

**DETERMINACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL URBANA EN DOS
COMUNAS DEL MUNICIPIO DE PASTO, DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**HAROLD JONNY NASPIRAN VILLOTA
DIANA CRISTINA NAVARRETE VILLOTA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROFORESTAL
SAN JUAN DE PASTO
2016**

**DETERMINACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL URBANA EN DOS
COMUNAS DEL MUNICIPIO DE PASTO, DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**HAROLD JONNY NASPIRAN VILLOTA
DIANA CRISTINA NAVARRETE VILLOTA**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero
Agroforestal.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROFORESTAL
SAN JUAN DE PASTO
2016**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1º del Acuerdo N° 324 de Octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación;

Firma del presidente de tesis.

Firma del jurado.

Firma del jurado.

San Juan de Pasto, Agosto de 2016

DETERMINACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL URBANA EN DOS COMUNAS DEL MUNICIPIO DE PASTO, DEPARTAMENTO DE NARIÑO¹

DETERMINATION OF URBAN VEGETATION COVERAGE IN TWO COMMUNES OF THE MUNICIPALITY OF PASTO, DEPARTMENT OF NARIÑO

Harold Jonny Naspiran Villota²
Diana Cristina Navarrete Villota³
Jesús Geovanny Solarte Guerrero⁴

RESUMEN

El presente estudio se desarrolló en las comunas uno (1) y nueve (9) del municipio de Pasto, ubicadas geográficamente en latitud 1°13'19.65" Norte y longitud 77°17' 12.65" Oeste; en donde se determinaron los índices de cobertura vegetal y espacios abiertos disponibles urbanos en la fotografía aérea del año 2005 con respecto a la actualización que se desarrolló en campo para el año 2015 de la misma fotografía, determinando la dinámica en los cambios en el transcurso de estos diez (10) años. Para ello, se utilizaron diferentes herramientas y procesos cartográficos como la fotointerpretación, el tratamiento y el análisis de fotografías aéreas. Este estudio indicó que el índice de cobertura vegetal urbana para el año 2005 corresponde a 64.50 m²/hab y 32,07 m²/hab en el año 2015, presentando una disminución de 18.31 %, respectivamente, y en cuanto a espacios abiertos disponibles disminuyó considerablemente un 68.18 %.

Palabras claves: Índices, procesos cartográficos, multitemporal, fotografía aérea, cartografía.

¹ Artículo científico presentado a la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño para optar al título de Ingeniero Agroforestal.

² Estudiante Tesista. 2016. Trabajo de grado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agroforestal. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agroforestal. E-mail: jonny9197@hotmail.com

³ Estudiante Tesista. 2016. Trabajo de grado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agroforestal. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agroforestal. E-mail: dacrifr@hotmail.com

⁴ Ingeniero Agroforestal. M.Sc. Profesor asistente. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agroforestal. Universidad de Nariño. E-mail: solarteg@hotmail.com

ABSTRACT

Urban vegetation cover was determined in the communes one (1) and nine (9) of the municipality of Pasto, geographically located between latitude $1^{\circ}13'19.65''$ north and longitude $77^{\circ}17'12.65''$ West. Indices of vegetation and open spaces available urban were compared in aerial photography of 2005 regarding the update that was developed in field 2015 of the same photograph, determining the dynamic changes in the course of these ten (10) years. For this different tools and cartographic processes such as photo interpretation, processing and analysis of aerial photographs. This study indicated that the rate of urban vegetation cover for the year 2005 corresponds to 64.50 m²/hab and 32,07 m²/hab in were used the 2015, a decrease of 18.31%, respectively, and as for open space available considerably decreased by 68.18%.

Key words: Indices, mapping processes, multitemporal, aerial photography

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN	8
MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
Localización.....	10
Levantamiento y procesamiento de la información de las coberturas vegetales urbanas entre los años 2005 y 2015	11
Análisis multitemporal	14
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
Arborización urbana y pastizales.....	17
Espacios abiertos disponibles	20
Determinantes para índice de cobertura vegetal urbana y espacios abiertos disponibles. ...	21
Análisis y detección de cambios.....	23
CONCLUSIONES	28
BIBLIOGRAFIA	29

INTRODUCCIÓN

Un elemento fundamental de la competitividad regional, es la calidad de vida de las ciudades; por lo tanto, mejorar la calidad de vida de una ciudad, no sólo incrementa el bienestar de la población, sino que también beneficia el turismo y la inversión, lo que se traduce en mejoras en la competitividad (Consejo Privado de Competitividad, 2013).

En los últimos años uno de los elementos menos comunes, pero igualmente importante para medir la calidad de vida de una ciudad, es el entorno ambiental (Consejo Privado de Competitividad, 2013). Además, la naturaleza juega un papel importante en la relación con el hombre, no solo entendido desde una perspectiva económica sino también física y social (Curihuinca, 2001).

Por otra parte, las coberturas vegetales urbanas juegan un importante rol en el mejoramiento de la calidad del ambiente, como también están directamente relacionadas con la salud y bienestar del habitante urbano, cumpliendo funciones como la captación y almacenamiento de energía, refugio de la fauna, agente antierosivo del suelo, medio regulador del clima local, atenuador y reductor de la contaminación atmosférica y del ruido, fuente de materia prima y bienestar para el hombre (Alcaldía Municipal De Piendamó, 2002).

Adicionalmente, la falta de áreas verdes trae consigo múltiples efectos negativos sobre la calidad de vida del habitante urbano; estas zonas no sólo tienen una función ornamental, sino que tienen un papel regulador de los daños ambientales, retiene las aguas atmosféricas, contribuye a la evapotranspiración, constituye un filtro contra la contaminación y representan un excelente regulador del intercambio de aire, calor y humedad con el entorno urbano. (Lopera, 2005).

El municipio de Pasto, ha recibido fuertes impactos sobre el medio ambiente a partir de la ampliación de la frontera agrícola y urbanizadora; por lo tanto, la necesidad de tierra conllevó a la extracción de una gran proporción de estos recursos. Con la apertura de la vía Panamericana, el municipio comienza a sufrir transformaciones drásticas en su paisaje y

sus recursos naturales, incrementándose los requerimientos de vivienda, infraestructura y servicios, con lo cual toma auge la deforestación para la construcción de viviendas, vías, entre otros, y la extracción de materiales para la construcción, esto ha conducido a un deterioro significativo del paisaje, un aumento en la contaminación de las fuentes de agua y la polución del aire generando impactos negativos sobre la población (Alcaldía Municipal de Pasto, 2004).

Es así, que debido a la falta de investigación e información relacionada con el estudio de las zonas verdes, surge la necesidad de cuantificar y analizar la disponibilidad de áreas verdes y cobertura vegetal en la ciudad de San Juan de Pasto, para generar estrategias que contribuyan en mejorar las áreas donde se encuentran dichas zonas.

