

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		1(83)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	YURIELA CORONEL VEGA		
FACULTAD	DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA AMBIENTAL		
DIRECTOR	Msc. MARLON ALFONSO ALVAREZ BLANCO		
TÍTULO DE LA TESIS	INCIDENCIA DE LAS ÁREAS VERDES URBANAS EN CAPTACION DE CO2 Y PM10 EN PUNTOS DOS CRITICOS DEL MUNICIPIO DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER		
RESUMEN (70 palabras aproximadamente)			
<p>EN LA ACTUALIDAD SE HA HECHO IMPRESCINDIBLE QUE, SIN IMPORTAR EL TAMAÑO DE LA EMPRESA SE IMPLEMENTEN ESTRATEGIAS QUE AYUDEN A GESTIONAR DE MEJOR MANERA LOS RECURSOS ORGANIZACIONALES, ENTRE ELLOS LA INFORMACIÓN, DE ACUERDO CON ESTO LA PRESENTE INVESTIGACIÓN ABORDA EL TEMA DE LOS RIESGOS DE LA INFORMACIÓN COMO HERRAMIENTA ESTRATÉGICA PARA UNA EMPRESA DE SERVICIOS DE ASESORÍA Y CONSULTORÍA. EL PROPÓSITO DEL ESTUDIO CONSISTE EN PROPONER UN PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS BASADO EN LA NORMA NTC ISO 27001:2013.</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 75	PLANOS: 0	ILUSTRACIONES: 5	CD-ROM:1



**INCIDENCIA DE LAS ÁREAS VERDES URBANAS EN CAPTACION DE CO2 Y PM10
EN DOS PUNTOS CRITICOS DEL MUNICIPIO DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER**

AUTOR

YURIELA CORONEL VEGA

Trabajo de grado presentado para optar el título de Ingeniero Ambiental

Director

Msc. MARLON ALFONSO ALVAREZ BLANCO

Ingeniero Ambiental

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

INGENIERIA AMBIENTAL

Ocaña, Colombia

Febrero, 2020

Dedicatoria

Primeramente, darle gracias a Dios por haberme guiado durante todo el proceso de aprendizaje de la carrera, a las personas que siempre han estado conmigo incondicionalmente, como son mi madre hermosa VIRGELINA VEGA VERGEL, por enseñarme que Dios es bueno todo el tiempo y ser ese gran ejemplo a seguir, por infundirme valores y corregirme cada vez que me equivoco, por ser esa voz de aliento cada vez que estaba desanimada y a mi hermano FREDY CORONEL VEGA por ser ese ejemplo y modelo de lucha a seguir, por enseñarme lo que es la perseverancia, gracias por darme motivación y por creer en mí cada vez que pensaba que no podía; hoy solo puedo darles infinitas gracias por tanto apoyo. Son mis dos grandes amores.

Agradecimientos

Al MSC. Marlon Alfonso Álvarez Blanco director de mi proyecto, por su paciencia, apoyo, dedicación, orientación y sobre todo motivación para sacar adelante la investigación. Gracias por ese excelente profesional digno de admiración del cual me llevo un amplio aprendizaje.

Agradecer a nuestra alma Mater por darme la oportunidad de formarme como profesional en ella, el cual me permitió llegar a mi meta tan deseada.

Índice

Capítulo 1. Incidencia de áreas verdes urbanas en captación de CO ₂ y PM ₁₀ en dos puntos críticos del municipio de Ocaña Norte de Santander.....	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Formulación del problema.....	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo general.....	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	2
1.4 Justificación.....	3
1.5 Delimitaciones.....	3
1.5.1 Delimitación conceptual.....	3
1.5.2 Delimitación temporal.....	4
1.5.3 Delimitación geográfica.....	4
1.5.4 Delimitación operativa.....	5
Capítulo 2. Marco referencial.....	6
2.1 Antecedentes.....	6
2.2. Marco contextual.....	9
2.2.1 División territorial urbana.....	10
2.2.2 Demografía.....	11
2.2.3 Problemáticas del desarrollo municipal.....	12
2.2.4 Antecedentes del índice cuantitativo de espacio público efectivo.....	12
2.3 Marco conceptual.....	13
2.3.1 Área verde urbana.....	13
2.3.2 Contaminación atmosférica.....	14
2.3.3 Contaminantes.....	14
2.3.4 Material particulado (PM ₁₀).....	14
2.3.5 Puntos críticos.....	14
2.3.6 Copa arbórea.....	14
2.3.7 CO ₂	15
2.3.8 Sistemas de vigilancia de la calidad del aire (SVCA).....	15
2.3.9 Densidad follaje.....	15
2.3.10 Calidad del aire.....	15
2.3.11 Contaminación del aire.....	15
2.3.12 Calidad ambiental urbana.....	15
2.3.13 Absorción del contaminante.....	16
2.4 Marco teórico.....	16
2.5 Marco legal.....	21
Capítulo 3. Diseño metodológico.....	24
3.1 Tipo de investigación.....	24
3.2 Población.....	24
3.3 Muestra.....	24
3.4 Metodología.....	25

Capítulo 4. Presentación de resultados	27
4.1 Analizar la distribución de las áreas verdes urbanas, según los focos críticos de contaminación del aire.....	27
4.2 Estimar la cantidad de carbono que puede ser almacenado en las áreas verdes del casco urbano del municipio.	30
4.3 Analizar la influencia de las áreas verdes urbanas en la captura PM10 y carbono casco urbano del municipio.	53
Capítulo 5. Conclusiones	61
Capítulo 6. Recomendaciones.....	64
Referencias.....	66
Apéndices.....	70

Lista de tablas

Tabla 1. Área de las comunas	10
Tabla 2. Índice de espacio público.....	13
Tabla 3. Cálculo de los stocks de carbono.....	33
Tabla 4. Cálculo del stock y biomasa comuna 5.....	38
Tabla 5. Cálculo de los stocks de carbono y biomasa punto crítico 1. Ciudadela Norte	42
Tabla 6. Cálculo de los stocks de carbono y biomasa punto crítico 2. Avenida Francisco Fernández de Contreras.....	42
Tabla 7. Caracterización de especies de flora de la zona de estudio	44
Tabla 8. Cálculo de PM10	56
Tabla 9. Resumen sumatorio de stock CO2 y PM10	57
Tabla 10. Resumen de datos por sector	57
Tabla 11. Predominancia de especies, captación de CO2 y PM10	58
Tabla 12. Tabla comparativa de emisiones producidas y emisiones captadas	61
Tabla 13. Usos del suelo según el PBOT.....	62

Lista de figuras

Figura 1. Delimitación geográfica del proyecto	4	
Figura 2. División política del municipio de Ocaña	11	
Figura 3. Tarjeta de identificación de densidad, copa de transparencia	26	
Figura 4. Caracterización y zonificación de los puntos críticos	28	
Figura 5. Comportamiento del viento en dirección Norte-Sur, con su respectiva velocidad.	29	
Figura 6. Caracterización por medio de parcelas.....	32	
Figura 7. Caracterización por medio de parcelas sector de la primavera	37	
Figura 8. Pesaje de herbáceas	Figura 9. Pesaje de pasto bracharia	43
Figura 10. Influencia de las áreas verdes urbanas.....	53	
Figura 11. Vector resultante y velocidades en las que en el contaminante se dispersa.	54	
Figura 12. Recolección del material foliar	Figura 13. Flujo vehicular	55
Figura 14. Reporte diario de la clasificación de vehículos en la Avenida.....	55	
Figura 15. Peso seco foliar.....	56	
Figura 16. Deterioro de las zonas verdes urbanas.....	63	

Lista de apéndices

Apéndice A. Evidencia fotográfica.....	71
--	----

Introducción

El desarrollo integral de las ciudades involucra un apropiado diseño urbanístico que incluya un ordenamiento paralelo a las construcciones, enmarcadas en un contexto humanizado. El crecimiento de las ciudades, no ha permitido cumplir a cabalidad de este precepto. En su mayor parte de las ciudades de nuestro continente sufren los estragos del desarrollo desordenado, a causa de una inadecuada planificación urbana. Muchas ciudades se ven obligadas a sacrificar el entorno natural en las que están asentadas, se originan importantes cambios a nivel ambiental, teniendo como denominador común la contaminación citadina que incluye dentro de sus principales elementos la contaminación del aire. (SOTO, 2011) Este fenómeno se produce por diversos efectos antrópicos como la acumulación o concentración de contaminantes, entendidos estos como alteraciones físicas o sustancias o elementos en estado sólido, líquido o gaseoso, causantes de efectos contraproducentes en el medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana que solos, o en combinación, o como productos de reacción, se emiten al aire como resultado de actividades humanas, de causas naturales, o de una combinación de estas. (Minambiente, S,f)

