

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE ESTUDIOS AMBIENTALES Y RURALES  
ECOLOGÍA  
2020**



**ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE COBERTURAS Y USOS DEL SUELO,  
PARCELACIÓN LA FLORESTA (1986-2019), VEREDA TORCA, LOCALIDAD  
DE USAQUÉN, RESERVA FORESTAL PROTECTORA BOSQUE ORIENTAL  
DE BOGOTÁ-RFPBOB**

**TRABAJO DE GRADO  
PRESENTADO COMO REQUISITO  
PARA OPTAR AL TÍTULO DE ECÓLOGA**

## **Índice:**

1. Resumen
2. Introducción
  - 2.1 Problema
  - 2.2 Justificación
  - 2.3 Propósito
3. Objetivos
  - 3.1 Objetivo general
  - 3.2 Objetivos específicos
4. Marco teórico y antecedentes
  - 4.1 Marco Conceptual
  - 4.4 Antecedentes
5. Área de estudio
  - 5.1 Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental De Bogotá
  - 5.2 Parcelación La Floresta
6. Materiales y métodos
  - 6.1 Fase 1: Recopilación de información
  - 6.2 Fase 2: procesamiento digital
  - 6.3 Fase 3: Análisis de resultados
7. Resultados
8. Discusión
9. Conclusiones
10. Referencias Bibliográficas

## **1. Resumen**

Se realizó un análisis multitemporal de los cambios de las coberturas y usos del suelo en la Parcelación La Floresta, Vereda Torca, Localidad Usaquén, ubicada en una sección de la zona de Recuperación Ambiental de la Reserva Forestal Protectora Oriental De Bogotá, con un periodo de análisis de 33 años. Con este fin se realizó en el software Arcgis el levantamiento de las coberturas del suelo para 4 años diferentes, 2019, 2004, 1998 y 1986, sobre un ortofotomosaico y tres fotografías pancromáticas, respectivamente, es importante destacar que estas coberturas corresponden a una adaptación del sistema Corine Land Cover para Colombia, el cual fue ajustado al caso de estudio, teniendo en cuenta las coberturas presentes en la Parcelación La Floresta y el detalle del levantamiento realizado. El estudio permitió determinar un aumento en la cobertura de zonas construidas, pero sin embargo también se evidencio un aumento aún más significativo en las coberturas boscosas nativas, por su parte las coberturas con mayor pérdida fueron pastos limpios seguida por la cobertura de pastos arbolados.

### **Abstract**

A multitemporal analysis of the changes in land cover and use was carried out in the La Floresta Parcel, Vereda Torca, Usaquén Locality, located in a section of the Environmental Recovery zone of the Eastern Protective Forest Reserve of Bogotá, with a period of 33-year analysis. To this end, the Arcgis software surveyed the ground covers for 4 different years, 2019, 2004, 1998 and 1986, on an orthophotomosaic and three panchromatic photographs, respectively, it is important to highlight that these covers correspond to an adaptation of the Corine Land Cover system for Colombia, which was adjusted to the case study, taking into account the coverage present in the La Floresta Parcel and the details of the survey carried out. The study made it possible to determine an increase in the coverage of built-up areas, but nevertheless an even more significant increase in native forest covers was also evidenced, on the other hand, the covers with the greatest loss were clean pastures followed by the coverage of wooded pastures.

## **2. Introducción**

### **2.1 Problema**

La transformación de ecosistemas ha sido asociada a diferentes causas, primando el crecimiento poblacional y el incremento consecuente en el uso de la tierra y cambio en las coberturas, que siendo las de mayor impacto, se relacionan con la necesidad de suplir necesidades y la obtención de beneficios económicos y sociales, (Foley et. al, 2005). El cambio en las coberturas relacionado al uso del suelo no solo afecta el funcionamiento del ecosistema sino también la sostenibilidad de sistemas productivos afectando negativamente los servicios ecosistémicos, haciendo el suelo menos productivo y las fuentes de agua menos abundantes o más contaminadas (Foley et. al, 2005).

Frente a la magnitud y las consecuencias de la intervención del hombre en los ambientes naturales, en la actualidad las Áreas protegidas (AP) son una de las principales estrategias de conservación a nivel mundial, debido a que provee espacios para la protección de la biodiversidad, la integridad de los ecosistemas, y por ende de los servicios ecosistémicos (UICN 2005). Cerca del 15% de las tierras del planeta y 10% de sus aguas territoriales se encuentran protegidas mediante parques nacionales y otros tipos de áreas protegidas (UICN 2016). Para el caso de Colombia, para el 2017 contaba con 59 áreas protegidas, entre Parques Nacionales Naturales, santuarios de fauna y flora, y Reservas Nacionales Naturales, lo que equivale a más de 14 millones de Ha, a lo que hay que sumarle las áreas protegidas regionales y las reservas de la sociedad civil, para un total de 23 millones de hectáreas protegidas aproximadamente, entre marinas y terrestres, (SINAP 2017).

Por su parte, los Bosques tropicales son ecosistemas diversos que le brindan servicios esenciales a la humanidad; sin embargo, han sufrido una fuerte presión de deforestación debido al crecimiento poblacional. En este contexto, los ecosistemas de alta montaña son particularmente vulnerables a los efectos de la actividad humana (GONZÁLEZ y CÁRDENAS, 1996). Dentro de estos, los bosques alto-andinos en Colombia, ubicados en la franja altitudinal entre los 2.500 y los 3.200 msnm, han sufrido grandes transformaciones debido a la actividad antrópica, (CAVELIER y SANTOS, 1999; DÍAZ y MAS-CAUSSEL, 2006). Un claro ejemplo de esta problemática son los Cerros Orientales de la sabana de Bogotá que forman parte del sistema montañoso de los Andes ocupando algo más de las 13.142,11 Has, (PULIDO SIERRA, S.I Y ROJO-ARBORECA, A, 2017).

La importancia de los Cerros Orientales De Bogotá radica en que albergan una gran cantidad de especies de flora y de fauna provenientes de ecosistemas de páramo, subpáramo y bosque alto-andino, constituyéndose como un eje fundamental en la estructura ecológica de Bogotá, que permite la conexión entre ecosistemas de alta montaña, particularmente entre los páramos Guerrero, Chingaza y Sumapaz. De la misma forma los Cerros Orientales de Bogotá, se articulan con ríos urbanos como el Fucha, la Reserva Forestal Productora Thomas van der Hammen, el río Bogotá y la Reserva Forestal Protectora-Productora de la cuenca alta del río Bogotá, En este sentido, los Cerros Orientales cumplen un papel fundamental para Bogotá y la región, en la prestación de servicios ecosistémicos de soporte para el mantenimiento de la biodiversidad, la purificación del aire, y la provisión y regulación hídrica, así como también en el desarrollo cultural de sus comunidades (PULIDO SIERRA, S.I Y ROJO-ARBORECA, A, 2017).

De acuerdo con lo anterior, para la estructura ecológica principal de Bogotá, los Cerros Orientales son una prioridad de conservación (SDA 2010). Su declaración como Reserva Forestal Protectora fue motivada por las características biofísicas de sus sistemas de alta montaña, y su importancia en la oferta hídrica para la ciudad (CAR.2005). Sin embargo, sus procesos de transformación han generado un cambio histórico en sus ecosistemas y funciones ecológicas, que data desde 1520, cuando comenzaron a ser alterados y transformados como producto del aumento de la población y la demanda de materiales para construcción, como la madera, arcilla, arena y grava. En su historia y hasta la actualidad, estos cerros siguen sufriendo presiones y fuertes dinámicas de transformación de sus ecosistemas, destacándose dentro de estas las generadas por numerosos procesos de urbanización, con desarrollos ubicados entre los 2.900 msnm y 3.200 msnm; pérdida de coberturas nativas por actividades agropecuarias; explotación y extracción de minerales; etc. A eso se le suman procesos de paramización, invasión de especies introducidas y quemadas, que atentan contra el mantenimiento de diferentes bienes y servicios ambientales que le prestan a la ciudad, (Fundación Cerros de Bogotá, 2009).

## **2.2 Justificación**

La Parcelación La Floresta ubicada principalmente en zona de Recuperación Ambiental de la RFPBOB, tiene existencia legal desde 1945, año en el que fue adquirida por el señor Cesar García. Posteriormente en el año 1957, la Alcaldía Mayor de Bogotá amparada en el Decreto No. 1281 de 1955 del Gobierno Nacional, expidió mediante el Decreto No. 981, licencia urbanística para la Parcelación, comenzando la dinámica de urbanización, con la construcción de casas campestres en el área hasta el año 2005, año en el que el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) decide mediante la Resolución 463 del 14 de abril de 2005 redelimitar la RFPBOB, adoptando su zonificación, reglamentando el régimen de usos, y estableciendo las determinantes para su ordenamiento y manejo ambiental.

Sobre la zona de Recuperación Ambiental, el PMA de la RFPBOB, aprobado mediante la Resolución MADS 1766 de 2016, señala: Que corresponde a zonas destinadas a la recuperación y mantenimiento del efecto protector de la reserva dentro de áreas que han sido alteradas por el desarrollo de viviendas semiconcentradas y/o dispersas, generando procesos de fragmentación o deterioro de coberturas naturales. Dichas áreas deben someterse a tratamientos de recuperación ambiental para garantizar que las estructuras presentes no pongan en riesgo el efecto protector de los suelos y el funcionamiento integral de la Reserva Forestal Protectora en el marco de los parámetros definidos en el documento técnico de soporte del plan de manejo y las demás determinaciones establecidas en el fallo del 5 de noviembre del 2013.

Por tal razón es importante analizar el cambio en las coberturas y usos del suelo presentes en La Parcelación mediante la percepción remota, siendo uno de los métodos más eficaces para la comparación y determinación de cambios que ocurren en un determinado espacio y tiempo, y de esta manera conocer el tipo de manejo y aprovechamiento que en este caso los propietarios de La Parcelación La Floresta han tenido con esta misma, como Área Protegida.

### **2.3 Propósito**

Por medio de esta investigación se espera entender cómo han coexistido los usos urbanísticos con los objetivos de conservación del área protegida y los efectos de esto sobre la transformación de coberturas y usos del suelo en La Parcelación La floresta.

## **3. Objetivos**

### **3.1 General**

- Evaluar el cambio en las coberturas y usos del suelo en el área de la Parcelación La Floresta, vereda Torca de la localidad de Usaquén, Bogotá D.C, ubicada dentro de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá entre 1986 y 2019.

### **3.2 Específicos**

- Clasificar los tipos de coberturas existentes en La Parcelación La Floresta en los años 1986, 1998, 2004 y 2019.
- Cuantificar el cambio en la extensión de las coberturas y usos del suelo en el paisaje de la Parcelación La Floresta en los últimos 30 años.
- Evaluar los factores de cambio más significativos.

## **4. Marco de Teoría y Antecedentes**

La actividad humana ha sido la mayor causa de las transformaciones de los ecosistemas (Zalasiewicz et. al., 2010; Foley et. al, 2005; Vitousek et. al., 1997; DeFries, R. & Bounoua, 2004). Los cambios en el uso del suelo y la vegetación,

son los principales procesos de transformación para satisfacer las necesidades requeridas por la población humana (Foley et. al, 2005; Vitousek et. al., 1997; Lambin et al., 2001). (Figura 1).

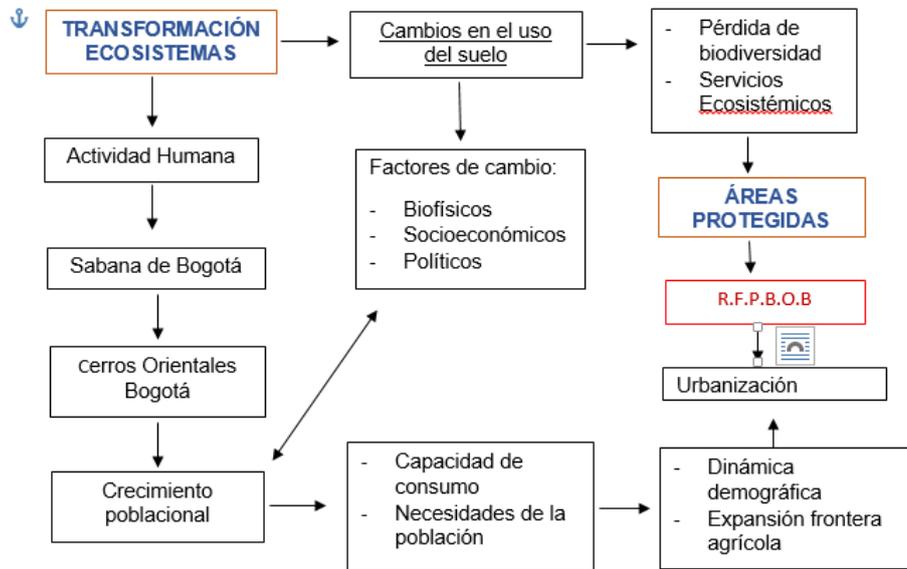


Figura 1. Diagrama Conceptual

## 4.1 Marco Conceptual

### 4.1.1. Transformación De Ecosistemas

Durante miles de años las actividades humanas han venido transformando la mayoría de los ecosistemas del planeta, dicha intervención se debe a la creciente y demandante población humana, que ha intensificado el uso de la tierra con el fin de satisfacer las necesidades y deseos de las sociedades. (Vitousek et al.1997; Lambin et al. 2001). Según la evaluación de Ecosistemas del Milenio, (M A 2005) se concluyó que en los últimos 50 años, los ecosistemas han sido transformados de manera más rápida y extensiva que en cualquier otro periodo de la historia para satisfacer la creciente demanda de alimentos, agua, maderas, fibras, y combustibles.

