



**USO DE LOS SIG Y LA TELEDETECCIÓN PARA DETERMINAR LA
AFECTACIÓN EN LOS SUELOS DE LOS CERROS ORIENTALES DE
BOGOTÁ, DEBIDO A INTERVENCIONES ANTRÓPICAS.
ANÁLISIS MULTITEMPORAL 2004 - 2015**

ÁNGELA PINILLA RODRÍGUEZ – COHORTE V
FABIÁN DARÍO RAMÍREZ PEÑA – COHORTE II

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN TERRITORIAL Y AVALÚOS
BOGOTÁ D.C.
2019**

**USO DE LOS SIG Y LA TELEDETECCIÓN PARA DETERMINAR LA
AFECTACIÓN EN LOS SUELOS DE LOS CERROS ORIENTALES DE
BOGOTÁ, DEBIDO A INTERVENCIONES ANTRÓPICAS.
ANÁLISIS MULTITEMPORAL 2004 - 2015**

**Trabajo de grado para optar por el título de Especialista en Gestión del Territorio y
Avalúos**

Realizado por:

Ángela Pinilla Rodríguez – Cohorte V
Fabián Darío Ramírez Peña – Cohorte II

Director Interno:

Ingeniero Jaime Alberto Duarte Castro

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN TERRITORIAL Y AVALÚOS
BOGOTÁ D.C.
2019**

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

ÍNDICE DE TABLAS	IV
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IV
LISTA DE PLANOS	V
INTRODUCCIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	3
UTILIDAD DEL PROYECTO E IMPACTO SOCIAL	5
OBJETIVO GENERAL	6
Objetivos específicos	6
ALCANCE	7
MARCO DE REFERENCIA	8
1. MARCO HISTÓRICO	8
2. MARCO NORMATIVO	11
3. MARCO TEÓRICO	21
METODOLOGÍA	26
DESARROLLO TEÓRICO	28
Datos y Métodos	28
RESULTADOS	42
APORTE DEL PROYECTO A LA GESTIÓN DEL TERRITORIO	49
CONCLUSIONES	53
RECOMENDACIONES	55
BIBLIOGRAFÍA	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Normatividad Cerros Orientales. Fuente: Elaboración propia.....	11
Tabla 2: Distribución del área por Localidad.	29
Tabla 3: Zonificación Ambiental. Fuente: (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, 2006) .	30
Tabla 4: Área (Ha) para cada zona ambiental.....	31
Tabla 5: Información Ráster utilizada para el desarrollo del estudio. Fuente: Elaboración propia	32

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Diagrama de Flujo Metodología utilizada. Fuente: Elaboración propia.....	27
Ilustración 2: Diagrama de Flujo del procedimiento de la Clasificación Supervisada. Fuente: Elaboración propia	27
Ilustración 3: Localización Geográfica del Área de Estudio. Fuente: Elaboración propia	28
Ilustración 4: [Escala nominal] Zonificación Ambiental enmarcada en la Localidad de Usaquén.....	31
Ilustración 5: Firmas espectrales de las coberturas analizadas. Fuente: Elaboración propia	33
Ilustración 6: [Escala nominal] Muestra de la información contenida en la Capa Zona Reserva Bosque Oriental. Fuente: Elaboración propia.....	34
Ilustración 7: [Escala nominal] Muestra de la información contenida en la Capa Área Protegida. Fuente: Elaboración propia.....	36
Ilustración 8: [Escala nominal] Muestra de la información contenida en la Capa Aulas Ambientales.	37
Ilustración 9: [Escala nominal] Muestra de la información contenida en la Capa Localidad.	38
Ilustración 10: Plano Clasificación Supervisada Imagen Año 2004. Fuente: Elaboración propia.....	42
Ilustración 11: Plano Clasificación Supervisada Imagen Año 2010. Fuente: Elaboración propia.....	43
Ilustración 12: Plano Clasificación Supervisada Imagen Año 2015. Fuente: Elaboración propia.....	43
Ilustración 13: Plano Multitemporal 2004-2010. Fuente: Elaboración propia.....	44
Ilustración 14: Distribución de áreas por cambio en la cobertura de suelo entre los años 2004 y 2010	45
Ilustración 15: Plano Multitemporal 2004-2015. Fuente: Elaboración propia.....	45
Ilustración 16: Distribución de áreas por cambio en la cobertura de suelo entre los años 2004 y 2015	46
Ilustración 17: Plano Multitemporal 2010-2015. Fuente: Elaboración propia.....	46
Ilustración 18: Distribución de áreas por cambio en la cobertura de suelo entre los años 2010 y 2015	47
Ilustración 19: Estadísticas de cambio de cobertura. Fuente: Elaboración propia.....	47
Ilustración 20: Línea de tiempo Normatividad Vs cambio de cobertura de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia.....	48
Ilustración 21: Conflicto de uso del suelo Fuente: CAR - Plan de manejo reserva Forestal Protectora bosque oriental de Bogotá.....	49

LISTA DE PLANOS

- Plano 1 Reserva Forestal Protectora “Bosque Oriental de Bogotá” – Clasificación año 2004
- Plano 2 Reserva Forestal Protectora “Bosque Oriental de Bogotá” – Clasificación año 2010
- Plano 3 Reserva Forestal Protectora “Bosque Oriental de Bogotá” – Clasificación año 2015
- Plano 4 Reserva Forestal Protectora “Bosque Oriental de Bogotá” – Multitemporal 2004 - 2010
- Plano 5 Reserva Forestal Protectora “Bosque Oriental de Bogotá” – Multitemporal 2004 - 2015
- Plano 6 Reserva Forestal Protectora “Bosque Oriental de Bogotá” – Multitemporal 2010 – 2015

INTRODUCCIÓN

Los Cerros Orientales de Bogotá son de gran importancia ecológica para la ciudad, teniendo en cuenta su conexión con los ecosistemas de alta montaña, en especial los Páramos de Chingaza, Guereño y Sumapaz, y su articulación con áreas de conservación como la Reserva Forestal Protectora Thomas Van Der Hammen y la Reserva Forestal Protectora-Productora de la cuenca alta del Río Bogotá. (Secretaría Distrital de Planeación, Secretaría Distrital de Hábitat, 2015)

En las últimas décadas, los procesos de urbanización al margen de la ley han ocupado las partes altas de los cerros, cuyo resultado es la ubicación de familias en áreas que presentan alto riesgo por inestabilidad del suelo, así como, canteras, zonas cercanas a cauces y ríos (rondas), pendientes altas, rellenos y botaderos. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2010)

La explotación de canteras en Usaquén ha producido un fuerte impacto sobre la vegetación y la fauna de los cerros, la mayoría de estas, se han desarrollado en zonas de bosques y rastrojo nativo, lo que tiene como consecuencia afectación en los recursos hídricos y áreas de potencial uso agropecuario.

Adicionalmente, han producido o acelerado problemas relacionados con la erosión, derrumbes y deslizamientos, contaminación por partículas, así como deterioro del paisaje. En la mayoría de las canteras se desarrolló una minería antitécnica, utilizando métodos mecanizados de explotación a cielo abierto que, aunque en Colombia cuenta con normas vigentes que permiten éste método extractivo, se hace explotación sin contar con licencias ambientales, necesarias para mitigar el alto impacto ambiental; ejemplo de ello, países como Argentina han prohibido ésta práctica por el gran deterioro de la cobertura vegetal lo que implica daños irreparables, así como el elevado gasto de recursos naturales. Esta práctica ha sufrido cambios a través del tiempo utilizando herramientas mecánicas o uso de explosivos, ocasionando deterioro de la Zona de Reserva Forestal. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2010)

Como resultado de lo anterior, en algunos sectores se han presentado procesos de cambio en los usos del suelo, que no son compatibles para las zonas de reserva forestal protectora, dado que coexisten diferentes usos de tipo urbanístico en su zona de borde (uso minero y agropecuario) con graves impactos y efectos ambientales sobre los ecosistemas, lo que hace necesario implementar un instrumento de planificación, ordenamiento y manejo para restaurar,

recuperar y armonizar las condiciones sociales, económicas y ambientales del área (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005).

Por ello y de acuerdo a ésta y otras consideraciones, se crea la Resolución 463 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, “Por medio de la cual se redelimita la Reserva Forestal Protectora “Bosque Oriental de Bogotá”, se adopta su zonificación y reglamentación de usos y se establecen las determinantes para el ordenamiento y manejo de los Cerros Orientales de Bogotá”

Desde principios del siglo XX, éstos cerros han sufrido una acelerada deforestación lo que ha ocasionado un sin número de problemáticas de diferente índole, lo que ha hecho necesario llevar a cabo estudios técnicos como el POMCO – Plan de Ordenamiento y Manejo de los Cerros Orientales que han servido de base para el diseño, formulación e implementación de políticas de ordenamiento territorial, gestión ambiental y gestión del riesgo, como la Resolución 1141 de 2006 con el propósito de reducir la vulnerabilidad física, social y ambiental.

La población en los Cerros Orientales se estima en 91.174 personas, siendo las localidades más ocupadas Usaquéen, con 28% de esa población, y Chapinero con 24%. Santa Fe es la localidad con menor población en el área, con 15% del total. (Secretaría Distrital de Planeación, Secretaría Distrital de Hábitat, 2015)

Se evidencia que la Localidad de Usaquéen ha sido afectada de manera significativa por dichas problemáticas, por este motivo se escoge como zona objeto de análisis.

Con base en lo anterior, se pretende emitir un documento de revisión y análisis, evaluando la normatividad expedida con el propósito de conservar y proteger la zona de los cerros orientales, enfocada en la localidad de Usaquéen, realizando un paralelo con imágenes disponibles de la zona entre el 2004 y 2015 para determinar cambios en la cobertura del suelo mediante el uso de herramientas de teledetección y sistemas de información geográfica.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

La importancia del bosque repercute de manera directa en la vida de los seres humanos; esto, es sin lugar a dudas un tema que en la actualidad está teniendo un alto impacto debido a que regulan el ciclo del agua, ayudan a evitar las inundaciones, protegen los suelos y ayudan a controlar la erosión y a evitar derrumbes, así como desastres asociados a remoción en masa. De igual forma contribuyen a regular el clima, reducen los efectos del cambio climático producido por el hombre y permite tener un espacio geográfico adecuado para la vida de distintas especies. Son la fuente de muchos recursos como madera, medicinas, alimentos, fibras y materiales de construcción, son territorio de vida para las comunidades que los habitan, cuyas prácticas tradicionales de manejo pueden contribuir a la conservación de este bosque.

Estas montañas son el hábitat de miles de especies de plantas, aves, mamíferos, reptiles y anfibios. Esto cobra especial importancia al ser Colombia un país de gran diversidad biológica, que ocupa entre el primero y cuarto lugar a nivel mundial en cuanto a número de especies. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015)

El crecimiento demográfico de la ciudad y la explotación económica del suelo mediante la minería ilegal (canteras) ha generado que se realice la ocupación de espacios geográficos que son ambientalmente vulnerables, como lo es el “Bosque Oriental de Bogotá”. La falta de control en esta densificación urbana ha generado conflictos en el suelo rural de Bogotá y en nuestro caso particular de la localidad de Usaquén. Por ello es necesario adecuar planes que mitiguen impactos ambientales que puedan ser irreversibles para los ecosistemas que limitan con zonas urbanas, si se lleva una buena gestión en el territorio por parte de las entidades competentes así como el gobierno de turno se logrará tener un desarrollo paulatino en ámbitos sostenibles que de algún modo mejore la calidad de vida de los habitantes así como preserve espacios naturales que mantengan la fauna y flora nativa en las regiones de todo el territorio.

Existen medidas de recuperación como el proyecto desarrollado en Soratama, que fue una cantera que estuvo en actividad durante 40 años que en 1990 fue cerrada y empezó un proceso de recuperación por parte de la Secretaría de Ambiente y la Universidad Nacional; sin embargo, existen otras canteras dentro del área de estudio las cuales no han parado su actividad, al igual que la edificación de viviendas sin distinción de estratos económicos y el crecimiento de los barrios dentro de los cerros orientales que generan un cambio en el uso del suelo, el cual a pesar de ser normativamente Reserva Forestal Protectora, en algunos casos ha pasado a ser suelo

urbano como lo son las sustracciones realizadas por la CAR mediante actos administrativos, en las cuales el área de reserva forestal ha disminuido en 600 hectáreas aproximadamente.

En el presente trabajo se proyecta realizar una comparación cartográfica de los cambios de cobertura del suelo detectados y cuál es la situación actual de la zona de reserva, así como compilar la normatividad jurídica expedida sobre este territorio.

UTILIDAD DEL PROYECTO E IMPACTO SOCIAL

En términos del Ordenamiento Territorial, por medio del estudio de los resultados generados en el Análisis Multitemporal sobre el cambio de coberturas generado en la temporalidad definida para el proyecto, sirva como base para la toma de decisiones y como consecuencia de ello, se genere el planteamiento de planes, proyectos y políticas públicas, para el mejoramiento de las zonas de cobertura vegetal del espacio definido dentro de la Reserva y su entorno más cercano.

El presente trabajo detecta los cambios generados a través de los años, evidenciando una importante pérdida de la capa vegetal, en donde han sido reemplazadas las áreas de Bosque y Pasto, por áreas de suelo desnudo. Esta pérdida vegetal se debe a la tala de árboles con el fin de conseguir madera, para el pastoreo del ganado, para habilitar terreno para la agricultura, la construcción de vivienda y para minería. Estos cambios llevan a la alteración del ciclo del agua, así como pérdida de la biodiversidad y hábitat de la vida silvestre.

El impacto social que pretende tener este proyecto es generar conciencia frente a los cambios que el mismo hombre genera sobre su entorno, que en ocasiones es causado por la falta de información o por la falta de control y manejo de las autoridades.

OBJETIVO GENERAL

Analizar los cambios de cobertura en el área correspondiente a la Reserva Forestal “Bosque Oriental de Bogotá”, enfocada en la localidad de Usaqué a escala cartográfica de trabajo 1:100000, debido a las actividades antrópicas; por medio de imágenes satelitales disponibles de la zona entre los años 2004 y 2015 utilizando herramientas de teledetección y sistemas de información geográfica, así como relacionar la normatividad expedida con el propósito de conservar y proteger los cerros orientales en la localidad de Usaqué.

Objetivos específicos

Obtener el inventario de la normatividad emitida para la protección y conservación de la Reserva Forestal Protectora “Bosque Oriental de Bogotá”.

Identificar a partir de imágenes satelitales los parámetros necesarios para discriminar las diferentes coberturas presentes en la zona de estudio, utilizando tanto la mejor imagen para la época como el mejor algoritmo que detalle con la mayor precisión las características del entorno.

Cuantificar los cambios identificados en la zona de estudio a partir de una comparación multitemporal entre los años 2004 y 2015 de las diferentes coberturas de la reserva forestal protectora “Bosque Oriental de Bogotá”, a partir de la elaboración de una cartografía temática. Realizar un análisis comparativo entre la normatividad que protege esta zona y las distintas problemáticas evidenciadas en la transformación del suelo como herramienta de producción y expansión de la zona urbana.

ALCANCE

El propósito del presente estudio es realizar una cartografía comparativa de la afectación en los suelos de los Bosques Orientales de Bogotá, ubicados en la Localidad de Usaquén, ejercida por la intervención antrópica ocasionada por la explotación de canteras y la construcción de viviendas, tanto de carácter ilegal como legal, utilizando herramientas de Teledetección y Sistemas de Información Geográfica.

El insumo principal son imágenes satelitales (Landsat) en una línea de tiempo de 2004 al 2015, tomando como punto de partida la redelimitación de la Reserva Forestal Protectora “Bosque Oriental de Bogotá” definida mediante la Resolución 463 de 2005, haciendo un paralelo con la normatividad expedida para este periodo, evaluando así los Instrumentos de Gestión y Planificación (Resolución 76 de 1977, POMCO – Plan de Ordenamiento y Manejo de los Cerros Orientales, Resolución 463 de 2005, Decreto 56 de 2005, Resolución 1141 de 2006, Decreto 122 de 2006, Decreto 1076 de 2015, POT Bogotá, PDD - Plan Distrital de Desarrollo), establecidos por los entes gubernamentales (Ministerio de Agricultura, Secretaría Distrital de Planeación, Ministerio de Ambiente, CAR Cundinamarca, Curadurías Urbanas, IDIGER), así como políticas y acciones locales que generan impactos a niveles zonales, parciales o de mayor escala.

MARCO DE REFERENCIA

1. MARCO HISTÓRICO

En las faldas del cerro Guadalupe se fundó Santa Fe de Bogotá, allí se ubicaba el poblado de Teusaquillo sitio en el que los Zipas ejecutaban sus rituales. Hacia 1520 la multiplicidad de ecosistemas de los cerros soportó por primera vez su alteración y fragmentación. (Fundación Cerros de Bogotá, 2009)

Cuando llegaron los españoles a la Sabana el objetivo fue poblar, y para esto no solo se necesitaba gente sino también materiales para las construcciones a fin de que no fueran solo ranchos de paja, hogares de paso. Los Cerros Orientales de Bogotá se convirtieron desde entonces en la más importante despensa de arcillas, greda, madera, leña, piedras calizas, arena y piedras para cimientos y muros de calicanto de las construcciones y de chusque para los muros de bahareque, aparte del agua y demás recursos para construir y sostener la creciente Santa Fe de Bogotá. (Contraloría de Bogotá, 2006)

La deforestación de los Cerros se fue convirtiendo en un punto de referencia ineludible en su historia desde la segunda mitad del siglo XVI cuando se produjo el exterminio de los nogales como culminación de la obra evangelizadora española que pretendía dar por terminadas así las creencias paganas de los muisca quienes adoraban tales especies.

Para comienzos del siglo XIX la falta de cobertura boscosa afectó severamente el abastecimiento de agua para Bogotá lo que obligó a arborizar parte de Guadalupe y Monserrate al igual que las orillas de ríos como el Arzobispo y San Agustín. (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, 2006)

Como despensa y con un ceño de exclusión, los Cerros vieron pasar las épocas de la Conquista, la Colonia y el siglo XIX. Los Cerros, catalogados así como extramuros de la ciudad, fueron el sitio ocupado por las personas que se dedicaban a las actividades manuales y artesanales. Artesanos y agricultores para los españoles peninsulares, eran oficios de carácter manual propios de plebeyos y moros. (Contraloría de Bogotá, 2006)

La extracción de leña que redujo la cobertura vegetal de los cerros orientales, consumiendo la totalidad de la flora sumado a la explotación de los chircales y las alfarerías, que terminaron de

remover lo que quedaba de vegetación, provocaron al final del siglo XIX el colapso en el abastecimiento de agua de la ciudad.

El régimen hídrico depende de unas condiciones ambientales ideales para mantener una producción constante de agua, Eso quiere decir que las cuencas de captación y nacimiento de los ríos y quebradas, deben tener la suficiente cobertura vegetal que regule el ciclo hídrico. Hasta la segunda década del siglo XX, Bogotá dependió para su abastecimiento de agua de las fuentes provenientes de los Cerros Orientales, y por lo dicho aquí se hace evidente que para finales del siglo XIX, con la sistemática destrucción de los Cerros Orientales, se halla reducido la oferta hídrica con la cual la ciudad contaba para su abastecimiento. (Osorio Osorio, 2009)

Para 1933 se inaugura el Parque Nacional, el primer espacio público que articula los cerros a la estructura urbana. En 1944, diez años después, el Plan Soto Bateman (primeros planes de ordenamiento de Bogotá) incluye a los cerros como zona de reserva, consolidándose como la primera iniciativa para su conservación. (Fundación Cerros de Bogotá, 2009)

En los años 40 los alemanes fundaron la Facultad de Ciencias Forestales en la Universidad Distrital y en los 50, la agencia estadounidense de cooperación internacional promovió la silvicultura industrial. Los Cerros se llenaron de pinos y eucaliptos. Cuando el Estado creó la primera corporación forestal, no encontró cómo más bautizarla sino con el apócope de las Coníferas.

La violencia política de los años 50 marcó un período de agudo despoblamiento, durante el cual, propiciada por la elevada humedad atmosférica, la naturaleza regeneró gran parte de la masa forestal que había desaparecido con la intensa colonización.

La regeneración de los bosques se fomentó con la violencia política de los años 50 y se interrumpió de nuevo con el auge de la urbanización de la periferia bogotana desde los años 60. (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, 2006)

La Reserva ha sido históricamente afectada por los procesos de expansión urbana, a pesar de los limitantes físicos y jurídicos que existen, en la actualidad la expansión urbana amenaza su existencia ecológica, llegando en algunos lugares la frontera de la ciudad a los 3.200 msnm, siendo su deterioro particularmente notable en los extremos meridionales y septentrionales de

la ciudad, existen 60 barrios de origen informal de los cuales hay 44 legalizados, 3 negados y 13 en trámite para definir su situación. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2016)

Estas problemáticas se suman a los procesos de paramización, invasión de especies introducidas, quemas, residuos (basuras) que generan cada vez más mayor presión a la Reserva Forestal de los Cerros Orientales atentando contra el mantenimiento de diferentes bienes y servicios ambientales que le prestan a la ciudad. (Fundación Cerros de Bogotá, 2009)

Hoy existen procesos de expansión urbana subnormal por doquier en Cerros: sobre la carretera La Cita - La Aurora (entre la 170 y 190) al complejo de El Codito – Mirador del Norte – Serrezuela, que creció sobre viejas canteras, le faltan pocos metros para fusionarse con las canteras y tugurios que se expanden desde el lado de La Calera sobre la Aurora Alta; sobre la 160, ascienden sobre las antiguas canteras en Santa Cecilia y San Cristóbal Norte; sobre la vía a la Calera, el complejo San Luis – La Sureña tiene acueducto propio y una población por encima de los 12000 habitantes (mayor que las cabeceras de Cota o La Calera) a una altitud entre 2900 y 3200 msnm.