La universidad Francisco de Paula Santander Ocaña cuenta con una red de monitoreo a la calidad del aire, el cual permite tener datos en tiempo real de cómo se comportan los contaminantes de CO₂ y Pm₁₀ cuando las condiciones climáticas varían. En la presente investigación se hace una búsqueda de los diferentes estudios que se han realizado sobre el tema; a nivel mundial, nacional, regional y local que permitan profundizar acerca del tema. En el municipio de Ocaña son muy pocos lo estudios que se han realizado sobre calidad de Aire,

debido a que no cuentan con los instrumentos necesarios para realizar dichas investigaciones, la universidad con sus estudiantes ha buscado la manera de mejorar la calidad a través de diferentes tipos de estudios, es el caso de la calidad del aire a través de las zonas verdes. El municipio de Ocaña se caracteriza por tener una cobertura arbórea y diferentes tipos de plantas debido a sus condiciones climáticas. Entre esas tenemos las especies de bosque seco Tropical (BsT) característico de la zona, es por eso que se busca mejorar la calidad del aire a partir del estudio de las zonas verdes del municipio, no hay muchas hectáreas en el centro urbano, pero con las que hay se busca cuanto es el porcentaje de absorción y si estas inciden en mejorar la calidad del aire. Cabe resaltar que el municipio de Ocaña está creciendo exponencialmente día a día y sus fuentes móviles hace que la calidad del aire se desmejore.

Capítulo 1. Incidencia de las áreas verdes urbanas en captación de CO₂ y PM₁₀ en dos puntos críticos del Municipio de Ocaña Norte de Santander

1.1 Planteamiento del problema

Ocaña es un municipio de gran importancia por su ubicación geográfica, convirtiéndolo en un punto estratégico como corredor vial y económico en la región; sin embargo, esta situación también comienza a generar algunos problemas de tipo social y ambiental, como es el caso de la contaminación del aire causada por el alto número de fuentes móviles, fijas y tráfico pesado que pasan por el sector urbano del municipio.

Según (Lopez & Becerra, 2016) estudio realizado por el laboratorio de calidad del aire de la universidad francisco de paula Santander en el municipio se están generando cantidades considerables de monóxido y dióxido de carbono y material particulado emitido por estas fuentes, esto sumado al incremento en la concentración de material particulado del área urbana están llevando a índices altos la contaminación del aire en la ciudad. El cual presenta diferentes niveles presentando zonas críticas den el área norte de la ciudad.

En este contexto la ciudad de Ocaña cuenta con componentes naturales que ayudan en la depuración del aire y que generan servicios ambientales importantes en la calidad de vida urbana, en este sentido es importante aclarar que el municipio cuenta un área verde importante que podría estar ayudando en el mejoramiento de la calidad ambiental urbana que según (Ing. Marlon Álvarez Blanco, 2017) Ocaña cuenta un área verde urbana de 1.815.798 M² de los cuales

1.284.077 M2 pertenecen a Sistema Urbano Ambiental, 523.522 M2 área verde privada y 8.198 M2 área verde pública. Esta condición de área verde se está viendo afectada debido a que la mayoría de esta área es privada y por falta de políticas de manejo en el ordenamiento ambiental del municipio se está cambiando su uso y esto podría contribuir a disminuir la calidad del aire en la ciudad.

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es la contribución de las áreas verdes urbanas en captación o depuración de carbono y pm10 en puntos críticos del municipio de Ocaña norte de Santander?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general. Evaluar la incidencia de las áreas verdes urbanas en la calidad del aire del municipio de Ocaña, Norte de Santander

1.3.2 Objetivos específicos. Analizar la distribución de las áreas verdes urbanas, según los focos críticos de contaminación del aire.

Estimar la cantidad de carbono que puede ser almacenado en las áreas verdes del casco urbano del municipio.

Analizar la influencia de las áreas verdes urbanas en la captura PM10 y carbono casco urbano del municipio.

1.4 Justificación

La contaminación del aire es causada por toda sustancia ajena al medio que llega a la atmósfera, que se liberan al aire como consecuencia de la acción antrópica. Es un problema principal en la sociedad moderna. El presente proyecto se realiza como un aporte importante en la toma de medidas de prevención o mitigación, como el mantenimiento y la preservación de áreas verdes ya que en el POT del municipio no tiene en cuenta estos espacios; por otro lado, que nos permitan disminuir las concentraciones de contaminantes y permitir que estos espacios verdes tengan la capacidad de transformarlos y mejorar la calidad del aire.

Los agentes reguladores ambientales, intervienen como reguladores del equilibrio ambiental, son elementos representativos del patrimonio natural y garantizan el espacio libre destinado a la recreación, contemplación y ocio para todos los habitantes de la ciudad. Se organizan jerárquicamente y en forma de red para garantizar el cubrimiento de toda la ciudad, abarcan funcionalmente importantes elementos de la estructura ecológica principal para mejorar las condiciones ambientales en toda el área urbana" (PRADO, 2015). Permitiendo la captura y depuración de CO, mejorando las condiciones de la calidad del aire.

1.5 Delimitaciones

1.5.1 Delimitación conceptual. La investigación abarca los siguientes conceptos fundamentales como:

Área verde urbana, contaminación del aire, material particulado PM10, Red de monitoreo de calidad del área, depuración o absorción del contaminante, puntos críticos, copa, dióxido de carbono CO².

1.5.2 Delimitación temporal. El tiempo establecido para el desarrollo de la investigación y la obtención de datos e información, comprende una duración de cuatro meses.

1.5.3 Delimitación geográfica. Será el municipio de Ocaña, N.S, escogiendo tres puntos claves de contaminación del aire, permitiendo hacer un mejor diagnóstico.

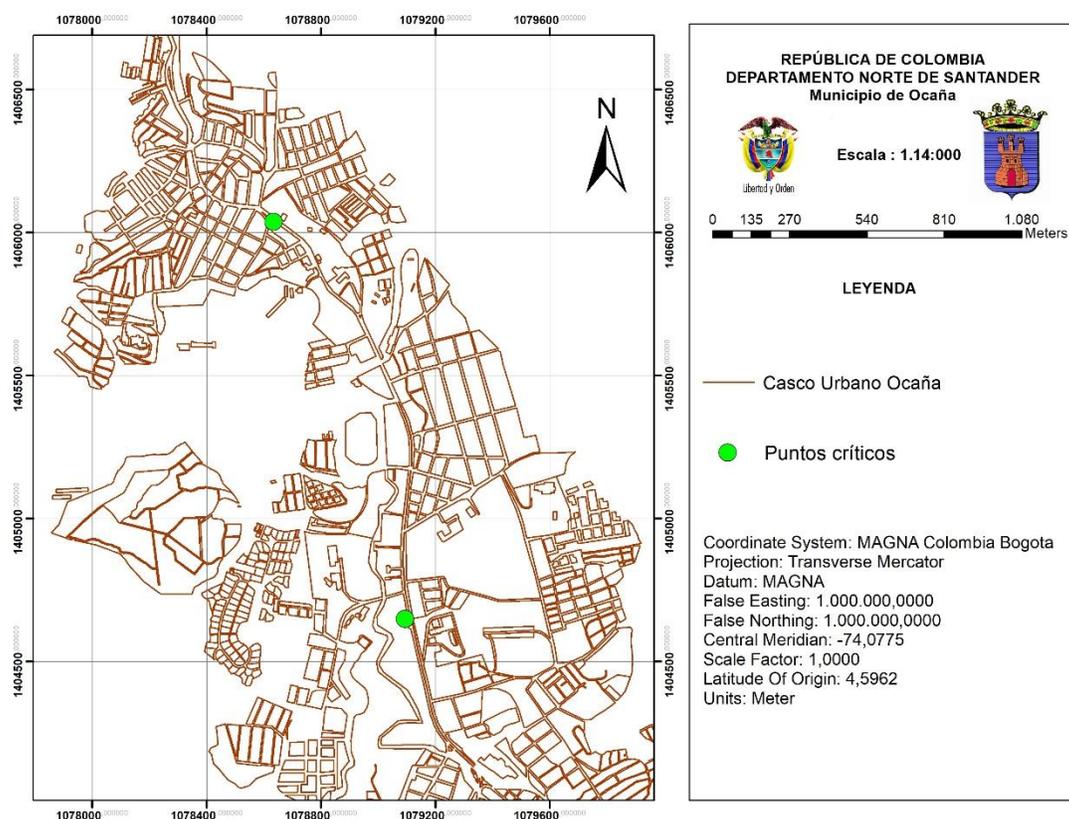


Figura 1. Delimitación geográfica del proyecto
Fuente: autora del proyecto

1.5.4 Delimitación operativa. La ejecución de este proyecto puede ser afectado por diferentes externalidades debido a que se realizara diferentes sectores del municipio de Ocaña, la obtención de los instrumentos de medición y toma de datos algunos son escasos y de muy alto costos, haciendo que el proyecto tenga obstáculos y su tiempo de ejecución se extienda.