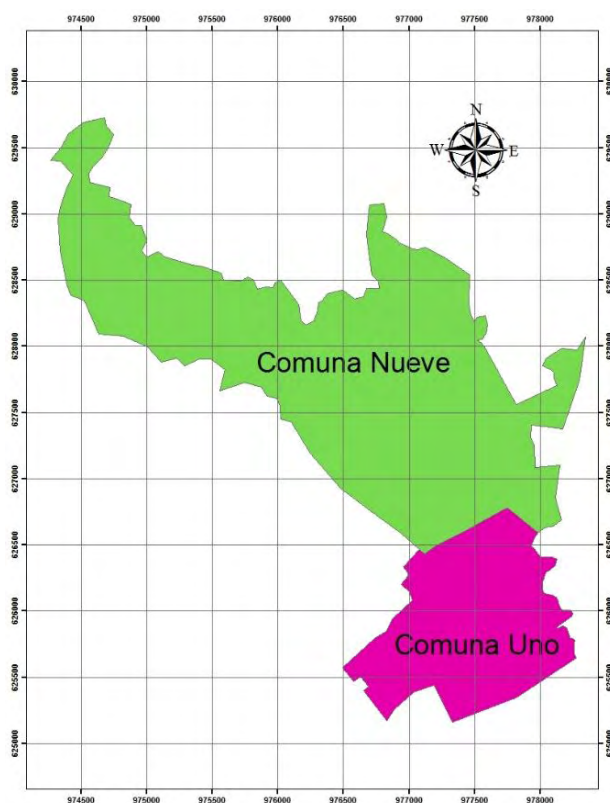
De esta manera, el presente estudio se realizó en las comunas uno (1) y nueve (9) de la ciudad de San Juan de Pasto con el fin determinar el índice de área verde y cobertura vegetal urbana, el índice de espacios abiertos disponibles y los cambios en un marco multitemporal donde se caracterice la situación actual y la dinámica de los cambios espaciales dando a conocer la dinámica que ha experimentado esta área en los últimos 10 años.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El estudio se realizó en la zona urbana de la ciudad de San Juan de Pasto en las comunas uno (1) y nueve (9), (Figura 1), con una extensión aproximadamente 6.568.593 m², geográficamente se encuentran ubicadas latitud 1°13'19.65" Norte y longitud 77°17' 12.65" Oeste, conformadas por los barrios: Bombona, Santiago, Centro, Caracha, Av. Boyacá, Av. Santander, Las Américas, Los Dos Puentes, La Panadería, San Andrés, San Andresito, Obrero, Juanoy, Av. Los Estudiantes, Briceño, Chapultepec, Colonial, Morasurco, Torobajo, Las Cuadras, La Colina, Maridiaz, Marsella, Palermo, Pandiaco, y Valle de Atriz. a una altitud promedio de 2500 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 12 °C. (Alcaldía Municipal de Pasto, 2014).

Figura 1. Fotografía comunas uno (1) y nueve (9) de la ciudad de San Juan de Pasto.



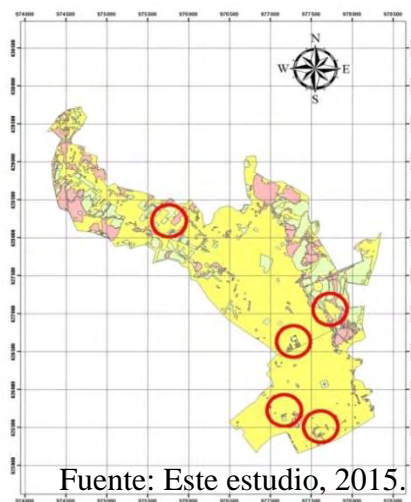
Fuente: Este estudio, 2015.

Levantamiento y procesamiento de la información de las coberturas vegetales urbanas entre los años 2005 y 2015

Se utilizó la fotografía aérea a color del año 2005 a escala 1:2.500 de las comunas uno (1) y nueve (9), y se consideraron coberturas vectoriales urbanas correspondientes a construcciones civiles. La información del Plan de Desarrollo Económico, Social, Ambiental, Cultural y de Obra Pública del Municipio de Pasto, realizado en el año 2012, se utilizó con el fin de conocer el número de habitantes de la zona de estudio (39.352 hab.), que sirvió para la obtención de los diferentes índices de cobertura vegetal, espacios abiertos y construcciones civiles, permitiendo establecer las necesidades de los habitantes de estas comunas. Para el análisis y procesamiento de la información espacial se utilizó el software ArcGIS v.10.1

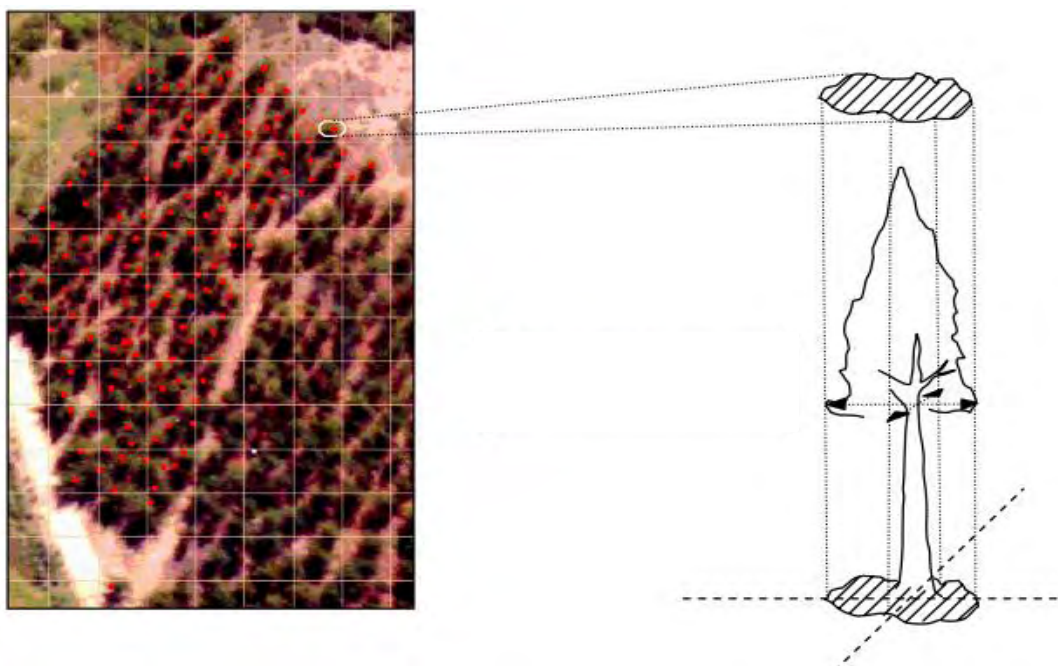
Cuantificación de cobertura vegetal urbana. La cuantificación del sector arborización urbana (AU) fue dividida en 5 unidades muestréales (Figura 2) seleccionadas aleatoriamente y representadas por zonas verdes de porte bajo y medio (pastos y arbustos) y zonas verdes de porte alto (árboles) donde existía una representación del objeto de estudio, para determinar las unidades muestréales se dividió la extensión total de las comunas entre el área total de arborización urbana, seguido a esto se midieron las variables de interés (área de copa arbórea y área de pastos) en metros cuadrados (m^2) para cada una de las unidades muestréales.