El desorden no es, por supuesto, privilegio de los estratos 1 y 2. La tugurización de los Cerros Orientales también tiene representantes en estratos 5 y 6, con urbanizaciones que se construyeron, muchas veces, al amparo de supuestas plantaciones forestales privadas. El estado general de las microcuencas de los Cerros Orientales, es preocupante: la erosión, la minería, el efecto desecante de los pinos y eucaliptos, las aguas negras de la urbanización y los establecimientos nocturnos, se suman en algunas áreas a las amenazas naturales de deslizamientos y de incendios forestales recurrentes. (Camargo Ponce de León, 2014)

2. MARCO NORMATIVO

A continuación, se enunciarán las normas que influyen directa o indirectamente sobre el territorio en estudio, algunas son de orden nacional, distrital y otras proferidas por diferentes entidades públicas.

Norma	Expedida por:
Decreto Ley 2811 de 18/12/1974	Presidencia de la República
Decreto 877 de 10/05/1976	Ministerio de Agricultura
Acuerdo 30 de 30/09/1976	Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables – INDERENA
Resolución 076 de 31/03/1977	Presidencia de la República
Decreto 484 de 30/05/1988	Alcaldía Mayor de Bogotá
Ley 99 de 22/12/1993	Congreso de Colombia
Decreto 619 de 28/07/2000	Alcaldía Mayor de Bogotá
Decreto 469 de 23/12/2003	Alcaldía Mayor de Bogotá
Decreto 190 de 22/06/2004	Alcaldía Mayor de Bogotá
Decreto 056 de 11/03/2005	Alcaldía Mayor de Bogotá
Resolución 463 de 14/04/2005	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Resolución 1043 de 28/04/2005	Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente – DAMA.
Decreto 122 de 04/04/2006	Alcaldía Mayor de Bogotá
Resolución 1141 de 12/04/2006	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR
Fallo 662 de 29/09/2006	Tribunal Administrativo de Cundinamarca
Decreto 124 de 30/03/2007	Alcaldía Mayor de Bogotá
Decreto 364 de 26/08/2013	Alcaldía Mayor de Bogotá
Decreto 2041 15/10/ 2014	Presidencia de la República
Decreto 485 de 25/11/2015	Alcaldía Mayor de Bogotá
Resolución 1766 de 27/10/2016	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Resolución 796 de 22/03/2019	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR

Tabla 1: Normatividad Cerros Orientales. Fuente: Elaboración propia

- **DECRETO LEY 2811 DE 1974** (Presidencia de la República, 1974):

- Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

- Reglamentado por el Decreto Nacional 1608 de 1978 (VIGENTE): Por el cual se reglamenta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente y la Ley 23 de 1973 en materia de fauna silvestre.
- Reglamentado parcialmente por el Decreto Nacional 1715 de 1978 (VIGENTE): Por el cual se reglamentan parcialmente el Decreto- Ley 2811 de 1974, la Ley 23 de 1973 y el Decreto- Ley 154 de 1976, en cuanto a protección del paisaje.
- Reglamentado Parcialmente por el Decreto Nacional 704 de 1986 (VIGENTE): Por el cual se Reglamenta Parcialmente la Ley 23 de 1973, el Decreto - Ley 2811 de 1974 y la Ley 09 de 1979, en lo Relativo al Uso, Comercialización y Aplicación del D.D.T.
- Reglamentado Parcialmente por el Decreto Nacional 305 de 1988 (VIGENTE): Por el cual se Reglamenta Parcialmente la ley 23 de 1973, el Decreto-Ley 2811 de 1974 y la Ley 09 de 1979, en lo relativo al Uso, Comercialización y Aplicación de Algunos Productos Organoclorados.
- Reglamentado por el Decreto Nacional 4688 de 2005 (VIGENTE): por el cual se reglamenta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, la Ley 99 de 1993 y Ley 611 de 2000 en materia de caza comercial.
- Reglamentado por el Decreto Nacional 2372 de 2010 (VIGENTE): Por el cual se reglamenta el Decreto-ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto-ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones.

Con base en el principio que el medio ambiente es un patrimonio común, que es de utilidad pública e interés social, es la razón por la cual el Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo; debido a la anterior premisa se dio iniciativa a la articulación de esta ley la cual tiene como objetivos la preservación y restauración del medio ambiente, la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, la prevención y el control de los efectos nocivos de la explotación de los recursos naturales no renovables sobre los demás recursos y regular la conducta humana, individual o colectiva y la actividad de la administración pública, respecto del ambiente y de los recursos naturales renovables y las relaciones que surgen del aprovechamiento y conservación de tales recursos y de ambiente.

- **DECRETO 877 DE 1976** (Ministerio de Agricultura, 1976):

- Por el cual se señalan prioridades referentes a los diversos usos del recurso forestal, a su aprovechamiento y al otorgamiento de permisos y concesiones y se dictan otras disposiciones.

Se dictan las prioridades para el uso, doméstico, conservación y protección del recurso e industriales según plan de desarrollo nacional o regional, el aprovechamiento y el otorgamiento de permisos y concesiones de explotación forestal en zonas de reserva; también los criterios para elección cuando concurren varios solicitantes

- **ACUERDO 30 DE 1976** (Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente - INDERENA, 1976):

- Por medio del cual se declara como Área de Reserva Forestal Protectora a la zona denominada Bosque Oriental de Bogotá, ubicada en jurisdicción del Distrito Especial de Bogotá y se definen sus linderos.

Mediante este acuerdo se declara Área de Reserva Forestal Protectora a la zona denominada Bosque Oriental de Bogotá y se hace su alinderamiento general, también, se hace la declaración de la Cuenca Alta del Río Bogotá aguas arriba de la cota superior del salto de Tequendama, adicional a esto se delega a la CAR (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca) las funciones que les competen al INDERENA en la administración y manejo de las áreas de reserva declaradas en el presente acuerdo.

- **RESOLUCIÓN 076 DE 1977** (Presidencia de la República, 1977):

- Por la cual se aprueba el Acuerdo 30 “Por el cual se declaran y alindan unas áreas de reserva forestal y se delegan unas funciones”, expedido por la Junta Directiva del Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente -INDERENA-, y autoriza la delegación de funciones allí contenida.

- **RESOLUCIÓN 2337 DE 1985**

- Por medio de la cual se hace la sustracción de las áreas de San Luis, San Isidro y La Sureña.

Con esta resolución, la CAR le quita una parte a la reserva forestal del 77. Esto lo hizo con la intención de permitir la legalización del complejo de barrios San Luís-La Sureña, pues éstos habían urbanizado las faldas del alto de Cazadores, sobre la vía La Calera. Son más de una docena de barrios ocupando zonas entre los 2800 y los 3200 metros, zonas que debían ser protegidas, según la Resolución 76 de 1977 y, entre otros, el Acuerdo 33 de 1979 y el Acuerdo 7 de 1979. (Magic Markers; Cámara Regional de la Construcción de Bogotá y Cundinamarca - Camacol B&C, 2019)

- **DECRETO 484 DE 1988** (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 1988):

- Reglamenta las áreas de las veredas Conejera, Casablanca y demás veredas con presencia de desarrollos ilegales, ubicadas en el área de Reserva Forestal Protectora Productora y en el área de densidad restringida con tratamiento de desarrollo en los Cerros de Suba. Adopta definiciones, identifica zonas en las áreas de Reserva Forestal Protectora Productora y en las áreas de densidad restringida, señala disposiciones generales para el manejo de los recursos naturales y la conservación paisajística, sobre urbanismo y arquitectura y sobre el trámite de licencias

- **ACUERDO 17 DE 1990**

- Por medio del cual se hace la sustracción del primer sector del Parque Nacional.
- Sustracción localizada en las inmediaciones del Parque Nacional, realizada con el fin de desarrollar infraestructura de recreación y de servicios de apoyo. Esta infraestructura se desarrolló en el marco del convenio No. 308 de 1987, suscrito entre el Fondo de Inmuebles Nacionales del Ministerio de Obras Públicas y Transporte, el Distrito Especial de Bogotá, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca de las Cuencas de los ríos Bogotá, Ubaté y Suárez, el Instituto de Desarrollo Urbano y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, 2016)

- **ACUERDO 18 DE 1990**

- Por medio del cual se hace la sustracción del segundo sector del Parque Nacional.
- Se realizó con el fin de llevar a cabo la reubicación de familias que ocupaban terrenos en los predios en el sector oriental del Parque Nacional Enrique Olaya Herrera. Con este propósito, y en el marco del Convenio No. 308 de 1987, se localizó un terreno que sería dado en donación por parte de empresas privadas a la Corporación Minuto de Dios, con el fin de dotar de vivienda a dichas familias (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, 2016)

- **LEY 99 DE 1993** (Congreso de la República, 1993):

- Denominada la Ley Ambiental de Colombia, por medio de 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 otras disposiciones.
 - En el título I se hace referencia a los 14 principios que debe seguir la política ambiental nacional.
 - El título II crea el ministerio del medio ambiente, el cual tiene a cargo formular las políticas y regulaciones a las que se debe sujetar la recuperación, conservación, protección uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente.
 - Título III explica la estructura del ministerio del medio ambiente, estos fueron derogados por el artículo 20 del decreto 1687 de 1997.
 - Título IV hace referencia al consejo nacional ambiental, el cual es una instancia de participación que tiene como fin coordinar de manera intersectorial las políticas, planes y programas en materia ambiental y de recursos naturales renovables. El Consejo está integrado por nueve ministros, el director del Departamento Nacional de Planeación y representantes de la sociedad civil provenientes de organizaciones sociales, universidades, gremios y organizaciones ambientales no gubernamentales.
 - Título V se refiere al apoyo científico y técnico del ministerio, todos los institutos que prestan apoyo desde su área al ministerio:
 - a) El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM;

- b) El Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andreis" INVEMAR;
 - c) El Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander Von Humboldt";
 - d) El Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas "Sinchi";
 - e) El Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico "John Von Neumann".
- Título VI define las Corporaciones autónomas regionales, las cuales tienen como función principal la administración del medio ambiente y los recursos naturales renovables en todo el territorio nacional
 - Título VII explica las rentas de las Corporaciones autónomas regionales, tasas retributivas que se deben pagar por cualquier tipo de actividad que afecte cualquier componente del medio ambiente (atmosfera, tierra, agua, aire etc.), también todos recursos que provengan de cualquiera de los distintos impuestos y tasas a nivel nacional y municipal (regalías, impuestos, licencias y permisos etc.)
 - Título VIII hace referencia al proceso que se debe llevar a cabo para cualquier licenciamiento ambiental, este proceso en la actualidad es regulado por el decreto 2041 de 2014.
 - Título IX en este capítulo se explican las funciones de los entes territoriales departamentos, municipios y distritos y la planificación nacional.
 - Título X habla de los modos y procedimientos de participación ciudadana en los procesos de licenciamiento ambiental, con los cuales los ciudadanos se hacen partícipes y veedores de las decisiones ambientales tomadas por las autoridades regionales.
 - Título XI Hacía referencia a las acciones de cumplimiento en asuntos ambientales, sin embargo estos artículos fueron derogados mediante por el artículo 32 de la Ley 393 de 1997.
 - Título XII de las sanciones y medidas de policía
 - Título XIII por medio de este se crea el Fondo Nacional Ambiental y el Fondo Ambiental de la Amazonia
- **DECRETO 619 DE 2000** (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2000):
- Mediante este decreto se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial para la ciudad de Bogotá, el cual en el artículo 389, establece que las actividades de las distintas entidades

y los particulares dentro de los Cerros Orientales deben ser ajustadas a la zonificación y reglamentación del Plan de Manejo elaborado por la Corporación Autónoma Regional (CAR), en concertación con el Ministerio del Medio Ambiente y el Distrito Capital.

- **DECRETO 469 DE 2003** (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2003):
 - Revisa, ajusta y modifica el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C., adoptado por el Decreto Distrital 619 de 2000, con base en la ley 810 de 2003

- **DECRETO DISTRITAL 056 DE 2005** (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2005):
 - Crea el Comité Interinstitucional para la coordinación de la actuación administrativa del Distrito Capital en el manejo de los Cerros Orientales de Bogotá D. C., integrado por la Secretaría de Gobierno, la Secretaría General de la Alcaldía Mayor del Distrito Capital de Bogotá, la Secretaría de Planeación Distrital, la Secretaria Distrital de Ambiente, la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, y las Alcaldías Locales de Usaquén, Chapinero, Santa Fe, San Cristóbal y Usme. (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, 2016)

- **RESOLUCIÓN 463 DE 2005** (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005):
 - Por medio de la cual se redelimita la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, se adopta su zonificación y reglamentación de usos y se establecen las determinantes para el ordenamiento y manejo de los Cerros Orientales de Bogotá
 - En esta resolución se modificó el lindero de la reserva con respecto al establecido en el artículo 2 de la Resolución No. 076 de 1977 y se hizo exclusión de unas áreas de terreno de la reserva incorporándolas al perímetro urbano de la ciudad, fueron 29 desarrollos urbanísticos en las localidades de Chapinero (17), Usaquén (9), San Cristóbal (1) y Usme (2).
 - Ordenar a los Curadores Urbanos de la Ciudad abstenerse de proferir o aprobar licencias de urbanismo y/o construcción para la realización de proyectos o actividades

urbanísticas, de construcción y/o edificación, en inmuebles que se encuentran ubicados dentro de la zona descrita por el INDERENA en el Acuerdo 30 de 1976 y determinada como Reserva Forestal Protectora según lo dispuesto por la Resolución 76 de 1977 emanada del Ministerio de Agricultura. Este mismo parámetro lo deberá aplicar el Departamento Administrativo de Planeación Distrital cuando resuelva recursos de vía gubernativa o revocatorias de decisiones de los citados curadores.

- **ACCIÓN POPULAR 2005-0662**

- La expedición de la Resolución 463 de 2005 dio origen a la instauración de una acción popular por parte de la ciudadana Sonia Andrea Ramírez Lamy, contra el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, la CAR y el entonces Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente – DAMA, cuya radicación corresponde al número 2005-0662, que cursó inicialmente ante el Tribunal Administrativo de Cundinamarca, Sección Segunda, Subsección “B” (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, 2016)

- **DECRETO DISTRITAL 122 DE 2006** (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2006a):

- Por el cual se adoptan medidas de defensa y protección de la Reserva Forestal Protectora "Bosque Oriental de Bogotá"
Entre las medidas se encuentra la prohibición a las curadurías urbanas de la expedición de licencias urbanísticas sobre inmuebles ubicados en la reserva, también se ordenó al departamento de planeación distrital la evaluación de todas las licencias urbanísticas concedidas dentro de la zona de reserva y proferirá todos los actos administrativos que se deriven de la revisión y específicamente, podrá revocar directamente, a petición de parte o de oficio, las respectivas incorporaciones y licencias, cuando a ello haya lugar conforme a la normatividad vigente.

- **RESOLUCIÓN 1141 DE 2006** (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2006b)

- La CAR emitió la Resolución No. 1141 de 2006, en cumplimiento del artículo 4° de la Resolución No. 0463 de 2005:

A través de esta resolución, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR adoptó el Plan de Manejo Ambiental de la reserva forestal protectora Bosque Oriental de Bogotá, y en ella se destacan las siguientes decisiones:

- Convocar a las personas que se consideren con derechos adquiridos dentro de la reserva forestal, para poner en conocimiento este hecho dentro de los cuatro (4) meses siguientes a la publicación de dicho acto (artículo 4°).
- Invitar a las personas interesadas en vender sus predios a presentar las solicitudes respectivas ante la CAR (artículo 5°).
- Convocar a las personas que desarrollen actividades porcícolas, avícolas, agrícolas y pecuarias, a que registren tales actividades dentro de los diez (10) meses siguientes a la publicación del PMA (artículo 6°).
- Solicitar al INCODER un informe sobre la existencia de baldíos en la reserva forestal (artículo 7°).
- Ordenar a la entonces Subdirección Jurídica de la CAR, realizar un estudio sobre las sustracciones realizadas por la Corporación (artículo 8°).
- Solicitar a INGEOMINAS que estudie la viabilidad de revocar los títulos mineros existentes en la reserva forestal (artículo 10°).
- Establecer el régimen de usos para las zonas definidas por la Resolución MAVDT No. 463 de 2005 (artículos 15 a 18).
- Establecer unas medidas de manejo para la reserva, incluidas la prohibición de expedir licencias de urbanismo y construcción, de extender las redes de servicios públicos domiciliarios, de desarrollar la minería y la protección especial para las rondas de río y fuentes de agua (artículo 19). (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, 2016)

- **FALLO 662 DE 2006** (Tribunal Administrativo de Cundinamarca, 2006):

- El 20 de abril de 2005 fue presentada demanda de acción popular 2005-00662 por parte de la señora Sonia Andrea Ramírez Lamy en contra del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial; la Corporación Autónoma Regional- CAR-; el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente-DAMA-; el Departamento Administrativo de Planeación Distrital, y otros, en aras de obtener sentencia favorable a las siguientes pretensiones:

La demandante, invoca como derechos colectivos vulnerados, los referidos al derecho al goce de un ambiente sano, la defensa del patrimonio público, la defensa del patrimonio cultural de la Nación, al equilibrio ecológico y aprovechamiento racional de los recursos naturales, a la moral administrativa, la seguridad y salubridad pública, al acceso a la infraestructura de servicios que garantice la salubridad pública, el derecho a la seguridad y prevención de desastres previsibles técnicamente, la realización de construcciones de edificaciones y desarrollos urbanos respetando las disposiciones jurídicas de manera ordenada y dando prevalencia al beneficio de la calidad de vida de los habitantes, (artículo 79 de la C.P.), (ley 472 de 1998, artículo 4 literales, a) b), c), e), f), g), h) l) m).

En mérito de lo expuesto el Tribunal Administrativo de Cundinamarca, Sección Segunda -Subsección "B", administrando justicia en nombre de la República de Colombia y por autoridad de la ley, concede la acción popular interpuesta por la señora Sonia Andrea Ramírez Lamy y sus coadyuvantes y declara responsables al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, La Corporación Autónoma Regional De Cundinamarca -CAR- Y El Distrito Capital - Departamento Administrativo de Planeación Distrital, solidariamente, por la violación de los derechos colectivos invocados por la actora.

- **LEY 1333 DE 2009** (Congreso de la República, 2009)
 - Mediante esta ley se estableció el procedimiento sancionatorio ambiental, y dentro de ella se destaca para efectos del presente plan, la causal de agravación de responsabilidad en materia ambiental prevista en el artículo 7º, numeral 2º, consistente en la generación de “daño grave al medio ambiente, a los recursos naturales, al paisaje o a la salud humana”. (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, 2016)

- **DECRETO 2372 DE 2010** (compilado en el Decreto 1076 de 2015)
 - Este ordenamiento reglamenta el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman, incluidas las zonas de reserva forestal protectoras.

- **RESOLUCIÓN 1526 DE 2012**

- Esta resolución fue expedida por el entonces Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial, mediante esta se establecieron los requisitos y el procedimiento para la sustracción de áreas en las reservas forestales nacionales y regionales, para el desarrollo de actividades consideradas de utilidad pública o interés social.

- **RESOLUCIÓN 1527 DE 2012**

- Resolución expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial. Esta modificada por la Resolución 1274 de 2014, por su parte, definió las actividades de bajo impacto ambiental que generan beneficio social, de manera que se pueden desarrollar en las áreas de reserva forestal, sin necesidad de efectuar la sustracción del área.

- **DECRETO 2041 DE 2014**

- Este decreto, que reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales, erigió en cabeza del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, hoy remplazado en este tema por la Agencia Nacional de Licencias Ambientales, la facultad de expedir las licencias ambientales cuyo objeto sea adelantar proyectos, obras o actividades a realizarse al interior de las reservas forestales protectoras, siempre que el uso sea permitido de acuerdo a la categoría de manejo respectiva e impliquen la construcción de infraestructura en las zonas de uso sostenible y general de uso público, o se trate de proyectos de agroindustria, a excepción de las unidades habitacionales, siempre que su desarrollo sea compatible con los usos definidos.

3. MARCO TEÓRICO

1. Sensores Remotos

En el campo del procesamiento de imágenes, así como en general el fundamento de la percepción remota recae sobre la sensibilidad de un sensor para capturar o detectar la

información por medio de una señal electromagnética (radiación reflejada o emitida) que les llega de la tierra y atmósfera, esta se convierte en una magnitud física que puede ser tratada y grabada con el fin más conveniente al igual que el formato o producto de entrega ya sea análogo (fotografía) o digital (imagen) (José A. Sobrino, 2000).

2. Elementos de los Sensores Remotos

Al momento de procesar información digital proveniente de sensores es importante conocer algunos conceptos que permita tratar los datos capturados de la mejor manera, con ello podemos empezar acotando en un principio que las imágenes usadas son tomadas con un sensor pasivo el cual recibe una señal de acuerdo a las características reflectantes del terreno, en otras palabras detectan radiancia en la superficie observada, lo que indica que el sensor se diferencia con uno activo en cuanto a la captura de información de este, ya que a partir de un impulso emitido por él mismo captura los objetos presentes en ese instante lo que puede inferir que este sensor tiene su propia fuente de energía (López Florez, 2018).

Del mismo modo al definir un espacio de trabajo es importante saber la capacidad de discriminación de objetos capturados por el sensor con el mayor detalle posible así como su propósito lo cual precisa la resolución; sin embargo cuando se estudian las coberturas de la tierra se evidencia o interpreta más fácil a escalas pequeñas pero su comportamiento espectral sigue siendo el mismo por lo cual la firma espectral es el modo peculiar con el que una determinada cubierta refleja o emite energía a distintas longitudes de onda y resulta la base para discriminar dicha cobertura de otras a partir de observación remota (Chuvieco, 1995).