Capítulo 2. Marco referencial

2.1 Antecedentes

Para hacer referencia a los antecedentes se hizo un rastreo documental en relación con el tema de investigación, encontrando diversas investigaciones:

Actualmente las áreas verdes urbanas cumplen un papel importante en nuestra sociedad ya que son espacios de recreación y esparcimiento, también ayudan a mejorar la calidad del aire. Las ciudades que buscan alternativas hacia la sostenibilidad urbana son aquellas que intentan reducir los recursos externos que utilizan, la generación de residuos y mejorar las condiciones de vida de los habitantes presentes y futuros, en dimensiones clave de la vida cotidiana (salud, ingresos, vivienda, acceso, tiempo libre, espacios públicos y sentido de pertinencia) (Morales, 2018).

Por otra parte (Lopez & Becerra, 2016) El material particulado es un conjunto de partículas sólidas y líquidas emitidas directamente al aire, tales como el hollín de diésel, polvo de vías, el polvo de la agricultura y las partículas resultantes de procesos productivos.¹ Existe un gran interés por parte de las autoridades ambientales sobre la necesidad de monitorear, PM10 (concentración de partículas de tamaño inferior a 10 micras, en g de partículas/m³ de aire), dado que existe evidencia de estudios internacionales según la cual las partículas más finas tienen una mayor asociación con los indicadores de mortalidad y morbilidad de la población. El municipio de Ocaña cuenta con la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Ocaña, la cual hace parte del

convenio entre la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña y la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental CORPONOR, que permite recolectar información sobre la concentración de material particulado y el comportamiento de los factores meteorológicos que regulan el transporte de los mismos en la atmósfera.

(Gutiérrez, 2012), en su trabajo titulado “Ecuación para estimar la biomasa arbórea en los bosques tropicales de Costa Rica” la biomasa es una variable difícil de estimar y aún hoy día no existe una ecuación que pueda aplicarse de forma generalizada para su estimación en el contexto tropical, inicialmente se realizó una revisión bibliográfica para determinar y seleccionar aquellas ecuaciones que, por su naturaleza y estructura, podrían utilizarse para el ejercicio propuesto. Se encontraron cuatro modelos, que se presentan más adelante, los cuales se evaluaron con datos para diámetro a 1,3 m de altura y altura total de árboles en dos bosques tropicales⁴¹ y datos sobre la densidad de la madera de las distintas especies encontradas en ellos. Al final se construyó un modelo estadístico generalizado para estimar la biomasa.

$$B3 = 21,297 - 6,953 \cdot (dap) + 0,740 \cdot (dap)^2$$

Por otra parte se tiene en cuenta la investigación realizada por (Caicedo & Peñuela, 2018) en su tesis “ evaluación de los efectos en salud relacionados con la contaminación del aire para el sector ciudadela norte de la ciudad de Ocaña, norte de Santander” En la ciudad de Bogotá se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial el cual como su nombre lo indica tiene como finalidad el ordenamiento del territorio dentro de este se considera la estructura ecológica la cual se encuentran incorporados la arborización urbana y la clasificación de coberturas y usos de suelos; la primera contiene la información oficial de los árboles localizados en el espacio público

urbano de la ciudad, tanto en bases de datos alfanuméricas como geográficas permite el registro y actualización de todas las actividades operativas y de mantenimiento; El segundo identificando las zonas verdes o presencia de material vegetal empleando por parte de las entidades competentes un arduo trabajo por medio de imágenes satelitales que permite reconocer información de especies y usos para la investigación.

Para la arborización urbana, se reconocerán las especies presentes en las cuatro áreas de interés (los sectores de referencia con mínima y máxima concentración) con el fin de consultar las características en bibliografía existentes; para esta fase se analizaran factores como densidad arbórea, forma de la copa, posición de las hojas, densidad de la copa, tasa de 30 crecimiento, estos factores son elegidos debido a que las partículas suspendidas pueden ser reducidas por la presencia de árboles y arbustos ya que ellos las captan.

Las especies con copas densas que poseen gran superficie foliar, que tienen hojas grandes y pubescentes, follajes persistente densos retienen más eficazmente las partículas en suspensión arrastradas por los vientos; la captación de contaminantes difiere según las condiciones de crecimiento y el estado de desarrollo. Para la determinación de la densidad de la copa se utiliza la tarjeta de densidad de copa-transparencia de follaje, en la cual se evalúa la cantidad de la luz que permite traspasar a través de su cresta; medida desde lo bajo del árbol de manera visual.

Así mismo (Lopez & Becerra, 2016) En Ocaña, no existen estudios que evalúen la calidad del aire respecto al material particulado menor a 10 micras, considerando que desde comienzo del año 2014 se dispone de una Red de Monitoreo de Calidad del Aire con tres estaciones

ubicadas en el casco urbano de la ciudad, es relevante evaluar en qué nivel se encuentra la Calidad del Aire por este contaminante. El principal objetivo de esta investigación es evaluar la contaminación atmosférica por material particulado menor a 10 micras, con la finalidad de determinar el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente. La concentración de material particulado anual fue de (34,16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) para la Estación de Bellas Artes, (40,30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) Estación UFPSO sede Primavera y (49,35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) Estación Crediservir sede Santa Clara, observándose que no sobrepasa los límites permisibles (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) según el Índice de Calidad del Aire se clasifica en “buena”.

Los resultados indicaron que la hipótesis planteada en este estudio fue comprobada, debido a si existe contaminación atmosférica por material particulado y se encuentra entre los límites permisibles anuales, presentando días en los cuales excede la norma con una concentración superior a (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) diario; y hay diferencias significativas por concentración de material particulado en las diferentes estaciones.

2.2. Marco Contextual

El municipio de Ocaña se encuentra ubicado en el departamento de Norte de Santander, sobre la cordillera oriental. Es la segunda ciudad del Departamento de Norte de Santander con 90.037 habitantes (Censo 2005) de los cuales el 87% vive en el área urbana y el 13% en el área rural. Su altura sobre el nivel del mar es de 1.202 m; la superficie del municipio es 463Km², los cuales representan el 2,2% del departamento y su temperatura promedio es de 22° C.

El municipio es el centro comercial y cultural de la Provincia que lleva su mismo nombre y limita con los municipios de San Calixto, La Playa, Abrego, Teorema, Convención, El Carmen, González, Rio de Oro y San Martín. (Contreras, 2015).

2.2.1 División Territorial Urbana. El casco urbano del Municipio de Ocaña se encuentra dividido en seis (6) comunas, con un área total de 6.96 km², referenciadas en el plano División Político Administrativo Actual y organizadas de la siguiente manera:

- **Comuna 1.** Ciudadela Norte Comuna
- **Comuna 2.** Francisco Fernández de Contreras
- **Comuna 3.** José Eusebio Caro
- **Comuna 4.** Cristo Rey
- **Comuna 5.** Adolfo Milanés
- **Comuna 6.** Olaya Herrera
-

