismos autores en el año 2008, en donde estos realizan una estimación del riesgo de incendio forestal a partir de imágenes satelitales con la ayuda del índice EVI, concluyendo que los resultados que se obtienen de la ecuación del índice se ajustan muy bien a los valores registrados de incendios, en donde al compararse ambos datos, se calcula un error del 0,06 con un sesgo nulo, resaltándose además que se empleó una única expresión a nivel de todo el territorio evaluado, lo que permitió obtener mejores resultados con respecto a la previa sectorización del territorio por tipos de vegetación que se había realizado.

2.4 Marco Legal

El Código de los Recursos Naturales Renovables y de protección del medio ambiente, emitido por la Presidencia de la República de Colombia (1974), enfatiza en que la administración debe reglamentar todas las consideraciones que se necesitan en la temática de prevención y control de incendios forestales, así como la recuperación de aquellas áreas de bosques que han sido afectadas por los mismos.

El desastre ocurrido en Armero en el año de 1985, obligó al Congreso de la República (1988) a emitir la primera ley para empezar a vincular la gestión del riesgo en Colombia. Así, nace la ley 46 de 1988, que es la que crea el Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres, y para el siguiente año, la Presidencia de la República (1989), establece el decreto ley 919, que complementa la ley 46, porque regula las acciones del mismo a través de la adopción del Plan Nacional de Prevención y Atención de Desastres.

El Congreso de la República (1993) expide posteriormente, la ley 99, la cual es considerada la ley general ambiental, puesto que a partir de esta se crea el Ministerio de Ambiente y se organiza todo el régimen ambiental en Colombia. La ley presenta distintas consideraciones para el abordaje de la temática ambiental desde distintos aspectos, siendo relevante, lo concerniente a conservación de biodiversidad, de zonas de recarga acuífera e hídrica, la protección del paisaje como patrimonio común y la prevención de desastres como interés colectivo, así como las medidas de obligatorio cumplimiento que se deben tomar para prevenir y/o mitigar los efectos de la ocurrencia de estos.

La Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, surge como iniciativa de la Presidencia de la República (2011), la cual expide el decreto 4147, que crea la UNGRD como entidad descentralizada de la rama ejecutiva adscrita al departamento administrativo de la presidencia, con personería jurídica, autonomía administrativa, financiera y patrimonio propio, cuyos objetivos serían la implementación de la gestión del riesgo de desastres en Colombia y la Coordinación del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, aún vigente desde el decreto ley 919 de 1989.

Para mejorar la gestión de los Municipios en materia de conservación del medio ambiente, surge la ley 1551, expedida por el Congreso de Colombia (2012), la cual básicamente instaura

dentro de los principios rectores de la administración municipal, el tema de la promoción de la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, así como también estipula funciones para los municipios tales como: la planificación de su territorio en materia de desarrollo económico, social y ambiental y el abanderar los procesos de manejo adecuado de recursos naturales y del medio ambiente. En este mismo año, surge la ley 1523, la cual deroga la ley 46 de 1988 y el decreto ley 919 de 1989, para adoptar la política nacional de gestión del riesgo de desastres y establece el Sistema de Gestión del Riesgo de Desastres, en donde especifica que la gestión del riesgo es responsabilidad de todos los colombianos, ya sea autoridades o habitantes comunes del territorio, por lo que las entidades, independiente de su naturaleza, deben desarrollar y ejecutar todos los procesos de gestión del riesgo que tengan relación exclusiva con conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres, de acuerdo a sus competencias, ámbito de actuación y jurisdicción como componentes esenciales del SNGRD, mientras los habitantes del territorio nacional deben actuar con precaución, solidaridad y autoprotección, en lo personal, con sus bienes y siempre acatando lo estipulado por las autoridades competentes en el tema. Además, la ley 1523 faculta a todas las autoridades a nivel nacional, departamental y municipal para que involucren de manera relevante todas las acciones que contribuyan a la prevención de incendios forestales, en sus planes de gestión del riesgo (Congreso de la República, 2012).

Capítulo 3: Diseño Metodológico

3.1 Tipo de Investigación

Esta investigación es Aplicada, porque se implementó un protocolo diseñado. En el trabajo se utilizaron fuentes primarias como imágenes satelitales, información obtenida de geoportales y datos tomados en campo. Adicionalmente se empleó como fuente secundaria, información proveniente de las entidades locales como la Alcaldía de Ocaña, Cuerpo de Bomberos Voluntarios, Centrales Eléctricas de Norte de Santander y la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental. En cuanto al tipo de investigación, fue definido como descriptivo, de acuerdo a lo expresado por Hernández-Sampieri, Fernández-Collado, & Baptista-Lucio (2010), en este tipo de investigación, el investigador trata de describir fenómenos, situaciones, contextos y eventos con el fin de especificar características, propiedades y rasgos importantes de los mismos, de manera detallada como se manifiestan, se describieron las realizaciones de patrones que mediante geoprocésamiento se determinaron para conocer las posibles zonas de riesgos dentro del ecosistema. Esta investigación es de diseño no experimental, que corresponde a lo expresado por los autores; este tipo de diseño es relativo a investigaciones que se desarrollan sin la manipulación de ninguna variable y se observan los fenómenos naturales para poder analizarlos.

3.2 Población

La población correspondió a la totalidad de área Bosque Seco Tropical de Colombia, identificada y cartografiada por el Instituto Alexander Von Humboldt en el año 2014, como producto complementario de su libro acerca del ecosistema en mención. Se tomó como base, la cartografía generada a escala 1:100.000, por el Instituto Humboldt, que localiza los remanentes de Bosque Seco en Colombia.

3.3 Selección de la muestra

La Muestra de este trabajo correspondió a los remanentes y relictos del ecosistema de Bosque Seco Tropical, ubicados en jurisdicción del Municipio de Ocaña Norte de Santander, para lo cual fue necesario utilizar el insumo suministrado por el Humboldt, que corresponde a la delimitación a escala 1:100.000 de los polígonos de bs-T de Colombia, de donde se extrajo los correspondientes al Municipio de Ocaña en archivo vectorial shapefile.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de información

Lo primero que se realizó fue la delimitación del área de estudio. El sitio de estudio está conformado por varios remanentes de Bosque Seco. Se ajustó la cartografía generada por el Instituto Alexander von Humboldt en el año 2014, además de utilizar los mapas de isoyetas e isothermas generados, para aplicar el criterio de zonificación climática de Holdrige, información que fue traslapada con la suministrada por el Humboldt, para delimitar el área de distribución de Bosque Seco Tropical en Ocaña. El proceso investigativo se soportó en la recolección de información tanto satelital, como en campo, a través de:

- La Gestión de imágenes ráster de los satélites ALOS y Sentinel
- Trabajo con imágenes ráster a 12,5 metros (unibandas), para clasificación y reclasificación de pendientes.
- Priorización de áreas a partir de imágenes satelitales
- Inventario de obras civiles.
- Revisión de firmas espectrales de imágenes de satélite para determinación de coberturas, cuerpos de agua y cálculo de alturas optométricas (clasificación supervisada).
- Ajuste del Protocolo la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal escala 1:100.000 propuesto por el IDEAM

El principal insumo para la definición de la metodología, como ya se ha mencionó anteriormente, fue el protocolo del IDEAM para el mapeo de zonas de riesgo a incendios. Este protocolo presenta en su estructura una ficha técnica la cual permite orientar el proceso previo de recolección de información, ya que sirvió como resumen de la información solicitada y además permitió verificar que información ya se poseía y cual hacía falta. Esta es la Ficha 2 del protocolo en mención y se presenta a continuación:

Tabla 1*Ficha resumen de información requerida*

| ETAPA | Información Requerida | Información Alternativa y/o Complementaria | Descripción | Fuentes | Nivel de Requerimiento | |
|--|---|--|--|--|------------------------|----------|
| | | | | | Obligatoria | Opcional |
| Preparatoria (Generación de base cartográfica para la zona de estudio) | Mapa de límites político administrativos. | | Límites oficiales de la jurisdicción de la CAR, límites de PNN, Reservas regionales y municipales, límites del (los) departamento(s), municipios y mapas veredales de las áreas a zonificar. Cartografía a escala 1:250000 | IGAC DANE UAESPNN Cartografía POT, EOT o PBOT | X | |
| | Mapa de centros poblados | Mapa de distribución espacial de la población (viviendas rurales aisladas) | Ubicación espacial de centros poblados urbanos y rurales y distribución de viviendas rurales para la cartografía 1:25000 | IGAC DANE UAESPNN Cartografía POT, EOT o PBOT | X | |
| | Mapa vial | | Cartografía de vías primarias y secundarias, dependiendo de la escala de análisis | IGAC DANE | | X |
| | Hidrografía | | Cartografía de la red hidrográfica (ríos, quebradas, cuerpos de agua) | IGAC Cartografía POT, EOT o PBOT | | X |

Tabla 1. Continuación

| | | | | |
|--|--|--|---|---|
| Topografía (curvas de nivel) | En caso de no tenerse información adecuada al nivel de detalle es posible utilizar los datos SRTM de la NASA de 30 m de precisión, esta información se puede obtener en gisweb.ciat.cgiar.org:8080/.../AddSrtmDataSpa.jsp | Curvas de nivel, representadas cada 10 m según la escala | IGAC CIAT Cartografía POT, EOT o PBOT | X |
| Mapa de Cobertura y uso actual de la tierra, según clasificación CORINE LAND COVER | De no tenerse la información se debe generar una reclasificación a Corine Land Cover a partir de los mapas de cobertura existentes | Cartografía de la cobertura y uso actual de la tierra según la clasificación Corine Land Cover hasta el tercer nivel para escalas 1. Esta cartografía es indispensable para la generación del mapa de susceptibilidad de la vegetación y para el análisis de vulnerabilidad ecológica y territorial y económica. | IGAC IDEAM IAVH IIAP SINCHI UAESPNN INVEMAR CARs Secretarías de Ambientes Cartografía POT, EOT o PBOT. | X |
| Precipitación media anual multiannual | De no tenerse la cartografía de isoyetas, se debe generar mediante interpolación a partir de los datos de las estaciones meteorológicas del IDEAM (a lo sumo 10 años de registros); otra opción a nivel general, es obtener estos datos a partir de información satelital en http://www.worldclim.org/ | Mapa de isoyetas de precipitación media anual multianual en mm | IDEAM CENICAF É CENICAÑ A WORDCLI M | X |

Tabla 1. Continuación

| | | | | |
|--|---|--|--|---|
| Temperatura media anual multiannual | De no tenerse la cartografía de isoyetas, se debe generar mediante interpolación a partir de los datos de las estaciones meteorológicas del IDEAM (a lo sumo 10 años de registros); otra opción a nivel general, es obtener estos datos a partir de información satelital en http://www.worldclim.org/ | Mapa de isotermas de temperatura media anual multianual en grados centígrados | IDEAM CENICAF É CENICAÑ A WORDCLI M | X |
| Mapa de frecuencia de incendios forestales y de la cobertura vegetal (información histórica) | Existe información con cierto grado de fiabilidad sobre áreas quemadas suministrada en imágenes de sensores remotos (MODIS BURN AREAS), para los últimos 10 años, información que aunque hay que depurarla, sirve como medio de verificación. Esta información se puede obtener de: http://modisfire.umd.edu/form.asp y http://wist.echo.nasa.gov | Cartografía generada a partir de la información estadística georeferenciada sobre incendios forestales según las bases de datos de la Corporación, IDEAM, Dirección de Atención y Prevención de Desastres, o generada a partir de información satelitaria MODIS BURN AREA. | IDEAM MAVDT Dirección de Atención y Prevención de Desastres NASA (MODIS BURN AREA) | X |

Tabla 1. Continuación

| | | | | |
|------------------------|--|---|---|----------|
| Análisis de la Amenaza | Mapa de Pendientes | Mapa obtenido a partir del procesamiento (generación del Modelo digital de elevación), del mapa de curvas de nivel. | IGAC CIAT Cartografía POT, EOT o PBOT. Elaboración propia del organismo que esté a cargo de la construcción del mapa de riesgos por incendios forestales. | X |
| | Mapa de Tipo de combustibles vegetales | Mapa obtenido a partir de la reclasificación del mapa de uso y cobertura de la tierra según el Sistema Corine Land Cover. | IDEAM MAVDT (Páramo, 2007) Elaboración propia del organismo que esté a cargo de la construcción del mapa de riesgos por incendios forestales. Tabla de equivalencias | X |

Tabla 1. Continuación

| | | | | |
|------------------------|---|---|---|---|
| Análisis de la Amenaza | Mapa de Duración de combustibles vegetales | Mapa obtenido a partir de la reclasificación del mapa de uso y cobertura de la tierra según el Sistema Corine Land Cover. | IDEAM MAVDT (Páramo, 2007) Elaboración propia del organismo que esté a cargo de la construcción del mapa de riesgos | X |
| | Mapa de Carga Total de combustibles vegetales | Mapa obtenido a partir de la reclasificación del mapa de uso y cobertura de la tierra según el Sistema Corine Land Cover. | IDEAM MAVDT (Páramo, 2007) Elaboración propia del organismo que esté a cargo de la construcción del mapa de riesgos por incendios forestales. Tabla de equivalencias | X |
| | Mapa de Susceptibilidad de combustibles vegetales | Mapa obtenido a partir de la suma ponderada de las variables normalizadas de los mapas de Tipo, Duración y Carga Total de combustibles. | IDEAM MAVDT (Páramo, 2007) Elaboración propia del organismo que esté a cargo de la construcción del mapa de riesgos por incendios forestales. | X |

Tabla 1. Continuación

| | | | |
|---|--|--|---|
| Mapa de Accesibilidad | Mapa obtenido a partir de la generación de buffers (áreas de influencia) sobre las vías (Mapa vial). Los Buffers son de 500 m. | Elaboración propia del organismo que esté a cargo de la construcción del mapa de riesgos por incendios forestales. | X |
| Mapa de Amenaza de Incendios Forestales y de la Cobertura vegetal | Mapa obtenido a partir de la suma ponderada de las variables normalizadas de los mapas de Susceptibilidad de la vegetación; Precipitación media anual multianual; Temperatura media anual multianual; Pendientes; Accesibilidad. | Elaboración propia del organismo que esté a cargo de la construcción del mapa de riesgos por incendios forestales. | X |
| Mapa de Vulnerabilidad de los Ecosistemas a los Incendios Forestales y de la Cobertura Vegetal | Mapa obtenido a partir de la reclasificación, del mapa de coberturas de la tierra CLC. | IDEAM IAVH IGAC IIAP SINCHI INVEMAR MAVDT (Páramo, 2007). Elaboración propia del organismo que esté a cargo de la construcción del mapa de riesgos por incendios forestales. | X |

Tabla 1. Continuación

| | | | | |
|--|---|--|--|---|
| Análisis de la Vulnerabilidad (Vulnerabilidad de la infraestructura) | Mapa vial | Cartografía de vías primarias y secundarias dependiendo de la escala de análisis. | IGAC DANE MOOPP Cartografía POT, EOT o PBOT | X |
| | Mapa de ubicación de aeropuertos, helipuertos, puertos fluviales y/o marítimos. | Cartografía de ubicación de infraestructura de aeropuertos, helipuertos, puertos fluviales y/o marítimos dependiendo de la escala de análisis. | IGAC DANE MOOPP Cartografía POT, EOT o PBOT | X |
| | Mapa de infraestructura energética (líneas de alta tensión, oleoductos, poliductos, gasoductos) Ubicación de bocatomas, etcétera. | Cartografía de ubicación de infraestructura energética dependiendo de la escala de análisis. | IGAC DANE MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA ECOPETROL Cartografía POT, EOT o PBOT | X |
| Análisis de la Vulnerabilidad Patrimonial (Vulnerabilidad Patrimonial) | Mapa de límites de PNN, Reservas regionales y municipales. | Cartografía indicadora de las áreas de alto valor por el patrimonio natural que contienen. | IGAC UAESPNN CAR Cartografía POT, EOT o PBOT | X |
| | Mapa de vulnerabilidad patrimonial | Intersección de los mapas de patrimonio, previamente normalizados y ponderados con las áreas de alta y muy alta amenaza | Elaboración propia del organismo que esté a cargo de la construcción del mapa de riesgos por incendios forestales. | X |

Tabla 1. Continuación

| | | | | |
|---|--|--|---|---|
| Análisis de Vulnerabilidad (Vulnerabilidad Económica) | Mapa de Vulnerabilidad económica | Mapa obtenido a partir de la reclasificación del mapa de cobertura de la tierra. | IGAC IDEAM IAVH IIAP SINCHI UAESPNN INVEMAR CARs Secretarías de ambiente Cartografía POT, EOT o PBOT. | X |
| Análisis de Vulnerabilidad (Vulnerabilidad Institucional) | Información secundaria a nivel municipal o regional de grado de organización de CREPAD y CLOPAD, Presencia, dotación y capacidad de instituciones y organismos de socorro para actuar, y prevenir acciones de emergencia de incendios forestales (Bomberos, Policía, Cruz Roja, Defensa Civil, Ejército, etc.) | Atendiendo a la disponibilidad de información, se incluirá dentro de la vulnerabilidad institucional, la evaluación de la capacidad gubernamental para la reconstrucción post-evento (rehabilitación y restauración de áreas degradadas), analizadas a partir de la asignación de presupuesto para estos fines. De igual manera, se debe espacializar (hasta donde sea posible), el área de cobertura que sobre la región tienen los diferentes organismos de socorro (Bomberos, Defensa Civil, Policía, Ejército. Cruz Roja, etc.), así como la generación de isócronas o áreas de tiempo de desplazamiento de estos organismos a las zonas con mayor amenaza de incendios. | Las CAR Secretarías de ambiente, planeación y gobierno Cartografía POT, EOT o PBOT | X |

Tabla 1. Continuación

| | | | | |
|------------------------------------|---|---|--|---|
| Análisis de Vulnerabilidad (Total) | Mapa de Vulnerabilidad de Incendios Forestales y de la Cobertura vegetal. | Mapa obtenido a partir de la suma ponderada de las variables normalizadas de los mapas de vulnerabilidad poblacional, patrimonial, de la infraestructura, económica, institucional y ecológica y territorial. | Elaboración propia del organismo que esté a cargo de la construcción del mapa de riesgos por incendios forestales. | X |
| Análisis del Riesgo | Mapa de Riesgos por Incendios Forestales y de la Cobertura vegetal. | Mapa obtenido a partir del producto, normalizado y categorizado de los mapas de amenaza y vulnerabilidad total. | Elaboración propia del organismo que esté a cargo de la construcción del mapa de riesgos por incendios forestales. | X |

Nota. La tabla relaciona la información geográfica requerida para desarrollar el trabajo, así como la descripción de la misma y las posibles fuentes que se pueden consultar para obtenerla. Fuente: IDEAM, 2011.

Los ajustes que se realizaron al protocolo, incluyó el ajuste en cuanto a escala de trabajo, debido a que las salidas gráficas se generaron a escala rural 1:25.000 de acuerdo a lo definido por el artículo 5 del decreto 1807 de 2014, esta investigación realizó un estudio básico; por consiguiente la información vectorial solicitada en el protocolo en la ficha 2 del mismo (Tabla 1, en este trabajo), se generó a escala 1:25.000 o de mayor detalle.

3.5 Análisis de la información

Inicialmente, fue necesario gestionar información geográfica base, que correspondió a la división político – administrativa del área de estudio, topografía (curvas de nivel), red hídrica, y red vial. Con esta información se generó un mapa base para el área de distribución de bosque seco tropical, previamente delimitada.

Normalización y ponderación

Para algunos factores a evaluar, el protocolo no propone unos criterios específicos, y por consiguiente, la indicación fue desarrollar un proceso de normalización y ponderación de los valores de cada factor, para así reclasificar y asignar categorías (de amenaza, de vulnerabilidad o de riesgo) y sus respectivas calificaciones.

De acuerdo al protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal, el criterio de normalización empleado, se basó en los propuestos por la lógica difusa (fuzzy) utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Factor normalizado} = \frac{(X - \text{Min})}{(\text{Max} - \text{Min})}$$

Donde:

X = Valor que adquiere puntualmente en el espacio el factor

Min = Valor mínimo del factor en toda el área de estudio

Max = Valor máximo presentado por el factor en toda el área de estudio

Una vez normalizadas las variables y los factores, se agruparon bajo una distribución de frecuencias en 5 rangos, generando el tamaño de cada rango a partir de la amplitud de los valores generados mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Amplitud del rango} = \frac{(\text{Max1} - \text{Min1})}{n}$$

Donde:

Min1 = Valor mínimo normalizado del factor en toda el área de estudio

Max1 = Valor máximo normalizado presentado por el factor en toda el área de estudio

N = Número de rangos.

Los rangos así obtenidos se les asigna una calificación categórica de la siguiente manera:

1 Muy bajo

2 Bajo

3 Moderado

4 Alto

5 Muy alto

Evaluación de amenaza

Para la evaluación de la amenaza, se tuvo en cuenta 6 factores: precipitación, temperatura, pendientes, frecuencia de incendios, susceptibilidad de la vegetación a incendios y accesibilidad.

Temperatura

La evaluación de la temperatura se realizó previa generación del mapa de isotermas a partir de los valores promedio de temperatura multianual de los últimos 10 años. Las isotermas generadas, se reclasificaron de acuerdo a los criterios especificados en la tabla 2.

Tabla 2

Criterio de amenaza por temperatura

| Temperatura media multianual (°C) | Categoría de Amenaza | Calificación |
|-----------------------------------|----------------------|--------------|
| Nival (<1.5) | Muy Baja | 1 |
| Extremadamente frío (1.5 – 6) | Muy Baja | 1 |
| Muy frío (6 – 12) | Moderada | 2 |
| Frío (12 – 18) | Moderada | 3 |
| Templado (18 – 24) | Alta | 4 |
| Cálido (>24) | Muy Alta | 5 |

Nota. La tabla muestra los criterios de amenaza y calificación por rango de temperatura. Fuente: IDEAM, 2011.

Precipitación

La evaluación de la precipitación se realizó previa generación del mapa de isoyetas a partir de los valores promedio de precipitación multianual de los últimos 10 años. Las isoyetas generadas, se reclasificaron de acuerdo a los criterios especificados en la tabla 3.

Tabla 3

Criterio de amenaza por precipitación

| Precipitación media multianual (mm) | Categoría de Amenaza | Calificación |
|--|----------------------|--------------|
| Árido (0 – 500) | Muy Baja | 1 |
| Pluvial (>7000) | Muy Baja | 1 |
| Muy Húmedo (3000 – 7000) | Moderada | 2 |
| Húmedo (2000 – 3000) | Moderada | 3 |
| Seco (1000 – 2000) | Alta | 4 |
| Muy Seco (500 – 1000) | Muy Alta | 5 |

Nota. La tabla muestra los criterios de amenaza y calificación por rango de precipitación. Fuente: IDEAM, 2011.

Accesibilidad

La evaluación de amenaza por accesibilidad, se realizó a partir de la generación de buffer's cada 500 metros del mapa de vías primarias y secundarias. Una vez los buffer's generados, se procedió a asignarles la respectiva categoría de amenaza y calificación de acuerdo a los criterios especificados en la tabla 4.

Tabla 4

Criterio de amenaza por accesibilidad

| Distancia a la vía (Grosor del buffer en m) | Categoría de Amenaza | Calificación |
|--|----------------------|--------------|
| Más de 2000 | Muy Baja | 1 |
| 1500 – 2000 | Baja | 1 |
| 1000 – 1500 | Moderada | 2 |
| 500 – 1000 | Alta | 3 |
| 0 – 500 | Muy Alta | 4 |

Nota. La tabla muestra los criterios de amenaza y calificación por accesibilidad. Fuente: IDEAM, 2011.

Pendientes o Relieve

La evaluación de amenaza por pendientes, se realizó a partir de la generación del respectivo mapa de pendientes, mediante el procesamiento de un modelo digital de elevación (DEM). Las pendientes generadas, se clasificaron de acuerdo a los criterios especificados en la tabla 5.

Tabla 5

Criterio de amenaza por pendiente o relieve

| Pendiente media (%) | Categoría de Amenaza | Calificación |
|---------------------|----------------------|--------------|
| 0 – 7 % | Muy Baja | 1 |
| 7 – 12 % | Baja | 1 |
| 12 – 25 % | Moderada | 2 |
| 25 – 75 % | Alta | 3 |
| >75% | Muy Alta | 4 |

Nota. La tabla muestra los criterios de amenaza y calificación por rango de pendiente. Fuente: IDEAM, 2011.

Frecuencia de Incendios

A partir de la información de históricos de incendios que se gestionó, se calculó el índice de frecuencia de incendios, utilizando la siguiente fórmula propuesta por el protocolo del IDEAM:

$$Fi = \frac{1}{a} \sum_{i=1}^a ni$$

Fi = Frecuencia de incendios

a = Número de años

ni = número de incendios de cada año

Posteriormente, se procedió a interpolar los datos de frecuencia de incendios, para luego normalizar los valores obtenidos y ponderar, de acuerdo a las fórmulas de normalización y ponderación anteriormente especificadas (ver normalización y ponderación).

Susceptibilidad de la cobertura vegetal a incendios

Para realizar la evaluación de amenaza por susceptibilidad de la vegetación a incendios, previamente debió generarse la evaluación de amenaza por tipo, duración y carga de combustibles, a partir de la reclasificación del mapa de coberturas de la tierra, de la siguiente manera:

Paso 1. Tipo de Combustibles

Se clasificaron las coberturas de la tierra propuestas por el protocolo a partir de la metodología Corine Land Cover, para asignar categoría de amenaza y calificación de acuerdo a los criterios establecidos en la tabla 6 y tabla 7.

Tabla 6

Tipo de combustibles por cobertura de la tierra

| Tipo de cobertura (Corine Land Cover) | Tipo de combustible predominante |
|---|---|
| 3.3.2. Afloramientos rocosos | No combustibles |
| 3.1.1. Bosque denso | Árboles |
| 3.1.3. Bosque fragmentado | Árboles |
| 3.1.4. Bosque de galería y ripario | Árboles |
| 3.2.2. Arbustal | Arbustos |
| 5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales | No combustibles |
| 2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | Pastos/hierbas |
| 2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales | Pastos/hierbas |
| 2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos | Pastos/hierbas |
| 2.4.1. Mosaico de cultivos | Hierbas |
| 2.3.3. Pastos enmalezados | Pastos |
| 2.3.1. Pastos limpios | Pastos |
| 3.2.1. Herbazal | Hierbas |
| 3.3.5. Zonas glaciares y nivales | No combustibles |

Nota. La tabla muestra la equivalencia de tipo de combustibles por cobertura de la tierra. Fuente: IDEAM, 2011.

Tabla 7*Categoría de amenaza por tipo de combustible*

| Tipo de combustibles | Categoría de Amenaza | Calificación |
|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|
| No combustibles | Muy Baja | 1 |
| Áreas urbanas | Muy Baja | 1 |
| Árboles | Baja | 2 |
| Árboles y arbustos | Moderada | 3 |
| Arbustos | Alta | 4 |
| Hierbas | Alta | 4 |
| Pastos/hierbas | Muy Alta | 5 |
| Pastos | Muy Alta | 5 |

Nota. La tabla muestra los criterios de categoría y calificación de amenaza por tipo de combustibles. Fuente: IDEAM, 2011.

Paso 2. Duración de Combustibles

Se clasificaron las coberturas de la tierra propuestas por el protocolo a partir de la metodología Corine Land Cover, para asignar categoría de amenaza y calificación de acuerdo a los criterios establecidos en la tabla 8 y tabla 9.

Tabla 8*Duración de combustibles por tipo de cobertura de la tierra*

| Tipo de cobertura (Corine Land Cover) | Duración del combustible predominante |
|---|--|
| 3.3.2. Afloramientos rocosos | No combustibles |
| 3.1.1. Bosque denso | 100 horas |
| 3.1.3. Bosque fragmentado | 100 horas |
| 3.1.4. Bosque de galería y ripario | 100 horas |
| 3.2.2. Arbustal | 100 horas |
| 5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales | No combustibles |
| 2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | 1 hora |
| 2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales | 1 hora |
| 2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos | 1 hora |
| 2.4.1. Mosaico de cultivos | 10 horas |
| 2.3.3. Pastos enmalezados | 1 hora |
| 2.3.1. Pastos limpios | 1 hora |
| 3.2.1. Herbazal | 10 horas |
| 3.3.5. Zonas glaciares y nivales | No combustibles |

Nota. La tabla muestra la equivalencia de duración de combustibles por tipo de cobertura de la tierra. Fuente: IDEAM, 2011.

Tabla 9*Categoría de amenaza por duración de combustible*

| Duración de combustibles | Categoría de Amenaza | Calificación |
|---|-----------------------------|---------------------|
| No combustibles | Muy Baja | 1 |
| Áreas urbanas | Muy Baja | 1 |
| 100 horas (Predominio de árboles) | Baja | 2 |
| 10 horas (Predominio de arbustos y hierbas) | Moderada | 3 |
| 1 hora (Predominio de pastos) | Alta | 4 |

Nota. La tabla muestra los criterios de categoría y calificación de amenaza por duración de combustibles.

Fuente: IDEAM, 2011.

Paso 3. Carga de Combustibles

Se clasificaron las coberturas de la tierra propuestas por el protocolo a partir de la metodología Corine Land Cover, para asignar categoría de amenaza y calificación de acuerdo a los criterios establecidos en la tabla 10 y tabla 11.

Tabla 10*Carga de combustibles por tipo de cobertura*

| Tipo de cobertura (Corine Land Cover) | Carga total (biomasa) de combustibles |
|---|--|
| 3.3.2. Afloramientos rocosos | No combustibles |
| 3.1.1. Bosque denso | Muy Alta (más de 100 ton/ha) |
| 3.1.3. Bosque fragmentado | Muy Alta (más de 100 ton/ha) |
| 3.1.4. Bosque de galería y ripario | Muy Alta (más de 100 ton/ha) |
| 3.2.2. Arbustal | Muy Alta (más de 100 ton/ha) |
| 5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales | No combustibles |
| 2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | Moderada (50 – 100 ton/ha) |
| 2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales | Moderada (50 – 100 ton/ha) |
| 2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos | Moderada (50 – 100 ton/ha) |
| 2.4.1. Mosaico de cultivos | Baja (1 – 50 ton/ha) |
| 2.3.3. Pastos enmalezados | Baja (1 – 50 ton/ha) |
| 2.3.1. Pastos limpios | Baja (1 – 50 ton/ha) |
| 3.2.1. Herbazal | Baja (1 – 50 ton/ha) |
| 3.3.5. Zonas glaciares y nivales | No combustibles |

Nota. La tabla muestra la equivalencia de carga de combustibles por tipo de cobertura de la tierra. Fuente:

IDEAM, 2011.

Tabla 11*Categoría de amenaza por carga de combustibles*

| Tipo de combustibles | Categoría de Amenaza | Calificación |
|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| No combustibles | Muy Baja | 1 |
| Áreas urbanas (menos de 1 ton/ha) | Muy Baja | 1 |
| Baja (1 – 50 ton/ha) | Baja | 2 |
| Moderada (50 – 100 ton/ha) | Moderada | 3 |
| Muy Alta (más de 100 ton/ha) | Alta | 4 |

Nota. La tabla muestra los criterios de categoría y calificación de amenaza por carga de combustibles.

Fuente: IDEAM, 2011.

Paso 4. Susceptibilidad de la vegetación a incendios

Se empleó el álgebra de mapas, para realizar el cálculo de susceptibilidad de la vegetación a incendios, a partir de las calificaciones de los mapas de tipo, duración y carga de combustibles.

El cálculo se realizó por medio de la siguiente fórmula propuesta por el protocolo del IDEAM:

$$SUSC = CAL (tc) + CAL (dc) + CAL (ct)$$

Donde,

SUSC = Susceptibilidad de la vegetación a incendios

CAL (tc) = Calificación por tipo de combustibles

CAL (dc) = Calificación por duración de combustibles

CAL (ct) = Calificación por carga total de combustibles

Los valores obtenidos, se sometieron a normalización y ponderación, de acuerdo a las formulas especificadas anteriormente (ver normalización y ponderación).

Amenaza total

Para el cálculo de amenaza total, se empleó las calificaciones de la amenaza por temperatura, precipitación, accesibilidad, pendientes, histórico de incendios y susceptibilidad de la vegetación al fuego. Dichas calificaciones se multiplicaron por un factor determinado y se

sumaron de acuerdo a lo estipulado en la siguiente fórmula propuesta por el protocolo del IDEAM:

$$\text{Amenaza} = (\text{Susceptibilidad de la vegetación al fuego} \times 0.17) + (\text{Precipitación} \times 0.25) + (\text{Temperatura} \times 0.25) + (\text{Pendientes} \times 0.03) + (\text{Frecuencia} \times 0.05) + (\text{Accesibilidad} \times 0.03)$$

Los valores obtenidos del cálculo de amenaza total, se normalizaron y ponderaron de acuerdo a las fórmulas especificadas anteriormente (ver normalización y ponderación).

Vulnerabilidad

Para la realización del mapa de vulnerabilidad, se generó previamente la evaluación de vulnerabilidad poblacional, ecológica y territorial, de la infraestructura, institucional, patrimonial y económica.

Vulnerabilidad poblacional

Se gestionaron los datos de población para el área de estudio, a partir de la consulta de entidades como el DANE y las alcaldías municipales. Posteriormente, se digitalizaron dichos datos para visualizar densidad de la población. Los datos de población asignados como atributos, debieron ser normalizados y posteriormente ponderados para categorizarlos y calificarlos, a partir de las fórmulas especificadas anteriormente (ver normalización y ponderación).

Vulnerabilidad Ecológica y Territorial

Para la evaluación de vulnerabilidad ecológica y territorial, se clasificaron las coberturas de la tierra propuestas por el protocolo a partir de la metodología Corine Land Cover, para asignar categoría de vulnerabilidad y calificación de acuerdo a los criterios establecidos en la tabla 12. Cabe resaltar que el mapa de coberturas de la tierra sirvió como insumo para realización de los mapas de tipo de combustibles, duración de combustibles y carga total de combustibles, que a su

vez permitieron obtener el mapa de susceptibilidad de la vegetación a incendios, en la evaluación de la amenaza.

Tabla 12

Criterios de vulnerabilidad ecológica y territorial

| Tipo de cobertura (Corine Land Cover) | Categoría de Vulnerabilidad | Calificación |
|---|--------------------------------|--------------|
| 3.3.2. Afloramientos rocosos | Muy Baja | 1 |
| 3.1.1. Bosque denso | Muy Alta | 5 |
| 3.1.3. Bosque fragmentado | Muy Alta | 5 |
| 3.1.4. Bosque de galería y ripario | Muy Alta | 5 |
| 3.2.2. Arbustal | Muy Alta | 5 |
| 5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales | Muy Baja | 1 |
| 2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | Alta | 4 |
| 2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales | Alta | 4 |
| 2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos | Moderada | 3 |
| 2.4.1. Mosaico de cultivos | Moderada | 3 |
| 2.3.3. Pastos enmalezados | Muy Alta | 5 |
| 2.3.1. Pastos limpios | Moderada | 3 |
| 3.2.1. Herbazal | Muy Alta | 5 |
| 3.3.5. Zonas glaciares y nivales | Muy Baja | 1 |

Nota. La tabla muestra los criterios de categorización de vulnerabilidad ecológica y territorial y su respectiva calificación. Fuente: IDEAM, 2011.

Vulnerabilidad de la infraestructura

El mapa de vulnerabilidad de la infraestructura se realizó a partir de la evaluación de vulnerabilidad en cada tipo de infraestructura, individualmente, dentro del área de estudio. Para ello, se gestionó la información correspondiente a ubicación de vías, líneas eléctricas, bocatomas y aeropuertos, para generar buffer's cada 500 metros, desde la infraestructura determinada. Posteriormente, se utilizó el criterio propuesto en el protocolo del IDEAM para la asignación de categoría y calificación por tipo de infraestructura, que se encuentra especificado en la tabla 13.

Tabla 13*Criterios de categoría de vulnerabilidad de la infraestructura*

| Distancia a la infraestructura (Grosor del buffer en m) | Categoría de Amenaza | Calificación |
|--|-----------------------------|---------------------|
| Más de 2000 | Muy Baja | 1 |
| 1500 – 2000 | Baja | 1 |
| 1000 – 1500 | Moderada | 2 |
| 500 – 1000 | Alta | 3 |
| 0 – 500 | Muy Alta | 4 |

Nota. La tabla muestra los criterios de vulnerabilidad y calificación de la infraestructura. Fuente: IDEAM, 2011.

Los mapas de vulnerabilidad por tipo de infraestructura con sus respectivas calificaciones de vulnerabilidad asignados, se sometieron a un proceso de cálculo de promedio de calificación, criterio que permitió la asignación directa de las categorías de vulnerabilidad a partir del resultado obtenido, generándose así el mapa de vulnerabilidad de la infraestructura.

Vulnerabilidad institucional

La vulnerabilidad institucional, se determinó a partir de la generación de isócronas, por medio de interpolación, las cuales posteriormente, se normalizaron, se ponderaron y reclasificaron para obtener las respectivas categorías de vulnerabilidad y su calificación. La normalización y ponderación se desarrolló a partir de las formulas anteriormente especificadas (ver normalización y ponderación).

Vulnerabilidad Patrimonial

Este mapa, se generó, partiendo de la gestión de la información geográfica correspondiente a áreas de importancia ambiental y áreas patrimonio, tales como áreas protegidas, áreas con significancia ambiental y microcuencas abastecedoras de acueductos veredales. Dichas áreas se traslaparon con el mapa de amenaza total, para poder categorizarlas de acuerdo a su proximidad

a las áreas de muy alta y alta amenaza, y así asignarles la respectiva calificación de vulnerabilidad.

Vulnerabilidad Económica

Para la evaluación de vulnerabilidad económica, se clasificaron las coberturas de la tierra propuestas por el protocolo a partir de la metodología Corine Land Cover, para asignar categoría de vulnerabilidad y calificación de acuerdo a los criterios establecidos en la tabla 14.

Tabla 14

Criterios de vulnerabilidad económica

| Tipo de cobertura (Corine Land Cover) | Categoría de Vulnerabilidad | Calificación |
|---|--|---------------------|
| 3.3.2. Afloramientos rocosos | Muy Baja | 1 |
| 3.1.1. Bosque denso | Baja | 2 |
| 3.1.3. Bosque fragmentado | Moderada | 3 |
| 3.1.4. Bosque de galería y ripario | Baja | 2 |
| 3.2.2. Arbustal | Baja | 2 |
| 5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales | Muy Baja | 1 |
| 2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | Alta | 4 |
| 2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales | Alta | 4 |
| 2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos | Moderada | 3 |
| 2.4.1. Mosaico de cultivos | Muy Alta | 5 |
| 2.3.3. Pastos enmalezados | Alta | 4 |
| 2.3.1. Pastos limpios | Alta | 4 |
| 3.2.1. Herbazal | Baja | 2 |
| 3.3.5. Zonas glaciares y nivales | Muy Baja | 1 |

Nota. La tabla muestra los criterios de categorización de vulnerabilidad económica y su respectiva calificación. Fuente: IDEAM, 2011.

Vulnerabilidad Total

Para el cálculo de vulnerabilidad total, se emplearon las calificaciones de la vulnerabilidad poblacional, ecológica y territorial, de infraestructura, institucional, patrimonial y económica.

Dichas calificaciones se multiplicaron por un factor determinado y se sumaron de acuerdo a lo estipulado en la siguiente fórmula propuesta por el protocolo del IDEAM:

Amenaza = (Vulnerabilidad institucional x 0.04) + (Vulnerabilidad patrimonial x 0.20) + (Vulnerabilidad poblacional x 0.31) + (Vulnerabilidad territorial x 0.20) + (Vulnerabilidad de la infraestructura x 0.06) + (Vulnerabilidad económica x 0.18)

Los valores obtenidos del cálculo de amenaza total, fueron normalizados y ponderados de acuerdo a las fórmulas especificadas anteriormente (ver normalización y ponderación).

Riesgo

Finalmente, se realizó el cálculo de riesgo a partir del producto (multiplicación) de las calificaciones asignadas en los mapas de amenaza total y vulnerabilidad total. Los valores obtenidos del cálculo de amenaza total, fueron normalizados y ponderados de acuerdo a las fórmulas especificadas anteriormente (ver normalización y ponderación).

Fue necesario traslapar las zonas de riesgo resultantes, con las áreas de importancia patrimonial, las áreas de densidad poblacional, las áreas desprotegidas por la acción institucional y las áreas con alto valor productivo, así como con las áreas con alto valor histórico – cultural. Lo anterior se realizó para priorizar áreas de intervención preventiva, con el fin de reducir el riesgo de incendios forestales.

Capítulo 4: Administración del Proyecto

4.1 Recursos

4.1.1 Recursos Humanos. Para la realización de este trabajo, se empleó como recurso humano, el aportado por el autor del proyecto de grado y su respectivo director. No obstante, durante el desarrollo del mismo, se pudo realizar consultas a personal especializado, que aportó como recurso humano en la terminación del trabajo.

4.1.2 Recursos Financieros. El presupuesto, se puede visualizar en la tabla 15.

Tabla 15

Presupuesto

| CONCEPTO | Unidad | Cantidad | Valor unitario | Valor total en pesos |
|------------------|--------|----------|----------------|----------------------|
| Imagen Satelital | 1 | 1 | \$1.700.000 | \$1.700.000* |
| GPS | 1 | 1 | \$300.000 | \$300.000† |
| Papelería | Resma | 1 | \$27.000 | \$27.000‡ |
| Salidas de campo | Salida | 6 | \$10.000 | \$60.000§ |
| Recurso Humano | 1 | 2 | \$800.000 | \$1.600.000** |
| TOTAL | | | | \$3.687.000†† |

Nota: La tabla muestra el presupuesto estipulado para el proyecto. Fuente: Elaboración propia, 2016.

* La adquisición de la imagen satelital, no representó inversión por parte del autor del proyecto, debido a que se obtuvo de forma gratuita a través del geoportal de Sentinel 2A

† Se contó con un GPS de propiedad de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

‡ Costo asumido por el autor

§ Costo asumido por el autor

** Valoración en \$ del trabajo del autor.

†† Existen otros elementos adicionales que no se incluyen en el presupuesto general, puesto que están al servicio del estudiantado y se pueden utilizar bajo la supervisión del encargado en la Universidad.

4.1.3 Recursos Institucionales. En lo que respecta a recursos institucionales, se emplearon los equipos phantom 3 advanced, que permitieron la captura de imágenes aéreas de ciertas áreas, con el fin de corroborar coberturas de la tierra. Adicionalmente, se empleó la licencia del software Arcgis que posee la Universidad para la realización de ciertos procesos en dicho software, así como también se utilizó la licencia del software Pix4D para la generación de los ortofotomosaicos, con las imágenes capturas por los drones. Por otra parte, la Alcaldía Municipal aportó toda la documentación correspondiente al Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Ocaña (documentos y cartografía), mientras, Centrales Eléctricas de Norte de Santander y el Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Ocaña, aportaron archivos con información relevante en lo que respecta a ubicación de líneas eléctricas e históricos de incendios forestales, respectivamente.

Capítulo 5: Resultados

5.1 Resultados del primer objetivo específico

Para el desarrollo del primer objetivo específico, se realizó la consulta respectiva a cada una de las fuentes de datos que menciona el protocolo del IDEAM para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal Escala 1:100.000, con presencia en el municipio de Ocaña – Norte de Santander.

Información base del municipio

Se consultó la información base almacenada en formato vectorial en la plataforma del Sistema de Información Geográfico para el Ordenamiento Territorial – SIGOT, que administra el Instituto Geográfico Agustín Codazzi. De dicha plataforma, se extrajo el archivo en formato shapefile, el límite político administrativo del municipio de Ocaña, el cual fue actualizado en el año 2013, debido a la sustracción del área de jurisdicción de la zona de reserva forestal protectora del río Magdalena, y con esta, de algunas veredas que se encontraban ubicadas al occidente y suroccidente del municipio de Ocaña, y que actualmente hacen parte de la jurisdicción del vecino municipio de Río de Oro – Cesar. En cuanto a la información de vías primarias y secundarias, hidrografía y topografía, registrada en SIGOT, se decidió descartar, puesto que la escala a partir de la cual fue generada dicha información, correspondía a una escala de menor detalle (1:100.000), con respecto a la requerida para el desarrollo de este trabajo (1:25.000). En la figura 6, se visualiza la información cargada en la plataforma de SIGOT, previa a su descarga en formato shapefile.

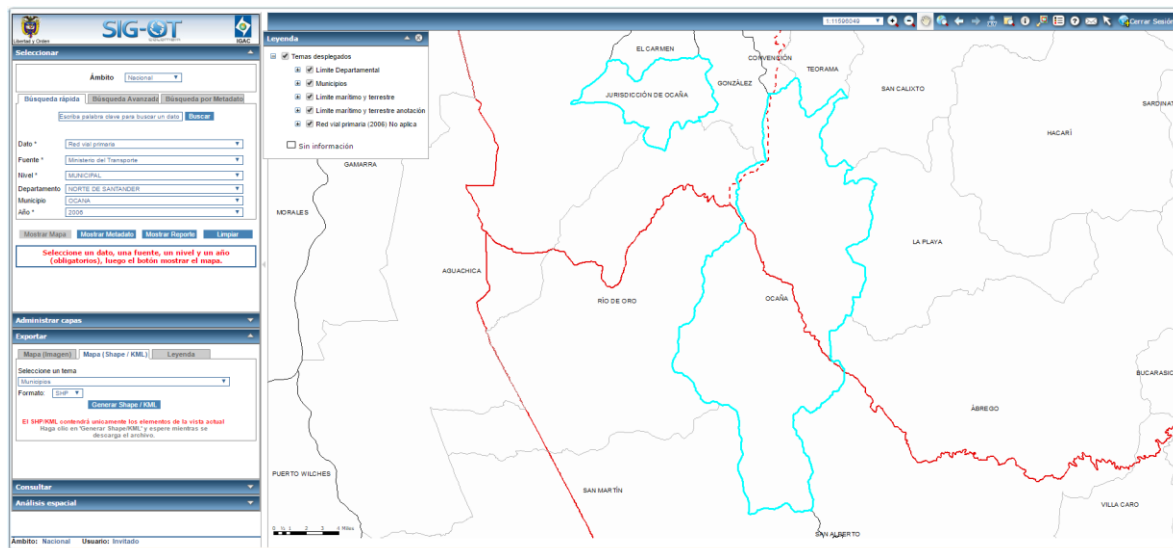


Figura 6. Visualización de la consulta y descarga realizada en la plataforma SIGOT de IGAC. Fuente: IGAC, 2016.

La alcaldía municipal de Ocaña, a través de la Secretaría de Planeación Municipal, suministró en formato digital toda la información del Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Ocaña, que se sometió a proceso de revisión y ajuste el año pasado. Dicha información corresponde al archivo que contiene toda la documentación y cartografía (incluyendo archivos en formato shapefile) del municipio, donde se encontró y se extrajo la hidrografía y la división política administrativa a nivel de veredas del municipio de Ocaña.

Información utilizada para amenaza por precipitación y temperatura

La información meteorológica correspondiente a histórico de los últimos diez años de las variables de precipitación y temperatura (según lo indicado por el protocolo), fue obtenida a partir de solicitud en línea dirigida al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Para ello, se identificaron las estaciones con mayor proximidad al área de estudio y su respectivo código de identificación, dentro del catálogo de estaciones meteorológicas del IDEAM. Así, se priorizaron las siguientes estaciones: Estación del Instituto

Agrícola de Convención, Estación Teorama, Estación La Playa, Estación del Centro Administrativo de Ábrego, Estación de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña (sede El Algodonal), Estación Aeropuerto Aguas Claras, Estación Río de Oro (Cesar) y Estación Brotaré. Se diligenció el formulario de solicitud de información por cada estación, especificando en el mismo, las variables para las cuales se solicitaban datos, reportadas por la estación respectiva y el lapso de tiempo para el cual se requerían los reportes. Esta información fue solicitada a finales de 2015 y principio del año 2016 y fue recibida mediante correo electrónico, en formato de bloc de notas (Ver Apéndice E). En las tablas 15 y 16, se pueden visualizar los históricos de los últimos 10 años correspondientes a las variables de temperatura y precipitación, respectivamente, así como el promedio multianual de dichas variables, dato se introdujo en la tabla de atributos del archivo shapefile, utilizado posteriormente para el cálculo de isoyetas e isothermas.

Tabla 16

Histórico de valores de Temperatura en °C por estación meteorológica consultada.

| | Estación UFPSO | Estación La Playa | Estación Apto Aguas Claras | Estación Teorama | Estación Instituto Agrícola Convención | Estación Abrego Centro Admon | Estación Brotaré | Estación Río de Oro |
|-------------|-------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------|---|---------------------------------------|---------------------|---------------------------|
| Año 2005 | 21,9 | 19,7 | 20,9 | 21,9 | 22,2 | 20,7 | 21,2 | 21,8 |
| Año 2006 | 21,4 | 19,8 | 21,3 | 21 | 22,1 | 21,2 | 19,7 | 22 |
| Año 2007 | 21,4 | 20 | 21,3 | 21,9 | 22 | 20,7 | 18,8 | 19,5 |
| Año 2008 | 21,1 | 19,7 | 20,8 | 22 | 21,6 | 20,9 | 19 | 21,2 |
| Año 2009 | 21,6 | 19,7 | 21,4 | 21,5 | 21,8 | 20,8 | 20,2 | 19,7 |
| Año 2010 | 22,2 | 20,7 | 21,8 | 22,3 | 22,3 | 21,1 | 21 | 21,8 |
| Año 2011 | 21,3 | 20 | 20,9 | 22,4 | 21,7 | 21,2 | 19,8 | 20,8 |
| Año 2012 | 21,3 | 20,3 | 21 | 21,3 | 22 | 20,6 | 20,5 | 22,3 |
| Año 2013 | 21,6 | 20,6 | 21,4 | 21,7 | 22,3 | 20,9 | 19,3 | 21,1 |

Tabla 16. Continuación

| | | | | | | | | |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Año 2014 | 21,9 | 20,8 | 22 | 21,8 | 22,8 | 21,3 | 20,3 | 21,5 |
| Año 2015 | 22,1 | 21,4 | 20,6 | 21,8 | 23,2 | 21 | 20,2 | 21,3 |
| Promedio | 21,62 | 20,25 | 21,22 | 21,78 | 22,18 | 20,95 | 20,00 | 21,18 |

Nota. La tabla muestra valores de temperatura media anual en °C de los últimos 10 años por estación meteorológica consultada. Fuente: IDEAM, 2016.

Tabla 17

Histórico de valores de Precipitación en mm, por estación meteorológica consultada.

| | Estación UFPSO | Estación La Playa | Estación Apto Aguas Claras | Estación Teorama | Estación Instituto Agrícola Convención | Estación Abrego Centro Admon | Estación Brotaré | Estación Río de Oro |
|----------|----------------|-------------------|----------------------------|------------------|--|------------------------------|------------------|---------------------|
| Año 2005 | 1037,6 | 927,2 | 32,3 | 1726,5 | 1648,7 | 1090,8 | 1235 | 1132 |
| Año 2006 | 1183,5 | 958,2 | 1003 | 1388,2 | 1387,9 | 1317,2 | 1154,4 | 1227 |
| Año 2007 | 1143,4 | 286,8 | 597,8 | 1661,8 | 1458,9 | 1214,3 | 1219,1 | 1037 |
| Año 2008 | 1076,6 | 830,1 | 951,4 | 1381,7 | 1702,6 | 1407,4 | 1031,4 | 1252 |
| Año 2009 | 783,8 | 643,2 | 671,8 | 1208,5 | 1291,9 | 1399,6 | 638,8 | 723,6 |
| Año 2010 | 1492,3 | 1425,4 | 1436,5 | 2768,2 | 2454,8 | 1006,8 | 1545,4 | 1306,5 |
| Año 2011 | 1165,2 | 1035,2 | 1134,1 | 1983,3 | 1961,9 | 1571,2 | 320,7 | 1156,6 |
| Año 2012 | 936,6 | 888,3 | 995,6 | 1286,5 | 1543 | 1592,3 | 388 | 906 |
| Año 2013 | 506,6 | 476,4 | 606,1 | 510 | 942,9 | 1171,2 | 381,4 | 768 |
| Año 2014 | 1129,7 | 795,2 | 1039,6 | 300,2 | 1450,9 | 738,2 | 536,7 | 919 |
| Año 2015 | 497,2 | 283 | 14,2 | 300,2 | 575,1 | 703,9 | 295,7 | 528,3 |
| Promedio | 995,68 | 777,18 | 771,13 | 1319,55 | 1492,60 | 1201,17 | 795,15 | 996,00 |

Nota. La tabla muestra valores de precipitación anual en mm, de los últimos 10 años por estación meteorológica consultada. Fuente: IDEAM, 2016.

Información obtenida para amenaza por frecuencia de incendios forestales

La reconstrucción del histórico de incendios forestales (de los diez últimos años, según el protocolo del IDEAM), necesario para la realización del mapa de amenaza por frecuencia de

incendios, se gestionó a partir de la consulta a entidades locales, como el Cuerpo de Bomberos, la Defensa Civil, la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental y el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres. Así, el Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Ocaña, suministró dos archivos en formato Excel, con el histórico de eventos de incendios forestales, correspondiente a los años 2012, 2013, 2014, 2015 y lo reportado hasta marzo de 2016 (Ver Apéndice D). Dicha información no se encontraba georreferenciada, y como ubicación solo se especificaba la vereda en la que había ocurrido el evento, dato que permitió la corroboración en campo, a partir de la consulta a pobladores de las respectivas zonas en donde ocurrieron dichos incendios, y la georreferenciación del lugar. Con respecto al histórico de incendios desde 2006 hasta 2011, en Bomberos no se poseía esta información, ya que no se encontraba digitalizada y fue registrada en medio físico, la cual en su momento fue solicitada, obteniendo una respuesta negativa por parte de la persona encargada del archivo de la entidad, puesto que en Ocaña se comenzó a registrar incendios forestales desde el año 2012, debido que en años anteriores, solo se registraban otro tipo de incendios, como los ocurridos en edificaciones al interior del casco urbano.

La Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental, por su parte, solo poseía datos de un evento de incendio forestal, en el cual se determinó causa antrópica y el responsable se encontraba identificado, abriéndose en su tiempo, el respectivo proceso sancionatorio, cuyo informe reposaba en los archivos de la CAR. En el caso de Defensa Civil y el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo, no poseen datos de históricos de incendios forestales, sin embargo, las directivas del Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres, suministraron un documento titulado Plan de Contingencia para los Incendios Forestales en Ocaña, elaborado en el

año 2012, y que poseía algunos datos de incendios forestales registrados por el Cuerpo de Bomberos de Ocaña.

Por último, se consultó un geoportal, operado por la NASA, que reporta eventos de incendios a nivel mundial, los cuales son capturados por los sensores de los satélites Aqua y Terra, bajo la supervisión de la Universidad de Maryland. Estos datos, fueron solicitados para el área de estudio y zonas aledañas, en el lapso de tiempo correspondiente a 2006 – 2016. En la figura 7, se visualiza una captura de pantalla del geoportal MODIS BURN AREA de la NASA, en donde se especificó la ubicación del área de estudio y el lapso de tiempo para el cual se requería el reporte.

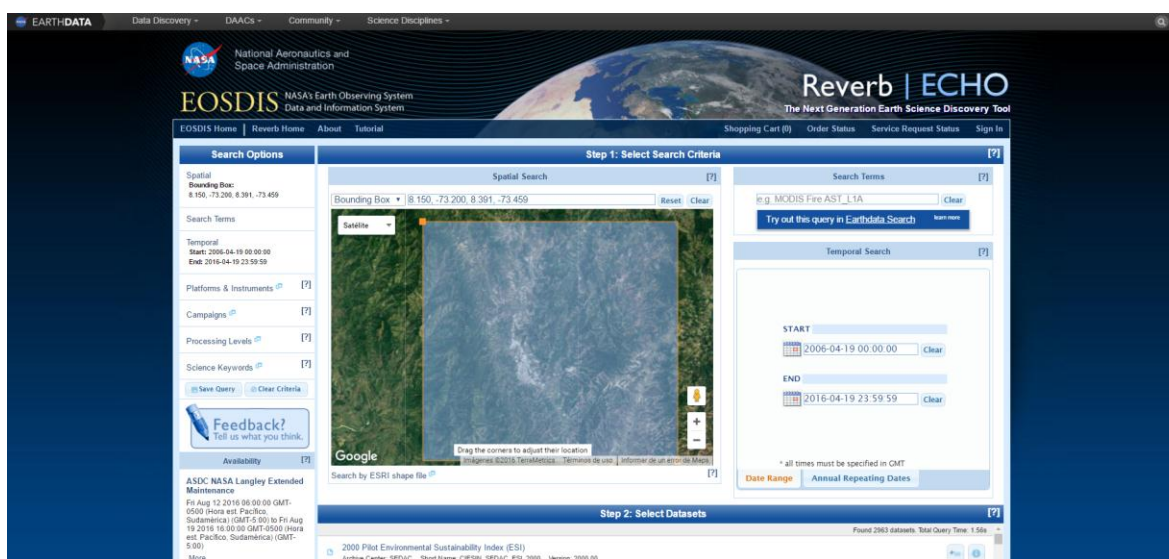


Figura 7. Visualización del geoportal MODIS BURN AREA de la NASA. Fuente: Elaboración propia, 2016.

Los reportes obtenidos del geoportal, correspondientes a los puntos de ubicación de incendios forestales en formato shapefile con el atributo de fecha exacta del evento, así como la información digitalizada a partir de los históricos reportados por las entidades de orden local, permitió la recopilación en un solo archivo de todos los datos, para proceder a generar el cálculo

de frecuencia de incendios por año y posteriormente obtener el mapa de amenaza por frecuencia de incendios. En la tabla 17, se puede visualizar el total de eventos reportados, para la reconstrucción del histórico de incendios forestales de los últimos diez años.