Figura 2. Unidades muestréales



- a) **Ejecución del inventario en la fotografía aérea año 2005:** Las áreas de copa para el año 2005 fueron medidas en su totalidad mediante un proceso de digitalización con las herramientas de edición de ArcGIS v.10.1, donde se obtuvo el área total de las zonas verdes y aquellas que representa las construcciones civiles, mediante la metodología establecida por Mena, *et al.*, (2011). Una vez obtenido los datos, se realizó la superposición de imágenes con respecto a las del año 2015.

Figura 3. Medición área de copa año 2005.



Fuente: Corvalán P. y Hernández J., 2013

- b) **Ejecución del inventario en terreno año 2015.** Se realizaron trabajos en campo donde se hicieron mediciones con una cinta métrica de los diámetros de copa, se seleccionaron cinco (5) unidades muestréales. Seguido a esto, se obtuvo el área total de las muestras mediante la metodología establecida por Mena *et al.*, (2011). Luego se realizó la comparativa con respecto a los datos obtenidos en el año 2005, mediante un proceso de digitalización en ArcGIS v.10.1.

Figura 4. Medición área de copa 2015.

$$Ac = \left(\frac{\sqrt{d1^2 + d2^2}}{4} \right) \times \pi$$

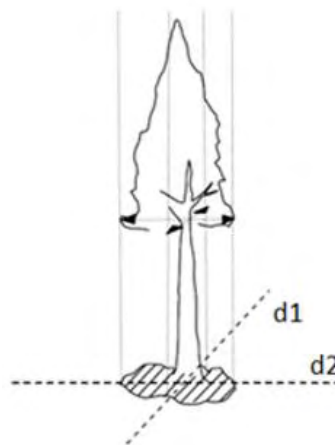
Dónde:

Ac; área de copa

d1: diámetro medido de norte – sur.

d2: diámetro medido de este – oeste.

(Mena *et al.*, 2011).



Fuente: Corvalán P. y Hernández J., 2013

Por otra parte, para la determinación del área de los pastizales (AV) del año 2005, se digitalizó en la fotografía aérea los polígonos correspondientes a áreas de pastos; sin embargo, para el año 2015 se hizo la actualización en campo; donde se elaboraron los polígonos con la ayuda de un GPS.

- c) **Cuantificación de “cobertura vegetal urbana” y “espacios abiertos disponibles”** Se efectuó la medición del área de las variables de interés mediante fotointerpretación digital sobre la imagen previamente corregida en ArcGIS v.10.1, la cual generó un mosaico donde se identificó, digitalizó, y cuantificó la cobertura vegetal urbana existente (AV) y espacios abiertos disponibles (EA).
- d) **Determinación de índices explicativos.** Para los índices de coberturas vegetales urbanas se calculó:
- **Índices de Cantidad.** Se calculó el área correspondiente de las coberturas vegetales urbanas por habitante, donde se tuvo en cuenta el número total de habitantes dentro de la zona de estudio (HUT) y la superficie urbana total (SUT) en las dos comunas mediante SIG. $Ic: AV+AU/HUT.$

- **Índices de Disponibilidad.** Se tomó una distancia de 200 m desde el borde de las coberturas vegetales urbanas presentes en la zona de estudio, de esta manera y mediante herramientas de análisis espacial SIG se generó un polígono de influencia del borde de las zonas verdes independiente para cada comuna con relación a espacios que son recreativos, de esparcimiento y aprovechamiento ambiental que se relacionan con las construcciones civiles.
- **Área de influencia.** Se determinó el área de influencia de la cobertura vegetal urbana presente en la comunas uno (1) y nueve (9) mediante un proceso de digitalización en ArcGIS 10.1, se tomaron 200 metros desde el borde del polígono principal hacia las zonas donde la cobertura vegetal urbana hace presencia fuera de la zona de estudio.

Análisis multitemporal

Se empleó la Fotografía aérea del 2005 y la imagen actualizada del 2015, permitiendo observar no solo las zonas de cambio, sino también las dinámicas en ambas coberturas, generando así la tabla multitemporal de cambios.

Digitalización. Las imágenes clasificadas fueron digitalizadas o vectorizadas para obtener polígonos en formato Shapefile en ArcGIS v.10.1 calculando las áreas ocupadas para identificar la cobertura vegetal urbana presente.

Verificación de campo. Con esto se actualizó la presencia de las coberturas vegetales urbanas en las comunas uno (1) y nueve (9) de San Juan de Pasto.

Detección de cambios. La detección de cambios en la cobertura vegetal urbana en las comunas uno (1) y nueve (9) de San Juan de Pasto se realizó mediante un procedimiento de intersección entre la cobertura de las imágenes utilizadas (Rodríguez *et al.*, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante la medición e interpretación del área de copa de las unidades maestras de obtuvieron los siguientes resultados (Tabla 1).

Tabla 1. Área de copa arbórea de los años 2005 y 2015.

Árbol	Área de Copa 2005 m ²	Área de Copa 2015 m ²	Árbol	Área de Copa 2005 m ²	Área de Copa 2015 m ²	Árbol	Área de Copa 2005 m ²	Área de Copa 2015 m ²
1	9,5	10,3	34	23,5	28,4	67	25,8	28,5
2	14,01	17,3	35	15,3	19,7	68	28,9	32,6
3	8,3	9,5	36	18,9	24,3	69	26,4	31,9
4	10,14	13,4	37	23,5	26,9	70	28,3	34,4
5	12,5	14,8	38	32,6	37,2	71	22,1	27
6	9,3	13,5	39	13,8	18,6	72	20,6	25,3
7	14,2	16,4	40	10,7	15,8	73	16,8	19,7
8	18,3	21,9	41	5,3	10,4	74	17,3	21,8
9	16,01	18,3	42	23,8	27,4	75	20,4	24,3
10	8,9	10,1	43	11,9	17,8	76	21,2	26,9
11	7,3	10,5	44	16,4	22	77	29,7	33,9
12	4,6	8,3	45	18	23,8	78	48,9	54,1
13	10,9	14,4	46	14,6	17,4	79	45,3	49,7
14	8,5	15,8	47	10,2	16,8	80	42,7	48,3
15	9,2	12,6	48	8,3	11,6	81	45,3	48,9
16	7,1	9,3	49	19,2	24,3	82	40,8	44,2
17	6,4	10,5	50	37,9	41,4	83	47,9	55,3
18	7,2	11,9	51	35,6	39,5	84	40,3	45,7
19	4,9	10,6	52	32,8	0	85	52,1	57,9
20	9,5	14,8	53	33,5	38,3	86	55,4	60,1
21	7,8	10,6	54	30,7	36,6	87	59,3	63,5
22	12,6	17,3	55	39,6	44,3	88	53,8	59,4
23	17,9	21,5	56	32,2	36,9	89	58,4	62,7
24	15,9	18,6	57	33,4	37,7	90	65,3	70,5

25	18,5	22	58	18,7	24,2	91	66,9	71,3
26	11,4	0	59	15,8	21,8	92	63,6	67,8
27	23,9	0	60	13,3	17,4	93	56,3	61,4
28	33,8	0	61	9,5	15,3	94	52,8	57,8
29	12,5	0	62	13	18,4	95	58	62,4
30	30,8	0	63	18,4	23,3	96	65,3	0
31	20,4	27,3	64	17,3	21	97	54,9	0
32	12,4	17,3	65	36,5	0	98	51,5	56,5
33	35,4	39,3	66	29,5	0	99	58,3	64,8
						100	55,9	59,2
						TOTAL	2600,96	2724,4

Fuente: Este estudio, 2015.