Se estima que se ha perdido la mitad de la flora nativa del planeta, alcanzando una extensión del 30% de área para cultivos, y la demanda de uso de agua se cuadruplicó, entre muchos otros cambios. Históricamente estos cambios han consistido en la transformación de bosques y sabanas hacia zonas agrícolas y/o pastos, (Lambin, 2003; Lambin et. al., 2001), y a su vez las zonas agrícolas abandonadas a zonas urbanizadas, (UNEP, 2014), teniendo como consecuencia alteraciones en los ciclos biogeoquímicos, modificando el clima, la biodiversidad,

y reduciendo la capacidad de los ecosistemas de soportar las necesidades humanas en un futuro, (DeFries, R. & Bounoua, 2004; DeFries et al. 2004; Vitousek et. al., 1997).

La transformación de los ecosistemas ha sido centro de atención y ha llevado a múltiples estudios acerca de dicho fenómeno, obteniendo como resultado información de la tendencia y patrones de cambio de varias áreas, especialmente de los trópicos, puesto que es allí donde se han concentrado expansión de tierras agrícolas y pastos (Gibbs et al., 2010; UNEP, 2014; Clark et. al., 2012) provocando pérdidas de cerca de 15 Mha de bosque cada año desde principios de los 90 (Lambin et al. 2003).

Estas transformaciones son una consecuencia clara de la cantidad de población, especialmente por la densidad y las formas de uso del suelo, los cuales no solo dependen de las condiciones socioeconómicas sino de las características geográficas del territorio (Etter 2015). entre las variables que más impactan en el cambio de coberturas y usos del suelo están la densidad de las personas, como bien se ha nombrado anteriormente, la tecnología y la infraestructura de soporte como las vías y los sistemas de riego, (Etter 2015), además de esto el patrón de transformación, puede ser difuso, concentrado, homogéneo o heterogéneo, de igual manera, los factores biofísicos como, disponibilidad de agua, la topografía y la fertilidad de los suelos hacen que junto con las variables nombradas impacten de manera distinta la huella espacial al momento de analizar el uso de la tierra y sus consecuencias a nivel de transformación (Etter 2015).

#### **4.1.2 Motores de Transformación**

Si bien el crecimiento poblacional representa una de las causas de la transformación del paisaje no es la principal ni la más influyente (Lambin et. al. 2001). A pesar de reconocer los efectos del crecimiento poblacional, pues bien lo menciona Seto et.al. (2010), el cambio en las coberturas y cambio del uso del suelo los relaciona directamente al incremento de la población y a la capacidad de consumo de productos no solo locales, además, aspectos y procesos socioeconómicos, políticos y biofísicos también son reconocidos como agentes de cambio(Lambin et. al., 2001).

Los principales factores que inciden en la transformación son biofísicos y socioeconómicos (Southworth et al. 2001). Los factores biofísicos, son características climáticas geológicas y edáficas. Los socioeconómicos reúnen aspectos de la población y actividades humanas (Etter, et al. 2006). Estos factores direccionan los cambios en el uso y en la cobertura de la tierra (Lambin, et al. 2003). La interacción de los factores determina los procesos de transformación, entre los que se encuentran el cambio del uso de la tierra (Wiens, 2002).

#### **4.1.3 Urbanización**

Las cifras de las naciones unidas indican que en 1990 el 37% de la población de países en vía de desarrollo vivía en ciudades, para el 2026 el 61% de la población estará urbanizada, unas de las razones que explica este rápido crecimiento urbano, es la caída de las tasas de mortalidad, la industrialización (que concentra el empleo en las zonas urbanas), las altas tasas de fertilidad, mayor percepción de oportunidades laborales en las áreas urbanas y de igual manera problemas políticos y económicos en las áreas rurales, (PNUD, 1996). América Latina es la región más urbanizada del mundo en desarrollo contando con casi la mitad de las ciudades más pobladas a nivel mundial, (Sorensen, Barzetti, Keipi & Williams, 1998).

En todo el mundo el fenómeno de la urbanización es un proceso continuo presentando variables regionales y nacionales, conformando las llamadas megalópolis, que son centro urbanos con más de 10 millones de habitantes, esto es un fenómeno más común en los países menos desarrollados, dadas las tendencias actuales se espera que en los primero 30 años del siglo XXI prácticamente todo el crecimiento poblacional se de en conglomeraciones urbanas a pesar que solo ocupan en 2% de la superficie del planeta, (Pisanty, I., M. Mazari, E. Ezcurra et al. 2009).

El establecimiento y el crecimiento de centros urbanos tiene consecuencias importantes en el medio ambiente, las ciudades tienen una huella ecológica que con frecuencia sobrepasa sus límites, el cambio del uso de suelo que subyace al desarrollo urbano compromete muchos servicios ambientales, incluyendo la biodiversidad, hoy en día mantener la mayor representación y preservación de la naturaleza implica un reto fundamental de las ciudades que aspiran un desarrollo sostenible, (Pisanty, I., M. Mazari, E. Ezcurra et al. 2009).

De acuerdo a estudios de la Secretaría de Hacienda De Bogotá junto a la Universidad Nacional de Colombia (2010) sobre la evolución de crecimiento de la ciudad , para el año 1538 ocupaba un área de 892,3 ha, con una densidad de 149 habitantes/ha y un total de área incorporada por año de 2,4 ha; en 1950 el área comprendía 1889 ha, una densidad de 157 habitantes/ha e incorporadas 188 ha/año; y hacia 1990 el área de la ciudad ya abarcaba 3528 ha, con una densidad de 276 habitantes/ha y una incorporación promedio de 352 ha/año, (Figura 1).

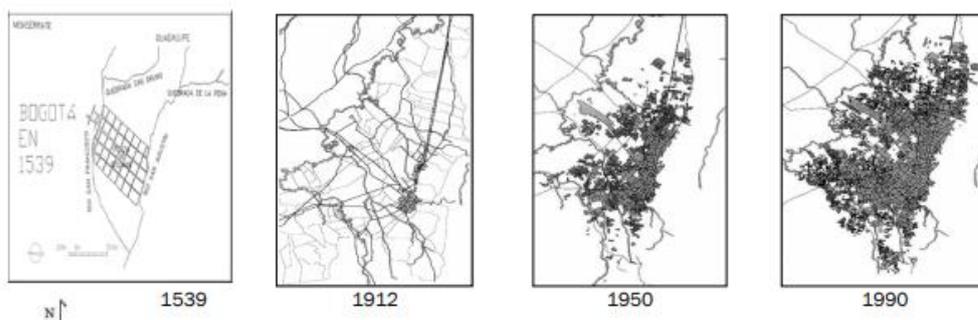


Figura 2. Evolución urbana de Bogotá. Fuente: Secretaria de Hacienda de Bogotá y Univ. Nacional de Colombia (2010)

ETTER et al. (2008) señalan que entre 1920 y 1970 el crecimiento demográfico desempeñó un papel cada vez mayor en el cambio de cobertura del suelo en zonas como los andes colombianos. Desde 1970 la industria, la urbanización y la globalización aumentaron la presión para la expansión de la frontera agrícola. En el año 2005 la ciudad tenía una población de 7.185 889 habitantes y una densidad poblacional aproximada de 3912 habitantes/km<sup>2</sup>. En el año 2009 se estimaron en Bogotá 7.259 597 habitantes, de acuerdo a las cifras presentadas por el DANE (2011).

Los incrementos más significativos de la población para la última década del siglo XX y la primera del siglo XXI han sido desproporcionales a los recursos disponibles de la ciudad, lo cual se evidencia en el déficit en la cobertura en transporte, servicios públicos, salud, seguridad social y empleo y además se ha manifestado también en la ocupación legal e ilegal y descontrolada de zonas de reserva y áreas restringidas por amenazas naturales, (PULIDO SIERRA, S.I Y ROJO-ARBORECA, A, 2017).

#### **4.1.4 Estudios Multitemporales**

Los estudios multitemporales son análisis de tipo espacial realizados mediante la comparación de coberturas interpretadas en imágenes satelitales, mapas, fotografías aéreas de una misma zona en diferentes periodos de tiempo, permitiendo evaluar los cambios de las coberturas que han sido clasificadas, (chuvieco 1990). Es uno de los métodos más eficaz para la comparación y determinación de cambios en un lapso de tiempo (Silva, 1999).

Los estudios en las dinámicas de cambio del uso del suelo contribuyen a conocer el manejo y aprovechamiento de la naturaleza por parte del hombre en un territorio, en años recientes se ha reconocido la importancia de realizar este tipo de estudios para analizar, entender y tomar decisiones en la formulación de políticas de planeación, (Dale, 1977, Flores et al, 2005).

#### **4.1.5 Áreas Protegidas**

Las Áreas protegidas naturales surgen como mecanismo para salvaguardar elementos naturales y culturales representativos, el valor de las áreas protegidas podría ser mayor en el futuro, puesto que la preservación de material genético sustentara avances en varias ramas de la ciencia (McNeely, 1995), Las Áreas protegidas son reservorios de poblaciones silvestres de especies de flora y fauna, cuyo potencial económico y ecológico debe incorporarse a los sistemas de producción, (Imbach y Godoy, 1992).

Colombia se adscribe en 1994 con la ley 165 al convenio sobre Diversidad Biológica de 1992, además de establecer áreas protegidas mediante los decretos 2811 y 877 de 1974 y 1976 junto con las leyes 52 1959 y 2 de 1948, actualmente el país cuenta con 59 áreas protegidas, equivalente a más de 14 millones de hectáreas, a lo que hay que sumarle las áreas regionales y las

reservas de la sociedad civil, en total serían más de 23 millones de hectáreas protegidas.

Estas leyes y decretos establecieron áreas protegidas, sin embargo, esto se hizo sin criterios claros o relacionados a la priorización de áreas de importancia, declarando sobre zonas de difícil acceso sin impedir el uso de la tierra para otras actividades productivas, lo que explica el alto porcentaje de AP en la cordillera oriental colombiana, (Armenteras et. al., 2002), la arbitrariedad de la declaración de las AP no solo hace que la ocupación en ellas sea un problema relacionados con el derecho de propiedad y desplazamientos, (Paredes, 2012), sino que su regulación no sea clara ni tampoco su reconocimiento (Bruner et, al, 2001), es por ello que el sistema de áreas debe ser reforzado, evaluado y replanteado de tal manera que la conservación sea significativa (Sanchez, Cuervo, 2012), siendo fundamental la participación de todos los actores a lo largo del proyecto, (Paredes, 2010).

#### **4.1.6 Conservación en zonas urbanas y Periurbanas**

El mantenimiento de la biodiversidad fue incorporado en la conferencia de Rio De Janeiro en 1972, como uno de los grandes objetivos de las estrategias de conservación a nivel mundial, desde entonces las investigaciones en este campo han mostrado no solo las áreas naturales o semi-naturales pueden tener una gran cantidad de fauna, flora y hábitats sino que también las zonas urbanas y periurbanas pueden aguarar una gran variedad de organismos y comunidades (CELECIA, 1997). Hay que tener en cuenta que una gran cantidad de zonas urbanas se encuentran en fondos de valles y en sistemas riparios altamente productivos, los cuales poseen una gran biodiversidad, de hecho a gran escala hay un correlación positiva entre la población humana y el número de especies de una región, lo que significa que el ser humano compite con la biodiversidad por el espacio vital, (PAUTASSO, 2007). En consecuencia, las reservas naturales próximas de las ciudades pueden albergar una gran cantidad de especies, ya que estas áreas protegidas en su mayoría son fragmentos de ecosistemas de una alta biodiversidad (SCHAEFER, 1994).

Los paisajes urbanos son mosaicos altamente heterogéneos en donde los elementos verdes como remanentes de bosque, matorrales nativos, vegetación riparia, humedales, manglares, quebradas, ríos, campos agrícolas, y forestales, así como los parques, corredores, lotes baldíos etc, constituyen redes y nodos dentro de una matriz urbana, dentro de estos espacios verdes existen áreas con valores naturales y sociales relevantes que ameriten alguna estrategia de conservación a largo plazo, y que cuente con el respaldo y la participación social, (Montoya, J., Ruiz, D. M., Matallana, C. y G. I. Andrade. (2018).