Tabla 18

Histórico de incendios forestales de los últimos diez años.

| Fecha Evento | Frecuencia de incendios | Normalización | Longitud en Sistema Magna Sirgas | Latitud en Sistema Magna Sirgas | Latitud en WGS 84 | Longitud en WGS 84 | Fuente |
|--------------|-------------------------|---------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------|----------------------|----------------|
| 2013 | 1,5 | 1 | 1083773,30752062 | 1401431,00620144 | 8° 13' 31,564" N | 73° 19' 1,960" W | Bomberos Ocaña |
| 2013 | 1,5 | 1 | 1077140,82859294 | 1402947,84758564 | 8° 14' 21,328" N | 73° 22' 38,560" W | Bomberos Ocaña |
| 2013 | 1,5 | 1 | 1079150,24557825 | 1410067,30214662 | 8° 18' 12,936" N | 73° 21' 32,489" W | Bomberos Ocaña |
| 2013 | 1,5 | 1 | 1081914,45754433 | 1412044,29867283 | 8° 19' 17,117" N | 73° 20' 2,042" W | Bomberos Ocaña |
| 2013 | 1,5 | 1 | 1081471,07701214 | 1411926,53010463 | 8° 19' 13,311" N | 73° 20' 16,538" W | Bomberos Ocaña |
| 2013 | 1,5 | 1 | 1082198,00744594 | 1406709,71616411 | 8° 16' 23,471" N | 73° 19' 53,103" W | Bomberos Ocaña |
| 2013 | 1,5 | 1 | 1082574,00763036 | 1402131,46381968 | 8° 13' 54,436" N | 73° 19' 41,099" W | Bomberos Ocaña |
| 2013 | 1,5 | 1 | 1081460,00574657 | 1404276,23301202 | 8° 15' 4,311" N | 73° 20' 17,365" W | Bomberos Ocaña |
| 2013 | 1,5 | 1 | 1081893,91437875 | 1404774,37967368 | 8° 15' 20,498" N | 73° 20' 3,157" W | Corponor |
| 2013 | 1,5 | 1 | 1081958,21049521 | 1406503,74780159 | 8° 16' 16,782" N | 73° 20' 0,951" W | Bomberos Ocaña |
| 2013 | 1,5 | 1 | 1077840,99956034 | 1407941,32194226 | 8° 17' 3,816" N | 73° 22' 15,395" W | Bomberos Ocaña |
| 2014 | 0,4 | 0,21428 57 | 1082709,0894846 | 1402292,75080394 | 8° 13' 59,677" N | 73° 19' 36,675" W | Bomberos Ocaña |
| 2015 | 1,3 | 0,85714 29 | 1078470,57918734 | 1411310,12833308 | 8° 18' 53,427" N | 73° 21' 54,626" W | Bomberos Ocaña |
| 2015 | 1,3 | 0,85714 29 | 1081425,08287917 | 1412042,41658637 | 8° 19' 17,085" N | 73° 20' 18,034" W | Bomberos Ocaña |
| 2015 | 1,3 | 0,85714 29 | 1079450,4891153 | 1412022,34607578 | 8° 19' 16,550" N | 73° 21' 22,562" W | Bomberos Ocaña |
| 2015 | 1,3 | 0,85714 29 | 1079403,85531003 | 1412170,21411605 | 8° 19' 21,366" N | 73° 21' 24,077" W | Bomberos Ocaña |
| 2015 | 1,3 | 0,85714 29 | 1081609,17638549 | 1416424,937049 | 8° 21' 39,715" N | 73° 20' 11,749" W | Bomberos Ocaña |
| 2015 | 1,3 | 0,85714 29 | 1081648,88739722 | 1416251,45522714 | 8° 21' 34,066" N | 73° 20' 10,462" W | Bomberos Ocaña |
| 2015 | 1,3 | 0,85714 29 | 1084664,81543146 | 1396426,10758915 | 8° 10' 48,611" N | 73° 18' 33,147" W | Bomberos Ocaña |
| 2015 | 1,3 | 0,85714 29 | 1082071,25478974 | 1401770,23262368 | 8° 13' 42,709" N | 73° 19' 57,546" W | Bomberos Ocaña |

Tabla 18. Continuación

| | | | | | | | |
|------|-----|---------------|------------------|------------------|-----------|-----------|--------------------|
| 2015 | 1,3 | 0,85714 29 | 1082157,79643154 | 1401849,67922903 | 8° 13' | 73° 19' | Bomberos Ocaña |
| 2016 | 0,1 | 0 | 1082187,62808397 | 1406088,76513698 | 45,290" N | 54,714" W | Bomberos Ocaña |
| 2015 | 1,3 | 0,85714 29 | 1081840,04851261 | 1406393,78959784 | 8° 16' | 73° 19' | Bomberos Ocaña |
| 2013 | 1,5 | 1 | 1085504,21491567 | 1402109,22331072 | 3,261" N | 53,480" W | Bomberos Ocaña |
| 2007 | 0,6 | 0,35714 29 | 1082148,92795944 | 1398614,74137232 | 8° 16' | 73° 20' | Bomberos Ocaña |
| 2013 | 1,5 | 1 | 1081693,57775299 | 1406466,95180375 | 13,210" N | 4,819" W | Modis Burn Area |
| 2012 | 0,4 | 0,21428 57 | 1083815,4283521 | 1397017,8572026 | 8° 12' | 73° 18' | Modis Burn Area |
| 2012 | 0,4 | 0,21428 57 | 1082537,31708733 | 1401906,22978277 | 8° 12' | 73° 19' | Bomberos Ocaña |
| 2012 | 0,4 | 0,21428 57 | 1081390,5127036 | 1404527,79095265 | 0,000" N | 55,200" W | Bomberos Ocaña |
| 2006 | 0,2 | 0,07142 86 | 1067565,51864895 | 1422812,32120168 | 8° 16' | 73° 20' | Modis Burn Area |
| 2006 | 0,2 | 0,07142 86 | 1067894,35124943 | 1423808,27896328 | 8° 11' | 73° 19' | Modis Burn Area |
| 2007 | 0,6 | 0,35714 29 | 1084368,00117327 | 1390655,23965158 | 7,923" N | 0,857" W | Modis Burn Area |
| 2007 | 0,6 | 0,35714 29 | 1074096,00205644 | 1403688,34266298 | 8° 13' | 73° 19' | Modis Burn Area |
| 2007 | 0,6 | 0,35714 29 | 1072105,4360482 | 1408109,2162369 | 8° 15' | 73° 20' | Modis Burn Area |
| 2007 | 0,6 | 0,35714 29 | 1071114,06825453 | 1407996,99092873 | 8° 25' | 73° 27' | Modis Burn Area |
| 2007 | 0,6 | 0,35714 29 | 1086304,46911643 | 1414881,97731379 | 8° 25' | 73° 27' | Modis Burn Area |
| 2008 | 0,3 | 0,14285 71 | 1076705,71739659 | 1423380,65204927 | 8° 7' | 73° 18' | Modis Burn Area |
| 2008 | 0,3 | 0,14285 71 | 1083596,88886997 | 1390432,57714569 | 40,800" N | 39,600" W | Modis Burn Area |
| 2008 | 0,3 | 0,14285 71 | 1096904,99167054 | 1403511,43194553 | 8° 14' | 73° 24' | Modis Burn Area |
| 2009 | 0,4 | 0,21428 57 | 1091820,79267952 | 1410911,3417653 | 8° 17' | 73° 25' | Modis Burn Area |
| 2009 | 0,4 | 0,21428 57 | 1069675,30797487 | 1412087,03485542 | 8° 17' | 73° 25' | Modis Burn Area |
| 2009 | 0,4 | 0,21428 57 | 1073193,60244965 | 1416185,18829986 | 8° 20' | 73° 17' | Modis Burn Area |
| 2009 | 0,4 | 0,21428 57 | 1070978,5851984 | 1423481,43818459 | 49,200" N | 38,400" W | Modis Burn Area |
| 2011 | 0,2 | 0,07142 86 | 1097782,57188881 | 1405283,14058153 | 8° 25' | 73° 22' | Modis Burn Area |
| 2013 | 1,5 | 1 | 1075393,75933337 | 1417848,03975031 | 8° 7' | 73° 19' | Modis Burn Area |
| 2011 | 0,2 | 0,07142 86 | 1087180,62481181 | 1417427,71793035 | 33,600" N | 8,400" W | Modis Burn Area |
| 2013 | 1,5 | 1 | 1078517,69870004 | 1395621,80517064 | 8° 14' | 73° 11' | Modis Burn Area |
| | | | | | 38,400" N | 52,800" W | Modis Burn Area |
| | | | | | 8° 18' | 73° 14' | Modis Burn Area |
| | | | | | 8° 19' | 73° 14' | Modis Burn Area |
| | | | | | 8° 19' | 73° 26' | Modis Burn Area |
| | | | | | 8° 21' | 73° 24' | Modis Burn Area |
| | | | | | 8° 21' | 73° 24' | Modis Burn Area |
| | | | | | 8° 25' | 73° 25' | Modis Burn Area |
| | | | | | 30,000" N | 58,800" W | Modis Burn Area |
| | | | | | 8° 15' | 73° 11' | Modis Burn Area |
| | | | | | 36,000" N | 24,000" W | Modis Burn Area |
| | | | | | 8° 22' | 73° 23' | Modis Burn Area |
| | | | | | 26,400" N | 34,800" W | Modis Burn Area |
| | | | | | 8° 22' | 73° 17' | Modis Burn Area |
| | | | | | 12,000" N | 9,600" W | Modis Burn Area |
| | | | | | 8° 10' | 73° 21' | Modis Burn Area |
| | | | | | 22,800" N | 54,000" W | Modis Burn Area |

Tabla 18. Continuación

| | | | | | | | |
|------|-----|---------------|------------------|------------------|--------|---------|--------------------|
| 2012 | 0,4 | 0,21428 57 | 1089165,17935576 | 1416546,88318374 | 8° 21' | 73° 16' | Modis Burn Area |
| 2014 | 0,4 | 0,21428 57 | 1087446,95680649 | 1394311,2011807 | 8° 9' | 73° 17' | Modis Burn Area |
| 2014 | 0,4 | 0,21428 57 | 1084743,61799382 | 1424391,19091282 | 8° 25' | 73° 18' | Modis Burn Area |
| 2014 | 0,4 | 0,21428 57 | 1085734,5992228 | 1424503,76273423 | 8° 26' | 73° 17' | Modis Burn Area |
| 2015 | 1,3 | 0,85714 29 | 1089940,84062398 | 1414336,30373378 | 8° 20' | 73° 15' | Modis Burn Area |
| 2015 | 1,3 | 0,85714 29 | 1090931,82140646 | 1414559,58245944 | 8° 20' | 73° 15' | Modis Burn Area |
| 2015 | 1,3 | 0,85714 29 | 1090968,24651751 | 1396972,86239562 | 8° 11' | 73° 15' | Modis Burn Area |

Nota. La tabla muestra el histórico de eventos de incendios forestales para el área de estudio y zonas aledañas, reconstruido a partir de la consulta de distintas fuentes. Fuente: elaboración propia, 2016, a partir de la recopilación de la información suministrada por Bomberos Ocaña, Corponor y el geoportal Modis Burn Area.

Amenaza por relieve o pendiente

Se gestionó una imagen DEM (modelo digital de terreno), del satélite japonés ALOS, que fue obtenida a partir de la descarga desde geoportal (Ver figura 8). Este DEM (ver figura 9), posee una resolución de 12,5 m/píxel, y con la ayuda de la herramienta extracción de curvas de nivel del software QGIS (ver figura 10), se procedió a obtener dichas curvas cada 10 metros, para posteriormente recortarlo al área de estudio.

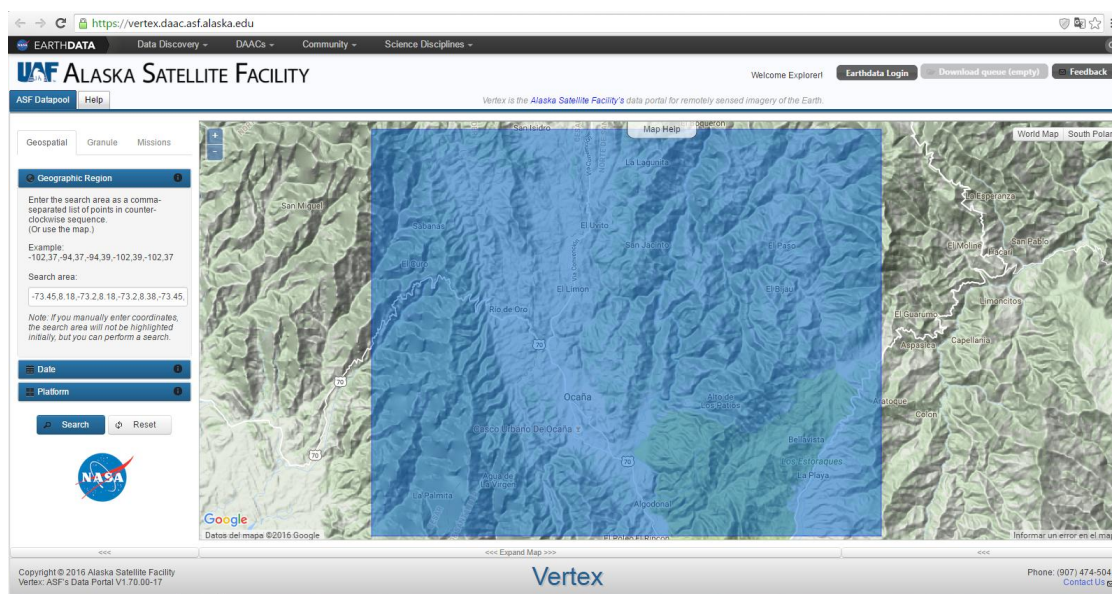


Figura 8. Visor de descarga de Alaska Satellite Facility, para la descarga de DEM del satélite ALOS. Fuente: Elaboración propia, 2016.

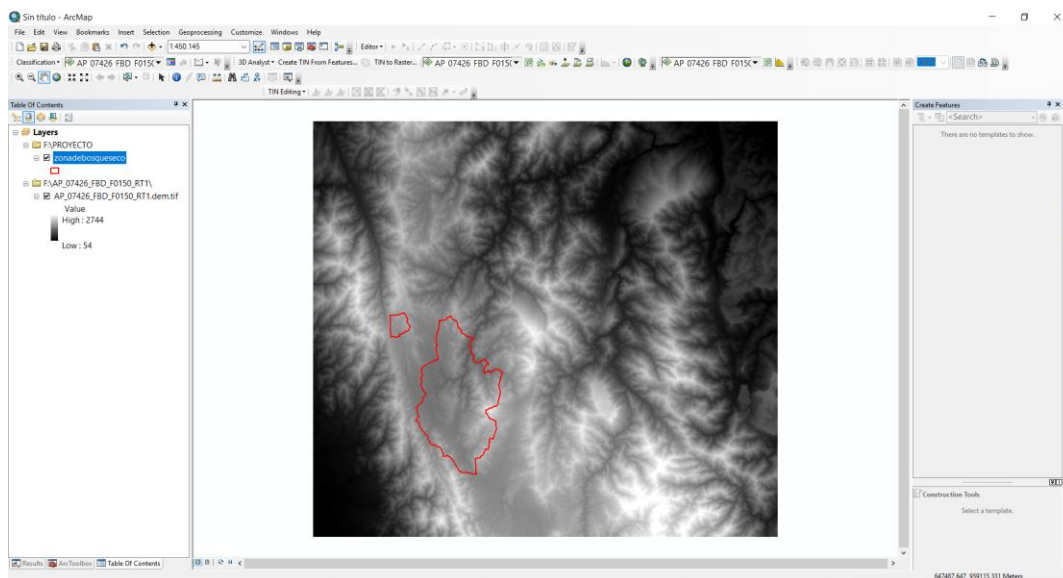


Figura 9. Vista del Modelo Digital de Terreno, descargado. Fuente: Elaboración propia, 2016.

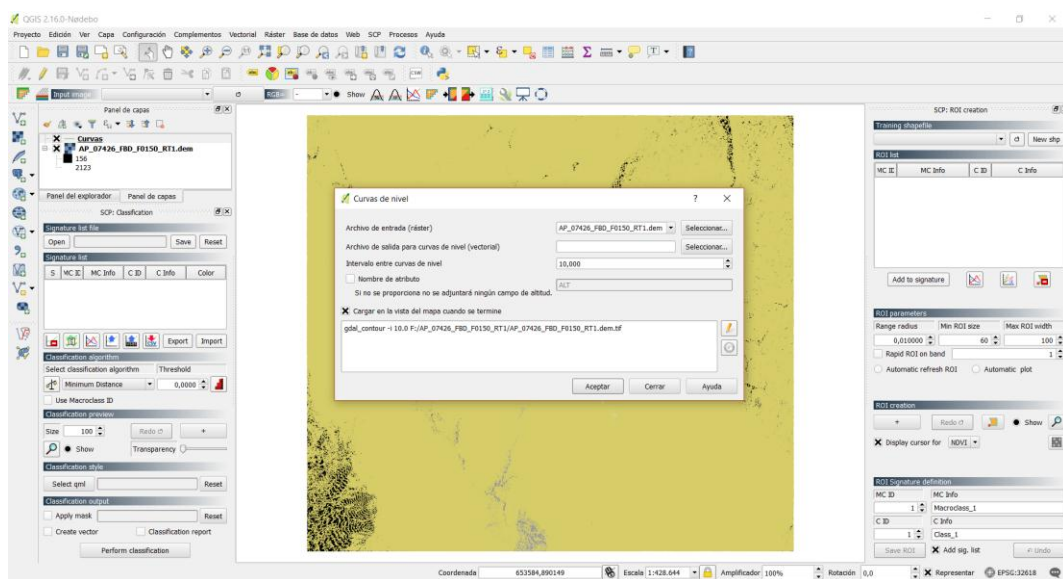


Figura 10. Vista de las curvas de nivel extraídas a partir del DEM en QGIS. Fuente: Elaboración propia, 2016

Información utilizada para el desarrollo de los mapas de susceptibilidad de la vegetación a incendios, vulnerabilidad ecológica y territorial y vulnerabilidad económica.

El mapa de coberturas de la tierra Corine Land Cover, se convirtió en el principal insumo para el desarrollo de los mapas de susceptibilidad de la vegetación al fuego, vulnerabilidad ecológica y territorial y vulnerabilidad económica. Este mapa fue generado previa clasificación supervisada de una imagen satelital sentinel 2A, la cual posee resolución de 10 m/píxel, con verificación de coberturas en campo, a través de la captura de imágenes aéreas por medio de drones, que permitieron la generación de ortofotomosaicos (ver apéndices A y B). La imagen sentinel 2A, se obtuvo a través del plugin semiautomatic clasification del software QGIS, tal y como se visualiza en la figura 11. Así mismo, el plugin mencionado, permitió la recomposición de las bandas y la renderización de la imagen para obtener su color natural y poder exportarla a formato geotiff.

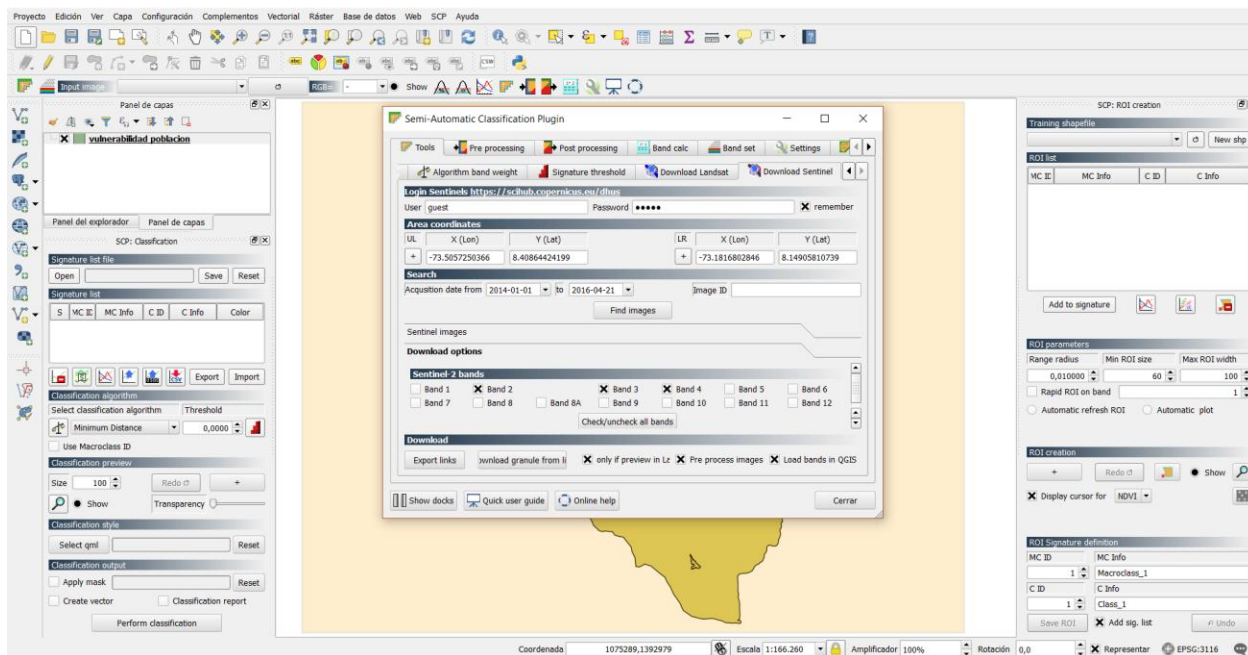


Figura 11. Ejecución del Plugin SCP de QGIS para la descarga de la imagen sentinel.

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Posteriormente se digitalizaron unos puntos de control por tipo de cobertura CLC, priorizadas por el protocolo del IDEAM, como se puede visualizar en la figura 12.

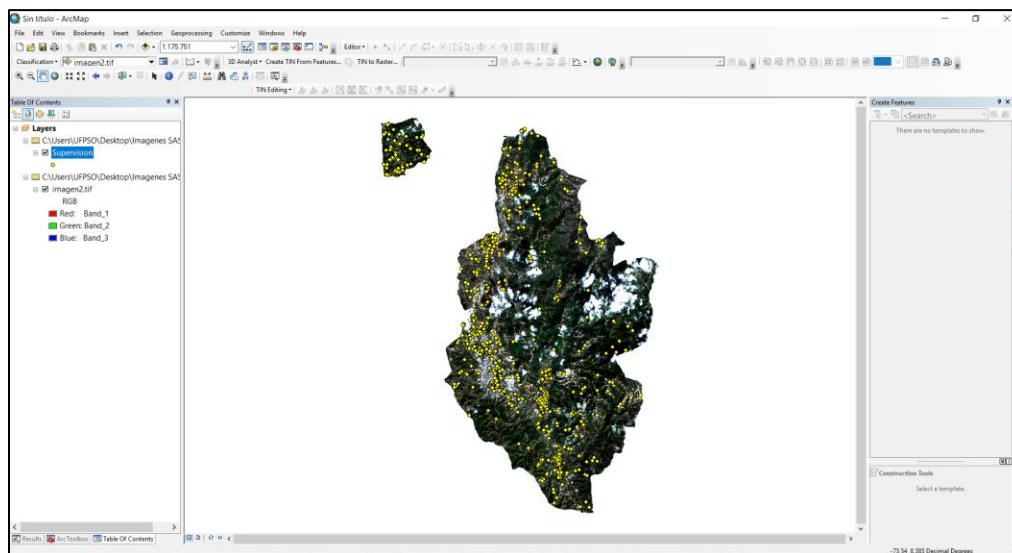


Figura 12. Puntos de supervisión para clasificación de coberturas de la tierra. Fuente: Elaboración propia, 2016.

Por último, se ejecutan las herramientas create signatures y Maximun Likelihood Classification, que se ubican en el paquete Multivariate de la Spatial Analyst Tools de ARCGIS, como se visualiza en la figura 13.

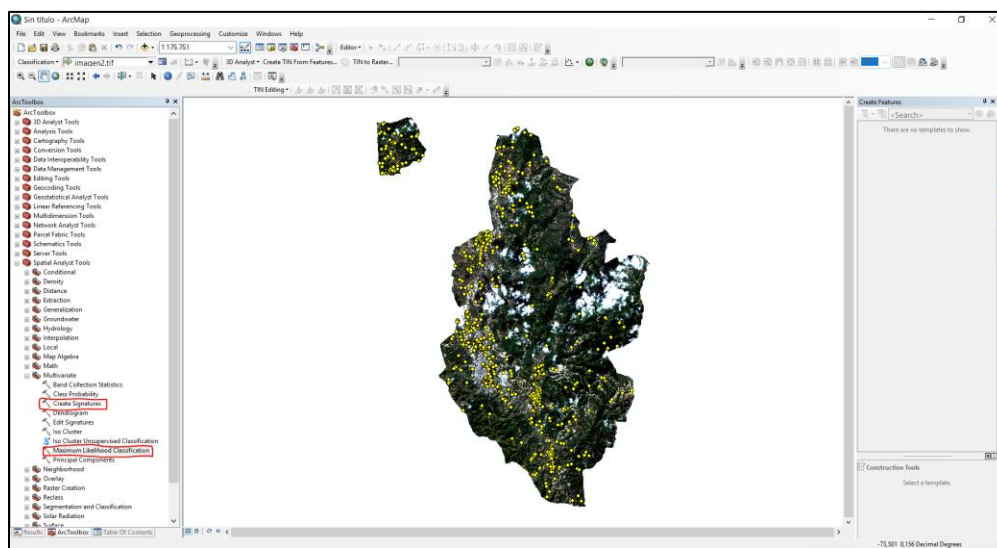


Figura 13. Generación del mapa de coberturas de la tierra. Fuente: Elaboración propia, 2016.

Por último, se obtiene el mapa de coberturas que se puede visualizar más adelante en la figura 28.

Información empleada para evaluar vulnerabilidad patrimonial

La información correspondiente a áreas patrimonio, fue obtenida directamente de la cartografía de apoyo del Plan Básico de Ordenamiento Territorial. Así al revisar esta cartografía, se encontraron cuatro tipos de áreas patrimonio: áreas protegidas, áreas de reserva forestal protectora, áreas de reserva forestal protectora productora y áreas de reserva del recurso hídrico, que posteriormente se unieron con las áreas de las microcuencas la tagua y la vaca, las cuales se digitalizaron como microcuencas abastecedoras de acueductos veredales con jurisdicción en el área de estudio. En la figura 14, se puede visualizar las áreas patrimonio gestionadas.

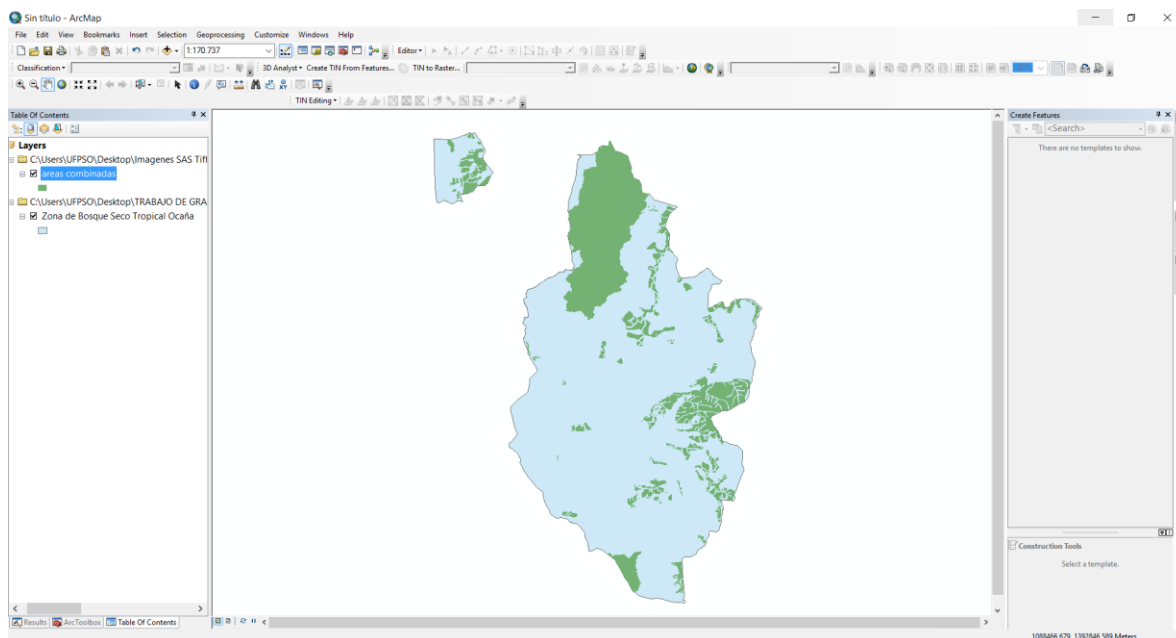


Figura 14. Información de áreas patrimonio gestionada para el área de estudio. Fuente: Elaboración propia, 2016, a partir de información del PBOT Ocaña, 2015.

Información utilizada para vulnerabilidad institucional

El cuerpo de Bomberos Voluntarios del municipio de Ocaña y la Defensa Civil, fueron consultados en sus respectivas sedes. Cabe resaltar que estos dos organismos de socorro, se encuentran ubicados uno al frente del otro, por lo que ante cualquier emergencia, se facilita la comunicación y actuación rápida del personal en conjunto. En el cuerpo de bomberos, se entrevistó a la persona encargada de este organismo en Ocaña, quién respondió todas las preguntas realizadas, principalmente relacionadas con los datos solicitados por el protocolo del IDEAM, para evaluación de vulnerabilidad institucional. Así, se recopiló, que el cuerpo de Bomberos posee jurisdicción y alcance en todo el municipio de Ocaña, e inclusive en municipios aledaños como Abrego, La Playa, Río de Oro, González, Teorama, Convención y San Calixto, en donde han atendido emergencias por incendios forestales, a solicitud de las respectivas administraciones municipales, por lo que se puede decir que el cuerpo de bomberos de Ocaña, funciona como un cuerpo de bomberos regional. Este organismo de socorro, es financiado con aportes que realiza el sector comercial de Ocaña y que son recaudados en la alcaldía municipal. Actualmente, cuentan con 35 voluntarios que integran la institución, los cuales se turnan, permaneciendo un grupo de 5 personas constantemente, en las instalaciones de bomberos. Todo este personal, es capacitado cada año. Por su parte, en lo que respecta a dotación de herramientas para extinguir fuegos, bomberos posee 3 vehículos apagafuegos con mangueras de ¼ pulgada, batefuegos, trajes de bomberos y equipos de respiración autónoma para el personal que atienda la emergencia que se presente. Por lo general, cuando sucede un incendio de cualquier tipo y dependiendo la magnitud de la emergencia, se llama a la cantidad de personal que esté descansando, para ir a atender dicha eventualidad. Según lo expresado por la persona en turno encargada del cuerpo de bomberos, los incendios forestales en Ocaña, tienen 3 principales

causas, por quemas agrícolas y manos criminales que suceden en la mayoría de los casos, y por cortos en las líneas eléctricas de alta tensión y distribución, que son casos muy poco frecuentes. Dependiendo del área quemada por el incendio forestal y de la presencia de mayor cantidad de combustible para el incendio, estos eventos, puede tardar desde horas hasta días en extinguirse, como fue el caso del incendio ocurrido en 2013 en la vereda las liscas. La tardanza en la extinción de incendios en áreas con abundancia de vegetación combustible, se debe también, a que por seguridad, existe una legislación, que reglamenta que los bomberos que se encuentren atendiendo una emergencia en zona rural, deben realizar dichas labores hasta las 6 pm, puesto que después de este horario, se considera un peligro continuar con estas labores, para la seguridad y/o integridad del personal. En el caso de Ocaña, el cuerpo de Bomberos tarda en desplazarse a los lugares con emergencias de incendios forestales en zona rural del municipio, puesto que existen zonas de difícil acceso, en donde se llega hasta un punto a través del vehículo y por medio de vía terciaria, y posteriormente, el desplazamiento se realiza caminando hasta el sitio de la eventualidad. Es por lo anterior, que algunos desplazamientos tardan 40 minutos, una hora o más, dependiendo de la accesibilidad a la zona. Adicionalmente, los vehículos de bomberos, recorren los trayectos con velocidades no superiores a los 50 Km/h, que dependiendo del estado de la vía terciaria, pueden reducirse hasta 15 o 20 Km/h. Para reportar una emergencia ante el cuerpo de bomberos, se realiza a través de llamada al número de teléfono fijo o celular, puesto que la línea gratuita de atención 119, se encuentra deshabilitada. Es importante resaltar, que en el cuerpo de bomberos se suministró 2 archivos en formato Excel,

En cuanto al cuerpo de voluntarios que integra la Defensa Civil de Ocaña, no se pudo entablar contacto con el actual presidente de dicho organismo de socorro. Sin embargo, previamente en la entrevista realizada al Sargento encargado de Bomberos Ocaña, se preguntó

acerca de la articulación entre bomberos y defensa civil para la atención de incendios forestales, para lo cual esta persona respondió, que en muy pocas ocasiones, el cuerpo de voluntarios de la defensa civil los acompaña a atender dichas eventualidades, ya que ellos no poseen mayor dotación que 1 vehículo tipo camioneta para el desplazamiento y en cuanto a herramientas, no poseen batefuegos, ni vestuario, por lo que las muy pocas veces que han colaborado en la extinción de un incendio forestal, ha sido a través del apoyo económico de la alcaldía en cuanto a desplazamiento y dotación de herramientas. La constancia de la visita realizada para consultar información en el Cuerpo de Bomberos de Ocaña, se puede visualizar en el Apéndice D.

Información utilizada para evaluar amenaza por accesibilidad y vulnerabilidad de la infraestructura

La evaluación de amenaza por accesibilidad, requirió la gestión del archivo shapefile de vías primarias y secundarias del municipio de Ocaña. Este archivo, fue digitalizado a partir de un mosaico generado con imágenes satelitales de la base de datos de Google Earth, descargadas a través del software ruso Sas Planet. El archivo de vías primarias y secundarias, permitió la evaluación de amenaza por accesibilidad y de vulnerabilidad de la infraestructura tipo vías terrestres. Con el mosaico generado, a partir de las imágenes descargadas del Sas Planet, también se digitalizó la infraestructura del aeropuerto aguas claras de Ocaña. En la figura 15 se puede visualizar el mosaico generado, a partir del cual se digitalizaron las vías primarias y secundarias presentes en el área de estudio y la infraestructura del aeropuerto aguas claras de Ocaña.

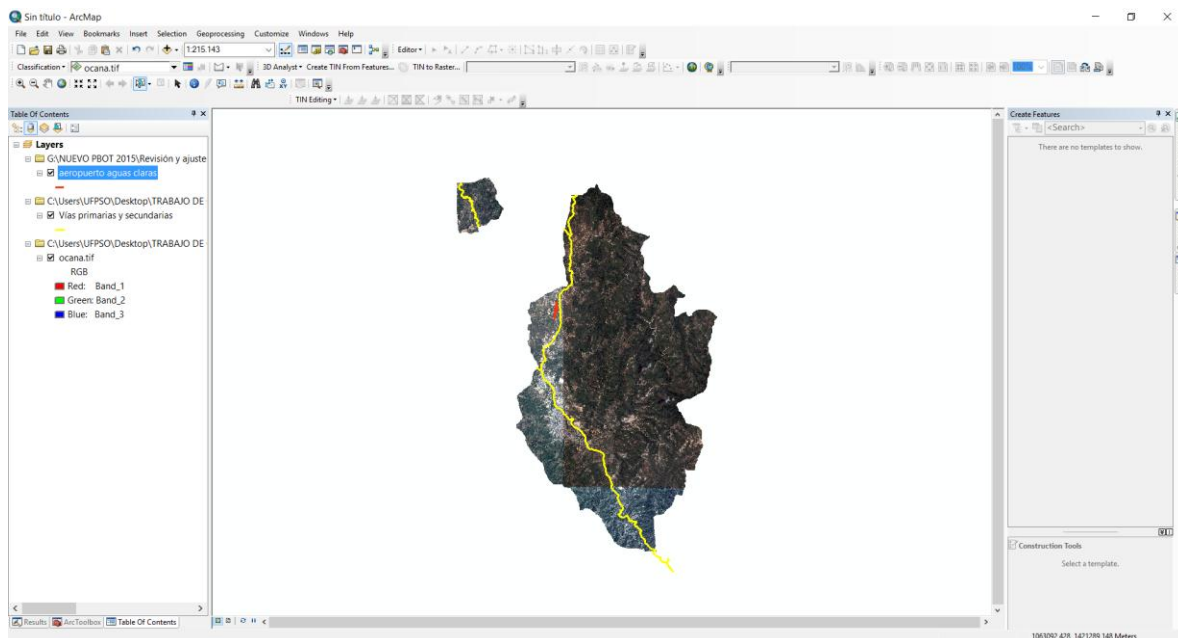


Figura 15. Vías primarias y secundarias e infraestructura del aeropuerto digitalizadas.

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Por otra parte, se gestionó la información correspondiente a la infraestructura de líneas eléctricas georreferenciada, a través de la consulta a Centrales Eléctricas de Norte de Santander, quienes, suministraron mediante oficio (ver Apéndice C), dicha información en formato KML. En cuanto a la infraestructura tipo bocatomas, se digitalizaron los puntos de ubicación de las principales bocatomas urbanas y rurales del municipio de Ocaña, las cuales se georreferenciaron en campo con la ayuda de un GPS. En la figura 16 se puede visualizar la infraestructura tipo líneas eléctricas y bocatomas con jurisdicción en el área de estudio y en la tabla 19 se visualiza las coordenadas por cada bocatoma georreferenciada.

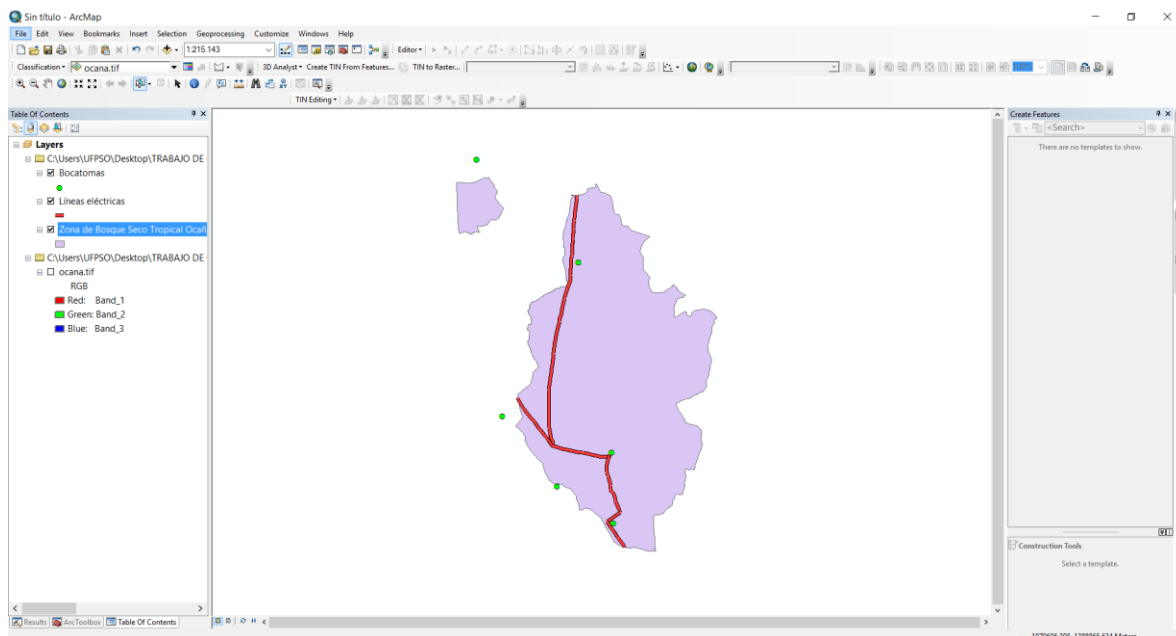


Figura 16. Información de infraestructuras tipo líneas eléctricas y bocatomas gestionada.

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla 19

Ubicación de bocatomas

| Bocatoma | Longitud Sistema Magna Sirgas | Latitud Sistema Magna Sirgas |
|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Bocatoma Adamiuain - Pueblo Nuevo | 1075282,08359842 | 1403460,81445032 |
| Bocatoma Aguas Claras | 1080940,71000957 | 1414883,86657086 |
| Bocatoma La Ermita | 1083535,92005817 | 1395544,89754469 |
| Bocatoma Otaré | 1073394,91654716 | 1422470,92090483 |
| Bocatoma Río Algodonal | 1083407,17118419 | 1400786,71897221 |
| Bocatoma Río Tejo | 1079362,33165538 | 1398275,82737343 |

Nota. La tabla muestra la ubicación de las bocatomas presentes en el área de estudio. Fuente: Elaboración propia, 2016.

Información utilizada para evaluar vulnerabilidad poblacional

La información necesaria para evaluar vulnerabilidad poblacional, fue gestionada a partir de la consulta de los datos suministrados en internet por el Departamento Nacional de Estadística DANE, en cuanto a las proyecciones de población a partir de los reportes del Censo del año

2005. Así mismo, esta información se complementó, con los datos de proyección de población a 2016, de los centros poblados del municipio de Ocaña, que se encontraba en un documento de diagnóstico de los sistemas de tratamiento de agua potable de dichos centros poblados, desarrollado en el año 2009 y suministrado por la secretaría de desarrollo rural de Ocaña (ver Apéndice E). Por último, se gestionó la información de la ubicación de las viviendas rurales de Ocaña, cartografía disponible en el PBOT Ocaña 2015, de donde se extrajo, la ubicación de las viviendas dentro del área de estudio (ver figura 17), para multiplicar el número de viviendas obtenidas por un valor de 3,6 que corresponde al número de personas por vivienda rural o de centro poblado, suministrado por el DANE. En la tabla 20, se puede visualizar la distribución de la población en el área de estudio.

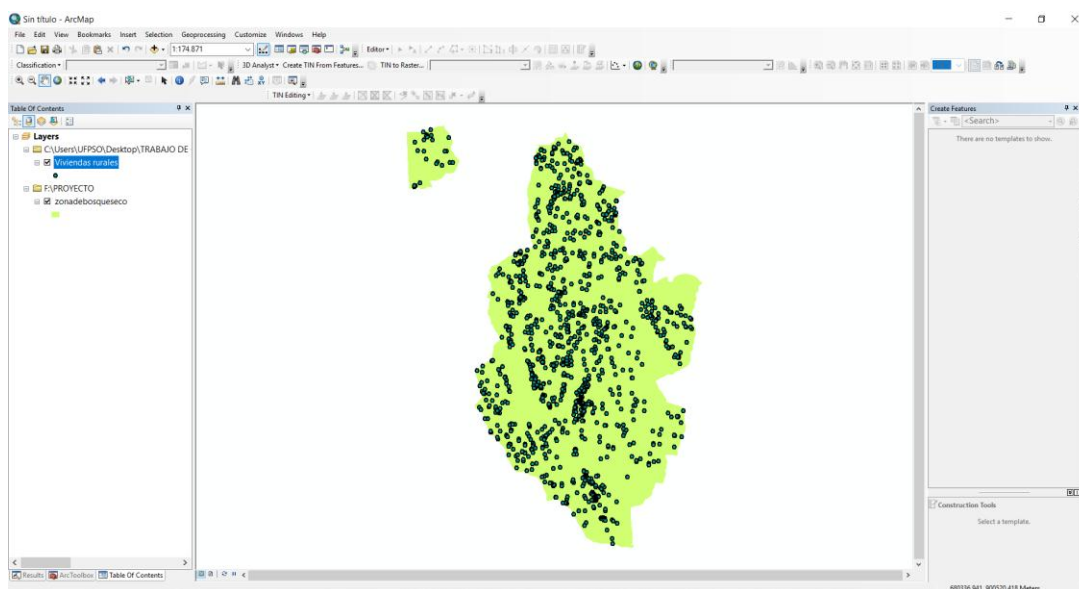


Figura 17. Información de viviendas rurales dentro del área de estudio. Fuente: Elaboración propia, 2016, a partir de la información suministrada por el PBOT 2015.

Tabla 20*Distribución de la población en el área de estudio.*

| Zona | Población en Habitantes | Fuente |
|-----------------------------|--------------------------------|---|
| Caso Urbano | 89779 | DANE |
| Centro Poblado La Ermita | 395 | Secretaría de desarrollo rural de Ocaña |
| Centro Poblado Aguas Claras | 933 | Secretaría de desarrollo rural de Ocaña |
| Resto del área de estudio | 3442 | PBOT Ocaña 2015 |
| Total | 94549 | Elaboración propia |

Nota. La tabla muestra la distribución de la población dentro del área de estudio. Fuente: Elaboración propia, 2016, a partir de la información suministrada por el DANE, la Secretaría de desarrollo rural y el PBOT Ocaña, 2015.

5.2 Resultados del segundo objetivo específico

El protocolo del IDEAM para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal, está formulado para escala de trabajo 1:100.000. El mismo protocolo, realiza la aclaración en la ficha de verificación de información (ficha 3), en la cual especifica qué tipo de información se requiere por cada factor obligatorio y complementario a evaluar, y la escala a la que debería estar generada la información geográfica (1:100.000).

Como se estipuló en la metodología de este trabajo, el primer ajuste realizado al protocolo, correspondió al ajuste de escala, debido a que por legislación vigente, la cartografía debió ser generada a escala rural 1:25.000. Para ello, se gestionó la cartografía del Plan Básico de Ordenamiento Territorial, que está generada en la escala indicada. De dicha cartografía se extrajo parte de la información geográfica base y de la información usada para evaluar vulnerabilidad patrimonial.

Respecto a la red vial, el casco urbano y los centros poblados, fueron digitalizados a partir de imágenes de google, obtenidas a través del software ruso SAS Planet versión 160606, que permite la descarga de imágenes de satélite almacenadas en distintos servidores (Google, Nokia, Bing, etc), las cuales se pueden leer directamente en un software GIS, debido a que ya se encuentran georreferenciadas al momento de la descarga. Las imágenes descargadas para realizar las digitalizaciones, poseían una resolución estándar de 110 cm/píxel.

El mapa de coberturas, insumo importante para la generación del mapa de amenaza por susceptibilidad de la vegetación a incendios y de los mapas de vulnerabilidad económica y ecológica y territorial, fue generado a partir de una imagen sentinel 2A, cuya resolución para las bandas 2, 3, 4 (RGB) es de 10 m/píxel, ideal para la generación de cartografía a escala 1:25.000.

La cartografía restante, fue generada a partir de interpolaciones, evaluaciones multicriterio y los procedimientos estipulados en el protocolo en mención, de acuerdo con los datos recopilados de distintas fuentes, generándose las salidas gráficas respectivas por factor evaluado, en la escala de trabajo anteriormente señalada.

Otro tipo de ajuste realizado al protocolo, fue la ponderación de valores de los factores sometidos a normalización, para lo cual se dispuso trabajar con 5 rangos de amplitud equitativa en el rango de 0 a 1 (en este rango quedan expresados los valores normalizados del factor procesado). Así mismo, se realizó el ajuste a la evaluación de vulnerabilidad patrimonial, para lo cual se seleccionó como criterio, la superposición de las áreas patrimonio, con el mapa de amenaza total, con el fin de definir la categoría de vulnerabilidad, a partir de la proximidad de dichas áreas patrimonio a las zonas de amenaza alta y muy alta.

5.3 Resultados del tercer objetivo específico

Posterior a las etapas de recopilación de información, organización, digitalización y ajustes de escala, se procede a desarrollar las respectivas salidas gráficas por cada factor de obligatoria evaluación, de acuerdo al protocolo del IDEAM.

Cartografía Base

Esta información fue gestionada consultando la Secretaria de Planeación del Municipio de Ocaña, que facilitó toda la cartografía generada para la última revisión (2015) del Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) de Ocaña. Adicionalmente, se consultó la plataforma de SIGOT, para la descarga del límite actualizado del municipio, y se digitalizó la red vial (vías primarias y vías secundarias) de Ocaña, así como los centros poblados de los corregimientos de La Ermita, Aguas Claras, Otaré, Buenavista, Pueblo Nuevo y el casco urbano de Ocaña, usando como base una imagen satelital obtenida de la base de datos de Google a través del software ruso

SAS Planet. Las curvas de nivel por su parte, fueron obtenidas a partir del empleo de la herramienta extracción > curvas de nivel, del software QGIS versión 2.14.3, usando una imagen DEM o modelo digital de elevación, descargado del geoportal del satélite japonés ALOS. Las curvas fueron generadas cada 10 metros.

Al cruzar la información de red hídrica y veredas obtenida del PBOT de Ocaña, con la información de red vial y centros poblados que fue digitalizada, y la información de curvas de nivel extraída de un modelo digital de elevación, se obtuvo el mapa de cartografía base que se puede visualizar en la figura 18, a escala 1:25.000.

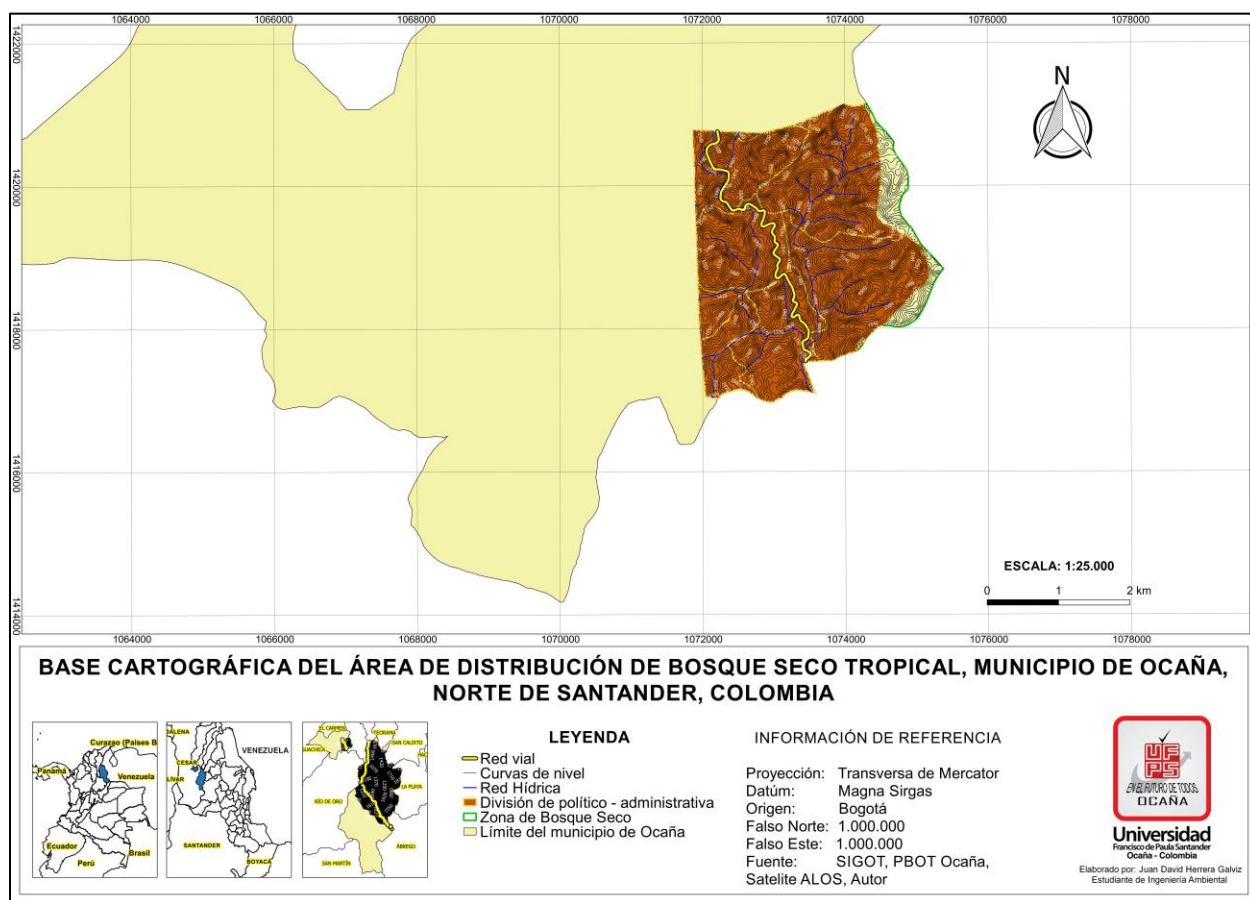


Figura 18. Cartografía Base. Fuente: Elaboración propia, 2016.

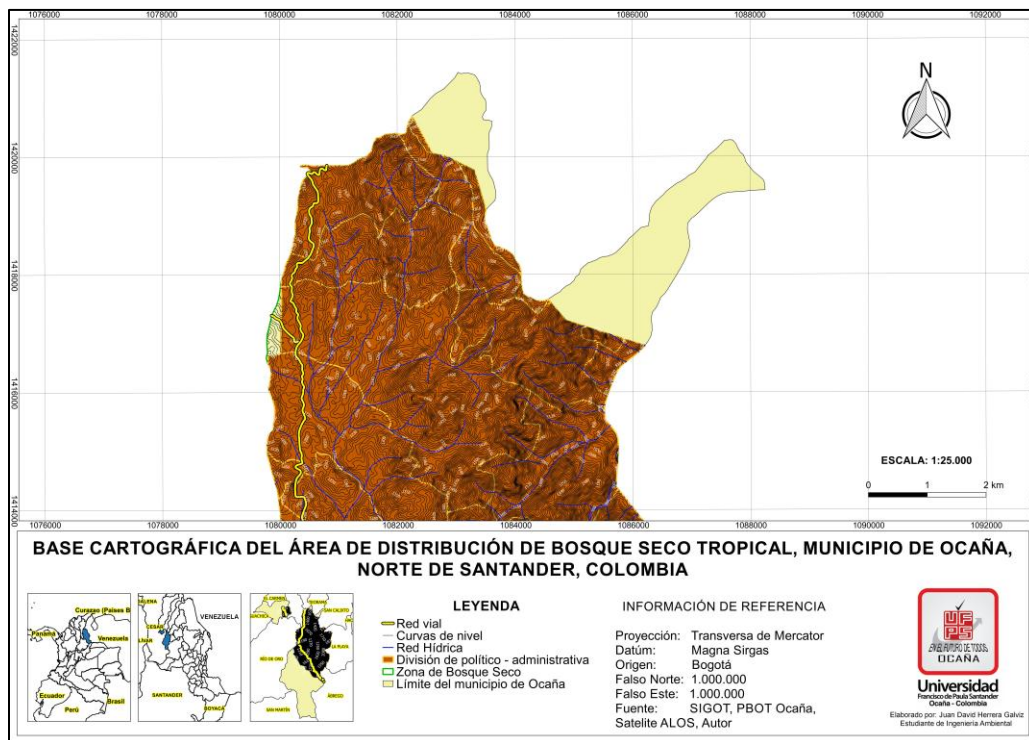


Figura 18. Continuación

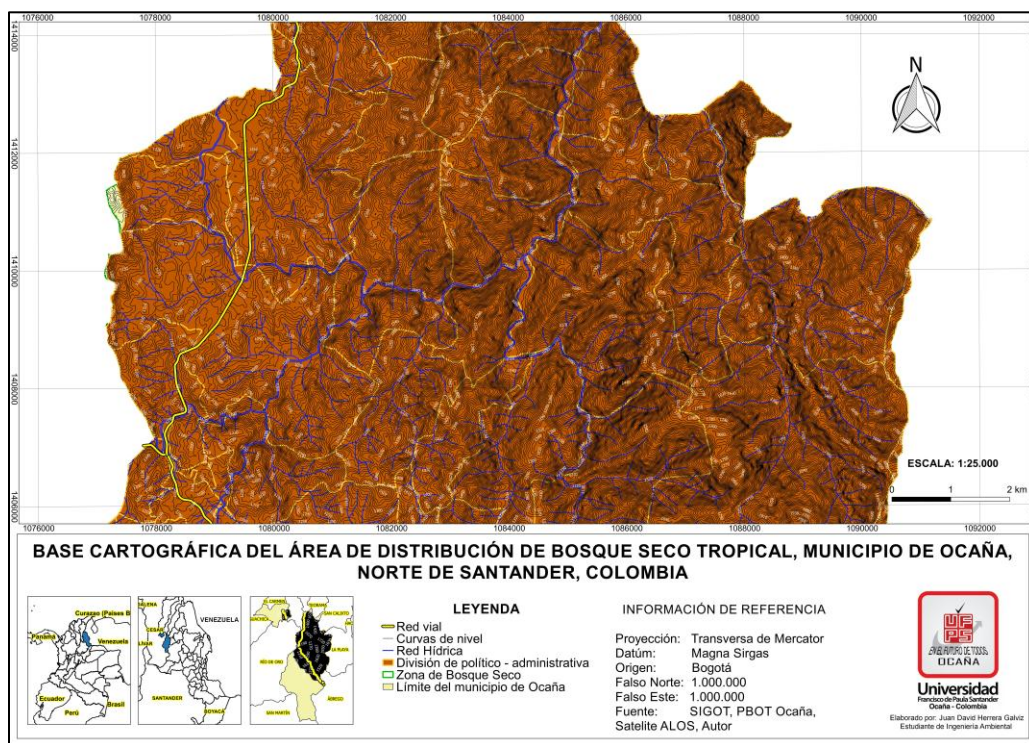


Figura 18. Continuación.