Tabla 1.
Área de las comunas

Comuna	Areas (Km²)
1	1.07
2	1.51
3	2.63
4	1.07
5	1.14
6	0.80
TOTAL	8.24

Fuente: POBT Ocaña 2002

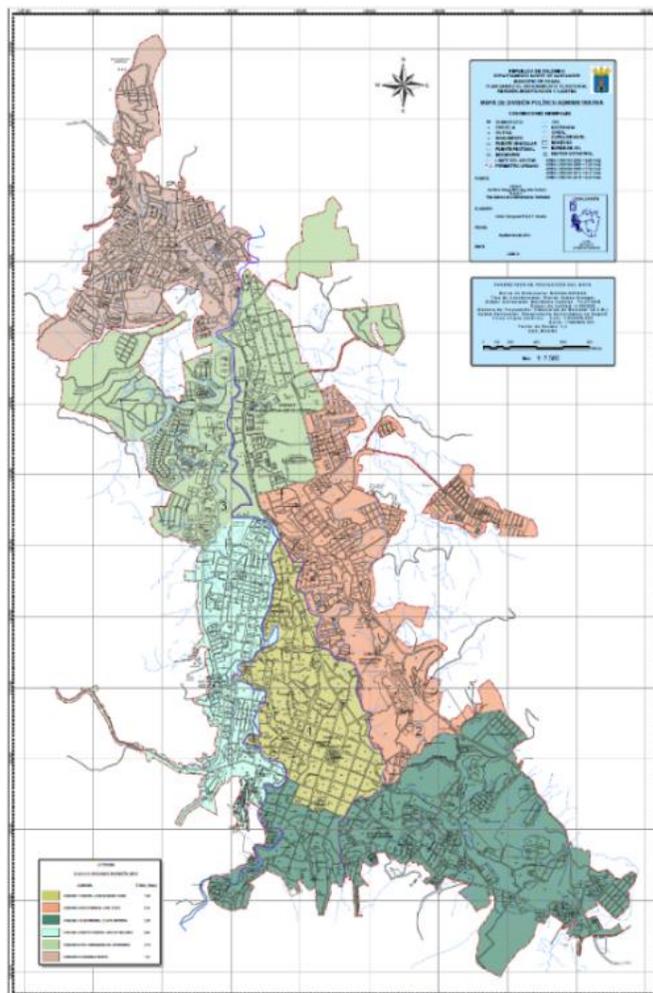


Figura 2. División política del municipio de Ocaña
Fuente: PBOT Ocaña 2002

2.2.2 Demografía. Ocaña cuenta con una población principalmente urbana con La población con un 89.5% (85.233 habitantes), y el 10,5% (9.957 habitantes) reside en la zona rural, para un total de 95.190 habitantes, según las proyecciones del DANE.

En términos de habitabilidad, las estadísticas indican que el número de personas por hogar en Ocaña es de 3,9, un 68,2% de estos hogares está compuesto por 4 o menos personas, y el 32,6% de la población de Ocaña nació en otro municipio (Dane, 2005).

2.2.3 Problemáticas del desarrollo municipal. El municipio de Ocaña Para la determinación de la calidad ambiental urbana el Espacio Público se ha convertido hoy en día en un indicador importante, de tal manera que debe abordar desde la perspectiva del urbanismo, con la inclusión del componente ambiental a través del embellecimiento del recurso Paisaje; pues se hace referencia a los espacios vacíos y continuos delimitados. (Alvarez, Caicedo, & Angarita, 2017)

En este contexto el municipio de Ocaña podemos apreciar la actividad comercial situada en la zona céntrica y en la comuna Norte del municipio, de tal manera que la comunidad se ve afectada por la pérdida de áreas de interés común, tales como áreas verdes urbanas, afectando la vida urbana de los habitantes de este, debido a la poca disponibilidad de áreas verdes urbanas, originado por a la dinámica de crecimiento poblacional, siendo esta una variable primordial para la planificación de las ciudades.

El crecimiento de la ciudad de una forma desordenada trae consigo problemáticas ambientales como las emisiones de CO₂, y PM₁₀ causando contaminación del aire, disminución de A.V.U., espacio público, entre otros.

2.2.4 Antecedentes del índice cuantitativo de espacio público efectivo. Según el plan básico de ordenamiento territorial de la ciudad de Ocaña para el año 2002 se calculó este índice dando como resultado un déficit cuantitativo de espacio público de 1.41 m² / habitante, de acuerdo a los datos mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 2.*Índice de espacio público*

ESPACIO PUBLICO	AREA M2	INDICE M2/ HABITANTE
Zonas verdes y espacios recreativos	110.370	1.41
TOTAL	110.370	1.41

Fuente: (PBOT, 2002)

Las Áreas verdes de recreación, paisajísticas y climáticas en el municipio de Ocaña son aquellas áreas públicas o privadas donde el medio y sus recursos solo pueden ser aprovechados con fines paisajísticos, de recreación y/o turismo, educación ambiental, eco-recreación, ecoturismo y agroturismo, con el fin de mantener y preservar sus características.

La construcción de complejos turísticos y hoteleros, centros vacacionales y centros deportivos, deberán cumplir con los requisitos exigidos por la autoridad ambiental y el municipio, en el marco de las normas establecidas en el presente acuerdo, en todo caso, no podrán fraccionarse por debajo de un (1) hectárea y la ocupación máxima será del 30% del predio, tal como se determinan en la legislación agraria (Pbot, 2015)

2.3 Marco Conceptual

2.3.1 Área verde urbana. La Comisión Nacional de Medio Ambiente define área verde como los espacios urbanos, o de periferia a éstos, predominantemente ocupados con árboles, arbustos o plantas, que pueden tener diferentes usos, ya sea cumplir funciones de esparcimiento, recreación, ecológicas, ornamentación, protección, recuperación y rehabilitación del entorno, o similares

2.3.2 Contaminación atmosférica. Es el fenómeno de acumulación o de concentración de contaminantes en el aire.

2.3.3 Contaminantes. Son fenómenos físicos, o sustancias, o elementos en estado sólido, líquido o gaseoso, causantes de efectos adversos en el medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana que solos, o en combinación, o como productos de reacción, se emiten al aire como resultado de actividades humanas, de causas naturales, o de una combinación de éstas.

2.3.4 Material particulado (PM10). Mezcla de partículas líquidas y sólidas, de sustancias orgánicas e inorgánicas, que se encuentran en suspensión en el aire. Este material particulado forma parte de la contaminación del aire. Con una composición muy variada y podemos encontrar, entre sus principales componentes, sulfatos, nitratos, el amoníaco, el cloruro sódico, el carbón, el polvo de minerales, cenizas metálicas y agua. Dichas partículas además originan reacciones químicas en el aire. (Anonimo, s,f).

2.3.5 Puntos críticos. En este caso se define como la zona o sector donde el contaminante alcanza sus concentraciones máximas.

2.3.6 Copa arbórea. También conocido como ocasiones canopia o dosel de un árbol individual se refiere a la capa superior de sus hojas. Habitualmente tiene una densa sombra que bloquea la luz solar a las plantas de un desarrollo más bajo.

2.3.7 CO² Gas compuesto por dos átomos de oxígeno y uno de carbono. Contaminante presente en la naturaleza en forma gaseosa, aunque puede llegar a adoptar otra forma, líquida o gaseosa, según la presión y temperatura a la que se vea sometido.

2.3.8 Sistemas de vigilancia de la calidad del aire (SVCA). Conjunto de procesos, herramientas e instrumentos que tienen como fin determinar los niveles de inmisión que se dan en un área determinada.

2.3.9 Densidad follaje. Es considerado como el número de “capas” a través de las cuales debe pasar la radiación solar antes de incidir sobre los objetos, superficies o personas, localizadas debajo de ésta. (Torre, s,f)

2.3.10 Calidad del aire. Forma de medir las condiciones del aire en espacios interiores. El dióxido de carbono es una magnitud objetiva para determinar la calidad del aire. (pce-iberica , s.f.)

2.3.11 Contaminación del aire. Es generada por la emisión, acumulación y mezcla de contaminantes en el aire provenientes de fuentes naturales (Ej. volcanes y plantas) y fuentes antropogénicas (Ej. industrias, servicios y vehículos). (Siac, 2017)

2.3.12 Calidad ambiental urbana. Es el resultado de la interacción del conjunto de factores humanos y ambientales que inciden de manera positiva o negativa en los habitantes de una ciudad. Usualmente asociada con factores como la disponibilidad de espacio público, la

calidad y cantidad de las áreas verdes, la contaminación ambiental, la calidad del aire, contaminación atmosférica, entre otras. (Siac, 2017)

2.3.13 Absorción del contaminante. Proceso por el cual las A.V.U. absorben algunos contaminantes del aire y lo depuran.

2.4 Marco Teórico

Para lograr que las ciudades entren en armonía con el medio ambiente es necesario llevar un equilibrio con este, permitiendo incorporar algunos factores dinámicos en el que la explotación de los recursos, la dirección de las nuevas inversiones, la orientación del nuevo desarrollo tecnológico y los cambios institucionales resulten consistentes tanto con las necesidades actuales como con las del futuro.

Se puede apreciar que las áreas verdes urbanas (A.V.U.) frente al fenómeno de desarrollo, se encuentran en una constante disminución relativa, es decir; aunque aumenten en cantidad absoluta no lo hacen ni en la proporción, ni en la calidad necesarias para satisfacer las normas y recomendaciones estatales y mucho menos las internacionales.

A medida que la ciudad se expande se reduce el conjunto de espacios públicos abiertos en los cuales los elementos naturales (especialmente la vegetación), al igual que los demás espacios públicos abiertos forman parte de la estructura urbana.” (Anonimo, 2014).