Estas áreas de conservación urbana limitan y permiten planificar la expansión de las ciudades, actúan como elementos de conexión de los demás espacios verdes, y ayudan acercar a la gente a la naturaleza y su entorno regional, sin embargo existe una gran reto en su gestión debido a que su declaratoria (Decreto 2372 de 2010) y manejo como área protegida están sujetos a estándares asociados la biodiversidad (estructura, composición y función) que son difíciles

de lograr en contextos urbanos donde los ecosistemas están altamente transformados, (Montoya, J., Ruiz, D. M., Matallana, C. y G. I. Andrade. (2018).

Actualmente las ciudades han liderado otras formas de protección a estos espacios, con instrumentos normativos, (planes de ordenamiento territorial, acuerdos municipales, resoluciones y decretos, entre otros) y sistemas de gestión no gubernamentales comunitarios y privados., por lo tanto es importante fortalecer la forma en la que se aborda y se gestiona la biodiversidad en entornos urbanos, reconociendo y redefiniendo la importancia de las áreas protegidas urbanas en Colombia, (Montoya, J., Ruiz, D. M., Matallana, C. y G. I. Andrade. (2018).

## **4.2 Antecedentes**

A nivel distrital Gómez (2009) realizó un estudio multitemporal de la dinámica de la transformación de la cobertura en una zona de 4806 ha, mediante la documentación del crecimiento urbano en la zona de una localidad de Suba entre los años 1995 y 2006, la creación de mapas de coberturas indicando el cambio en estas y finalmente mediante un modelo de regresión logística que permitió identificar las variables explicativas más relevantes en el crecimiento urbano de la zona de estudio.

Leisher et. al. (2013) utiliza la percepción remota con el fin de evaluar áreas protegidas en Latinoamérica, encontrando que de 38 áreas evaluadas en Colombia el 80% ha sufrido cambios en el uso del suelo y la vegetación.

Rodríguez et.al. (2013) demostraron que para las áreas protegidas de categorías superiores (II Y III), la deforestación es mayor fuera de sus límites, sin embargo los modelos muestran que hay una pérdida de coberturas dentro de las AP especialmente aquellas que están ubicadas en el rango central y este de la cordillera occidental.

Etter et. al. (2006) explica los patrones de transformación hacia áreas agrícolas y elaboran modelos de transformación para todo el país y a nivel regional identificando factores como la accesibilidad de un lugar sea más propenso a la transformación, factores que están de igual manera relacionados a la fertilidad del suelo, pendiente, precipitación y demás condiciones biofísicas.

A escala regional Romero-Ruiz et al (2012), hacen un análisis de las transformaciones en los ecosistemas de sabanas en los llanos orientales colombianos desde 1987 al 2007, encontrando tendencias de cambio en el uso del suelo y la vegetación asociadas a la economía, además de hacer algunas proyecciones relacionadas al desarrollo económico y la demografía. Etter y van Wyngaarden (2000), tras la revisión de las transformaciones del paisaje y los procesos asociados en Colombia con énfasis en la región andina, parten de la premisa de que los cambios están relacionados con factores como la distribución y densidad de la población, el tipo de uso a través de la historia del suelo, por lo que logran identificar las causas recientes de la transformación siendo estas, alta

tasa de crecimiento poblacional, movimiento forzado, crecimiento de cultivos ilícitos.

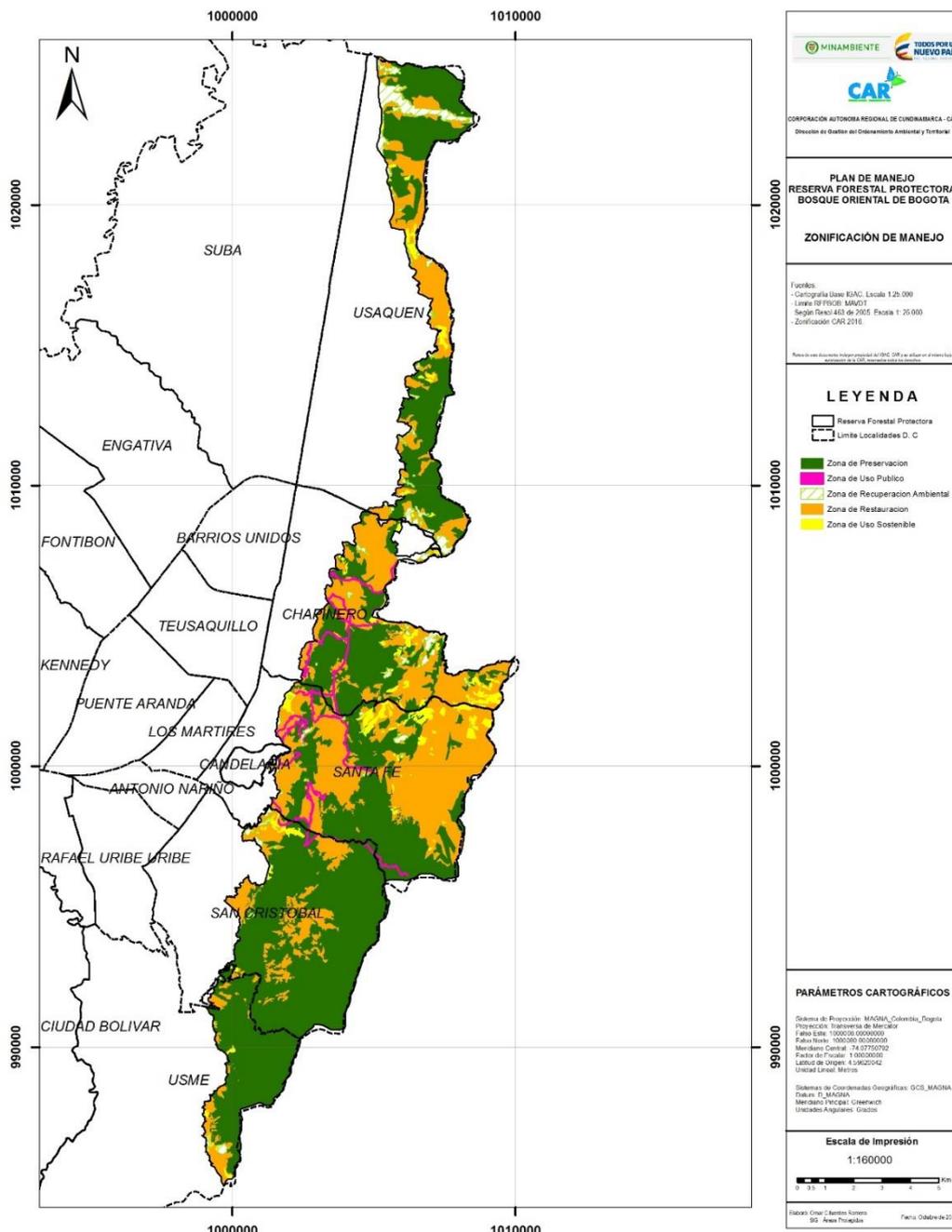
Figuroa , Sánchez-Cordero, Illoldi-Rangel, y Linaje2 (2011), en un análisis de efectividad de las áreas protegidas para contener procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación en México encontraron diversos estados de conservación de la vegetación, desde aquellas en las que no se observaron superficie transformada, hasta las que mostraron 70% de superficie transformada, Sin embargo, la mayoría de las AP se encontraban en buen estado de conservación, el 77% de las AP tenía menos del 20% de superficie transformada, otro 30% mostró una reducción en la superficie transformada, en tanto que en otro 30%, el incremento en la superficie transformada fue mayor que la tasa promedio de las AP analizadas.

## **5. Área de estudio**

### **5.1 Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental De Bogotá**

#### **5.1.1 Localización Geográfica**

La Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental De Bogotá es una cadena de montañas ubicada en el costado oriental del casco urbano de Bogotá formando parte del territorio rural de las localidades de Usme, San Cristóbal, Santa Fé, Chapinero y Usaquén, con una extensión aproximada de 13.017,82 hectáreas, - de acuerdo a la cartografía de la Resolución 463 de 2005-; y se eleva desde los 2650 hasta los 3600 m.s.n.m. Convirtiéndose en una barrera geográfica de la Sabana de Bogotá , colindando con los municipios de Chía, Sopó, La Calera, Choachí, Ubaque y Chipaque y está conformada, entre otras, por las veredas de Torca, Verjón Bajo, Verjón Alto, Lomitas, La Peña, Capellanía, Altos de Serrezuela, Cerezos, Fátima, Monserrate y Los Soches.



**Mapa 1.** Localización general Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, Plan de Manejo Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá

## 5.2 Parcelación La Floresta Vereda Torca, localidad de Usaquén, Bogotá D.C. Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá

### 5.2.1 Contexto Histórico

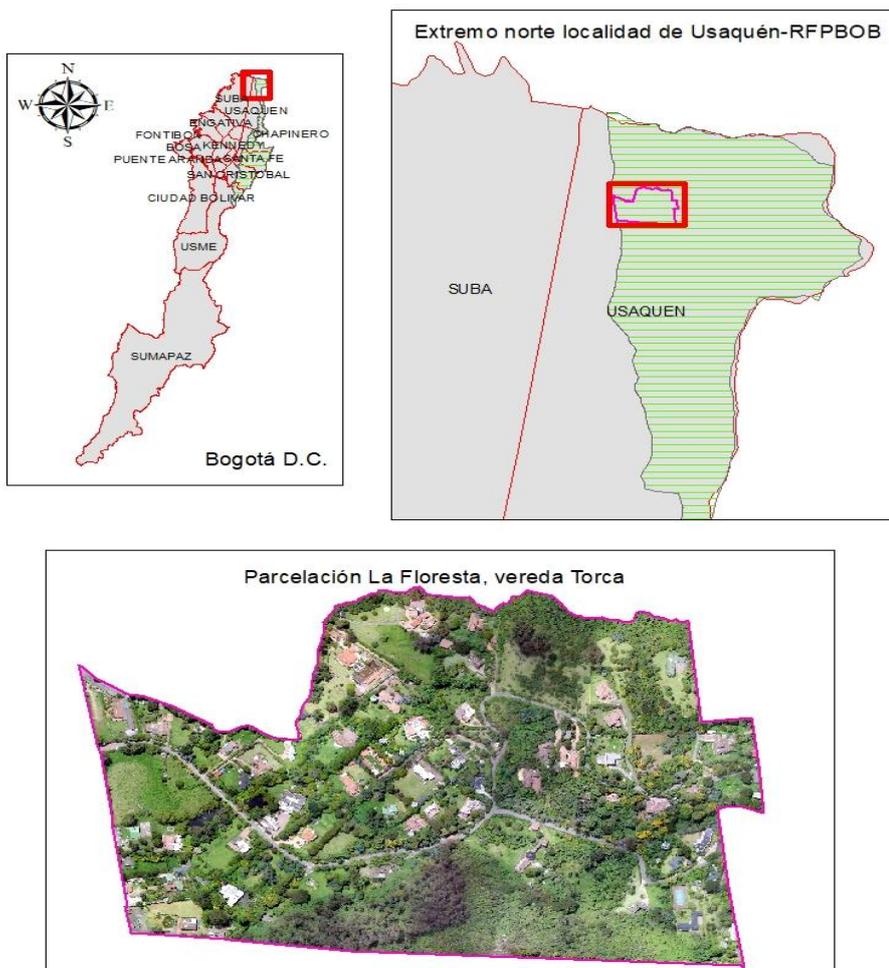
Según el Plan Anual de Estudios (PAE, 2006), La Parcelación La floresta hacía parte de un predio llamado “Floresta De La Sabana” que limitaba con el perímetro urbano de Bogotá D.C, extendiéndose hasta la divisoria de aguas en límites con el municipio La Calera, este predio fue comprado en 1945 por el señor Cesar García quien constituyó la empresa parcelación La Floresta Ltda, en sociedad

con Samper y compañía. El 4 de diciembre del año 1957 la Alcaldía Mayor de Bogotá expidió mediante el Decreto No. 981, licencia urbanística para la Parcelación La Floresta, incluida dentro del predio “Floresta de la Sabana” y correspondiente a la zona baja del mismo.

Esta licencia fue perfeccionada mediante la escritura No. 2507 del 27 de mayo de 1957, a nombre del señor Santiago Samper.

### 5.2.2 Localización Geográfica

La Parcelación La Floresta, se ubica en la carrera 7 # 234-04 vereda Torca de la localidad de Usaquén, dentro del polígono de la RFPBOB, específicamente en el extremo norte de la misma, ocupando 389.423,477 m<sup>2</sup>. Según la zonificación ambiental aprobada mediante la Resolución 1766 del 27 de octubre de 2016, esta se encuentra principalmente en la zona de Recuperación Ambiental de la Reserva Forestal, salvo algunos sectores que se ubican en las zonas de Preservación y Restauración.