3. Clasificación Supervisada

En el campo de la percepción remota la clasificación es el producto por excelencia ya que en su mayoría los estudios están enfocados a la detección de cambios en la cubierta terrestre, su objetivo básicamente es medir cuantitativamente entre determinados parámetros físicos y los niveles digitales capturados por el sensor. Este método involucra el criterio del usuario ya que este a partir de muestras entrena al ordenador en el reconocimiento de patrones que serán reconocidos como coberturas, en otras palabras, el

ordenador asignará a partir de un pequeño muestreo de ND (nivel digital) puros clusters¹ calcula las estadísticas elementales por cobertura a partir de los píxeles contenidos en estos clusters. Por ello es clave la adecuada selección de las áreas de entrenamiento para que el ordenador clasifique de forma óptima la imagen (Chuvieco, 1995).

4. Estudio Multitemporal

Los estudios multitemporales son el análisis de tipo espacial que se realiza mediante la comparación de las coberturas interpretadas en dos imágenes de satélite o mapas de un mismo lugar en diferentes fechas. Permite evaluar los cambios en la situación de las coberturas que han sido clasificadas, como los meses del año y los años entre sí. Un análisis multitemporal es mucho más abarcativo que el análisis de una sola imagen. El análisis multitemporal permite detectar cambios entre dos fechas de referencia, deduciendo la evolución del medio natural o las repercusiones de la acción humana sobre ese medio. (Chuvieco, 1995)

El proceso consiste en realizar una comparación de imágenes previamente clasificadas de manera independiente. El principal requerimiento es realizar la misma leyenda temática para los dos momentos, con el propósito de que sean comparables. A partir de esto, se genera una tabla de cambios en el tiempo, en donde se presentan las transiciones que se producen entre los periodos 2005 y 2015, lo que permite observar, no sólo las zonas de cambio sino también comparar la cobertura a través del tiempo.

Es herramienta para la toma de decisiones, puesto que se puede evidenciar la localización de las áreas más afectadas por en el lapso de tiempo establecido para dicho Análisis

5. Cobertura de la tierra:

Cobertura, se relaciona con los atributos de la tierra (cuerpos de agua, vegetación, vías, otros tipos de construcciones, cuerpos rocosos, cuerpos de nieve y superficies húmedas), algunos de estos naturales y otros afectados y/o producto de las necesidades del hombre. (Sánchez, Gutiérrez, & Chalarca, 2005)

¹ Conjunto de píxeles de una misma cobertura

La cobertura de la tierra comprende todos los elementos que se encuentran sobre la superficie ya sean naturales o creados por el ser humano, es decir, tanto la vegetación natural denominada cobertura vegetal, así como todo tipo de construcción o edificación desarrolladas por el hombre para satisfacer sus necesidades (elementos antrópicos como viviendas, vías etc.), también describen otras superficies terrestres como afloramientos rocosos y cuerpos de agua.

5.1.Leyenda Corine Land Cover Colombia:

La Leyenda hace referencia al sistema de clasificación empleado para la representación de las distintas unidades de cobertura de la tierra interpretadas y mapeadas. La Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra, es uno de los productos de la adaptación de la Metodología CORINE Land Cover, la cual contiene y describe las Unidades de Coberturas de la Tierra presentes en el Territorio Nacional y que además son cartografiables a escala 1:100.000. Estas unidades son representativas de la compleja oferta ambiental de Colombia y expresan de modo indicativo la dinámica de apropiación y uso del territorio. Los niveles 1 y 2 de la leyenda nacional corresponden con los de la leyenda CORINE Land Cover europea (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial; Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2010)

La Leyenda brinda la directriz fundamental para la realización de mapas de coberturas de la tierra y se puede adaptar a escalas regionales. Presenta un catálogo de coberturas de tierra que es una herramienta básica que permite a intérpretes y a otros usuarios orientarse sobre las características fundamentales de las diferentes clases de coberturas que conforman la leyenda validada para Colombia. (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial; Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2010)

El primer nivel de la leyenda está conformado por 5 clases; las cuales se traducen en 5 niveles de entrada al sistema de clasificación y están conformados por:

1. Territorios Artificializados: Comprende las áreas de las ciudades y las poblaciones y aquellas áreas periféricas que están siendo incorporadas a las zonas urbanas mediante un proceso gradual de urbanización o de cambio del uso del suelo hacia fines comerciales, industriales, de servicios y recreativos. (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial; Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2010)
2. Territorios Agrícolas: Son los terrenos dedicados principalmente a la producción de alimentos, fibras y otras materias primas industriales, ya sea que se encuentren con cultivos, con pastos, en rotación y en descanso o barbecho. Comprende las áreas dedicadas a cultivos permanentes, transitorios, áreas de pastos y las zonas agrícolas heterogéneas, en las cuales también se pueden dar usos pecuarios además de los agrícolas. (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial; Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2010)
3. Bosques y Áreas Seminaturales: Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales que son el resultado de procesos climáticos; también por aquellos territorios constituidos por suelos desnudos y afloramientos rocosos y arenosos, resultantes de la ocurrencia de procesos naturales o inducidos de degradación. Para la leyenda de coberturas de la tierra de Colombia, en esta categoría se incluyen otras coberturas que son el resultado de un fuerte manejo antrópico, como son las plantaciones forestales y la vegetación secundaria o en transición. (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial; Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2010)
4. Áreas Húmedas: Comprende aquellas coberturas constituidas por terrenos anegadizos, que pueden ser temporalmente inundados y estar parcialmente cubiertos por vegetación acuática, localizados en los bordes marinos y al interior del continente. (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial; Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2010)
5. Superficies de Agua: Son los cuerpos y cauces de aguas permanentes, intermitentes y estacionales, localizados en el interior del continente y los que bordean o se encuentran adyacentes a la línea de costa continental, como los mares. Se incluyen en esta clasificación los fondos asociados con los mares, cuya profundidad no supere los 12 metros. (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial; Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2010)

METODOLOGÍA

Fase I:

- Búsqueda y recopilación de documentos, acuerdos leyes y en general de todo el material referente al marco legal y normativo que reglamente los estudios técnicos orientados a la conservación y protección de la zona de estudio para el periodo de tiempo establecido en la investigación.
- Realizar un análisis de las normas expedidas por las entidades que manejan la zona de estudio y evaluar si esta normatividad ha sido puesta en práctica.

Fase II:

- Delimitar el área de interés, límite urbano de Bogotá, de la localidad de Usaquén y del área de Reserva Forestal Protectora “Bosque Oriental de Bogotá”, teniendo en cuenta la normatividad que lo rige (POT, PMA, resoluciones, acuerdos, etc.).
- Consecución de imágenes satelitales enmarcadas en el periodo del tiempo y en el área de estudio establecido en la investigación, por medio de los cuales se pueda realizar un análisis y zonificación de las áreas intervenidas por actividades antrópicas y el posible deterioro de la zona de interés.

Fase III:

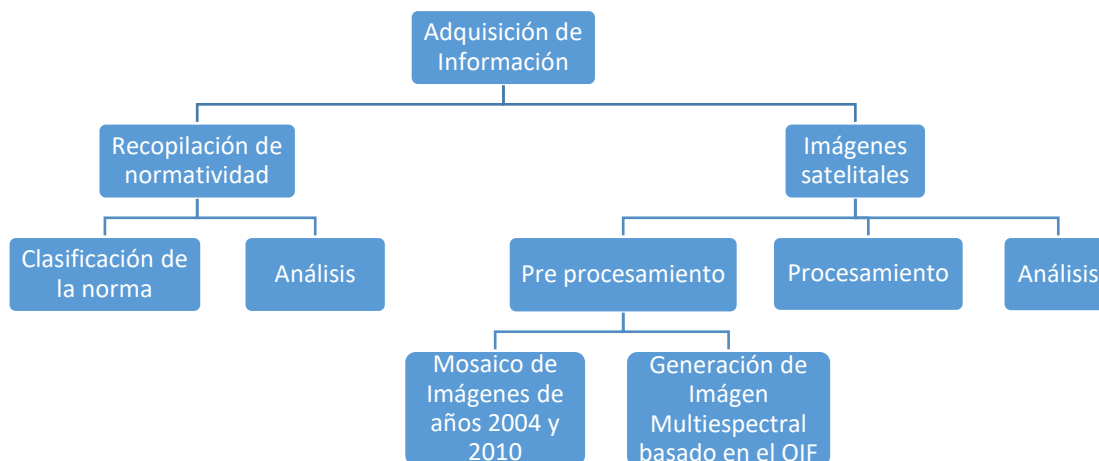
- Establecer las coberturas objeto de análisis.
- Realizar una comparación multitemporal de las imágenes satelitales en el periodo de 2004 – 2015, mediante herramientas de procesamiento digital de imágenes.
- Localizar los sitios donde las actividades humanas han generado un mayor impacto sobre el suelo.
- Generar cartografía temática en la cual se evidencien los cambios que ha tenido el suelo a través de los años en el periodo objeto de estudio.

Fase IV:

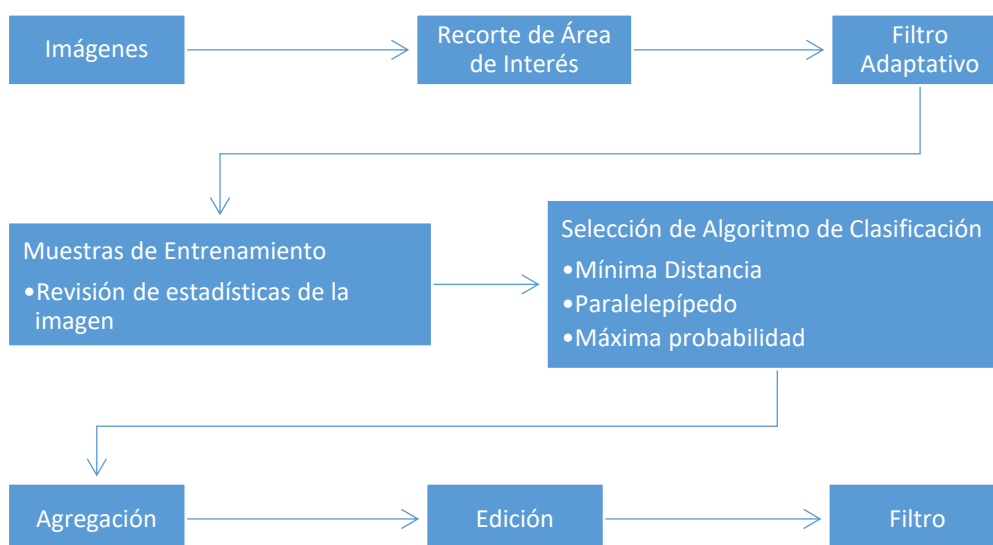
- Finalmente, a partir de la información obtenida en las fases previas, generar una línea de tiempo en donde se compare la revisión legal con los resultados obtenidos del análisis

multitemporal del área de estudio enmarcada en el periodo de tiempo establecido para la investigación.

- Generar, así como cuantificar información estadística para evidenciar el avance o retroceso del manejo de la zona de estudio.



*Ilustración 1: Diagrama de Flujo Metodología utilizada.
Fuente: Elaboración propia*



*Ilustración 2: Diagrama de Flujo del procedimiento de la Clasificación Supervisada.
Fuente: Elaboración propia*

DESARROLLO TEÓRICO

Datos y Métodos

1. Localización Geográfica

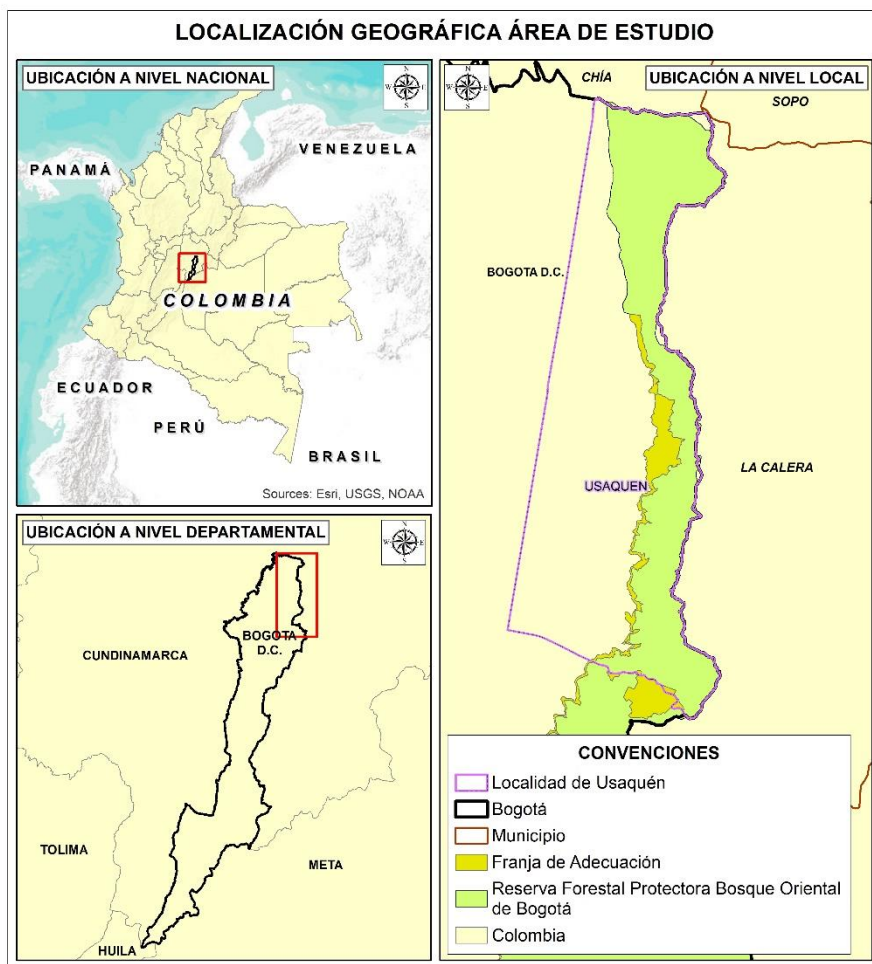


Ilustración 3: Localización Geográfica del Área de Estudio. Fuente: Elaboración propia

La Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá se localiza sobre los cerros tutelares de la ciudad los cuales hacen parte de la cordillera oriental de Colombia, perteneciendo al sistema orográfico y a la principal estructura ecológica Distrital. Se extienden de sur a norte de la ciudad sobre una porción del suelo rural de las localidades de Usme, San Cristóbal, Santa Fe, Chapinero y Usaquén.

Por su ubicación estratégica, facilitan la conexión regional con los Parques Nacionales Naturales de Chingaza y Sumapaz. Tiene un área aproximada de 14.000 hectáreas, limitadas al norte por el humedal de Torca, conectando con la Reserva Forestal Productora Thomas Van Der Hammen, y por el sur con el Valle del Tunjuelo y el Páramo de Sumapaz. En esta reserva

nacen diversas fuentes hídricas superficiales las cuales se concentran en dos cuencas, al norte la del Río Juan Amarillo y al sur la del Fucha; se destacan los ríos Fucha, San Francisco o Vicachá, Arzobispo y Teusacá; y las quebradas La Vieja, Las Delicias, Chicó y La Chorrera.

2. Delimitación y Extensión de la Zona de Interés:

La Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá es una cadena de montañas localizada en el costado oriental del casco urbano bogotano, con una extensión aproximada de 13.142,11 hectáreas, de acuerdo con la cartografía de la Resolución 463 de 2005, y se eleva desde los 2650 hasta los 3600 m.s.n.m. Incluye área rural de las localidades Usme, San Cristóbal, Santa Fe, Chapinero y Usaquén en las siguientes proporciones:

Localidad	Área (Ha)	Porcentaje (%)
Usaquén	2547,70	19,39
Chapinero	2424,80	18,45
Santa Fé	3766,52	28,66
San Cristobal	3091,78	23,53
Usme	1311,30	9,98
Total	13142,11	100,00

Tabla 2: Distribución del área por Localidad.

Fuente: (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, 2016)

La reserva se convierte en una barrera geográfica de la Sabana de Bogotá, colindando con los municipios de Chía, Sopó, La Calera, Choachí, Ubaque y Chipaque. (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, 2016)

La zona escogida para el presente estudio es la localidad de Usaquén, sobre la cual se localiza el 19,39% del área de la Reserva y que ha sido afectada por la explotación de canteras y la expansión urbana.

La localidad de Usaquén se ubica en el norte de la ciudad y sus límites son:

- Vértice Sur occidental: intersección vial de la calle 100 con Autopista Norte. El límite continúa sobre las paralelas de este eje vial en sentido sur-norte hasta llegar al peaje de Los Andes.
- Vértice noroccidental: Peaje de Los Andes en el límite con el municipio de Chía continuando hacia el sur por el paso a nivel del ferrocarril y continuando hacia el oriente al

lado del convento de Torca y continuando por la quebrada de Torca hasta el sector denominado Valle del Silencio.

- Vértice nororiental: el páramo azonal ubicado en el Valle del Silencio donde nace la quebrada Torca en el punto de confluencia en del hito geodésico PAN donde confluyen los límites de Usaquén con los municipios de Chía, Sopó y La Calera. Este límite continúa hacia el sur siguiendo la ubicación aproximada la divisoria de aguas de las fuentes hídricas que tributan sus aguas directamente al río Teusacá.
- Vértice suroriental: muy cerca del nacimiento del ramal patios que tributa sus aguas a la quebrada Morací se encuentra la confluencia jurisdiccional del municipio de la calera y la localidad Chapinero. El límite continúa sobre el eje de la vía Bogotá - La Calera hasta la altura del kilómetro 4,5 donde el límite continúa sobre el eje vial de la calle 100. (Alcaldía Local de Usaquén, 2015)

3. Zonificación Ambiental

El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en la Resolución 463 de 2005, la CAR el Ministerio en la Resolución 463 de 2005 estableció 5 zonas dentro del área de la reserva, que sumadas con el área de sustracción de San Luis San Isidro La sureña, comprenden un área total de la reserva de 14.116 Has, que se muestran en Tabla 3. (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, 2006)

Zona	Área (Ha)	Porcentaje (%)
Conservación	8238	58,37%
Franja de adecuación o sustracción	842	5,96%
Rehabilitación ecológica	4453	31,54%
Recuperación ambiental	353	2,50%
Recuperación paisajística	100	0,71%
San Luis, San Isidro y la Sureña	130	0,92%
TOTAL	14116	100%

Tabla 3: Zonificación Ambiental. Fuente: (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, 2006)

Para el año 2016, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR genera el documento de la Modificación al Plan de Manejo de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, generando una nueva clasificación mediante una metodología de zonificación planteada en sub-modelos. El resultado final de dicha zonificación se relaciona en la Tabla 4.

Zona	Área (Ha)	Porcentaje (%)
Preservación	7497,99	57,05
Restauración	4682,89	35,63
Uso Sostenible	449,82	3,42
General de Uso Público	91,91	0,69
Recuperación ambiental	419,41	3,19
Total	13142,02	100,0

Tabla 4: Área (Ha) para cada zona ambiental.

Fuente: (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, 2016)

Teniendo en cuenta que el área determinada para el presente estudio se enmarca en los límites de la Localidad de Usaquén, a continuación, se muestra la distribución espacial de las zonas antes mencionadas, correspondientes a la clasificación del año 2016.

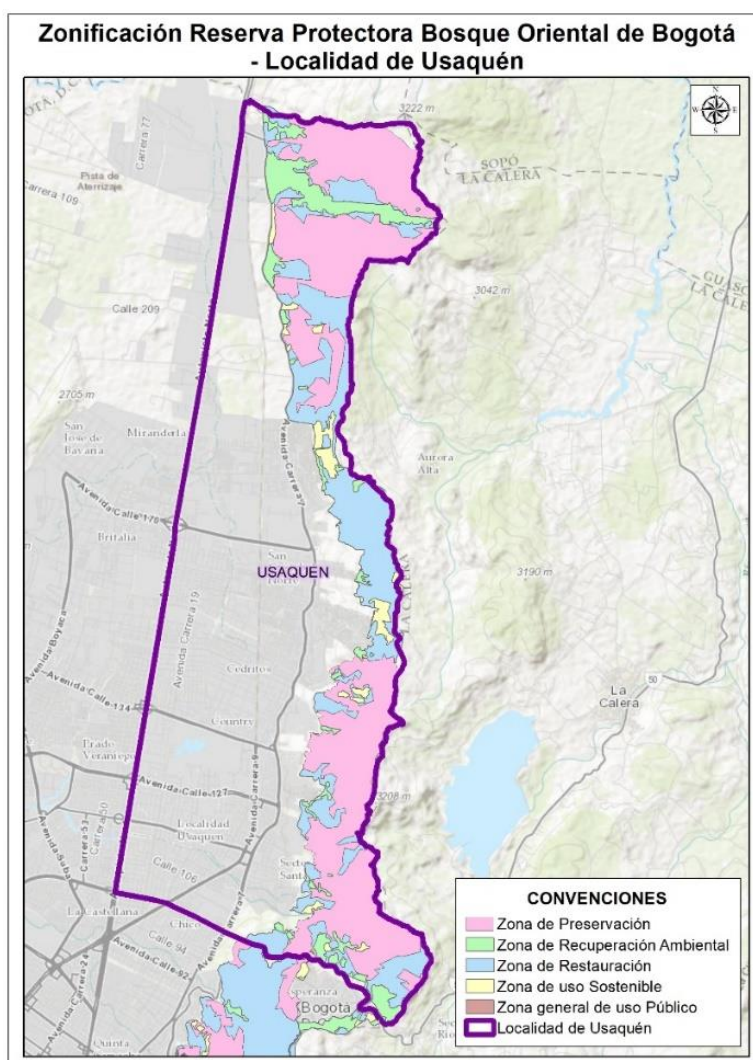


Ilustración 4: [Escala nominal]² Zonificación Ambiental enmarcada en la Localidad de Usaquén.