Las áreas verdes desempeñan un conjunto de funciones primordiales en el bienestar y en la calidad de vida de los centros urbanos. Estas zonas se pueden concebir, desde un punto de vista ambiental, como elementos que influyen directamente sobre el medio ambiente urbano, desde un punto de vista social, como generadores de impactos y beneficios directos en la comunidad.

Beneficios ambientales. Mejora en la calidad del aire. Mientras que en muchas ciudades de los países más desarrollados los índices de contaminación han disminuido durante los últimos diez a veinticinco años, los niveles de contaminación del aire han aumentado en muchas ciudades de América Latina y el Caribe. El uso de vegetación para reducir la contaminación del aire es una técnica efectiva que también proporciona otros beneficios como el embellecimiento de la ciudad. Según (Claro & Martínez, 2016) Las A.V.U. pueden reducir en cierta medida algunos contaminantes del aire. La contaminación se reduce directamente cuando las partículas de polvo (PM10) y humo quedan atrapadas en la vegetación. Asimismo, las plantas absorben y depuran gases tóxicos, principalmente aquellos originados por los escapes de los vehículos y que constituyen una gran parte del smog urbano como el CO².

La vegetación urbana puede reducir los niveles de dióxido de carbono de dos formas. En primer lugar, todas las plantas, a través de la fotosíntesis, absorben dióxido de carbono directamente en la biomasa y a cambio liberan oxígeno.

En segundo lugar, cuando la vegetación extensa reduce el calor sofocante en un área urbana, ayudando a la regulación del microclima permitiendo que los residentes deben utilizar

menos combustibles fósiles para enfriar sus edificios, reduciendo así las emisiones de dióxido de carbono. (Claro & Martínez, 2016).

Regulación del microclima. Se considera uno de los beneficios más importantes de las A.V.U. El resultado de los árboles y otros tipos de vegetación manera que ayuda a la regulación del microclima. El efecto del calor es más notable en centros urbanos con escasa o nula vegetación y extensas áreas pavimentadas. Estas superficies solo disipan el calor del sol muy lentamente. Esto resulta en un rápido aumento de la temperatura, conocido como el efecto de “isla de calor urbano”, donde una ciudad se calienta rápidamente y conserva altas temperaturas. Aún más, en la medida en que la temperatura de la ciudad se eleva, también lo hacen los contaminantes transportados por el viento y el smog; (Claro & Martínez, 2016). Según Abkari et al (1992) llegó a la conclusión de que la sombra de los árboles podría reducir la temperatura promedio del aire en los edificios hasta 5°C.

La calidad del aire en las ciudades. Los contaminantes son siempre emitidos por fuentes móviles, puntuales bien localizadas, ya sean de origen natural, antrópico o natural activado por efectos antrópicos indirectos, si bien en este último caso los efectos tienen una repercusión a escala global. Son ejemplos el efecto del calentamiento climático producido por los gases y partículas de efecto invernadero, como el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) o las partículas de carbono negro (BC); o la destrucción de la capa de ozono (O₃) estratosférico por las emisiones de compuestos halogenados. El efecto de estos contaminantes es global y no afecta directamente a la salud humana ni a los ecosistemas, aunque sí lo hace indirectamente debido a los problemas derivados del cambio climático (Querol, 2018).

Las fuentes móviles es uno de los grandes problemas para tener una buena calidad del aire debido a la quema de combustibles fósiles utilizados por el parque automotor ya que los vehículos automotores son los principales emisores de contaminantes como óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos no quemados, dióxidos de azufre y compuestos orgánicos volátiles.

En el municipio de Ocaña la contaminación atmosférica está dada por fuentes móviles y fijas, principalmente y en mayor cantidad las fuentes fijas, dado al crecimiento poblacional y el transporte de las personas en el interior del municipio. Según la Secretaria de Movilidad y Transito de Ocaña hasta diciembre de 2015 se encontraban registradas 33.121 motocicletas y 26.256 automóviles (Ruedas & Gómez, 2016) lo que significa que para el año 2019 estos aumentaron, ocasionando aún la quema de combustibles fósiles en el municipio y el deterioro de la calidad del aire para toda la población.

Efectos en la salud por la contaminación del aire. Las personas expuestas a altas concentraciones de contaminantes específicamente en cuanto a material particulado PM10, pueden presentar afectaciones a la salud humana por enfermedades respiratorias; siendo vulnerables a los efectos del contaminante.

Con el fin de hallar la correlación entre la concentración del contaminante y el número de casos de tipo respiratorio. La población objetivo estuvo conformada por el número total de pacientes cuya zona de residencia se encuentra en el sector Ciudadela Norte; que acudieron al

servicio de consulta externa, hospitalización y urgencias; por enfermedades respiratorias (Contreras, 2016)

En general, se puede afirmar que el aire en su mayoría presentó una clasificación “buena” según el Índice de Calidad del Aire; esto quiere decir que las concentraciones de PM10 en gran parte del periodo de estudio no sobrepasaron los niveles máximos de exposición. A pesar de esto se registraron días en los cuales el contaminante PM10 supero los valores de referencia definidos para la protección de la salud humana, para lo cual la calidad del aire estuvo clasificada como “moderada” registrando un porcentaje bajo del 25%, considerado por sus efectos en salud como “dañina para grupos sensibles” (Contreras, 2016).

Se recomienda continuar desarrollando estudios que relacionen la contaminación del aire con efectos a la salud, con el fin de hacer un seguimiento a los problemas de salud derivados de la exposición a material particulado respirable PM10 y efectos asociados con demás agentes ambientales (temperatura, viento, humedad, precipitación). Cabe mencionar, la importancia del apoyo y trabajo conjunto donde haya una participación de las diferentes entidades competentes tanto sanitaria, ambiental como de otros actores.

Frente a esta realidad, las áreas verdes al interior de las ciudades pueden jugar un rol importante en la descontaminación de estas mismas. La vegetación actúa como un filtro que absorbe y retiene la contaminación particulada que flota en el aire, tales como polvo, humo, bacterias y químicos. Un árbol urbano de grandes dimensiones puede llegar a retener diariamente la contaminación producida por unos 100 autos. Al mismo tiempo purifican el aire, absorbiendo

CO₂ y liberando oxígeno puro. Un estudio de la Universidad de Lancaster, Reino Unido, demostró que el arbolado urbano puede reducir las concentraciones de contaminantes a nivel de calle hasta en un 40% para el NO₂ y de un 60% para el material particulado.

El municipio de Ocaña tiene en su área urbana un importante número áreas verdes que ofrecen a la ciudad servicios ambientales que ayudan en la gestión ambiental de la ciudad, sin embargo, la mayoría de estas áreas son privadas y se corre el riesgo de perderlas, lo cual va detrimento de esta ciudad, de otra parte, aún no se ve una política clara a nivel municipal que permita la conservación de estas áreas.

2.5 Marco legal

La normatividad colombiana vigente que se ha emitido en materia de la calidad del recurso aire y calidad ambiental urbana es amplia, por lo cual, a continuación, se muestran las principales normas que tienen relación con la problemática objeto de estudio.

Ley 99 de 1993. Sistema Nacional Ambiental y Ministerio de Medio Ambiente

Decreto 02 de 1982 (Minsalud). Por el cual se reglamentan parcialmente el título I de la Ley 09 de 1979 y el Decreto Ley 2811 de 1974, en cuanto a emisiones atmosféricas.

Decreto 2252 de 2017. Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones.

Política De Gestión Ambiental Urbana- 2008. se establecen directrices para el manejo sostenible de las áreas urbanas, orientadas principalmente a la armonización de las políticas ambientales y de desarrollo urbano, así como al fortalecimiento de espacios de coordinación interinstitucional y de participación ciudadana, con el fin de avanzar hacia la construcción de ciudades sostenibles.

Decreto 1504 De 1998, Artículo 5. El espacio público está conformado por el conjunto de los siguientes elementos constitutivos y complementarios:

Elementos constitutivos naturales: a) Áreas para la conservación y preservación del sistema orográfico o de montañas, tales como: cerros, montañas, colinas, volcanes y nevados.

Resolución 2254 De 2017 Del Ministerio De Medio Ambiente Y Desarrollo. Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones.

Política De Prevención Y Control De La Contaminación Del Aire De 2010. incluye la expedición de las respectivas licencias ambientales, permisos, concesiones, autorizaciones y salvoconductos, funciones que hasta ese momento en el tema de aire estaban en cabeza del Ministerio de Salud; actualmente Ministerio de la Protección Social.