**Mapa 2.** Localización general Parcelación La Floresta, vereda Torca, localidad de Usaquén, Bogotá D.C

### **5.2.3 Contexto Biofísico**

Según la clasificación del clima Caldas-Lang, la Reserva presenta los siguientes climas en el borde urbano es frío semihúmedo, 16,8% del área; en el sector occidental y la parte alta de las localidades de Usaquén, Chapinero y San Cristóbal, predomina el clima páramo bajo semihúmedo representando el 46,8% de la reserva. Mientras que en el sector oriental, principalmente en las localidades de Santa Fe y San Cristóbal, en las partes más altas de las cuencas de San Francisco, San Cristóbal y Yomasa, el clima es páramo bajo húmedo que equivale al 33,5% del área de la reserva. Finalmente, al norte de la localidad de Usaquén, se presenta en un 2,7% del área de la reserva el clima Frío Semiárido, (CAR 2016)

La temperatura tiene una distribución espacial que cambia de acuerdo a la altitud. Los lugares más fríos de la reserva se localizan en las partes altas (páramo de Cruz Verde y partes altas de las cuencas del San Francisco, San Cristóbal y Yomasa), en donde la temperatura media anual oscila entre 8 y 12°C, Así mismo, en las partes más bajas, por debajo de los 2.860 msnm se registran las temperaturas más altas, con una temperatura media anual que varía desde los 13.9 °C, por debajo de los 2.620 msnm, a 12°C hasta la cota 2860 msnm; esto se puede observar para la zona occidental de la reserva, en las localidades de Chapinero y Usaquén, (CAR 2016)

### **5.2.4 Contexto Socioeconómico**

#### **Localidad Usaquen**

La zona rural de Usaquén presenta un proceso acelerado de urbanización y muchos de sus habitantes dependen de las actividades que desarrollan en las áreas urbanas de Bogotá, por esta razón no encontramos población campesina como grupo social, las dinámicas sociales no indican la existencia de prácticas campesinas, ya que las actividades relacionadas con el trabajo de la tierra no son la base de la articulación social de sus habitantes. La mayoría de los barrios que colindan con la zona de reserva forestal están legalizados y cuentan con servicios públicos y rutas de transporte urbano; así mismo, las dinámicas sociales del territorio son propias de habitantes urbanos, (CAR 2016). De acuerdo con la Política Pública de Ruralidad (2007), la localidad de Usaquén no tiene población rural campesina.

Respecto de la prestación de servicios públicos, se debe destacar que la Parcelación La Floresta cuenta con cobertura en todos sus predios en servicios de aseo y recolección de basuras, gas, acueducto, telefonía, luz e internet, entre otros, todos, con excepción del servicios de acueducto y alcantarillado, son prestados por empresas prestadoras de servicios públicos del Distrito, En lo que respecta al acueducto, este servicio es prestado por Acuafloresta y debidamente administrado por la Parcelación, está compuesto por dos (2) sectores o subsistemas, el primero llamado Nóvita y el segundo llamado La María. Ambos deben sus nombres a su respectiva fuente de captación y cada uno está debidamente concesionado ante la CAR. (CAR 2016).

## 6. Materiales y métodos

Para desarrollar este análisis, fueron levantadas en el software Arcgis las coberturas del suelo de la Parcelación La Floresta para 4 años diferentes, utilizando un ortofotomosaico y tres fotografías pancromáticas.

- Ortomosaico de la Parcelación La Floresta, levantado en el año 2019 con resolución espacial planeada GSD de 8.0 cm/pxl, mediante la toma de fotografías aéreas con un vehículo aéreo no tripulado y la toma de coordenadas planas en campo, con un sistema de navegación global por satélite (GNSS) de precisión, navegación cinética satelital en tiempo real (RTK) de doble frecuencia.



**Imagen 1.** Ortofotomosaico de la Parcelación La Floresta del año 2019.

- Recorte de la fotografía aérea pancromática No. 258 del vuelo C-2717 del 16 de febrero de 2004, escala 1:20.000, tomada del Centro de Documentación del Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC.



**Imagen 2.** Fotografía aérea pancromática del año 2004.

- Recorte de la fotografía aérea pancromática No. 131 del vuelo SAV-415 del 6 de febrero de 1998, escala 1:21.000, tomada del Centro de Documentación del Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC.



**Imagen 3.** Fotografía aérea pancromática del año 1998.

- Recorte de la fotografía aérea pancromática No. 008 del vuelo C-2265 del 27 de noviembre de 1986, escala 1: 23.200, tomada del Centro de Documentación del Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC.



**Imagen 4.** Fotografía aérea pancromática del año 1986.

## 6.1 Recopilación de información

Por su parte, se describe a continuación la metodología para el levantamiento del ortofotomosaico, así como también los tratamientos de ajuste y rectificación adelantados sobre las fotografías aéreas del IGAC.

### Levantamiento Ortofotomosaico

Este ortofotomosaico fue obtenido mediante la adquisición de datos a partir de la toma de fotografías aéreas desde un vehículo aéreo no tripulado y la toma de coordenadas planas en campo, ejecutando las siguientes fases:

#### *Planeación:*

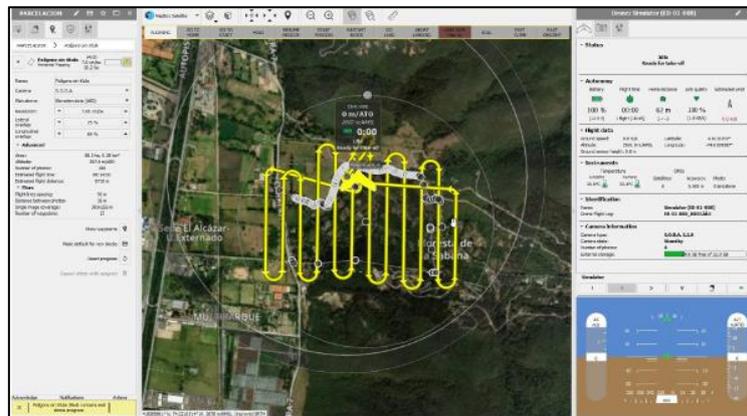
Con el conocimiento previo del área de estudio se planeó la fase de campo, consistente en la ejecución de un vuelo con un vehículo aéreo no tripulado para la toma de fotografías aéreas y la toma de coordenadas planas en terreno. En esta planeación, fueron tenidos en cuenta factores como la dimensión del área objeto de estudio, la topografía del terreno y la resolución espacial requerida, definiendo los siguientes parámetros:

Variable	Valor
Resolución espacial planeada GSD	8.0 cm/pxl
Traslape lateral	75%
Traslape longitudinal	85%
No. de vuelos	1
Área x cubrir aproximada	35 Has
Número de waypoints	6
Distancia entre fotos	38 m

**Tabla 1.** Planeación de vuelo.

Considerando estos parámetros, se realizó una simulación de vuelo que permitió:

- a) Aproximar las condiciones de operación.
- b) Identificar los riesgos de la operación.
- c) Definir las líneas y alturas de vuelo, así como también el radio de operación.
- d) Identificar la topografía a través de la capa de elevaciones que contiene el Modelo Digital de Terreno a 30 m.
- e) Analizar el tablero de control y optimizar las condiciones técnicas para garantizar una operación segura.



**Imagen 5.** Simulación de vuelo.

### *Campo:*

Durante la fase de campo se llevó a cabo la toma de fotografías aéreas con un vehículo aéreo no tripulado de tipo dron de ala fija Ebbe, como se presenta en la siguiente imagen:



**Imagen 6.** Equipo UAV para la adquisición de datos, específicamente fotografías aéreas.

Es importante precisar que este equipo permitió la captura de fotografías aéreas georreferenciadas del área de la Parcelación La Floresta en el sistema Magna Sirgas Zona Bogotá, obteniendo en total 125 imágenes.

Paralelamente, se dio un amarre en piso por medio de un sistema de navegación global por satélite (GNSS) de precisión, navegación cinética satelital en tiempo real (RTK) de doble frecuencia, realizando la toma de coordenadas en 6 puntos de control dentro del área de la parcelación, los cuales fueron marcados en zonas despejadas, libres de obstáculos y libres de vegetación, con el fin de garantizar la visibilidad en la captura aérea y en el procesamiento posterior. Estos puntos se presentan en la siguiente tabla:

ID	Norte	Este	Cota
PC1	1023816,188	1005914,493	2.672,63
PC2	1023990,642	1005542,316	2.624,201
PC3	1023520,784	1006004,159	2.678,938
PC4	1023711,546	1005707,397	2.615,45
PC5	1023801,637	1005275,652	2.595,406
PC6	1023611,855	1005302,09	2.595,532

**Tabla 2.** Puntos de control en los cuales se tomaron mediante el sistema citado, coordenadas planas en el área de la Parcelación La Floresta.

Se presentan a continuación imágenes del montaje de la estación y equipos empleados en la toma de coordenadas planas:



**Imagen 7.** Montaje del equipo base, GPS doble frecuencia.



**Imagen 8.** Equipo móvil empleado en campo para la toma de puntos de control terrestre

## 6.2 Procesamiento de información

Durante esta fase se adelantó la revisión de las fotografías aéreas, descargándolas del Ebee al computador, al igual que los datos tomados con GPS en tierra. La concatenación de esta información fue realizada en el software Pix4D, enlazando las fotografías aéreas para la obtención del ortofotomosaico, como se presenta en la siguiente imagen:



**Imagen 9.** Ortofotomosaico obtenido a partir de la incorporación de las fotografías aéreas y puntos de control en el Software Pix4D.

De manera complementaria, fueron definidos los formatos de salida de las fotografías aéreas y del ortofotomosaico, realizando las ediciones respectivas para el ajuste de este último.

En el postproceso, luego de obtener la nube de puntos del modelo preprocesado, fueron incorporadas las coordenadas tomadas con GPS doble frecuencia en campo, ajustando la imagen de acuerdo a las marcas de fotocontrol. Este procedimiento, permitió optimizar la precisión de los productos generados.

De manera complementaria, es importante precisar que, a partir de este ortofotomosaico, se adelantó el ajuste y rectificación de las fotografías pancromáticas obtenidas en el Centro de Documentación del IGAC, cuyo procesamiento se presenta a continuación.

#### *Fotografías aéreas pancromáticas igac*

De manera preliminar, se presentan a continuación las fotografías aéreas obtenidas en el Centro de Documentación del Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC:



**Imagen 10.** Fotografía aérea pancromática del año 1986.



**Imagen 11.** Fotografía aérea pancromática del año 1998.



**Imagen 12.** Fotografía aérea pancromática del año 2004.

Estas imágenes fueron procesadas por separado en el software Arcgis 10.3, realizando un recorte preliminar sobre cada una que incluyera el área objeto de estudio.

Realizado el recorte, se procedió a realizar el encuadre sobre el ortofotomosaico georreferenciado, para lo cual se empleó la herramienta “*Fit to Display*” de la barra de “*Georeferenciación*”. Una vez encuadrados sobre el área de estudio, estos recortes fueron ajustadas manualmente mediante las herramientas rotar y escalar de la misma barra.

Posteriormente, se llevó a cabo un proceso de rectificación de cada una de las imágenes, mediante la asignación de puntos de control desde el ortofotomosaico del año 2019. Este proceso fue realizado desde la imagen más reciente hasta la más antigua. En cada caso se emplearon 30 puntos de control.

Por su parte, la rectificación fue realizada usando el método “*Spline*” de la herramienta de “*Transformación*” de la barra de “*Georeferenciación*”, con un error de 0.

Una vez rectificadas, se realizó finalmente el recorte de cada una de las imágenes utilizando el Shape del área de estudio, es decir los límites de la Parcelación la Floresta, mediante la herramienta “*Recorte*” de la barra de “*Geoprocesamiento*”.

### 6.3 Análisis de información

El levantamiento de coberturas fue realizado en proyectos separados en Arcgis para cada año. En cada proyecto se creó una sola capa o Shape de coberturas, dibujando manualmente los polígonos correspondientes para el 100% del área de la Parcelación La Floresta. Una vez realizado este levantamiento, se procedió a definir un “*Geodatabase*” y dentro de este, un “*Datasef*” para cada uno de los años analizados. En cada “*Datasef*” fue importada la capa de coberturas correspondiente y para cada uno de ellos se definió una “*Topología*”, asignando reglas para la corrección de errores de solapamiento y huecos o espacios vacíos entre entidades. A partir de ello, se realizó la corrección de errores mediante el inspector de Arcgis, obteniendo para cada año, la capa corregida de coberturas.