Fuente: Elaboración propia

² La escala de medida nominal asigna una característica no numérica a un fenómeno, por lo que sólo se pueden hacer comparaciones de tipo cualitativo.

4. Datos

4.1 Información Ráster

Para el desarrollo del proyecto se realizó la búsqueda y descarga de imágenes en diferentes temporalidades de la zona de estudio, que tuvieran características similares en Resolución Espacial, Espectral y Radiométrica; con el fin de llevar a cabo el estudio propuesto (análisis multitemporal).

Los criterios de selección de las imágenes fueron:

- Porcentaje de nubosidad menor al 10%
- Cubrimiento al 100% de la zona de estudio
- De libre acceso

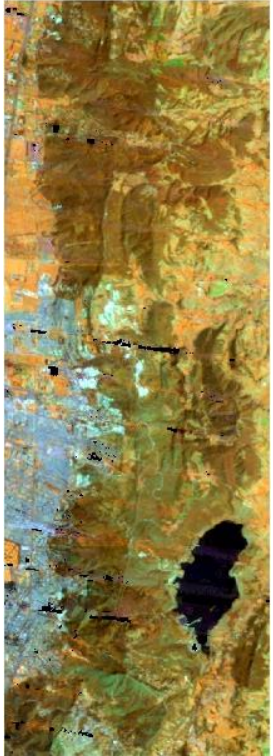

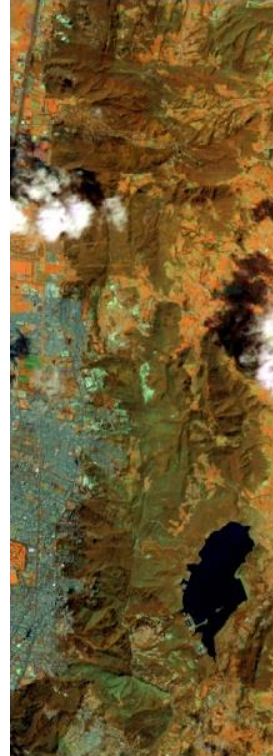
IMÁGEN			
CARACTERÍSTICAS	Landsat 2004 Landsat 7 Sensor ETM+ 2.03 MB 16 Bit 30 m 6 bandas	Landsat 2010 Landsat 7 Sensor ETM+ 2.03 MB 16 Bit 30 m 6 bandas	Landsat 2015 Landsat 8 Sensor OLI 2.03 MB 16 Bit 15m 6 bandas

Tabla 5: Información Ráster utilizada para el desarrollo del estudio. Fuente: Elaboración propia

Firmas Espectrales:

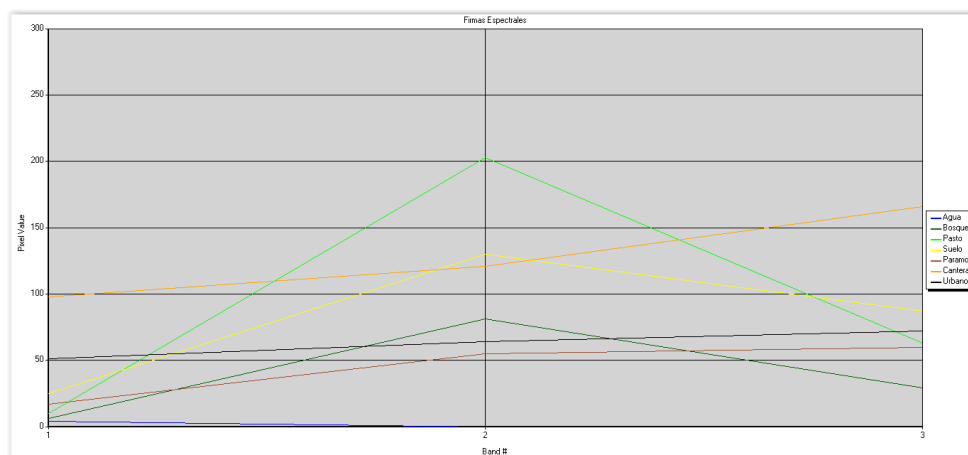


Ilustración 5: Firmas espectrales de las coberturas analizadas. Fuente: Elaboración propia

A partir de la gráfica se puede concluir que el pasto tiene mayor reflectancia en la banda 2 (infrarrojo de onda corta SWIR 1) así como el agua es la cobertura que menos refleja, esto ratifica una correcta interpretación de las coberturas estudiadas dado que las bandas que brindan mejor información para el análisis tanto de la vegetación y suelos son los infrarrojos por el ancho del espectro capturado.

4.2 Información Vector

La información utilizada para el estudio fue descargada del Visor Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente © 2019 - Visor Geográfico para la Difusión Ambiental y Participación ciudadana, el cual hace parte de Sistema de Información Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente, partiendo del concepto de políticas, estándares e interoperabilidad de la Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital (IDECA), y desarrollado con herramientas de Software Libre y de Código Abierto. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2019)

- Zona Reserva Bosque Oriental

Título: Zonificación Reserva Protectora Bosque Oriental de Bogotá. Urbana -Rural 2018

Responsable: Secretaría Distrital de Ambiente - Subdirección de Políticas y Planes Ambientales

El objeto geográfico identifica la delimitación y zonificación del área correspondiente a la Reserva Protectora Bosque Oriental de Bogotá, ubicado tanto en el área urbana como rural del Distrito Capital. El cual se encuentra considerado bajo la Resolución MADS 1766 de 2016, como parte fundamental del patrimonio ecológico y sociocultural del Distrito Capital y la región, por contener importantes y singulares objetos de conservación, de los cuales se derivan diferentes servicios ambientales; que demandan su preservación como área protegida. Temáticamente da cuenta de la posición, delimitación, acto administrativo, y zonificación categorizada por: (Zona de Preservación, Zona de Recuperación Ambiental, Zona de Restauración, Zona de uso Sostenible, Zona general de uso Público). La capa está asociada al sistema de referencia de coordenadas planas cartesianas para Bogotá en datum Magna-Sirgas.

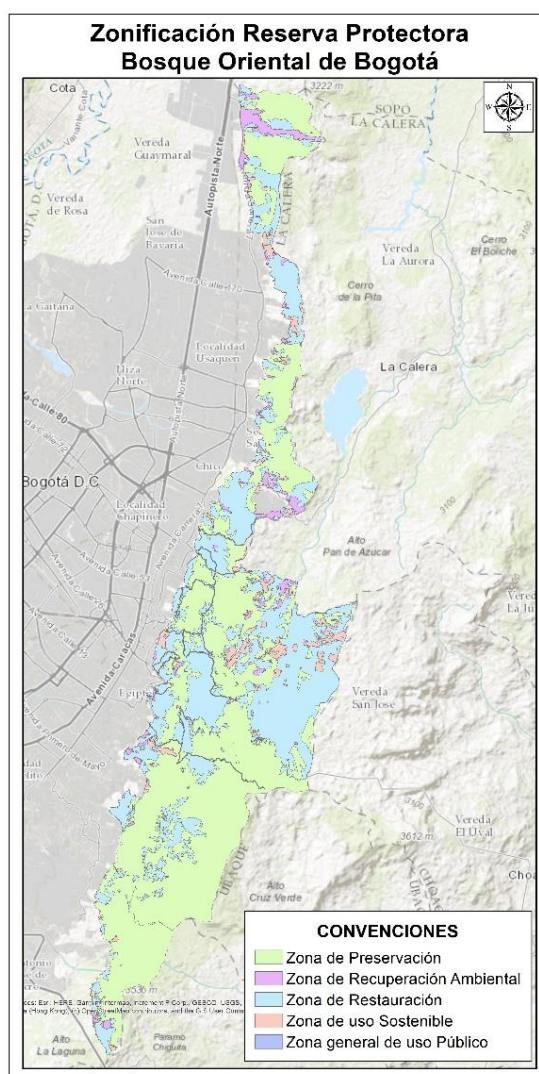


Ilustración 6: [Escala nominal] Muestra de la información contenida en la Capa Zona Reserva Bosque Oriental. Fuente: Elaboración propia

- Áreas Protegidas POT, Franja de Adecuación, Corredor Ecológico de Ronda, Reserva Forestal Protectora y Productora de la Cuenca Alta del Río Bogotá, Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá D.C. "Thomas Van Der Hammen".

Título: Área Protegida Multiescala. Bogotá urbana - rural 2018

Responsable: Secretaría Distrital de Ambiente - Subdirección de Políticas y Planes Ambientales

El objeto geográfico almacena la delimitación del sistema de áreas protegidas de Bogotá D.C., ubicadas tanto en el área urbana como rural, consideradas en el Artículo 79 del Decreto 190 de 2004 como el conjunto de espacios con valores singulares para el patrimonio natural del Distrito Capital, la Región o la Nación, cuya conservación resulta imprescindible para el funcionamiento de los ecosistemas, la conservación de la biodiversidad y la evolución de la cultura en el Distrito Capital, las cuales, en beneficio de todos los habitantes, se reservan y se declaran. La capa está asociada al sistema de referencia de coordenadas planas cartesianas para Bogotá en datum Magna-Sirgas. Temáticamente da cuenta del orden y categoría del área protegida, nombre y acto administrativo de oficialización del área protegida y ubicación en el suelo urbano o rural. La capa se construyó con base en las coordenadas propias del anexo cartográfico del POT en el Decreto 190 de 2004, y demás actos administrativos de delimitación de áreas protegidas del nivel Nacional y Regional.

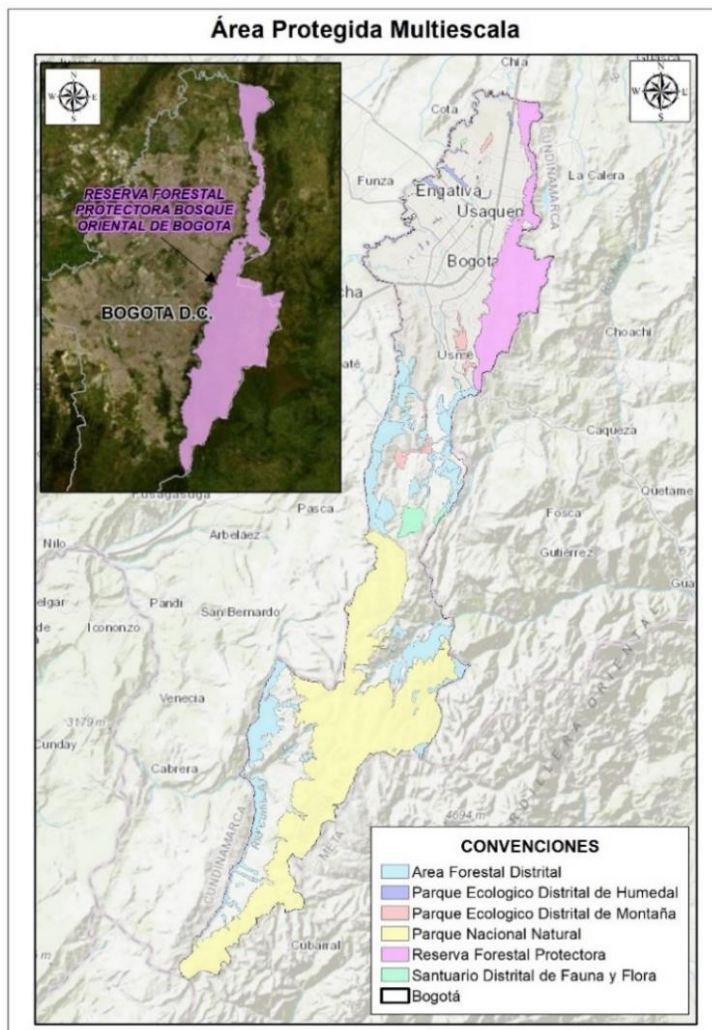


Ilustración 7: [Escala nominal] Muestra de la información contenida en la Capa Área Protegida. Fuente: Elaboración propia

El objeto geográfico permite inventariar, delimitar y demarcar las áreas que hacen parte del Sistema de Áreas Protegidas de Bogotá D.C., definidas mediante el Decreto Distrital 190 de 2004, con el fin de informar a terceros interesados sobre las condiciones de restricción de uso por ubicarse en el suelo de protección, además de servir de insumo a otras entidades distritales con propósitos de planeación, gestión, control del territorio y cobros fiscales.

- Aulas Ambientales

Título: Aulas Ambientales. Escala 1:1000 Bogotá urbana – rural 2018

Responsable: Secretaría Distrital de Ambiente - Oficina de Participación, Educación y Localidades

El objeto geográfico almacena la localización de las aulas ambientales que administra la Secretaría Distrital de Ambiente, localizado mediante coordenadas planas cartesianas en el sistema de referencia Magna-Sirgas en el área urbana y rural de Bogotá D.C. Temáticamente da cuenta del nombre del aula ambiental. La capa fue construida a partir de la información de cartografía base disponible en la Secretaría.

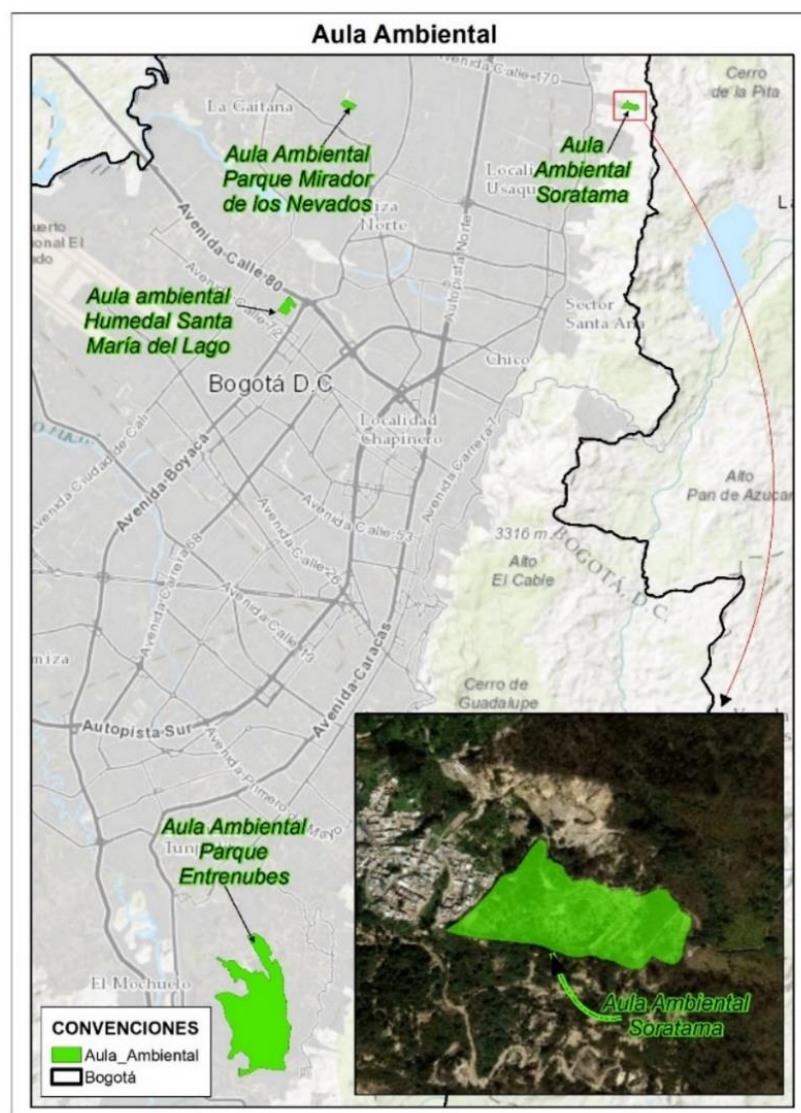


Ilustración 8: [Escala nominal] Muestra de la información contenida en la Capa Aulas Ambientales.
Fuente: Elaboración propia

- Localidad

Título: Localidad

Responsable: Secretaría Distrital de Planeación - Subsecretaría de Información y Estudios Estratégicos - Dirección de Información, Cartografía y Estadística

División del territorio Distrital, teniendo en cuenta las características sociales de sus habitantes y de acuerdo al reparto de competencias y funciones administrativas asignadas por el Concejo Distrital.

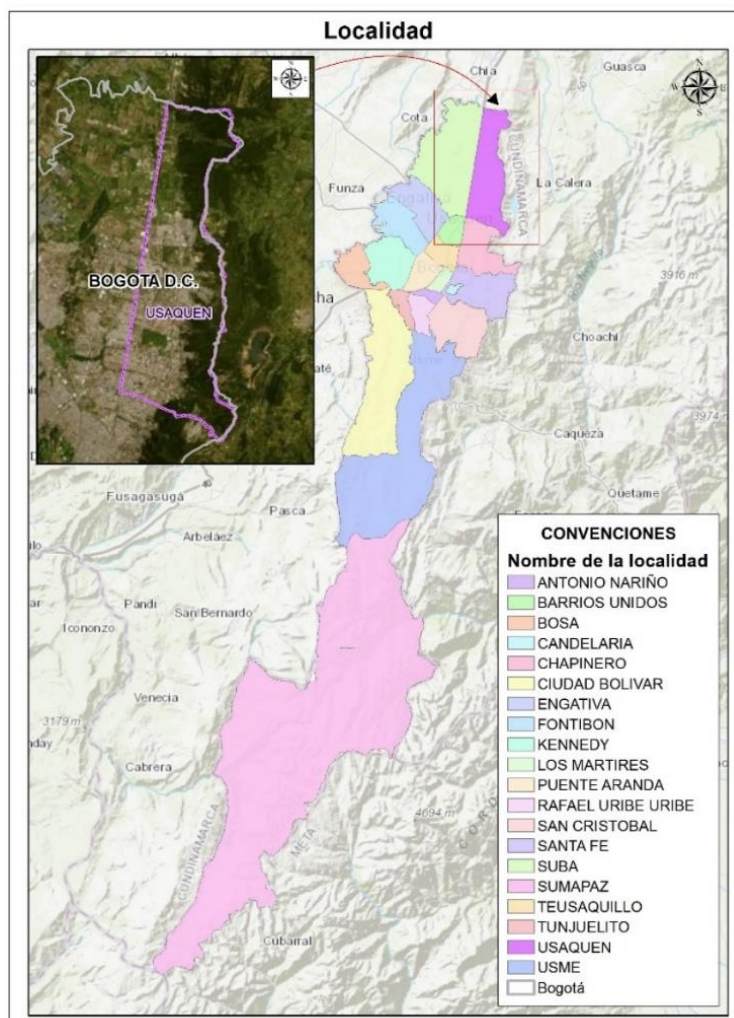


Ilustración 9: [Escala nominal] Muestra de la información contenida en la Capa Localidad.
Fuente: Elaboración propia

Para el procesamiento de las imágenes se utilizó la versión de prueba del software PCI Geomatics, para el análisis multitemporal de las clasificaciones se usó la versión de Software Académico Ilwis 3.3, adicionalmente, para la generación de las salidas gráficas y planos correspondientes, se usó QGIS.

5. Métodos

Para el desarrollo del proyecto y de acuerdo con la Fase III de la metodología propuesta, se utilizó la Clasificación Supervisada como herramienta para la identificación de las clases a estudiar en el presente trabajo.

Para esta clasificación se establecieron ocho categorías a saber:

- Sin Clasificar
- Bosque
- Tejido Urbano
- Pasto
- Embalse
- Vegetación de Páramo
- Cantera
- Suelo.

Para este trabajo se definió una leyenda propia y no fue usada la Leyenda Corine Land Cover adaptada a Colombia, por las razones expuestas a continuación:

- A partir de las muestras interpretadas y haciendo uso de los geoservicios de imágenes de mejor resolución, se pudo evidenciar la poca separabilidad espectral que existe entre pastos y cultivos, así como la transición entre pasto y suelo, esto se presenta debido a la resolución espacial de la imagen, dado que el área de estudio respecto al área de la imagen no permite una discriminación más detallada de las coberturas a analizar.
- Debido a que el objetivo principal del presente trabajo se centra en los cambios de la cobertura debido a la intervención antrópica, entre las que se quieren destacar la explotación de canteras, la construcción de edificaciones sobre el área de estudio, y en general la pérdida de la capa vegetativa, se definieron estas categorías para hacer énfasis en estos cambios en los mapas multitemporales. La leyenda de Corine Land Cover adaptada a Colombia, categoriza por niveles las distintas coberturas, dado que en cada nivel se llega a un detalle más preciso no es posible discriminar sólo partiendo de la respuesta espectral de los píxeles asociados a una clase determinada, puesto que la transición entre algunas

coberturas es muy similar no se logra interpretar a dichos niveles mencionados en la leyenda.