Decreto 2107 De 1995. por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995 que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire.

Resolución 005 De 1996. Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por fuentes móviles terrestres a gasolina o diésel, y se definen los equipos y procedimientos de medición de dichas emisiones y se adoptan otras disposiciones.

Decreto 948 De 1995. Por el cual se reglamentan, parcialmente la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 75 del Decreto-Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.

Capítulo 3. Diseño metodológico

3.1 Tipo de investigación

Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y descriptivos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar conclusiones producto de toda la información recaudada y lograr un mayor entendimiento del fenómeno de estudio. (Hernández, 2014)

De acuerdo a lo anterior, revisando el propósito y el enfoque de la investigación será de forma mixta ya que permite la deducción a partir de un análisis de variables y parámetros que se logran cuantificar para analizar o plantear una teoría. Para lo cual se utilizaron ecuaciones alométricas que permiten el cálculo de la biomasa y la cantidad de Co₂ y PM₁₀ que dichas zonas verdes urbanas se encuentran capturando o depurando.

3.2 Población

Se escogió la población del área verde urbana de Ocaña, Norte de Santander

3.3 Muestra

Para la muestra se escoge de acuerdo al área de influencia de los puntos críticos de contaminación del aire para la ciudad de Ocaña y las áreas verdes involucradas.

3.4 Metodología

Para la estimación de la Biomasa del presente proyecto se tendrá en cuenta variables como:

- Nombre de las especies
- El diámetro a la altura del pecho DAP (cm)
- Altura total, ht (metros)
- Peso específico básico, d (g/cm³)

Partiendo de esas variables el proyecto tendrá 3 fases para la obtención de los resultados.

Fase 1

- Identificar las zonas de acuerdo a los puntos críticos, para lo cual se toma de referencia los estudios realizados por el laboratorio de calidad del aire de la UFPSO.
- Según la red de monitoreo de la UFPSO ubicaron los puntos críticos
- Por medio del software WRPLOT que permite determinar la dirección del viento, identificar el radio de influencia de estos puntos críticos y determinar las áreas verdes correspondientes a esa área de incidencia.
- Identificación de especies en los puntos críticos.

Fase 2. Se aplicó las ecuaciones alométricas Brown para calcular la captura de CO², para que se utilizara la siguiente ecuación:

$$B=21,297-6,953 \cdot (\text{dap})+0,740 \cdot (\text{dap})^2$$

Para PM10. Una vez teniendo la dirección del viento, se procede a la determinación de la densidad de la copa, se utiliza la tarjeta de densidad de copa-transparencia de follaje, en la cual se evalúa la cantidad de la luz que permite traspasar a través de su cresta; medida desde lo bajo del árbol de manera visual.

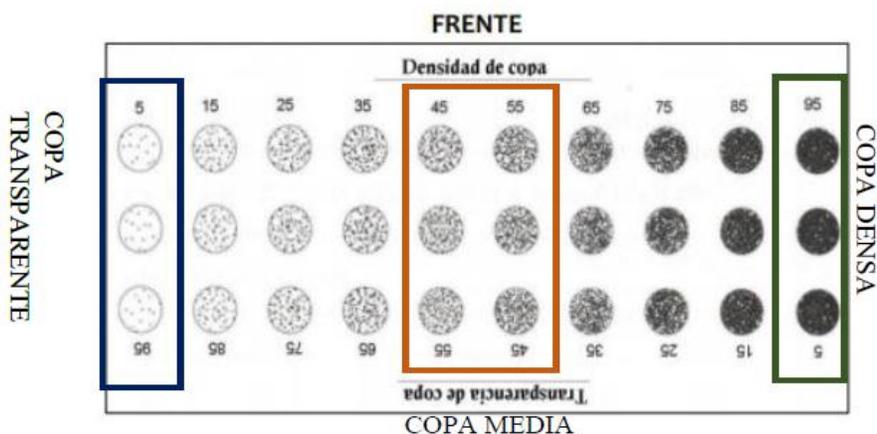


Figura 3. Tarjeta de identificación de densidad, copa de transparencia
Fuente: (CONFANOR, 2007)

Con la información se realizará un análisis para determinar el rango de retención de material particulado que estas áreas verdes pueden tener en su área de influencia.

Fase 3. En esta fase se realizó el análisis sobre la incidencia que tienen estas áreas verdes en cuanto a la depuración y descontaminación del aire en nuestra ciudad.

Capítulo 4. Presentación de resultados

4.1 Analizar la distribución de las áreas verdes urbanas, según los focos críticos de contaminación del aire.

Se realizó la identificación de los focos críticos de contaminación de aire fundamentado en las estaciones de medición de calidad de aire establecidas en el casco urbano del municipio de Ocaña. Estas estaciones ayudan a determinar el área que se ve afectada por el material particulado y la calidad de aire con la que cuentan los habitantes de las zonas.

Además se tuvo en cuenta estudios realizados por alumnos de nuestra alma mater como, (Contreras, 2015), (Fonseca & Moreno, 2016) que permiten hablar con claridad sobre la contaminación en estos sectores.

Por medio de la cartografía y la actualización del Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) se establecieron las áreas verdes para cada punto crítico, se aplicó un área de 500 metros esto con el fin de determinar que especies estaban dentro de la zona, se hizo una cuantificación del número de especies de herbáceas, arbóreas y arbustivas estaban en esa área de influencia.

En la siguiente salida gráfica se determinaron como están distribuidos los puntos críticos mediante salidas a campo e identificación de especies.

Identificación de los puntos críticos

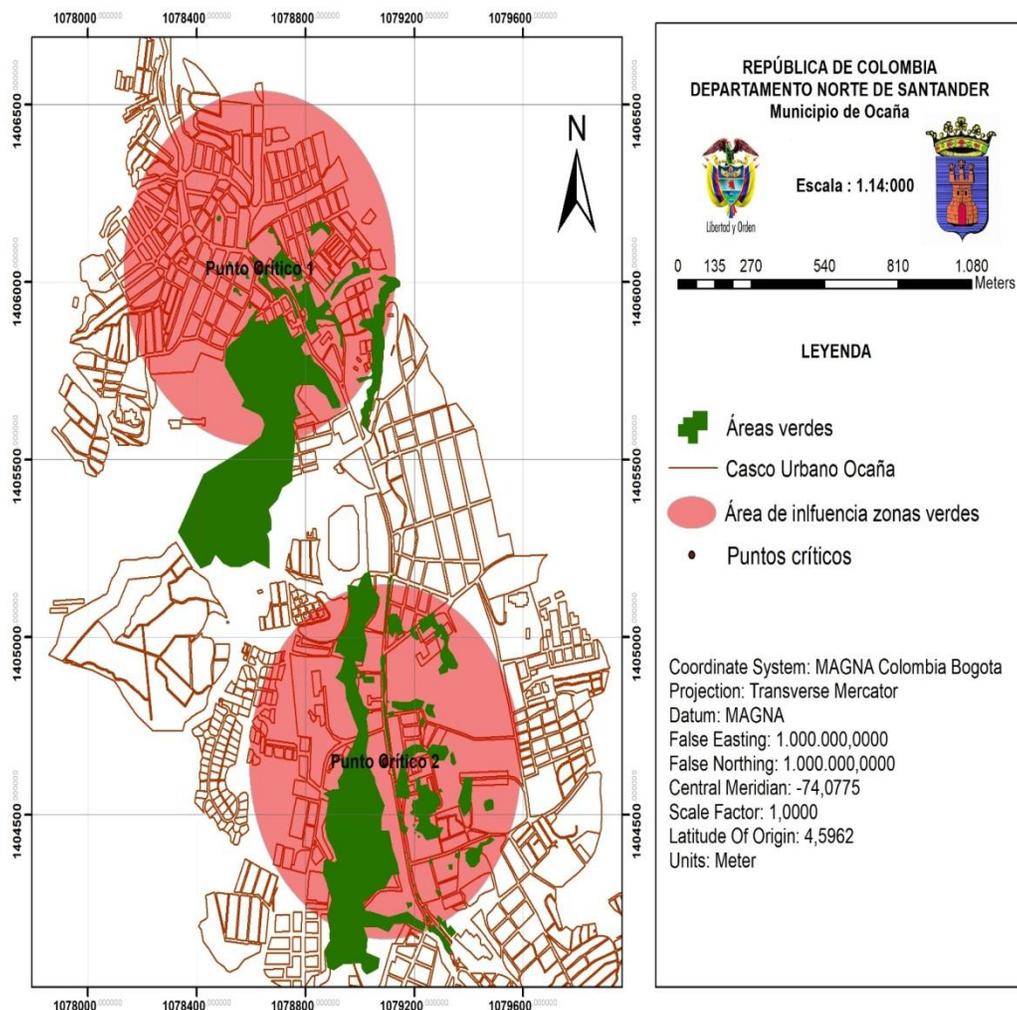


Figura 4. Caracterización y zonificación de los puntos críticos

Fuente: Autora del proyecto

Para escoger estas áreas verdes ubicadas dentro de los puntos críticos, se tuvieron en cuenta el radio de influencia que tiene la dispersión de contaminante, dirección y velocidades del aire, el cual permitió tener una visión más acertada de su comportamiento, se realizó un buffer de 500 metros a la redonda debido a que según el programa WRPLOT el contaminante se dispersa en forma de círculo, como lo podemos observar en la siguiente imagen.