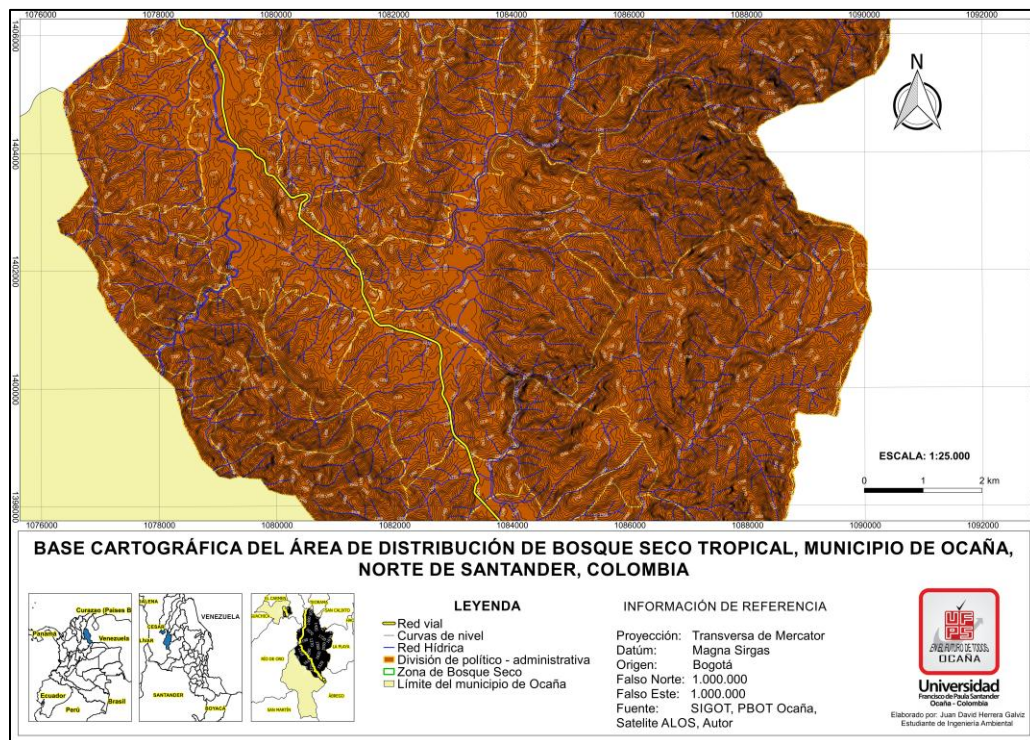


Figura 18. Continuación

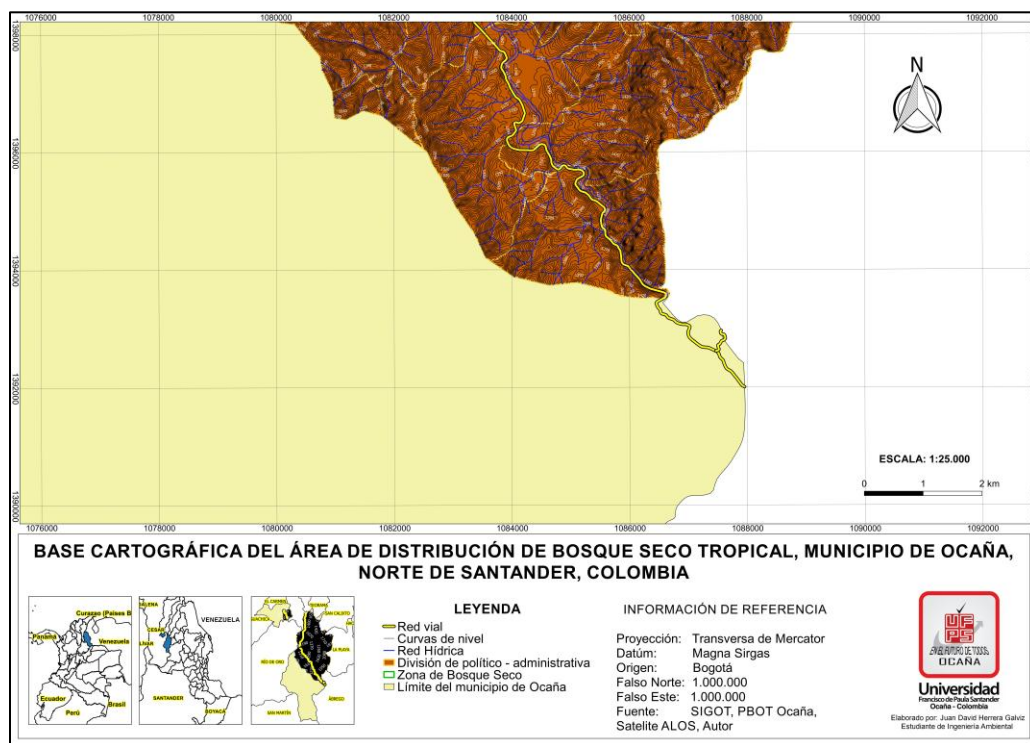


Figura 18. Continuación.

Dentro del área de estudio, se puede observar la jurisdicción de 83 veredas y el casco urbano del municipio de Ocaña. Adicionalmente, se visualiza una vía principal, que atraviesa el área de estudio de Oeste a Sureste, correspondiente a la vía Ocaña – Cúcuta. Las vías secundarias, son Ocaña – Convención, que se traslapa hasta cierto punto con la vía Ocaña – González (Cesar), y la vía Ocaña – El Carmen, la cual tiene jurisdicción en gran parte del municipio de Río de Oro (Cesar), y posteriormente continua por el corregimiento de Otaré. En cuanto a red hídrica, el municipio cuenta con el río algodonal, en el cual desembocan otros ríos como el río tejo, el río de oro y el río limón (estos 4 se unen antes de desembocar en el Algodonal), así como múltiples quebradas. Y por último, las curvas de nivel muestran un municipio con altitudes considerables, principalmente al Este del mismo, mientras al Noroeste, se encuentran las curvas de nivel con menor altitud reportada.

Es importante resaltar, que el área de estudio, fue delimitada, a partir de la generación de isoyetas e isotermas, que al ser traslapadas en el software QGIS, con el shapefile de Bosque Seco Tropical del Instituto Humboldt, permitió digitalizar la zona de distribución de Bosque Seco en Ocaña, a escala 1:25.000. Las isoyetas e isotermas generadas, a partir de los datos gestionados y reportados por el IDEAM, poseían doble función: delimitar el área de estudio y permitir la evaluación de amenaza por factor temperatura y amenaza por factor precipitación. Por su parte, el archivo shapefile de Bosque Seco Tropical, fue obtenido del Instituto Alexander Von Humboldt, realizado en el año 2014 a escala 1:100.000, y que hace parte de la publicación del Libro El Bosque Seco Tropical en Colombia. En la figura 19, se puede visualizar el área de distribución de Bosque Seco Tropical en Ocaña, que corresponde al 54 % del área oficial del municipio de Ocaña, aproximadamente.

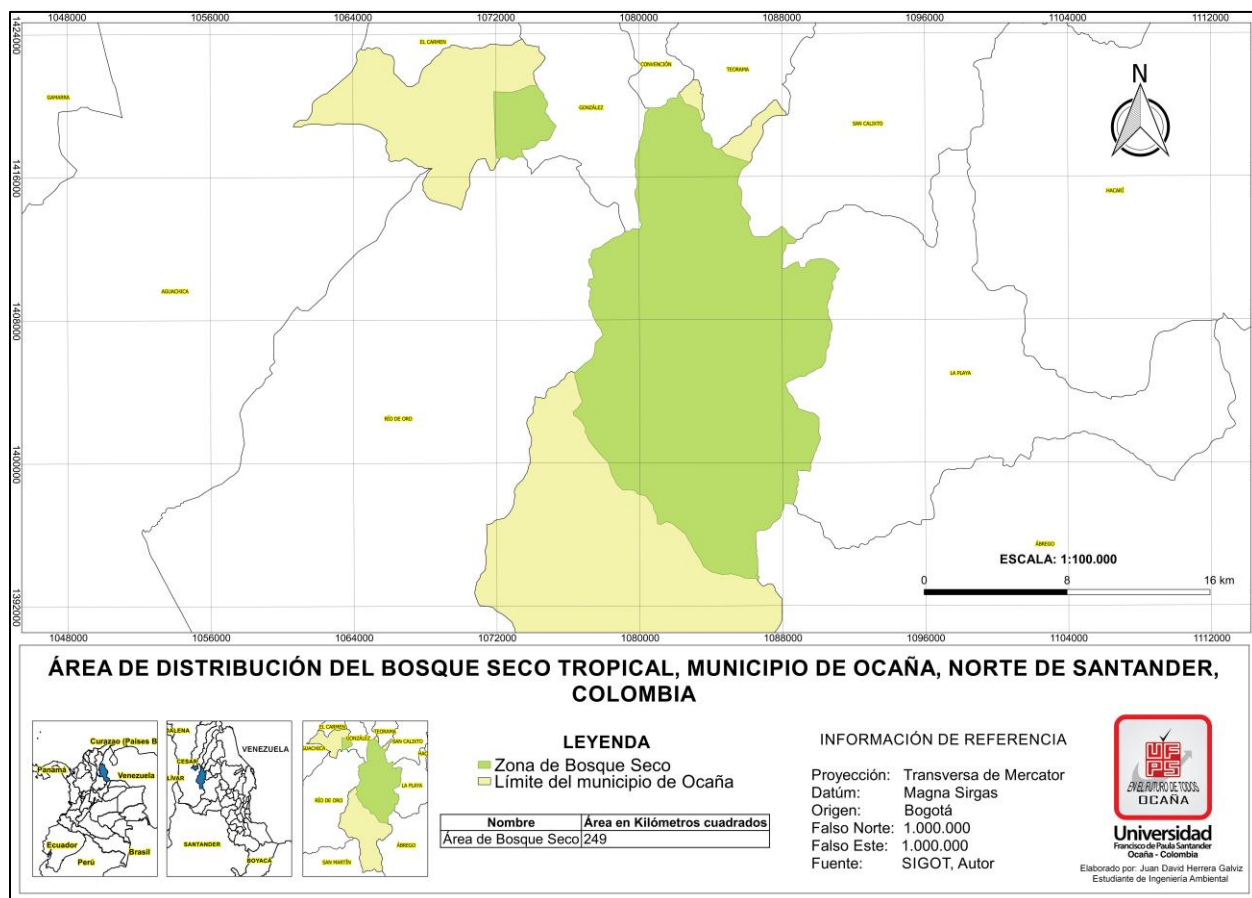


Figura 19. Área de estudio. Fuente: Elaboración propia, 2016.

Mapa de Amenazas

Para la realización del mapa de amenaza, se tuvo en cuenta, 6 factores de evaluación, los cuales serán descritos a continuación.

Factor 1. Amenaza por Temperatura

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida propuesta por Leslie Holdridge, el Bosque Seco Tropical, se puede dividir en Bosque Seco (temperaturas entre los 12 y los 24°C, con precipitaciones entre los 500 – 1000 mm anuales, o temperaturas superiores a los 24°C, con precipitaciones entre 1000 – 2000 mm anuales) y el Bosque Muy Seco (temperaturas superiores a los 24°C, con precipitaciones entre los 500 – 1000 mm anuales).

La delimitación del área de estudio, correspondiente a la zona en la que se distribuye Bosque Seco Tropical en Ocaña, se realizó a partir de la generación de isotermas y las isoyetas, empleando los datos de las estaciones más próximas dentro de la red de estaciones del IDEAM. La amenaza, por factor temperatura, fue calculada a partir de la generación previa de las isotermas, tomando los datos de temperatura de las 8 estaciones IDEAM. Para ello, se realizó el cálculo del valor promedio de temperatura de los últimos 10 años por estación (de acuerdo a lo estipulado en el protocolo). Este valor fue asignado en la tabla de atributos del archivo shapefile que contiene los puntos de ubicación de las estaciones empleadas (ver figura 20).

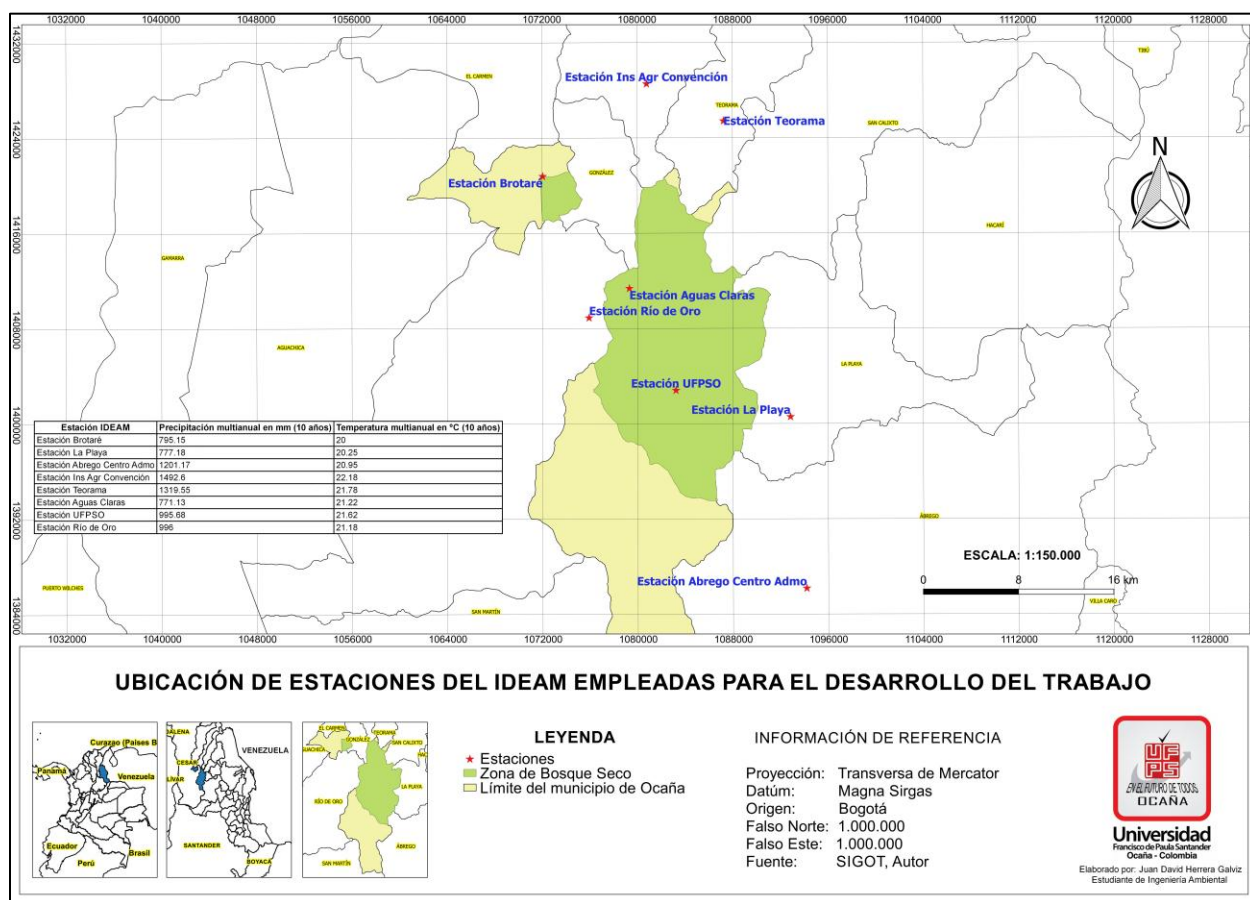


Figura 20. Ubicación de Estaciones del IDEAM empleadas en el trabajo. Fuente:

Elaboración propia, 2016.

En el software ARCGIS versión 10.3, se cargó el archivo shapefile con los puntos de ubicación de las estaciones, que contenían dentro de sus atributos, los valores de temperatura promedio multianual. Se procedió entonces a realizar una interpolación, utilizando la herramienta kriging del software (Spatial Analyst Tools>Interpolation>Kriging). Se obtuvo, las isolíneas de temperatura (isotermas) en formato raster, las cuales se reclasificaron (Spatial Analyst Tools>Reclass>Reclassify) de acuerdo a los rangos de temperatura y su categoría de amenaza especificadas en el protocolo de zonas de riesgo de incendios del IDEAM, y se convirtieron a formato shapefile (Conversion Tools>From Raster>Raster to Polygon), determinando que Ocaña y el área de estudio, poseen temperaturas ubicadas en el rango de 18°C – 24°C promedio multianual, que corresponde a la categoría de amenaza: Alta (ver figura 21).

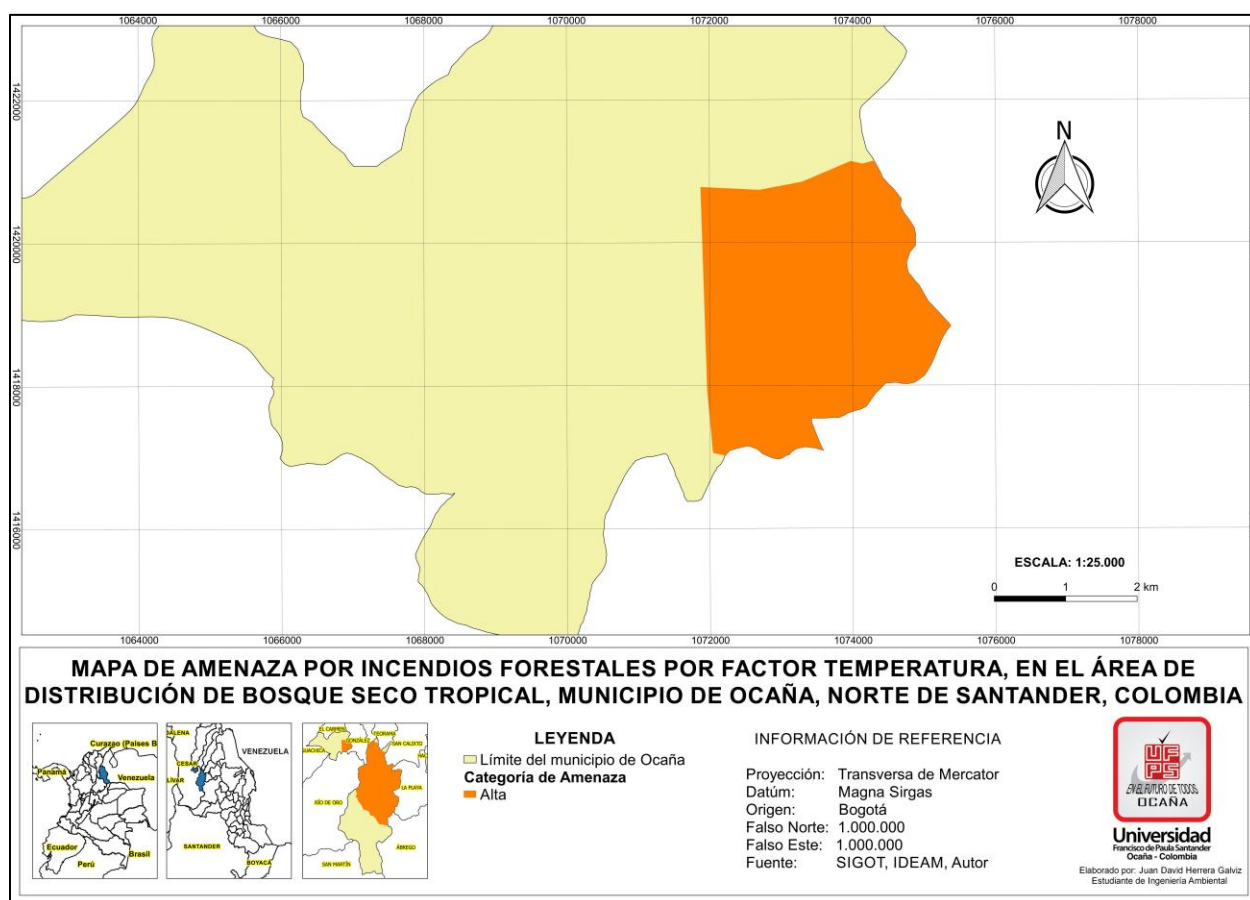


Figura 21. Mapa de amenaza por temperatura. Fuente: Elaboración propia, 2016.

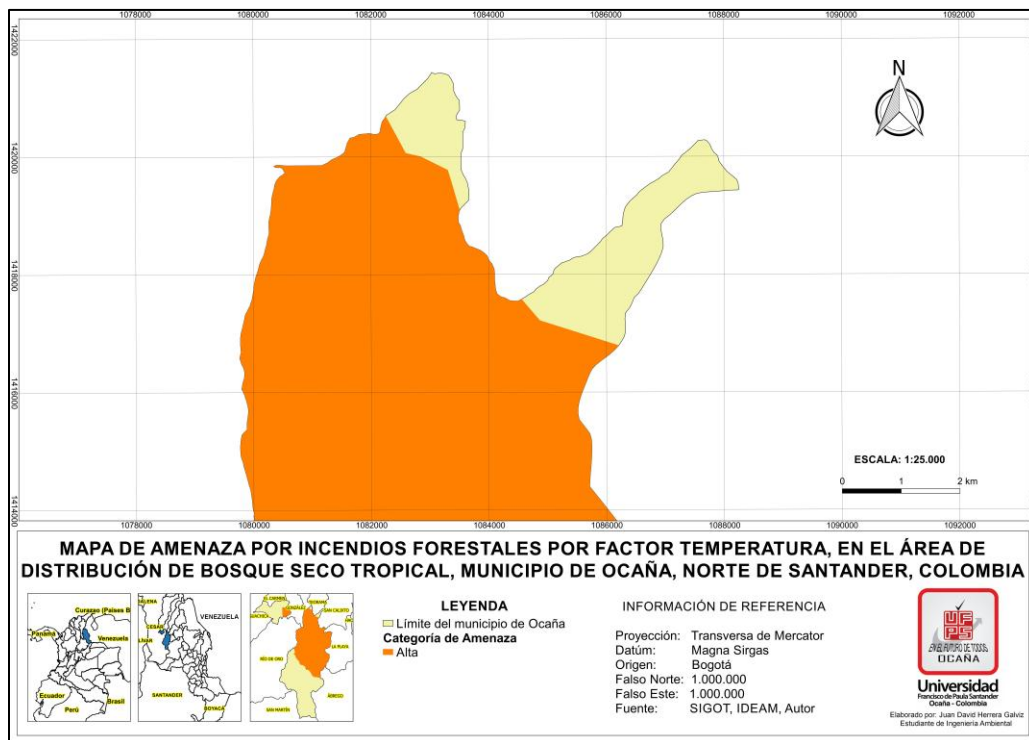


Figura 21. Continuación.

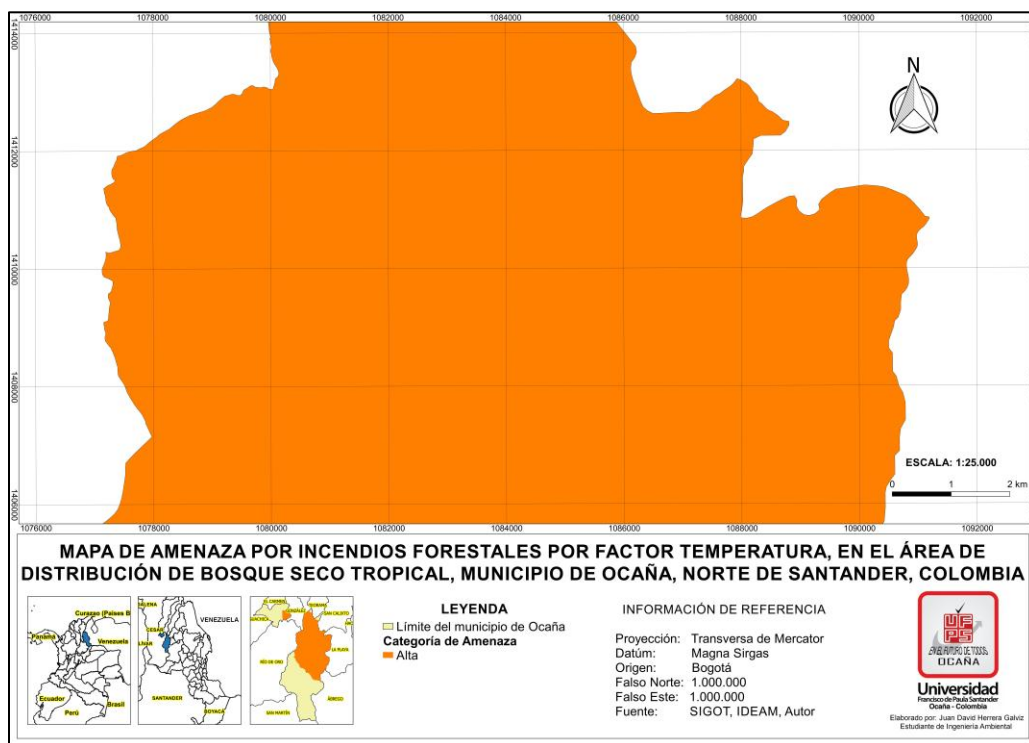


Figura 21. Continuación.

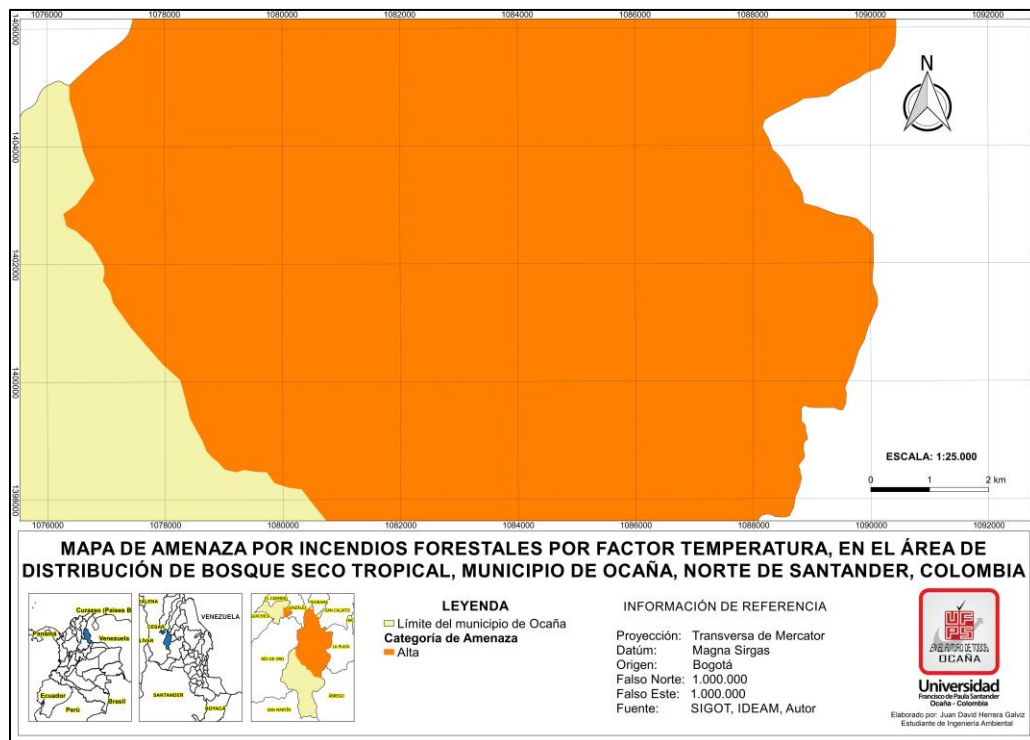


Figura 21. Continuación.

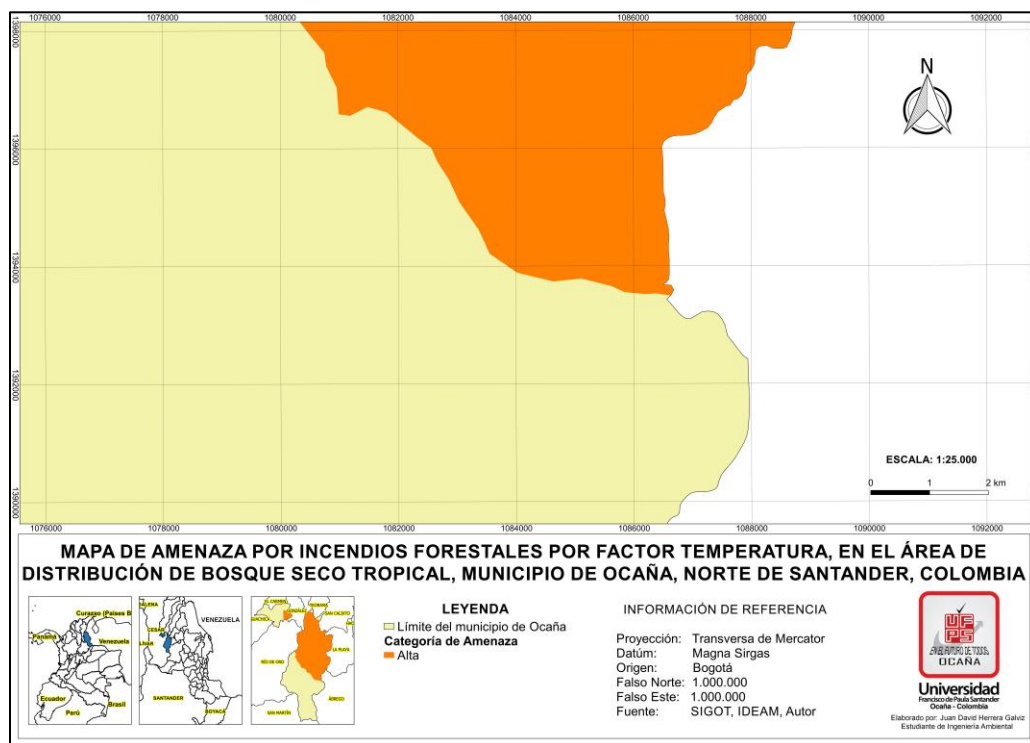


Figura 21. Continuación.

Amenaza por precipitación

Para la realización de este mapa, se empleó el mismo método utilizado para obtener las isotermas y el mapa de amenaza por temperatura. Así, con los datos de precipitación promedio multianual de los últimos 10 años, asignados como atributos a cada punto de ubicación del shp de estaciones del IDEAM, se realizó la interpolación respectiva en el software Arcgis, obteniéndose para Ocaña, isoyetas en formato raster, que se reclasificaron de acuerdo a los rangos de precipitación, especificados en el protocolo del IDEAM, para posteriormente convertirlas a formato shp. Los rangos obtenidos fueron: 500 – 1000 mm anuales y 1000 – 2000 mm anuales, que corresponden a las categorías de amenaza: Muy Alta y Alta, respectivamente (ver figura 22).

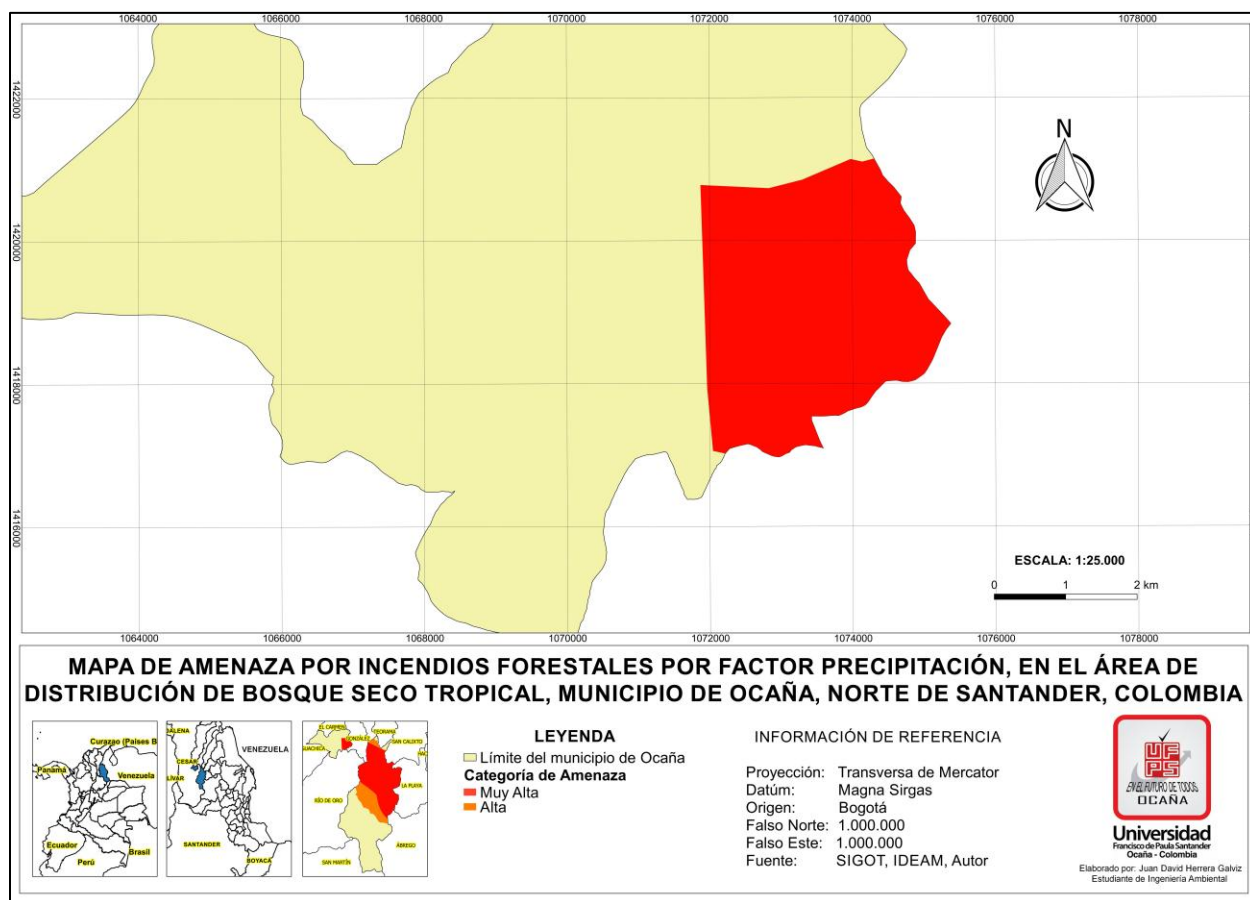


Figura 22. Mapa de amenaza por precipitación. Fuente: Elaboración propia, 2016.

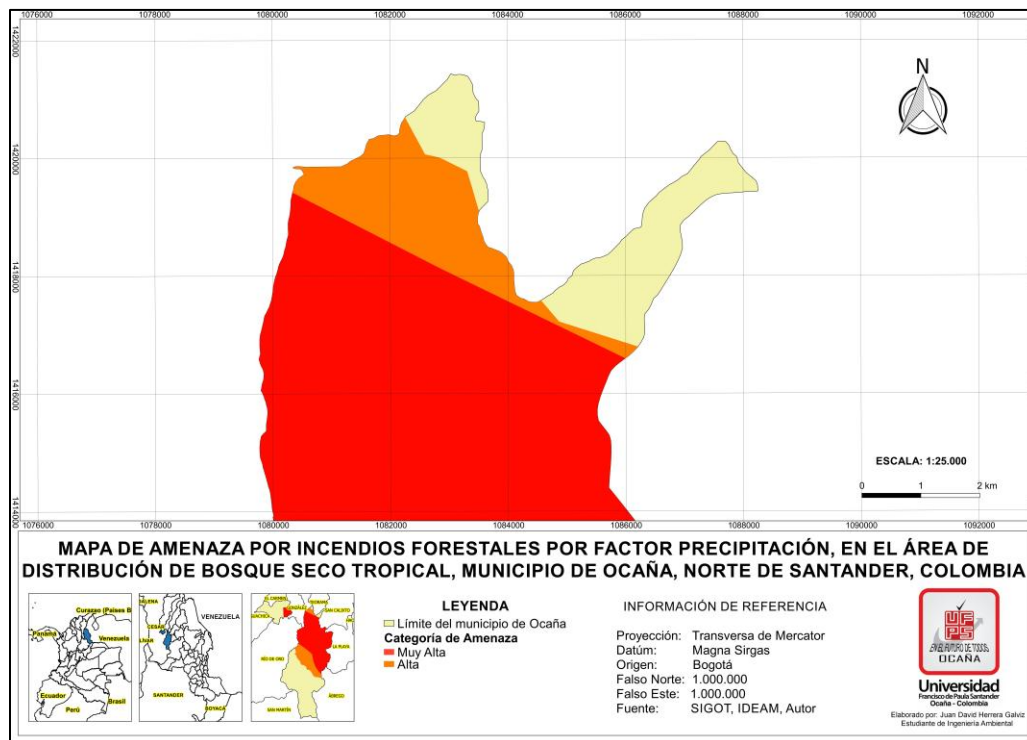


Figura 22. Continuación.

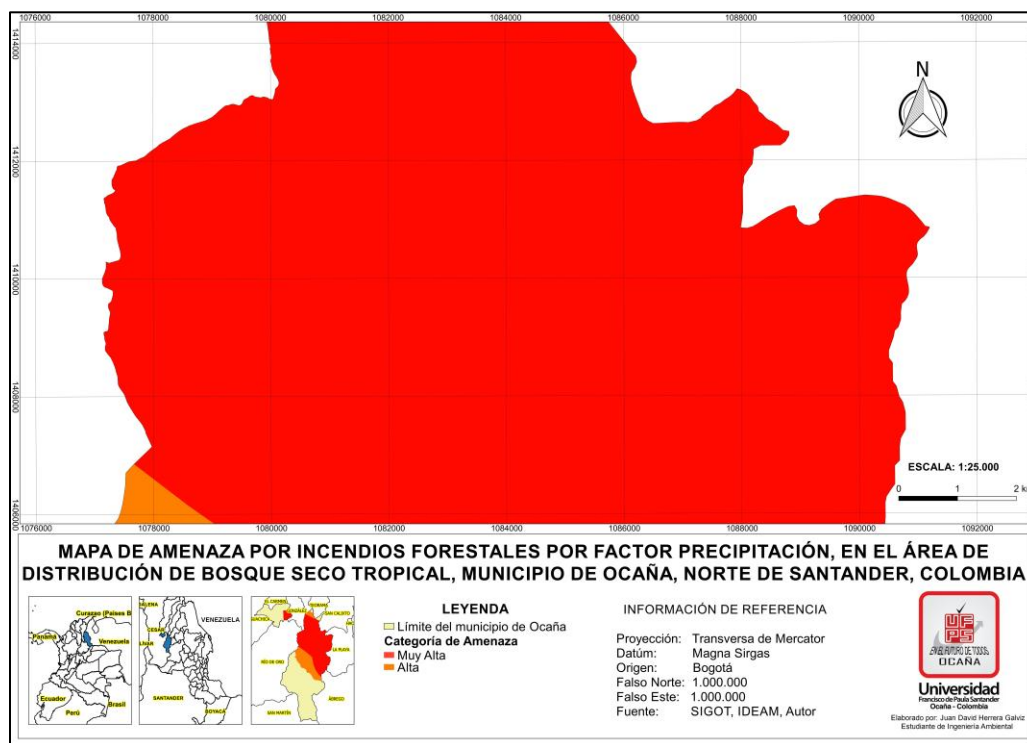


Figura 22. Continuación.

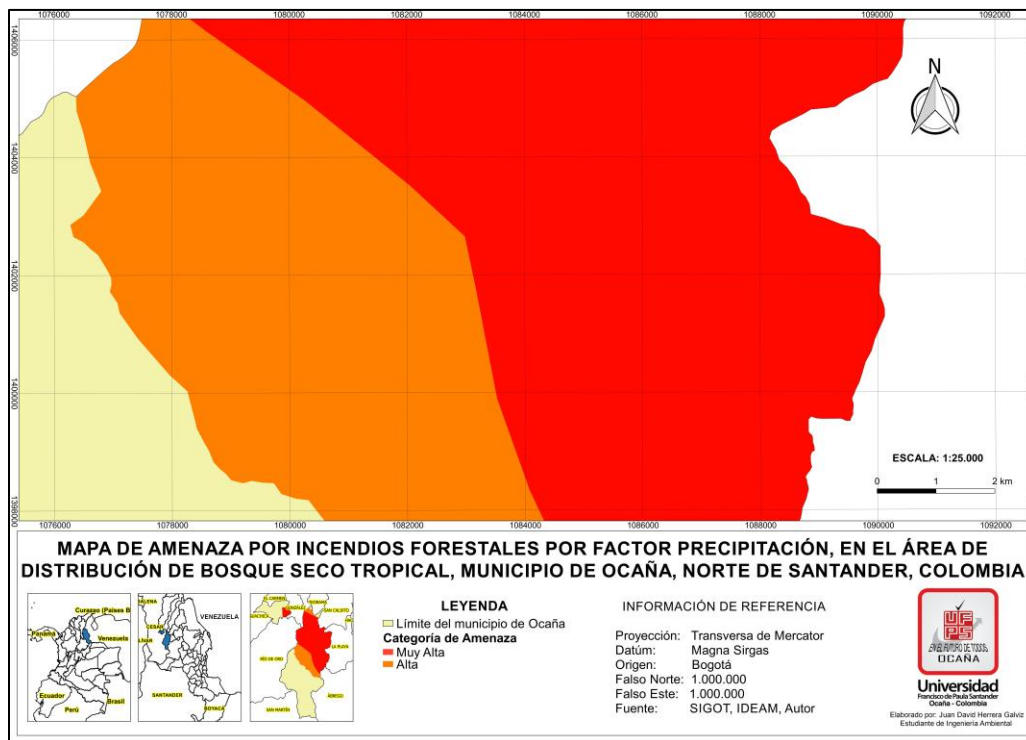


Figura 22. Continuación.

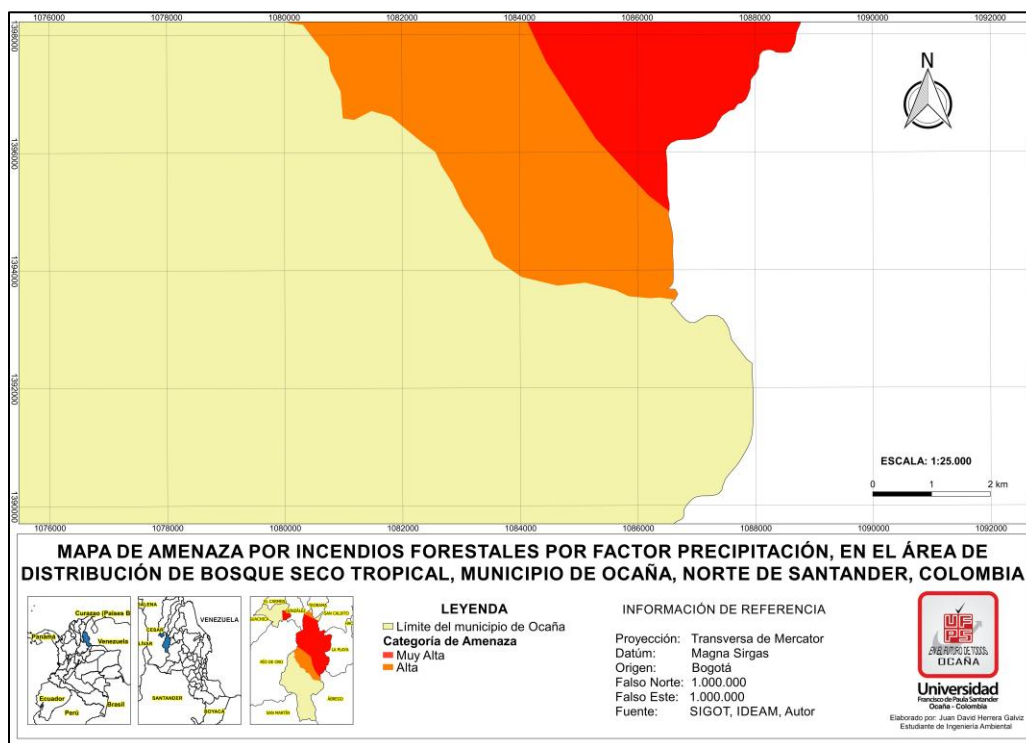


Figura 22. Continuación.

La categoría de amenaza por precipitación Alta, posee un área de 6.052,54 hectáreas, mientras la categoría Muy Alta posee un área de 18.882,067 hectáreas, aproximadamente.

Amenaza por Accesibilidad

Para este factor, se empleó el shp digitalizado a partir de una imagen satelital, de las vías primarias y secundarias del municipio. A partir del shp de vías, se generaron buffer's cada 500 metros hasta llegar a los 2000 metros, alrededor del objeto (vía), posteriormente estos bufer's y el shp del área de estudio, se unieron en solo archivo shp, a través de la herramienta de geoproceto: unión, en QGIS. La tabla de atributos del archivo shp obtenido, fue modificada para adaptarlo a las consideraciones de rangos y categorías de amenaza, propuestas en el protocolo del IDEAM, obteniéndose como resultado el mapa de amenaza por accesibilidad (ver figura 23).

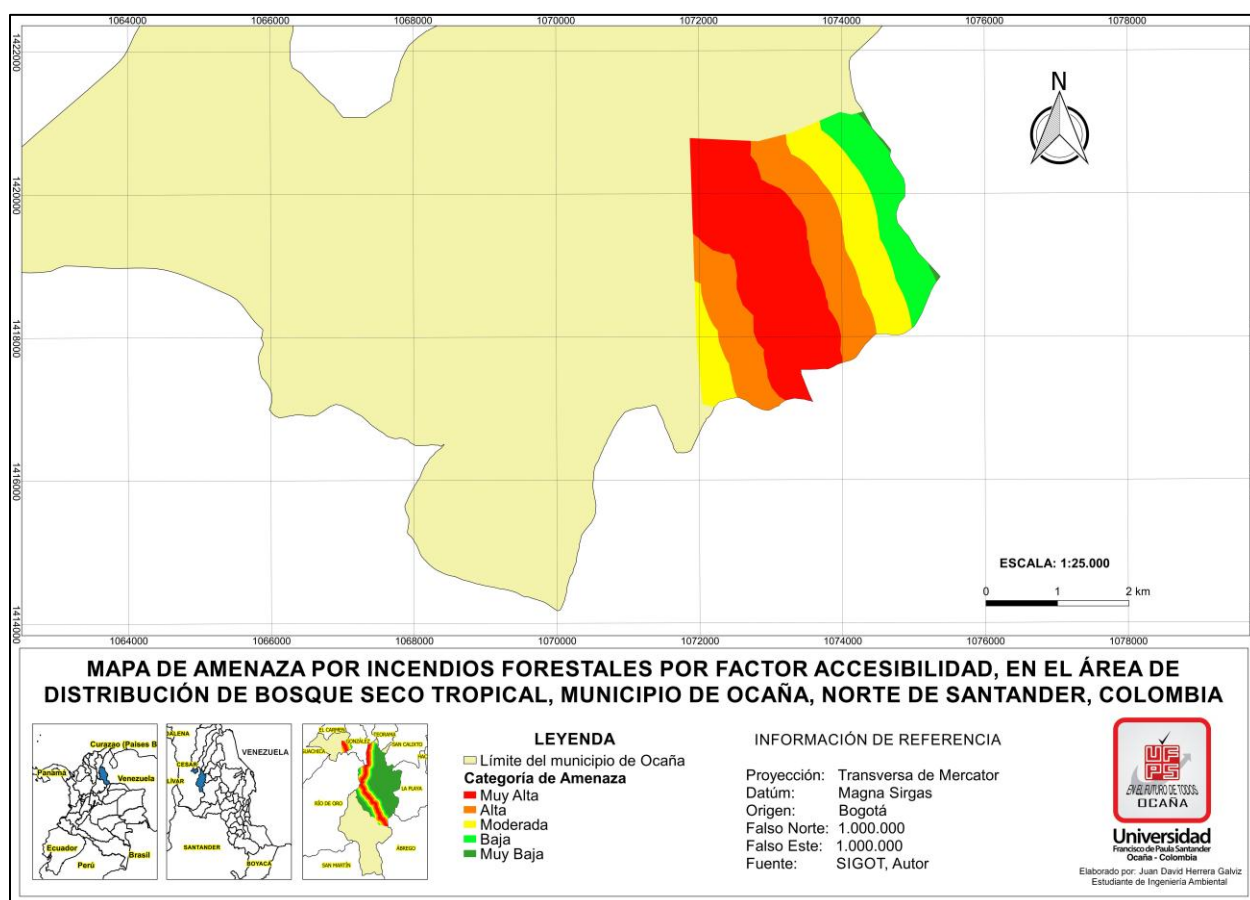


Figura 23. Mapa de amenaza por accesibilidad. Fuente: Elaboración propia, 2016.

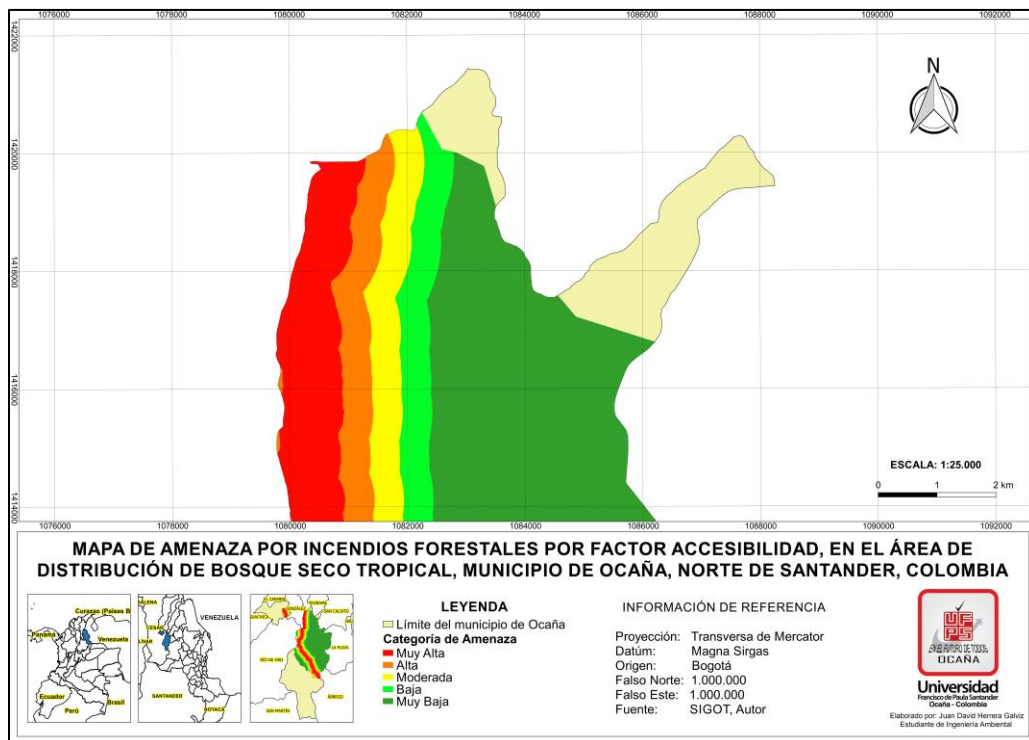


Figura 23. Continuación.

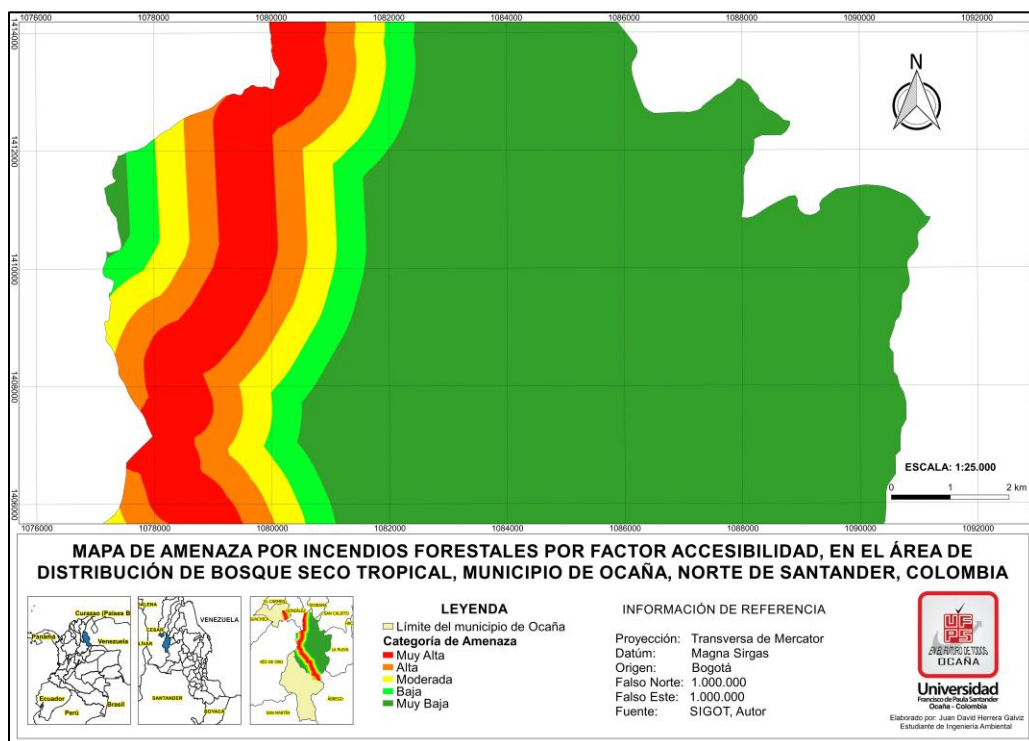


Figura 23. Continuación.

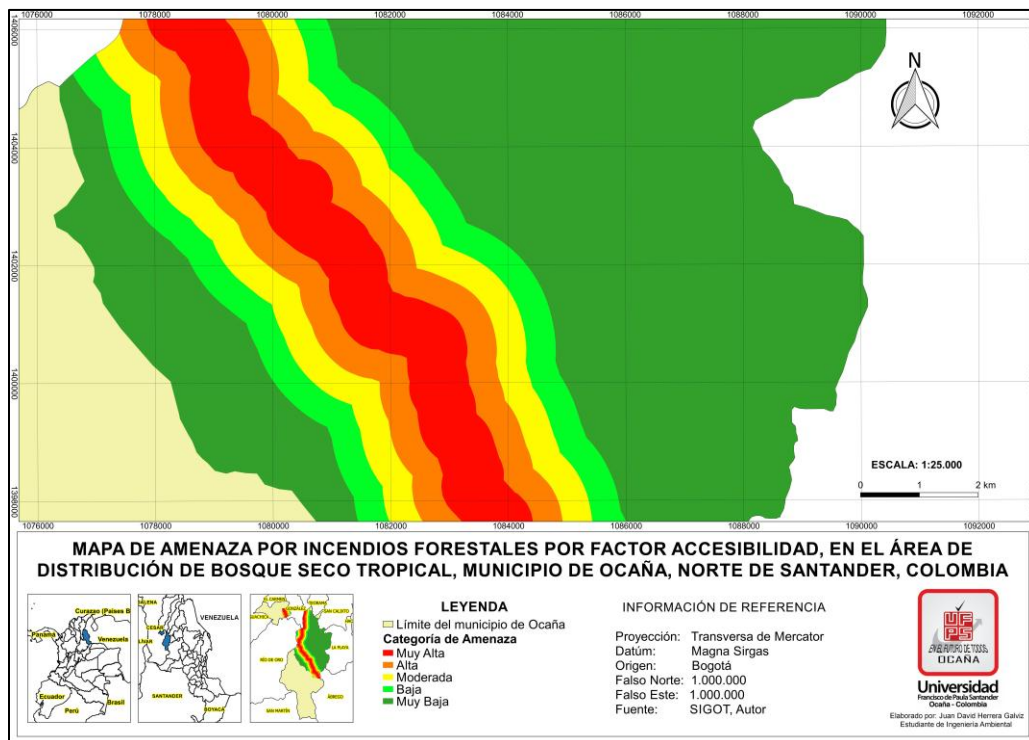


Figura 23. Continuación.

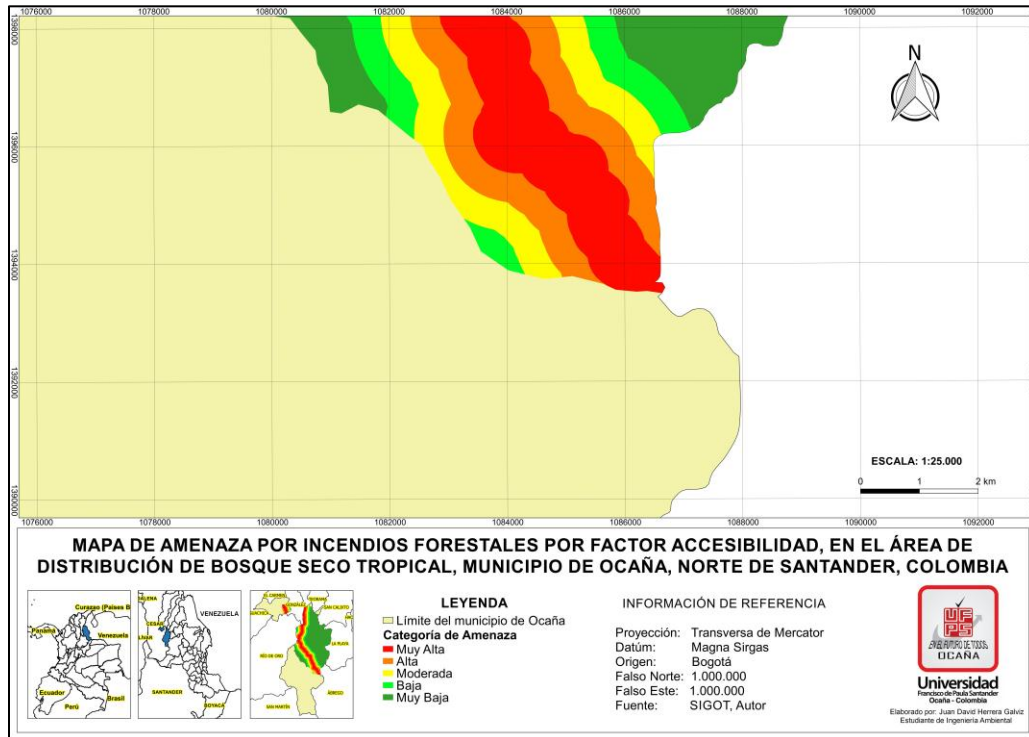


Figura 23. Continuación.

Las zonas de amenaza muy alta, alta, moderada y baja se ubican al occidente del área de estudio. Así, las áreas de categoría de amenaza por accesibilidad muy alta, alta, moderada, baja y muy baja, son respectivamente: 3490,58 ha, 2848,47 ha, 2533,99 ha, 2207,70 ha, 13853,87 ha.

Amenaza por relieve o pendiente

Para la realización del mapa de amenaza por relieve o pendiente, se empleó un modelo digital de elevación (DEM), capturado por el satélite japonés ALOS con resolución de 12,5 m/píxel. En el software Arcgis, se utilizó la herramienta pendiente (Spatial Analyst Tools>Surface>Slope), donde se seleccionó el DEM descargado y se especificó al software la configuración de pendientes en porcentajes. El software generó un archivo raster con las pendientes en porcentajes distribuidas en rangos predeterminados por Arcgis. Se procedió a reclasificar los rangos de pendientes, de acuerdo a lo estipulado en el protocolo del IDEAM. El archivo reclasificado, fue convertido en archivo shp, extrayéndose así las pendientes del área de estudio, mediante la herramienta de geoproceso en QGIS, cortar (ver figura 24).