De acuerdo a la tabla 1, se muestra que los valores de área de copa en el año 2005 son inferiores que los valores del año 2015, aumentando en 123.4 m^2 , siendo un valor favorable para las coberturas vegetales urbanas.

Los resultado muestran que el área de copa es directamente proporcional al tiempo transcurrido; al respecto Waering (1963) indica que la fisiología de los arboles muestran un crecimiento constante, en forma tal que el área de copa arbórea aumenta de manera progresiva en relación con el tiempo. Cabe señalar que la fisiología de los arboles no son las mismas, los componentes leñosos son determinantes en la capacidad de rebrotes foliares.

Por otra parte Bohorquez *et al.*, (2015), afirma que el DAP de especies forestales en la zona andina colombiana aumenta aproximadamente de 0,5 a 1 cm por año, en donde la tasa de crecimiento se encuentra determinada con la precipitación, fertilidad del suelo, y comportamiento fisiológico de la especie.

Además, cabe señalar que los valores iguales a cero (0) están condicionados a aspectos externos como actividades de podas y apeos.

Arborización urbana y pastizales

Para arborización urbana, se identificó que para el año 2015 presento un área de 2724,3 m² lo cual indico un aumento de 10,4 % con respecto al dato obtenido para el año 2005, que fue de 2600,96 m². (Figuras 5 y 6).

Figura 5. Arborización Urbana
(Área de copa) año 2005.

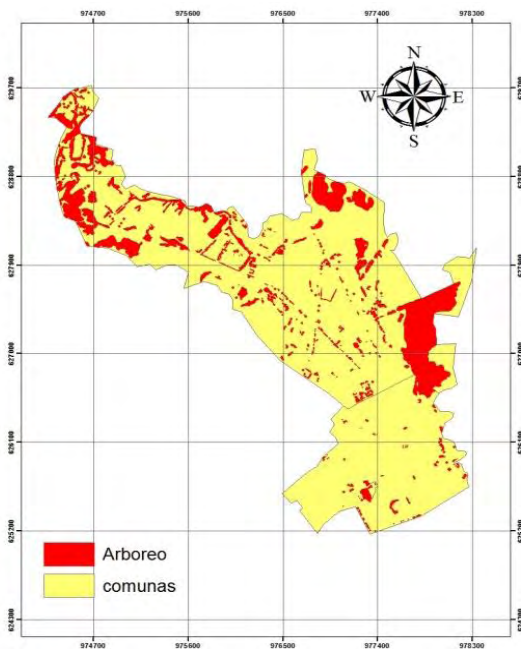
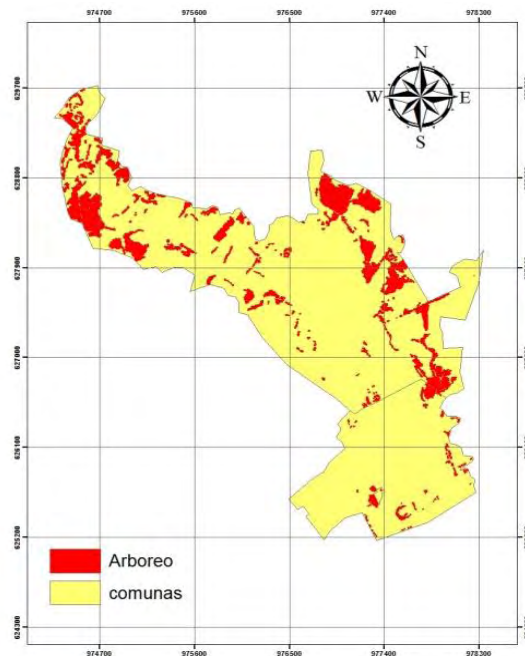


Figura 6. Arborización Urbana
(Área de copa) año 2015.



Fuente: Este estudio, 2015.

La disminución de la arborización urbana (Figura 5 y 6) se debe en gran medida a la ocupación de la comunidad rural en las zonas donde se encontraban grandes áreas de árboles, para construir sus viviendas, por ello en el transcurso de estos diez años se observó un cambio significativo en la disminución de zonas arborizadas. Chavoya *et al.*, (2009), afirma que una expansión urbana incontrolada produce efectos desastrosos en la ciudad tanto sociales, económicos, culturales, como ambientales. A su vez, Nowak y McPherson (1997), en su estudio acerca del impacto de los árboles en la ciudad de Chicago concluyen

que a medida que haya más árboles, su influencia relativa sobre el medio ambiente va a ser mayor; así mismo, afirman que el volumen, ubicación y condiciones de la vegetación urbana influyen directamente sobre el clima, el consumo de energía, la calidad del aire y el dióxido de carbono atmosférico.

Por otra parte, el área ocupada por los pastos presentó para el año 2015 un área total de 1.259.345 m², un 18.31% menos con respecto al año 2005 que presentaba 1.578.435 m² (Figuras 7 y 8).

Figura 7. Pastizales en 2005.

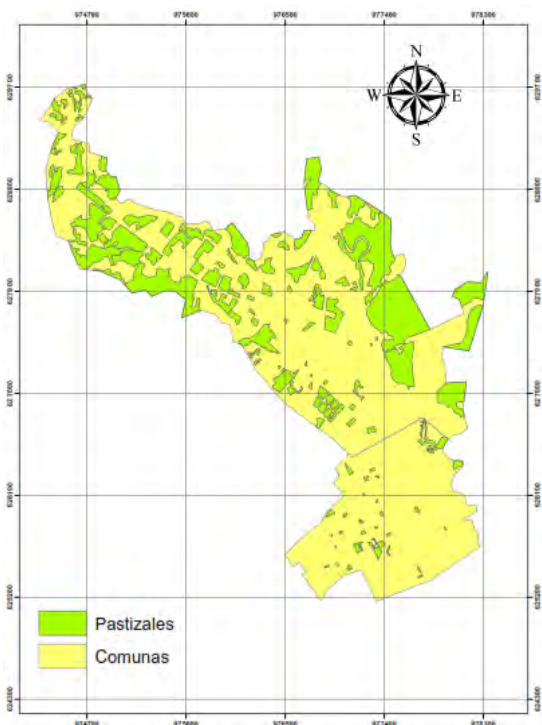
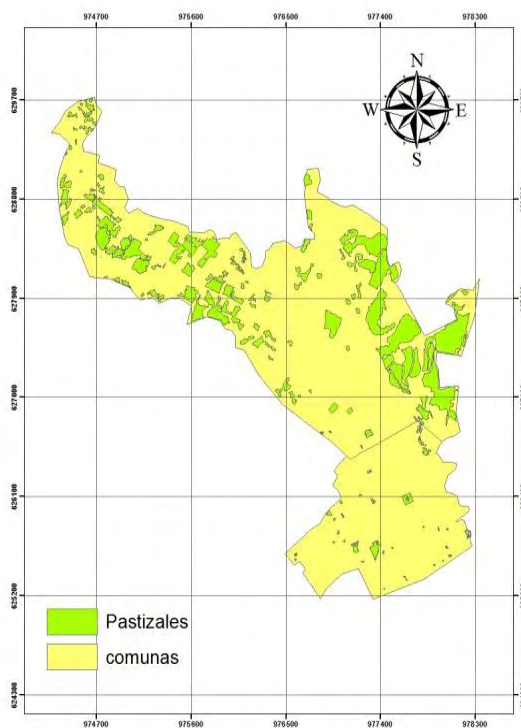