Es de notar que la interpretación no está relacionada únicamente con la respuesta espectral, por lo que la clasificación automática no cumple con las expectativas de esta propuesta metodológica. Como ejemplo, cabe citar la clase de tercer nivel 2.4.3 "Suelo ocupado principalmente por agricultura, con áreas significativas en vegetación natural". Esta clase ofrecería un variado rango de valores desde la respuesta espectral y la única forma de definirla sería a través de los procesos de interpretación. (Valencia Hernández & Anaya Acevedo, 2009)

- Se debe tener en cuenta que para desarrollar la metodología Corine Land Cover se requiere la ayuda de datos auxiliares como fotografías aéreas de la zona en la temporalidad escogida para el desarrollo del trabajo, cartografía básica, mapas temáticos, bases de datos existentes (censos, inventarios, estadísticas, etc) dado que la interpretación de las coberturas de la tierra se realiza de forma visual sobre la pantalla del computador definiendo el código de cobertura para cada uno de los polígonos y apoyándose en un software SIG que alimenta una base de datos geográfica. El método de interpretación utilizado se denomina PIAO (PhotoInterpretation Assisté par Ordinateur) que consiste en delimitar mediante un programa de SIG las unidades de cobertura directamente sobre la pantalla. (Instituto de Hidrología, 2014)

Para obtener la máxima exactitud temática se utilizan técnicas de interpretación, e información auxiliar de otras fuentes. De esta forma el intérprete realiza la actualización con toda la información auxiliar disponible, siempre y cuando esta sea confiable, evaluando cambios en la información espacial de mapas de vegetación antiguos con imágenes de satélite recientes (forma de los polígonos de mapas de coberturas ya existentes en formato digital) o cambios en la información descriptiva (clase de cobertura en la tabla de atributos). Esta razón es fundamental para comprender por qué el CLC2000 utiliza la interpretación de imágenes de satélite en lugar de la clasificación supervisada. (Valencia Hernández & Anaya Acevedo, 2009)

Una de las principales ventajas del análisis visual sobre el digital es la capacidad que se tiene para incorporar a la interpretación de la imagen criterios complejos. Mientras el

tratamiento digital se basa, casi exclusivamente sobre la intensidad radiométrica de cada pixel, el análisis visual utiliza otros elementos como son la textura, estructura, emplazamiento o disposición muy difíciles de definir en términos digitales (Chuvieco, 2002)

- Adicional a lo anterior, se debe tener en cuenta que para el desarrollo de la metodología Corine Land Cover se requiere el trabajo de un equipo interdisciplinario de expertos y se requiere una serie de esfuerzos interinstitucionales de recursos monetarios y de personal para el desarrollo completo de la misma, debido a que para la interpretación visual que contempla el modelo se debe estar bien capacitado específicamente en este tema, adicional a las etapas de verificación en campo y control de calidad en el cual se requiere un post procesamiento de la información obtenida en campo.

RESULTADOS

Las coberturas de mayor importancia para el estudio son las de “Tejido Urbano”, “Cantera” y “Bosque” dado que, en la transición de dichas clases, es sobre las cuales se puede definir el cambio en el tiempo, teniendo como objetivo definir la pérdida de cobertura vegetal sobre la reserva.

A continuación, se presenta cada una de las clasificaciones obtenidas correspondientes a un espacio de trabajo de 12.638 Hectáreas, para las imágenes de los años 2004, 2010 y 2015:

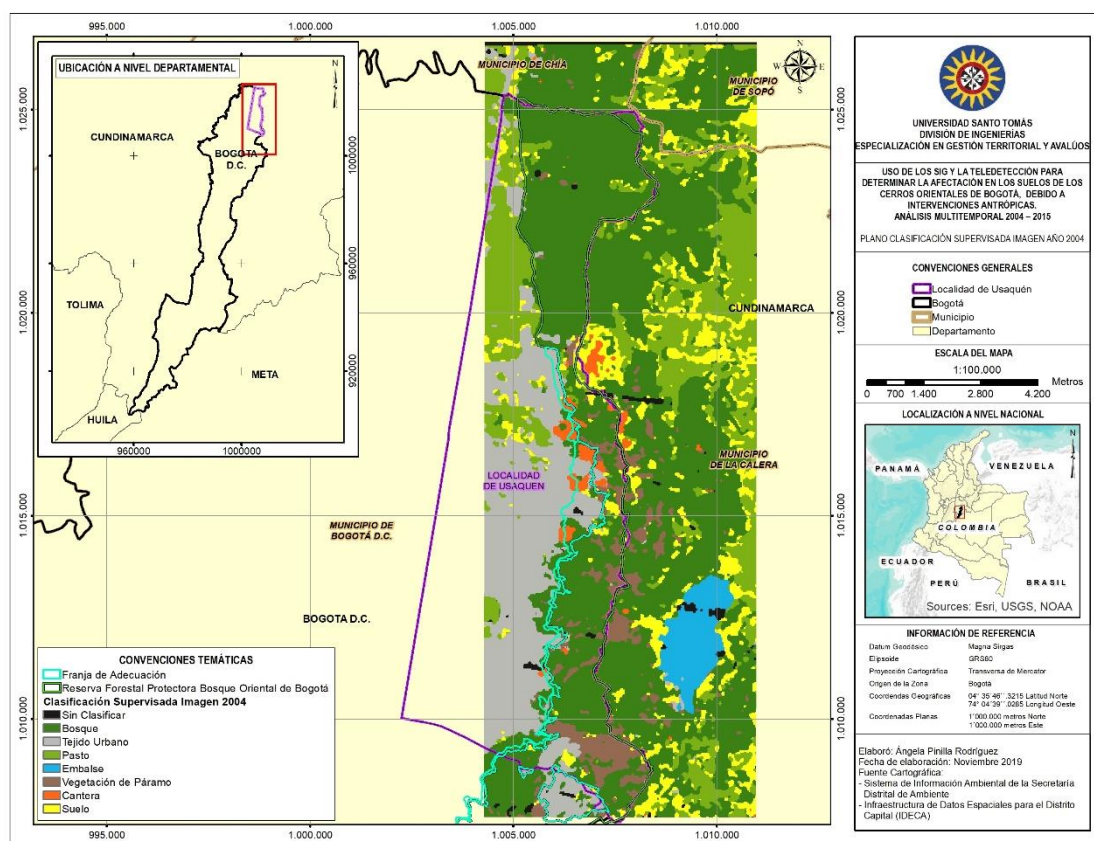


Ilustración 10: Plano Clasificación Supervisada Imagen Año 2004. Fuente: Elaboración propia

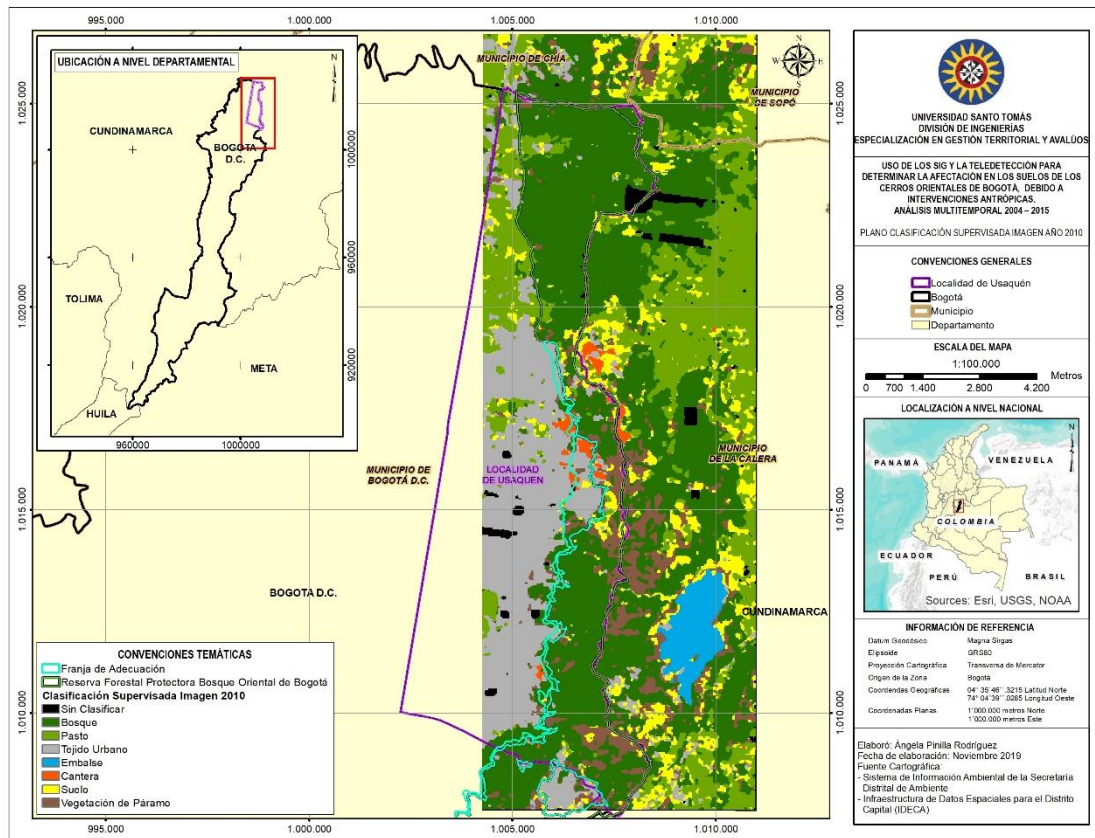


Ilustración 11: Plano Clasificación Supervisada Imagen Año 2010. Fuente: Elaboración propia

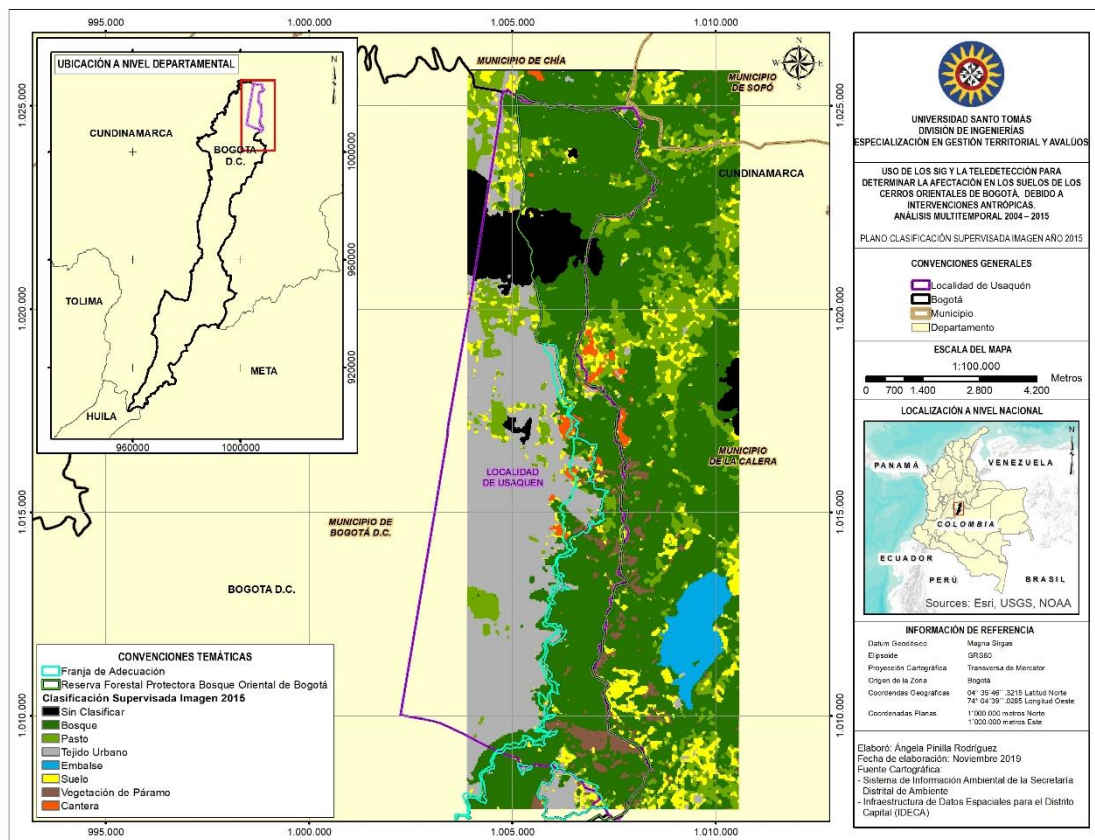


Ilustración 12: Plano Clasificación Supervisada Imagen Año 2015. Fuente: Elaboración propia

Mediante el Análisis Multitemporal se logra evidenciar los cambios sufridos sobre las coberturas estudiadas, de esta manera se determinó:

- La Expansión Urbana como el cambio de cobertura de Bosque, Pasto o Vegetación de Páramo a Tejido urbano.
- El cambio de cobertura de Bosque, Pasto o Vegetación de Páramo a la clase Suelo, se establece como Deforestación
- El cambio de cobertura Bosque, Pasto, Vegetación de Páramo o Tejido Urbano a Cantera, se considera como Minería.
- La Recuperación, es la transformación de Suelo o Cantera a Pasto.

A continuación, se presenta cada uno de los Mapas multitemporales y su estadística correspondientes al comparativo entre los años 2004 - 2010, 2004 – 2015 y 2010 - 2015

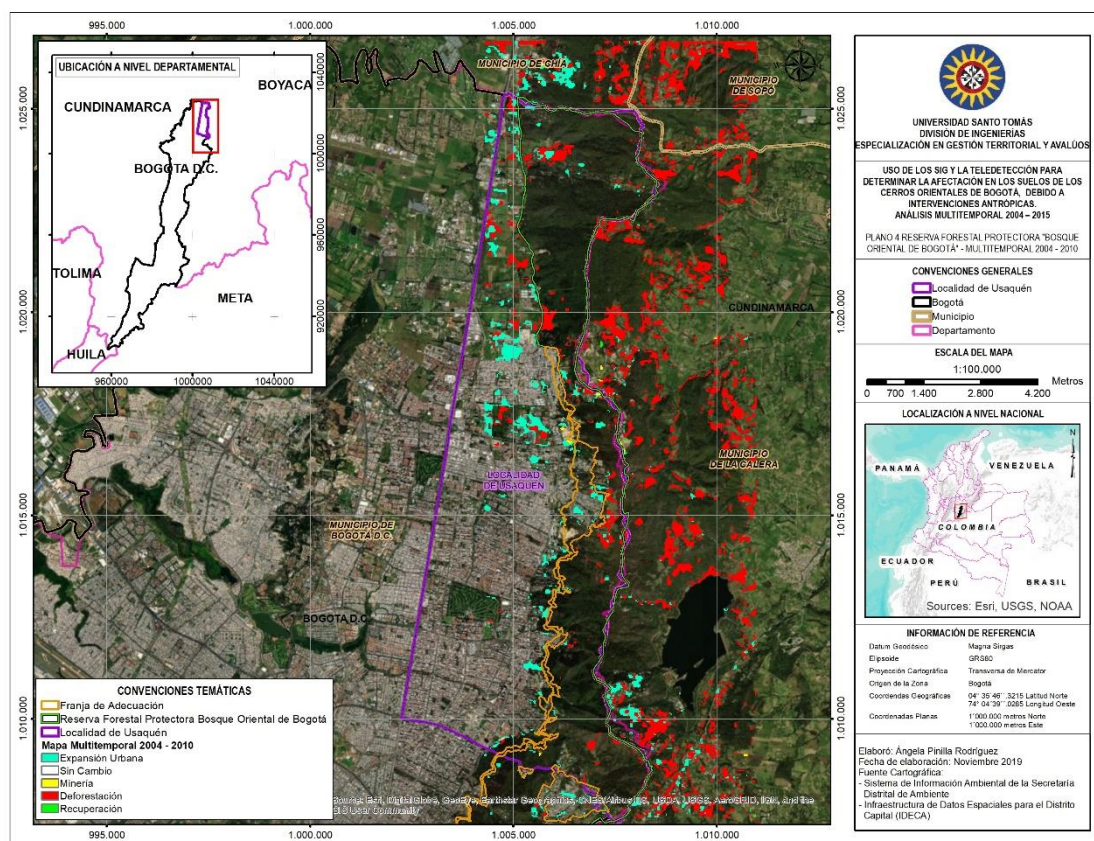


Ilustración 13: Plano Multitemporal 2004-2010. Fuente: Elaboración propia.

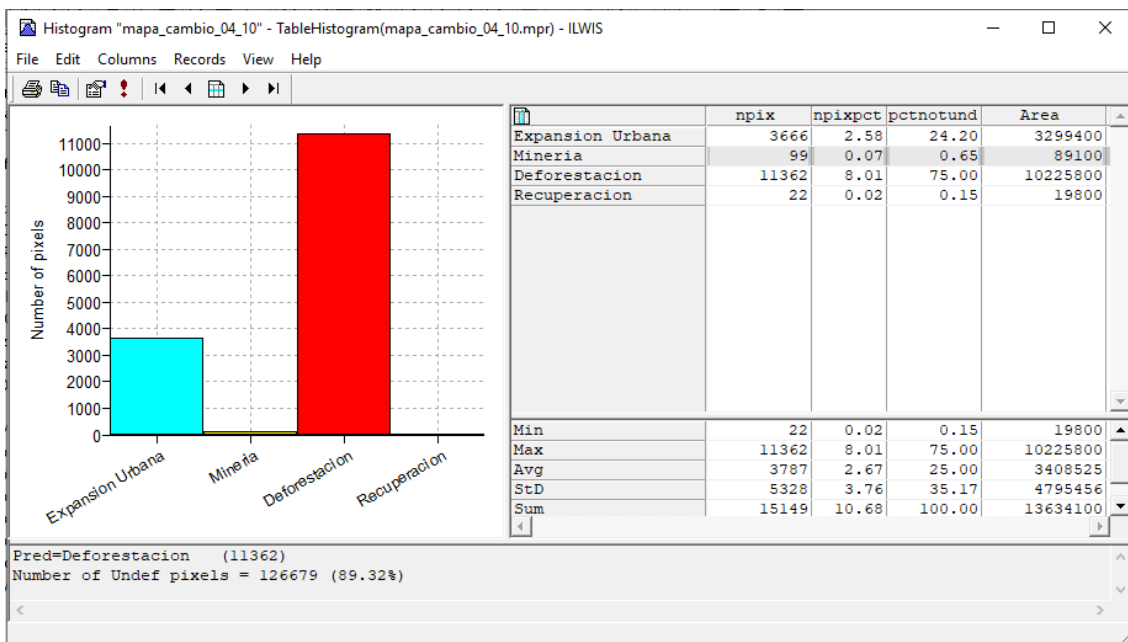


Ilustración 14: Distribución de áreas por cambio en la cobertura de suelo entre los años 2004 y 2010

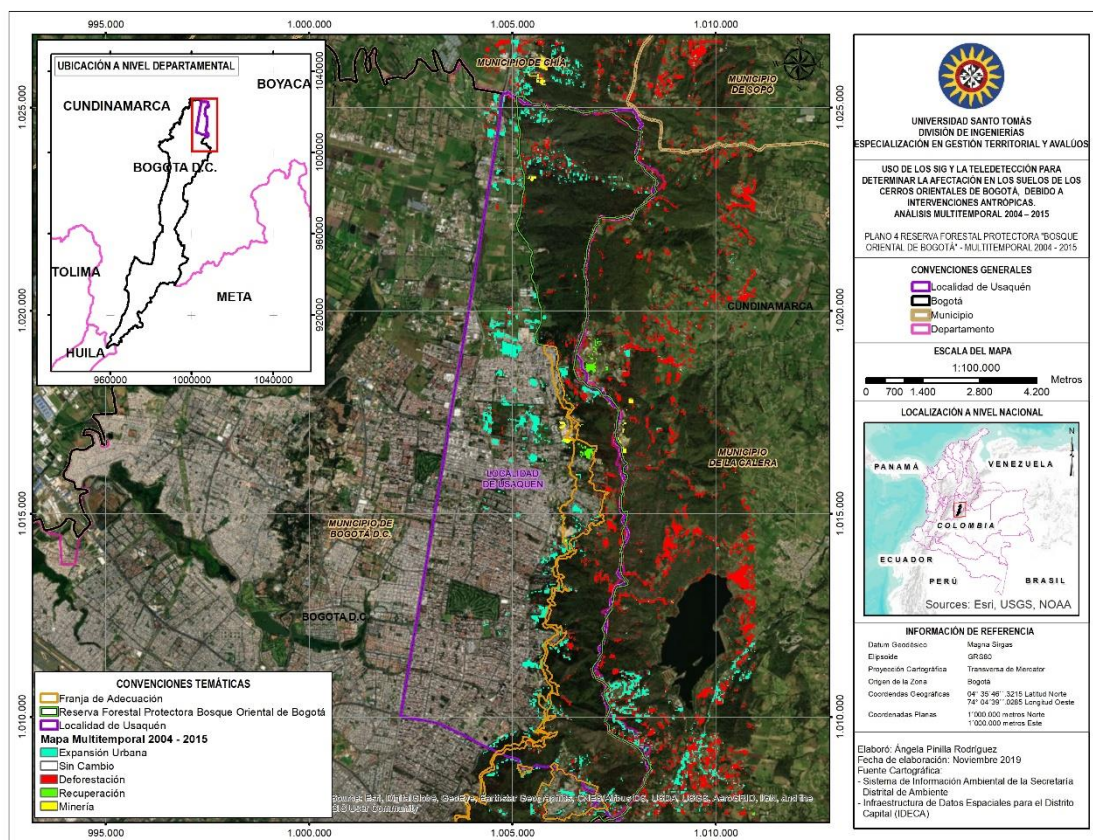


Ilustración 15: Plano Multitemporal 2004-2015. Fuente: Elaboración propia.