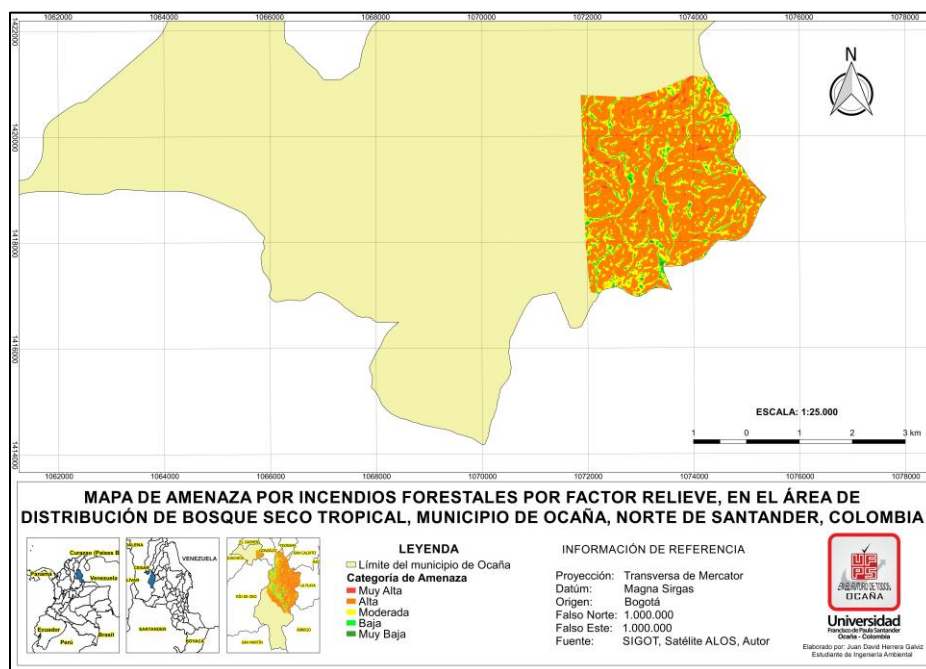


Figura 24. Mapa de amenaza por pendiente. Fuente: Elaboración propia, 2016.

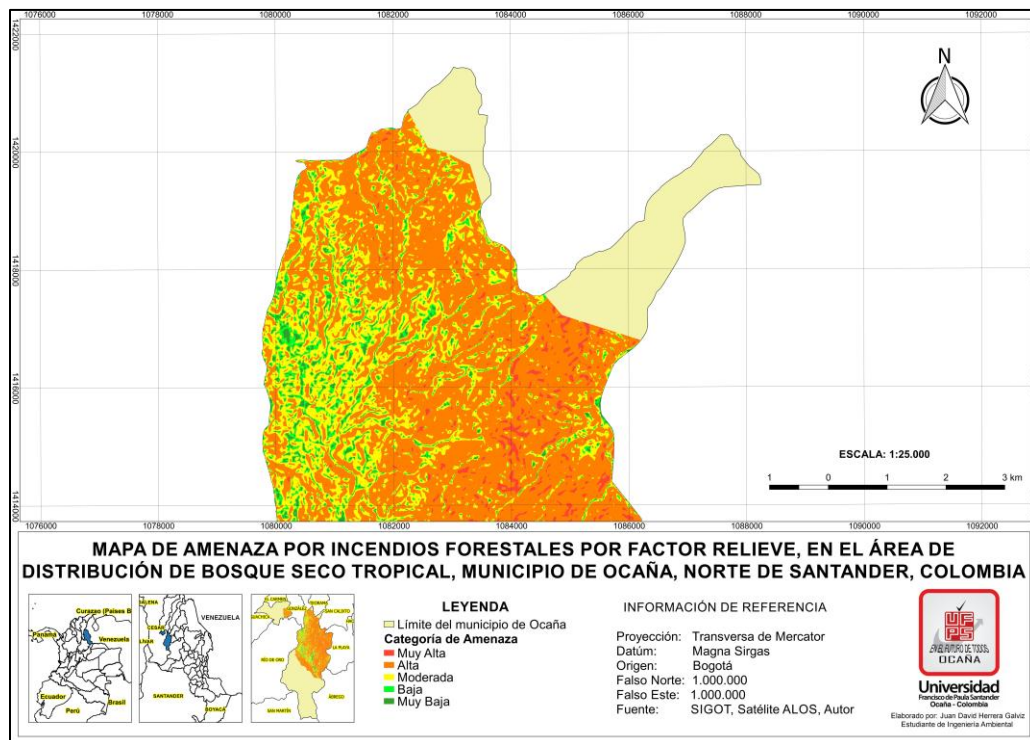


Figura 24. Continuación.

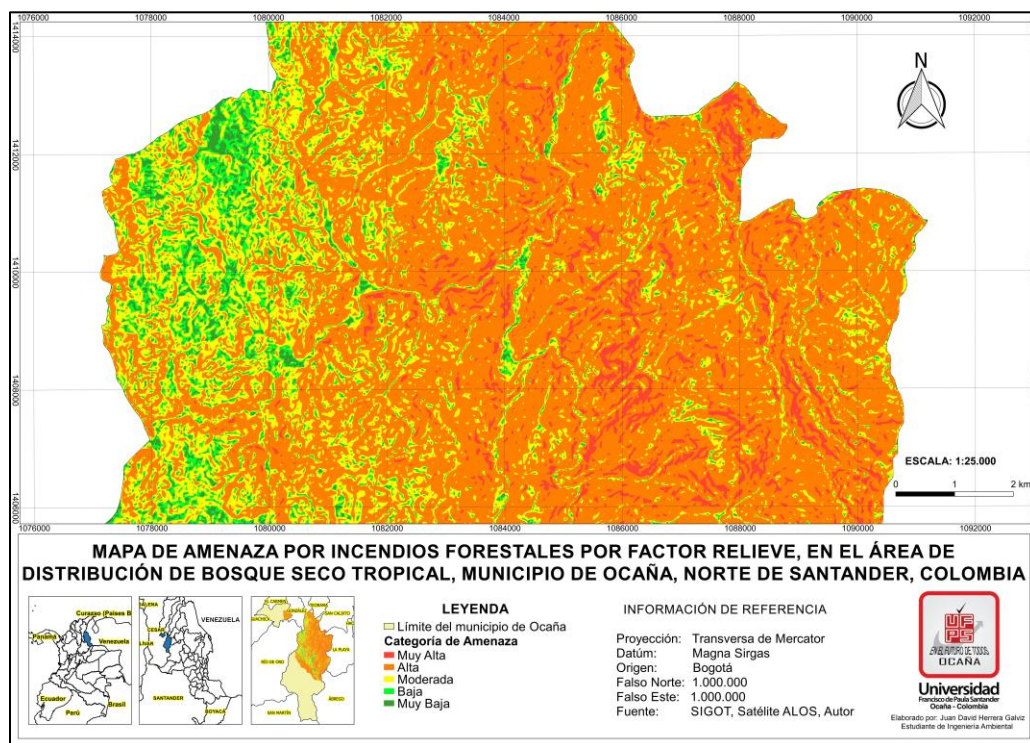


Figura 24. Continuación.

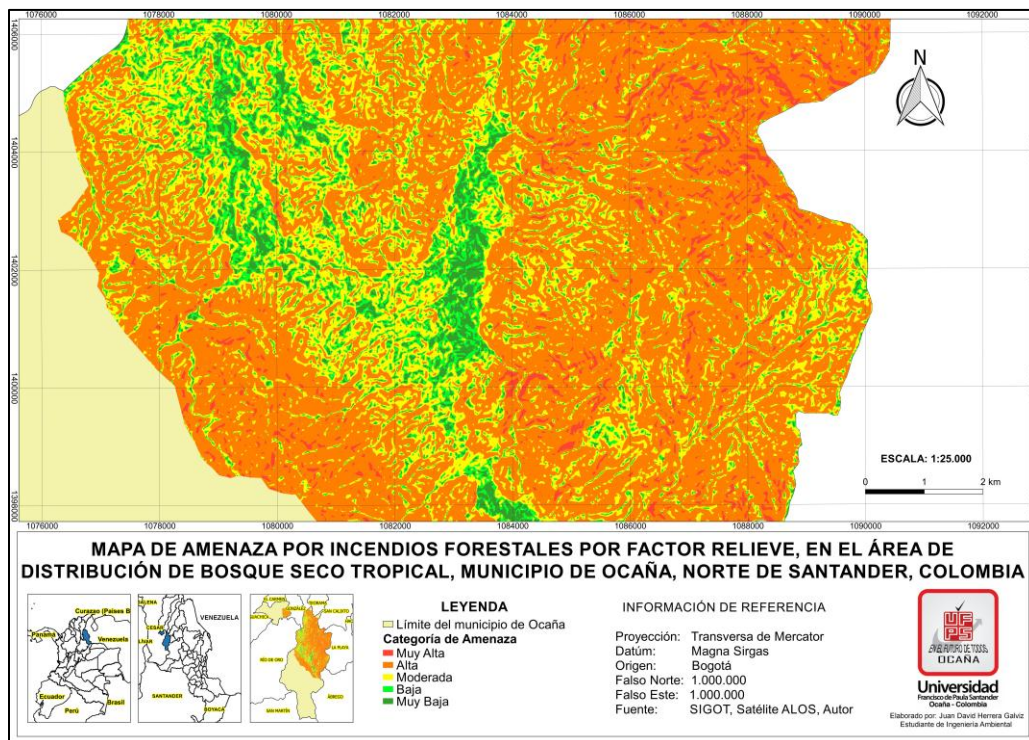


Figura 24. Continuación.

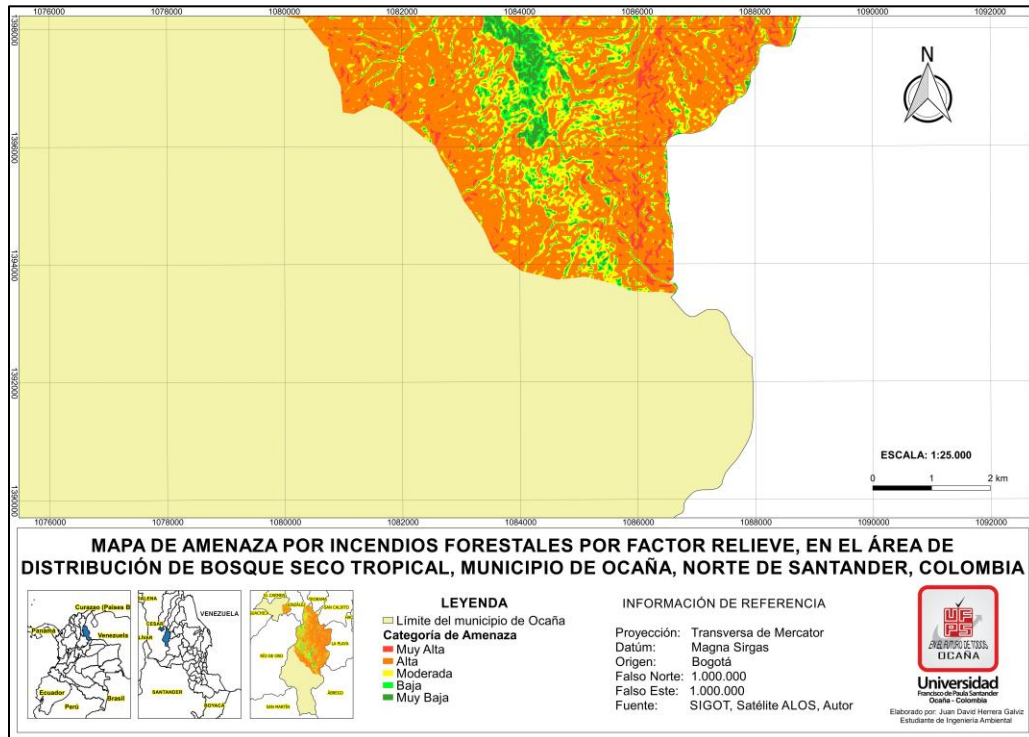


Figura 24. Continuación.

El mapa de amenaza por pendiente, evidencia claramente que la mayor parte del área de estudio se encuentra en categoría de amenaza alta, siendo esta categoría la de mayor área con 32441,41 ha, seguida de la amenaza moderada 5585,025 ha, amenaza baja 1691,31 ha, amenaza muy alta 1151,063 ha, y amenaza muy baja 981, 758 ha.

Amenaza por frecuencia de incendios

La información de histórico de incendios, fue obtenida a partir de la consulta realiza a bomberos Ocaña, quienes suministraron los reportes de los años 2013, 2014, 2015 y el primer trimestre de 2016, información que fue corroborada en campo, debido a que no poseía coordenadas. La información suministrada por bomberos fue complementada con los datos obtenidos de la consulta del geoportal de modis burn area de la NASA, que recopila reportes de puntos de incendios de todo el mundo, capturados por los satélites AQUA y TERRA.

Los datos consultados en el geoportal de la NASA, fueron descargados, a partir de la especificación del lapso de tiempo para el cual se necesitaban datos (2006 – primer trimestre de 2016). Estos datos fueron depurados para obtener solo los puntos de ubicación de incendios ocurridos en cercanías al área de estudio y dentro del área de estudio. Posteriormente, se complementó el archivo shp descargado del geoportal, con la digitalización de los puntos de ubicación de incendios reportados por bomberos en los años anteriormente indicados y la información suministrada por campesinos de las zonas donde estos eventos ocurrieron. El archivo final, contenía todos los puntos georreferenciados, con atributos del año de ocurrencia de la eventualidad, y el cálculo de la frecuencia de incendio por año. En la figura 25 se puede evidenciar el mapa de distribución de los puntos de ocurrencia de incendios en el período 2006 – 2016.

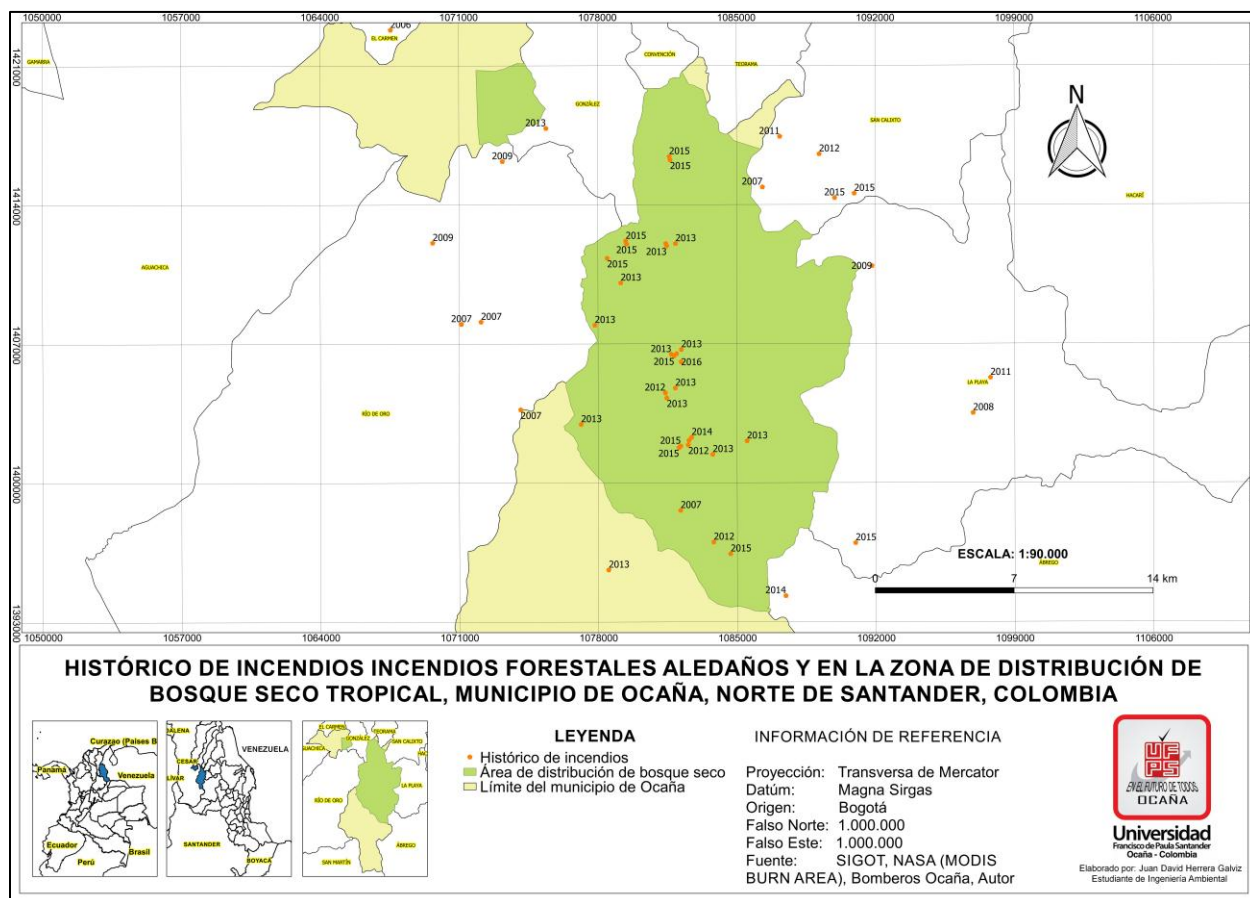


Figura 25. Mapa de histórico de incendios. Fuente: Elaboración propia, 2016.

En el software ARCGIS, se realizó la respectiva interpolación de los valores de frecuencia de incendios, contenidos en el archivo shapefile de histórico de incendios. Para ello, se empleó la herramienta Natural Neighbor (Spatial Analyst Tools>Interpolation>Natural Neighbor). El archivo raster obtenido de la interpolación, fue convertido a shp, y en la respectiva tabla de atributos de dicho archivo, se realizó la normalización de datos con ayuda de la calculadora de campos de QGIS, obteniéndose valores en el rango de 0 a 1. La ponderación se desarrolló, a partir de la determinación de 5 rangos, todos con una amplitud de 0,2 y dependiendo de los datos normalizados, se seleccionaban los datos contenidos en cada rango y se les asignaba la respectiva categoría de amenaza y calificación, obteniéndose el mapa de amenaza por frecuencia de incendios (ver figura 26).

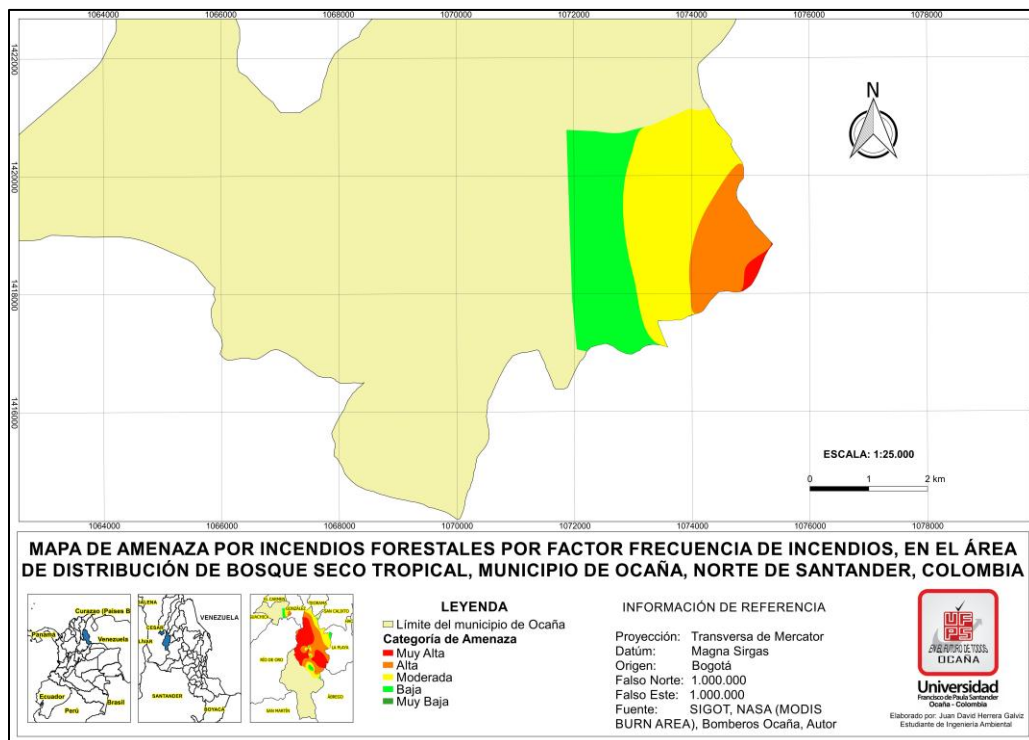


Figura 26. Mapa de amenaza por histórico de incendios. Fuente: Elaboración propia, 2016

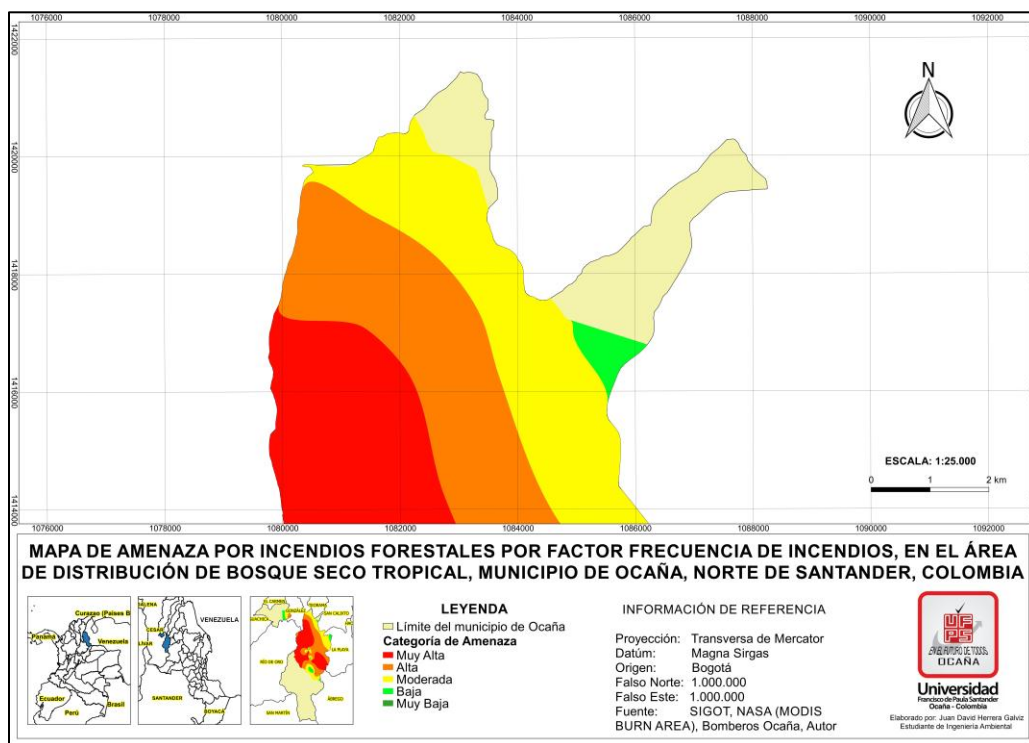


Figura 26. Continuación.

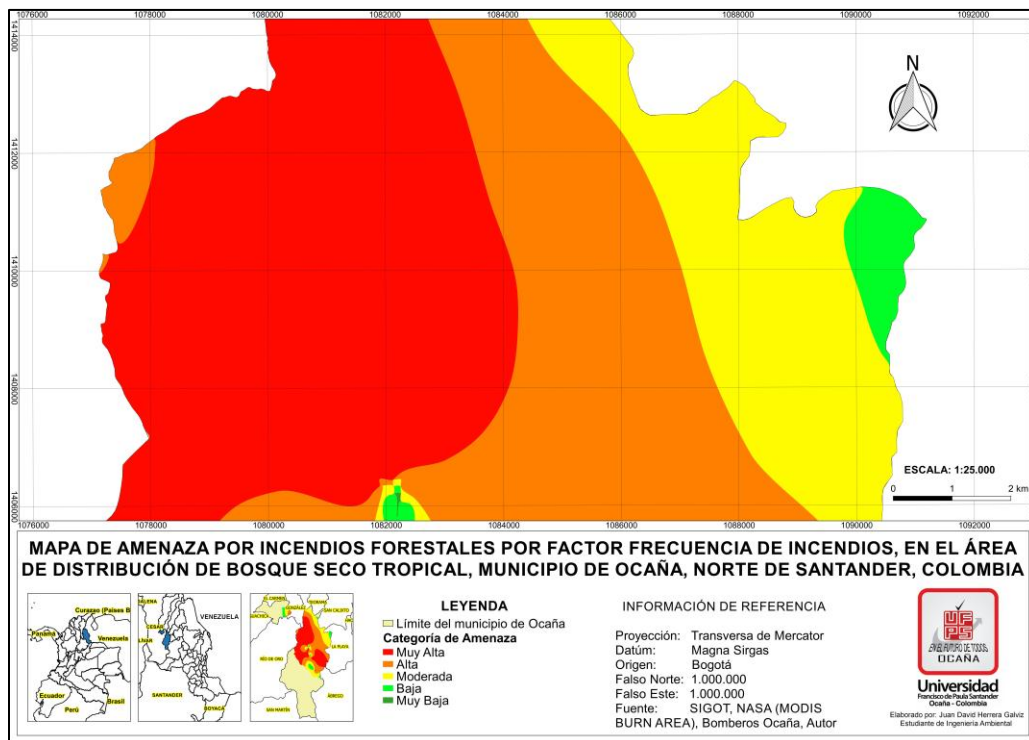


Figura 26. Continuación.

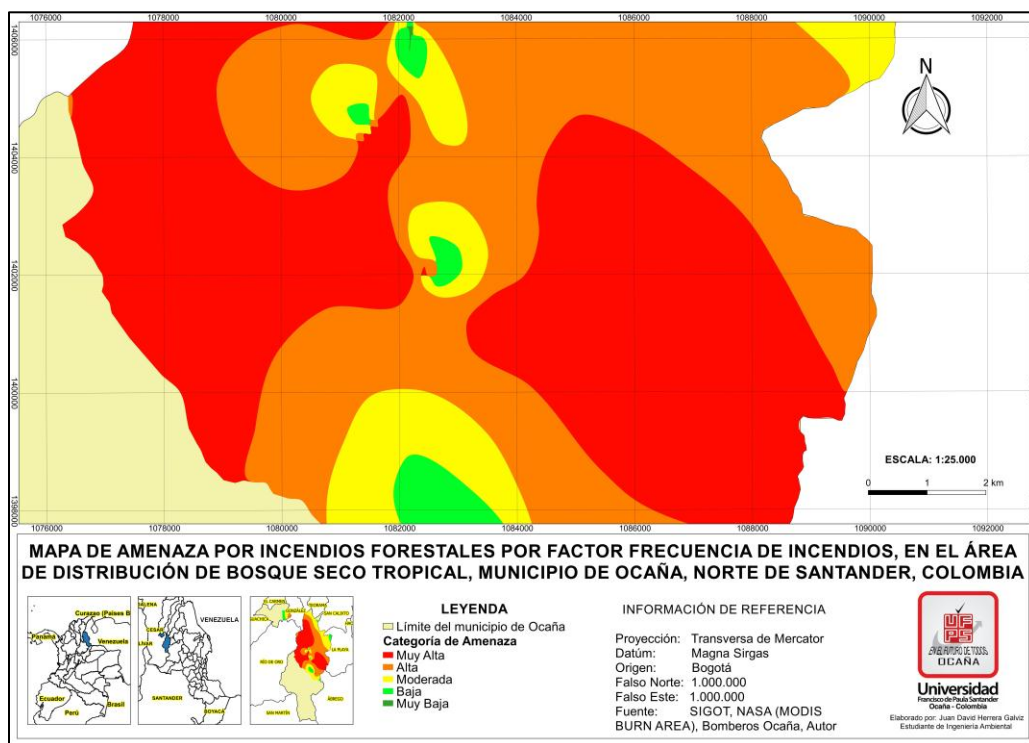


Figura 26. Continuación.

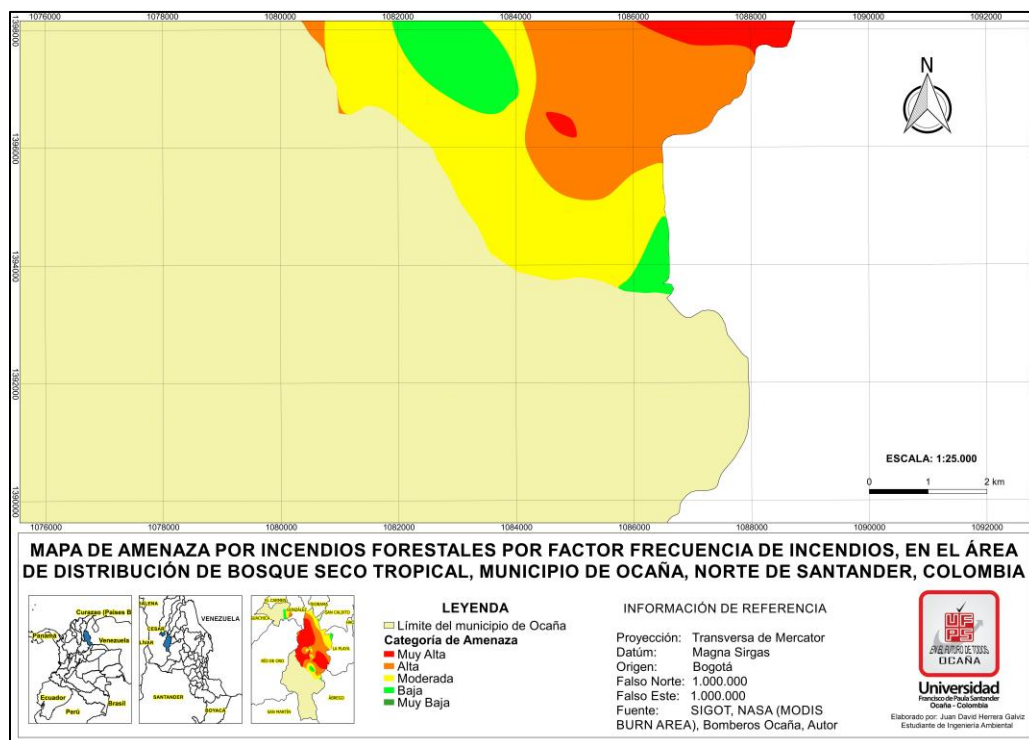


Figura 26. Continuación.

De acuerdo al mapa de amenaza por frecuencia de incendios, las zonas de amenaza muy alta y alta se ubican en cercanías a centros poblados (con excepción del corregimiento de Otaré), principalmente al Oeste y Sureste del área de estudio en el caso de la categoría de amenaza muy alta. Las áreas abarcadas por categoría de amenaza muy alta, alta, moderada, baja y muy baja, son respectivamente: 10266,26 ha, 8399,78 ha, 5173,62 ha, 1092,14 ha y 2,81 ha.

Amenaza por susceptibilidad de la vegetación a incendios

Para el desarrollo de la evaluación de amenaza por susceptibilidad de la vegetación a incendios, el principal insumo, es el mapa de coberturas de la tierra, reclasificado de acuerdo a los tipos de cobertura Corine Land Cover priorizadas por el protocolo del IDEAM. En este trabajo, se empleó una imagen sentinel 2A, capturada por el satélite europeo en febrero de 2016, y que fue descargada mediante el complemento Semiautomatic Classification Plugin de QGIS, con el cual también se realizó la composición de bandas RGB (bandas 2 – 3 – 4) y se renderizó la

imagen para obtener un raster en formato geotiff con el color natural de la superficie terrestre, el cual se recortó para cubrir únicamente el área de estudio, tal y como muestra a figura 27.

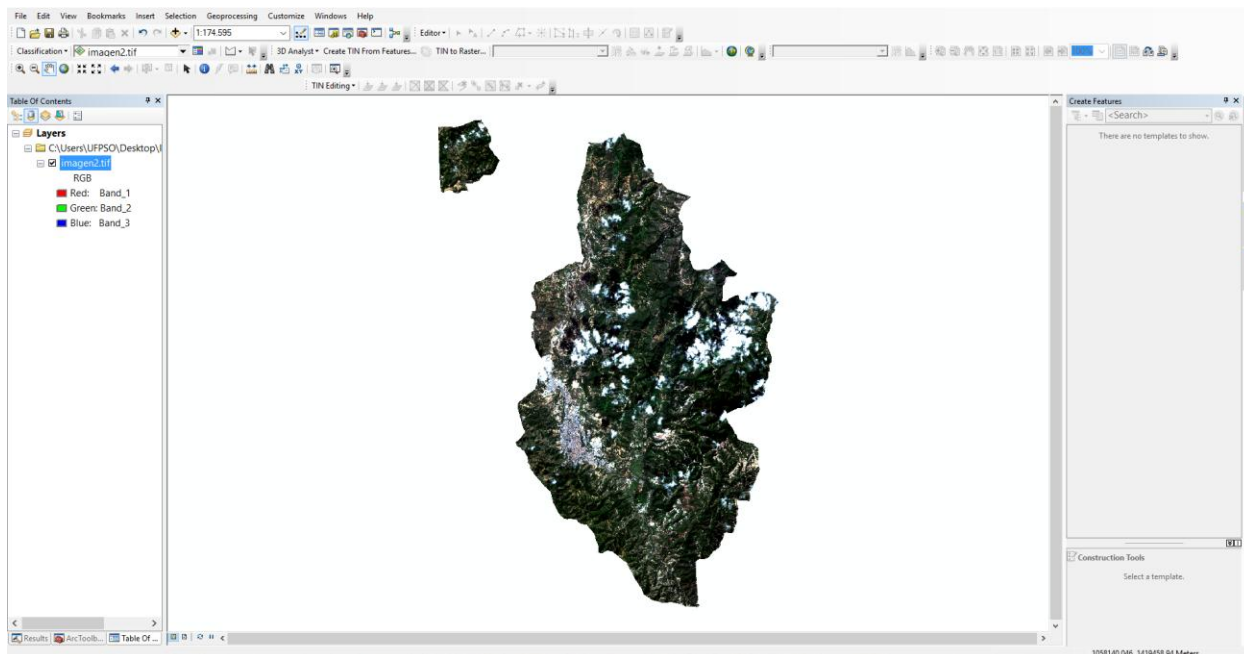


Figura 27. Imagen Sentinel 2A del área de estudio. Fuente: Elaboración propia, 2016.

Posteriormente, se procedió a realizar una clasificación supervisada de la imagen en el software Arcgis, con el fin de obtener las coberturas de la tierra. Este proceso requirió la creación de un archivo shapefile de puntos, para poder digitalizar puntos de supervisión por tipo de cobertura, asignando a los puntos ubicados en la misma cobertura, un mismo código. Terminada la digitalización de los puntos de supervisión, se creó un archivo GSG (que básicamente reemplaza la banda espectral), a través de la herramienta create signatures (Spatial Analyst Tools>Multivariate>Create Signatures), empleando para la creación de este archivo, el raster en formato geotiff del área de estudio y los puntos de supervisión digitalizados. Con el archivo GSG creado, se procedió a correr el proceso de la clasificación supervisada a partir de la ejecución de la herramienta Maximum Likelihood Classification que requiere del archivo GSG y el raster en formato geotiff, para generar el archivo de la clasificación, el cual genera en formato raster. El

archivo que se obtuvo, fue convertido a shp, visualizándose que en la tabla de atributos, cada polígono poseía los códigos asignados en el archivo shp de puntos de supervisión, obteniéndose así el mapa de coberturas de la tierra (ver figura 28).

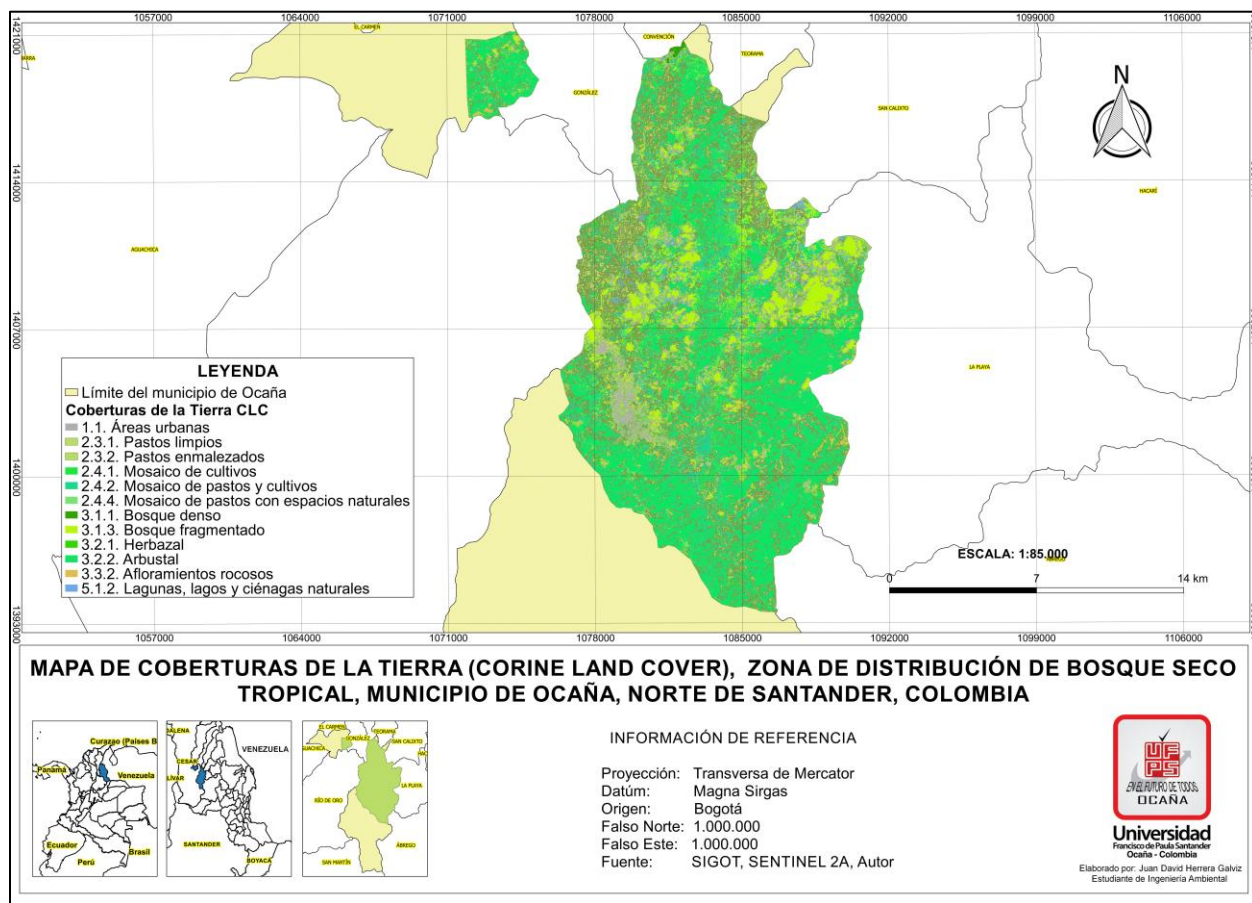


Figura 28. Mapa de coberturas de la Tierra metodología Corine Land Cover. Fuente:

Elaboración propia, 2016.

El mapa de coberturas generado para escala 1:25.000, permite la visualización de 11 tipos de coberturas diferentes, cuyas áreas son: áreas urbanas 1316,33 ha, pastos limpios 1097,80 ha, pastos enmalezados 2862,25 ha, mosaico de cultivos 1107,03 ha, mosaico de pastos y cultivos 3550,54 ha, mosaico de pastos con espacios naturales 881,93 ha, bosque denso 26,55 ha, bosque fragmentado 3434,88 ha, herbazal 401,89 ha, arbustal 8702,27 ha, afloramientos rocosos 524,16 ha y lagunas, lagos y ciénagas naturales 864,75 ha.

Se seleccionaron polígonos por tipo de código, con ayuda de la herramienta selección por atributos, para asignar con la calculadora de campos, el nombre de la cobertura, la categoría de amenaza y el valor de la calificación de acuerdo a lo estipulado en el protocolo del IDEAM. El archivo de coberturas obtenido se utilizó para generar el mapa de tipo de combustibles, de duración de combustibles y de carga de combustibles (ver figuras 29, 30 y 31), los cuales son necesarios para poder generar el mapa de susceptibilidad de la vegetación a incendios. A su vez, el mapa de coberturas es un insumo importante para la generación de los mapas de vulnerabilidad económica y vulnerabilidad ecológica y territorial, que se detallaran más adelante.

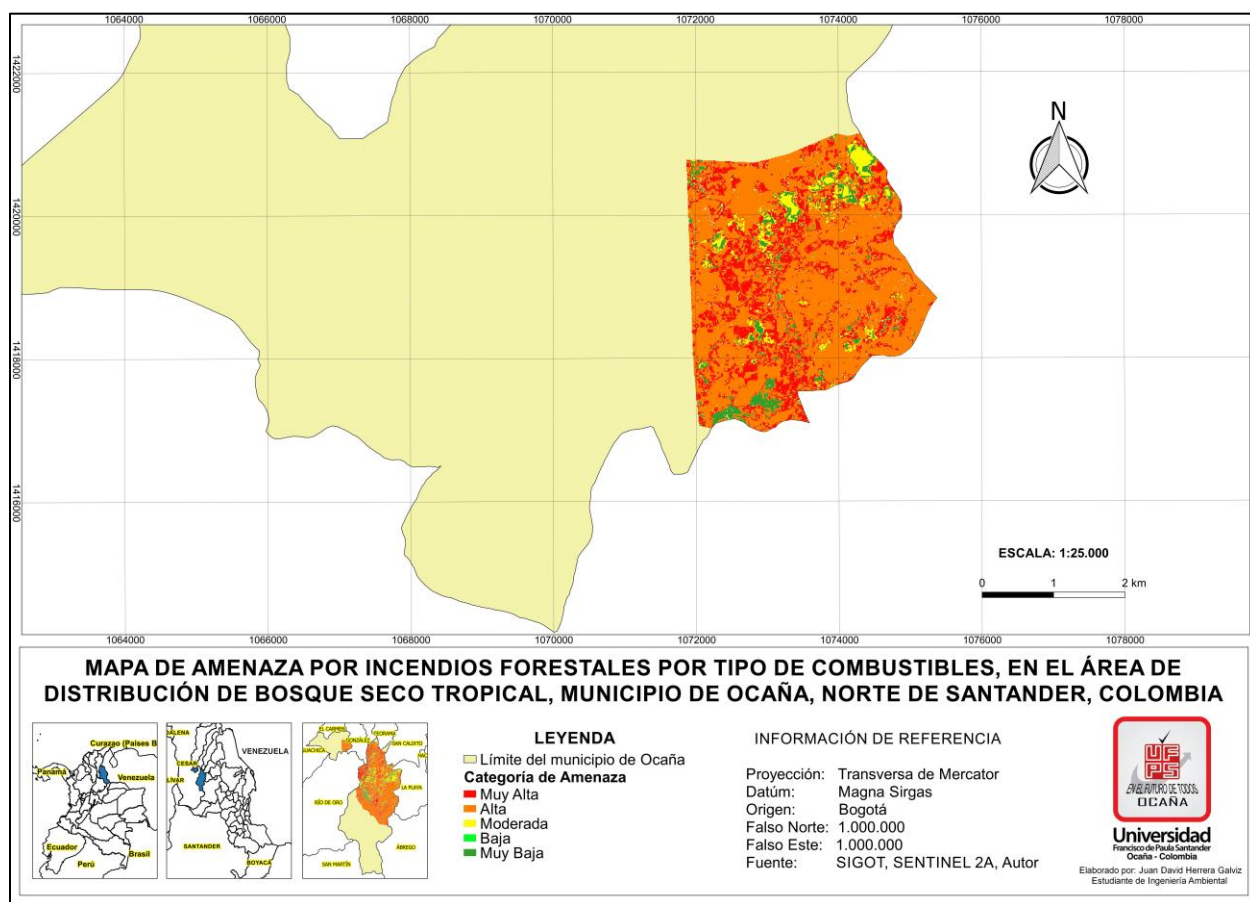


Figura 29. Mapa de amenaza por tipo de combustibles. Fuente: Elaboración propia, 2016.

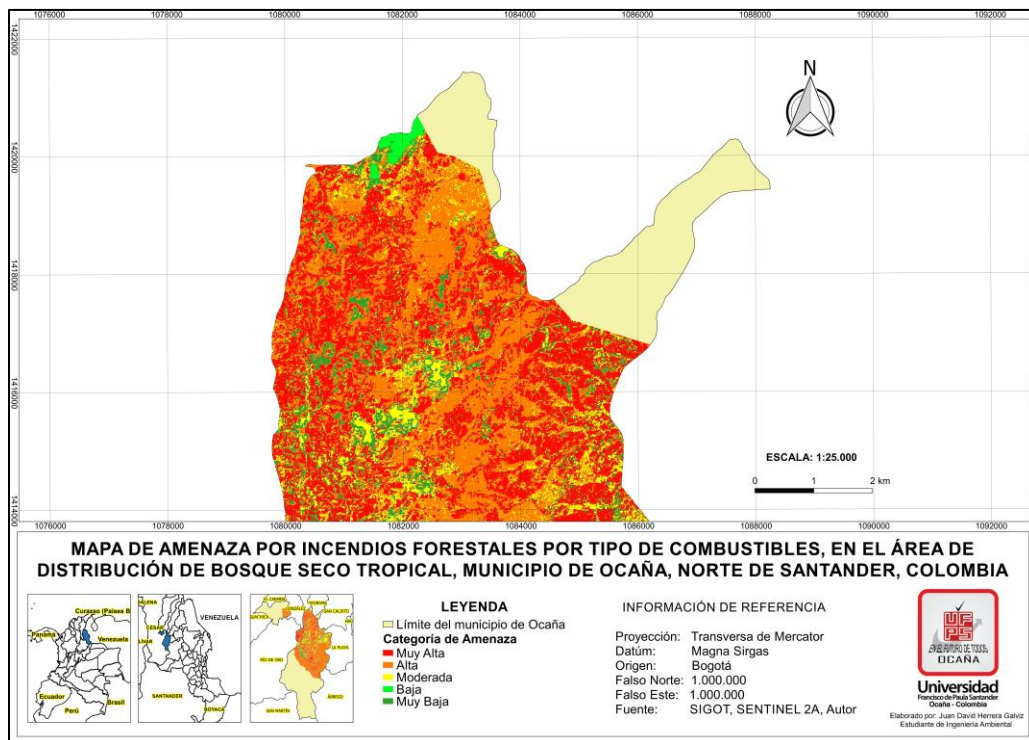


Figura 29. Continuación.

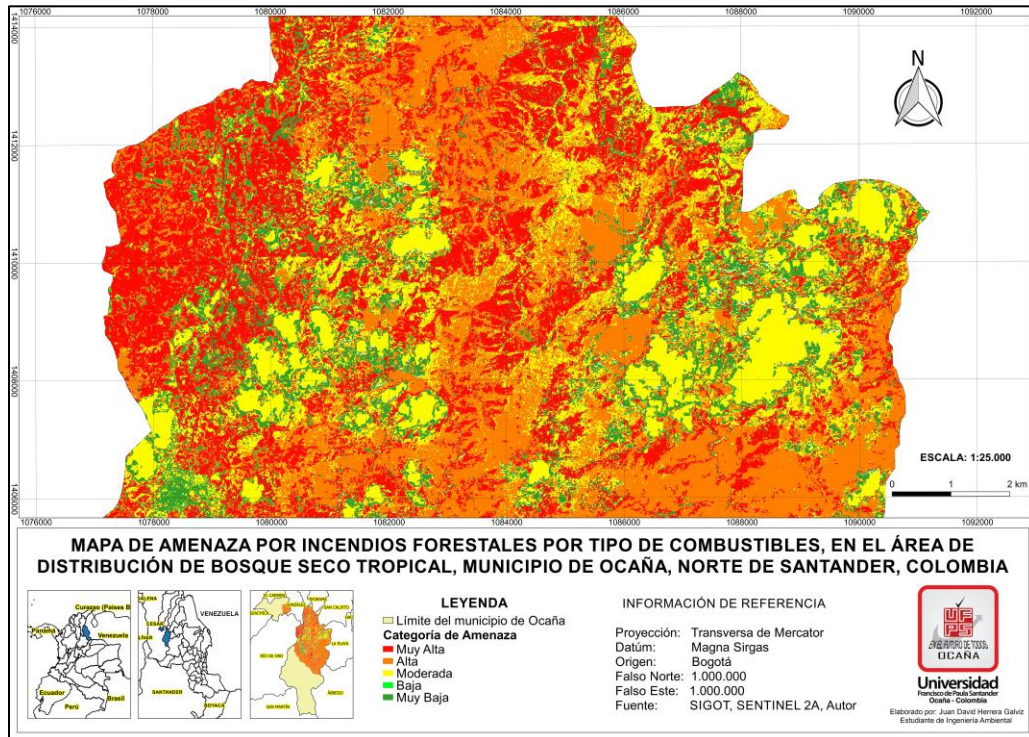


Figura 29. Continuación.

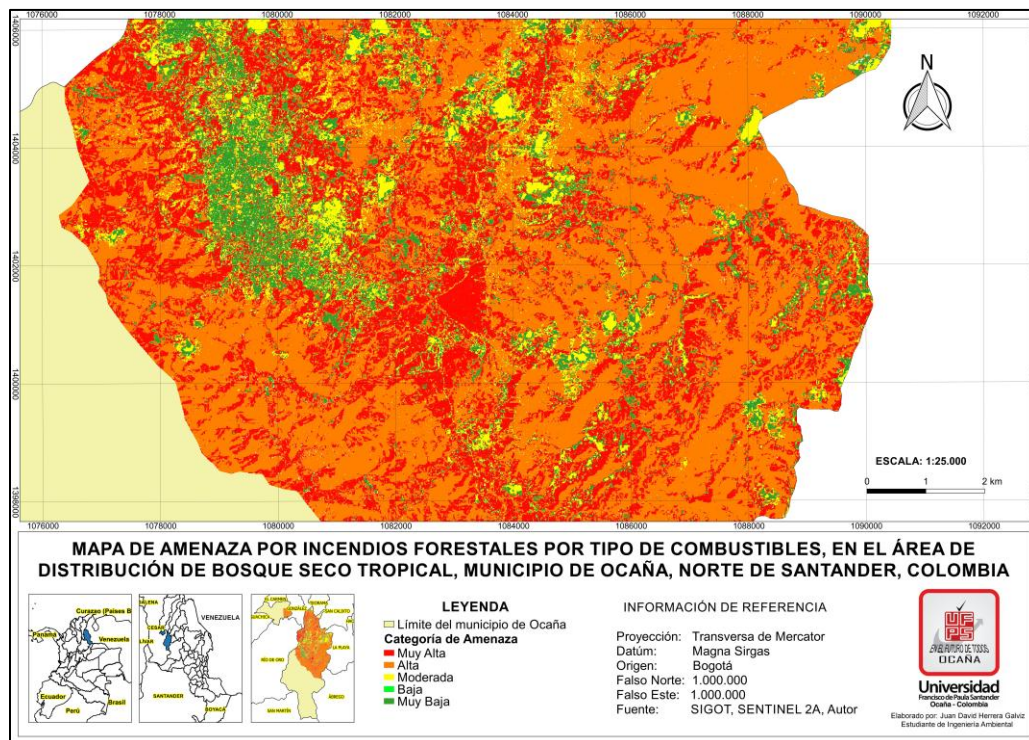


Figura 29. Continuación.

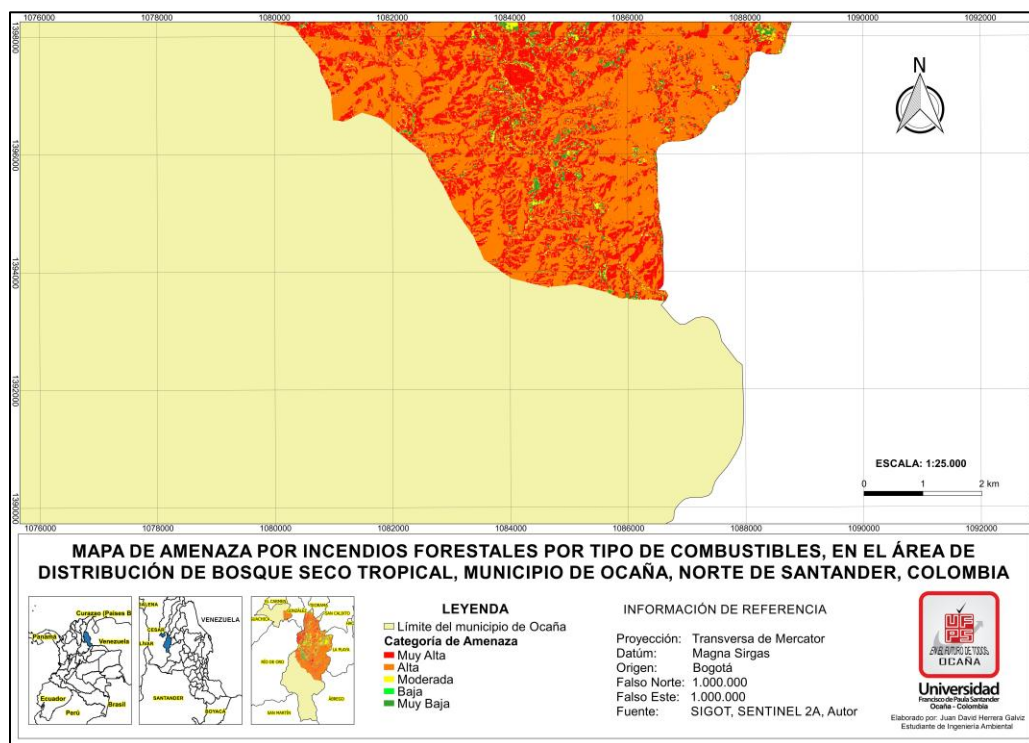


Figura 29. Continuación.

Los valores de áreas para las zonas de amenaza muy alta, alta, moderada, baja y muy baja, por tipo de combustibles, son respectivamente: 8392,52 ha, 10211,19 ha, 3434,88 ha, 26,55 ha y 2705,24 ha. Se puede apreciar en el mapa, que el área de estudio posee una amenaza muy alta y alta considerable, por tipo de combustibles como arbustos, hierbas y pastos, encontrándose dispersas y en menor proporción, las zonas con menor categoría de amenaza, que son zonas no combustibles o con presencia de árboles.

Como segundo paso, se genera el mapa de duración de combustibles, de la misma forma que se desarrolló el mapa de tipo de combustibles, diferenciándose en el criterio de asignación de categoría de amenaza, estipulado por el protocolo del IDEAM.

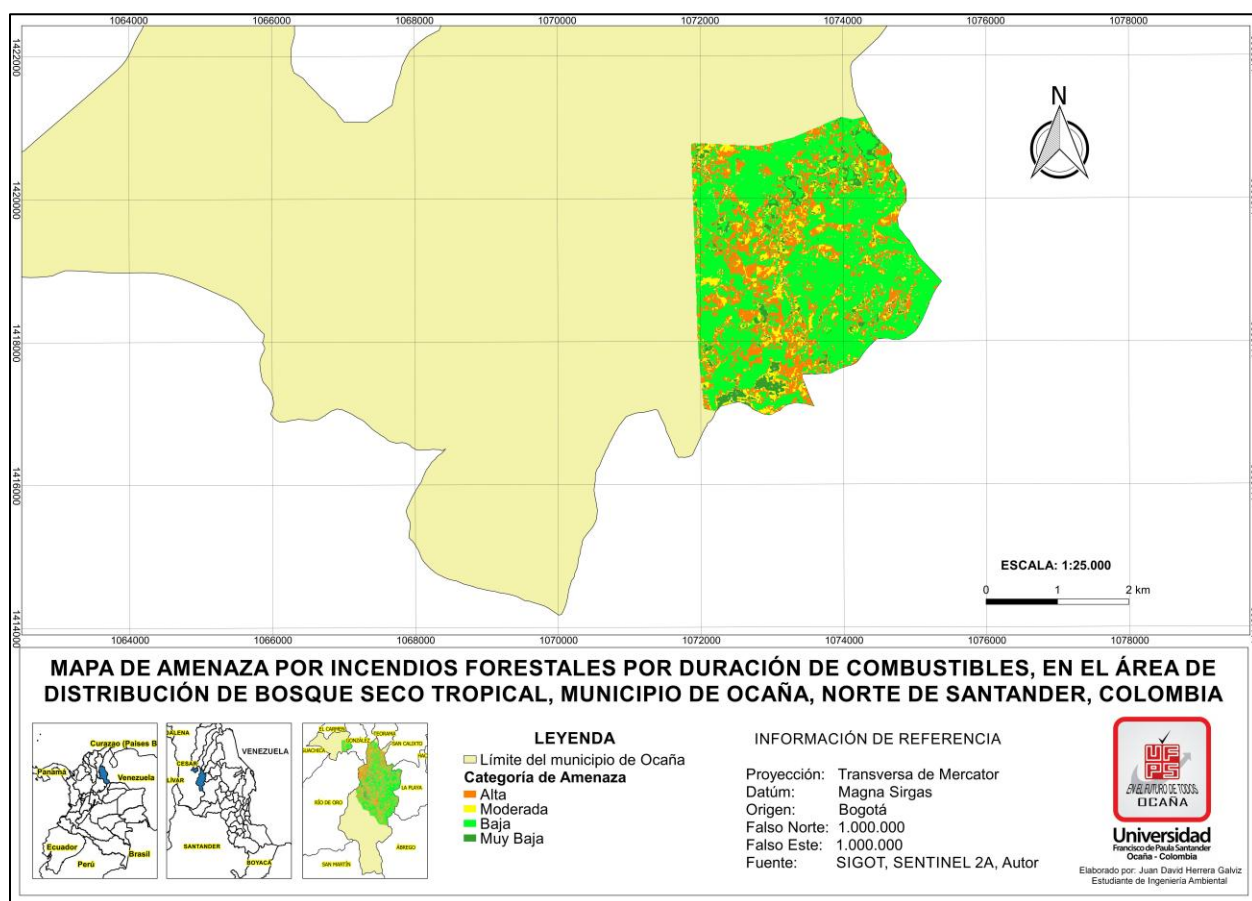


Figura 30. Mapa de amenaza por duración de combustibles. Fuente: Elaboración propia, 2016.