Figura 8. Pastizales en 2015.



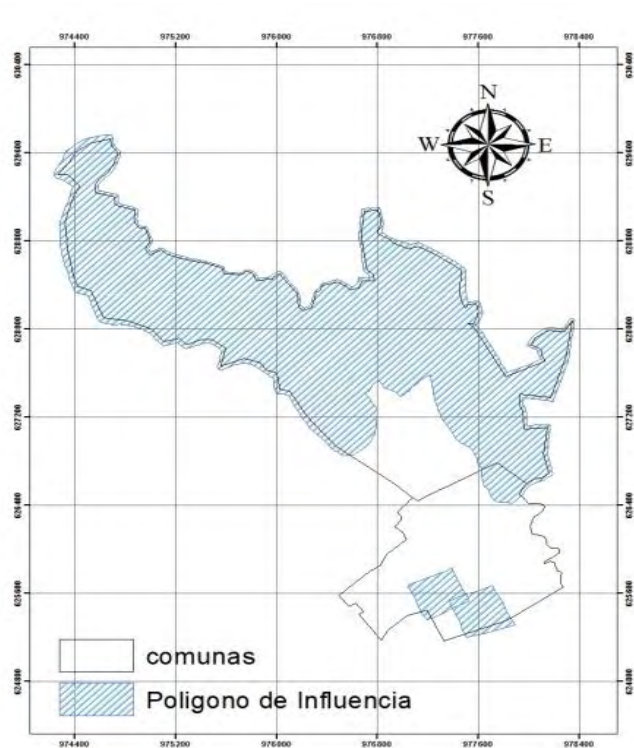
Fuente: Este estudio, 2015.

Algunos estudios realizados por la Agencia de Medio Ambiente de Canadá en 1999 mostraban que un 43% de los canadienses participaban en actividades en zonas de pastos y que un 40% participaban en actividades relacionadas con la vida silvestre en sus propias

residencias o en zonas cercanas a ellas. Con esto es posible analizar que el contacto con la naturaleza, bien sea en el hogar, en la ciudad o en los parques naturales es de una importancia fundamental para desarrollar una conciencia ambiental cada vez más involucrada en el conocimiento y la conservación del entorno natural.

Se determinó el área de influencia de manera independiente para cada comuna obteniendo los siguientes datos; para la comuna (1) se obtuvieron 438.505 m², ocupando un área menor que la comuna (9) que fue de 3.932.513 m², para un área total de 4.371.018 m², (Figura 9). Esto se debe a que la comuna nueve presenta menor habitabilidad y por tanto las construcciones civiles aún no han ocupado el espacio a través del tiempo.

Figura 9. Área de influencia



Fuente: Este estudio, 2015.

Espacios abiertos disponibles

Los espacios abiertos disponibles son áreas libres de construcciones civiles que se encuentran disponibles para pasar a conformar el sistema de áreas verdes. De acuerdo a los resultados obtenidos, para el año 2005 los espacios abiertos disponibles reportaron 49.908,23 m² 1,46 % del área de estudio, esta tuvo una drástica baja reportando en la actualización para el año 2015 una disminución de 34.031.54 m², esta corresponde a 0.44% del área total de la zona de estudio (Figuras 10 y 11).

Figura 10. Espacios Abiertos Disponibles 2005.

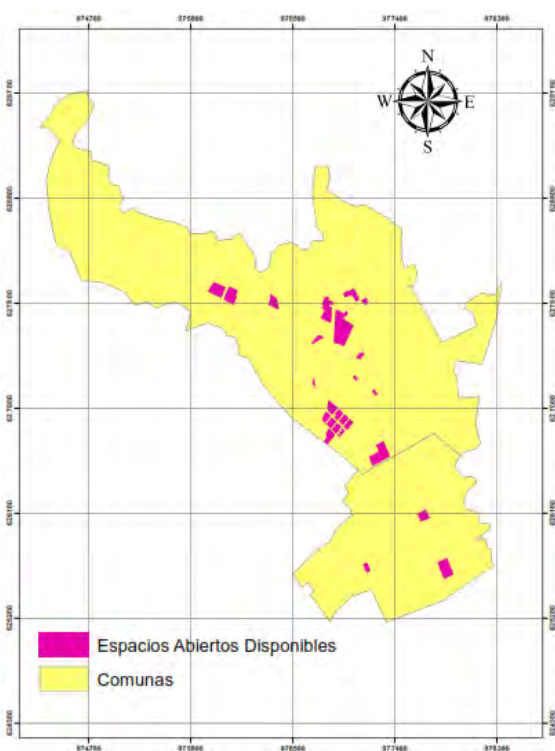
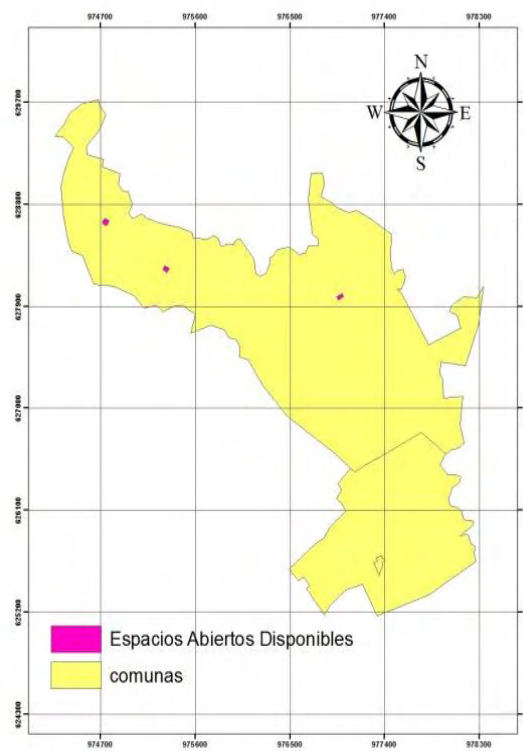


Figura 11. Espacios Abiertos Disponibles 2015.



Fuente: Este estudio, 2015.