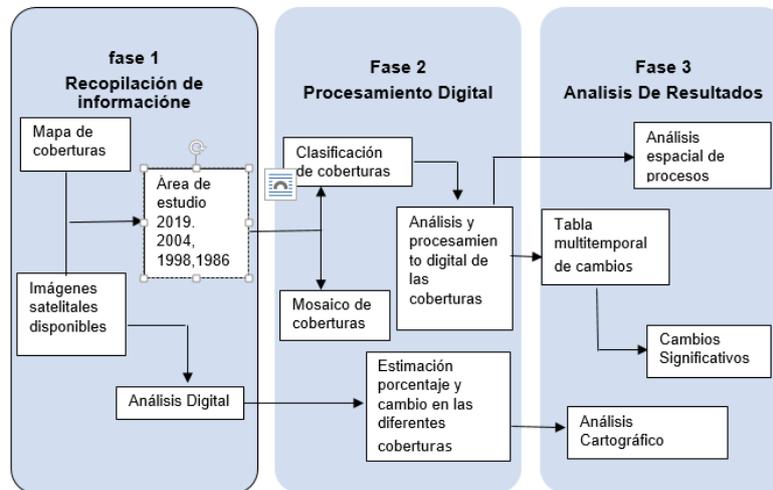
Posteriormente, para cada uno de los polígonos se asignaron valores entre 1 y 10, de conformidad con cada una de las coberturas predefinidas, las cuales se presentan en la siguiente tabla:

ID	Clasificación coberturas	Clasificación coberturas
	Nivel 1	Nivel 2
1	Territorios artificializados	Zonas construidas
2		Zonas verdes artificializadas
3		Vías y parqueaderos destapados
4	Territorios agrícolas	Pastos con arbolado disperso
5		Pastos limpios
6	Bosques y áreas seminaturales	Plantación forestal con sotobosque nativo
7		Coberturas boscosas nativas
8		Coberturas herbáceas y/o arbustivas nativas
9		Tierras desnudas
10	Superficies de agua	Cuerpos de agua artificiales

**Tabla 3.** Clasificación de coberturas y ID asignados en Arcgis.

Finalmente, empleando la herramienta “*Dissolver*” de la barra de “*Geoprocesamiento*”, se procedió en cada caso a agrupar por ID los polígonos resultantes, obteniendo tablas de atributos condensadas o resumidas en las 10 categorías o coberturas definidas. A estas tablas, les fueron agregados 3 campos adicionales, correspondientes a 2 campos de texto para la clasificación de coberturas; y un campo de áreas, sobre el cual mediante la función “*Calcular Geometría*” de calcularon las áreas ocupadas por cada cobertura. A partir de esto se generó una tabla multitemporal de cambios, en donde se presentan las transiciones que se producen entre los años 1886 , 1998, 2004 y 2019, lo que

permite observar, no sólo las zonas de cambio sino también comparar la cobertura original y la actual.

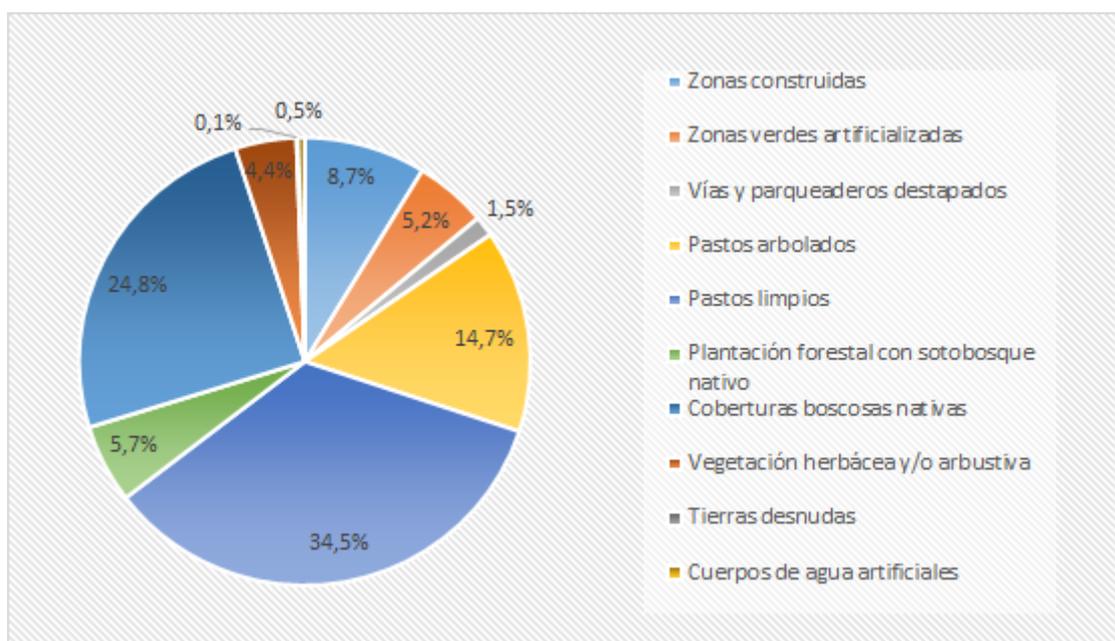


**Figura 3.** Procedimiento indicando las actividades y herramientas metodológicas a utilizar durante las diferentes fases del proceso investigativo.

## 7. Resultados

De acuerdo al análisis realizado en La Parcelación La Floresta, para el año 1986 encontramos que la mayor cobertura perteneció a pastos limpios con un 34,5%, seguido de un 24,8% en coberturas boscosas nativas, la cobertura de pastos arbolados obtuvo un 14%, mientras las coberturas de menor representación fueron tierras desnudas, cuerpos de agua artificiales y vías y parqueaderos destapados, con unos valores 0,1%, 0,5% y 1,5% respectivamente. (Grafico 1)

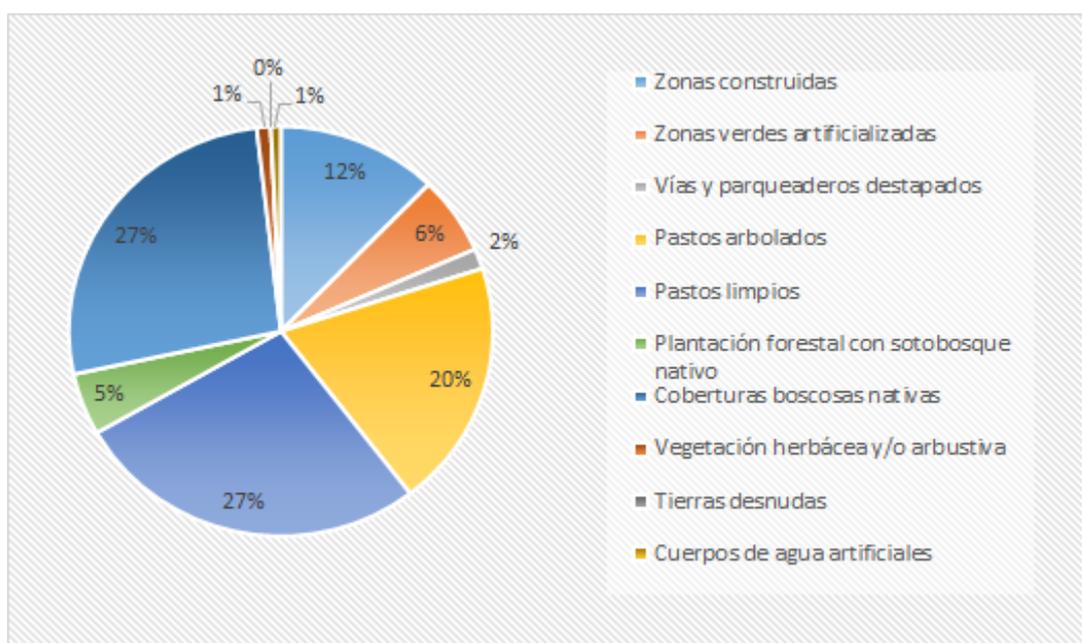
### Distribución porcentual coberturas año 1986



**Gráfico 1.** Porcentaje de coberturas 1986, parcelación La Floresta, vereda Torca de la localidad de Usaqué, RFPBOB, a nivel 2 adaptación de la metodología Corine Land Cover.

Para el año 1998 las coberturas que tuvieron mayor representación fueron las de pastos limpios y coberturas boscosas nativas, con un 27% para ambos casos, seguidas de pastos arbolados, 20%, zonas construidas, 12%, zonas verdes artificiales con un 6% y plantación forestal con sotobosque nativo, 5%, las coberturas que tuvieron menor porcentaje fueron, tierras desnudas, 0%, vegetación herbácea y/o arbustiva y cuerpos de agua artificiales con un 1%. (grafico 2)

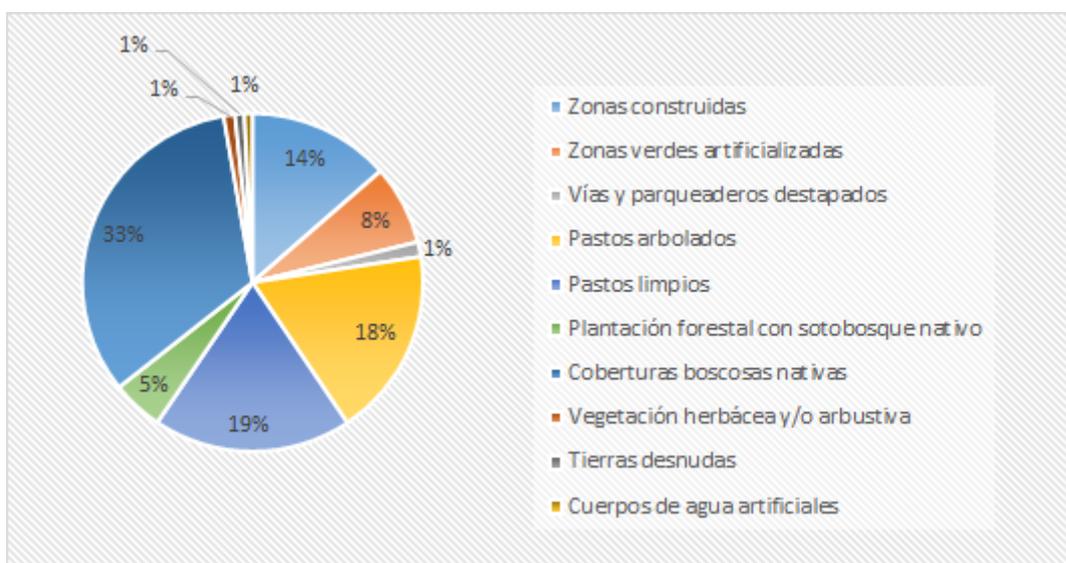
### Distribución porcentual coberturas año 1998



**Gráfico 2.** Porcentaje de coberturas 1998 parcelación La Floresta, vereda Torca de la localidad de Usaqué, RFPBOB, a nivel 2 adaptación metodología Corine Land Cover.

Para el año 2004, las coberturas boscosas nativas obtuvieron un 33% teniendo la mayor representatividad, seguidas por la cobertura pastos limpios y pastos arbolados con un 19% y 18 % respectivamente, las zonas construidas para este año obtuvieron un 14% seguidas por zonas verdes artificias, 8% y plantación forestal con sotobosque nativo, 5%. (grafico 3)

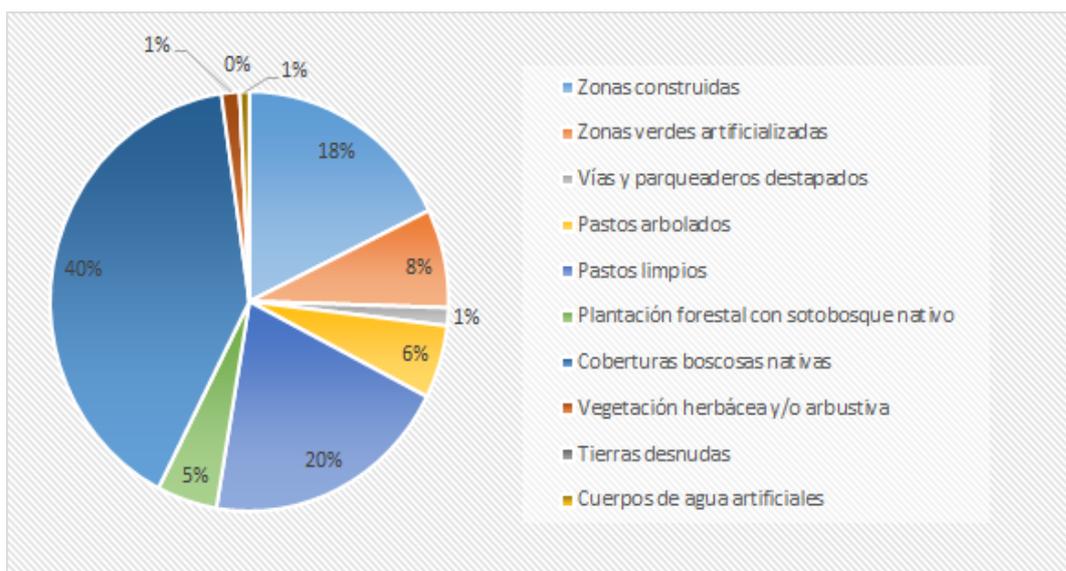
### Distribución porcentual coberturas año 2004



**Gráfico 3.** Porcentaje de coberturas 2004 parcelación La Floresta, vereda Torca de la localidad de Usaqué, RFPBOB, a nivel 2 adaptación metodología Corine Land cover.