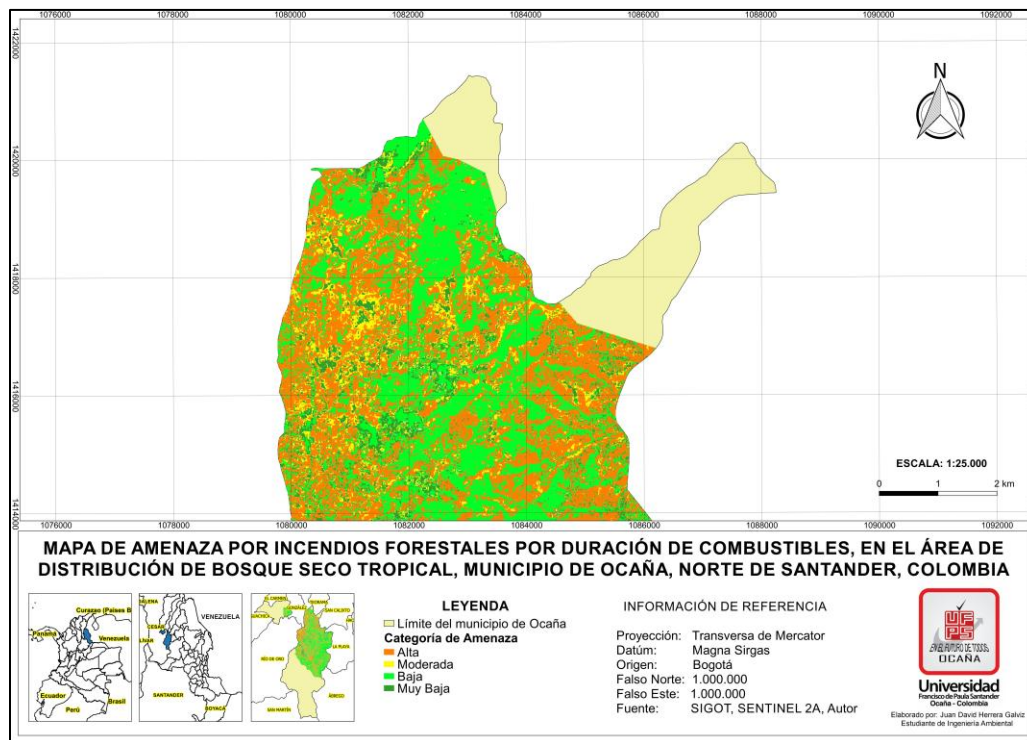


Figura 30. Continuación.

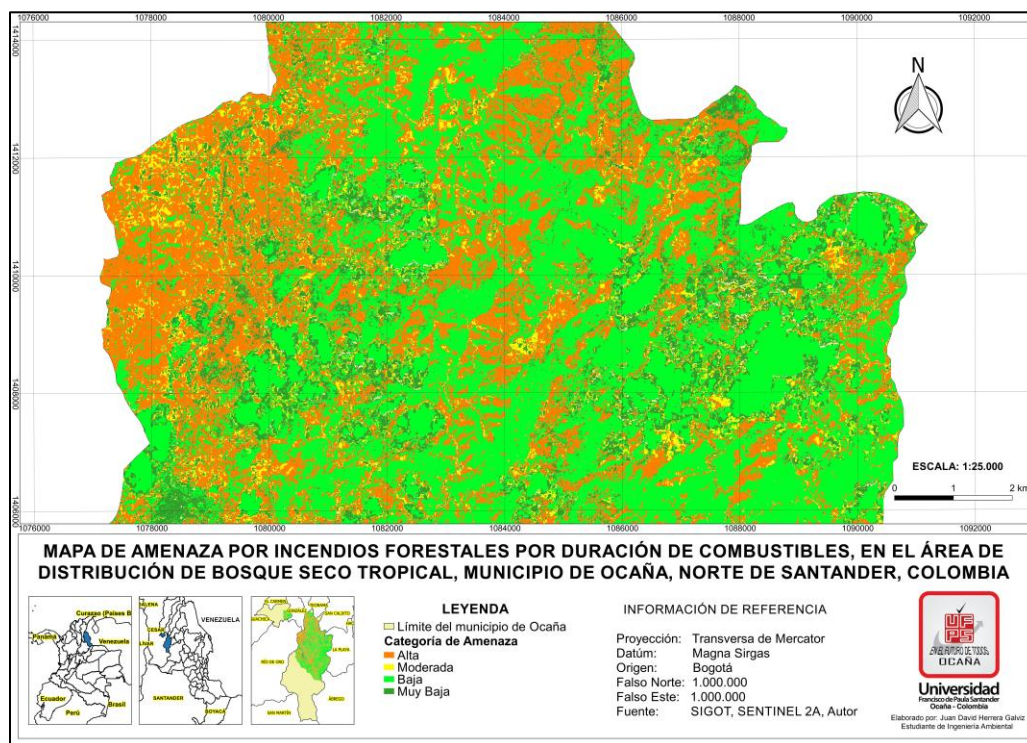


Figura 30. Continuación.

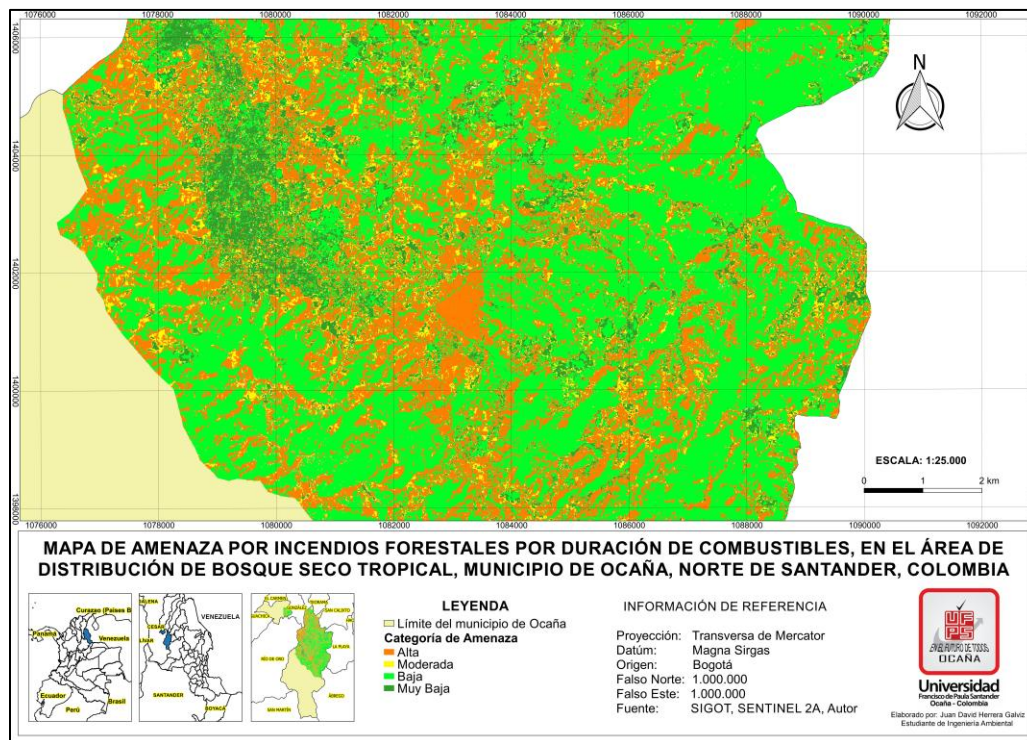


Figura 30. Continuación.

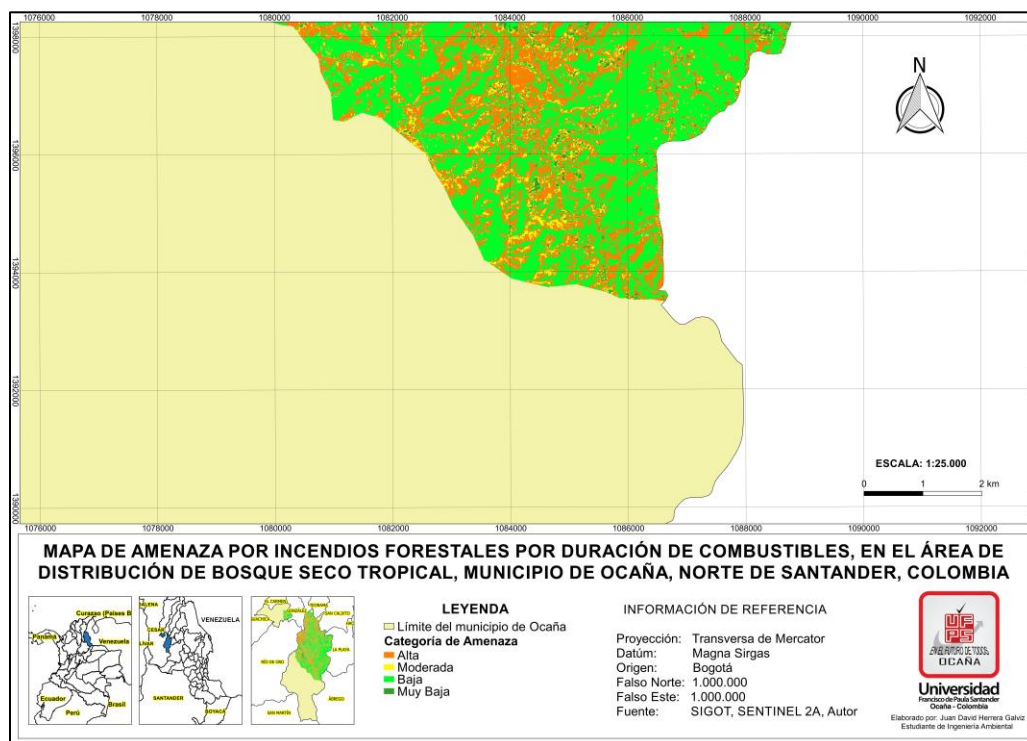


Figura 30. Continuación.

Los valores de áreas para las zonas de amenaza alta, moderada, baja y muy baja, por duración de combustibles, son respectivamente: 8392,52 ha, 1508,92 ha, 12163,70 ha, y 2705,24 ha. Se puede apreciar en el mapa, que el área de estudio posee una amenaza baja considerable, seguida de una amenaza alta en ciertas zonas principalmente del occidente del área de estudio. La interpretación en duración de combustibles, radica en que las zonas clasificadas en baja amenaza, tienen una duración aproximada de combustibles de 100 horas, mientras las zonas en categoría de alta amenaza, poseen una duración de combustibles de 1 hora.

El tercer paso, antes de generar el mapa de susceptibilidad de la vegetación a incendios, corresponde a la realización del mapa de carga de combustibles, a partir de los criterios definidos en el protocolo del IDEAM.

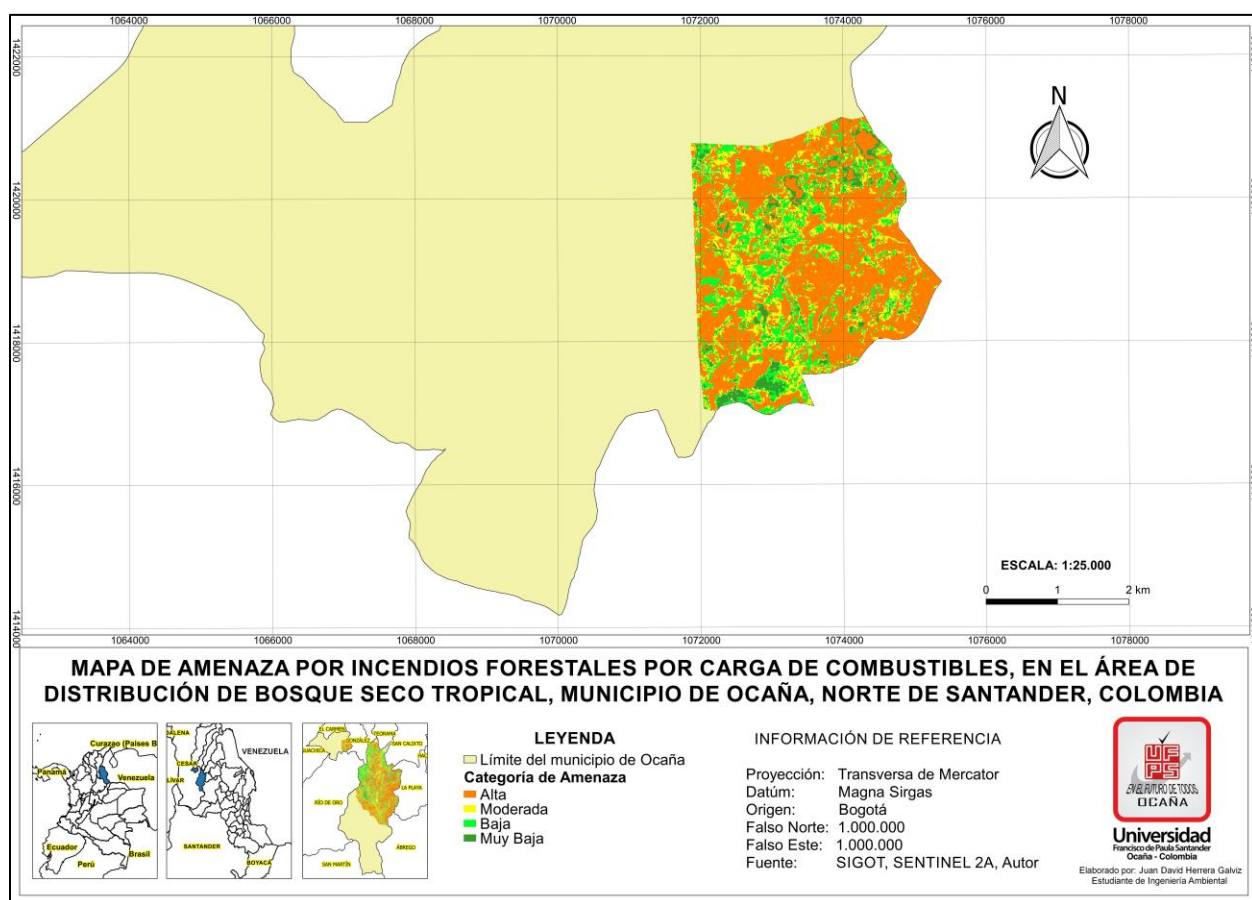


Figura 31. Mapa de amenaza por carga de combustibles. Fuente: Elaboración propia, 2016.

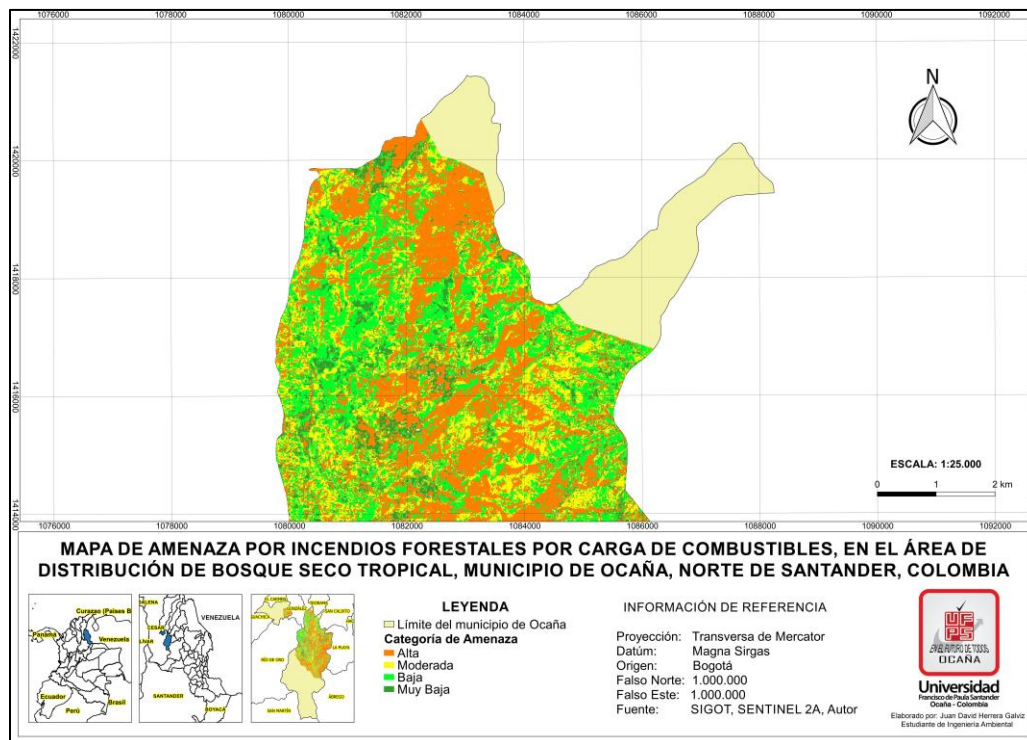


Figura 31. Continuación.

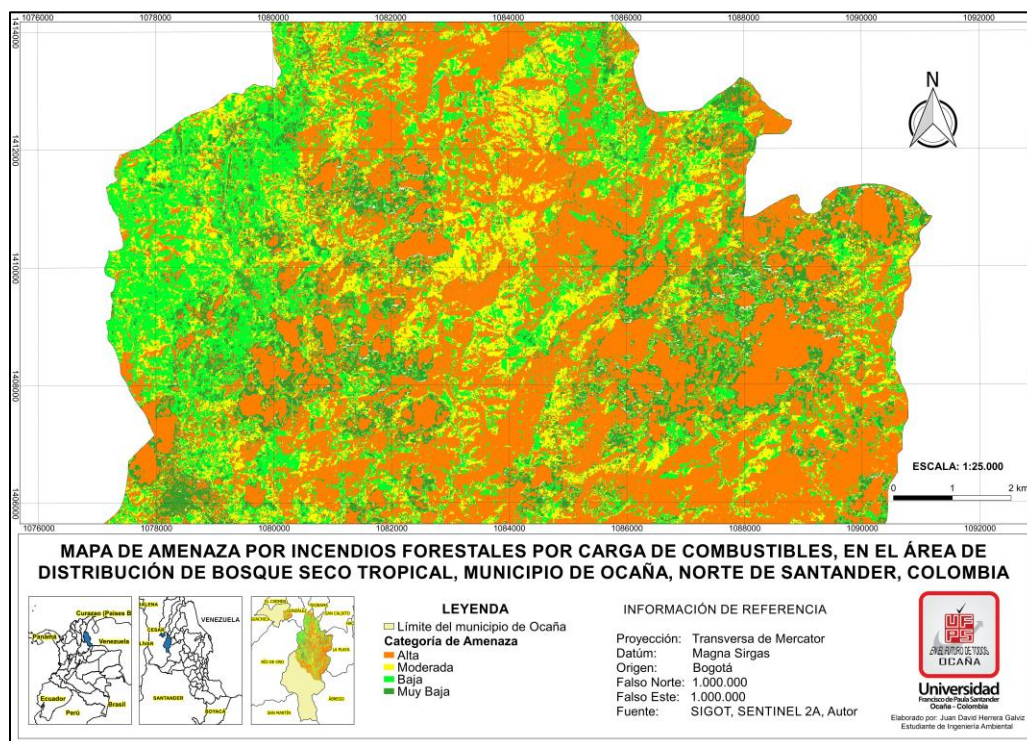


Figura 31. Continuación.

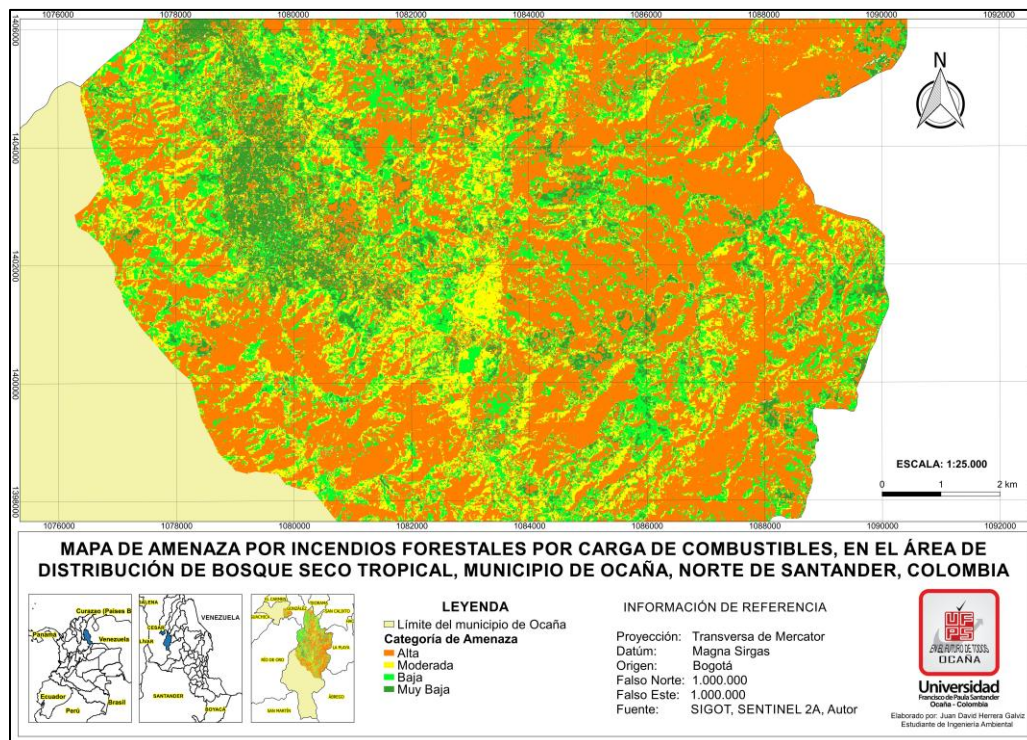


Figura 31. Continuación

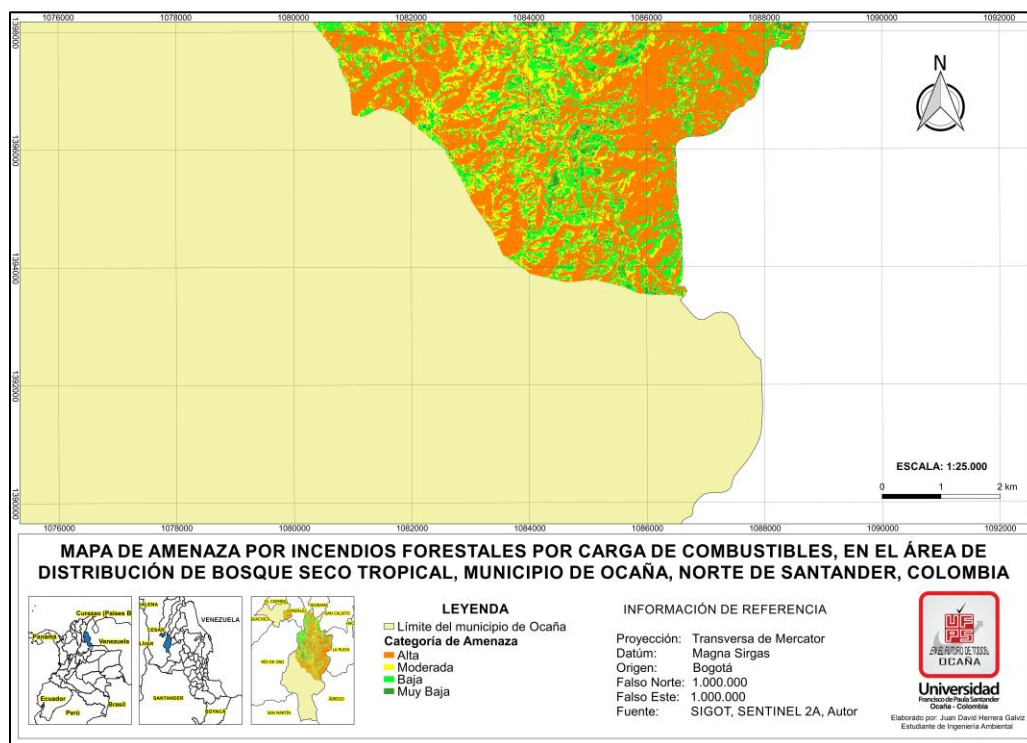


Figura 31. Continuación.

Los valores de áreas para las zonas de amenaza alta, moderada, baja y muy baja, por carga de combustibles, son respectivamente: 12163,70 ha, 4432,47 ha, 5468,97 ha y 2705,24 ha. Se puede apreciar en el mapa, que el área de estudio posee una amenaza alta considerable, con presencia de zonas de amenaza baja, principalmente al occidente del área de estudio. La interpretación en carga de combustibles, radica en que las zonas clasificadas en alta amenaza, tienen una carga de combustibles mayor a las 100 Ton/ha, mientras las zonas en categoría de baja amenaza, poseen una carga de combustibles de 1 – 50 Ton/ha.

Los mapas de tipo, duración y carga de combustibles, poseen en su tabla de atributos, la respectiva categoría de amenaza y calificación de acuerdo a los criterios establecidos en el protocolo del IDEAM para cada uno. Por consiguiente, para el cálculo de susceptibilidad de la vegetación a incendios, se procedió a convertir los shp de cada mapa (tipo, duración y carga de combustibles) a formato raster, mediante el empleo de la herramienta del software Arcgis, Polygon to Raster (Conversion Tools>To Raster>Polygon to Raster). Es importante resaltar que la conversión se realizó tomando como único atributo, la columna con los valores de calificación de las tablas de atributos de los shp. Los raster obtenidos, fueron sometidos a una operación de suma ponderada, usando la calculadora raster de Arcgis (Spatial Analyst Tools>Map Algebra>Raster Calculator). Así, el nuevo raster obtenido, se convirtió en shp para proceder, utilizando la calculadora de campos, a normalizar los datos, los cuales se ponderaron agrupándolos en 5 rangos con la ayuda de la herramienta selección por atributos y calculadora de campos, asignándoles así la respectiva categoría de amenaza y el valor de la calificación. El mapa resultante, corresponde a la evaluación de amenaza por susceptibilidad de la vegetación a incendios, que se puede visualizar en la figura 32.

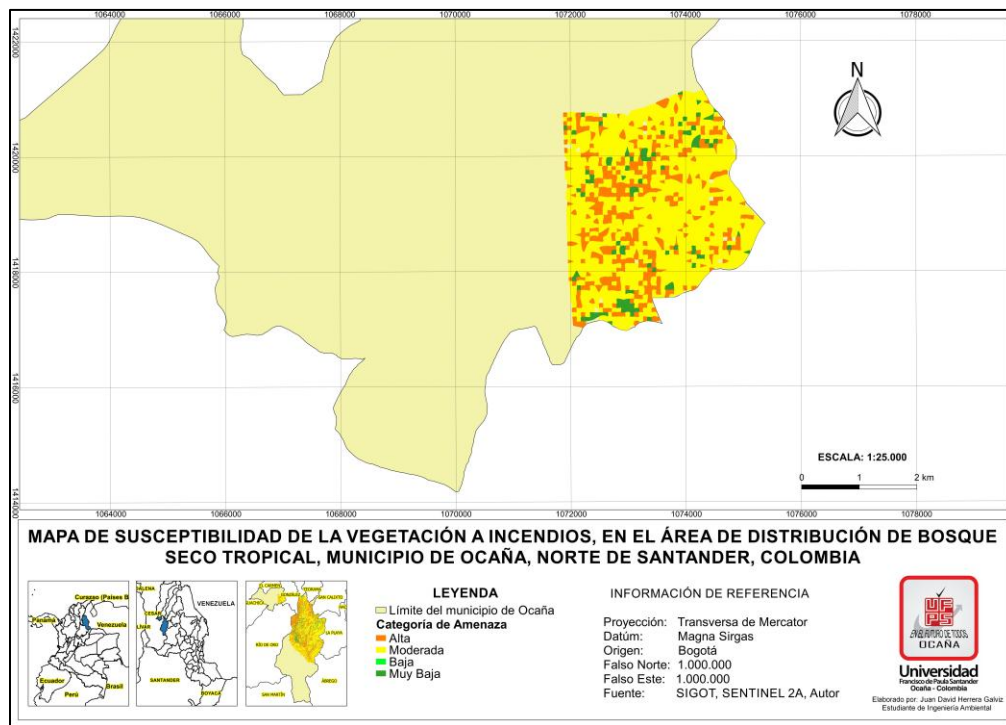


Figura 32. Mapa de amenaza por susceptibilidad de la vegetación a incendios. Fuente: Elaboración propia, 2016.

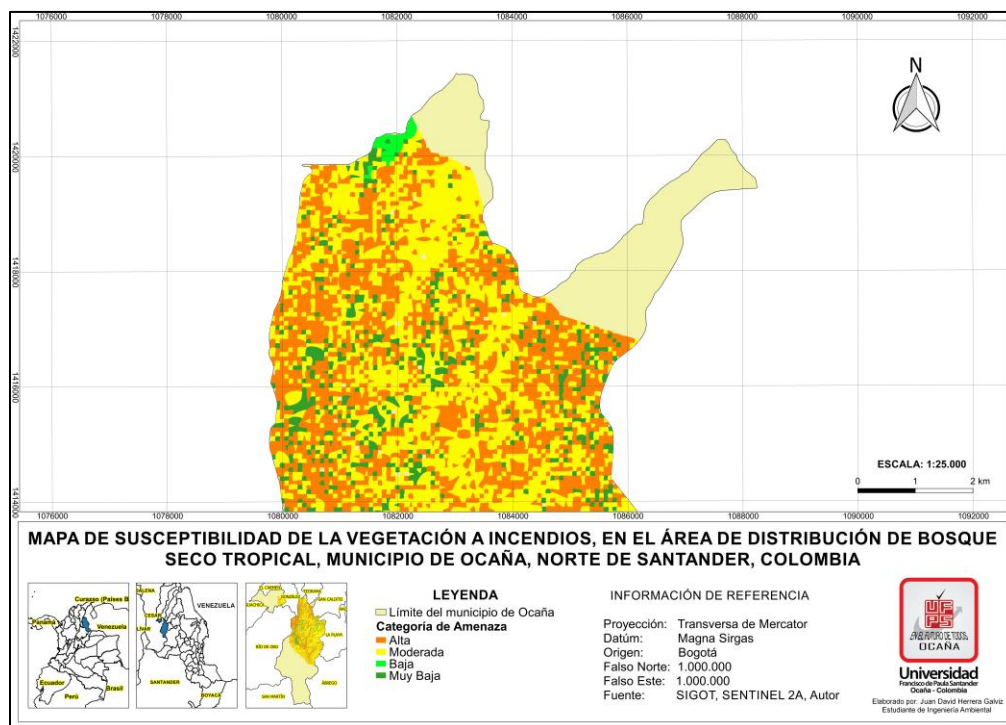


Figura 32. Continuación.

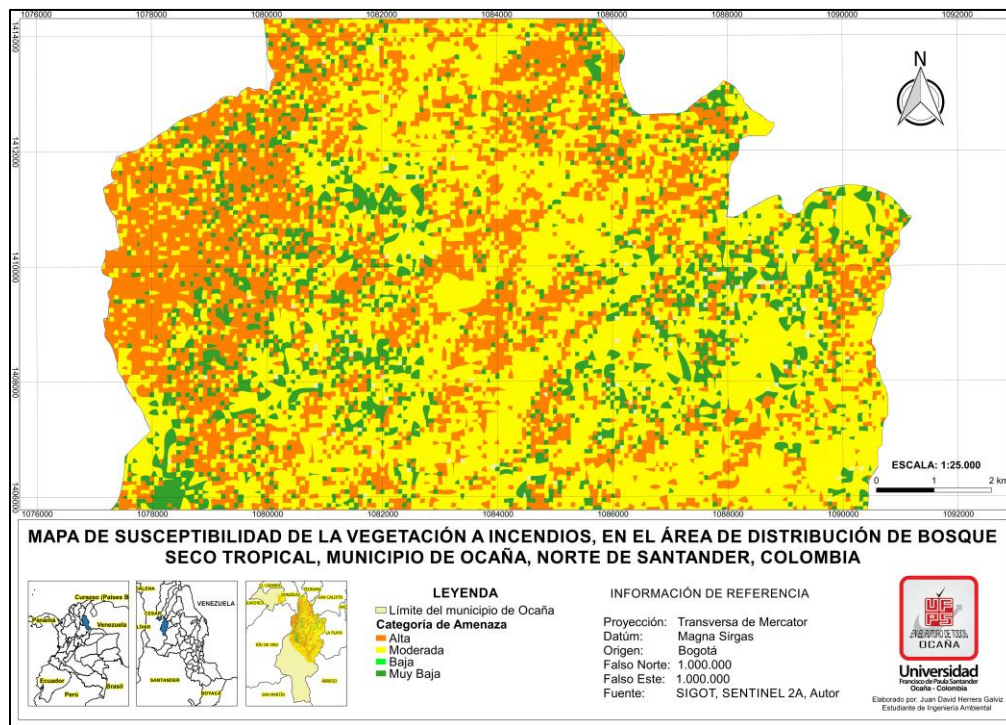


Figura 32. Continuación.

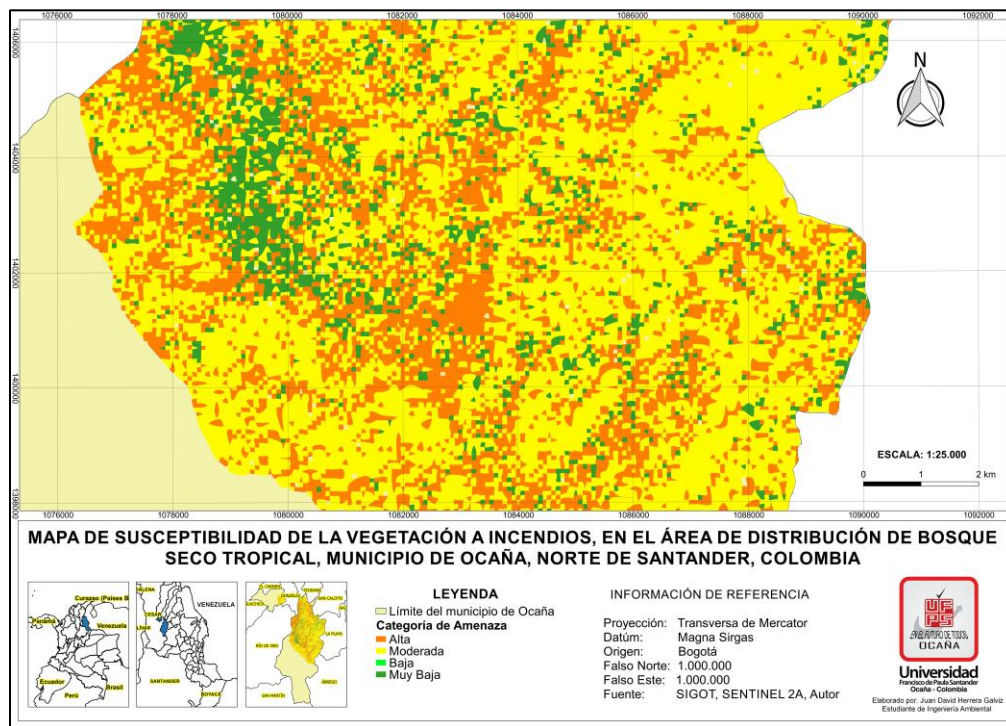


Figura 32. Continuación.

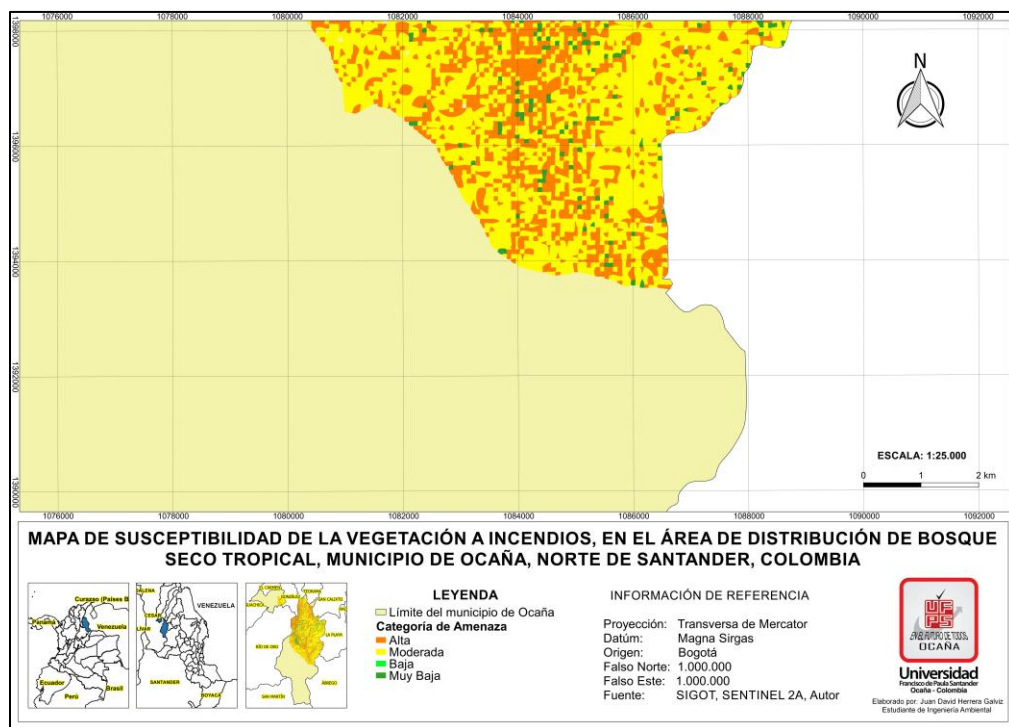


Figura 32. Continuación.

Para el mapa de susceptibilidad de la vegetación a incendios, se consideró solo generar 4 categorías de amenaza, teniendo en cuenta que los mapas de duración y carga de combustibles no poseían la categoría de amenaza muy alta.

Los valores de áreas para las zonas de amenaza alta, moderada, baja y muy baja, por susceptibilidad de la vegetación a incendios, son respectivamente: 8175,59 ha, 13924,79 ha, 25,13 ha y 2639,47 ha. Se puede apreciar en el mapa, que el área de estudio posee una amenaza moderada considerable, principalmente al Este del área del estudio, seguida por la categoría amenaza alta, que se distribuye en gran parte del Occidente del área de estudio. Lo anterior, se debe a la presencia tan marcada de explotaciones agropecuarias en el oeste del área de estudio, principalmente en el corregimiento de aguas claras y sus alrededores, lo que posibilita que la amenaza sea mayor en estas zonas.

Amenaza Total

El protocolo del IDEAM especifica una fórmula para el cálculo de amenaza a partir de la suma de los productos de las calificaciones de cada factor evaluado. Así, los factores de amenaza por precipitación y por temperatura tienen mayor representatividad en el cálculo de amenaza total, al ser multiplicadas sus calificaciones por un factor de 0,25, mientras el factor de susceptibilidad de la vegetación al fuego se multiplica por un factor de 0,17, la amenaza por frecuencia de incendios por un factor de 0,05 y por último las amenazas por pendiente y por accesibilidad se multiplican por un factor de 0,03 cada uno.

Las operaciones de multiplicación por el factor respectivo, fueron realizadas individualmente por cada factor de amenaza evaluado, a través del empleo de calculadora de campos en el software QGIS. Posteriormente, los archivos shapefile, fueron cargados en el software Arcgis, en donde se convirtieron a formato raster, tomando como único valor el resultado del cálculo de la multiplicación de las calificaciones por el valor del factor asignado de acuerdo a la fórmula propuesta por el protocolo del IDEAM. Los raster correspondientes a cada factor de amenaza evaluado, se sometieron a una suma, a través de la calculadora raster del software Arcgis, obteniéndose un nuevo raster con innumerables valores resultado de dicha suma. Debido a que los valores obtenidos de la suma, eran demasiados, se procedió a normalizar dichos valores con el empleo de la calculadora raster. Se obtuvo un nuevo archivo raster, con valores comprendidos entre 0 y 1. Este nuevo archivo, se sometió a una reclasificación en Arcgis, para obtener los 5 rangos de amplitud equitativa (0,2 de amplitud en cada rango), resultando otro archivo raster, el cual se convirtió en archivo shp con ayuda de Arcgis, para emplear la herramienta de selección por atributos y calculadora de campos, con el fin de asignar las categorías de amenaza y su respectiva calificación (ver figura 33).

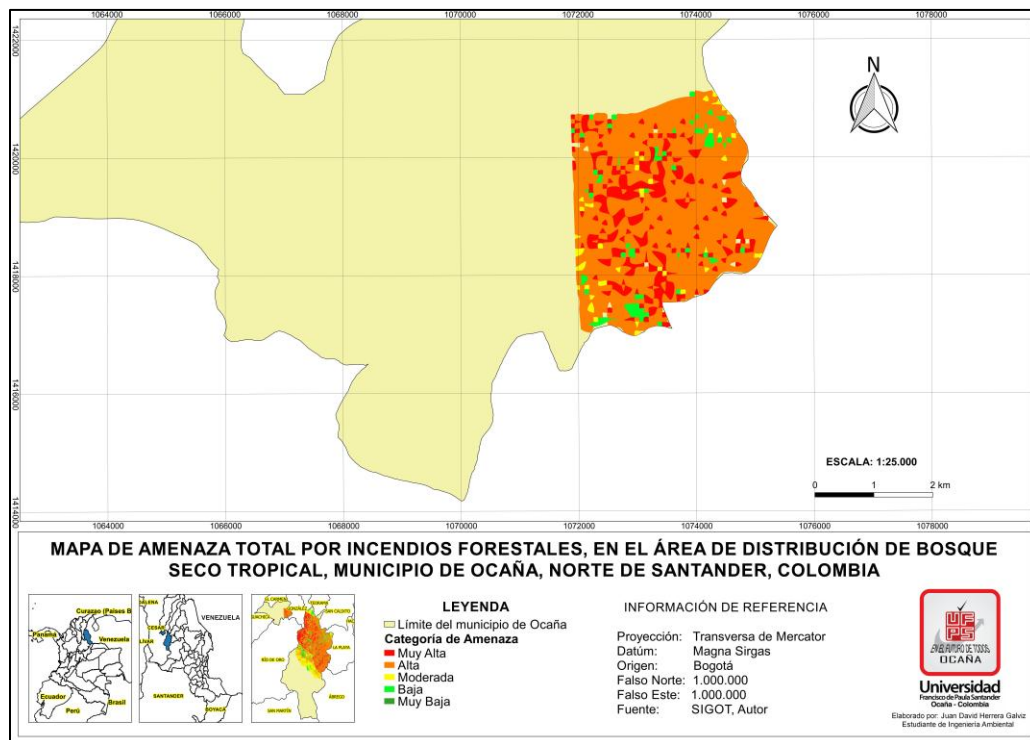


Figura 33. Mapa de amenaza total. Fuente: Elaboración propia, 2016.

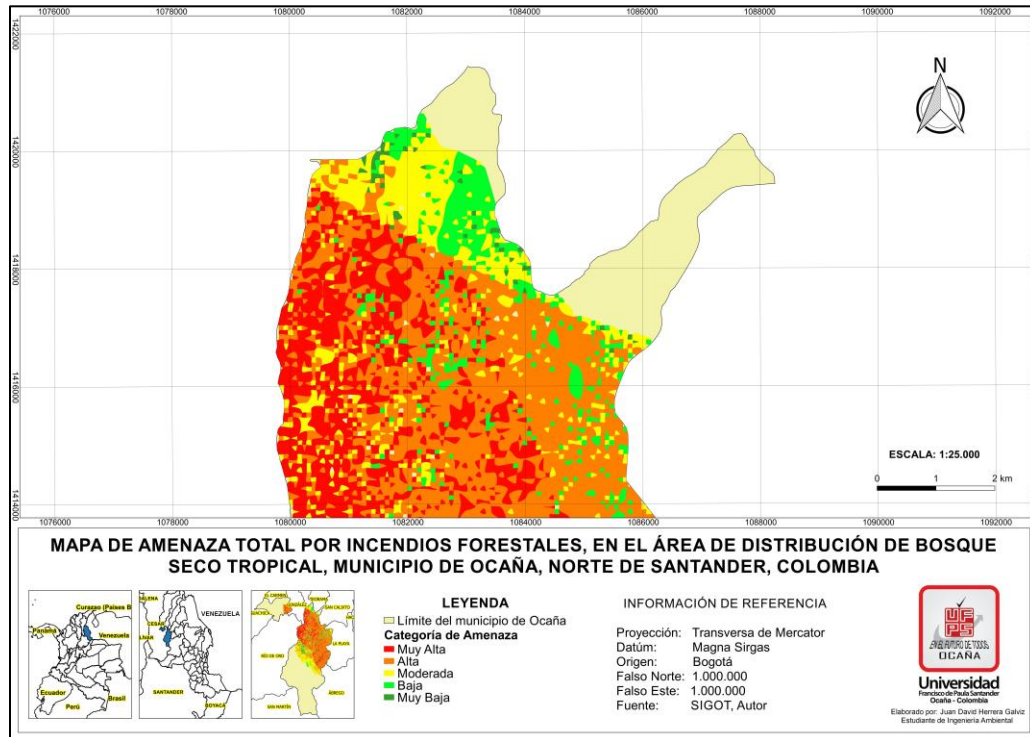


Figura 33. Continuación.

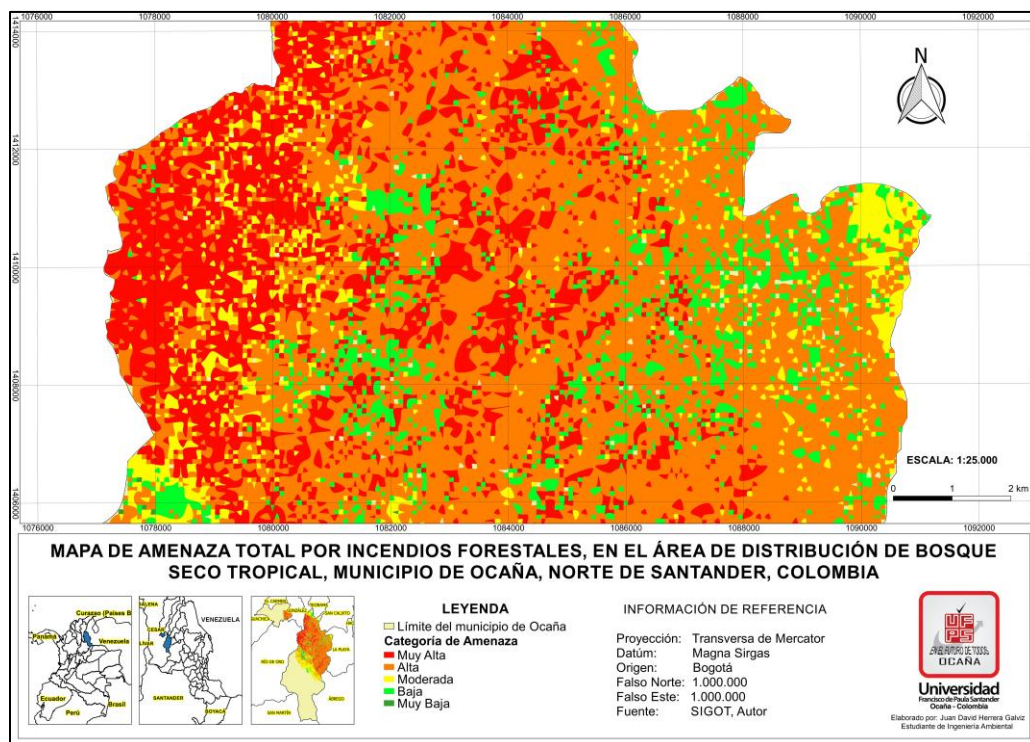


Figura 33. Continuación.

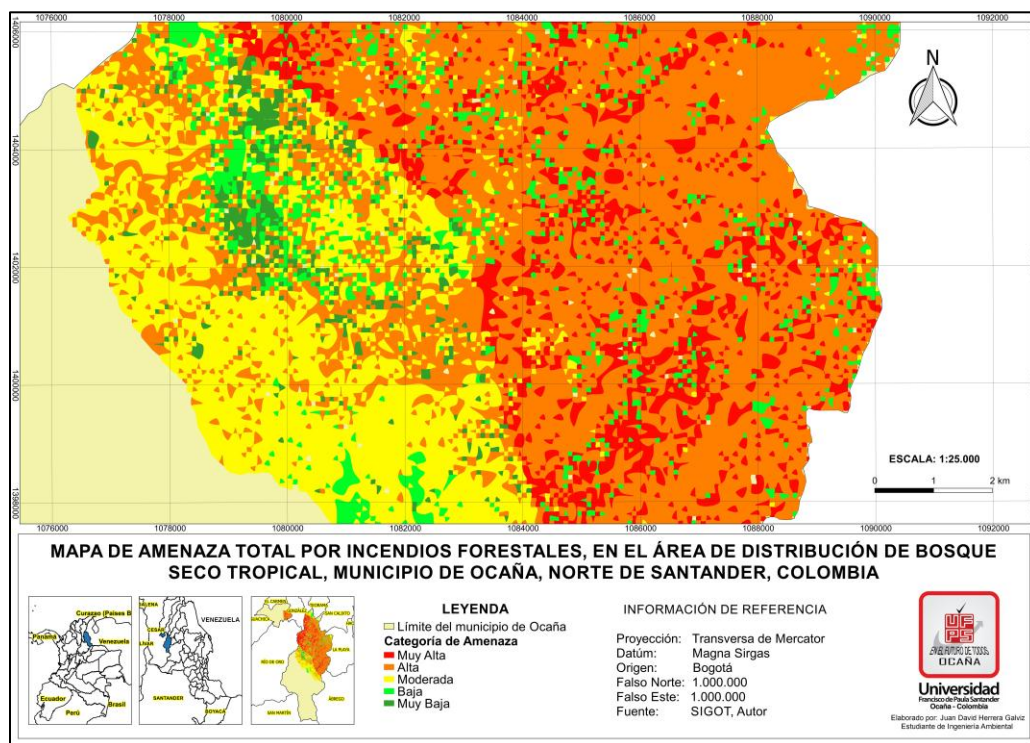


Figura 33. Continuación.

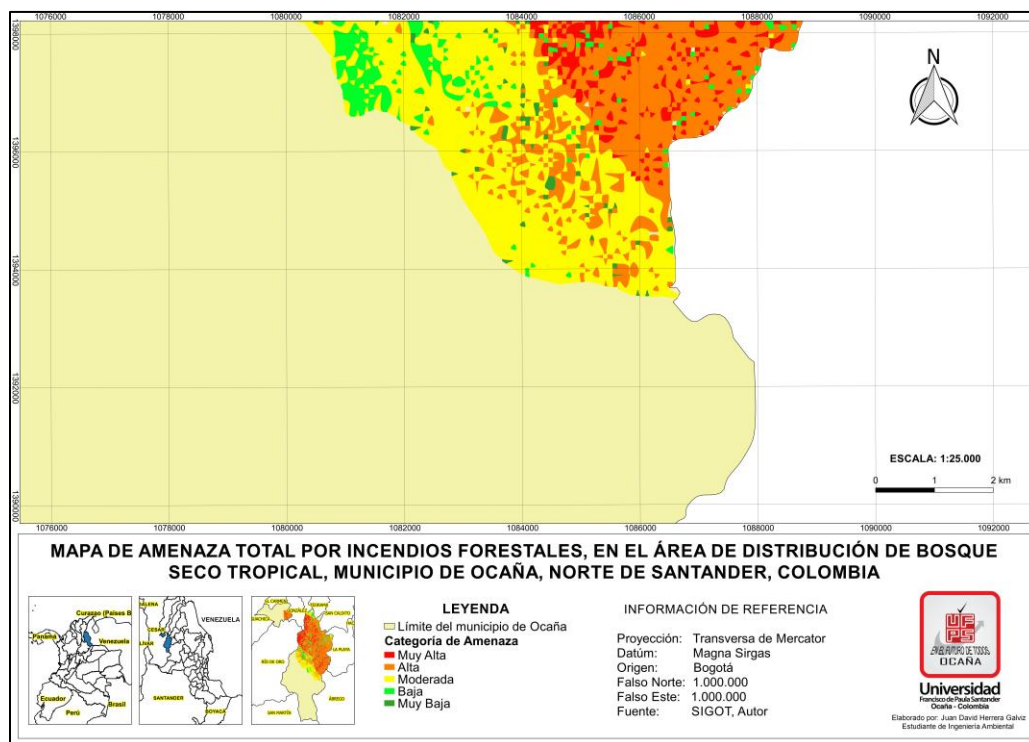


Figura 33. Continuación.

Son muy representativas las zonas de amenaza alta, las cuales abarcan un área total de 13111,68 ha, mientras las zonas de amenaza muy alta, moderada, baja y muy baja, poseen un área total de 4679,68 ha, 4590,89 ha, 1939,58 ha, 368,26 ha, respectivamente. Se puede visualizar en el mapa de amenaza total, que la mayor parte de las zonas de amenaza alta y muy alta, se encuentran en la zona de amenaza muy alta por precipitación, debido a que este factor influyó notablemente en el cálculo de amenaza total. Adicionalmente, las zonas de amenaza baja y muy baja, se concentran en pequeños fragmentos, donde los más representativos corresponden al casco urbano del municipio de Ocaña, una zona al sur del área de estudio, y otra pequeña zona al norte de la misma, en donde se encuentra la poca cobertura de bosque denso, visible en el mapa de coberturas.

Mapa de Vulnerabilidad

Para la realización del mapa de amenaza, se tuvo en cuenta, 6 factores de evaluación, los cuales serán descritos a continuación.

Vulnerabilidad Poblacional

La determinación de la vulnerabilidad poblacional, requirió consultar al Departamento Administrativo Nacional de Estadística, entidad encargada de la información oficial de los censos de población y sus proyecciones. Se obtuvo un documento consolidado, de las proyecciones de población del DANE por área, que para el 2016 en Ocaña son de 98992 habitantes en total para el municipio, de los cuales 89779 habitantes se encuentran concentrados en el casco urbano y 9213 habitantes, en el resto del área municipal que corresponde a la zona rural. Lo anterior, permite deducir, que existe una gran densidad de población en el casco urbano de Ocaña, debido a que concentra cerca del 91% de la población total del municipio.

En la secretaría de desarrollo rural de Ocaña, se suministró un documento con el diagnóstico de los acueductos veredales, que pertenecen a los centros poblados de los corregimientos de La Ermita, Buenavista, Pueblo Nuevo, Otaré y Aguas Claras. El documento aportó las proyecciones de población por centro poblado para 2016, las cuales son: Aguas Claras con 933 habitantes, Otaré con 713 habitantes, La Ermita con 395 habitantes, Buenavista con 241 habitantes y Pueblo Nuevo con 241 habitantes. En total, los 5 centros poblados poseen una población de 2523 habitantes. Por consiguiente, de los 9213 habitantes de la proyección del DANE para la zona rural, 6690 habitantes se encuentran distribuidos en las distintas veredas del municipio de Ocaña.

El área de estudio equivale a un área inferior a la del municipio de Ocaña, así que el cálculo de población rural para esta zona, se realizó teniendo en cuenta el promedio de personas

por hogar estimado por el DANE, con valor de 3,6 personas por hogar en centros poblados y rurales dispersos (DANE, 2015). El anterior dato, se multiplicó por la cantidad de viviendas rurales digitalizadas en la cartografía del PBOT de Ocaña, 2015. Así, para el área de estudio, se encontraban 1325 viviendas que incluían los centros poblados. El valor total de la población de centros poblados y rurales dispersos (zona rural), fue 4770 habitantes, sustrayendo la población de los centros poblados de Aguas Claras y La Ermita, para obtener un total de 3442 habitantes en población rural dispersa.

Se creó un archivo shapefile, a partir de la herramienta unión en QGIS, que permitió fusionar el archivo shp del área de estudio con los archivos shp del casco urbano de Ocaña y de los centros poblados de La Ermita y Aguas Claras, que eran los únicos centros poblados dentro del límite del área de estudio. En los atributos del shp obtenido, se especificó los valores de población de la siguiente forma: Casco urbano de Ocaña – 89779 habitantes, Centro Poblado Aguas Claras – 933 habitantes, Centro Poblado La Ermita – 395 habitantes y Resto del área de estudio – 3442 habitantes.

Seguidamente, se procedió a normalizar los datos de población asignados a cada polígono, obteniéndose 4 valores en el rango de 0 a 1. Estos valores fueron ponderados, al ser distribuidos en los 5 rangos propuestas por el protocolo, con equitativa amplitud. A cada rango, se asignó su respectiva categoría de vulnerabilidad, y su posterior calificación. Así, se obtuvo 2 categorías de vulnerabilidad: Muy Alta y Muy Baja. Únicamente, el casco urbano de Ocaña, se encuentra en la categoría de vulnerabilidad Muy Alta, mientras el resto de polígonos, pertenecen a la categoría de vulnerabilidad Muy Baja. Lo anterior se debe a la inequitativa distribución de la población del municipio de Ocaña, en donde, la población de la zona rural y los centros poblados no alcanza a representar el 10% de la población total (ver figura 34).

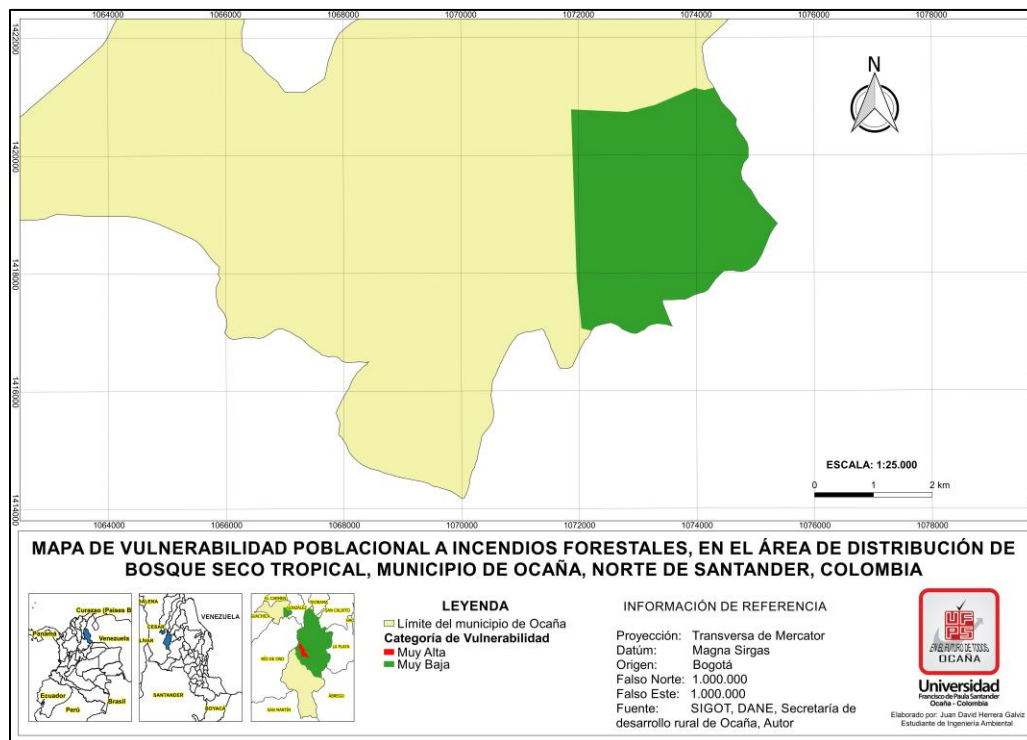


Figura 34. Mapa de vulnerabilidad poblacional. Fuente: Elaboración propia, 2016.