Esto se debe principalmente a que dichos espacios son de propiedad privada y por lo tanto, se encuentran actualmente ocupadas por construcciones civiles. Dicho de esta forma, Lynch

(1981) afirma que en las zonas urbanas disminuye la presencia de espacios abiertos debido a la migración de la comunidad rural hacia las ciudades, que conlleva a el aumento y la necesidad de nuevas construcciones, siendo los principales afectados parques, plazas, espacios o lotes, campos para el desarrollo de actividades deportivas.

Otro aspecto a tener en cuenta, son las actividades de recuperación ambiental con la siembra de árboles en zonas de ocupación urbana, todo esto con el fin de mejorar la calidad, el bienestar de la comunidad y la protección del ambiente; tratando así, de generar conciencia ecológica y conservación de los recursos.

Determinantes para índice de cobertura vegetal urbana y espacios abiertos disponibles.

Como se indica en la tabla 2, los resultados para el año 2005 y 2015 reflejan la dinámica en los espacios de cobertura vegetal urbana, construcciones civiles y espacios abiertos disponibles.

Tabla 2. Índices de cantidad obtenidos para los años 2005 Y 2015.

INDICES	FORMULA	UNIDAD (2005)	UNIDAD (2015)
Área arborización	AU	2.600,96 m ²	2.724,40 m ² /
Área pastizales	AV	1.578.435,78 m ²	1.259.345,40 m ²
Área espacios abiertos disponibles	EA	49.908,23 m ²	34.031,54 m ²
Habitantes en zona de estudio	HUT	24.511 hab	39.352 hab
Superficie urbana total	SUT	6.568.593 m ²	6.568.593 m ²
Índice pastizales	AV/HUT	64.39 m ² /hab	32,00 m ² /hab
Índice arborización	AU/HUT	0.10 m ² /hab	0,07 m ² /hab
Índice cobertura vegetal urbana	AV+AU/HUT	64.50 m ² /hab	32,07 m ² /hab
Índice espacios abiertos disponibles	EA/HUT	2.03 m ² /hab	0,86 m ² /hab

Frecuencia cobertura vegetal urbana total	AV+AU/SUT	0,24 m ²	0,19 m ²
Frecuencia de espacios abiertos disponibles	EA/SUT	0,01 m ²	0,01 m ²

Fuente: Este estudio, 2015.

El índice de cobertura vegetal urbana en el año 2005 representó 64.50 m²/hab, lo que supera el índice dictado por la Organización Mundial de la Salud de 10 m²/hab, ahora bien, para el año 2015 este índice presentó una baja de 32.07 m²/hab, pero sigue siendo superior a la norma internacional que dicta la OMS en la que asegura que entre más alto el índice de áreas verdes o coberturas vegetales urbanas, habrá un mayor impacto sobre la calidad de vida del habitante urbano..

Por otra parte, los espacios abiertos disponibles presentaron una disminución de 1.17 m²/hab., siendo estos principalmente afectados por la ocupación de construcciones civiles y el desarrollo tanto vertical como horizontal de la ciudad. Adicionalmente, se puede afirmar que hay una disminución de 21.84% de cobertura vegetal urbana entre los años 2005 y 2015.

Según Nilo (2003) afirma que de acuerdo a un catastro realizado por la Comisión Nacional de Medio Ambiente de Chile, en el año 2003 el promedio metropolitano era de 3,2 m²/hab, pero las comunas más pobres registraban valores muy inferiores entre 2,9 y 0,4 m²/hab, mientras que las comunas de los más altos ingresos tenían entre 6,7 y 18,8 m²/hab. De igual manera Nilo registró en su investigación que en el año 2009 el promedio era de 3,9 m²/hab con valores extremos de 1,3 m²/hab en Quinta Normal, y 12,6 m²/hab en Santiago de Chile.

Por otra parte Orta (1996), señala la disponibilidad promedio de áreas verdes en Francia es de 25 m² por habitantes, mientras que en España ronda los 12 m².

Los resultados obtenidos por los autores anteriormente mencionados en comparación con los datos obtenidos en esta investigación reflejan una similitud en los promedios del área de cobertura vegetal urbana por habitante, en las comunas uno (1) y nueve (9) de la ciudad de San Juan Pasto indicó 32.83 m²/hab, respectivamente.

La determinación de índices explicativos en la dinámica de la cobertura vegetal urbana aporta al desarrollo de las ciudades en proyección, otorga cifras que funcionan como referencia cuantitativa, además de representar un punto de partida para el control, planificación, creación y manejo de las coberturas vegetales urbanas. En el caso del área estudiada, el considerar las coberturas vegetales en las comunas uno (1) y nueve (9) se determinó que el área de influencia es de 4.371.018 m², haciendo inclusive presencia fuera del polígono de las comunas.

Análisis y detección de cambios

Análisis multitemporal. De acuerdo al análisis realizado, los resultados muestran que en las comunas uno (1) y nueve (9) han ocurrido varios cambios en la cobertura vegetal urbana, espacios abiertos disponibles y construcciones civiles, (Figuras 12 y 13) ocasionados por el crecimiento de las áreas urbanizadas en la ciudad durante los últimos 10 años.

Figura 12. Construcciones civiles 2005.

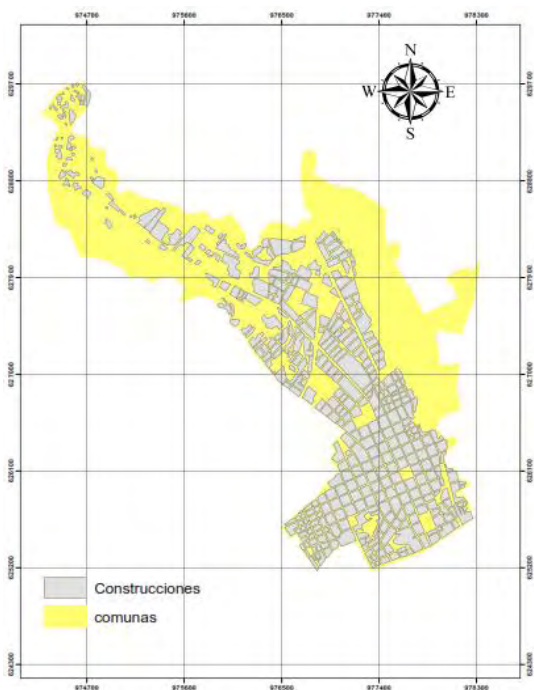
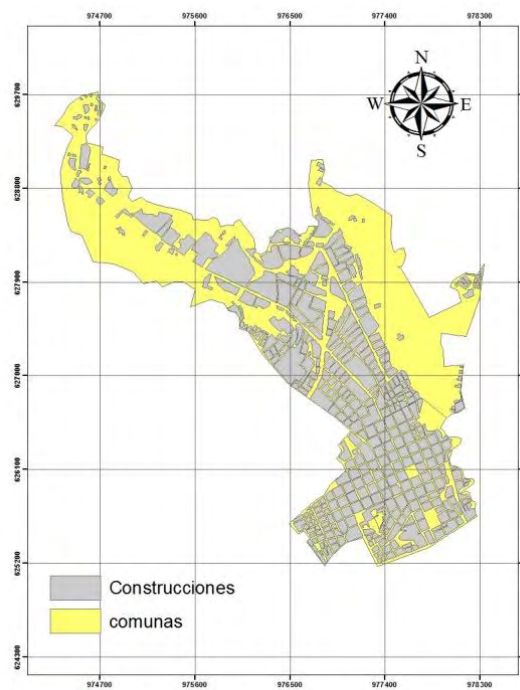


Figura 13. Construcciones civiles 2015.