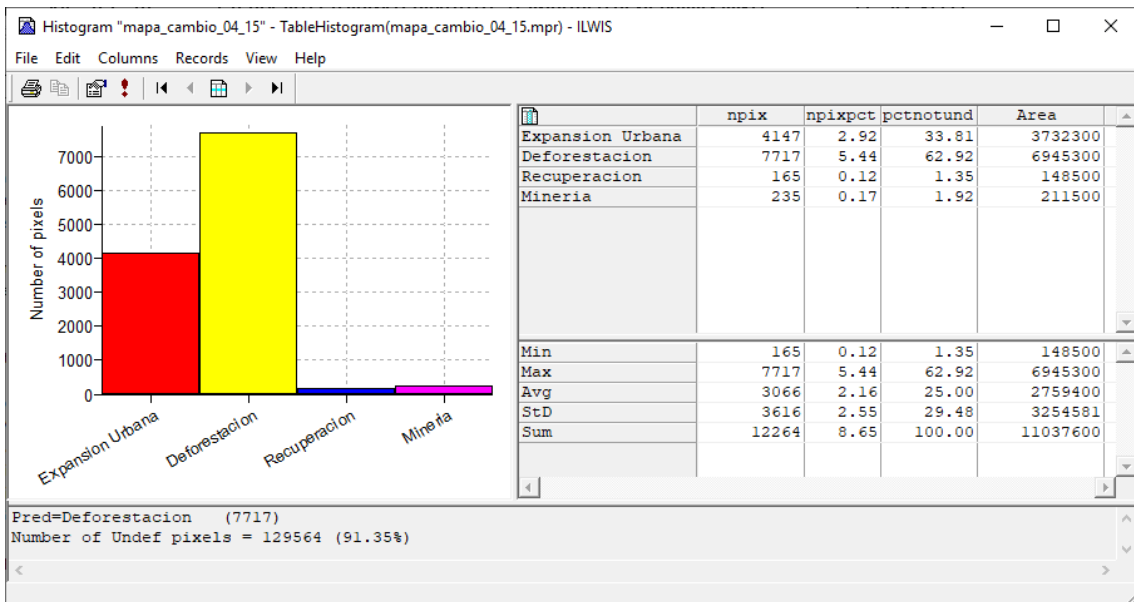


Ilustración 16: Distribución de áreas por cambio en la cobertura de suelo entre los años 2004 y 2015

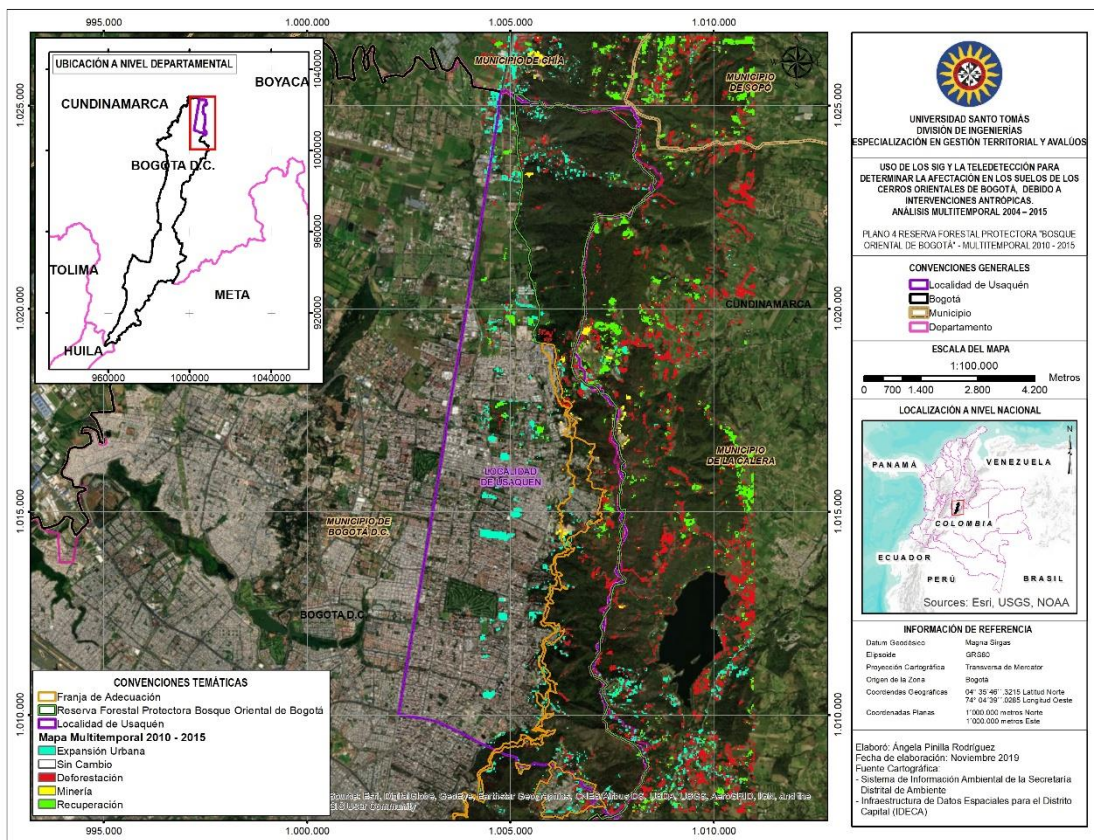


Ilustración 17: Plano Multitemporal 2010-2015. Fuente: Elaboración propia.

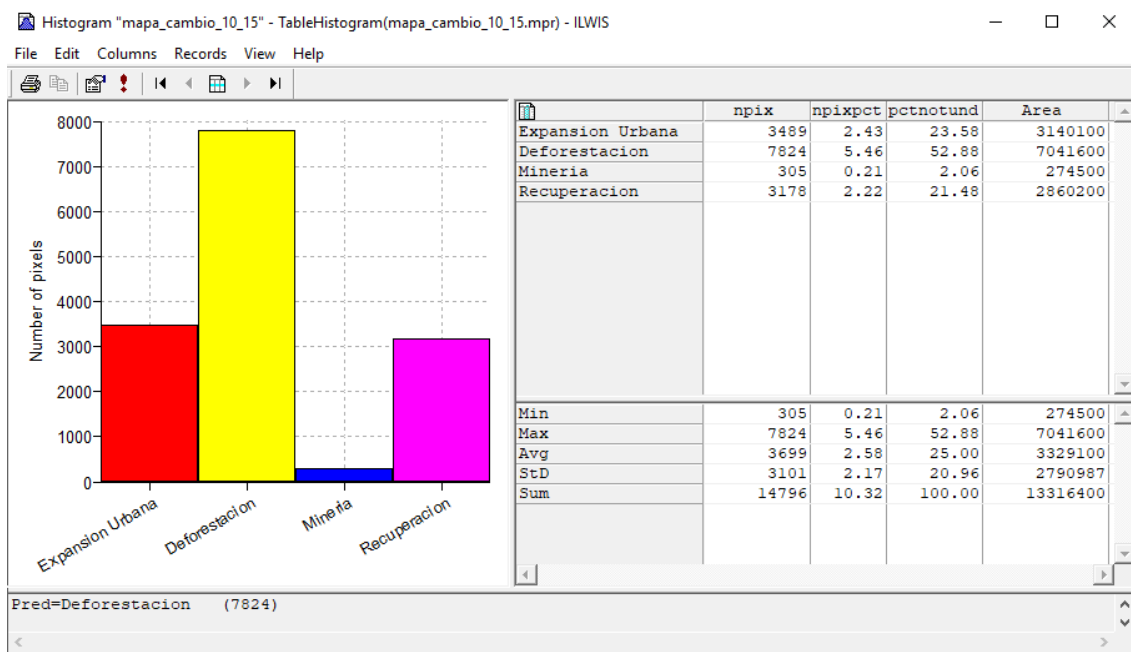


Ilustración 18: Distribución de áreas por cambio en la cobertura de suelo entre los años 2010 y 2015

De acuerdo con el análisis multitemporal, se logra evidenciar los cambios sufridos en la línea de tiempo propuesta (11 años), dando como resultado que el mayor cambio en las coberturas analizadas es el clasificado como “Deforestación” en las tres temporalidades estudiadas. Para el mapa de cambio de 2004 - 2010 y de 2004 - 2015, el área de menor cambio se dio en la “Recuperación”. Sin embargo, para el mapa de cambio de 2010 - 2015 el área de menor cambio es la clasificada como “Minería”.

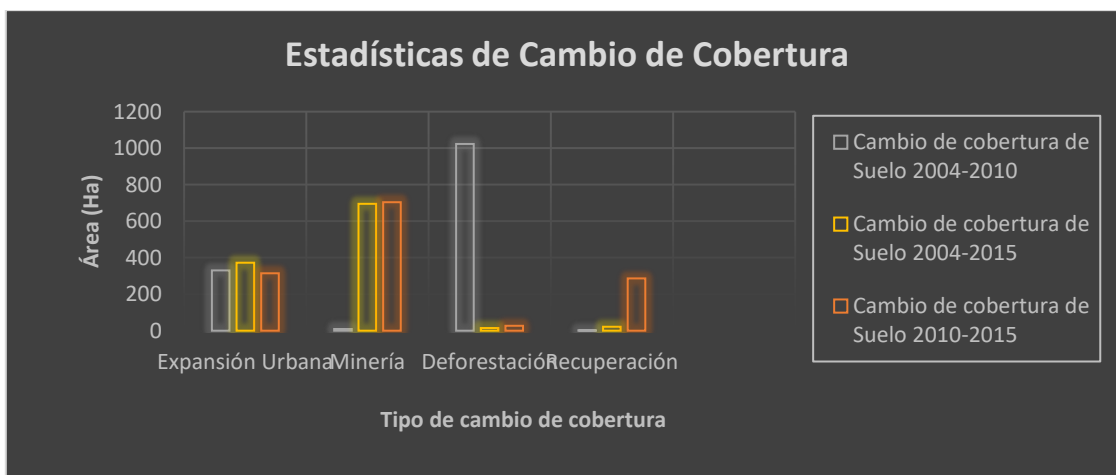


Ilustración 19: Estadísticas de cambio de cobertura. Fuente: Elaboración propia

Línea de Tiempo de la Normatividad Expedida y el cambio de cobertura de la zona de estudio



Ilustración 20: Línea de tiempo Normatividad Vs cambio de cobertura de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia

APORTE DEL PROYECTO A LA GESTIÓN DEL TERRITORIO

La gestión del territorio en esencia, busca el correcto desarrollo de los territorios asociado a la calidad y conservación del recurso aire, agua y suelo generando desarrollo sostenible y progreso social, articulando una acción compartida entre los entes públicos (alcaldías, CAR, ministerio de ambiente), privados (empresas, ONG, fundaciones etc.) y la sociedad civil.

Los cerros orientales como suelo rural y de protección tiene como principal vocación la de conservación, sin embargo, sobre ésta existen conflictos de uso en los cuales se evidencia una sobreexplotación del suelo con ganadería, cultivos transitorios, usos propios de urbanizaciones cercanas y canteras, también se observa reforestaciones con plantaciones exóticas como pino, eucalipto y la siembra de retamo espinoso como cercas vivas para predios, la CAR generó el mapa de conflicto en el cual para toda la reserva estima que el 61,96% está sin conflicto y el restante 38,04% presenta algún tipo de conflicto de uso. (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, 2016)

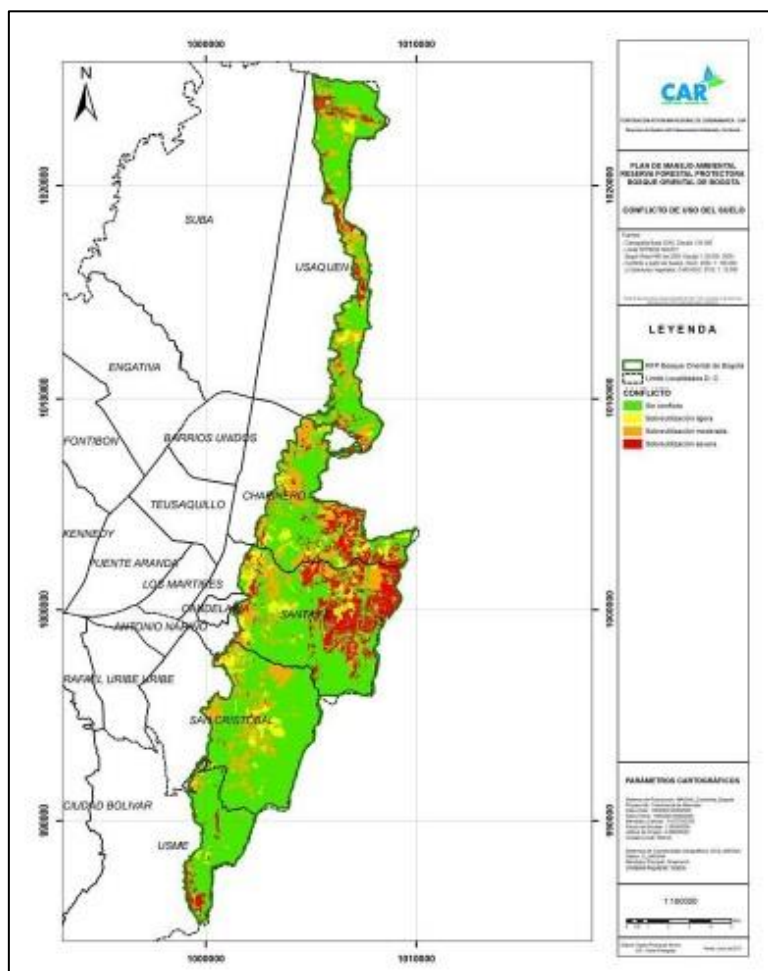


Ilustración 21: Conflicto de uso del suelo Fuente: CAR - Plan de manejo reserva Forestal Protectora bosque oriental de Bogotá (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, 2016)

De esta misma manera se puede generar una comparación de los usos del suelo permitidos en el Plan de manejo de la Reserva Forestal Protectora “Bosque Oriental de Bogotá” y la clasificación realizada para cualquiera de los 3 años estudiados lo cual nos arrojaría un mapa de conflicto de usos, la aplicación final de este producto sería tomar medidas correctivas con planes de mitigación o mejores prácticas de uso en los sitios que muestre el conflicto. Ésta es la aplicación directa que el trabajo hace a la gestión del territorio.

Este proyecto va encaminado a determinar los cambios generados a través de los años en el periodo definido para el estudio. Esto con el fin de analizar si los instrumentos de planeación y planificación, los programas y proyectos, así como la normatividad expedida para la protección de esta zona han sido aplicadas y han servido para tener un desarrollo sostenible y para la mejora de las condiciones de la misma, dado que es de vital importancia para el sistema de áreas protegidas tanto a nivel Local, Regional y Nacional.

Este proyecto apunta a varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por la Organización de las Naciones Unidas - ONU, La Agenda 2030 cuenta con 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que reemplazan los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) y guiarán el trabajo de las Naciones Unidas hasta el año 2030. La Agenda 2030 es civilizatoria porque pone a las personas en el centro, tiene un enfoque de derechos y busca un desarrollo sostenible global dentro de los límites planetarios. Es universal ya que busca una alianza renovada donde todos los países participen por igual. Es indivisible ya que integra los tres pilares del desarrollo sostenible – económico, social y medioambiental – presentando así una visión holística del desarrollo. (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2015).

Entre los objetivos y metas para los que se puede encaminar este proyecto son:

- Objetivo 11: Ciudades y Comunidades sostenibles: En los últimos decenios, el mundo ha experimentado un crecimiento urbano sin precedentes. En 2015, cerca de 4000 millones de personas vivía en ciudades y se prevé que ese número aumente hasta unos 5000 millones para 2030. Se necesita mejorar, por tanto, la planificación y la gestión urbanas para que los espacios urbanos del mundo sean más inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. (ONU, 2015b)

Ahora bien, son muchos los problemas que existen para mantener ciudades de manera que se sigan generando empleos y siendo prósperas sin ejercer presión sobre la tierra y los recursos. Los problemas comunes de las ciudades son la congestión, la falta de fondos para prestar servicios básicos, la falta de políticas apropiadas en materia de tierras y vivienda y el deterioro de la infraestructura. (ONU, 2015b)

- Meta 11.3: De aquí a 2030, aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para la planificación y la gestión participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos en todos los países. (ONU, 2015b)
 - Meta 11.4 Redoblar los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo. (ONU, 2015b)
- Objetivo 15: Vida de Ecosistemas Terrestres: El 30.7% de la superficie terrestre está cubierta por bosques y estos, además de proporcionar seguridad alimentaria y refugio, son fundamentales para combatir el cambio climático, pues protegen la diversidad biológica y las viviendas de la población indígena. Al proteger los bosques, también podremos fortalecer la gestión de los recursos naturales y aumentar la productividad de la tierra. (ONU, 2015a)

Actualmente, 13 millones de hectáreas de bosque desaparecen cada año y la degradación persistente de las zonas áridas está provocando además la desertificación de 3600 millones de hectáreas. Aunque un 15% de la tierra se encuentra actualmente bajo protección, la biodiversidad aún está en riesgo. La deforestación y la desertificación, provocadas por las actividades humanas y el cambio climático, suponen grandes retos para el desarrollo sostenible y han afectado la vida y los medios de vida de millones de personas en la lucha contra la pobreza. (ONU, 2015a)

- Meta 15.1: Para 2020, velar por la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y los servicios que proporcionan, en particular los bosques, los humedales, las montañas y las zonas áridas, en consonancia con las obligaciones contraídas en virtud de acuerdos internacionales. (ONU, 2015a)

- Meta 15.2: Para 2020, promover la gestión sostenible de todos los tipos de bosques, poner fin a la deforestación, recuperar los bosques degradados e incrementar la forestación y la reforestación a nivel mundial. (ONU, 2015a)
- Meta 15.3: Para 2030, luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados, incluidas las tierras afectadas por la desertificación, la sequía y las inundaciones, y procurar lograr un mundo con una degradación neutra del suelo. (ONU, 2015a)
- Meta 15.4: Para 2030, velar por la conservación de los ecosistemas montañosos, incluida su diversidad biológica, a fin de mejorar su capacidad de proporcionar beneficios esenciales para el desarrollo sostenible. (ONU, 2015a)
- Meta 15.5: Adoptar medidas urgentes y significativas para reducir la degradación de los hábitats naturales, detener la pérdida de la diversidad biológica y, para 2020, proteger las especies amenazadas y evitar su extinción. (ONU, 2015a)
- Meta 15.9: Para 2020, integrar los valores de los ecosistemas y la diversidad biológica en la planificación nacional y local, los procesos de desarrollo, las estrategias de reducción de la pobreza y la contabilidad. (ONU, 2015a)
- Meta 15.a: Movilizar y aumentar de manera significativa los recursos financieros procedentes de todas las fuentes para conservar y utilizar de forma sostenible la diversidad biológica y los ecosistemas. (ONU, 2015a)
- Meta 15.b: Movilizar un volumen apreciable de recursos procedentes de todas las fuentes y a todos los niveles para financiar la gestión forestal sostenible y proporcionar incentivos adecuados a los países en desarrollo para que promuevan dicha gestión, en particular con miras a la conservación y la reforestación (ONU, 2015a)

CONCLUSIONES

- Para el trabajo desarrollado, la clasificación de uso y cobertura de Corine Land Cover no es la más óptima, teniendo en cuenta que dicha metodología pretende definir algunas categorías que no son diferenciables mediante la clasificación utilizada (Clasificación Supervisada), la cual no contempla la verificación en campo cuyo propósito es aclarar dudas en el proceso de interpretación de coberturas que se realiza en computador y/o la adaptación de la nomenclatura a una determinada zona de estudio. En concordancia con lo anterior, se optó por realizar una clasificación personal en la cual se generalizaron las coberturas ya que lo que se busca es establecer los cambios por actividades antrópicas. Adicionalmente, de acuerdo con el autor del libro “Fundamentos de Teledetección”, Emilio Chuvieco, quien expone las deficiencias de la Leyenda Corine Land Cover argumentando lo siguiente: “La decisión sobre la leyenda de trabajo condiciona otros aspectos de interpretación, como es el tipo de tratamiento o el número y fecha más conveniente de las imágenes a interpretar. Si se incluyen subdivisiones en categorías urbanas, el tratamiento digital resulta poco certero, siendo más apropiado la interpretación visual... En cualquier caso, el nivel de detalle que ofrece la leyenda se relaciona estrechamente con el riesgo de error, por cuanto es altamente probable que cualquier subdivisión implique separar categorías muy similares espectralmente.”
- Teniendo en cuenta que las imágenes de los años 2004 y 2010 hacen parte del programa Landsat 7 con sensor ETM+, el cual presenta una falla en la captura de información, lo que trae como consecuencia espacios vacíos en la imagen dificultando la clasificación total de la imagen. Para solventar dicha falla es necesario hacer un mosaico o colección de imágenes correspondientes a todo el año, sin embargo, la imagen que presenta mayores problemas por esta falla es la del año 2004.
- Al ser un limitante acceder a los distintos programas que capturan imágenes de diferentes resoluciones, no se logra obtener para el año 2015 una imagen libre de nubes. Debido a lo anterior, no se logra clasificar el 100% del área de trabajo.
- La normatividad existente en el territorio de estudio es amplia, sin embargo adolece de poca voluntad institucional para su aplicación y puesta en práctica, así de esta manera la recuperación del suelo de reserva ocupado por tejido humano o zonas de minería se hace

casi imposible, sin embargo procesos exitosos como la orden de demolición de casas de lujo en el sector de Bagazal en agosto pasado, o la recuperación de sectores como el Parque Entrenubes demuestra que sí se puede hacer recuperación de estos espacios vitales para la ciudad.

- Este análisis multitemporal está aplicado a la detección de cambios en la cobertura de la tierra en el área protegida denominada Reserva Forestal Protectora “Bosque Oriental de Bogotá”, como herramienta para el ordenamiento del territorio, con el fin de ayudar en la formulación de políticas tendientes a la conservación y protección de los recursos naturales.
- El análisis multitemporal es una importante herramienta para realizar monitoreo en diferentes fenómenos tanto naturales como antrópicos, en nuestro caso los cambios en la cobertura vegetal a través del tiempo, dando una visión objetiva a la hora de tomar decisiones y realizar proyectos sostenibles para conservar los recursos naturales, se deben incluir en esta toma de decisiones no solo las entidades que regulan el territorio sino también la comunidad en general, que es finalmente para quien se gestiona el territorio.
- Teniendo en cuenta que el resultado dado por los análisis multitemporales muestra que el mayor cambio en todas las comparaciones generadas se da en la pérdida vegetal, es necesario evaluar las políticas públicas y generar unas políticas más estrictas que mitiguen de manera efectiva las afectaciones generadas por los asentamientos urbanos, así como generar espacios controlados para el goce de terceros, lo anterior, dado que a pesar de la normatividad expedida para las áreas.