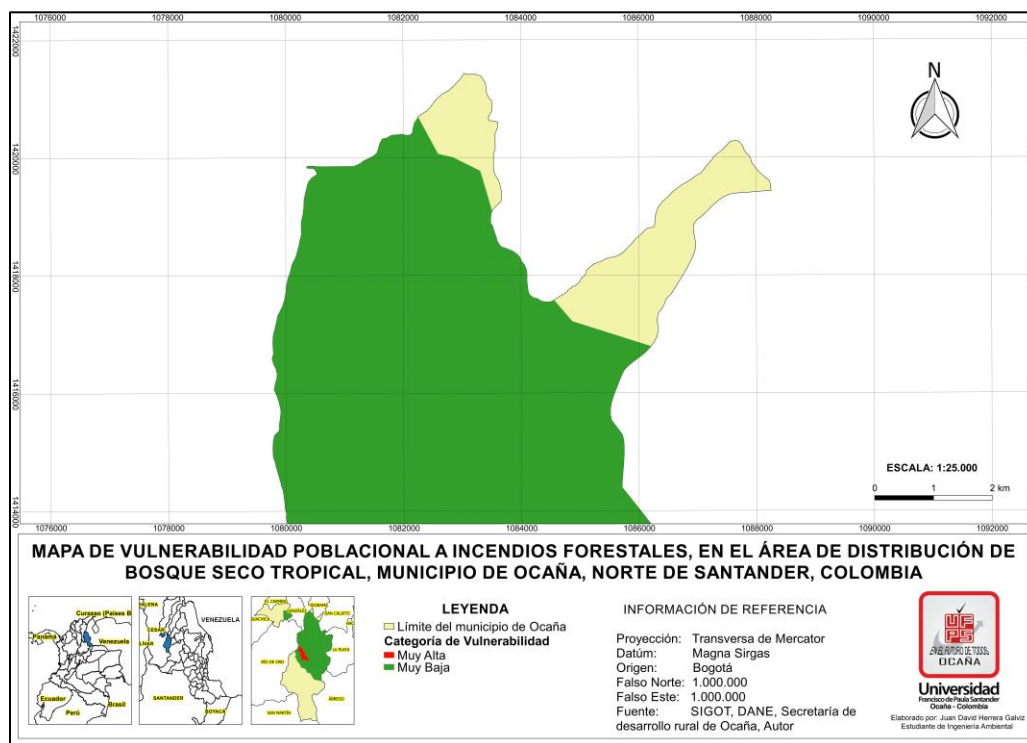


Figura 34. Continuación.

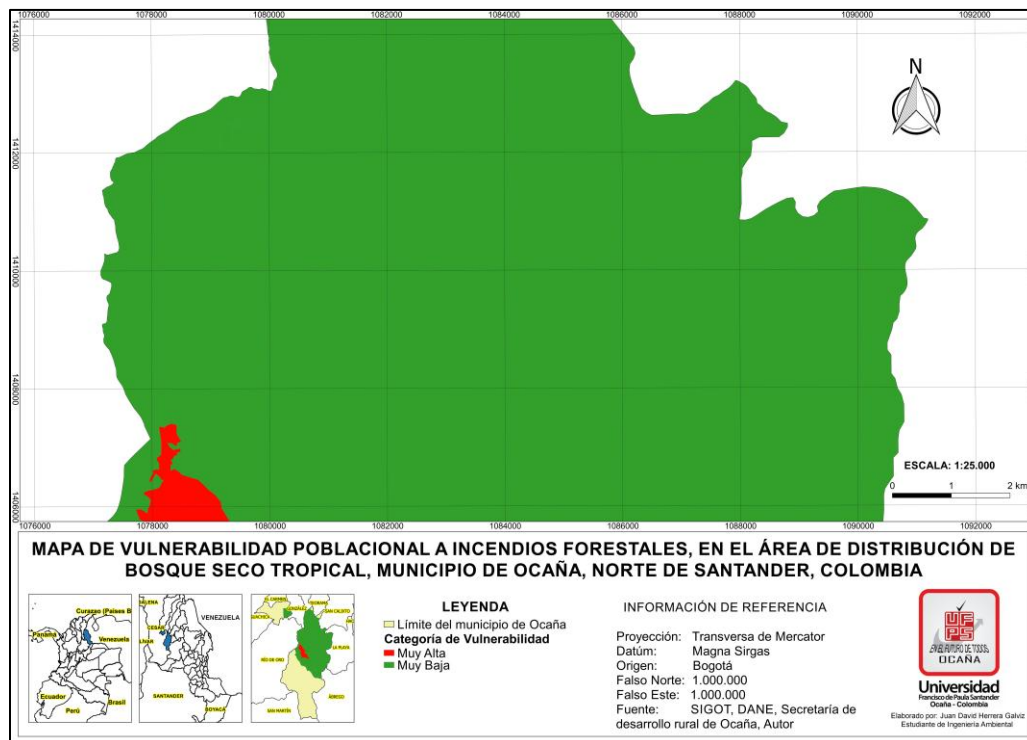


Figura 34. Continuación.

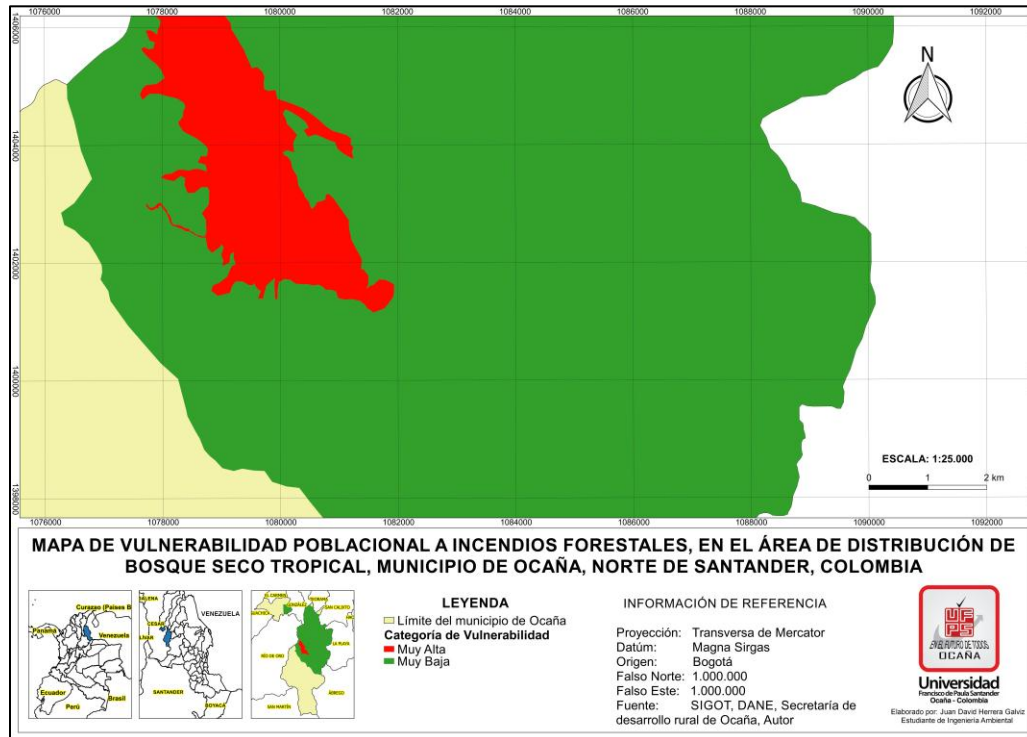


Figura 34. Continuación.

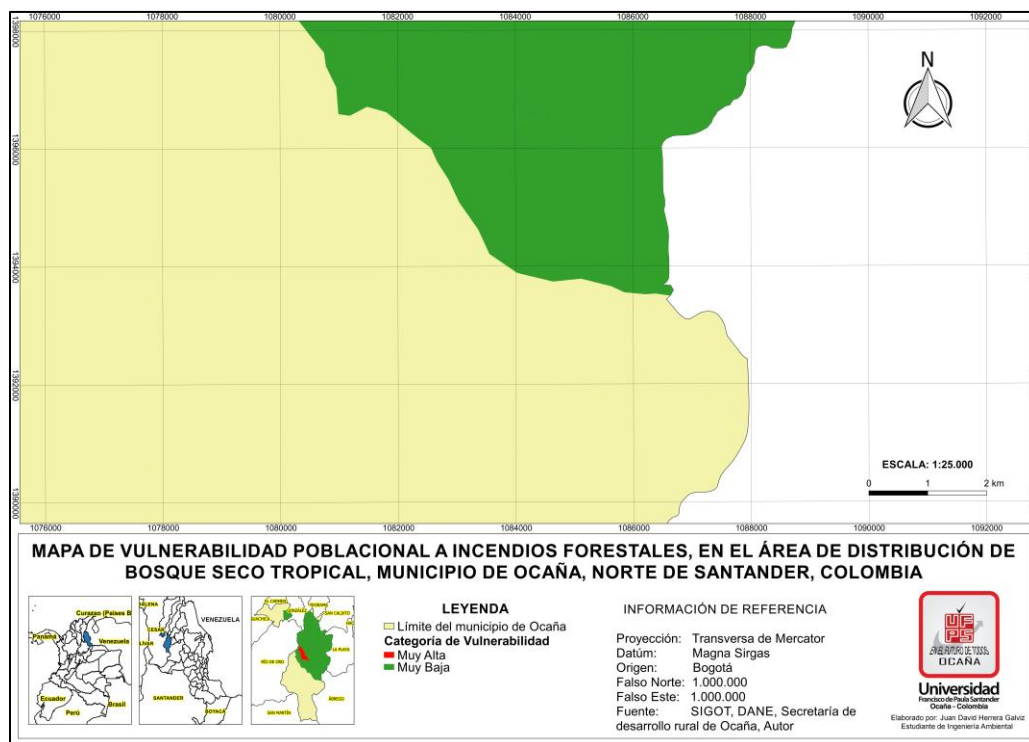


Figura 34. Continuación.

En el anterior mapa, es evidente la gran área que abarca la categoría de vulnerabilidad poblacional muy baja, con 23947,76 ha, contrastante con la categoría de vulnerabilidad muy alta, que posee 986,85 ha.

Vulnerabilidad Ecológica y Territorial

El mapa de coberturas de la tierra con los tipos de cobertura Corine Land Cover, especificados en el protocolo del IDEAM, corresponde al principal insumo para la generación del mapa de vulnerabilidad ecológica y territorial, asignándole la respectiva categoría de vulnerabilidad y calificación, de acuerdo a los criterios establecidos en el mismo protocolo del IDEAM. Así, en la figura 35, se puede visualizar el mapa de vulnerabilidad ecológica y territorial para el área de estudio.

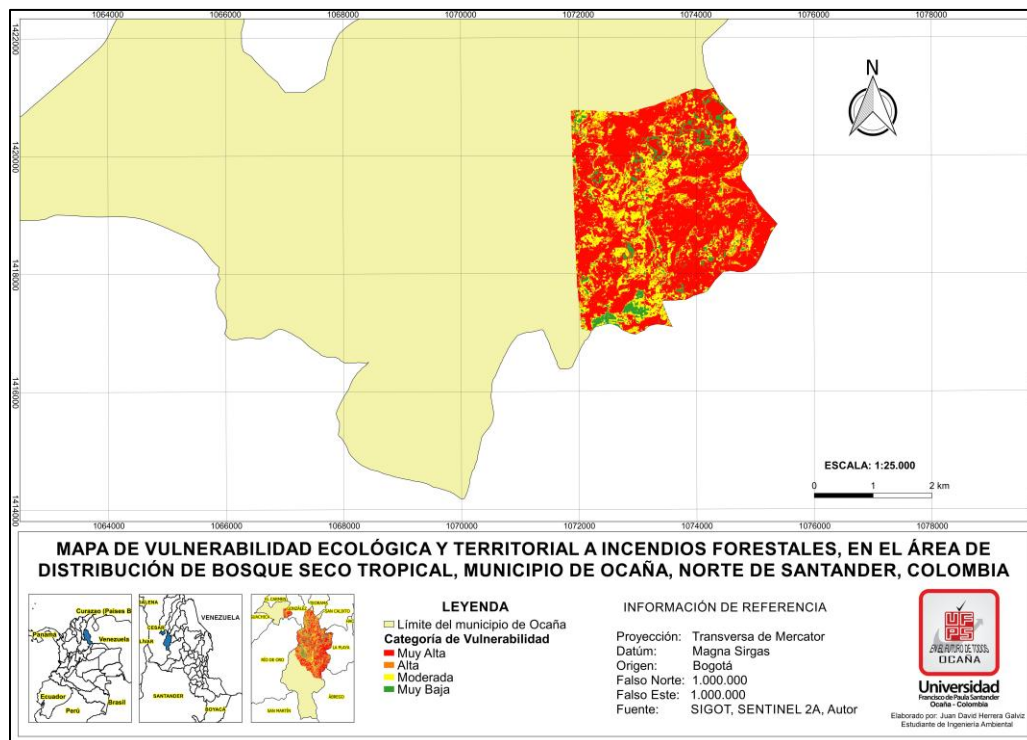


Figura 35. Mapa de vulnerabilidad ecológica y territorial. Fuente: Elaboración propia, 2016

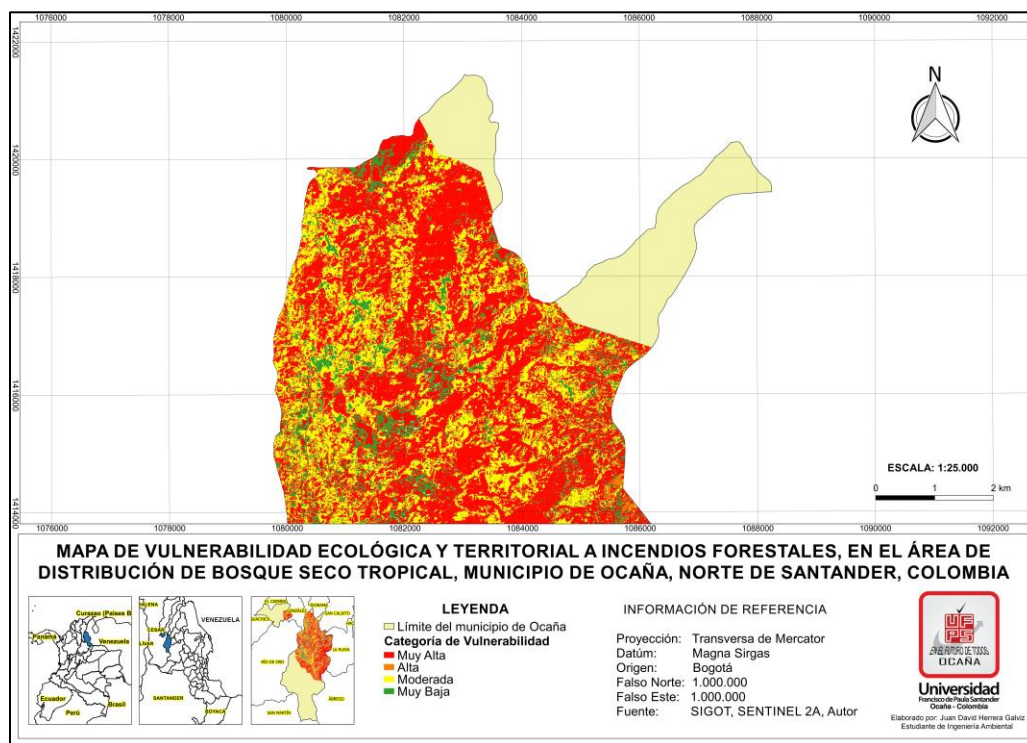


Figura 35. Continuación.

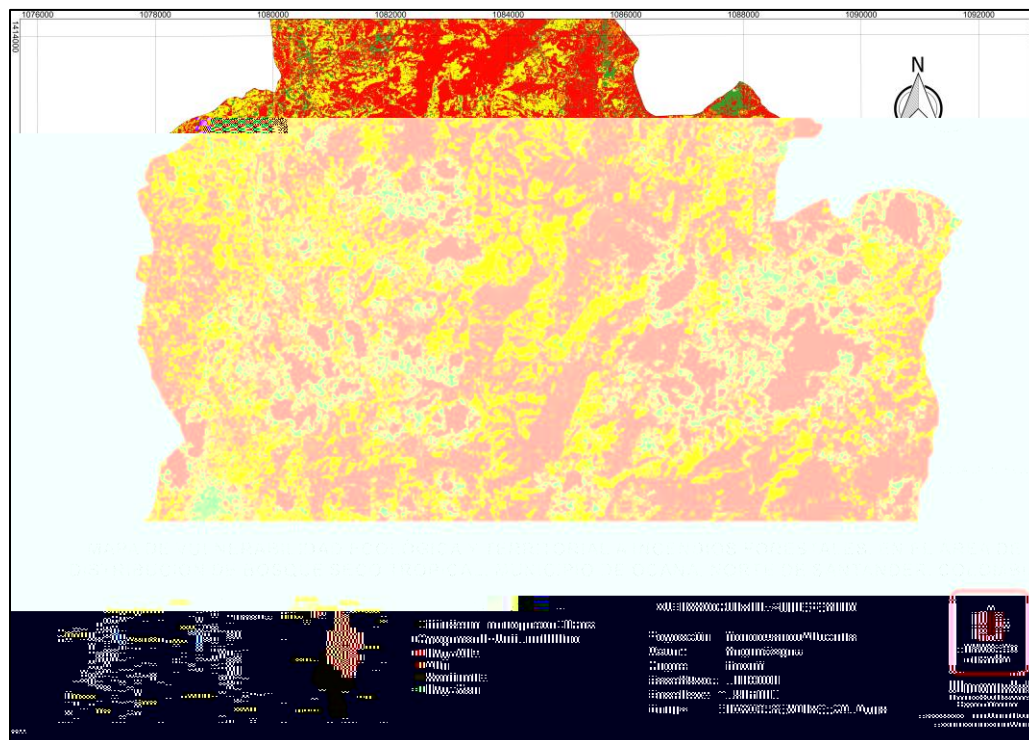


Figura 35. Continuación.

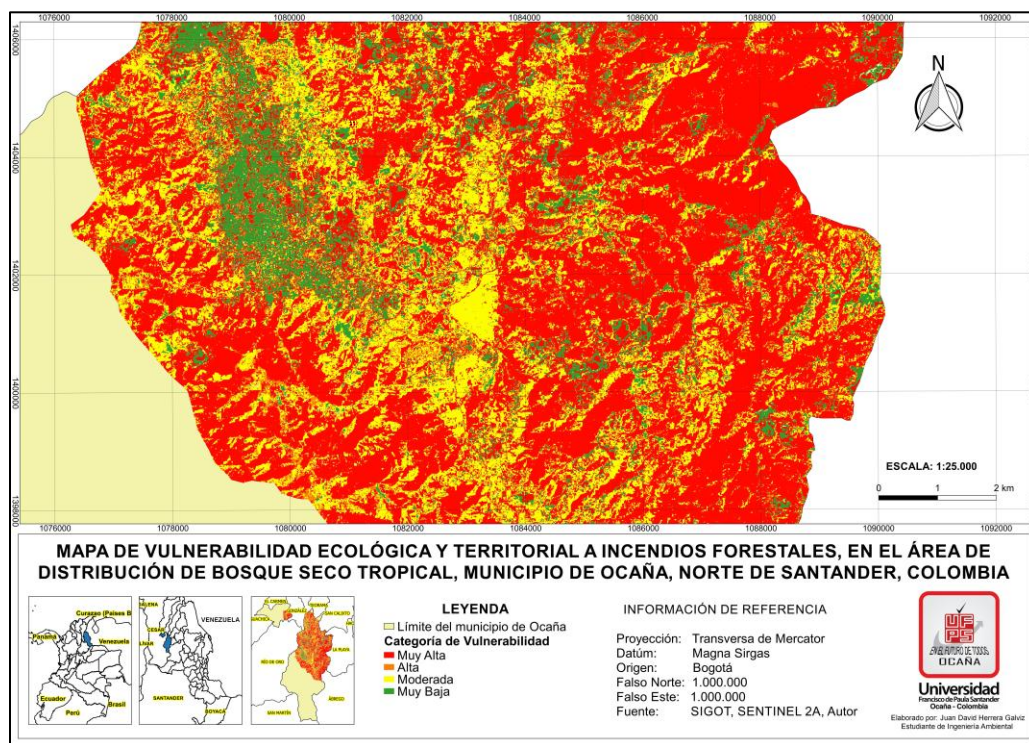


Figura 35. Continuación.

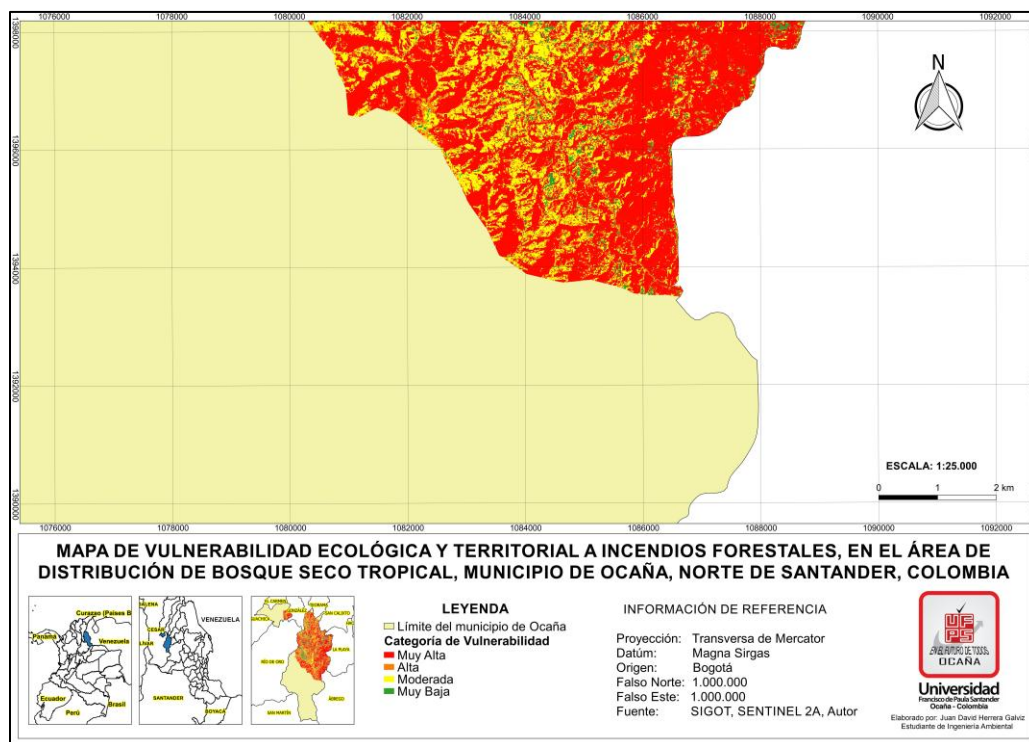


Figura 35. Continuación.

El mapa de vulnerabilidad ecológica y territorial muestra una gran presencia de zonas en categoría de vulnerabilidad muy alta, con 15427,84 ha, seguida de zonas de vulnerabilidad moderada con 5755,38 ha, zonas de vulnerabilidad muy baja con 2705,24 ha y zonas de vulnerabilidad alta con 881,93 ha. Lo anterior se debe que todo lo considerado bosque, arbustal, herbazal y pastos enmalezados se encuentran en una vulnerabilidad muy alta, con respecto al factor ecológico y territorial.

Vulnerabilidad de la infraestructura

El factor de vulnerabilidad de la infraestructura se evaluó mediante la realización previa de los shp de vulnerabilidad de vías, líneas eléctricas, el aeropuerto y las bocatomas presentes en el área de estudio, que corresponden a la única infraestructura encontrada, de acuerdo a la especificada en el protocolo del IDEAM. A cada tipo de infraestructura, se le generó buffer's cada 500 metros, para asignarles las respectivas categorías de vulnerabilidad y su calificación.

Así, se obtuvo vulnerabilidad de vías, bocatomas, líneas eléctricas y el aeropuerto, a partir de la unión de los respectivos shp de buffer's con el shp del área de estudio. Cada shp de vulnerabilidad fue generado individualmente por tipo de infraestructura. En las figuras 36, 37, 38 y 39 se pueden visualizar dichos mapas.

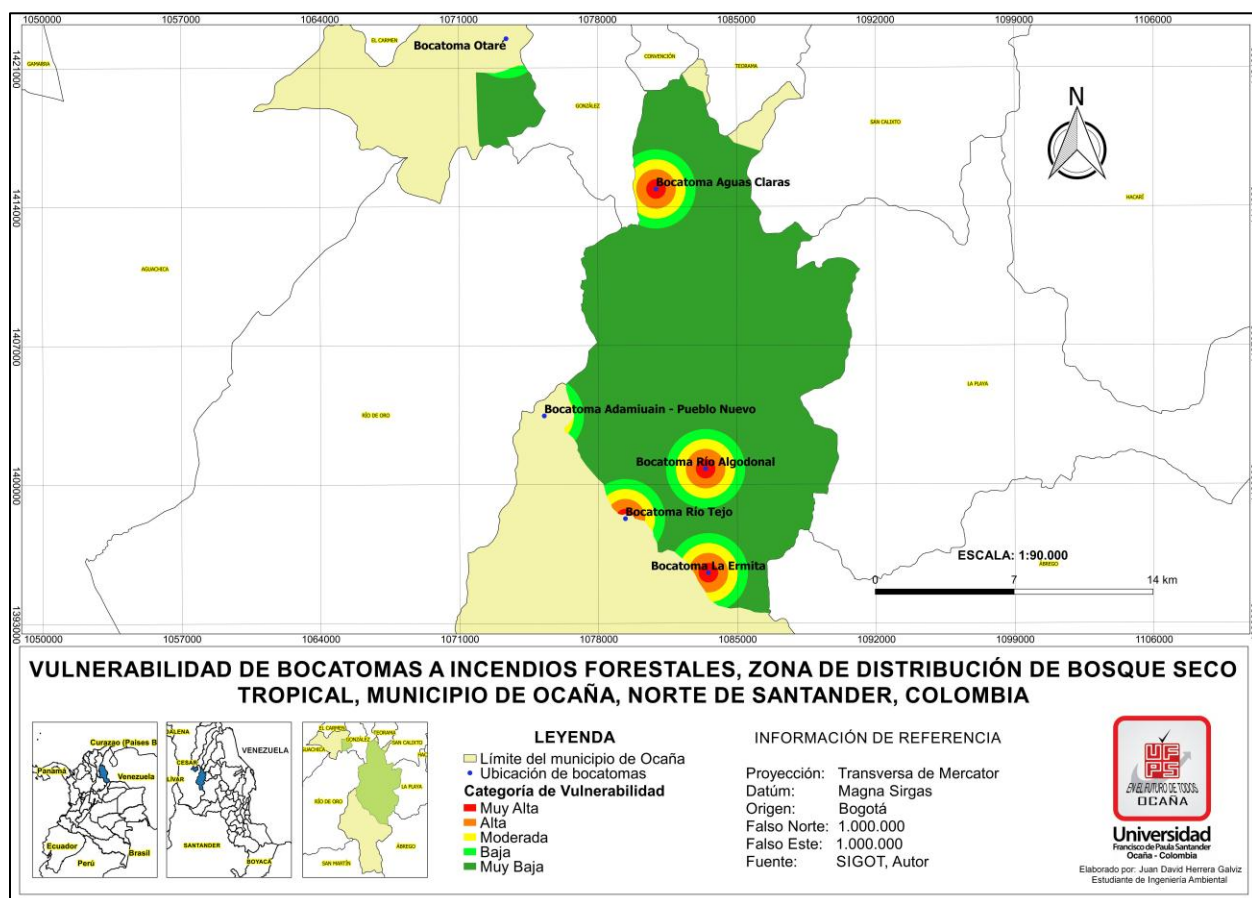


Figura 36. Vulnerabilidad de bocatomas. Fuente: Elaboración propia, 2016.

Las zonas en categoría de vulnerabilidad muy alta, alta, moderada, baja y muy baja, poseen las áreas totales 251,038 ha, 756,65 ha, 1166,36 ha, 1707,66 ha y 21052,87 ha, respectivamente. Se resalta que para la realización de este shp se descartó la bocatoma del corregimiento Buenavista, debido a que esta se encuentra distanciada en más de 2 Km del área de estudio.

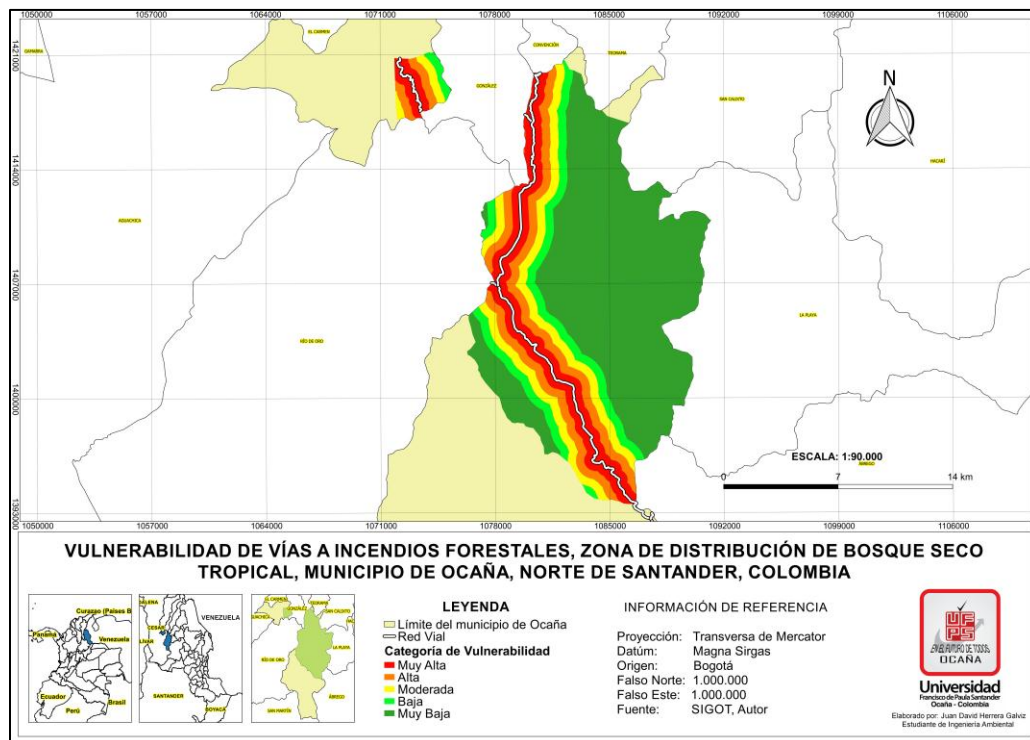


Figura 37. Vulnerabilidad de vías. Fuente: Elaboración propia, 2016.

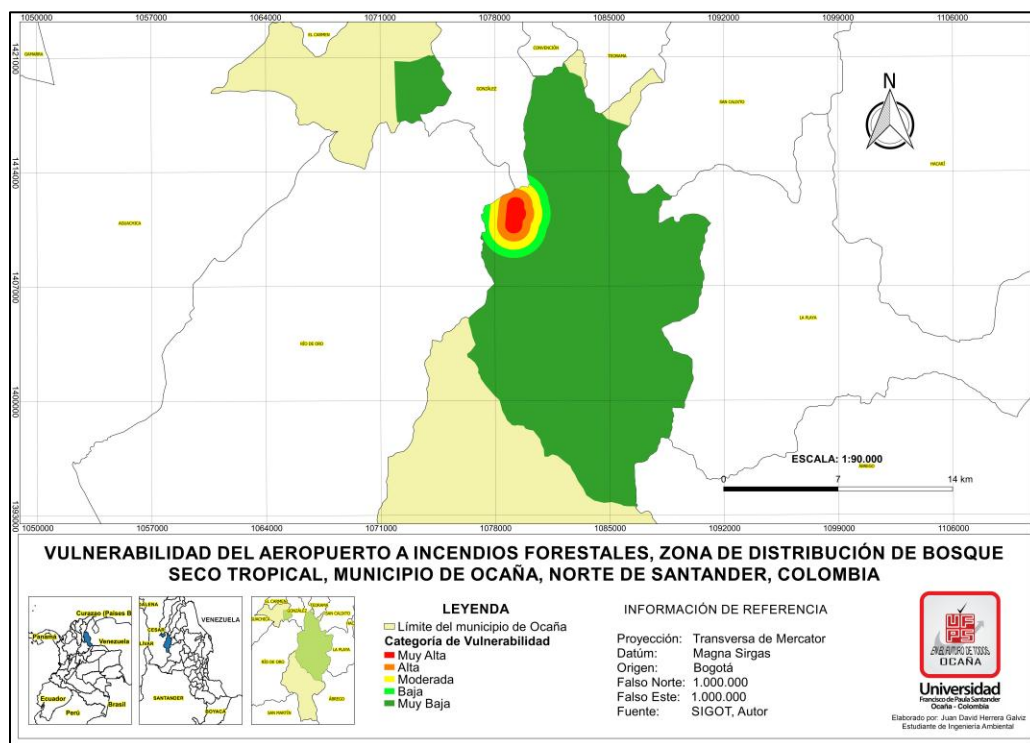


Figura 38. Vulnerabilidad del aeropuerto. Fuente: Elaboración propia, 2016.

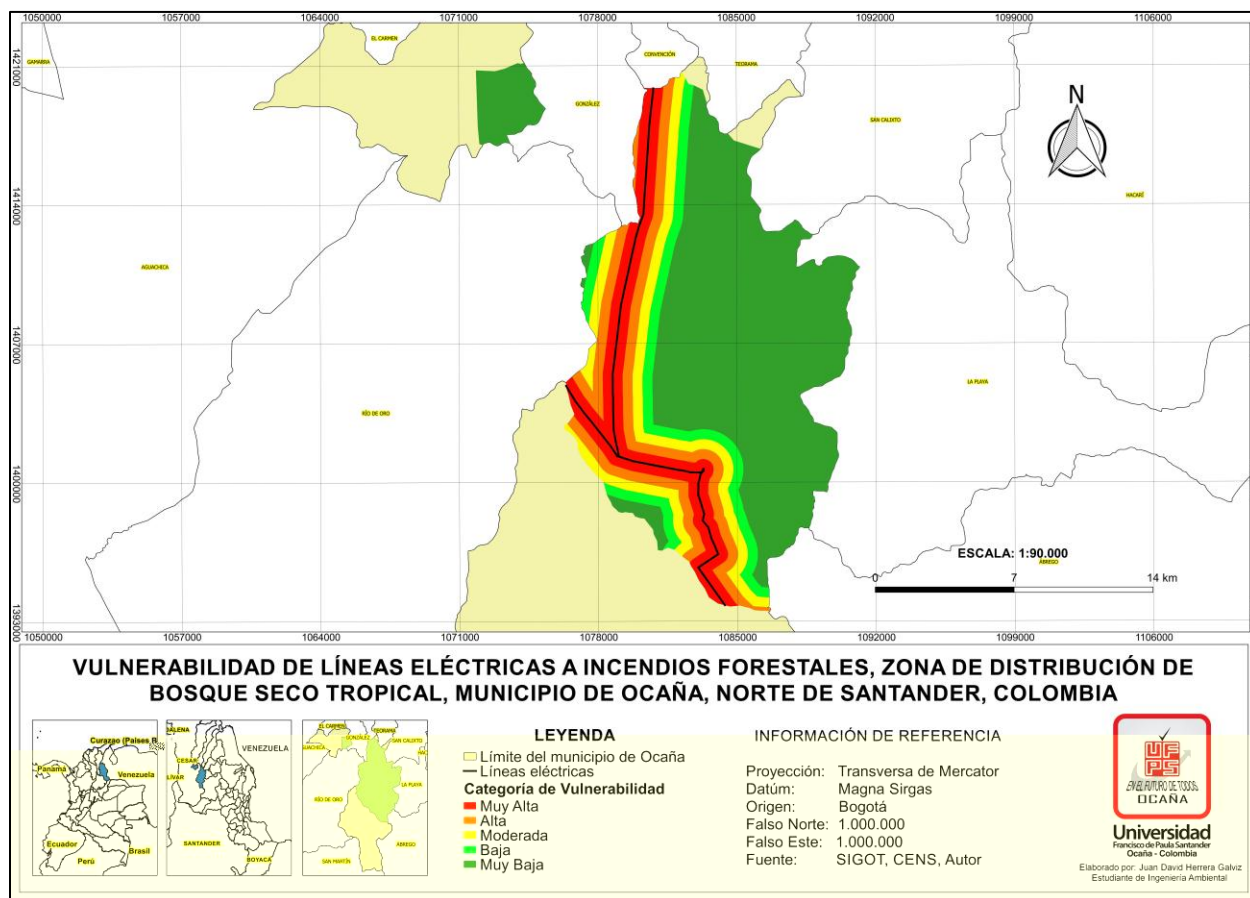


Figura 39. Vulnerabilidad de líneas eléctricas. Fuente Elaboración propia, 2016.

El mapa de vulnerabilidad de vías corresponde exactamente al mismo mapa de amenaza por accesibilidad, por lo que las áreas totales por zona de vulnerabilidad son las mismas áreas por zona de amenaza por accesibilidad. En cuanto al mapa de vulnerabilidad de aeropuerto, las áreas totales de las categorías de vulnerabilidad muy alta, alta, moderada, baja y muy baja, son respectivamente: 221,45 ha, 355,30 ha, 409,68 ha, 473,7 ha y 23474,48 ha. Mientras las áreas de las zonas de vulnerabilidad muy alta, alta, moderada, baja y muy baja para líneas eléctricas, son respectivamente: 3318,59 ha, 2759, 21 ha, 2395,61 ha, 1992,4 ha y 14468,79. Cada shp de vulnerabilidad por tipo de infraestructura, poseía en su respectiva tabla de atributos, los valores de calificación por categoría de vulnerabilidad.

Para el cálculo de la vulnerabilidad de la infraestructura, los shp de vulnerabilidad de bocatomas, vías, líneas eléctricas y el aeropuerto, fueron cargados en el software Arcgis, en donde se convirtieron a formato Raster, tomando el atributo de calificación. Posteriormente los raster obtenidos, se sometieron a un cálculo de promedio ponderado utilizando la calculadora raster del software, en donde se obtuvo las calificaciones de 1, 2, 3 y 4. El raster obtenido, se convirtió a shp y con los valores de las calificaciones promedio calculados, se procedió a asignar la respectiva categoría de vulnerabilidad y calificación, utilizando las herramientas selección por atributos y calculadora de campos. El mapa obtenido permite visualizar 4 categorías de vulnerabilidad, que corresponden a vulnerabilidad muy baja, baja, moderada y alta (ver figura 40).

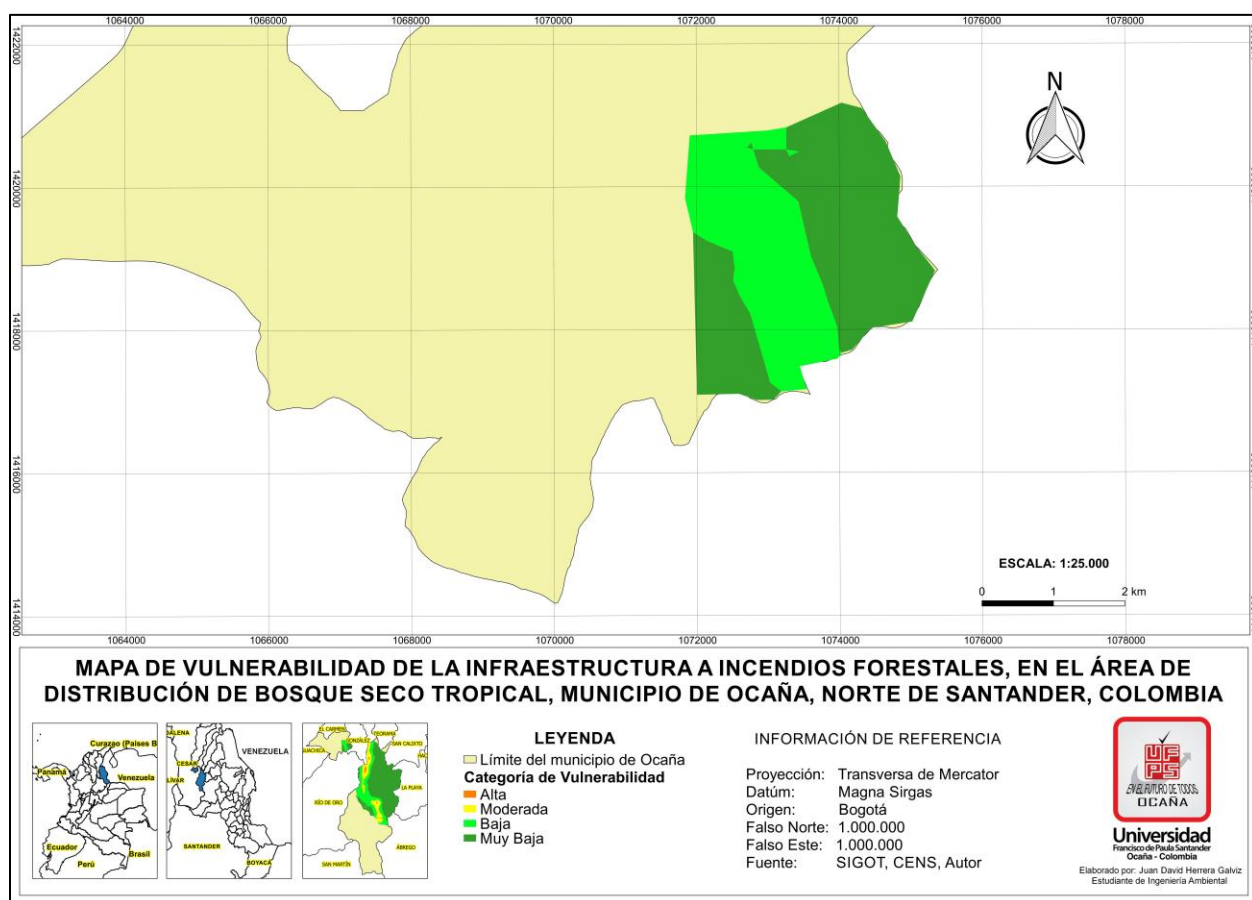


Figura 40. Mapa de vulnerabilidad de la infraestructura. Fuente: Elaboración propia, 2016.

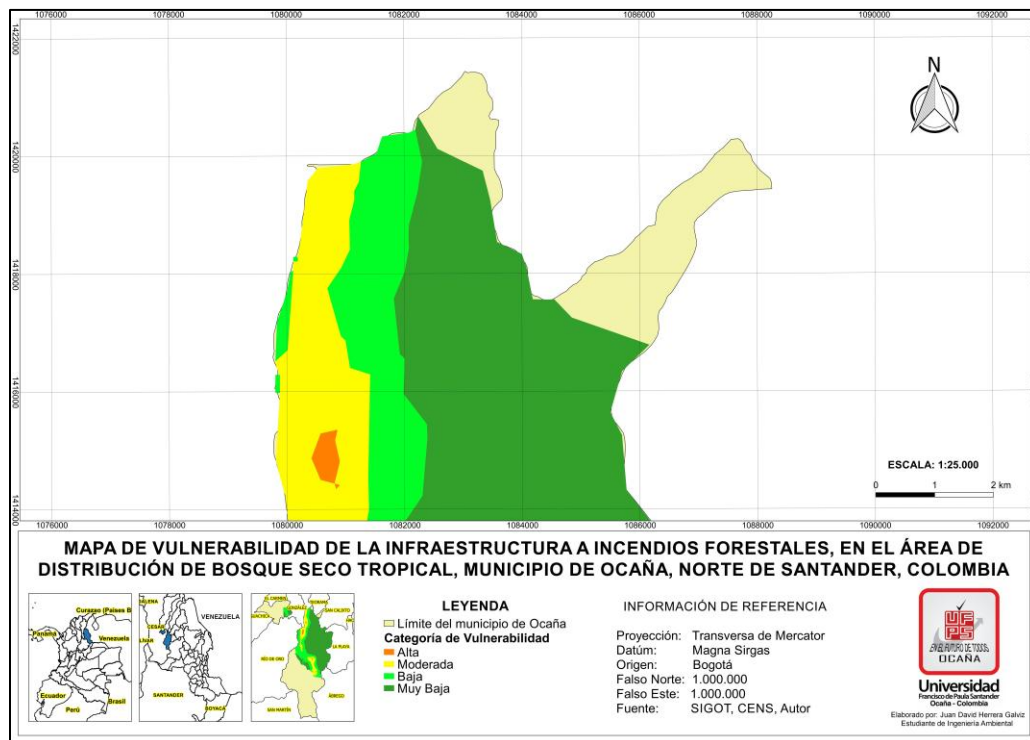


Figura 40. Continuación.

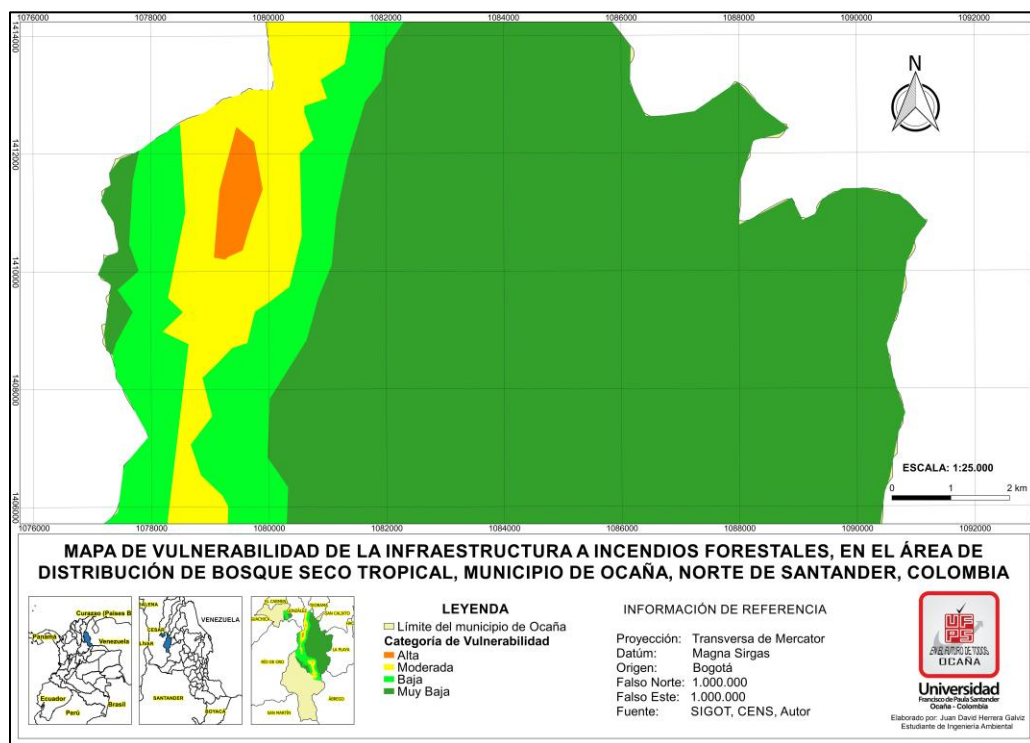


Figura 40. Continuación.

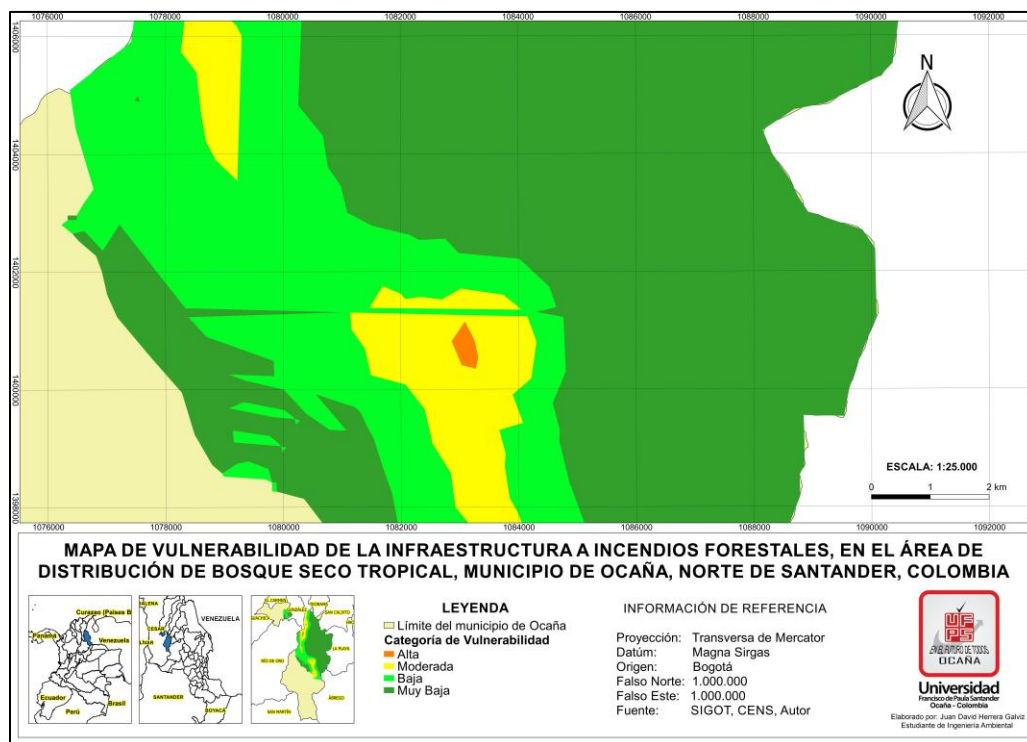


Figura 40. Continuación.

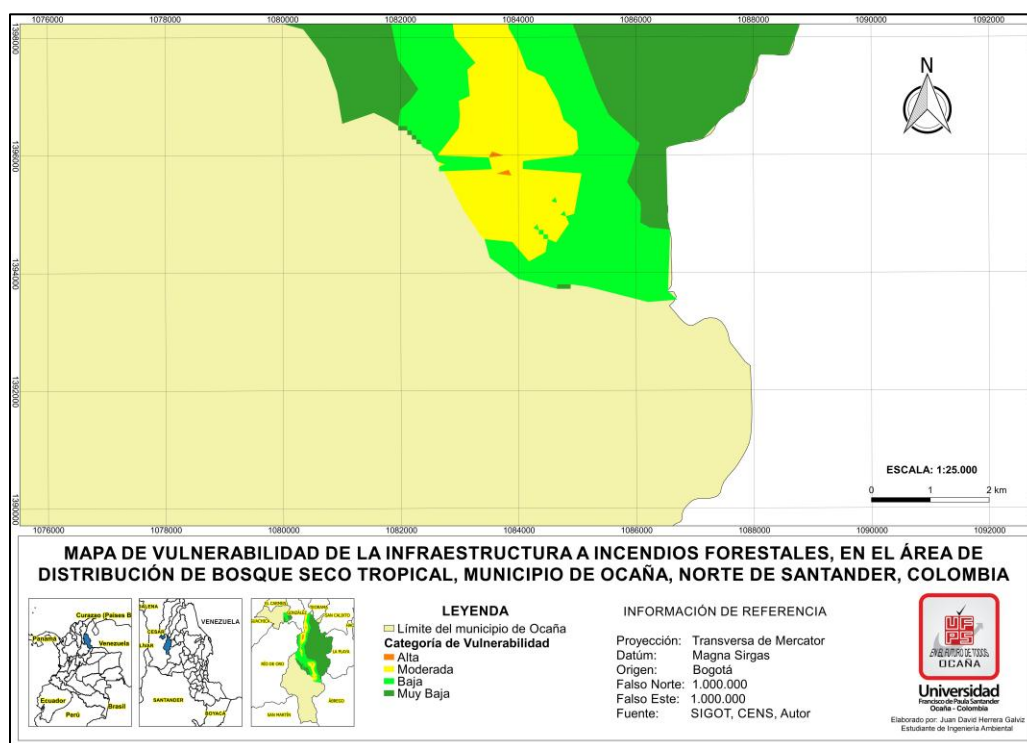


Figura 40. Continuación.

La zona de vulnerabilidad con mayor representatividad en área, corresponde a la vulnerabilidad muy baja con 15962,41 ha, seguida de la vulnerabilidad baja con 5873,16 ha, vulnerabilidad moderada con 2912,04 ha y vulnerabilidad alta con 170,5 ha. Lo anterior se debe a la dispersa evaluación de vulnerabilidad principalmente en infraestructura tipo bocatomas y vulnerabilidad del aeropuerto, que repercutieron considerablemente en el promedio de vulnerabilidad calculado, puesto que poseían considerables áreas de vulnerabilidad muy baja.

Vulnerabilidad Institucional

El mapa de vulnerabilidad institucional, fue desarrollado a partir de la consulta de los principales cuerpos de socorro del municipio de Ocaña, acción que permitió corroborar que el cuerpo de bomberos voluntarios es la principal institución encargada de la atención de los incendios en el municipio, puesto que las otras instituciones solo prestan su apoyo en caso tal de que la emergencia sea de grandes magnitudes. En Ocaña, no se destinan recursos económicos ni se ejecutan acciones de restauración de áreas porst-incendios, de acuerdo a lo expresado por el consejo municipal de gestión del riesgo y el cuerpo de bomberos. Todas las instituciones de socorro en Ocaña, poseen alcance para atender emergencias, en todo el municipio. En el caso del cuerpo de bomberos, estos poseen equipos e implementos para atender incendios en la menor brevedad de tiempo posible, por lo que la evaluación de vulnerabilidad institucional se realizó a partir de la creación de isolíneas de tiempo (isocrónas), con los datos de tiempo de desplazamientos hacia los lugares más alejados del municipio, a partir de la información suministrada por bomberos.

Estas isolíneas se desarrollaron, empleando como insumo un shp de puntos de ubicación en toda el área de estudio, digitalizado con el tiempo de desplazamiento desde la ubicación del cuerpo de bomberos, asignado en la tabla de atributos. Posteriormente, se realizó una

interpolación en el software Arcgis usando la herramienta Kriging. El raster obtenido de la interpolación, se sometió a normalización mediante el empleo de la calculadora de campos, para posteriormente obtener un nuevo archivo raster, el cual se reclasificó para ponderar en 5 rangos de amplitud equitativa, los valores normalizados. El nuevo raster obtenido de la reclasificación, se convirtió a formato shp, y usando las herramientas de calculadora de campos y selección por atributos, se procedió a asignar categorías de vulnerabilidad por rango y su respectiva calificación.

El mapa de vulnerabilidad institucional se puede visualizar en la figura 41.

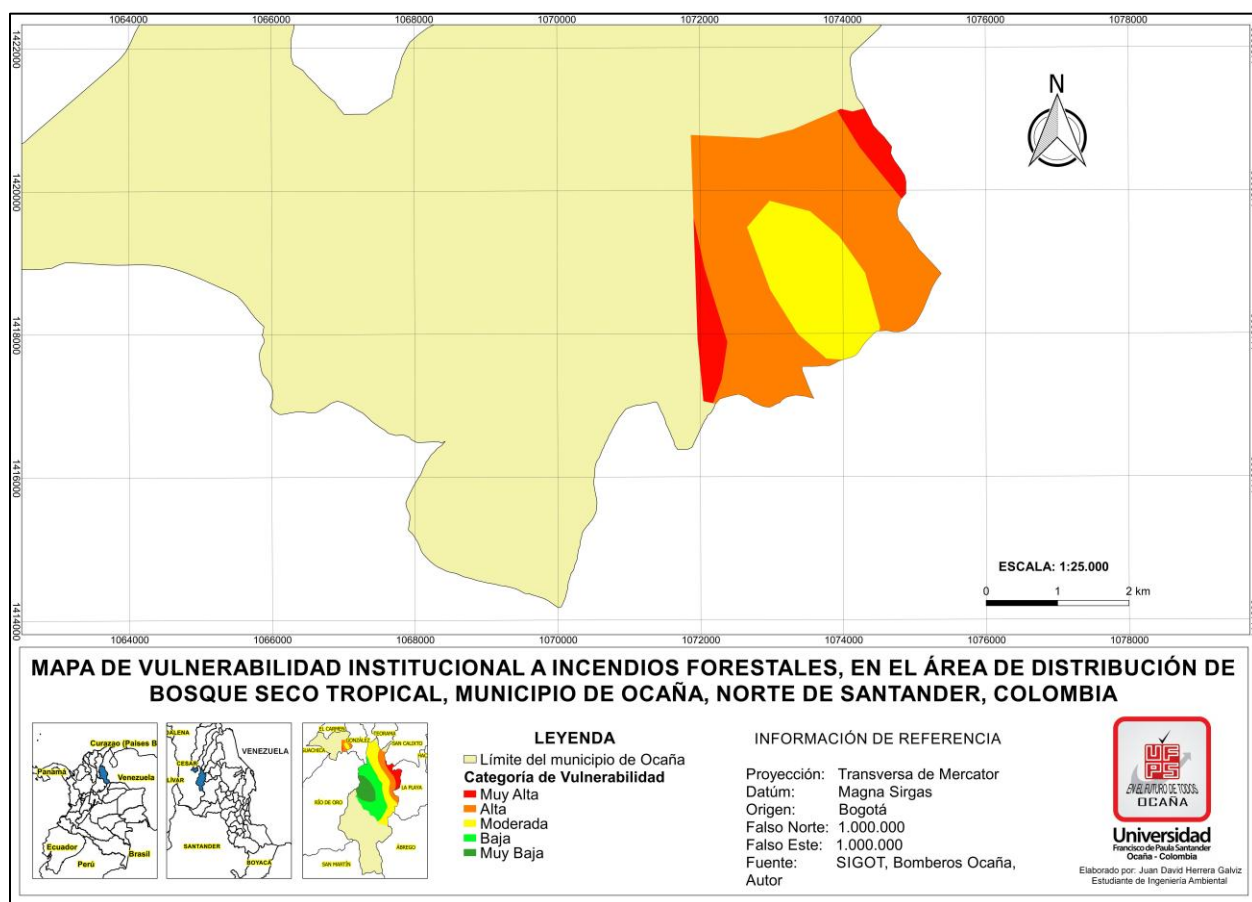


Figura 41. Mapa de vulnerabilidad institucional. Fuente: Elaboración propia, 2016.