En el análisis de las coberturas para el año 2019, la cobertura con mayor porcentaje, 40% fue la cobertura boscosa nativa, seguida por un 20% en pastos limpios y un 18% en zonas construidas, seguidas por zonas verdes artificiasdas, 8%, pastos arbolados 6% y plantación forestal con sotobosque nativo, 5%. (Gráfico 4)

### Distribución porcentual coberturas año 2019



**Gráfico 4.** Porcentaje de coberturas 2019 parcelación La Floresta, vereda Torca de la localidad de Usaqué, RFPBOB, a nivel 2 adaptación metodología Corine Land cover.

En La Parcelación La Floresta, para el año 1986 la cobertura de zonas construidas cubría 34.012 m<sup>2</sup>, es decir el 8,7% de su extensión total, el análisis realizado a la fotografía aérea de 1998 reporto un aumento del 3.3%, 13.814 m<sup>2</sup> durante estos 12 años. Para el 2004 el análisis indica que durante estos 6 años se tuvo un aumento de 4.901 m<sup>2</sup>, 2%, siendo una cantidad menor que en el anterior periodo. Para el año 2019 el aumento fue de 16.858 m<sup>2</sup>, 4%, durante estos últimos 15 años. Con el análisis del año 2019 se determinó que en La Parcelación La Floresta hay 69.585 m<sup>2</sup> de zonas construidas, 18% del área total. Esto quiere decir durante el periodo de 33 años, comprendido entre 1986 y 2019 el aumento de zonas construidas fue de 35.573 m<sup>2</sup>, 9.3% con lo cual se puede decir que ha existido una construcción constante. (tabla 4)

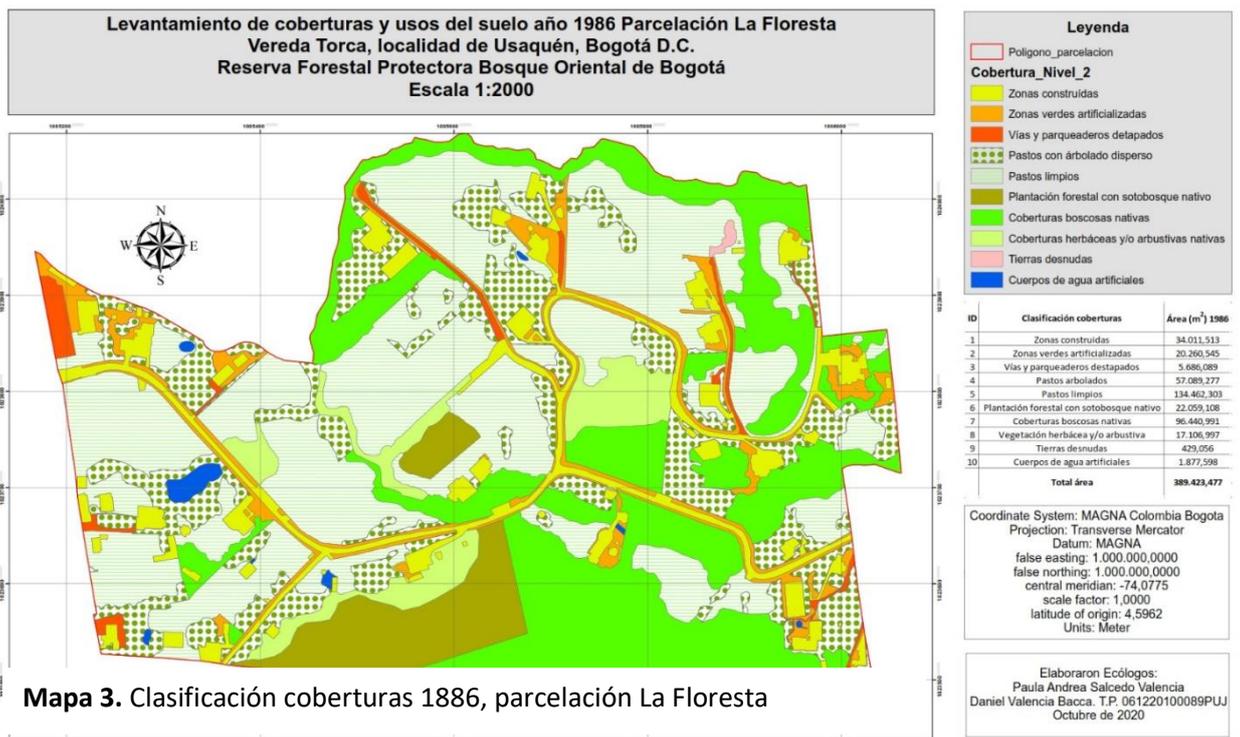
De igual manera para las coberturas boscosas nativas también se observó un aumento significativo, para el año 1986 estas coberturas ocupaban 96.441 m<sup>2</sup>, 24,8% de La Parcelación, en el análisis de 1998, estas coberturas aumentaron 2.2%, 6.908 m<sup>2</sup> en 12 años, en el 2004 se obtuvo un aumento en el 6%, 24.853m<sup>2</sup> en tan solo estos 6 años, un aumento considerable teniendo en cuenta la cantidad de años transcurridos y finalmente para el 2019 estas coberturas aumentaron 7%, 28.304m<sup>2</sup> en 15 años, teniendo así un aumento total de 60.065m<sup>2</sup> en un lapso de tiempo de 33 años, aumento que se le atribuye a la figura de Área Protegida como Reserva Forestal en la que se encuentra el predio y el acogimiento de la normatividad ambiental por parte de los propietarios. (tabla4)

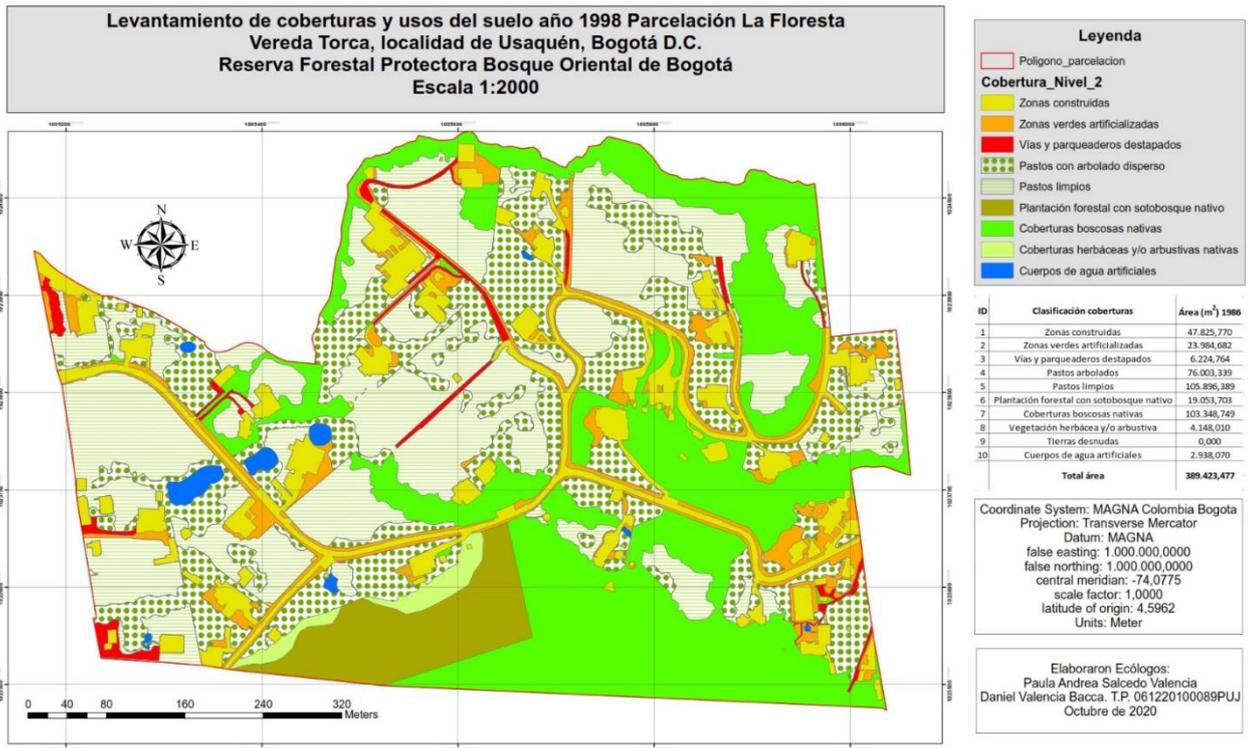
**Gráfico 4.** Porcentaje de coberturas 2019 parcelación La Floresta, vereda Torca de la localidad de Usaquén, RFPBOB, a nivel 2 adaptación metodología Corine Land cover.

Clasificación de coberturas	1986		1998		2004		2019	
	m2	%	m2	%	m2	%	m2	%
Zonas construidas	34.012	8,7%	47.826	12%	52.727	14%	69.585	18%
Zonas verdes artificializadas	20.261	5,2%	23.985	6%	29.624	8%	29.681	8%
Vías y parqueaderos destapados	5.686	1,5%	6.225	2%	5.518	1%	5.352	1%
Pastos arbolados	57.089	14,7%	76.003	20%	70.265	18%	21.971	6%
Pastos limpios	134.503	34,5%	105.914	27%	73.387	19%	78.500	20%
Plantación forestal con sotobosque nativo	22.059	5,7%	19.054	5%	19.054	5%	19.054	5%
Coberturas boscosas nativas	96.441	24,8%	103.349	27%	128.202	33%	156.506	40%
Vegetación herbácea y/o arbustiva	17.107	4,4%	4.148	1%	4.148	1%	5.762	1%
Tierras desnudas	429	0,1%	0,000	0%	3.461	1%	15	0%
Cuerpos de agua artificiales	1.878	0,5%	2.938	1%	2.969	1%	2.997	1%
	<b>389.464</b>	<b>100%</b>	<b>389.441</b>	<b>100%</b>	<b>389.354</b>	<b>100%</b>	<b>389.423</b>	<b>100%</b>

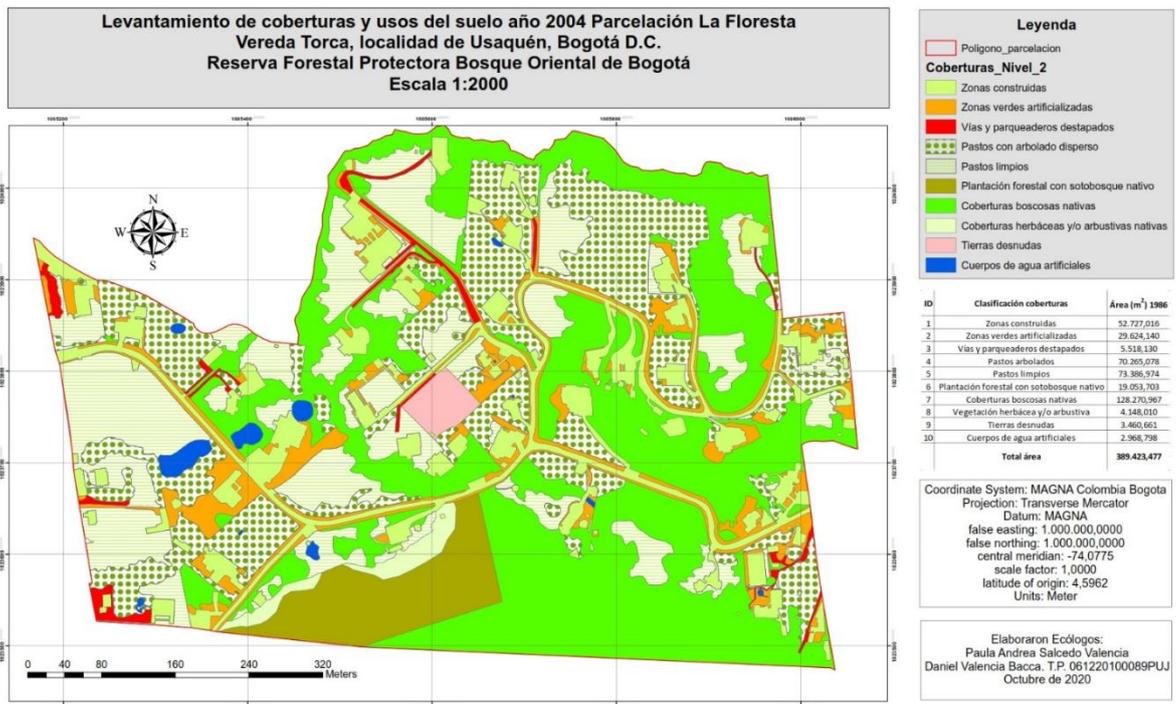
**Tabla 4.** Clasificación de coberturas, ID y áreas calculadas en el software Arcgis