RECOMENDACIONES

- A partir de las diferentes imágenes utilizadas y su resolución radiométrica se presenta una desviación estándar muy alta de las coberturas muestreadas, por lo cual es recomendable trabajar las imágenes a 8 bits de resolución radiométrica para que no haya una dispersión muy elevada de los datos, esto con el fin de que los datos no presenten una elevada desviación estándar en una misma cobertura.
- La calidad de las imágenes es de gran importancia para un estudio como el desarrollado en el presente trabajo, se hace necesario que las imágenes tengan un porcentaje muy bajo de nubosidad y la mínima cantidad de área con pérdida de información esto con el fin de clasificar al 100% el área de estudio. Adicionalmente, se requiere que las imágenes a comparar tengan similares características para facilitar el proceso de clasificación.
- Se debe tener en cuenta que para el desarrollo de un Mapa de Cobertura de la Tierra mediante la Metodología Corine Land Cover se requiere del trabajo de un equipo interdisciplinario e incluso interinstitucional para cumplir a cabalidad con los pasos propuestos para la misma. Debido a que es un ejercicio es netamente académico, no se cuenta con los recursos con mayor detalle para poder discriminar las coberturas, así como se carece del equipo completo

BIBLIOGRAFÍA

- Chuvieco, E. (1995). *Fundamentos de Teledetección Espacial* (Segunda). Madrid, España: Ediciones Rialp S.A.
- Chuvieco, E. (2002). Teledetección Ambiental. Retrieved January 26, 2020, from <https://es.slideshare.net/samueltiagoviana/chuvieco-emilio-teledeteccion-ambiental>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2015). Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Retrieved January 26, 2020, from <https://www.cepal.org/es/temas/agenda-2030-desarrollo-sostenible>
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR. (2016). *Modificación al Plan de Manejo Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá*.
- Instituto de Hidrología, M. y E. A.-I. I. de I. B. A. V. H.-I. (2014). *INFORME FINAL COMPONENTE COBERTURAS DE LA TIERRA EN LOS PÁRAMOS PRIORIZADOS A ESCALA 1:25.000 (METODOLOGÍA CORINE LAND COVER ADAPTADA PARA COLOMBIA)*.
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial; Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover Adaptada para Colombia Escala 1:100000*. Retrieved from http://siatac.co/c/document_library/get_file?uuid=a64629ad-2dbe-4e1e-a561-fc16b8037522&groupId=762
- ONU, O. de las N. U. (2015a). Bosques, desertificación y diversidad biológica - Desarrollo Sostenible. Retrieved January 26, 2020, from <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/biodiversity/>
- ONU, O. de las N. U. (2015b). Ciudades - Desarrollo Sostenible. Retrieved January 26, 2020, from <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>
- Sánchez, D. A. C., Gutiérrez, R. Y. M., & Chalarca, C. A. E. (2005). DIGITAL INTEGRATED SYSTEM FOR THE CLASSIFICATION OF LAND COVER AND USE TO BANANA FARM LEVEL. Retrieved January 22, 2020, from SciELO Colombia - Scientific Electronic Library Online website: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472006000100007
- Valencia Hernández, G., & Anaya Acevedo, J. (2009). Implementación de la metodología Corine Land Cover con imágenes Ikonos. *Revista de Ingenierías: Universidad de*

Medellín, Vol. 8, pp. 39–52.

Retrieved from <https://studylib.es/doc/8612240/plan-ambiental-local-usaquen>

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2005). *Decreto Distrital 056 de 2005*. 2005(Marzo 11).

Alcaldía Mayor de Bogotá. Decreto 122 de 04 de abril de 2006. , Alcaldía Mayor de Bogotá § (2006).

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2006b). *Resolución 1141 dde 2006*.

Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. *Decreto 484 de 30 de mayo de 1988*. , (1988).

Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. *Decreto 619 de 28 de julio de 2000. Plan de Ordenamiento Territorial*. , (2000).

Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. *Decreto 469 de 23 de diciembre de 2003*. , (2003).

Alcaldía Mayor de Bogotá, S. D. de S. (2010). Diagnóstico Local con Participación Social 2009-2010 Localidad de Usaquén. *Alcaldía Mayor de Bogotá, Secretaría Distrital de Salud*, 2–171.

Camargo Ponce de León, G. (2014). *Historia pintoresca y las perspectivas de ordenamiento de los Cerros Orientales de Santa Fe de Bogotá*.

Chuvieco, E. (1995). *Fundamentos de Teledetección Espacial* (Segunda). Madrid, España: Ediciones Rialp S.A.

Congreso de la República. Ley 99 de 22 de diciembre de 1993. , Diario Oficial § (1993).

Congreso de la República. *Ley 1333 de 2009*. , (2009).

Contraloría de Bogotá. (2006). *Asegurar El Futuro de Los Cerros Orientales de Bogotá Mandato Verde*. Bogotá.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR. (2006). *POMCO - Plan de Manejo de La Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá*. Bogotá.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR. (2016). *Modificación al Plan de Manejo Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá*.

Fundación Cerros de Bogotá. (2009). Fundación Cerros de Bogotá. Retrieved November 23, 2019, from <https://www.cerrosdebogota.org/historia-cerros.html>

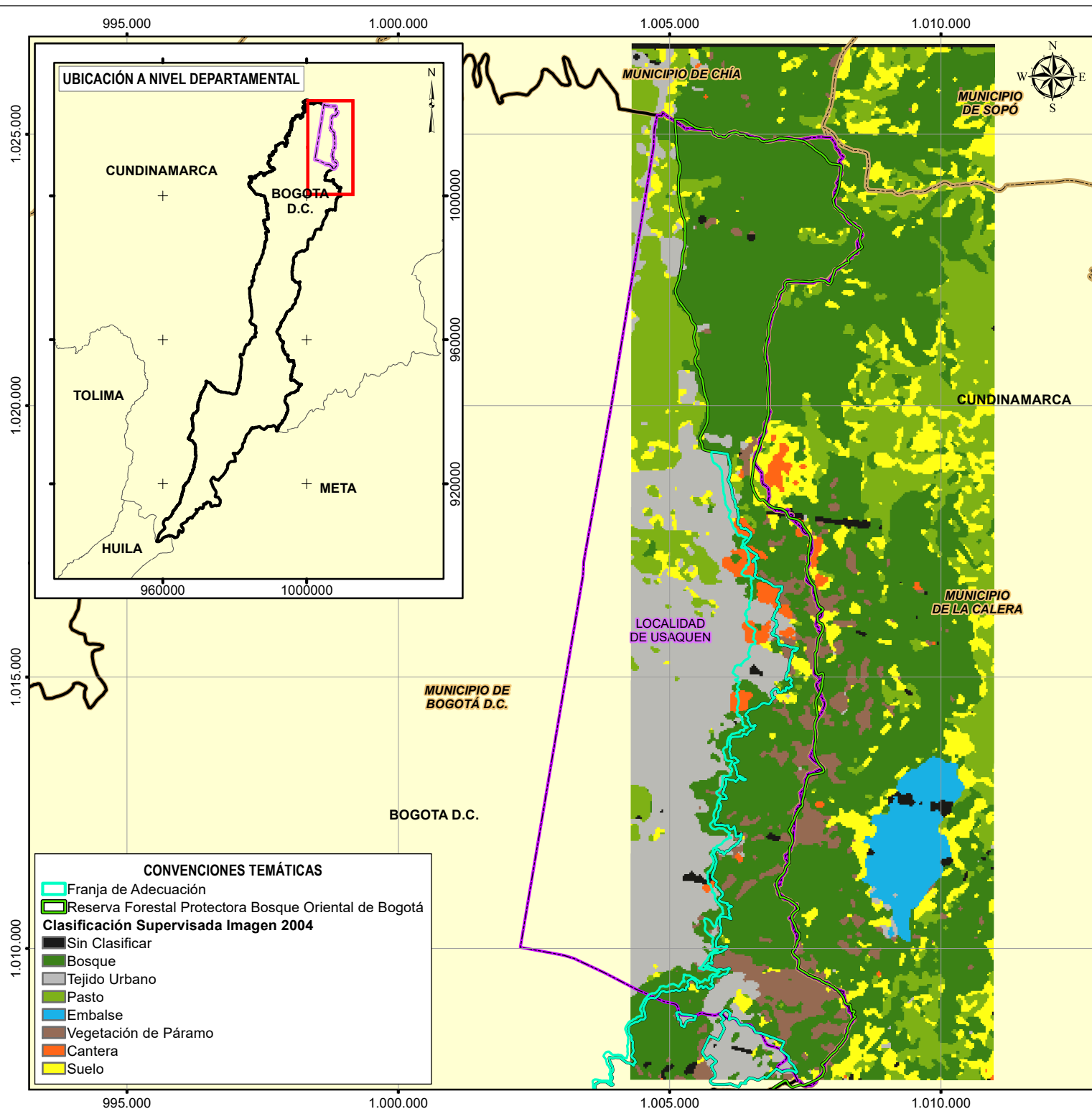
Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente - INDERENA. *Acuerdo 30 de 30 de septiembre 1976*. , (1976).

José A. Sobrino. (2000). *Teledetección*. Retrieved from

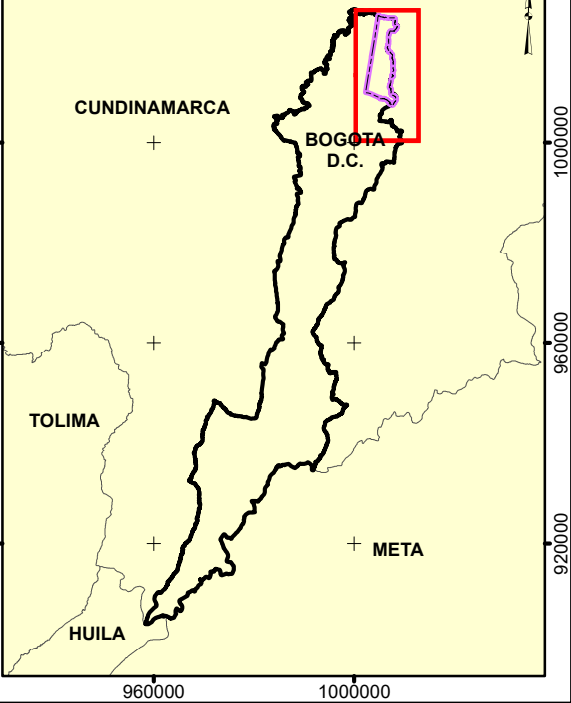
<https://books.google.com.co/books?id=Yb6xIldfoT0C&pg=PA5&lpg=PA5&dq=sobrino+2000&source=bl&ots=oSDEvrGHZi&sig=ACfU3U1qbiUch44jF8oeajt4WX5a69k5QA&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwim3q6d-LfmAhWL2FkKHYqLDzkQ6AEwAHoECAgQAQ#v=onepage&q=sobrino>

2000&f=false

- López Florez, J. D. (2018). *Extracción de características a partir de sensores remotos empleando técnicas GEOBIA aplicadas al desarrollo del catastro multipropósito en la zona rural del municipio Agua de Dios* (Universidad Distrital Francisco José de Caldas). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Magic Markers; Cámara Regional de la Construcción de Bogotá y Cundinamarca - Camacol B&C. (2019). *cerrosorientales.com*. Retrieved December 15, 2019, from <https://cerrosorientales.com/>
- Ministerio de Agricultura. *Decreto 877 de 10 de mayo de 1976.* , (1976).
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial; Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover Adaptada para Colombia Escala 1:100000*. Retrieved from http://siatac.co/c/document_library/get_file?uuid=a64629ad-2dbe-4e1e-a561-fc16b8037522&groupId=762
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2005). *Resolucion 0463 de 2005*.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Día Mundial del Árbol, una fecha para resaltar la importancia de los bosques. Retrieved December 3, 2019, from <http://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/2078-dia-mundial-del-arbol-una-fecha-para-resaltar-la-importancia-de-los-bosques>
- Osorio Osorio, J. A. (2009). *Agua, montañas y ciudad. Los cerros orientales y Bogotá: Abasto de agua y evolución ambiental en el siglo XIX*. (mapa 1), 1–28.
- Presidencia de la República. *Decreto Ley 2811 de 18 de diciembre de 1974.* , (1974).
- Presidencia de la República. *Resolución 76 de 31 de marzo de 1977.* , (1977).
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2016). *Cerros Orientales - Secretaria Distrital de Ambiente*. Retrieved December 1, 2019, from <http://ambientebogota.gov.co/cerros-orientales>
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2019). *Visor Ambiental | Ideca*. Retrieved December 4, 2019, from <https://www.ideca.gov.co/recursos/aplicaciones/visor-ambiental>
- Secretaría Distrital de Planeación, Secretaría Distrital de Hábitat, F. P. N. (2015). ¡ Así se viven los Cerros ! In *Secretaría Distrital de Hábitat - Secretaría Distrital de Planeación - Fondo Patrimonio Cultural*. Retrieved from http://www.sdp.gov.co/PortalSDP/Noticias2015/Junio_12_La_SDP_realizara_el_lanzamiento_oficial_sobre_Exper/Experiencias-de-habitabilidad-cerros.pdf
- Tribunal Administrativo de Cundinamarca. *Fallo 662 de 29 de septiembre 2006.* , (2006).



UBICACIÓN A NIVEL DEPARTAMENTAL




CONVENCIONES TEMÁTICAS

- Franja de Adecuación
- Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá

Clasificación Supervisada Imagen 2004

- Sin Clasificar
- Bosque
- Tejido Urbano
- Pasto
- Embalse
- Vegetación de Páramo
- Cantera
- Suelo



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN TERRITORIAL Y AVALÚOS

USO DE LOS SIG Y LA TELEDETECCIÓN PARA DETERMINAR LA AFECTACIÓN EN LOS SUELOS DE LOS CERROS ORIENTALES DE BOGOTÁ, DEBIDO A INTERVENCIONES ANTRÓPICAS. ANÁLISIS MULTITEMPORAL 2004 – 2015

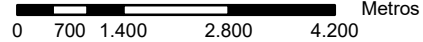
PLANO CLASIFICACIÓN SUPERVISADA IMAGEN AÑO 2004

CONVENCIONES GENERALES

- Localidad de Usaquén
- Bogotá
- Municipio
- Departamento


ESCALA DEL MAPA

1:100.000



Metros

LOCALIZACIÓN A NIVEL NACIONAL

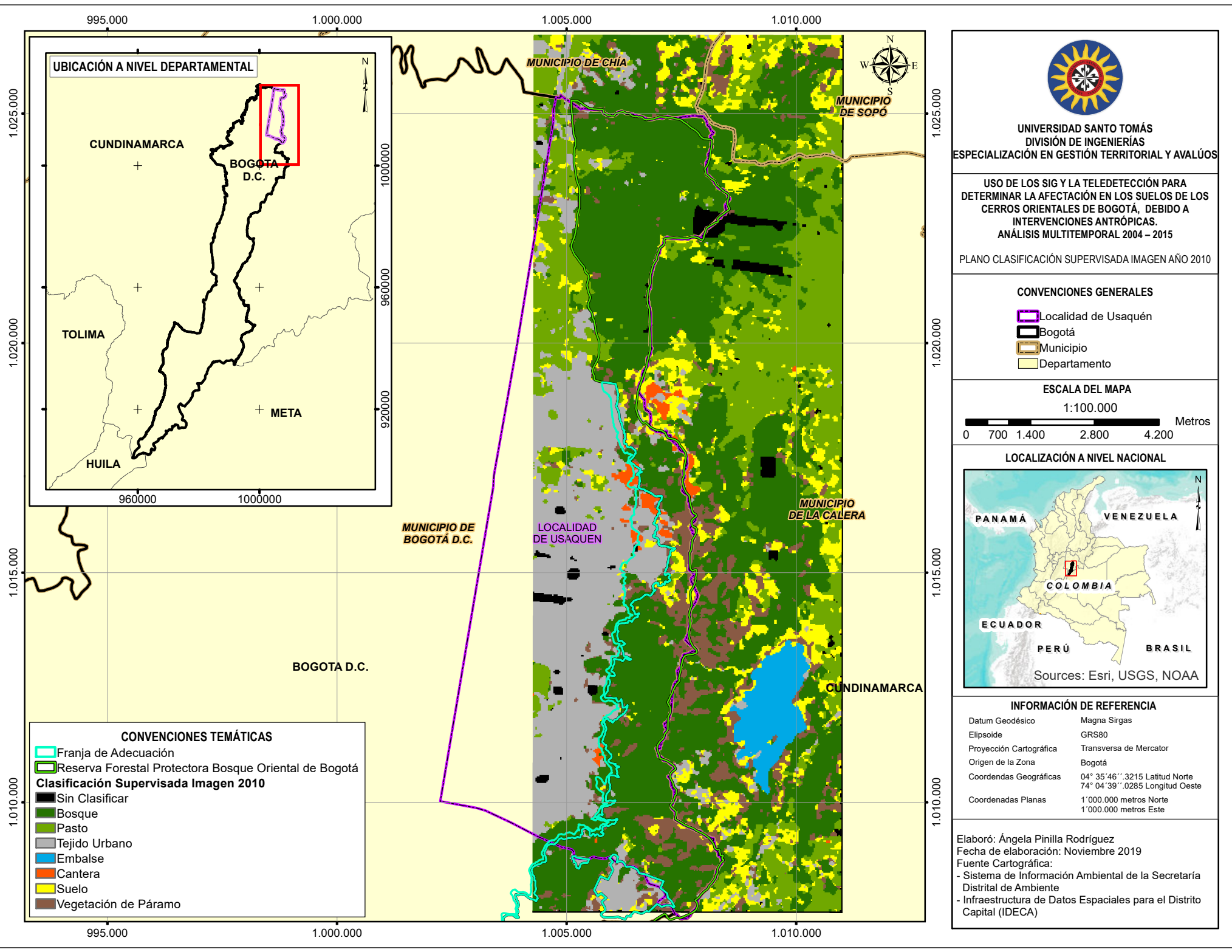


Sources: Esri, USGS, NOAA

INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Datum Geodésico	Magna Sirgas
Elipsoide	GRS80
Proyección Cartográfica	Transversa de Mercator
Origen de la Zona	Bogotá
Coordenadas Geográficas	04° 35'46" : 3215 Latitud Norte 74° 04'39" : 0285 Longitud Oeste
Coordenadas Planas	1'000.000 metros Norte 1'000.000 metros Este

Elaboró: Ángela Pinilla Rodríguez
Fecha de elaboración: Noviembre 2019
Fuente Cartográfica:
- Sistema de Información Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente
- Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital (IDECA)



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN TERRITORIAL Y AVALÚOS

USO DE LOS SIG Y LA TELEDETECCIÓN PARA DETERMINAR LA AFECTACIÓN EN LOS SUELOS DE LOS CERROS ORIENTALES DE BOGOTÁ, DEBIDO A INTERVENCIONES ANTRÓPICAS.
ANÁLISIS MULTITEMPORAL 2004 – 2015

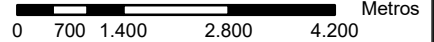
PLANO CLASIFICACIÓN SUPERVISADA IMAGEN AÑO 2010