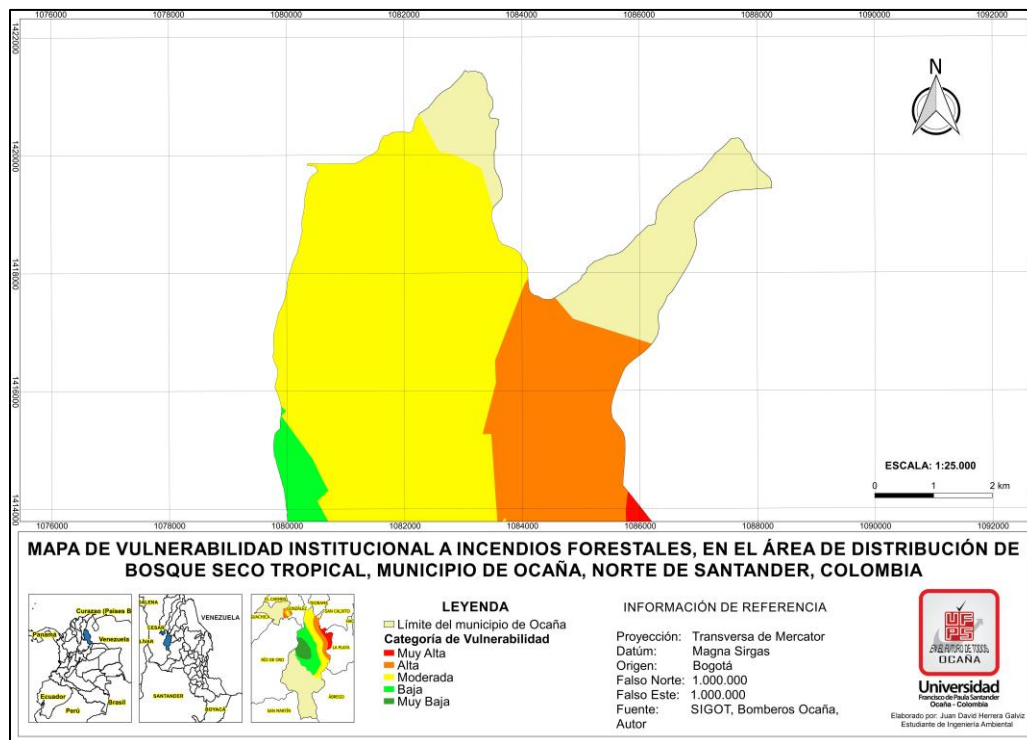


Figura 41. Continuación.

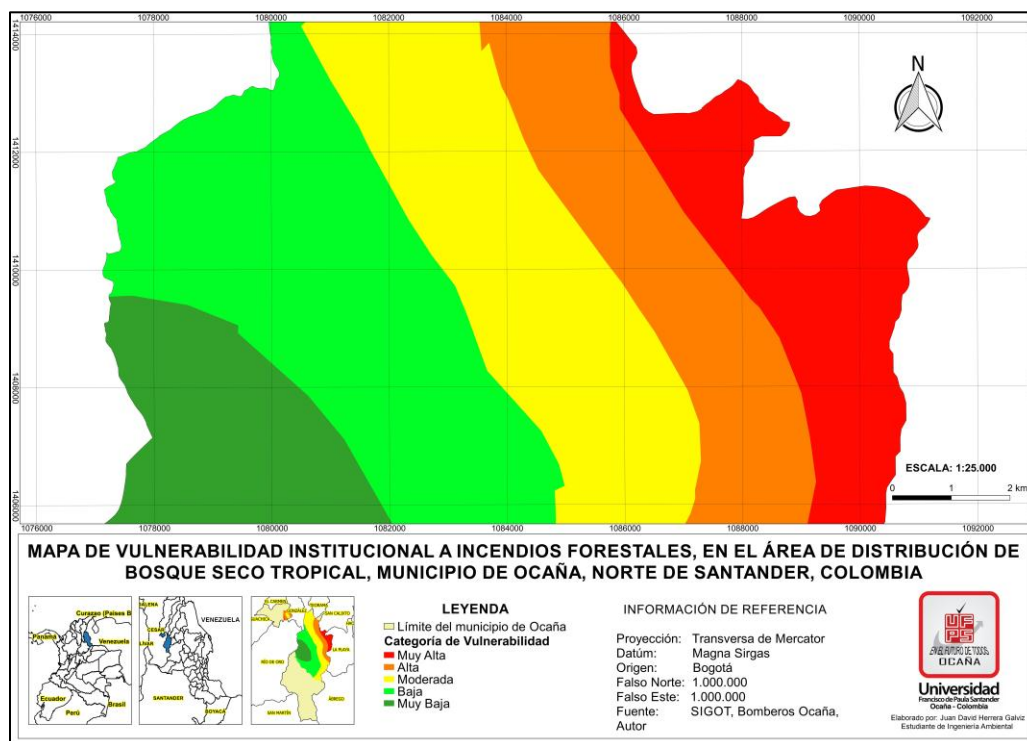


Figura 41. Continuación.

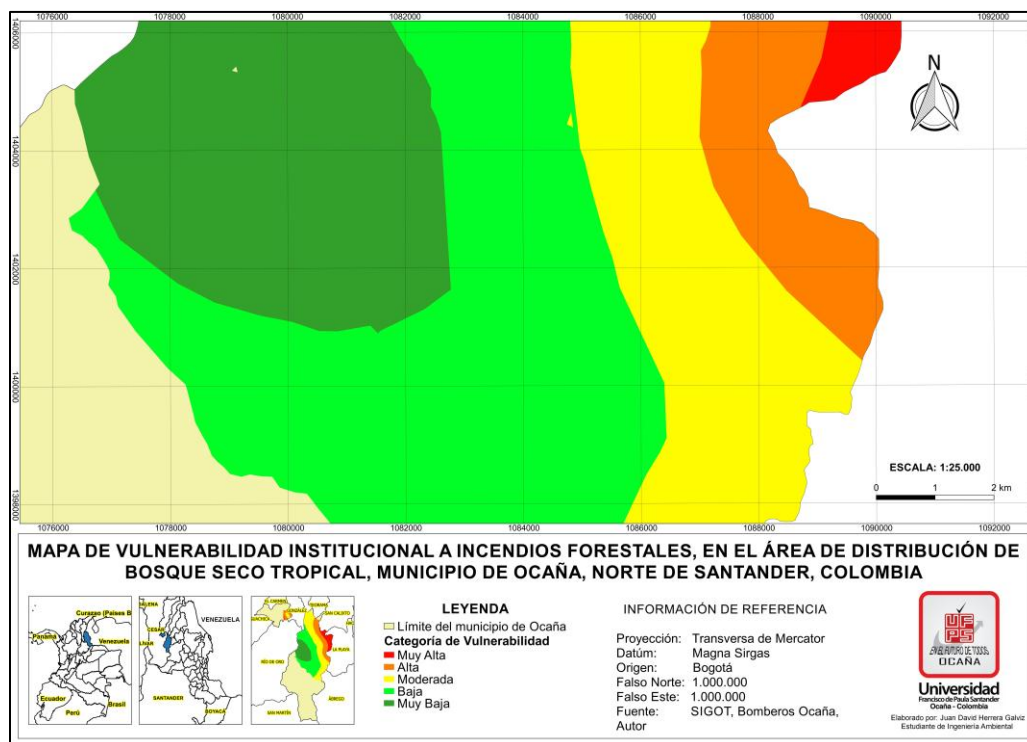


Figura 41. Continuación.

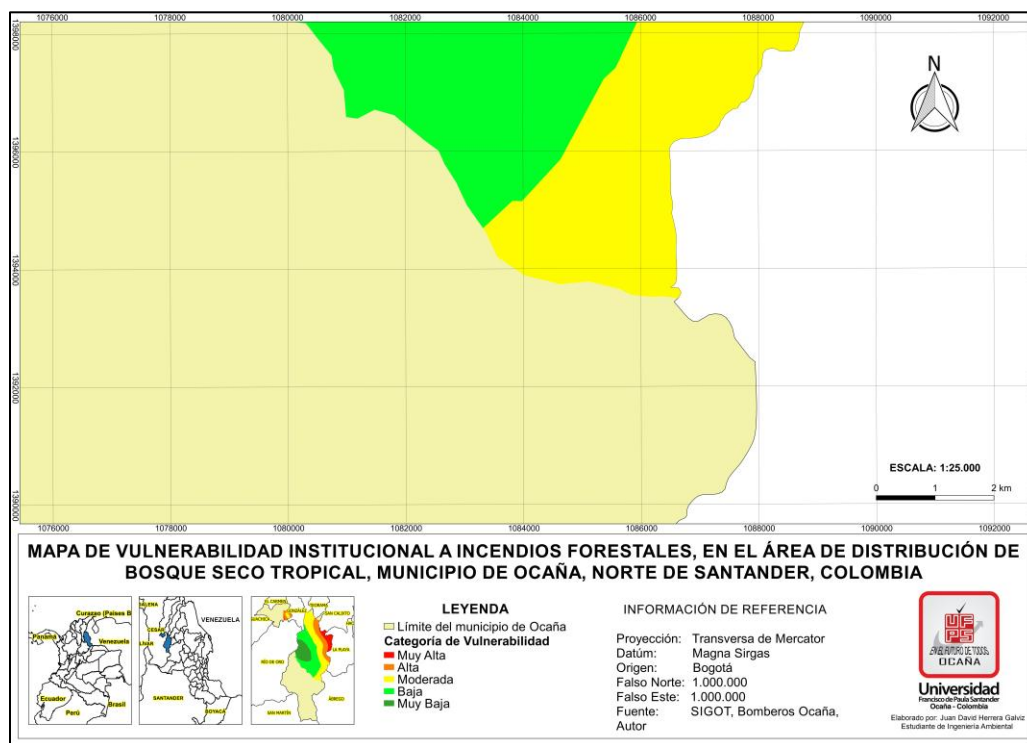


Figura 41. Continuación.

Las áreas totales de las zonas de vulnerabilidad institucional muy alta, alta, moderada, baja y muy baja, son respectivamente: 1760,03 ha, 3860,37 ha, 7758,55 ha, 7846,92 ha, 3708,30 ha. En el mapa se visualiza, que las amenaza alta y muy alta, se encuentran en las zonas de difícil acceso para los cuerpos de socorro, teniendo en cuenta que estos atienden la emergencia en la menor brevedad de tiempo posible y que inclusive apoyan emergencias en municipios aledaños, como el caso del cuerpo de bomberos.

Vulnerabilidad patrimonial

La evaluación de la vulnerabilidad patrimonial, se desarrolló a partir de la gestión de la información correspondiente a áreas adquiridas por el municipio y otras entidades, para protección, microcuencas abastecedoras de centros poblados, y otras áreas de significancia ambiental establecidas en el mapa de zonificación ambiental del PBOT de Ocaña (actualizado a 2015). Así, se identificaron 4 áreas adquiridas por el municipio y otras entidades, 5 áreas de reserva de recursos hídricos, 31 áreas de aptitud forestal protectora productora, 2 áreas pertenecientes a microcuencas, y 242 áreas de aptitud forestal protectora, para un total de 283 polígonos de áreas patrimonio (ver figura 42). Este shp de áreas patrimonio, se unió con la herramienta unión de QGIS, con el shp del área de estudio, para obtener un solo archivo shapefile, con el fin de realizar la evaluación de vulnerabilidad patrimonial en el mismo, posteriormente se traslapo dicho shp, con el mapa de amenaza total, para evaluar la vulnerabilidad de áreas patrimonio de acuerdo a la proximidad de las mismas a las zonas de amenaza muy alta y alta. Las categorías de vulnerabilidad y la respectiva calificación, fueron asignadas mediante el empleo de las herramientas selección por objetos y calculadora de campos, en QGIS. El mapa de vulnerabilidad patrimonial se puede visualizar en la figura 43.

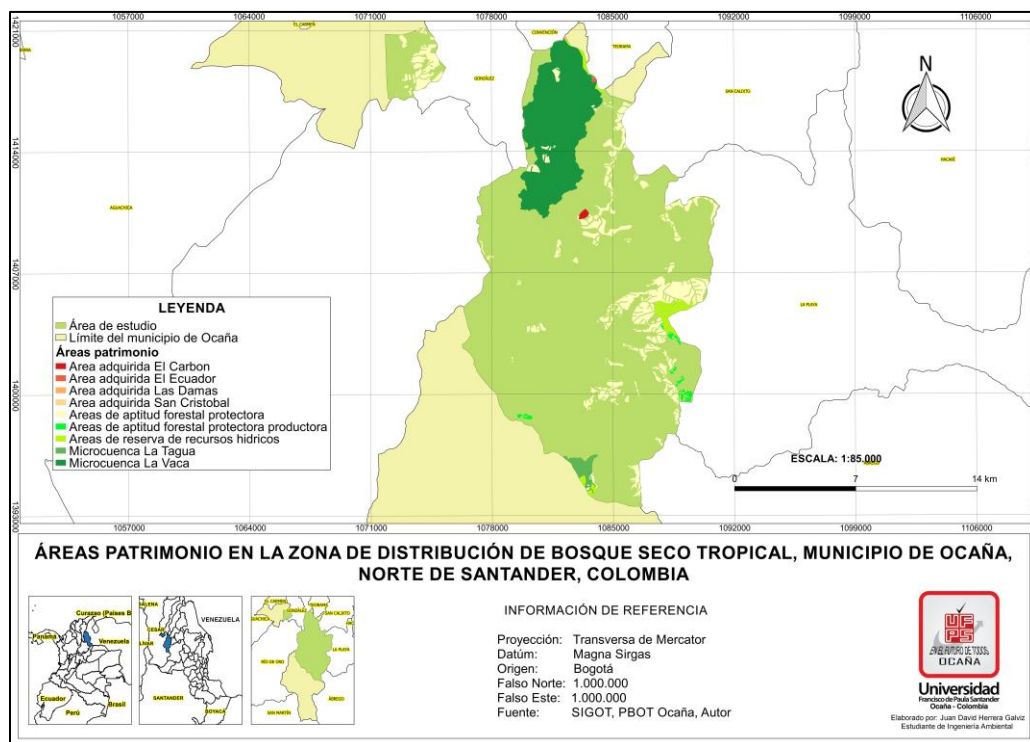


Figura 42. Áreas patrimonio. Fuente: Elaboración propia, 2016.

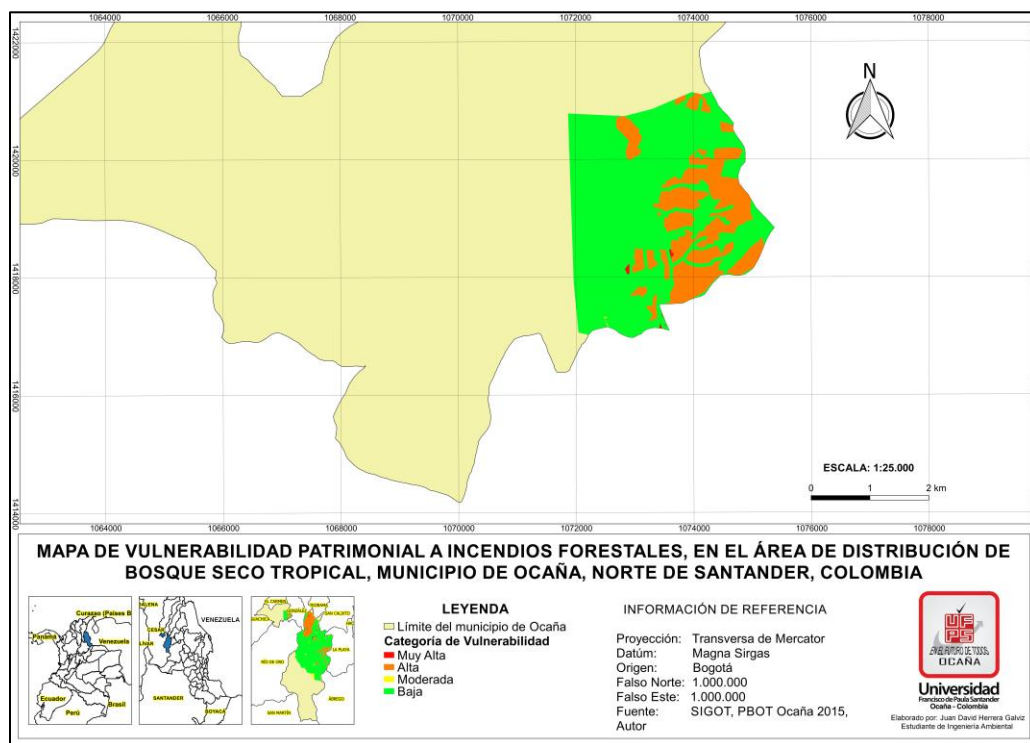


Figura 43. Mapa de vulnerabilidad patrimonial. Fuente: Elaboración propia, 2016.

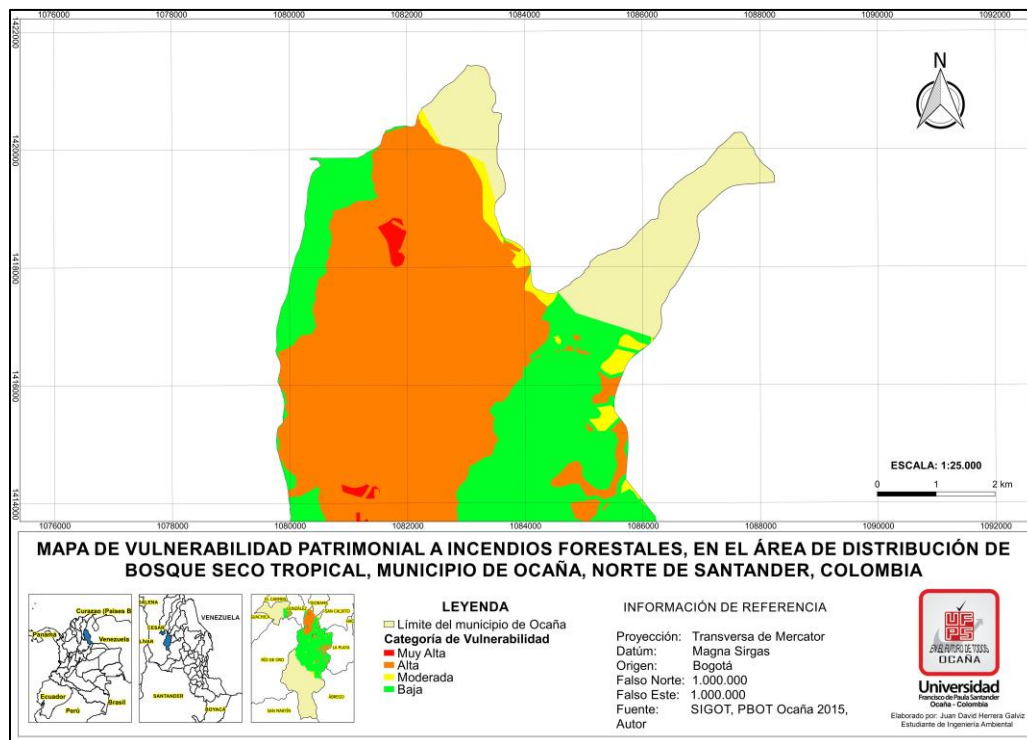


Figura 43. Continuación.

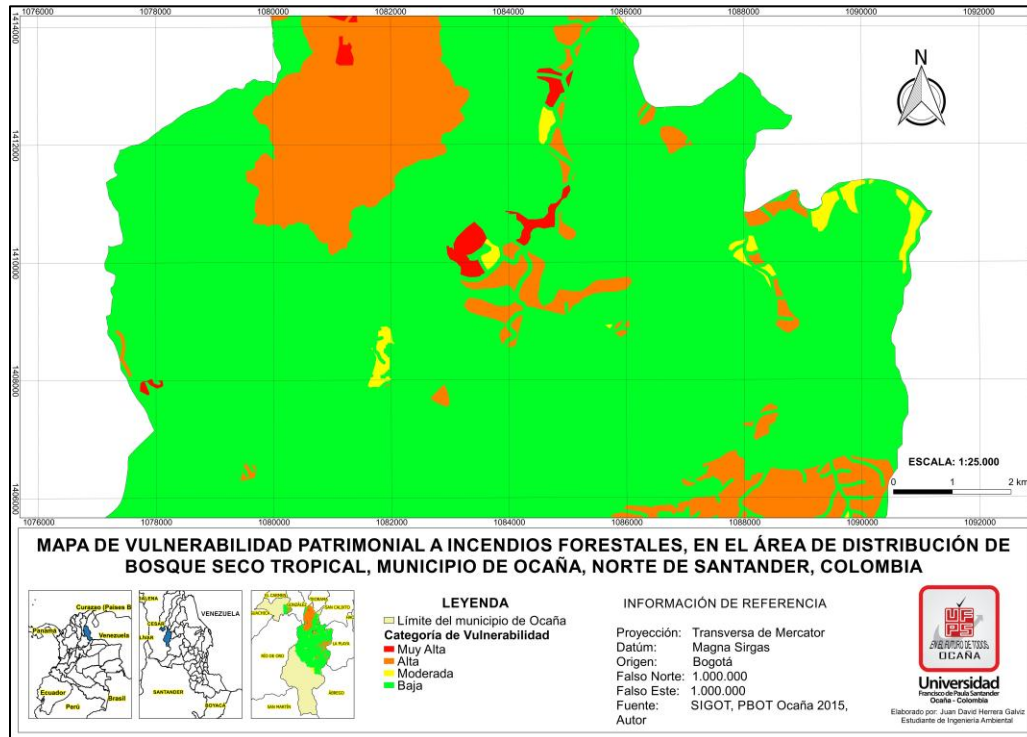


Figura 43. Continuación.

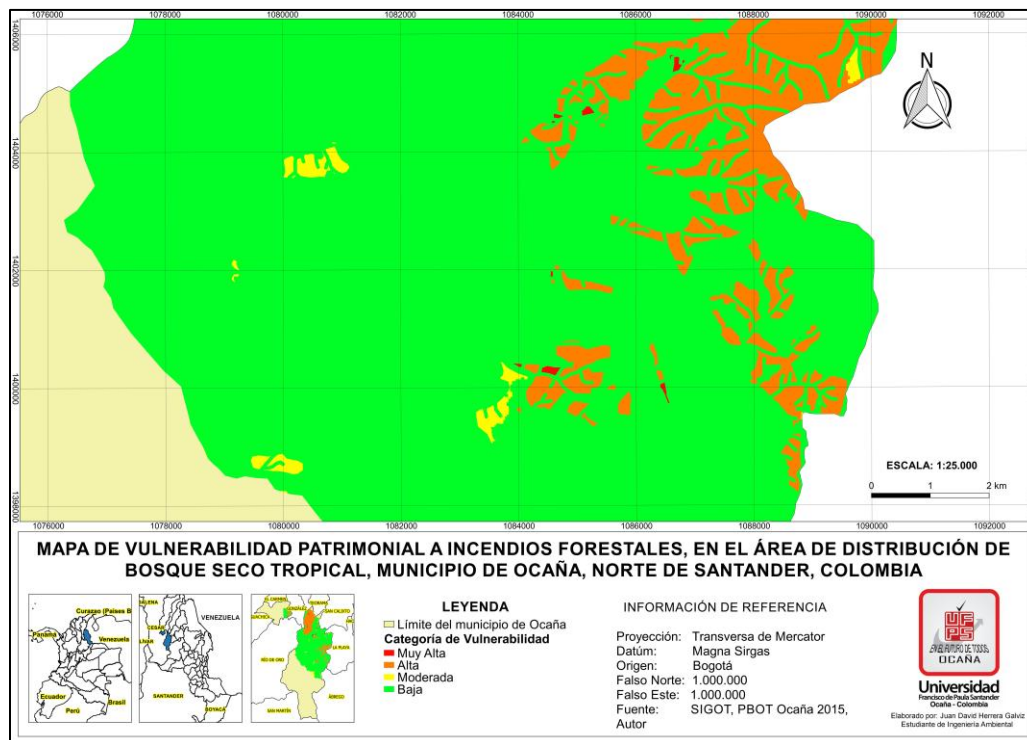


Figura 43. Continuación.

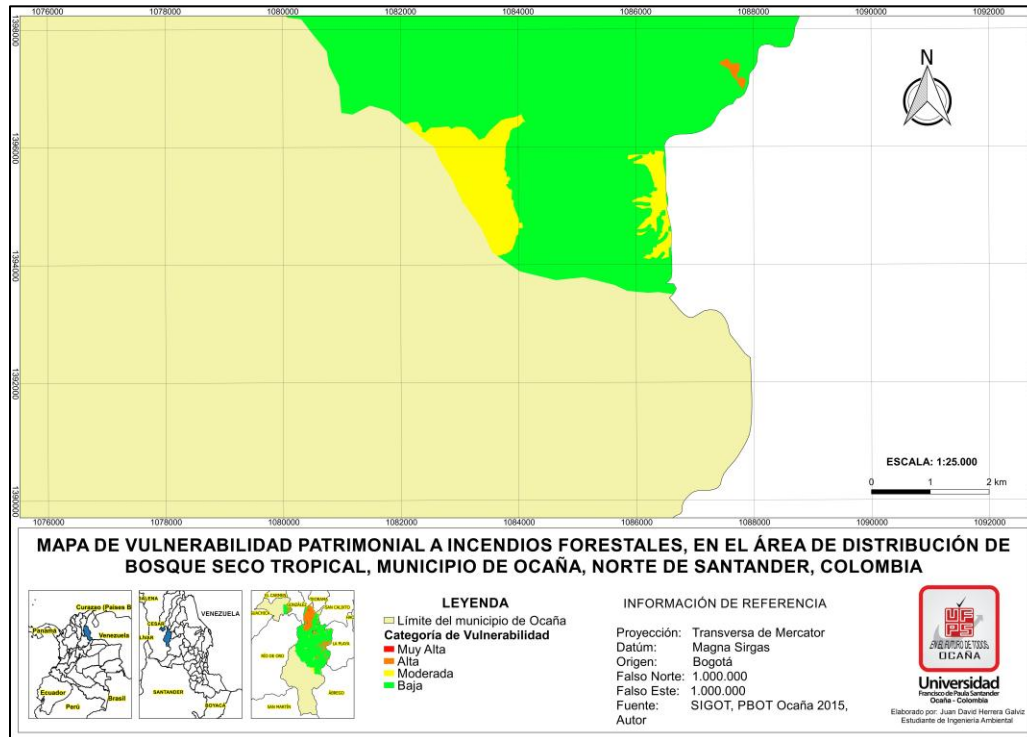


Figura 43. Continuación.

Las áreas patrimonio, se categorizaron en zonas de muy alta, alta y moderada vulnerabilidad, de acuerdo a la proximidad con zonas de muy alta y alta amenaza. El resto del área de estudio, se categorizó en vulnerabilidad baja, descartándose la categoría de vulnerabilidad muy baja. Así, las áreas totales por zona de vulnerabilidad patrimonial muy alta, alta, moderada y baja, son respectivamente: 129,67 ha, 4662,16 ha, 569,69 y 19725,4 ha. Es importante resaltar que son muy pocas las áreas adquiridas en zona de distribución de Bosque Seco Tropical en Ocaña. Adicionalmente, las áreas de aptitud forestal protectora, aptitud forestal protectora productora y de reserva de recursos hídricos, son áreas de significancia ambiental que no se encuentran protegidas bajo alguna figura, mientras, de las 2 microcuencas abastecedoras de acueductos rurales, la microcuenca que abastece al centro poblado del corregimiento de aguas claras, posee una vulnerabilidad alta a incendios.

Vulnerabilidad Económica

Tomando el mismo insumo correspondiente al mapa de coberturas de la tierra Corine Land Cover, con el que se generó el mapa de vulnerabilidad ecológica y territorial, se procedió a asignar a cada cobertura respectiva, la categoría de vulnerabilidad y el criterio de calificación, de acuerdo a lo estipulado en el protocolo del IDEAM para la evaluación de vulnerabilidad económica. Se resalta que según el protocolo, todas las coberturas clasificadas como pastos limpios y enmalezados, los mosaicos de pastos, cultivos y espacios naturales es considerado en vulnerabilidad alta, mientras los mosaicos de cultivos son considerados en vulnerabilidad muy alta. Por su parte, todo lo correspondiente a bosques densos y fragmentados, así como arbustales y herbazales se encuentran en vulnerabilidad baja. Así, el mapa de vulnerabilidad económica obtenido, se puede visualizar en la figura 44.

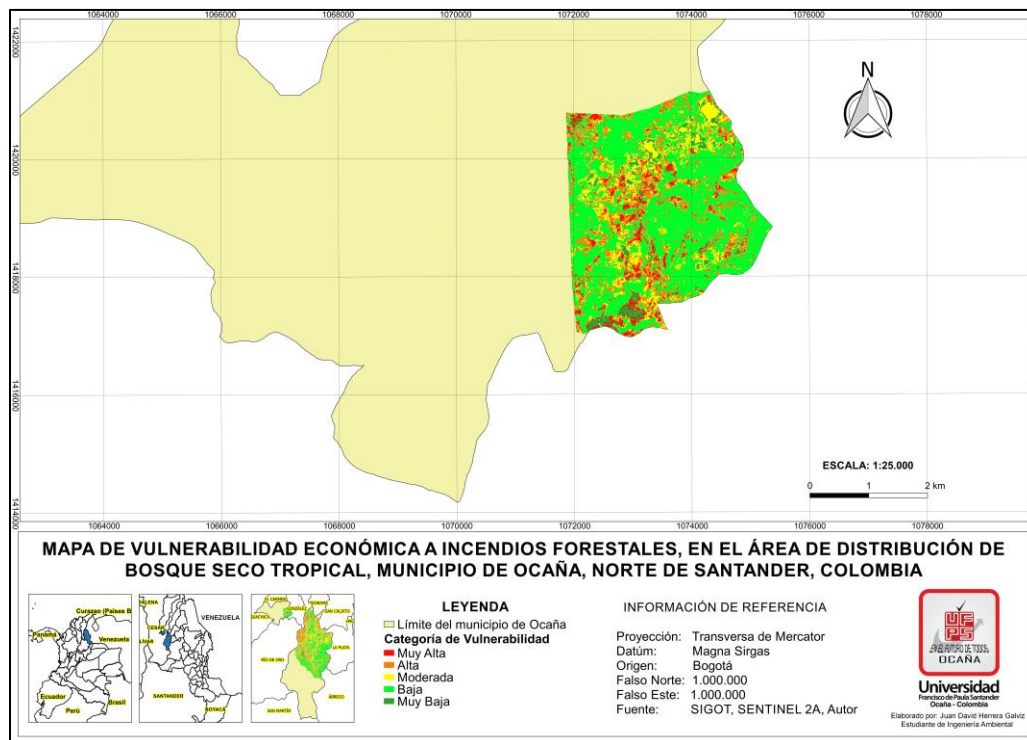


Figura 44. Mapa de vulnerabilidad económica. Fuente: Elaboración propia, 2016.

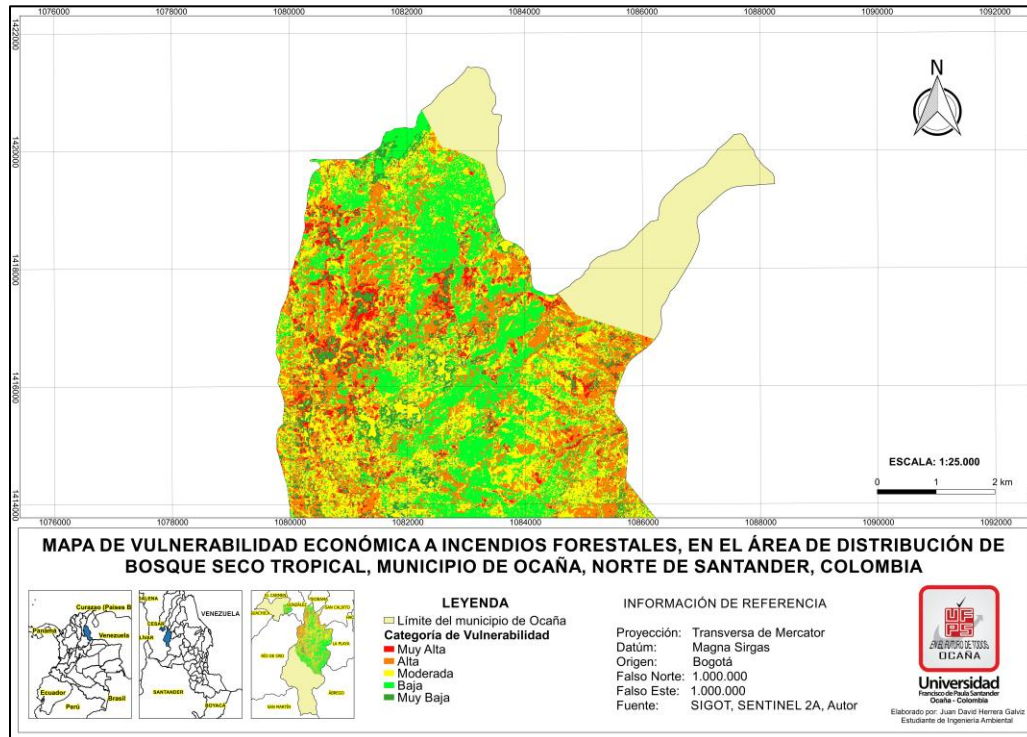


Figura 44. Continuación.

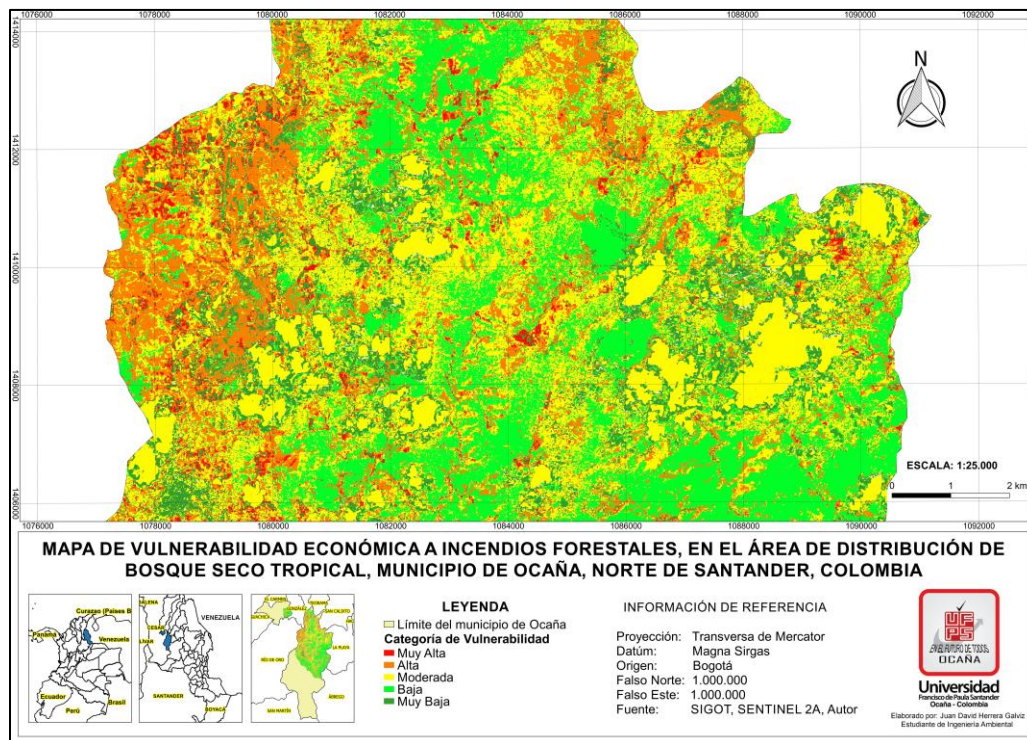


Figura 44. Continuación.

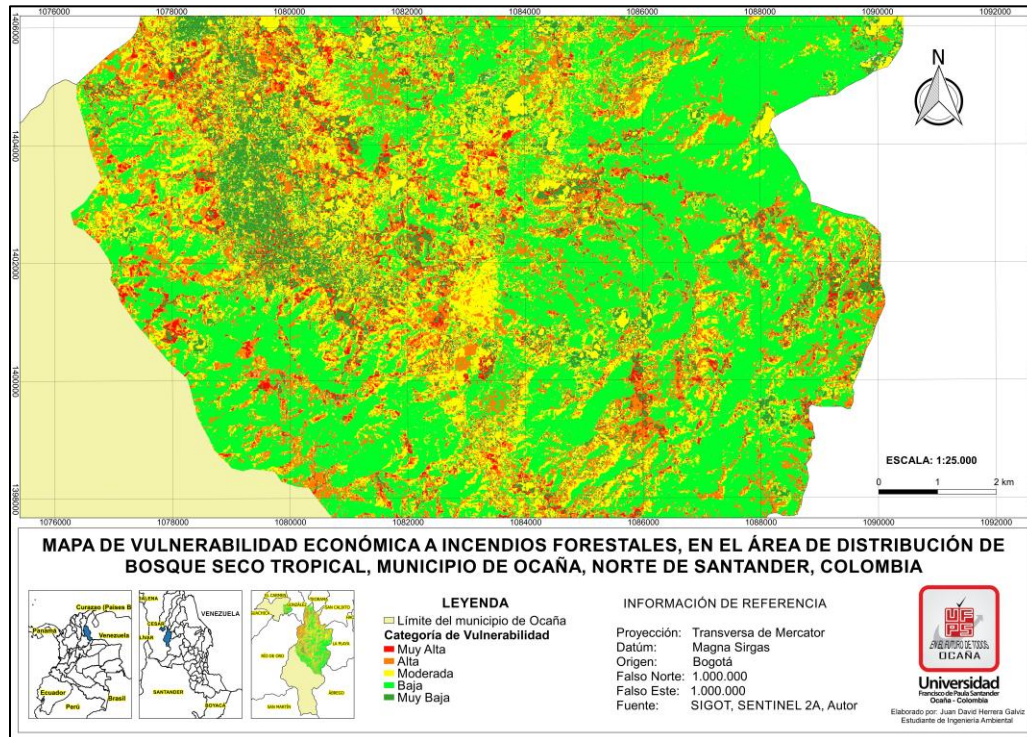


Figura 44. Continuación.

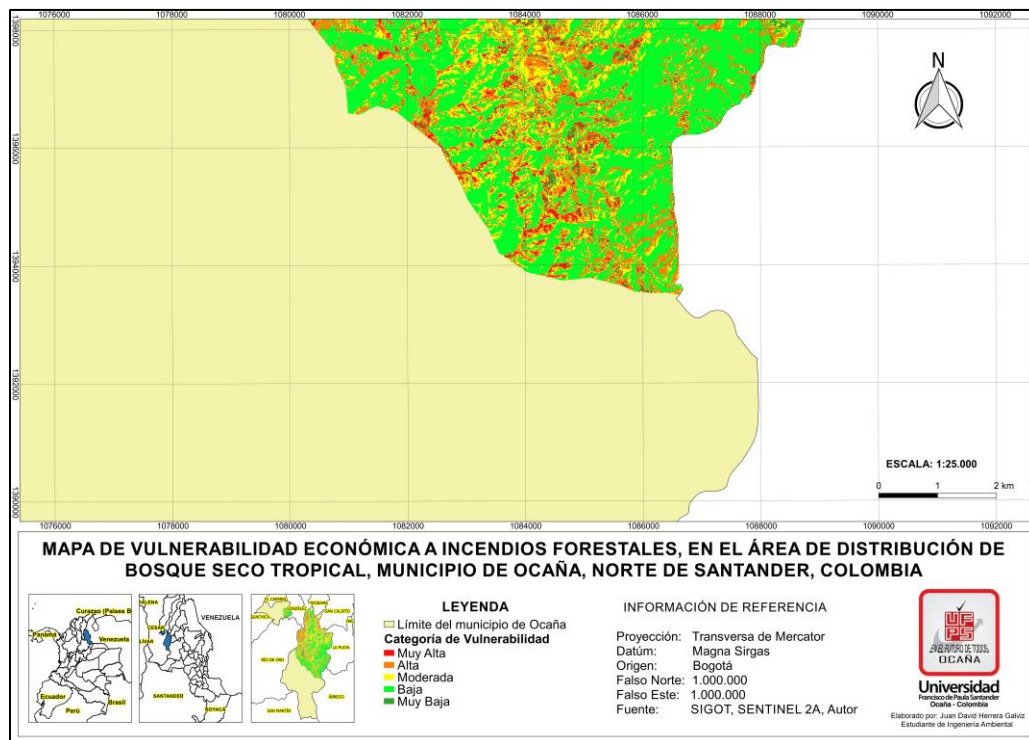


Figura 44. Continuación.

El mapa de vulnerabilidad económica permite visualizar que la categoría de vulnerabilidad con mayor presencia en el área de estudio, corresponde a vulnerabilidad baja, la cual abarca un área total 9130,71 ha, seguida por la vulnerabilidad moderada con 6985,42 ha, la vulnerabilidad alta con 4841,98 ha, vulnerabilidad muy baja con 2705,24 ha y la vulnerabilidad muy alta con 1107,03 ha. La vulnerabilidad alta, se encuentra principalmente distribuida en cercanías al corregimiento de aguas claras y hacia el norte del área de estudio.

Vulnerabilidad Total

El protocolo del IDEAM especifica una fórmula para el cálculo de vulnerabilidad a partir de la suma de los productos de las calificaciones de cada factor evaluado. Así, el factor de vulnerabilidad poblacional tienen mayor representatividad en el cálculo de vulnerabilidad total, al ser multiplicada sus calificaciones por un factor de 0,31, mientras los factores de vulnerabilidad patrimonial y ecológica y territorial se multiplica por un factor de 0,20, la

vulnerabilidad económica por un factor de 0,18, la vulnerabilidad de la infraestructura por un factor de 0,06 y por último la vulnerabilidad institucional se multiplica por un factor de 0,04.

Las operaciones de multiplicación por el factor respectivo, fueron realizadas individualmente por cada factor de vulnerabilidad evaluado, a través del empleo de calculadora de campos en el software QGIS. Posteriormente, los archivos shapefile, fueron cargados en el software Arcgis, en donde se convirtieron a formato raster, tomando como único valor el resultado del cálculo de la multiplicación de las calificaciones por el valor del factor asignado, de acuerdo a la fórmula propuesta por el protocolo del IDEAM. Los raster correspondientes a cada factor de vulnerabilidad evaluado, se sometieron a una suma, a través de la calculadora raster del software Arcgis, obteniéndose un nuevo raster con innumerables valores resultado de dicha suma. Debido a que los valores obtenidos de la suma, eran demasiados, se procedió a normalizar estos valores con el empleo de la calculadora raster. Se obtuvo un nuevo archivo raster, con valores comprendidos entre 0 y 1. Este nuevo archivo, se sometió a una reclasificación en Arcgis, para obtener los 5 rangos de amplitud equitativa (0,2 de amplitud en cada rango), resultando otro archivo raster, el cual se convirtió en archivo shp con ayuda de Arcgis, para emplear la herramienta de selección por atributos y calculadora de campos, con el fin de asignar las categorías de vulnerabilidad y su respectiva calificación. Producto del anterior procedimiento, se obtuvo el mapa de vulnerabilidad total del área de estudio, que estuvo bastante condicionado por el mapa de vulnerabilidad de la población, del cual se había mencionado anteriormente que solo poseía dos categorías de vulnerabilidad (muy alta y muy baja), debido a la inequitativa distribución de la población en el municipio de Ocaña. El mapa de vulnerabilidad total a incendios forestales, se puede visualizar en la figura 45.

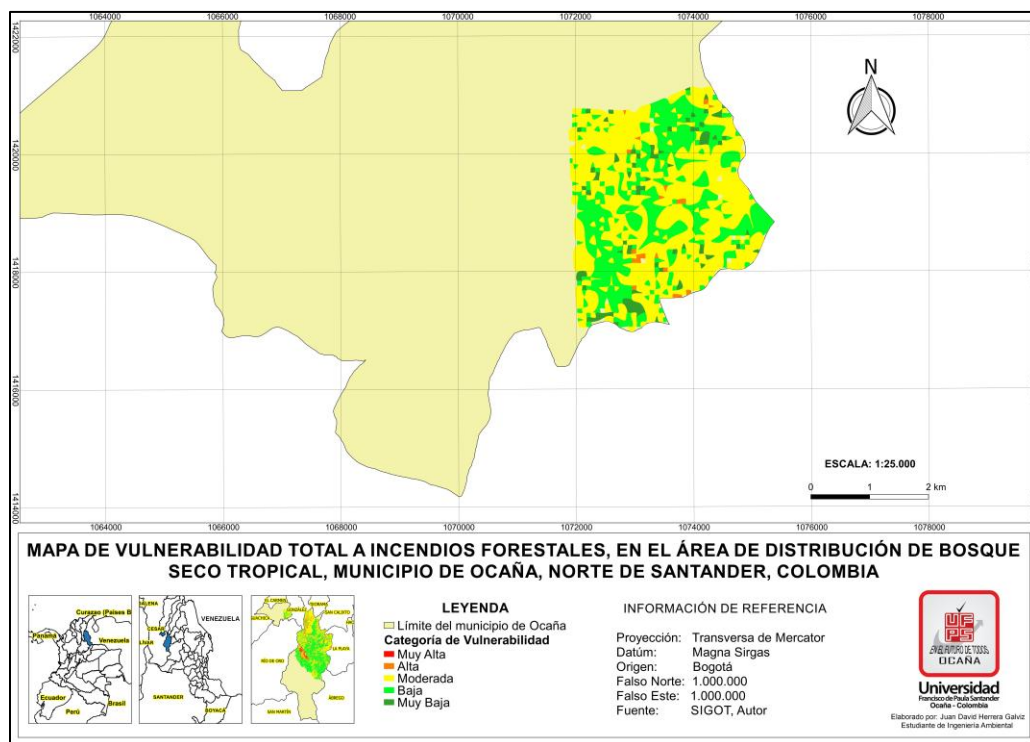


Figura 45. Mapa de vulnerabilidad total. Fuente: Elaboración propia, 2016.

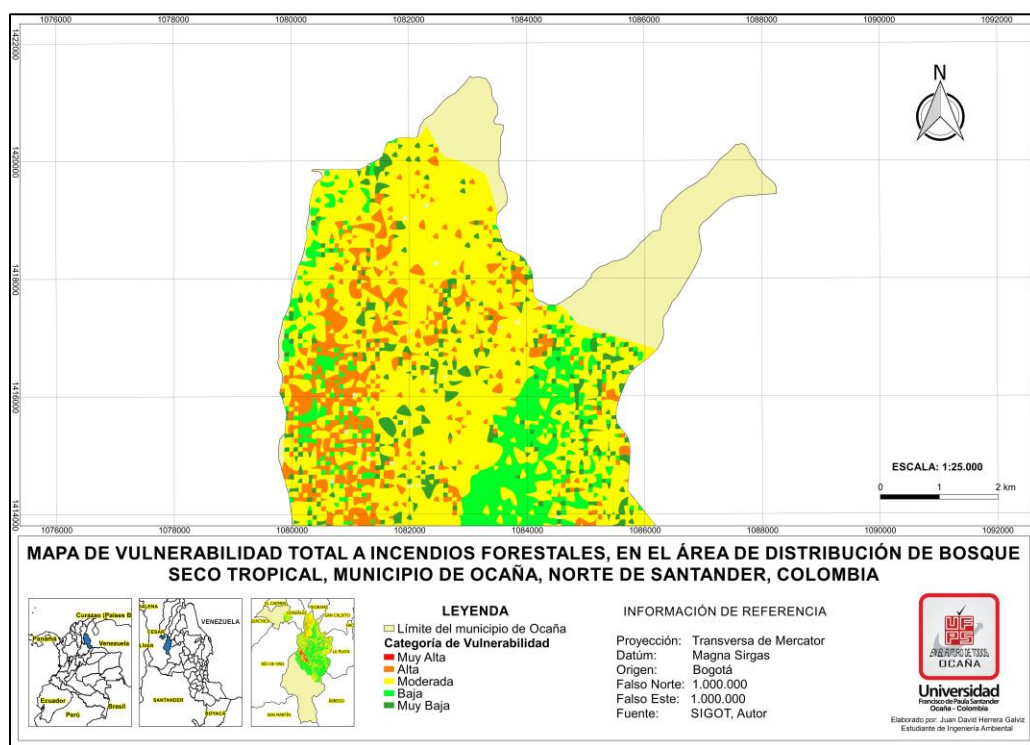


Figura 45. Continuación.

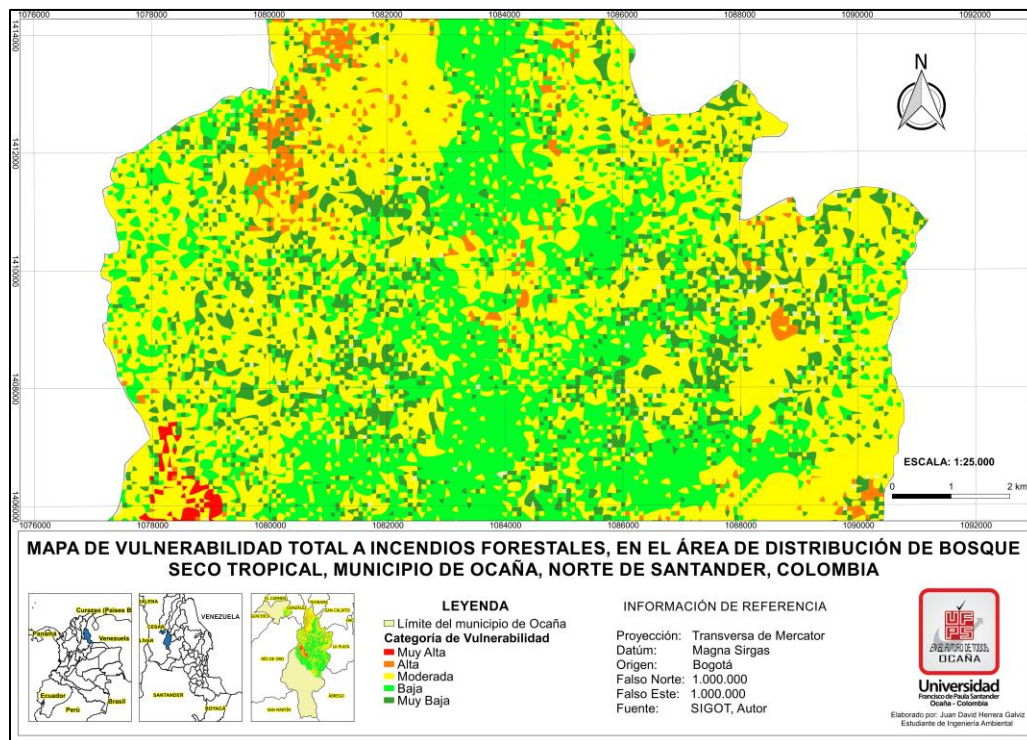


Figura 45. Continuación.

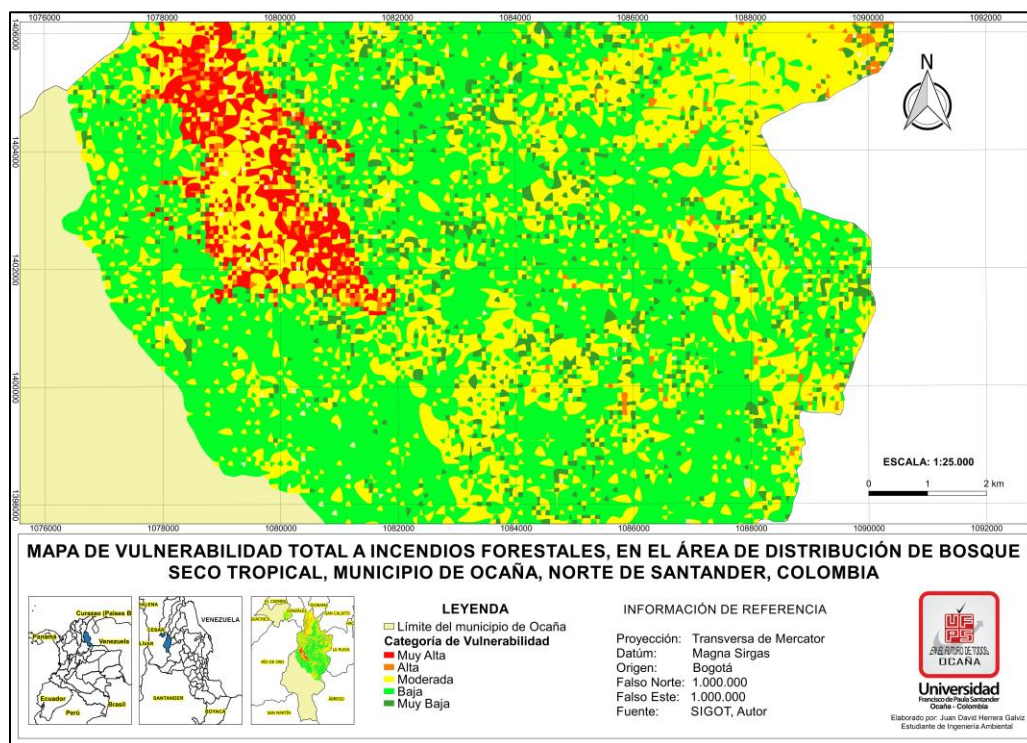


Figura 45. Continuación

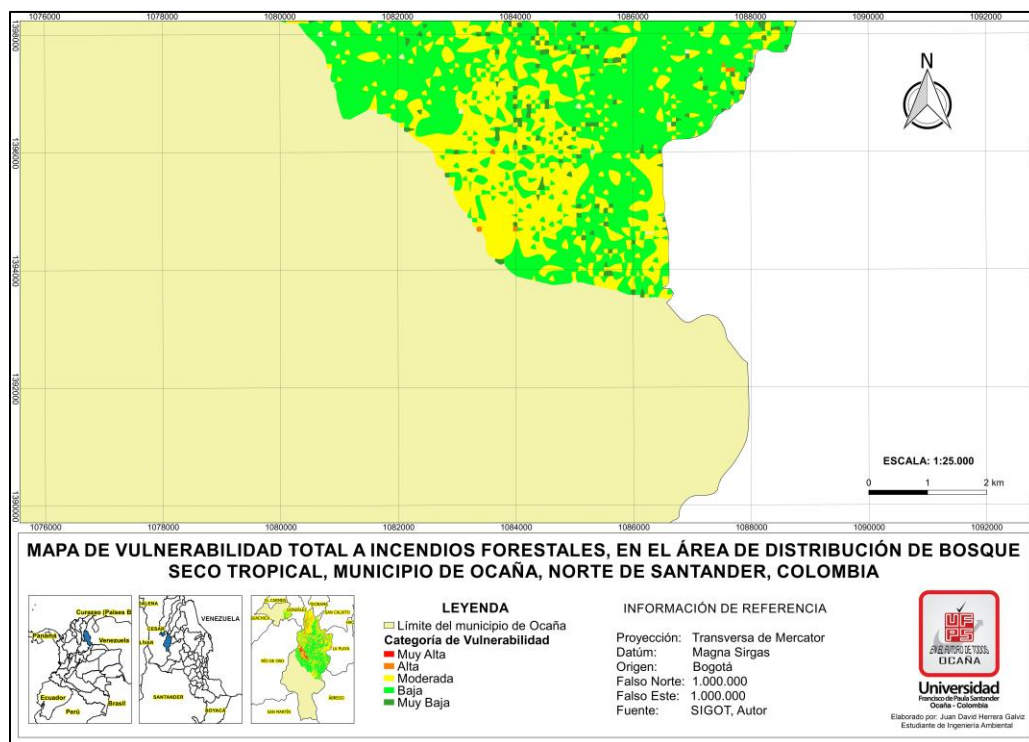


Figura 45. Continuación.

En el mapa de vulnerabilidad total, la zona de vulnerabilidad moderada es la que mayor representatividad posee, abarcando un área de 11247,07 ha, seguida por la categoría de vulnerabilidad baja con 10048,96 ha, la categoría de vulnerabilidad muy baja con 2033,95 ha, la categoría de vulnerabilidad Alta con 825,95 ha y por último la categoría de vulnerabilidad muy alta con 487,71 ha. Las zonas en vulnerabilidad muy alta, principalmente se agrupan en cercanías al casco urbano de Ocaña, mientras las zonas de vulnerabilidad alta se ubican al noroccidente del área de estudio.

Riesgo

El protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal, establece que para el cálculo de riesgo, se debe tomar como insumos, los mapas de amenaza total y vulnerabilidad total, previamente generados. Dichos mapas, poseen un atributo con las calificaciones de acuerdo a las categorías muy alta, alta, moderada, baja y muy

baja. El valor de las calificaciones del mapa de amenaza, debe multiplicarse por el valor de las calificaciones del mapa de vulnerabilidad. Para este trabajo, se cargaron los archivos shapefile de los mapas de amenaza y vulnerabilidad total en el software ARCGIS. Estos archivos se convirtieron a raster con ayuda de la herramienta polygon to raster, tomando únicamente el valor de la calificación como dato a asignar en cada píxel del raster. Posteriormente, se realizó la operación de multiplicación de los valores de cada raster (amenaza y vulnerabilidad), a través del empleo de la calculadora de campos en Arcgis. Se obtuvo un archivo en formato raster, con una cantidad de valores determinados, que iban desde 1 hasta 25. Este archivo se convirtió a formato shapefile con la ayuda de la herramienta raster to polygon, para poder emplear la calculadora de campos, con el fin de normalizar los datos obtenidos en cada campo, y manejarlos en escala de 0 a 1. Los datos normalizados, se sometieron a ponderación, a través de su distribución en 5 rangos de amplitud equitativa (0,2 para cada rango), para lo cual se empleó la herramienta selección por atributos y calculadora de campos, y se les asignó la respectiva categoría de riesgo (muy alto, alto, moderado, bajo y muy bajo).

Así, se obtuvo el mapa de riesgo total de las coberturas vegetales a incendios, en el área de distribución del bosque seco tropical. En dicho mapa, se puede observar una mayor presencia de zonas de riesgo moderado y bajo, resultado influenciado por el mapa de vulnerabilidad total, en el cual las categorías de vulnerabilidad moderada y baja, abarcaban la mayor parte del área de estudio. Las áreas por categoría de riesgo muy alto, alto, moderado, bajo y muy bajo, son respectivamente: 8,68 ha, 3515,01 ha, 8317,02 ha, 10150,43 ha y 2532,37 ha. Las zonas de riesgo muy alto y alto, se distribuyen en su mayoría al occidente del área de estudio, mientras la zona de riesgo moderado al norte y al este del área de estudio. Por su parte las zonas de riesgo bajo y muy bajo, se concentran en gran proporción, al sur del área de estudio (ver figura 46).