Fuente: Este estudio, 2015.

Se podría afirmar que la expansión de la ciudad ha afectado de forma directa a dichos índices, por lo que Bazant (2001), define un tipo de expansión urbana "incontrolada" a aquella que refiere al proceso de ocupación del espacio de forma dispersa en el territorio circundante a la ciudad principal. Dicho territorio, aunque conserva elementos del medio natural y agrícola, con el pasar de los años dará lugar a un uso urbano continuo. Donde las construcciones civiles son la principal causa de disminución de espacios abiertos disponibles y coberturas vegetales. A medida que el crecimiento urbano aumenta las construcciones civiles lo hacen de igual manera, y en las comunas uno (1) y nueve (9) se observó esta dinámica de la aparición de nuevas obras civiles durante el tiempo.

En la Tabla 3. Se muestra la dinámica en la disminución de la cobertura vegetal urbana 2005 y 2015.

Tabla 3. Dinámica de la cobertura vegetal urbana en los periodos 2005 a 2015

Clasificación	Año 2005 (m²)	% del área	Año 2015 (m²)	% del área	Comportamiento (%)
Pastizales	1.578.431,78	24,02	1.259.345,4	19,17	 4.85
Arborización urbana comuna uno (1) y nueve (9)	974.731,36	14,83	1.295.113,23	19,71	 4.88
Espacios Abiertos Disponibles	49.908,23	0,75	34.031,54	0,51	 0,24
Construcciones Civiles	3.965.521,63	60,37	3.980.102,83	60,59	 0.22
TOTAL	6.568.593	100	6.568.593	100	

Fuente: Este estudio, 2015.

Análisis de la cobertura vegetal urbana. En la tabla 3, se puede evidenciar que los pastizales en las comunas uno (1) y nueve (9) de la ciudad de San Juan de Pasto para el año

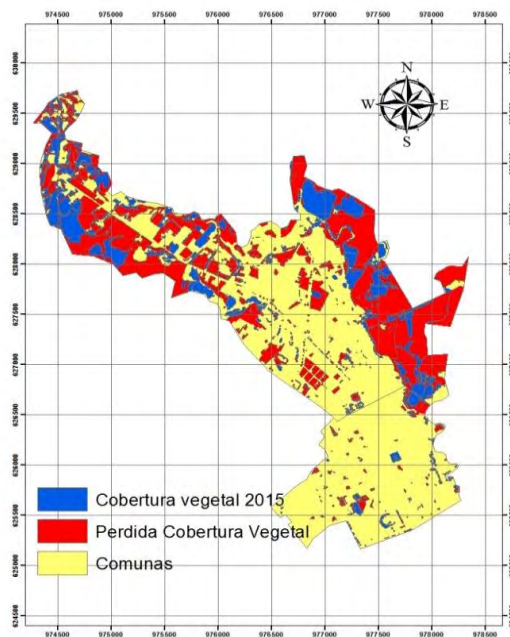
2005 cubría 1.578.435,78 m², correspondientes al 24,02% de su extensión total. La actualización de la fotografía aérea para el año 2015 reportó que se perdieron 319.086,38 m², durante estos 10 años. Al respecto Amaguaña y Salazar (2014), reportan una disminución del 19,11% de áreas en pastizales para las comunas seis y siete de la misma ciudad. Todo lo anterior, debido al aumento de obras de carácter civil.

La arborización urbana cubría 974.731,36 m² para el año 2005, 14,83 % de la extensión total de las comunas, para el año 2015 la actualización de la fotografía aérea reportó un aumento de 1.295.113,23 m² siendo ahora un 19,71% de la extensión total en el área de estudio, esto como resultado del aumento de arborización de porte medio como antejardines y arbustos.

De igual manera para el año 2005 los espacios abiertos disponibles reportaron 49.908,23 m² correspondiente al 0,75 % del área de estudio, esta tuvo una drástica baja reportando en la actualización para el año 2015 una disminución de 34.031,54 m², esta corresponde a 0,51% del área total de la zona de estudio.

Cabe señalar, que las construcciones civiles para el año 2005 ocuparon 3.965.521,63m² siendo 60,37% y para el año 2015 ocupó 3.980.102,83 m² siendo un 60,59 % de la superficie terrestre del estudio total, siendo las mismas las causantes de la disminución de los diferentes índices. López y Guevara (2012) en el análisis de cobertura vegetal en la microcuenca urbana Hato de la Virgen ubicada en el municipio de Ibagué, identificaron un aumento considerable de la infraestructura (16,07%), así mismo, Cataluña *et al.*, (2009) en su investigación en la microcuenca urbana La Aurora en el departamento del Chocó, encontraron un aumento en infraestructura civil de 22,6%.

Figura 14. Diferencia de Cobertura Vegetal Urbana durante el periodo 2005 a 2015

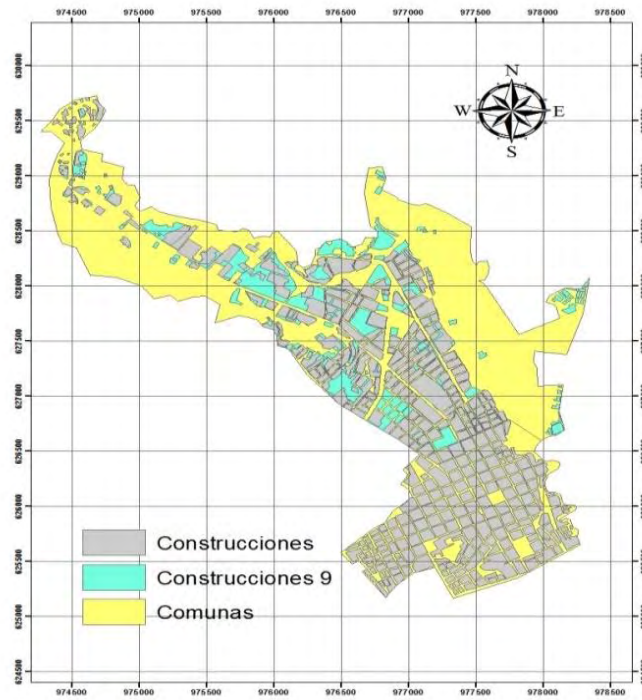


Fuente: Este estudio, 2015.

La pérdida de cobertura vegetal urbana en las comunas uno (1) y nueve (9) (Figura 14), se presenta principalmente por el proceso de desarrollo urbanístico que conlleva a la construcción de infraestructura de carácter civil.