## Mapas de clasificación de coberturas

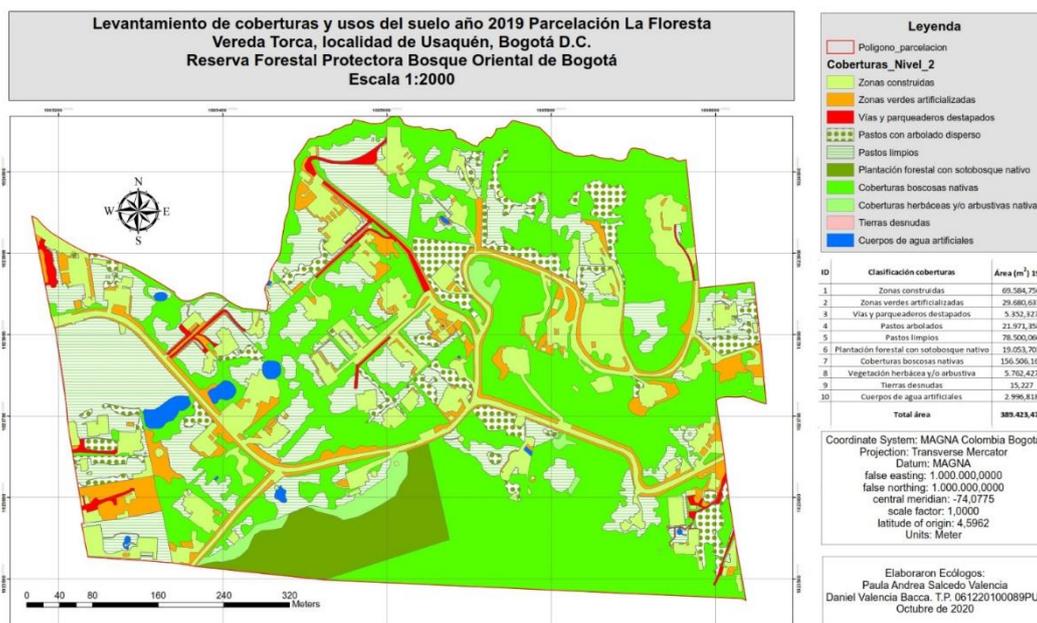




**Mapa 4.** Clasificación coberturas 1998, parcelación La Floresta



**Mapa 6.** Clasificación coberturas 2004, parcelación La Floresta.



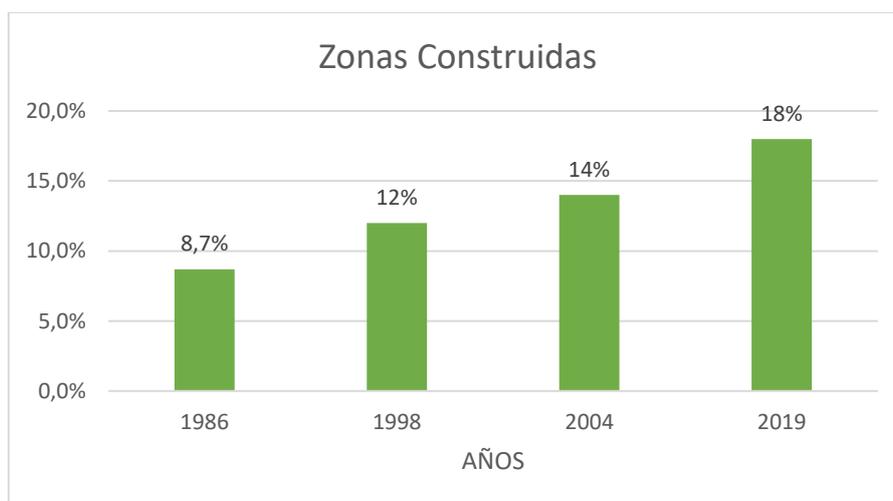
**Mapa 6.** Clasificación coberturas 2019, parcelación La Floresta.

## 8. Discusión

La ley 99 de 1993 en su artículo declaro a los páramos, aguas, valles aledaños, cerros circundantes, y sistemas montañosos de la Sabana de Bogotá, como de interés ecológico de la ciudad con destinación prioritaria agropecuaria y forestal, como consecuencia, en el año 1999 durante el proceso de la formulación del POT (Plan De Ordenamiento Territorial) de la ciudad , el distrito y la CAR por su parte reconocen la necesidad de contar con un instrumento normativo para los cerros orientales, basado en sus condiciones biofísicas, socioeconómicas y administrativas del área, siendo así incluidos mediante el decreto 619 del año 2000 por medio del cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C, como parte fundamental de la estructura ecológica de Bogotá, estableciendo en el artículo 389 que las actividades de las distintas entidades y particulares dentro de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, estarán sujetas a la zonificación y reglamentación del plan de manejo que elabora la CAR.

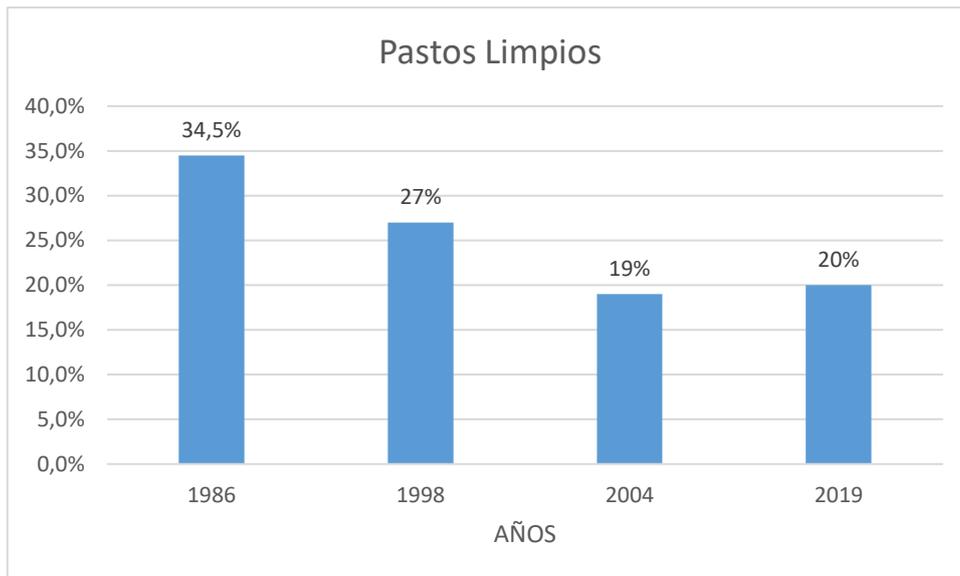
La variación en las coberturas y usos del suelo en La Parcelación La floresta corresponden a diferentes factores direccionadores entre los cuales están los usos urbanísticos y los objetivos de conservación de zona de recuperación ambiental en la que se encuentras esta misma.

En los últimos 33 años en La Parcelación La Floresta se observa un aumento del casi 10% en la cobertura de Zonas Construidas, (Figura 4) aumento que se le atribuye al uso urbanístico preexistente a cualquier pronunciamiento tendiente a la regulación ambiental y urbanística del área, inclusive preexistentes al decreto 2811 de 1874 en el que señala mediante su artículo 206 que las Reservas Forestales Protectoras del país corresponden a áreas de propiedad pública o privada, reservadas exclusivamente a la conservación permanente con bosques naturales o artificiales para la protección de los mismos y otros recursos naturales existentes, cabe destacar conforme con el Decreto Extraordinario 19 de 2012, Las licencias urbanísticas otorgan derechos que no pueden ser desconocidos ni vulnerados por leyes y decisiones posteriores de conformidad con el artículo 58 de la constitución Política.



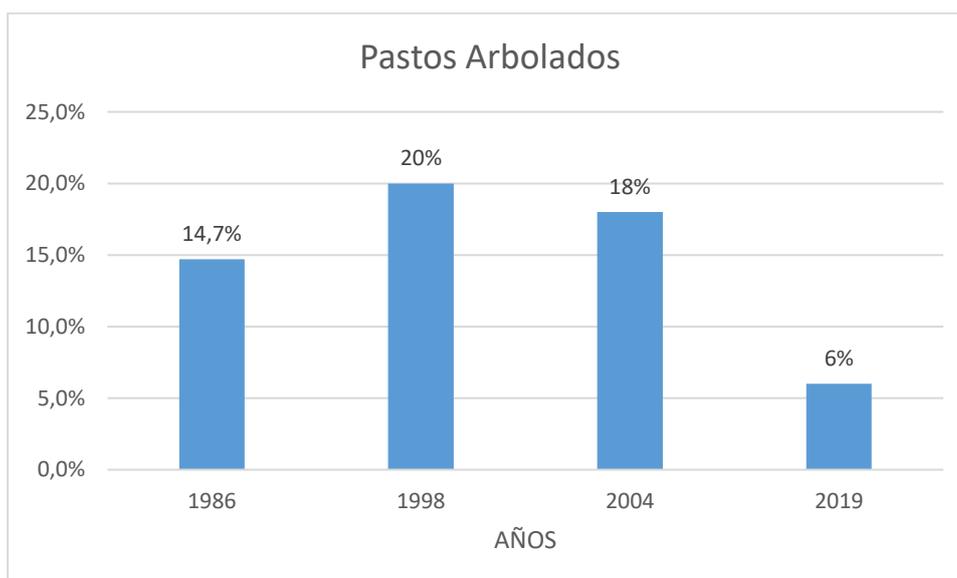
**Figura 4.** Cambios de la cobertura zonas construidas en la parcelación La Floresta, vereda Torca de la localidad de Usaquén, RFPBOB.

El 34,5% del total de La Parcelación en 1986 correspondía a la cobertura de Pastos limpios, cobertura que durante el análisis realizado demostró una disminución del casi 15% en los últimos 33 años, (figura 5), disminución que se le atribuye a la transición en su mayoría a la cobertura de Pastos arbolados, como se puede observar en los mapas de clasificación de coberturas para el año 2004 y 2019, (mapa 5) y (mapa 6), de lo que se puede inferir que se da cumplimiento a otro de los objetivos de Recuperación de esta zona, “ no permitir la implantación de nuevas unidades de vivienda rural y/o dispersa y de igual manera se deberán emprender acciones de recuperación de las zonas libres dispuesta al interior de los diferentes predios”, (CAR 2005).



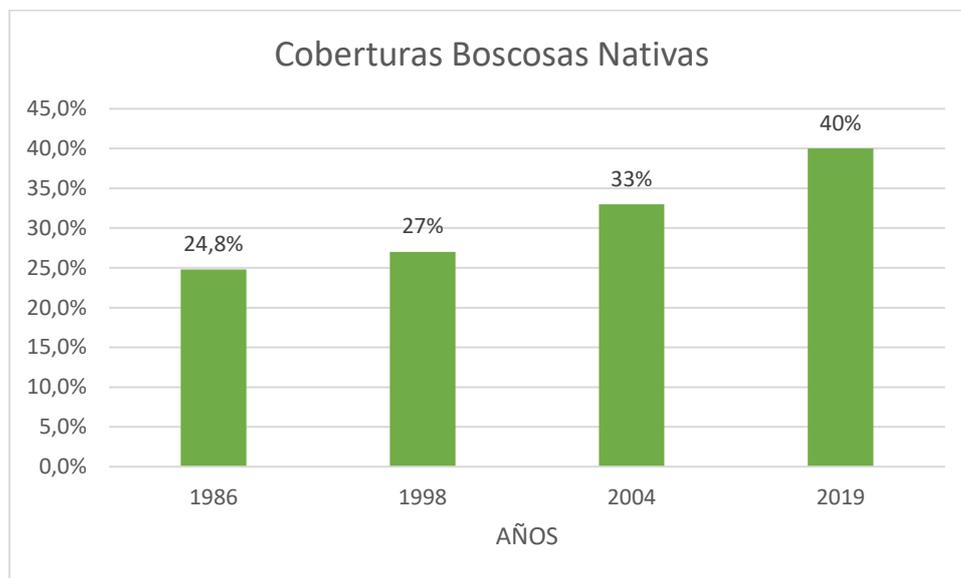
**Figura 5.** Cambios de la cobertura pastos limpios en la parcelación La Floresta, vereda Torca de la localidad de Usaquén, RFPBOB.

En cuanto a la cobertura de pastos arbolados se observa una transición considerable, en su mayoría a coberturas boscosas nativas, como se observa en los mapas de coberturas del año 2004 y 2019, disminución que se ve influenciada como consecuencia de la adopción de medidas por parte de los propietarios de estas construcciones previamente establecidas para dar cumplimiento a la normatividad ambiental vigente, expresada por la resolución 463 del 2005 en la cual se redelimita la RFPBOB, y se definen los objetivos de conservación pertinentes para cada zona establecida en esta misma.