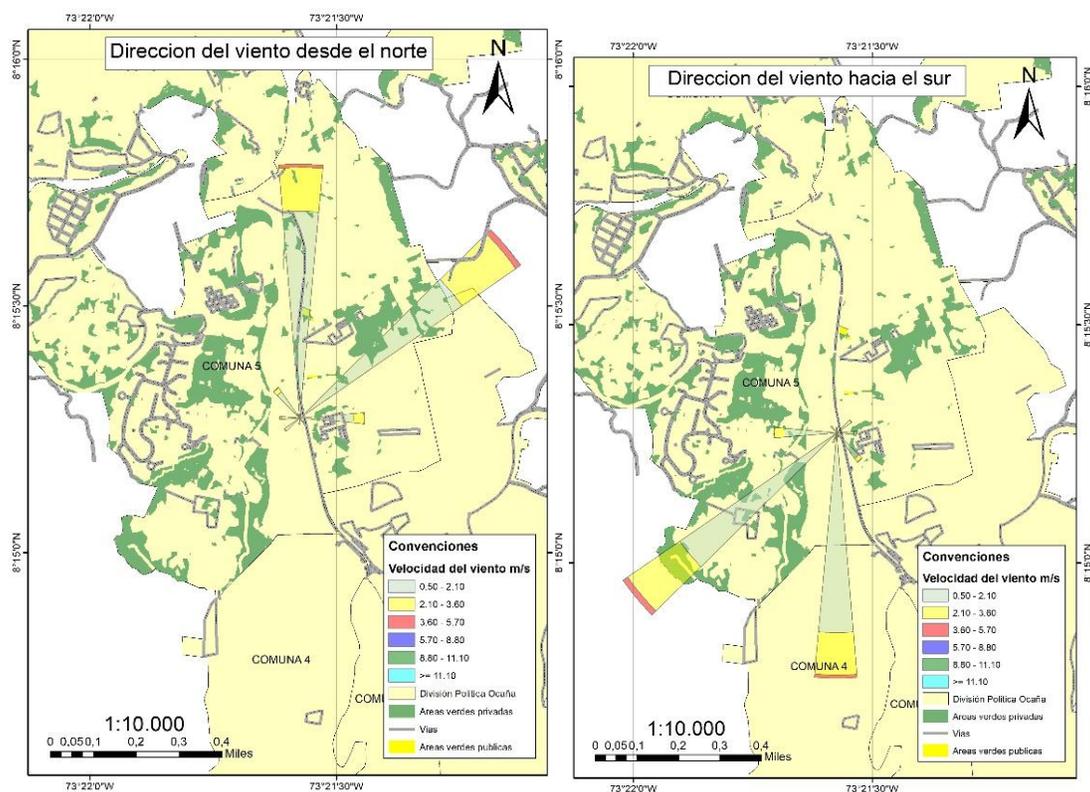


Figura 5. Comportamiento del viento en dirección Norte-Sur, con su respectiva velocidad.
Fuente: Autora del proyecto.

Se puede observar que si se sobrepone una imagen con la otra se forma un círculo.

En esta zona predominan especies como *Juglans neotropica* (cedro negro), *Clusia multiflora* (rampacho), *Astronium graveolens* (gusanero) y *Vitellaria paradoxa* (mantequilla), cuentan con una alta densidad en su follaje, lo que permite mayor captación de dióxido de carbono y material particulado.

Área de las zonas verdes identificadas: 43,6 hectáreas, este cálculo se hizo en base a la digitalización de las zonas verdes de acuerdo a la cartografía obtenida.

4.2 Estimar la cantidad de carbono que puede ser almacenado en las áreas verdes del casco urbano del municipio.

Para estimar la cantidad de carbono se establecieron 20 parcelas las cuales fueron divididas en los sectores donde se estipularon los puntos críticos, estas parcelas tienen un tamaño de 20 x 20 metros, se tuvo en cuenta la guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales (Chacon & Porro, 2009) esta determina la forma de calcular dichas parcelas se tuvo en cuenta los siguientes datos.

- *Área de estudio*
- *Área de parcela*
- *Promedio stock de carbono*
- *Desviación estándar de estratos*
- *Muestra estadística de la distribución*
- *Nivel de precisión seleccionado*

La ecuación correspondiente para calcular las parcelas es la siguiente

$$n = \frac{(N * s)^2}{\frac{N^2 * E^2}{t^2} + N * s^2}$$

Fuente: (Chacon & Porro, 2009)

Teniendo en cuenta la ecuación los datos calculados fueron:

Área del estrato N = 43.6 Ha que equivalen a la zona de estudio del proyecto

Área de las parcelas 20 m x 20 m = 400 m²

Promedio del stock del carbono = 61,24

Esta fórmula arroja se deben realizar 9 parcelas por punto crítico, debido a que son muy pocas se decide hacer 20 parcelas por vegetación arborea y para la herbácea 14 parcelas.

Calculo de los stocks de carbono y biomasa. Cuando se habla de los stocks de carbono, se refiere a la cantidad de carbono almacenada en los ecosistemas de los bosques, principalmente en la biomasa viva y en el subsuelo, pero también, aunque en menor medida, en la madera muerta y la hojarasca.

Para este caso se realizaron las siguientes mediciones para el cálculo de los stocks de carbono y su respectiva biomasa.

- *Sito o zona de estudio*
- *Tipo de vegetación que está presente en la zona*
- *Número de individuos o especies encontradas*
- *El Dap (Diámetro altura sobre pecho)*
- *Altura*

Se tuvo en cuenta la siguiente ecuación: **Biomasa = 21,297 – 6,953. () + 0,740 * (dap)²**

Para el cálculo de los stocks de carbono se hizo mediante la siguiente ecuación: **Sc = (Biomasa * Cf.)**

Donde Cf hace referencia a la fracción de carbono que equivale a 0,5 y es estándar para cualquier cálculo de carbono.

Teniendo en cuenta esta información se hizo el cálculo para cada uno de los puntos críticos establecidos en el proyecto

Punto crítico 1. Está ubicado al norte del municipio de Ocaña, precisamente en las instalaciones de Crediservir en el sector de la ciudadela norte, está conformados por los barrios de la comuna 6. Se establecieron mediante la cartografía las áreas verdes correspondientes para este sector.

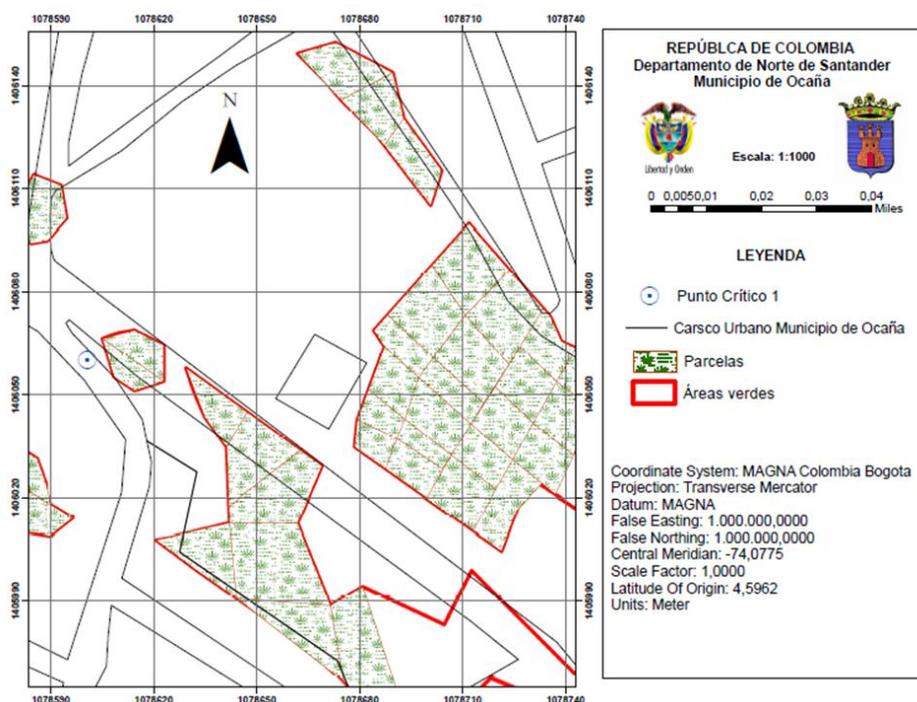


Figura 6. Caracterización por medio de parcelas

Fuente: Autora del proyecto

Se calcularon las 20 parcelas para este punto crítico y se hizo el cálculo de la biomasa y stocks de carbono.