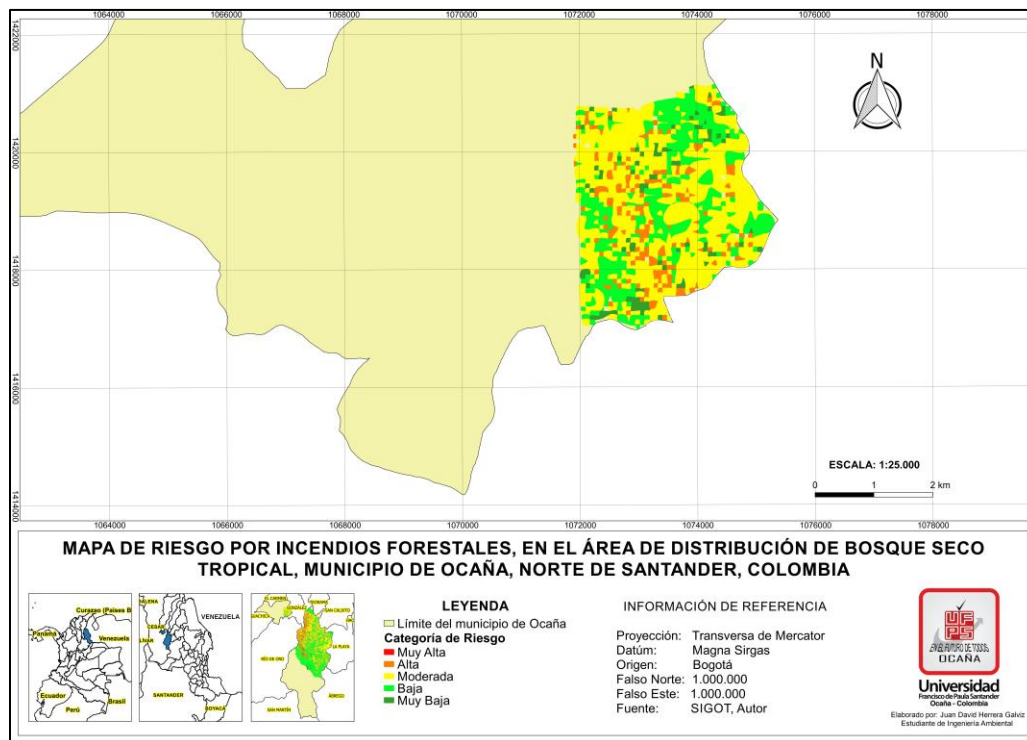


Figura 46. Mapa de riesgo total. Fuente: Elaboración propia, 2016.

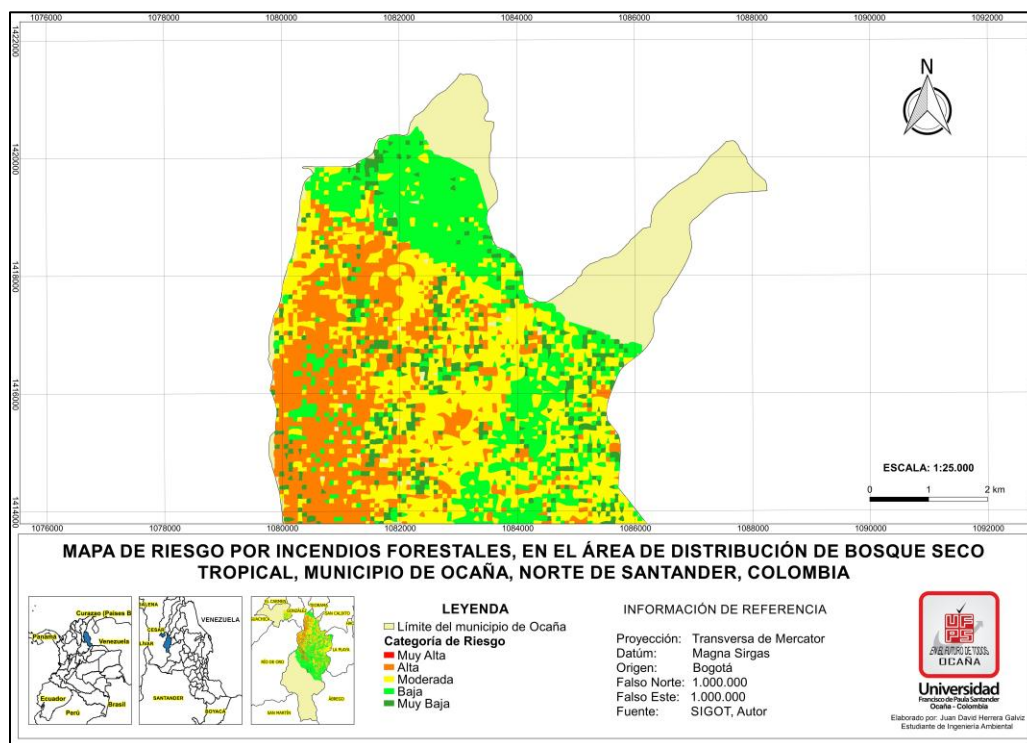


Figura 46. Continuación.

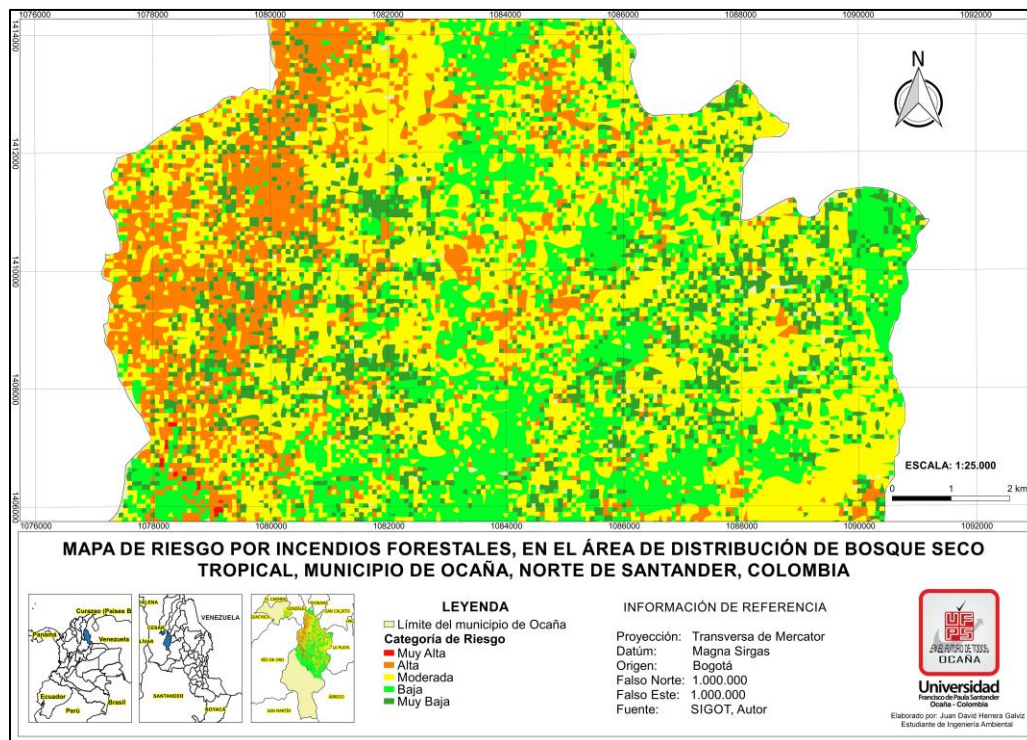


Figura 46. Continuación.

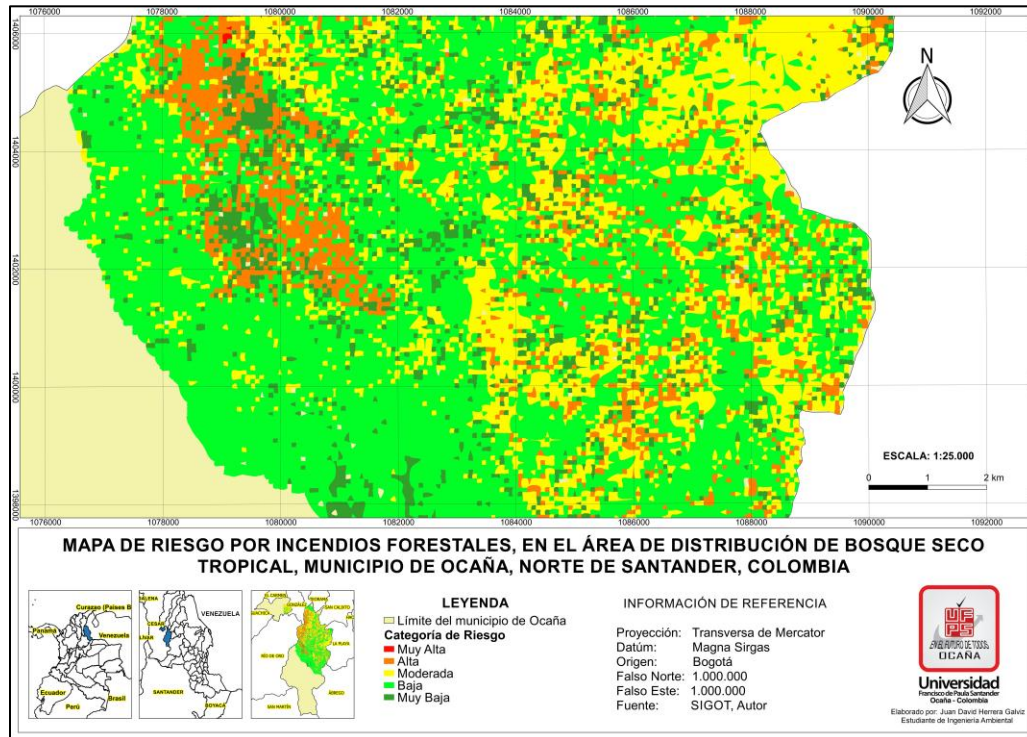


Figura 46. Continuación.

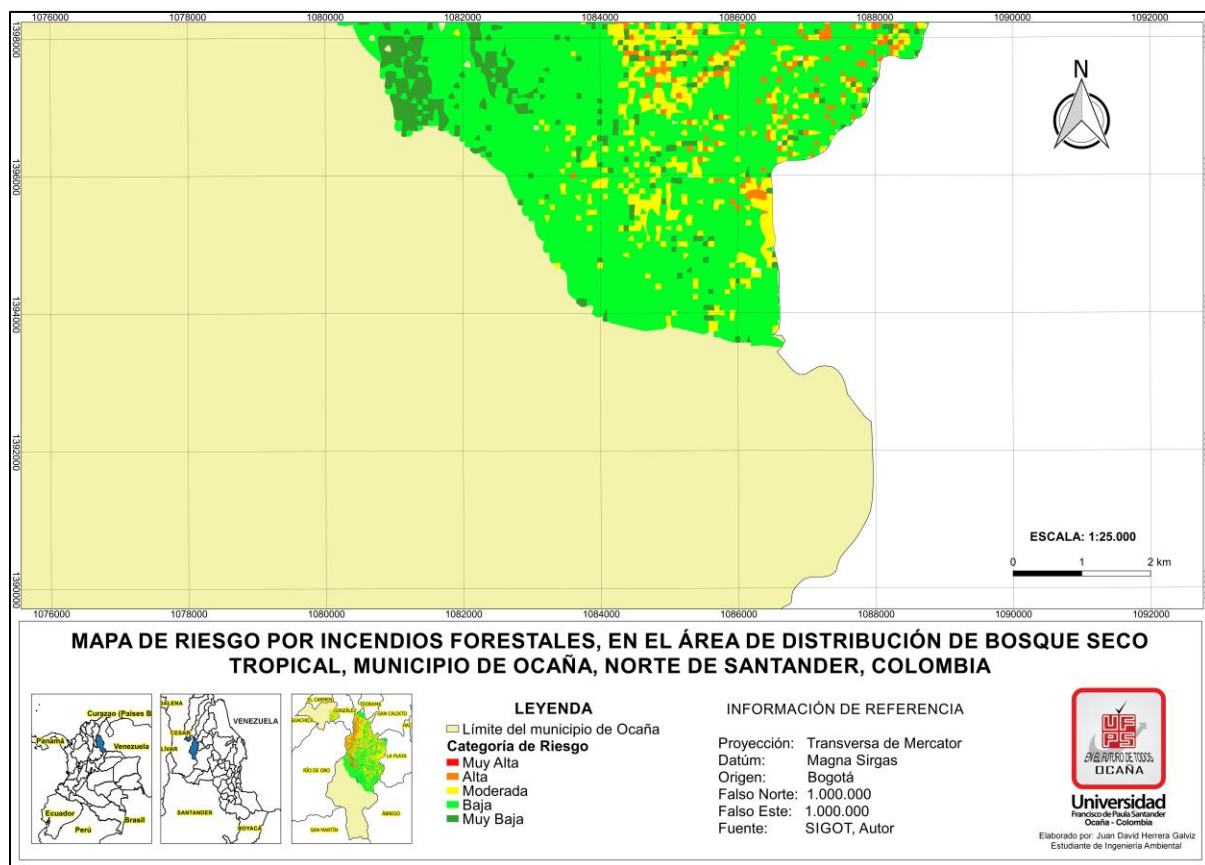


Figura 46. Continuación.

Con el mapa de riesgos generados, se hizo necesario determinar los siguientes escenarios de riesgo: institucional, socioeconómico, sociodemográfico, territorial, sociocultural. El riesgo sociocultural no fue determinado, debido a que en el área de estudio, no se poseen bienes de interés histórico y/o cultural, a excepción del casco urbano, en donde se encuentran los reportados en la cartografía del PBOT de Ocaña.

El riesgo territorial, fue determinado a partir del traslape de las áreas patrimonio con las zonas de riesgo, en donde se obtuvo que la microcuenca la vaca y un área adquirida por el municipio con nombre El Carbón, se encontraban en zona de riesgo alto, así como ciertas áreas de aptitud forestal protectora aledañas a las anteriores (ver figura 47).

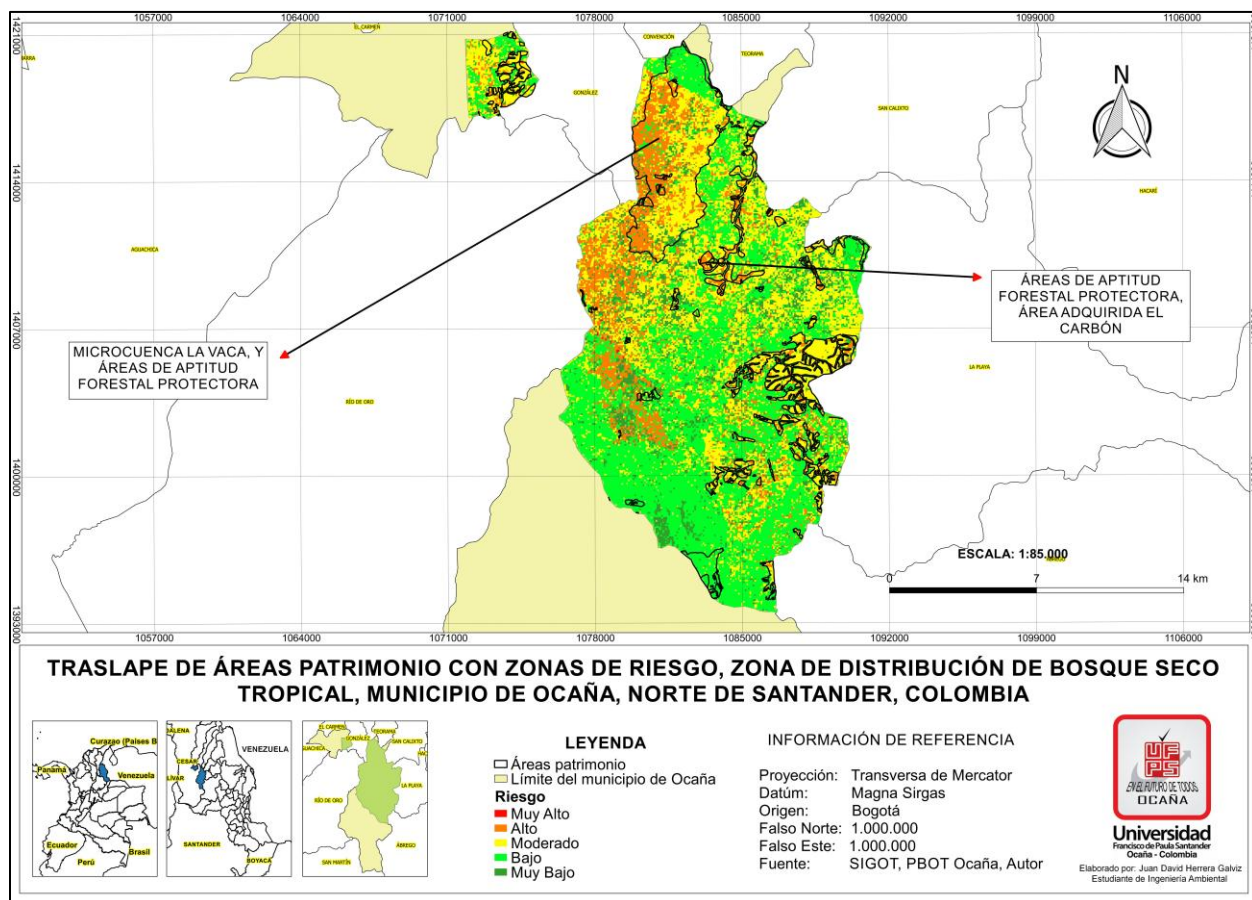


Figura 47. Riesgo Territorial. Fuente: Elaboración propia, 2016.

El riesgo socioeconómico, fue determinado, al traslapar las áreas de alto valor económico, correspondientes a áreas con explotaciones agropecuarias para el caso del municipio de Ocaña. Se encontró que las áreas productivas y la infraestructura, en gran parte del corregimiento de aguas claras y sus alrededores se encuentran en zonas de alto riesgo (ver figura 48).

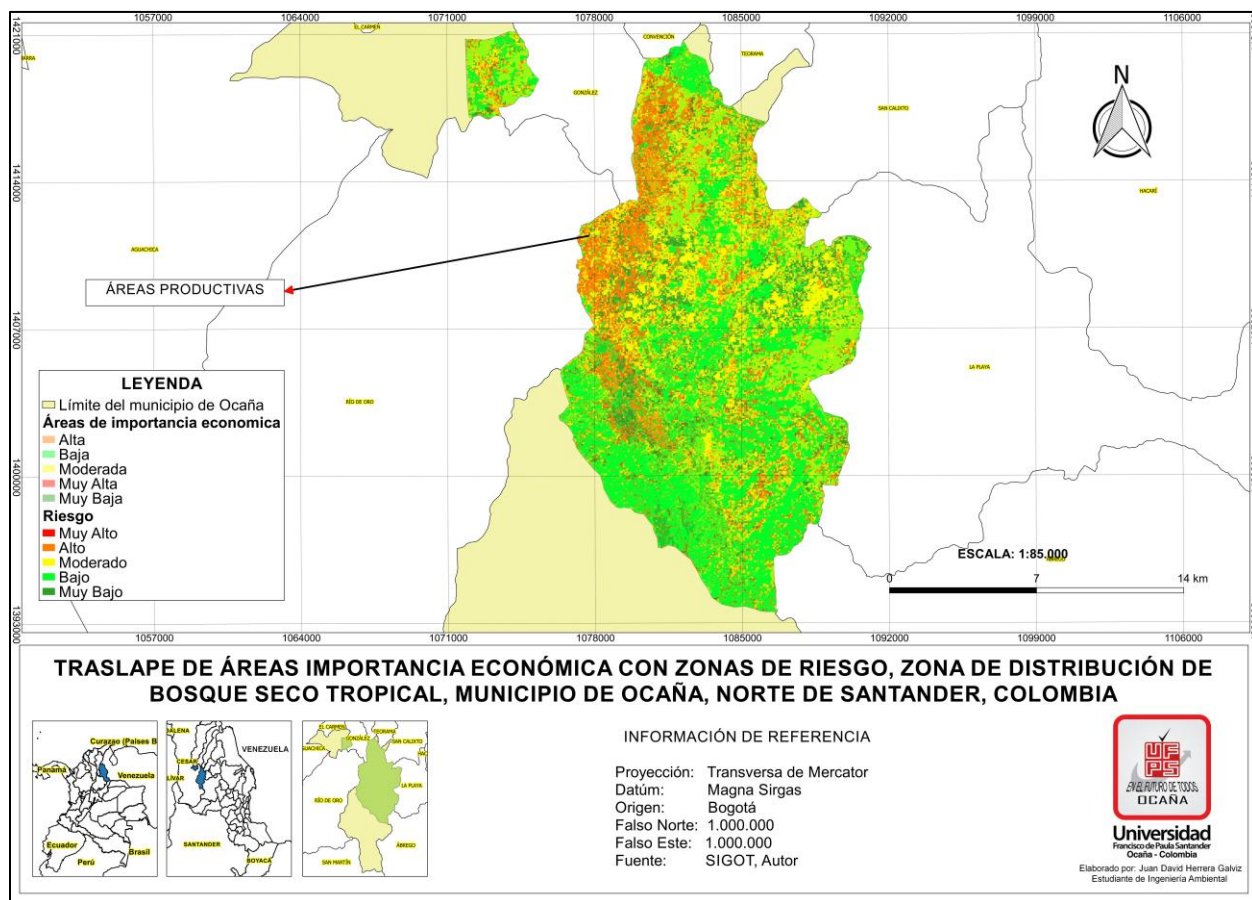


Figura 48. Riesgo socioeconómico. Fuente: Elaboración propia, 2016.

El riesgo sociodemográfico, se determinó a partir del traslape entre las zonas de densidad poblacional (que para el caso del área de estudio, solo se posee una zona de muy alta densidad que corresponde al casco urbano del municipio de Ocaña, y en el resto del área de estudio la densidad poblacional) con las zonas de riesgo. Así, se obtuvo que el área de muy alta densidad, colinda con algunas pequeñas zonas de riesgo alrededor del casco urbano de Ocaña, que correspondería al riesgo de los cerros tutelares de Ocaña. En la figura 49, se puede visualizar el traslape desarrollado.

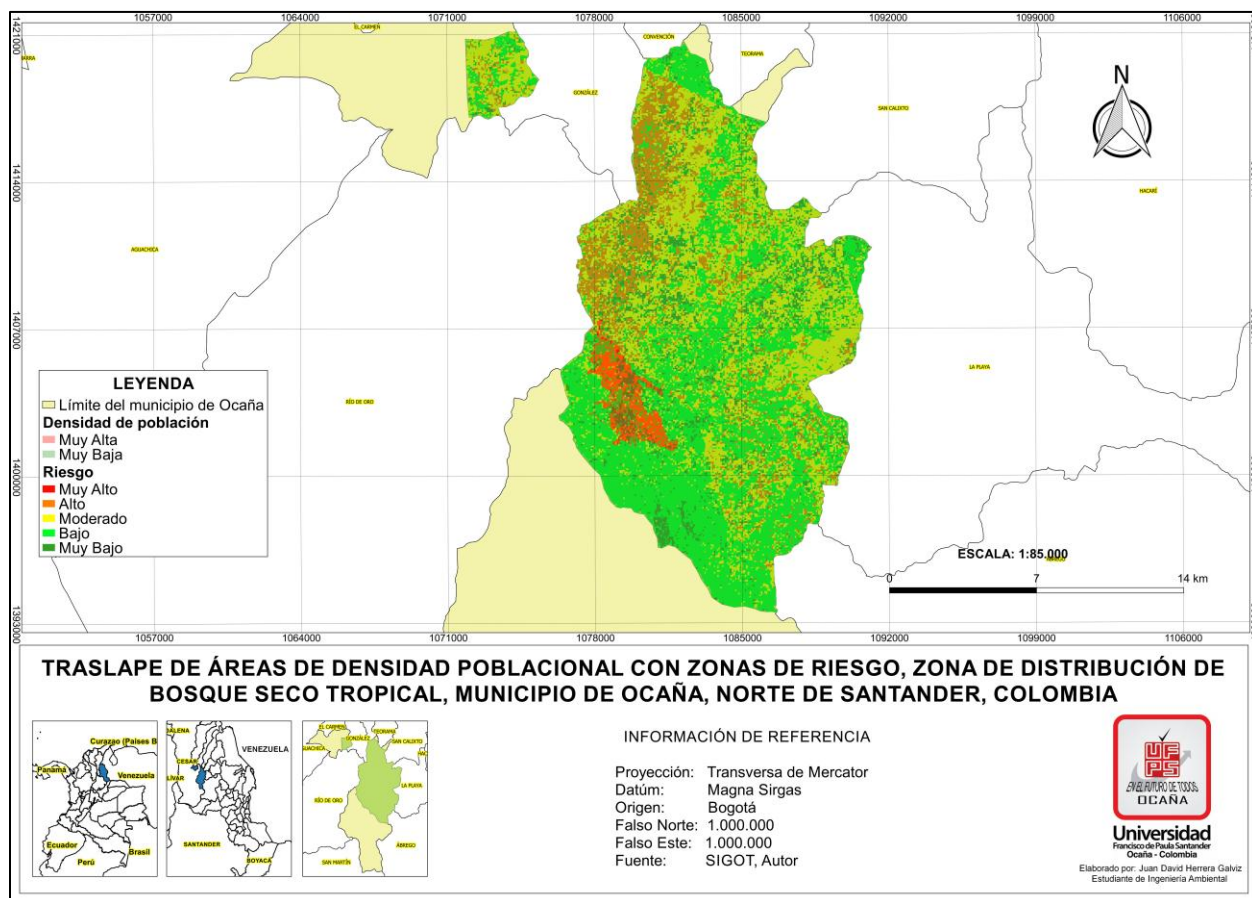


Figura 49. Riesgo sociodemográfico. Fuente: Elaboración propia, 2016

Y por último se determinó el riesgo institucional, a partir del traslape de las áreas desprotegidas por la acción institucional, con las zonas de riesgo por incendios forestales. Este traslape, permitió visualizar que las áreas más desprotegidas, se encontraban distribuidas en zonas de riesgo moderado y bajo, mientras algunas áreas con moderada protección, si poseían traslape con zonas de riesgo alto, patrón que se mantuvo hasta en la pequeña área del área de estudio en jurisdicción del corregimiento de Otaré. El riesgo institucional se puede visualizar en la figura 50.

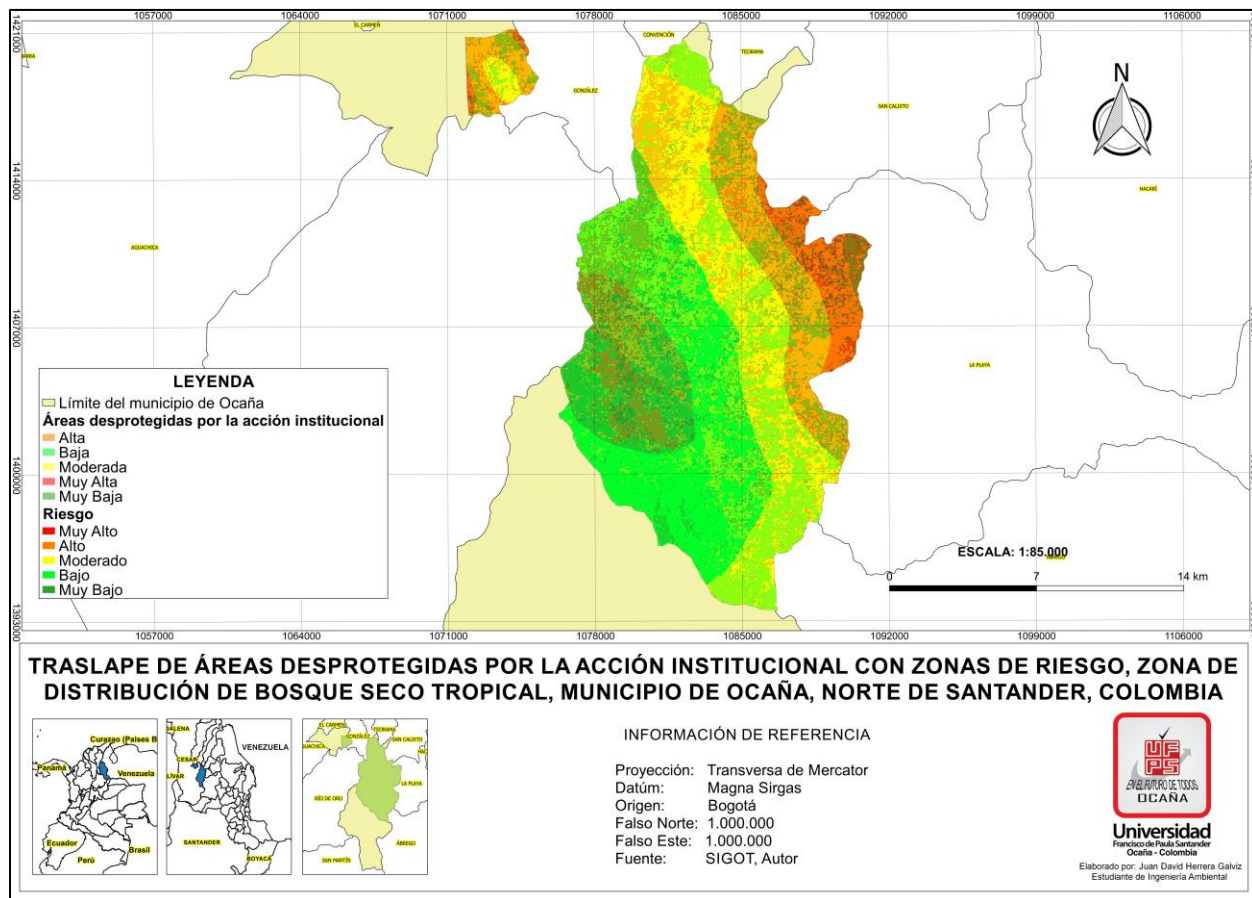


Figura 50. Riesgo institucional. Fuente: elaboración propia, 2016.

Capítulo 6: Conclusiones

Se recopiló toda la información existente para el área de estudio, siendo la secretaría de planeación municipal, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, la secretaría de desarrollo rural, centrales eléctricas de Norte de Santander, Departamento Administrativo Nacional de Estadística y el cuerpo de bomberos voluntarios de Ocaña, las instituciones que suministraron la información solicitada, sin restricciones. Por otra parte, se pudo corroborar que otras entidades, como el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo y CORPONOR, poseen muy poca información sobre el bosque seco en Ocaña, teniendo en cuenta que la última institución es la autoridad ambiental a nivel regional, y la primera institución, tiene como principal función ejecutar acciones en pro de la reducción del riesgo de desastres.

Con respecto a los geoportales, se recopiló información de dichas bases de datos, las cuales pertenecían a satélites como Sentinel y Alos, y a entidades como la NASA (caso del sensor modis), así mismo de geoportales de orden nacional como SIGOT, que aportaron considerablemente, información geográfica insumo para la realización de este trabajo.

La información recopilada, al igual que la generada, se verificó con el fin de ajustarla a la escala de trabajo planteada (1:25.000), para poder realizar los geoprocursos respectivos que permitieron obtener como resultado los mapas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo. Así mismo, se ajustaron algunos procedimientos planteados en el protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgo de incendios de la cobertura vegetal.

El protocolo anteriormente mencionado, se convirtió en el principal insumo para el desarrollo del trabajo, puesto que los criterios de generación y validación de la información, se encontraban especificados en el mismo. Así, la evaluación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo se realizó a partir de los factores determinados como obligatorios y empleando la metodología de

normalización y ponderación de valores, que permitió generar las respectivas salidas gráficas a escala 1:25.000.

Para el área de distribución de Bosque Seco Tropical en Ocaña, se encontró la prevalencia de zonas de amenaza alta y muy alta, que contrastó con la relevancia de las zonas en categoría moderada y baja, encontradas al desarrollar la evaluación de vulnerabilidad. Este último factor, influyó considerablemente en la distribución de las zonas de riesgo, cuyas categorías de riesgo moderado y bajo, resaltaron sobre las otras 3 categorías.

Al realizar el análisis de escenarios de riesgos, se pudo determinar, que el área en donde se encuentra ubicado el centro poblado del corregimiento de Aguas Claras, así como la zona rural aledaña al mismo (veredas) poseen un riesgo alto a incendios forestales, que repercute en la potencial ocurrencia de este tipo de eventos, los cuales afectarían áreas de importancia ambiental, así como la microcuenca que abastece su acueducto veredal, las áreas productivas de la zona e infraestructura como la vía Ocaña – Convención, el aeropuerto y las líneas eléctricas. Sin embargo, se resalta que estas áreas se encuentran en prioridad moderada para el cuerpo de bomberos de Ocaña, por lo que ante cualquier eventualidad, estos acudirían en no más de 25 minutos para atender la emergencia.

Capítulo 7: Recomendaciones

Se recomienda ampliar este estudio a toda la jurisdicción del municipio de Ocaña, Norte de Santander, con el fin de generar el mapa de riesgos por incendios forestales a nivel municipal, que le permita al Consejo Municipal de Gestión del Riesgo, poseer una herramienta para la toma de decisiones anticipadas. A la vez, dicho mapa, posibilitaría contrastar los resultados obtenidos en las áreas en donde no se distribuye el Bosque Seco Tropical, con este trabajo, para poder generar unos análisis respectivos de las posibles semejanzas y/o diferencias encontradas.

La incorporación de una simulación de eventos de incendios forestales, en las áreas clasificadas como zonas de riesgo alto, permitirá complementar este estudio, ya que vincularía un nuevo elemento predictivo, tendiente a evaluar posible magnitud de los eventos y por consiguiente, posibles daños que causarían.

Es necesario, divulgar este documento, con el fin de que el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres en conjunto con la Unidad Técnica Ambiental y la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental, articulen esfuerzos en pro de la conservación del Bosque Seco Tropical en Ocaña, a partir de la ejecución de acciones que permitan reducir el riesgo de incendios en el área de distribución de este ecosistema, teniendo en cuenta que Ocaña es un municipio privilegiado a nivel de Colombia, por poseer en su jurisdicción, dicho ecosistema, del cual solo se posee a nivel nacional, el 8% del encontrado inicialmente.

Referencias

- Behar-Rivero, D. S. (2008). *Metodología de la Investigación*. Editorial Shalom. Obtenido de <http://rdigital.unicv.edu.cv/bitstream/123456789/106/3/Libro%20metodologia%20investigacion%20este.pdf>
- Bisquert, M., Sánchez, J. M., Caselles, V., Paz-Andrade, M. I., & Legido, J. L. (2010). Los índices de vegetación como indicadores del riesgo de incendio con imágenes del sensor TERRA-MODIS. (A. E. Teledetección, Ed.) *Revista de Teledetección*, 33, 80-91. Obtenido de http://www.aet.org.es/revistas/revista33/Numero33_8.pdf
- Chuvieco, E. (1995). *Fundamentos de Teledetección Espacial* (Segunda ed.). Madrid, España: Ediciones Rialp S.A.
- Chuvieco, E., & Pettinari, M. L. (2015). Cartografía de combustible y potenciales de incendio en el continente africano utilizando FCCS. (A. E. Teledetección, Ed.) *Revista de Teledetección*, 43, 1-10. Obtenido de <http://polipapers.upv.es/index.php/raet/article/view/2302/4091>
- Chuvieco, E. (2009). Detección y análisis de incendios forestales desde satélites de teledetección. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 103(1), 173-177. Obtenido de <http://www.rac.es/ficheros/doc/00917.pdf>
- Comisión Nacional Asesora para la Prevención y Mitigación de Incendios Forestales. (2002). *Plan Nacional de prevención, control de incendios forestales y Restauración de Áreas Afectadas*. (V. y. Ministerio de Ambiente, Ed.) Bogotá D. C., Colombia: MAVDT. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Los-Incendios-Forestales/554_plan_prevenccion_incendios.pdf
- Comisión Nacional del Agua. (2005). *Percepción Remota "Fundamentos de Teledetección"*. México. Obtenido de <http://siga.conagua.gob.mx/SIGA/Percepcion/Fundamentos%20de%20teledetecci%C3%B3n%20espacial.PDF>
- Concejo Municipal de Ocaña. (2002). *Plan Básico de Ordenamiento Territorial*. Obtenido de Alcaldía de Ocaña Norte de Santander: <http://ocana-nortedesantander.gov.co/apc-aa-files/38343339653963383637363461323363/ACUERDO.pdf>
- Concejo Municipal de Ocaña. (2 de Marzo de 2015). Plan Básico de Ordenamiento Territorial. Ocaña, Norte de Santander, Colombia.
- Congreso de la República. (2 de Noviembre de 1988). *Ley 46. Por la cual se crea y organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de desastres, se otorga facultades extraordinarias al Presidente de la República, y se dictan otras disposiciones*. Obtenido de dmsjuridica:

<http://www.dmsjuridica.com/CODIGOS/LEGISLACION/LEYES/L46%20DE%201988..htm>

Congreso de la República . (24 de Abril de 2012). *Ley 1523. Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones*. Obtenido de Alcaldía de Bogotá : <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=47141>

Congreso de la República . (6 de Julio de 2012). *Ley 1551. Por la cual se dictan normas para modernizar la organización y el funcionamiento de los municipios*. Obtenido de Alcaldía de Bogotá : <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=48267>

Congreso de la República. (22 de Diciembre de 1993). *Ley 99 de 1993. por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan*. Obtenido de Alcaldía de Bogotá: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=297>

Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres. (15 de Diciembre de 2012). *Plan de Contingencia para Incendios Forestales del Municipio de Ocaña Norte de Santander*. Obtenido de ocana-nortedesantander: <http://www.ocana-nortedesantander.gov.co/apc-aa-files/38656632356330656332656230383763/plan-de-contingencia-incendios-forestales.pdf>

Consejo Superior de Investigaciones Científicas. (2004). *Nuevas tecnologías para la estimación del riesgo de incendios forestales*. (E. Chuvieco-Salineró, & M. d. Martín-Isabel, Edits.) Madrid, España: Ministerio de Educación y Ciencia. Obtenido de https://books.google.com.co/books?id=pGRhsT_FKUC&pg=PA143&lpg=PA143&dq=nuevas+tecnologias+emilio+chuvieco&source=bl&ots=dFLEqrnL7e&sig=wojAV-Y_gj_3zTG7vJciGhXPgpY&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjO3PS87NfJAhXDHPAKHaGCBm8Q6AEIMTAE#v=onepage&q&f=false

Dentoni, M., & Muñoz, M. (2010). *Sistema de evaluación de peligros de incendios” Plan Nacional del Manejo del Fuego*. España.

Diaz, J. M. (2006). *Bosque Seco Tropical Colombia*. (B. d. Occidente, & I. Editores, Edits.) Cali, Colombia .

Etter, A. (1993). *Consideraciones generales para el análisis de la cobertura vegetal. Memorias del primer taller de cobertura vegetal*. Bogotá D.C., Colombia: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, M. d. (2010). *Metodología de la Investigación* (Quinta ed.). México D.F.: McGrawHill. Obtenido de https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%20ta%20Edici%C3%B3n.pdf

- Holdridge, L. R. (1967). *Ecology, Photographic supplement prepared by J.A. Tosi Jr., rev. ed.* San José, Costa Rica: Tropical Science Center.
- Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales. (2011). *Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la Cobertura Vegetal Escala 1:100.00.* Bogotá D.C.: IDEAM.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2002-2010). *Estadísticas sobre incendios.* IDEAM, Bogotá D.C. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/estadisticas-incendios>
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. (2014). *El Bosque Seco Tropical en Colombia.* (C. Pizano, & H. García, Edits.) Bogotá D. C., Colombia.
- Miles, L., Newton, A. C., DeFries, R. S., Ravilious, C., May, I., Blyth, S., . . . Gordon, J. E. (2006). A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography.*, 33, 491-505.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial & Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal. (2006). *Protocolo de Restauración de Coberturas Vegetales Afectadas por Incendios* (Primera ed.). Bogotá D. C.: MAVDT.
- Moreno-Ruiz , J. A., Arbelo, M., García-Lázaro, J. R., & Riaño-Arribas, D. (2014). Desarrollo de una metodología para la detección de cambios de la cubierta vegetal en series temporales de imágenes de satélite diarias. Aplicación a la detección de áreas quemadas. (A. E. Teledetección, Ed.) *Revista de Teledetección*, 42, 11-28. Obtenido de <http://polipapers.upv.es/index.php/raet/article/view/2280/3672>
- Murphy, P. G., & Lugo, A. E. (1986). Ecology of tropical dry forest. *Annual Review, Ecology and Systematics*, 17, 67-88.
- Olaya, V. (2012). *Sistemas de Información Geográfica* (Vol. 1.0). Osgeo. Obtenido de http://wiki.osgeo.org/wiki/Libro_SIG
- Prado-Fajardo, M. C. (2014). Diseño de un modelo SIG para la determinación de zonas en riesgo por incendios forestales en los cerros orientales de la ciudad de Bogotá. - See more at: <http://www.bdigital.unal.edu.co/42020/#sthash.e3G8tYvV.dpuf>. Bogotá D. C., Colombia : Universidad Nacional de Colombia . Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/42020/>
- Presidencia de la República . (18 de Diciembre de 1974). *Decreto 2811. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.* Obtenido de Alcaldía de Bogotá : <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Normal.jsp?i=1551>
- Presidencia de la República . (1 de Mayo de 1989). *Decreto 919. Por el cual se organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres y se dictan otras*

disposiciones. Obtenido de Alcaldía de Bogotá :
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=13549>

Presidencia de la República . (3 de Noviembre de 2011). *Decreto 4147. Por el cual se crea la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, se establece su objeto y estructura*. Obtenido de Alcaldía de Bogotá :
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=44600>

Puerta, R., Rengifo, J., & Bravo, N. (2013). *Manual de ARCGIS 10 Nivel Intermedio*. Tingo María : Universidad Nacional Agraria de la Selva .

Sánchez, J. M., Caselles, V., Bisquert, M. M., Paz-Andrade, M. I., & Legido, J. L. (2008). Estimación del riesgo de incendio en Galicia a partir de imágenes EVI del Sensor Terra-MODIS. (A. E. Teledetección, Ed.) *Revista de Teledetección*, 71-84. Obtenido de http://www.aet.org.es/revistas/revista30/numero30_6.pdf

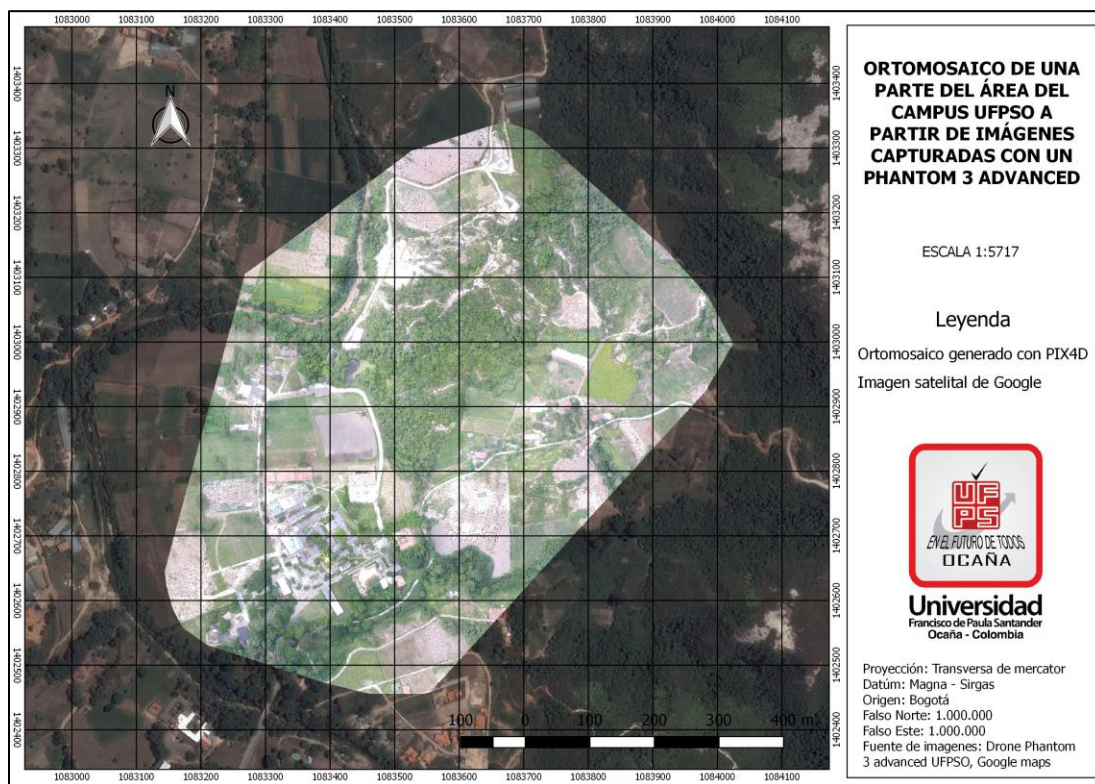
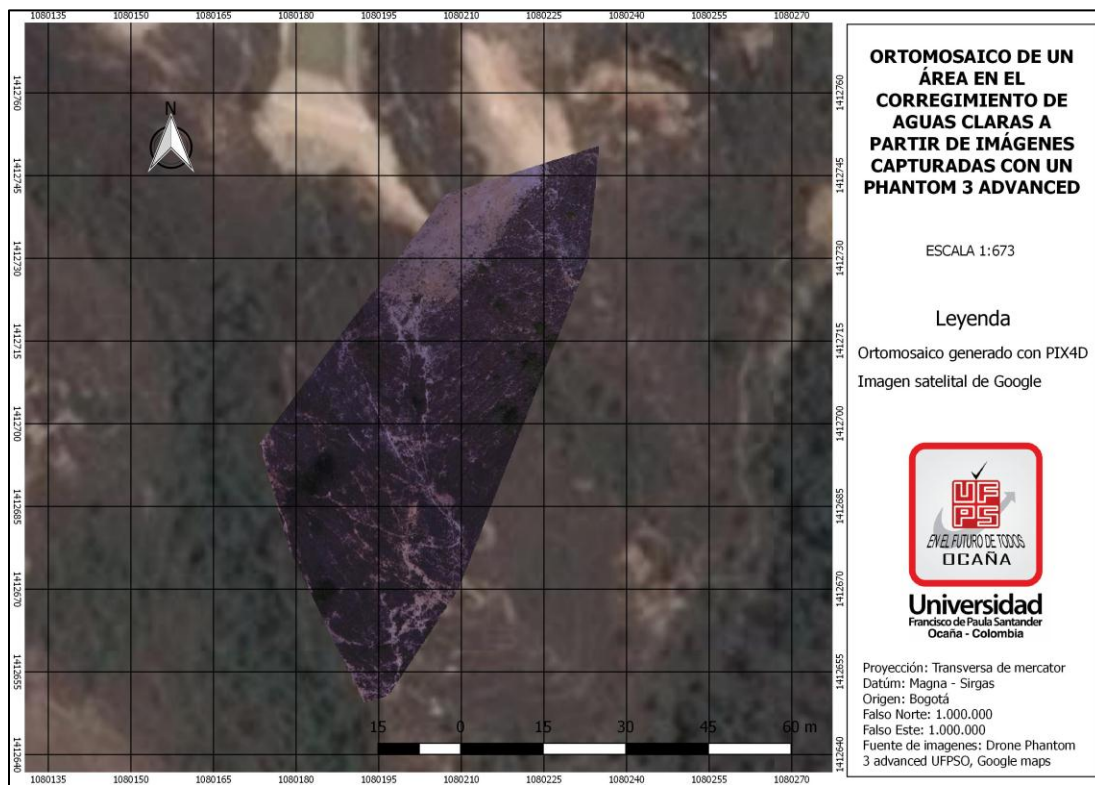
Valencia-Duarte, J., Trujillo-Ortiz, L. N., & Vargas-Ríos, O. (2012). Dinámica de la vegetación en un enclave semiárido del río Chicamocha, Colombia. *Biota Colombiana*, 13, 40-65.

Apéndices

Apéndice A. Evidencia de corroboración de coberturas vegetales, con drones.



Apéndice B. Algunas salidas gráficas generadas con las imágenes capturadas por los drones



Apéndice C. Soporte de consulta de información a Centrales Eléctricas de Norte de Santander

Centrales Eléctricas del Norte de Santander S.A. E.S.P.

CENS
Grupo eps

Vigilada Superservicios
7210
Ocaña, 2016/04/15

201600011488

Señor
JUAN CARLOS HERNANDEZ CRIADO
Director del departamento de ciencias agrarias y del ambiente
Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña
Vía acolsure, Sede El Algodonal
info@ufpso.edu.co
5690088 - 018000121022
Ocaña, Norte de Santander

Asunto: Respuesta a 201600006416 / 17/03/2016
Expediente No. 000000090761

Respetado señor Juan:

Dando alcance a la comunicación presentada en CENS S.A. E.S.P. el 17/03/2016, radicado con el número 201600006416, en el que obrando como director del departamento de ciencias agrarias y del ambiente de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, solicita información de la ubicación de las líneas de alta tensión que se encuentren ubicadas en el municipio de Ocaña, dicha información se solicita como insumo para al trabajo de investigación denominado "IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE TELEDETECCIÓN Y SIG PARA LA DETERMINACIÓN DE ZONAS DE RIESGO POR INCENDIOS FORESTALES EN REMANENTE Y RELICTOS DE BOSQUE SECO TROPICAL DEL MUNICIPIO DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER", CENS SA ESP se permite informarle que:

A fin de atender de lleno al fondo de su pretensión, se procede a suministrar la información requerida en lo que respecta a la ubicación de las líneas de distribución pertenecientes a esta electrificadora.

Es de momento manifestar, que dicha información se suministra solo a modo investigativo y su uso para fines diferentes, podrían ser tratado por la ley de tratamiento de información confidencial o de reserva, por tanto es claro manifestar que su tratamiento es de sumo cuidado al momento de su utilización.

Esperamos con lo dicho haber atendido a su requerimiento y le recordamos que Centrales

| | | | | |
|---|--|--|---|--|
| Cúcuta Av. Arcuqueto, 54- 230 Sevilla PBX (7) 582 4444 - Fax (7) 578 0990 | Ocaña - Norte de Santander Calle 7, 25-183 Av. Francisco Fernández de Cordero PBX (7) 563 6363 - Fax (7) 561 1365 | Tibú - Norte de Santander Cra. 8, 6-17 El Carmen PBX (7) 596 3276 - Fax (7) 568 3383 | Pamplona - Norte de Santander Cra. 6, Calle 7 Escuela PBX (7) 568 1187 - Fax (7) 568 4027 | Aguachica - Cúcuta Calle 11, 14-10 Escuela PBX (5) 565 4874 - Fax (5) 565 2516 |
|---|--|--|---|--|

Centrales Eléctricas del Norte de Santander S.A. E.S.P www.cens.com.co



Centrales Eléctricas del Norte de Santander S.A. E.S.P.

Vigilada Superservicios

Eléctricas de Norte de Santander S.A. E.S.P. reitera su permanente disposición para atender sus solicitudes y buscar opciones que posibiliten una mejora en sus procesos y en la satisfacción de sus clientes.

Cordialmente,

LUIS EMIRO AMAYA PINO

Tecnólogo E Gestión Comercial

Proyectó: Adrian M.

Número AC: 6619187

Anexo: 1 CD

Respetado señor Juan,
En relación a la comunicación presentada en CENS S.A. E.S.P. el 11/03/2018, radicado con el número 201801008418, en el que obran como director del departamento de ciencias agrarias y del ambiente de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, solicita información de la ubicación de las líneas de alta tensión que se encuentran ubicadas en el municipio de Ocaña, dicha información es solicitada como insumo para el trabajo de investigación denominado "IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE TELEDETECCIÓN Y SIG PARA LA DETERMINACIÓN DE ZONAS DE RIESGO POR INCENDIOS FORESTALES EN REMANENTE Y RELICTOS DE BOSQUE SECO TROPICAL DEL MUNICIPIO DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER". CENS SA E.S.P. permite informarle que
A fin de atender de lleno el fondo de su pretensión se procede a suministrar la información requerida en lo que respecta a la ubicación de las líneas de distribución pertenecientes a esta electrificadora.
Es de momento manifestar, que dicha información se suministra solo a modo investigativo y su uso para fines diferentes, podrían ser tratado por la ley de tratamiento de información confidencial o de reserva por tanto es claro manifestar que su tratamiento es de suma cuidado el momento de su utilización.

| | | | | |
|---|--|--|--|---|
| Cúcuta Av. Aeropuerto 51v-236 Sevilla PBX (7) 582 4444 - Fax (7) 578 0992 | Coaña - Norte de Santander Calle 7, 25-183 Av. Francisco Penabazco de Contreras PBX (7) 963 6363 - Fax (7) 961 1365 | Tiú - Norte de Santander Cra. 6, 6-17 El Camón PBX (7) 596 3276 - Fax (7) 596 3393 | Pensabona - Norte de Santander Cra. 8, Calle 7 Esquina PBX (7) 568 1187 - Fax (7) 568 4027 | Aguacliza - Cesar Calle 11, 14-10 Esquina PBX (5) 565 4674 - Fax (5) 565 2518 |
|---|--|--|--|---|

Centrales Eléctricas del Norte de Santander S.A. E.S.P

www.cens.com.co

Apéndice D. Soporte de la consulta realizada al Cuerpo de Bomberos de Ocaña.

CUERPO DE BOMBEROS VOLUNTARIOS
OCAÑA - NORTE DE SANTANDER
Personería Jurídica N° 46 de 1966
Entidad sin ánimo de lucro
NIT. 890.501.755-1

A QUIEN INTERESE:

El representante legal del cuerpo de bomberos voluntarios de Ocaña certifica que el señor **JUAN DAVID HERRERA GALVIS**, identificado con cedula de ciudadanía N ° **1.064.839.801** de **Rio de Oro**, en calidad de estudiante del programa de Ingeniería Ambiental con código 160673, realizó el día 16 de marzo del año curso en esta empresa una vista con el fin de consultar información acerca de incendios forestales de nuestro municipio de Ocaña conveniente a los años (2006-2016).

Se expide la presente certificación a solicitud del interesado a los 20 días del mes de Agosto del 2016.

CT. JOHN FRANCISCO GIRALDO PICON
COMANDANTE

Calle 7 N°. 35-40Av. Francisco Fernández de contreras
Tel. Emergencia: 119 Telefax: (097)5612510

Apéndice E. Soporte de la consulta realizada al IDEAM.


Juan David Herrera <judahega08@gmail.com>

Envío datos de solicitud:20151219124237

suministroinfo <suministroinfo@ideam.gov.co>
Para: judahega08@gmail.com

21 de diciembre de 2015, 10:12

Bogotá D. C. 21 de Diciembre de 2015

Señor:

Juan David Herrera Galviz

Ciudad

Referencia radicado número: 20151219124237

Respetado señor: **Herrera**

Nos es grato atender su amable solicitud de información hidrometeorológica y esperamos servirle de la mejor manera, de tal forma que nuestra contribución sea una solución rápida y oportuna en los trabajos que usted viene desarrollando para su empresa o entidad.

En atención a su petición y teniendo en cuenta la Ley 1712 del 6 de marzo de 2014, por medio de la cual se crea la Ley de Transparencia y del Derecho de Acceso a la Información Pública Nacional y cuyo objeto es el de regular la entrega de la misma, los procedimientos para el ejercicio y garantía del derecho, y las excepciones a la publicidad de información.

Por lo anterior, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM le hace entrega de los datos estadísticos hidrometeorológicos solicitados por usted sin costo alguno. Sin embargo, usted acepta que al recibir la información conoce las leyes de derecho de autor, propiedad intelectual y derechos reservados y se compromete a dar el uso debido a la misma y dar los créditos correspondientes al IDEAM, como el dueño de la información y fuente de origen.

Por lo anterior, se adjuntan *únicamente* los archivos correspondientes a su requerimiento y esperamos ésta sea la información oportuna que usted está esperando y así pueda complementar las actividades que viene desarrollando. **Agradecemos no contestar este correo y si tiene alguna inquietud, comentario, sugerencia o agradecimiento, favor hacerlo a través de <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/pqrsd> o atencionalciudadano@ideam.gov.co** y así mismo contribuir para mejorar el servicio que usted se merece.

De otro lado, se agradece **diligenciar la encuesta adjunta y devolvémosla por este medio o hacer click en el siguiente enlace:**
<http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/encuesta-nsu>

<https://mail.google.com/mail/u/2/?ui=2&ik=5e3cd0be2a&view=pt&q=suministroinfo%40ideam.gov.co&qs=true&search=query&msg=151c51a237832ffe&siml=1...> 1/2

Con su opinión podemos mejorar y así mismo contribuir para ofrecerle un mejor servicio a usted y al país.

NOTA : sólo suministramos información disponible en nuestra Base de Datos (abrir archivos con wordPad o Block de Notas)estaciones automática no hay registros disponibles.

-

Cordialmente,

Katherine Chávez Ruíz

Grupo de Atención al Ciudadano - IDEAM


Calle 25D No. 96B – 70


Bogotá D.C. – Colombia


Teléfono: 3527160, ext. 1200, 1205, 1210

<http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/pqrsd> o atencionalciudadano@ideam.gov.co


3 archivos adjuntos

 **ENCUESTA DE SATISFACCIÓN.docx**
78K

 **Texto Acceso al documento.doc**
29K

 **20151219124237**
73K

Apéndice F. Soporte de la consulta realizada a la Secretaría de Desarrollo Rural de Ocaña.



SECRETARÍA
DE OCAÑA

info@ufpso.edu.co
www.ufpso.edu.co


Juan David Herrera Galviz <jdherrerag@ufpso.edu.co>

Fwd: INFORME SOBRE ACUEDUCTOS RURALES OCAÑA

desarrollorural@ocana-nortedesantander.gov.co <desarrollorural@ocana-nortedesantander.gov.co>
Para: jdherrerag@ufpso.edu.co

9 de marzo de 2016,
18:11

AVISO IMPORTANTE: La presente comunicación puede tener un carácter confidencial o estar protegida por derechos de propiedad intelectual. Está destinada exclusivamente al destinatario que se menciona. Si usted no es esa persona ni una persona responsable de entregar esta comunicación al destinatario que se menciona, no puede usted revelar, copiar ni distribuir esta comunicación ni tomar medida alguna basándose en ella. Si recibe esta comunicación por error, por favor borrarla definitivamente. Gracias



INFORME FINAL ACUEDUCTO RURAL.doc
1996K