**Figura 5.** Cambios de la cobertura pastos arbolados en la parcelación La Floresta, vereda Torca de la localidad de Usaquén, RFPBOB.

Como cambio más relevante en este estudio encontramos el aumento del casi 16% en las coberturas Boscosas Nativas, (Figura 6) cumpliendo de esta manera con uno de los objetivos de Recuperación planteados en la resolución 463 del 14 de abril del 2005 para la zona de recuperación ambiental, en cual busca una armonización y configuración equilibrada de las construcciones existentes, donde la cobertura forestal con especies nativas, como uso principal debe cubrir la mayor parte del área, (CAR 2005).



**Figura 7.** Cambios de la cobertura (Coberturas boscosas) en la parcelación La Floresta, vereda Torca de la localidad de Usaqué, RFPBOB.

Adicionalmente es pertinente señalar que la Resolución 463 reconoce en su parte considerativa que “... los Cerros Orientales han sufrido en algunos sectores procesos de cambio de los usos del suelo, que no son compatibles con los permitidos en el artículo 206 del Código de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente, para las zonas de reserva forestal protectora, ya que en la actualidad coexisten diferentes usos, de tipo urbanístico en su zona de borde, uso minero y agropecuario, con relevantes impactos y efectos ambientales sobre los ecosistemas y sobre los servicios ambientales que prestan a comunidades locales que se benefician de ella, por lo que se requiere contar con un instrumento de planificación, ordenamiento y manejo para restaurar, recuperar y armonizar las condiciones sociales, económicas y ambientales del área;”. En este sentido a pesar de la declaratoria de área protegida en la década de los 70’s, la afectación ambiental como consecuencia de los predios en el interior de la misma que denota limitaciones de uso, fue remitida por parte del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), a las oficinas de registros públicos correspondientes en los años 2005 y 2006, es decir, más de 30 años después de la declaratoria, antes de esta fecha no existía ningún tipo de uso sobre los inmuebles, incluyendo por supuesto los usos urbanísticos.

## 9. Conclusiones

En La Parcelación La Floresta en los últimos 33 años se evidenció un aumento relevante en las coberturas Boscosas Nativas, ocupando actualmente el 40% del total del área, haciendo efectivo uno de los objetivos planteados por la resolución 463 del 2005 en las zonas de Recuperación ambiental, en la que las coberturas vegetales con especies nativas deben tener el mayor porcentaje de ocupación en el área.

De igual manera se observa en menor proporción un aumento en las zonas construidas lo cual era de esperarse debido a la licencia urbanística legalmente adquirida para La Parcelación, sin embargo este crecimiento no ha sido tan grande como se esperaba, disminuyendo su proporción de aumento a partir el 2004, lo cual nos rectifica el cumplimiento y sujeción de las normas ambientales impuestas a partir el 2005 en la RFPBOB en este caso en la zona de recuperación ambiental.

Las coberturas con mayor disminución fueron pastos limpios y pastos arbolados dándole paso a las coberturas anteriormente nombradas, pero en su mayoría a coberturas boscosas nativas, como se evidencia en los mapas de coberturas para los diferentes años, demostrando que la coexistencia de los usos urbanísticos y objetivos de conservación y recuperación en La Parcelación La Floresta ha sido positiva, con lo que podemos concluir que el desarrollo sostenible en un área protegida puede ser posible siempre y cuando hayan parámetros debidamente formulados y una administración correcta de los usos y aprovechamiento de los Recursos Ambientales.

## 10. REFERENCIAS

- Armenteras, D., Rodríguez, N., Retana, J. et al. *Reg Environ Change* (2011) 11: 693. <https://doi.org/10.1007/s10113-010-0200-y>
- Brandon, K., L. J. Gorenflo, A. S. L. Rodrigues y R. W. Waller. 2005. Reconciling biodiversity conservation, people, protected areas, and agricultural suitability. *World Development* 33:1403-1418.
- CAR (2004). PLAN DE USO PUBLICO PARA LAS ÁREAS , PILOTO DE LA CAR, TOMO 1
- Carey, C., N. Dudley y S. Stolton. 2000. *Squandering paradise?* WWF, Gland.
- CELECIA, J.; 1997. Urban Ecology: Biodiversity and contemporary stakes of inventories. *Journal d'Agriculture Traditionnelle et de Botanique Appliquée* 39(2): 241-263.
- CAVELIER, I.; 2006. Perspectivas culturales y cambios en el uso del paisaje, sabana de Bogotá, siglos XVI y XVII. *Actes&Mémoires* 3: 127–140.
- DANE, DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE ESTADÍSTICA. 2011. Base de Datos, información DANE, Series de población 1985-2020.

- [http://www.dane.gov.co/daneweb\\_V09/index.php?option=com\\_content&view=article&id=238 &Itemid=121](http://www.dane.gov.co/daneweb_V09/index.php?option=com_content&view=article&id=238 &Itemid=121)
- DeFries, R. & Bounoua, L. (2004). Consequences of land use change for ecosystem services: A future unlike the past. *GeoJournal*. 61: 345-351.
- DeFries, R., Foley, J. & Asner, G. (2004). Land-use choices: balancing human needs and ecosystem function. *Frontiers in Ecology and The Environment*. 2(5): 249- 257
- Ellis, E. C. (2011). Anthropogenic transformation of the terrestrial biosphere. *Philos. Trans. A. Math. Phys. Eng. Sci.* 369:1010-1035
- Etter, A. & van Wyngaarden, W. (2000). Patterns of Landscape Transformation in Colombia, with Emphasis in the Andean region. *Royal Swedish Academy of Sciences*.29(7): 432-439.
- Etter, A., McAlpine, C. Wilson, K., Phinm, S. & Possingham, H. (2006). Regional patterns of agricultural land use and deforestation in Colombia. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 114: 369-386.
- ETTER, A.; MCALPINE, C.; POSSINGHAM, H.; (2008). Historical patterns and drivers of landscape change in Colombia since 1500: A regionalized spatial approach. *Annals of the Association of American Geographers* 98(1): 2-23.
- Figueroa, F., V. Sánchez-Cordero, J. A. Meave e I. Trejo. 2009. Socioeconomic context of land use and land cover change in Mexican biosphere reserves. *Environmental Conservation* 36:180-191.
- Foley, J., DeFries, R., Asner, G., Barford, C., Bonan, C., Carpenter, S., Chapin, F.S., Coes, M. Daiy, G., Gibbs, H. Helkowski, J., Howard, E., Kucharil, C., Monfreda, C., Patz, J., Prentice, C., Ramankutty, N. & Synder, P. (2005). Global Consequences of Land Use. *Science*. 309: 570-574.
- Gibbs, H. K. Ruesch, A.S., Archard, F., Clayton, M. K., Holmgren, P., Ramankutty, N. & Foley, J. A. (2010). Tropical forest were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and 1990s. *PNAS*. 107 (38): 16732-16737
- GONZÁLEZ, F.; CÁRDENAS, F.; 1996. Páramo, un paisaje deshumanizado. El páramo, un ecosistema de alta montaña. *Serie Montañas Tropoandinas. Fundación Ecosistemas Andinos* 1: 64–81.
- Gómez, A.M. (2009) Estudio Multitemporal de La Dinámica de Transformación Espacial de La Cobertura Por Crecimiento Urbano En Una Zona de La Localidad de Suba, Bogotá-Colombia, En El Período 1955-2006. Pontificia Universidad Javeriana
- IUCN (World Conservation Union). 2005. Benefits beyond boundaries: Proceedings of the Vth IUCN World Parks Congress. The Vth IUCN World Parks Congress. IUCN, Durban [South Africa].
- Lambin E.F., Turner II B.L., Geist H.J., Agbola S.B., Angelsen A., Bruce J.W., Coomes O., Dirzo R., Fischer G., Folke C., George P.S., Homewood K., Imbernon J., Leemans R., Li X., Moran E.E., Mortimore M., Ramakrishnan P.S., Richards J.F., Skanes H., Steffen W., Stone G., Svedin U., Veldkamp T., Vogel C. & Xu J. (2001) The causes of land use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change*, 11, 261-269
- Lambin, E. F. & Meyfroidt, P. (2011). Global land use change, economic globalization and the looming land scarcity. *Proceeding of the National Academy of Sciences. Sustainability Science. Inaugural Articles*. 108 (9): 3465- 3472

- Little, P. D. 1994. The link between participation and improved conservation: a review of issues and experiences. In *Natural connections. perspectives in community-based conservation*, D. Western, R. M. Wright y S. C. Strum, (eds.). Island, Washington, D. C. p. 347-372.
- Margules, C. R. y S. Sarkar. 2007. *Systematic Conservation Planning*.
- Maldonado M, (2004) ¿Son posibles las áreas protegidas alrededor de las grandes ciudades? A propósito de los cerros orientales de bogota
- Montoya, J., Ruiz, D. M., Matallana, C. y G. I. Andrade. (2018). Áreas de conservación urbana: Escenarios irremplazables para la ciudad. En Moreno, L. A., Rueda, C. y Andrade, G. I. (Eds.). 2018. *Biodiversidad 2017. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- PAUTASSO, M.; 2007. Scale dependence of the correlation between human population presence and vertebrate and plant species richness. *Ecology Letters* 10: 16-24.
- Pisanty, I., M. Mazari, E. Ezcurra et al. (2009). El reto de la conservación de la biodiversidad en zonas urbanas y periurbanas, en *Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, pp. 719-759.
- PULIDO SIERRA, S.I. y ROJO-ALBORECA, A. (2017). Unidade de Xestión Forestal Sostible (UXFS), Departamento de Enxeñaría Agroforestal, Escola Politécnica Superior, Universidade de Santiago de Compostela, Campus Terra, 27002 Lugo (España).
- Rao, M., A. Rabinowitz y S. T. Khaing. 2002. Status review of the protected area system in Myanmar, with recommendations for conservation planning. *Conservation Biology* 16:360- 368.
- Restrepo A (2007), La conservación de la naturaleza urbana, un nuevo reto de la gestión ambiental de las ciudades, para el siglo XXI
- Sánchez Colón, S., A. Flores Martínez, I.A. Cruz-Leyva y A. Velázquez. 2009. Estado y transformación de los ecosistemas terrestres por causas humanas, en *Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, pp. 75-129.
- Sánchez-Cuervo A.M. & Aide T.M. (2013). Consequences of the Armed Conflict, Forced Human Displacement, and Land Abandonment on Forest Cover Change in Colombia: A Multi-scaled Analysis.
- SCHAEFER, V.; 1994. Urban biodiversity. In: E. Harding & E. McCullum (eds.), *Biodiversity in British Columbia*. Environment Canada, Canadian Wildlife Service. Vancouver.
- Secretaría Distrital de Ambiente y Conservación Internacional. 2010. *Política para la Gestión de la Conservación de la Biodiversidad en el Distrito Capital*. Editorial Panamericana, Formas e Impresos. Bogotá, Colombia. 116 pp
- SECRETARÍA DE HACIENDA Y UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA; 2010. *Crecimiento urbano: evolución urbana; mapas de crecimiento urbano de Bogotá*. [http://www.shd.gov.co/portal/page/portal/portal\\_internetold/siec/BED/Infracomp/Crecurb](http://www.shd.gov.co/portal/page/portal/portal_internetold/siec/BED/Infracomp/Crecurb)
- Sorensen, Barzetti, Keipi, & Williams, 1998. Manejo de las áreas verdes urbanas.
- UNEP. (2014). *Assessing Global Land Use: Balancing Consumption with Sustainable Supply. A Report of the Working Group on land and Soils of the International Resource Panel*. Disponible en

- [http://www.unep.org/resourcepanel/Portals/24102/PDFs/Full\\_ReportAssessing\\_Global\\_Land\\_UseEnglish\\_\(PDF\).pdf](http://www.unep.org/resourcepanel/Portals/24102/PDFs/Full_ReportAssessing_Global_Land_UseEnglish_(PDF).pdf)
- Vitousek, P., Mooney, H., Lubchenco, J., & Melillo, J. (1997). Human Domination of Earth's Ecosystems. *Science*, 277(5325), 494-499.
- Western, D. y R. M. Wright. 1994. The background to community based conservation. In *Natural connections: perspectives in community-based conservation*, D. Western, R. M. Wright y S. C. Strum (eds.). Island, Washington, D.C. p. 1-14.
- Wittemyer G, Elsen P, Bean WT, Burton AC, Brashares JS (2008) Accelerated human population growth at protected area edges. *Science* 321:123–126
- Zalasiewicz, J., Williams, M., Steffem, W. & Crutzen, P. (2010) The New World of the Antropocen. *Environ. Sci. Technol.* 44:2228-2231.