CONVENCIONES GENERALES

- Localidad de Usaquén
- Bogotá
- Municipio
- Departamento

ESCALA DEL MAPA

1:100.000



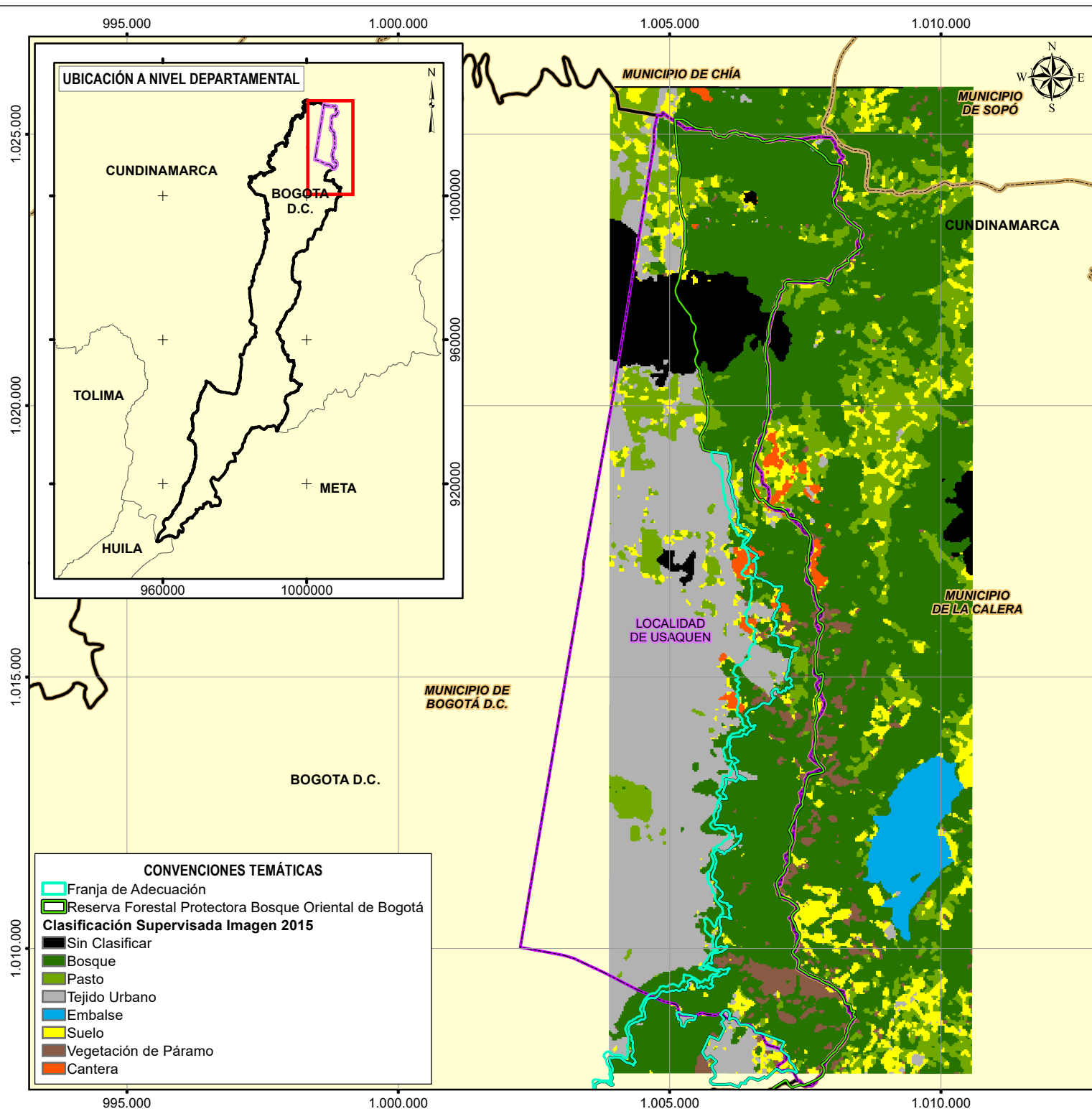
LOCALIZACIÓN A NIVEL NACIONAL



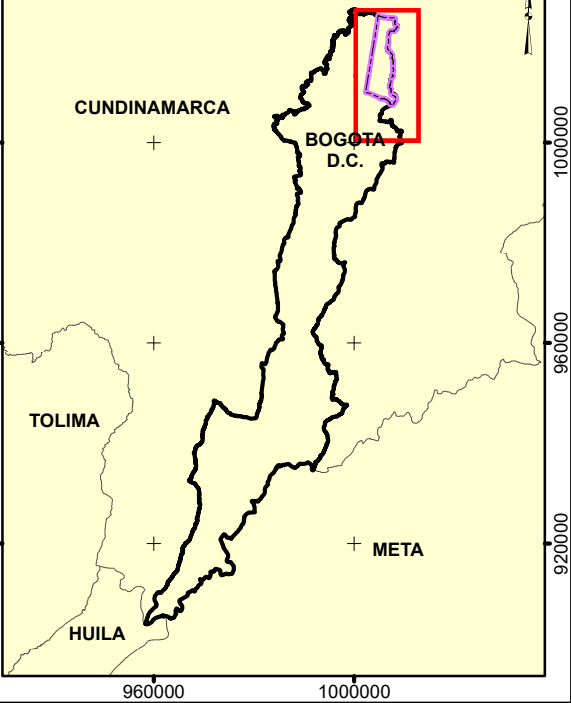
INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Datum Geodésico	Magna Sirgas
Elipsoide	GRS80
Proyección Cartográfica	Transversa de Mercator
Origen de la Zona	Bogotá
Coordenadas Geográficas	04° 35'46" : 3215 Latitud Norte 74° 04'39" : 0285 Longitud Oeste
Coordenadas Planas	1'000.000 metros Norte 1'000.000 metros Este

Elaboró: Ángela Pinilla Rodríguez
Fecha de elaboración: Noviembre 2019
Fuente Cartográfica:
- Sistema de Información Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente
- Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital (IDECA)



UBICACIÓN A NIVEL DEPARTAMENTAL



CONVENCIONES TEMÁTICAS

- Franja de Adecuación
- Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá

Clasificación Supervisada Imagen 2015

- Sin Clasificar
- Bosque
- Pasto
- Tejido Urbano
- Embalse
- Suelo
- Vegetación de Páramo
- Cantera



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
 DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
 ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN TERRITORIAL Y AVALÚOS

USO DE LOS SIG Y LA TELEDETECCIÓN PARA DETERMINAR LA AFECTACIÓN EN LOS SUELOS DE LOS CERROS ORIENTALES DE BOGOTÁ, DEBIDO A INTERVENCIONES ANTRÓPICAS.
 ANÁLISIS MULTITEMPORAL 2004 - 2015

PLANO CLASIFICACIÓN SUPERVISADA IMAGEN AÑO 2015

CONVENCIONES GENERALES

- Localidad de Usaquén
- Bogotá
- Municipio
- Departamento

ESCALA DEL MAPA
 1:100.000

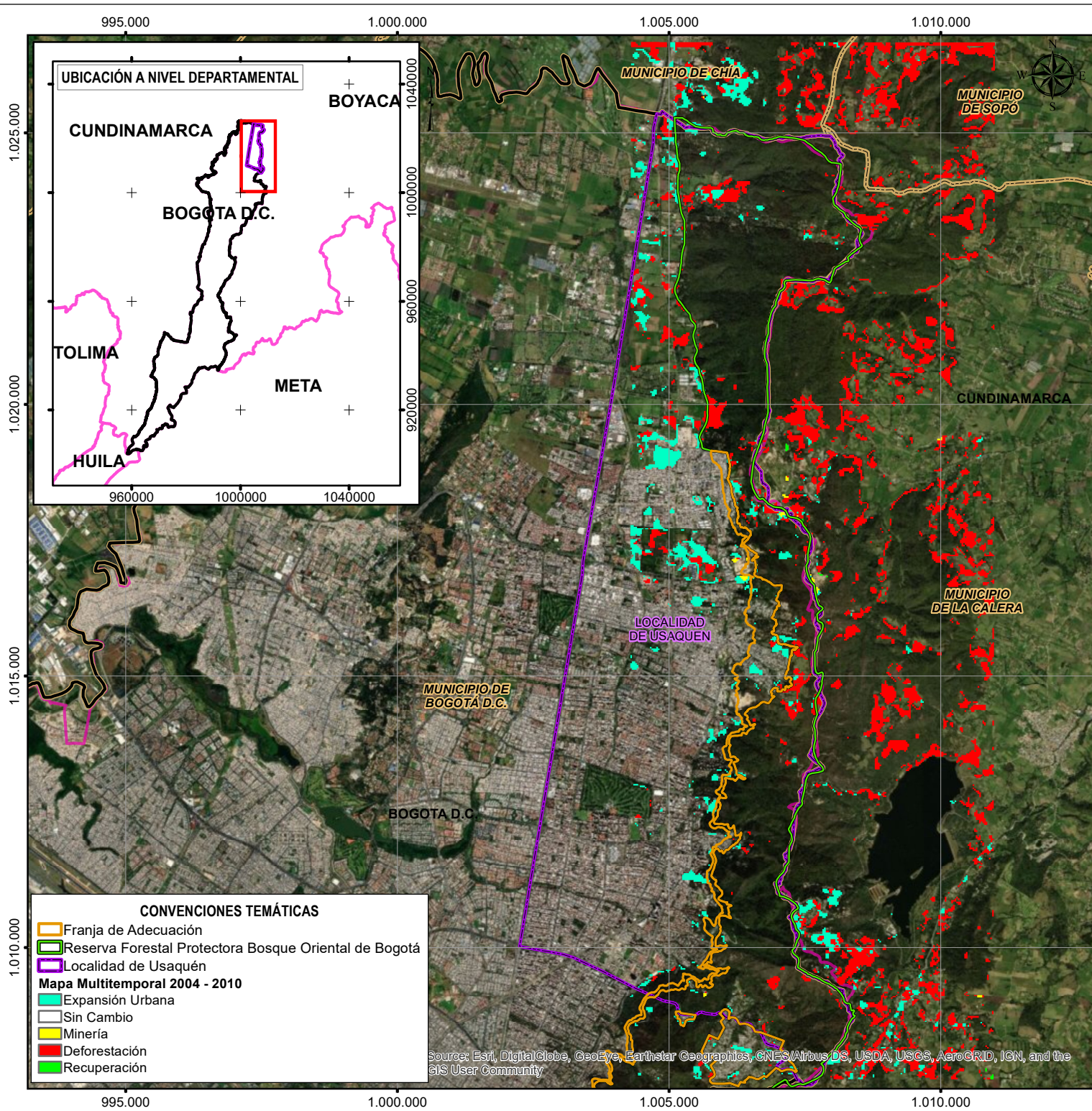
0 700 1.400 2.800 4.200 Metros




INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Datum Geodésico	Magna Sirgas
Elipsoide	GRS80
Proyección Cartográfica	Transversa de Mercator
Origen de la Zona	Bogotá
Coordenadas Geográficas	04° 35'46" : 3215 Latitud Norte 74° 04'39" : 0285 Longitud Oeste
Coordenadas Planas	1'000.000 metros Norte 1'000.000 metros Este

Elaboró: Ángela Pinilla Rodríguez
 Fecha de elaboración: Noviembre 2019
 Fuente Cartográfica:
 - Sistema de Información Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente
 - Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital (IDECA)





UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN TERRITORIAL Y AVALÚOS

USO DE LOS SIG Y LA TELEDETECCIÓN PARA DETERMINAR LA AFECTACIÓN EN LOS SUELOS DE LOS CERROS ORIENTALES DE BOGOTÁ, DEBIDO A INTERVENCIONES ANTRÓPICAS. ANÁLISIS MULTITEMPORAL 2004 - 2015

PLANO 4 RESERVA FORESTAL PROTECTORA "BOSQUE ORIENTAL DE BOGOTÁ" - MULTITEMPORAL 2004 - 2010


CONVENCIONES GENERALES

- Localidad de Usaquén
- Bogotá
- Municipio
- Departamento

ESCALA DEL MAPA
1:100.000

0 700 1.400 2.800 4.200 Metros

LOCALIZACIÓN A NIVEL NACIONAL

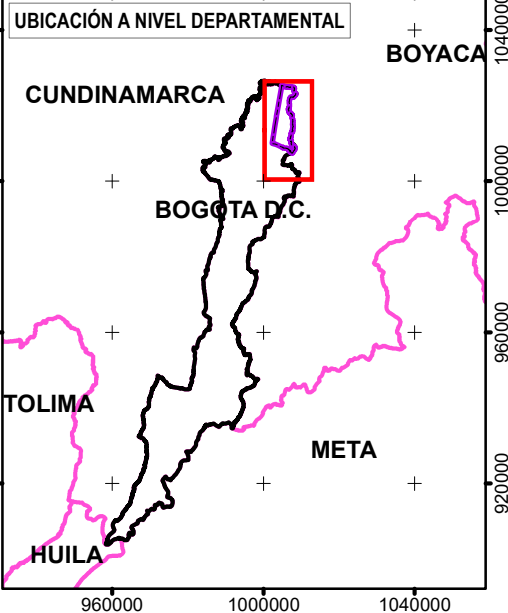
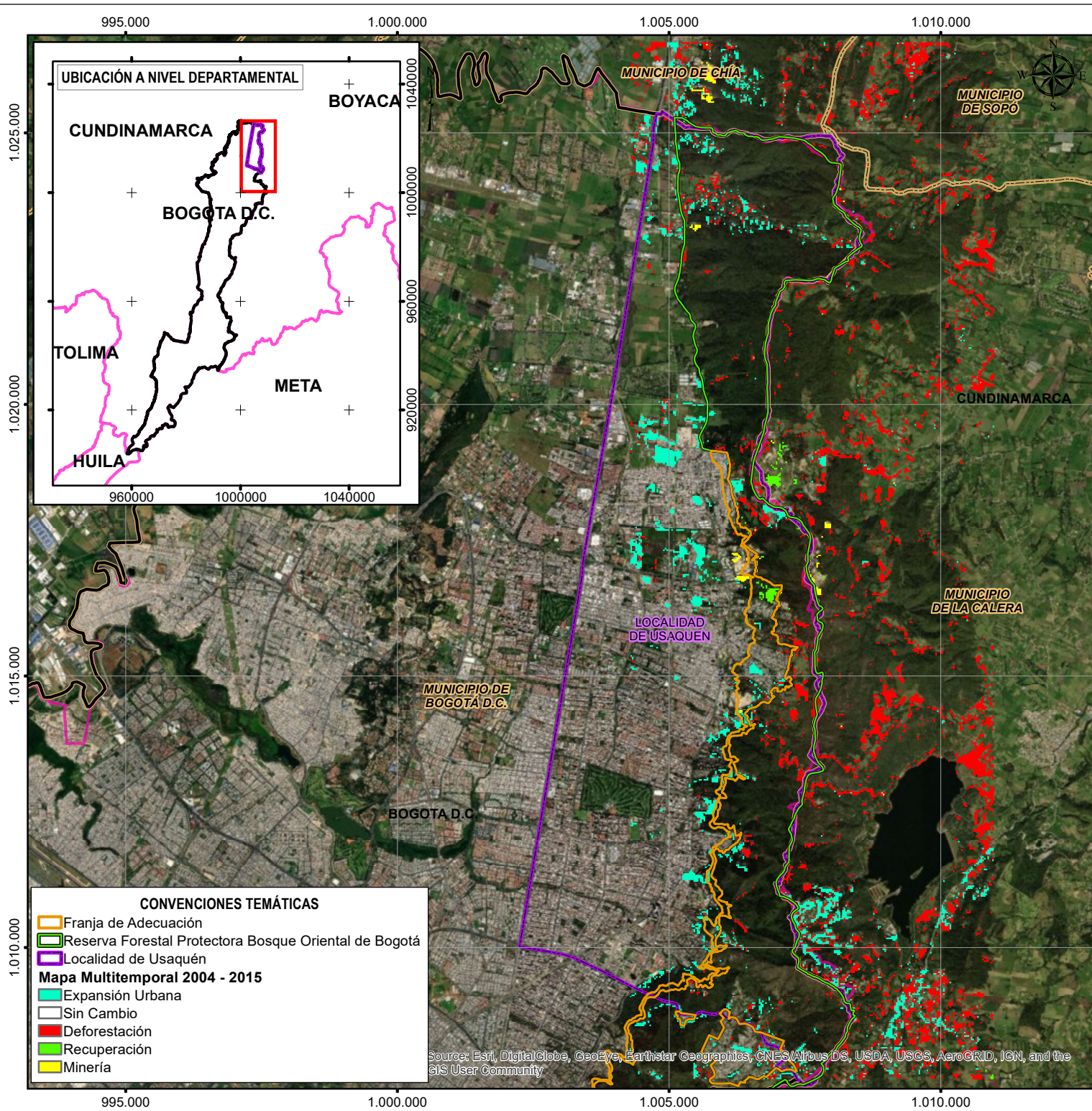


Sources: Esri, USGS, NOAA

INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Datum Geodésico	Magna Sirgas
Elipsoide	GRS80
Proyección Cartográfica	Transversa de Mercator
Origen de la Zona	Bogotá
Coordenadas Geográficas	04° 35'46" 3215 Latitud Norte 74° 04'39" 0285 Longitud Oeste
Coordenadas Planas	1'000.000 metros Norte 1'000.000 metros Este

Elaboró: Ángela Pinilla Rodríguez
Fecha de elaboración: Noviembre 2019
Fuente Cartográfica:
- Sistema de Información Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente
- Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital (IDECA)




UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN TERRITORIAL Y AVALÚOS

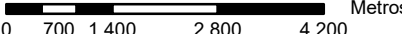
USO DE LOS SIG Y LA TELEDETECCIÓN PARA DETERMINAR LA AFECTACIÓN EN LOS SUELOS DE LOS CERROS ORIENTALES DE BOGOTÁ, DEBIDO A INTERVENCIONES ANTRÓPICAS.
ANÁLISIS MULTITEMPORAL 2004 - 2015

PLANO 4 RESERVA FORESTAL PROTECTORA "BOSQUE ORIENTAL DE BOGOTÁ" - MULTITEMPORAL 2004 - 2015

CONVENCIONES GENERALES

- Localidad de Usaquén
- Bogotá
- Municipio
- Departamento

ESCALA DEL MAPA
1:100.000




INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Datum Geodésico	Magna Sirgas
Elipsoide	GRS80
Proyección Cartográfica	Transversa de Mercator
Origen de la Zona	Bogotá
Coordenas Geográficas	04° 35'46" : 3215 Latitud Norte 74° 04'39" : 0285 Longitud Oeste
Coordenas Planas	1'000.000 metros Norte 1'000.000 metros Este

Elaboró: Ángela Pinilla Rodríguez
Fecha de elaboración: Noviembre 2019
Fuente Cartográfica:
- Sistema de Información Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente
- Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital (IDECA)

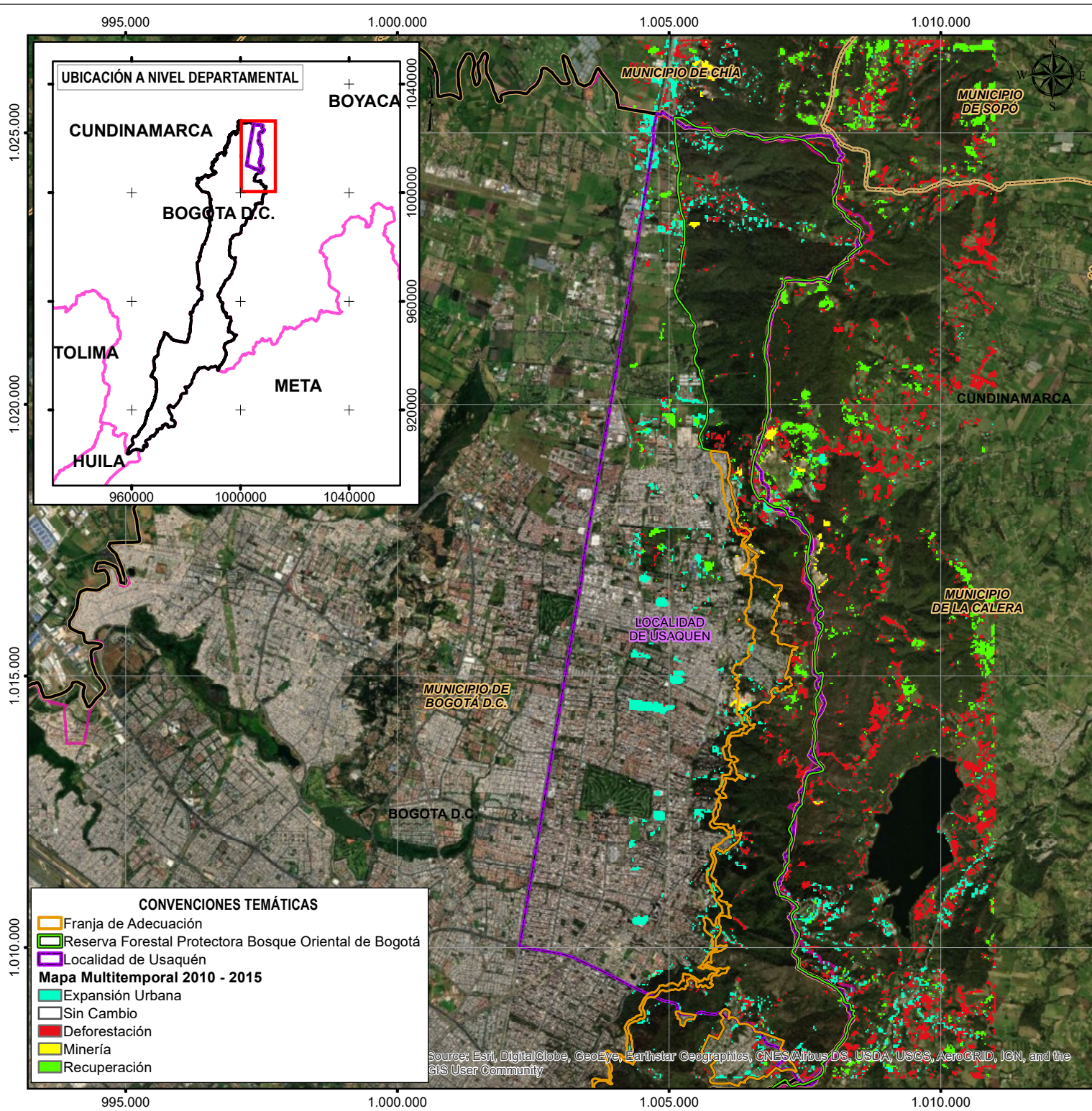
CONVENCIONES TEMÁTICAS


- Franja de Adecuación
- Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá
- Localidad de Usaquén

Mapa Multitemporal 2004 - 2015

- Expansión Urbana
- Sin Cambio
- Deforestación
- Recuperación
- Minería

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community





UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
 DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
 ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN TERRITORIAL Y AVALÚOS

USO DE LOS SIG Y LA TELEDETECCIÓN PARA DETERMINAR LA AFECTACIÓN EN LOS SUELOS DE LOS CERROS ORIENTALES DE BOGOTÁ, DEBIDO A INTERVENCIONES ANTRÓPICAS. ANÁLISIS MULTITEMPORAL 2004 - 2015

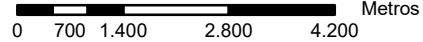
PLANO 4 RESERVA FORESTAL PROTECTORA "BOSQUE ORIENTAL DE BOGOTÁ" - MULTITEMPORAL 2010 - 2015

CONVENCIONES GENERALES

- Localidad de Usaquén
- Bogotá
- Municipio
- Departamento


ESCALA DEL MAPA

1:100.000



Metros

LOCALIZACIÓN A NIVEL NACIONAL



Sources: Esri, USGS, NOAA

INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Datum Geodésico	Magna Sirgas
Elipsoide	GRS80
Proyección Cartográfica	Transversa de Mercator
Origen de la Zona	Bogotá
Coordenadas Geográficas	04° 35'46" : 3215 Latitud Norte 74° 04'39" : 0285 Longitud Oeste
Coordenadas Planas	1'000.000 metros Norte 1'000.000 metros Este

Elaboró: Ángela Pinilla Rodríguez
 Fecha de elaboración: Noviembre 2019
 Fuente Cartográfica:
 - Sistema de Información Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente
 - Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital (IDECA)

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community