De igual manera, los espacios abiertos disponibles se ven afectados por las construcciones civiles, como se muestra en la interposición de imágenes en la (figura 15), donde se muestra las nuevas áreas urbanizadas, la urbanización ya presente desde el 2005 y la cobertura vegetal urbana para el año 2015, de esta manera identificamos la evolución que han tenido en diez años las comunas fuente de estudio.

Figura 15. Nuevos espacios urbanizados y cobertura vegetal urbana 2005 a 2015.



Fuente: Este estudio, 2015.

CONCLUSIONES

Los factores más importantes que influyeron en los cambios en las comunas uno (1) y nueve (9) de San Juan de Pasto correspondientes al área de coberturas en el lapso de 10 años, fueron el aumento considerable de las construcciones civiles, provocando una reducción de cobertura vegetal urbana.

El índice de área verde y cobertura vegetal urbana en las comunas uno (1) y nueve (9) presentaron una dinámica de cambio y disminución respecto al año 2005, obteniendo pérdida en estas áreas, lo cual implica un impacto negativo para las condiciones de vida y bienestar de sus habitantes, conllevando al deterioro del entorno ambiental en la ciudad.

El aumento de las construcciones civiles, es la principal causa de la disminución de las coberturas vegetales urbanas al interior de las comunas, exponiendo el bienestar de sus habitantes por el aumento del desarrollo urbanístico.

BIBLIOGRAFIA

AKBARI, H y KONOPACKI, S. 2005. Calculating energy-saving potentials of heat-island reduction strategies. Energy Policy. p. 721-756.

ALCALDIA MUNICIPAL DE PASTO. 2004. Resumen ejecutivo agenda ambiental del Municipio de Pasto. Disponible en: <http://goo.gl/CQylzY>

ALCALDIA MUNICIPAL DE PASTO. 2012. Datos generales del Municipio de Pasto. Consultado: Septiembre, 2014. Disponible en: <http://goo.gl/6jZBcR>

ALCALDIA MUNICIPAL DE PASTO. 2014. Conoce nuestro municipio; Comunas, Barrios, Corregimientos-Veredas. Disponible en <http://www.pasto.gov.co>

ALCALDIA MUNICIPAL DE PIENDAMÓ. 2002. Cobertura y uso actual de la tierra. Plan Básico de Ordenamiento Territorial del Municipio de Piendamó – Cauca. Disponible en: <http://goo.gl/0zygcl>

AMAGUAÑA, C y SALAZAR, D. 2014. Determinación de la cobertura vegetal urbana en algunas comunas del municipio de Pasto, Nariño. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño, trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero Agroforestal. 26 p.

BOHORQUEZ O., Andrés Felipe; SANIN, David y SILVA E., Nixon Walter. 2012. Estructura y composición arbórea de los bosques del diablo (San Felix, Salamina, Caldas), selva Altoandina de la cordillera central Colombiana. Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. Univ. Caldas. vol.16, n.2, pp.39-52. ISSN 0123-3068.

CATALUÑA, M. MONTERO, D y CAICEDO, C. (2009) Proyecto Nuevo Quibdo. Colombia. Consultado. Febrero 20015. Disponible en <http://goo.gl/6jZBcR>

CHAVOYA, J; GARCIA, J y RENDÓN H. 2009. Una reflexión sobre el modelo urbano: ciudad dispersa-ciudad compacta. Mexico: Universidad de Guadalajara. P 37–50.

CONCEJO PRIVADO DE COMPETITIVIDAD. 2013. Calidad de vida en las ciudades de Colombia. 2013. Disponible en: <http://goo.gl/ovg4wc>

CORVALÁN, P y HERNÁNDEZ, J. 2013. Tecnología LiDAR en Evaluación y Monitoreo de Recursos Forestales. Capítulo en: Geoinformación para el Ordenamiento Territorial, 158-167. Carlos Mena Ed., Maval. 262 p.

CURIHUINCA, M. 2001. Seminario Tutorial: Crecimiento de ciudades y generación de nuevas periferias urbanas. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad de Chile.

KAPLAN, R y KAPLAN, S. 1989. The Experience of Nature. Cambridge: Cambridge University Press. 340 p.

KRISHNAMURTY, y NASCIMIENTO, J. (1997). Áreas verdes urbanas en America Latina; una introducción en Areas Verdes Urbanas en Latinoamerica y el Caribe. 42 p.

LOPEZ, J. y GUEVARA, C. 2012. Análisis del cambio de tipo de cobertura en la microcuenca urbana Hato de la Virgen ubicada en el municipio de Ibagué. Universidad del Tolima, Colombia. 8 p.

LYNCH, K. "A Theory of Good City Form". Cambridge, MA: MIT Press, 1981.

McPHERSON, E. 1988. Atmospheric carbon dioxide reduction by Sacramento's urban forest. Journal of Arboriculture, v. 24. p. 215-223.

MENA, C. ORMAZÁBAL, Y. MORALES, Y. SANTELICES, R. y GAJARDO, J. 2011. Índices de área verde y cobertura vegetal para la ciudad de Parral (Chile), mediante Fotointerpretación Y SIG. 11 p.

NILO, C. 2003. Plan verde: Un instrumento para la gestión y el fomento de las áreas verdes en el Gran Santiago. Consultado: Diciembre, 2015 Disponible en: <http://goo.gl/qviJnr>.

NILSSON, K y RANDRUP, T. 1997. Urban and peri-urban forestry. en: WORLD FORESTRY CONGRESS, Antalya. Forest and tree resources. Bakanlikar, p. 97-110.

NOWAK, D., CRANE, D y STEVENS, J. 2006. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening*, p.115-123.

ORTA, S. 1996. *La empresa de jardinería y paisajismo*. Madrid: Mundi-Prensa. 362 p.

REVISTA AMBIENTA. 2009. Áreas Verdes en las Ciudades. En. [en línea]. [citado 18 de junio], Disponible en <http://www.revistaambienta.es/>

REVISTA NARIÑO. 2007. Problemas Ambientales en el Municipio de Ipiales. En. [en línea]. [citado 8 de junio], Disponible en <http://goo.gl/y1kAvG>

REYES, S. y FIGUEROA, I. (2010). Distribucion, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile. *Estados Urbanos Regionales, EURE*. Pontificia Universidad Católica de Chile.

RODRIGUEZ, M., ROMERO, M. y MUÑOZ, D. 2009. Análisis multitemporal de cambios de uso del suelo y coberturas, en la microcuenca las minas, corregimiento de la laguna, municipio de Pasto, departamento de Nariño. Universidad de Nariño. Pasto - Nariño. 16 p.

SANCHEZ, N. 2010. Áreas verdes en el Gran Santiago: estadísticas. Disponible en: <http://goo.gl/iW5yrB> Consultado: Agosto, 2013.

SBAU. 1996. (Sociedad Brasileña de Arborización Urbana). *SBAU Informativo Trimestral*.

WAREING, P. (1963). *Physiological studies on the rooting of cuttings*. Comisión Forestal Reporte de desarrollo forestal. Londres, Inglaterra.