Vegetación arborea

Calculo de los stocks de carbono y biomasa punto crítico 1. Ciudadela Norte

Tabla 3.

Cálculo de los stocks de carbono

Comuna 6 Punto crítico Parcelas	Vegetación	Especies	Individuos	DAP	Biomasa 6, 953. (\cdot)+0,740.(DAP) ²	H (m)	Biomasa (Kg)	Stock de Carbono (KgCO ₂ /mes)
Parcela 1	Arborea	<i>Astronium graveolens</i> (gusanero)	6	17	117,006	2	203	101,67
		<i>Myrcia albobrunnea</i> (arrayan)		16,8	113,3946	1,5		
		<i>Cedrela fissilis</i> (cedro Rosado)		30	478,797	2		
		<i>Bauhinia forticata</i> (pata de vaca)		23,5	266,637	3		
		<i>Magnifera indica</i> (mango)		29,4	456,5934	1		
		<i>Spondias purpurea</i> (cocoto)		26	340,837	1,5		
		Total			1773,266			
Parcela 2	Arborea	<i>Clausia multiflora</i> (rampacho)	3	22	226,57	2	321,381	16,19
		<i>Sambucus</i> (sauco)		23	272,2326	3		
		<i>Bambusa angustifolia</i> (guadua)		37,4	796,4494	1		
		Total			1295,239			
Parcela 3	Arborea	<i>Astronium graveolens</i> (gusanero)	4	16,8	113,3946	4	17,579	8,7897
		<i>Bauhinia forticata</i> (pata de vaca)		22,2	231,7086	3,5		
		<i>Licania tomentosa</i> (opti)		19	156,387	2		
		<i>Pinus patula</i> (pino mexicano)		21	201,687	1,9		
		<i>Kerpis</i> (palma de manila)		33	597,807	2,5		
		Total			1295,239			

Parcela 4	Arborea	<i>Enterolobium</i>	5	23	252,907	3,0	56,390	28,155	
		<i>cyclocarpum (orejero)</i>							
		<i>Guaiacum (guayacan)</i>			29	442,087			3,2
		<i>Hevea brasiliensis</i> (frico)			34	640,437			2,0
		<i>Spondias purpurea (</i> <i>cocoto)</i>			24,3	319,1286			1,4
		Total		2252,366					
		<i>Astronium graveolens</i> (<i>gusanero</i>)		17,8	132,0486	2			
Parcela 5	Arborea	<i>Acacia mangium (</i> <i>acacia)</i>	4	16,3	104,6226	2,5	8,0276	4,0138	
		<i>Anacardium excelsum</i> (<i>caracoli</i>)			12,5	50,047			1,9
		<i>Acacia mangium (</i> <i>acacia)</i>			11	34,387			2
		Total		321,1052					
Parcela 6	Arborea	<i>Guaiacum (guayacan)</i>	3	21,3	208,9926	1	11,466	5,7329	
		<i>Magnifera indica</i> (<i>mango</i>)			18,7	150,1026			1,8
		<i>Cedrela fissilis (cedro</i> <i>Rosado)</i>			16	99,537			2,3
		<i>Fraxinus chinensis (</i> <i>uarpan)</i>			20,6	192,1534			2
		Total		458,6322					
Parcela 7	Arborea	<i>Astronium graveolens</i> (<i>gusanero</i>)	3	21,5	213,937	1,5	14,062	7,031	
		<i>Juglans neotropica</i> (<i>cedro negro</i>)			19	156,387			2,8
		<i>Guaiacum (guayacan)</i>			27	373,107			1
		<i>Bauhinia forticata (</i> <i>pata de vaca)</i>			24,4	292,2834			2
		Total		562,4774					
Parcela 8	Arborea,	<i>Acacia mangium (</i> <i>acacia)</i>	4	25	310,047	1,5	27,74	13,87	
		<i>Juglans neotropica</i> (<i>cedro negro</i>)			17,9	133,9954			2
		<i>Guaiacum (guayacan)</i>			27	373,107			1
		<i>Bauhinia forticata (</i> <i>pata de vaca)</i>			24,4	292,2834			2
		Total		1109,4328					
Parcela 9	Arborea	<i>Acacia mangium (</i> <i>acacia)</i>	2	12,9	54,7854	1	3,7343	1,8671	
		<i>Bauhinia forticata (</i> <i>pata de vaca)</i>			15,7	94,5846			2
		Total			149,37				

Parcela 10	Arborea	<i>Juglans neotropica</i> (cedro negro)	3	26,5	356,787	1	16,237	8,1186
		<i>Astronium graveolens</i> (gusanero)		19,2	160,6506	1,9		
		<i>Sambucus</i> (sauco)		17,8	132,0486	1,8		
		Total			649,4862			
Parcela 11	Arborea	<i>Spathodea campanulata</i> (tulipan africano)		16,8	113,3946	1,5	9,9618	4,9809
		<i>Astronium graveolens</i> (gusanero)	3	15,3	88,1886	2		
		<i>Clusia multiflora</i> (rampacho)		20,8	196,8906	3		
		Total			398,4738			
Parcela 12	Arborea	<i>Bambusa angustifolia</i> (guadua)	2	27,6	393,1794	1,5	16,426	8,213
		<i>Bauhinia forticata</i> (pata de vaca)		23,4	263,8614	2		
		Total			657,0408	1		
		<i>Bauhinia forticata</i> (pata de vaca)		17,67	129,5398	1,5		
Parcela 13	Arborea	<i>Pinus patula</i> (pino mexicano)	4	16	99,537	2	9,1097	4,5548
		<i>Bauhinia forticata</i> (pata de vaca)		15,4	89,7654	3		
		<i>Spondias purpurea</i> (cocoto)		12,1	45,5454	2		
		Total			364,3876			
Parcela 14	Arborea	<i>Spathodea campanulata</i> (tulipan africano)	2	18	135,957	2	6,1892	3,0946
		<i>Juglans neotropica</i> (cedro negro)		16,7	111,6106	2		
		Total			247,5676			
Parcela 15	Arborea	<i>Sambucus</i> (sauco)		12,9	54,7854	1	9,7994	4,8997
		<i>Bauhinia forticata</i> (pata de vaca)	3	21,3	208,9926	1,3		
		<i>Fraxinus chinensis</i> (uarpan)		17,6	128,1994	1		
		Total			391,9774			
Parcela 16	Arborea	<i>Spathodea campanulata</i> (tulipan africano)	3	14,5	76,107	1	7,3508	3,6754
		<i>Pinus patula</i> (pino)		13,6	63,6474	2		
				18,9	154,2774	1		

		<i>mexicano)</i>		Total	294,0318			
		<i>Pinus patula (pino mexicano)</i>		11,2	36,2826	2		
Parcela 17	Arborea	<i>Magnifera indica (mango)</i>	4	13	56,007	1	7,411	3,706
		<i>Cedrela fissilis (cedro Rosado)</i>		16	99,537	1,9		
		<i>Spathodea campanulata (tulipan africano)</i>		16,3	104,6226	1,5		
		Total			296,4492			
		<i>Astronium graveolens (gusanero)</i>		14,9	82,0294	1,5		
				17	117,007	3,5		
Parcela 18	Arborea		5	19,3	162,8046	2	18,207	9,1036
				19,78	173,3498	2,5		
				20,64	193,0961	1		
		Total			728,2869			
		<i>Fraxinus chinensis (uarpan)</i>		33,3	610,4406	1		
		<i>Sambucus (sauco)</i>		29,5	460,257	3		
Parcela 19	Arborea			31,7	544,6006	2	64,8	32,4
			6	26,4	353,5674	1,5		
		<i>Spathodea campanulata (tulipan africano)</i>		22	226,557	1		
				27,7	396,5766	2		
		Total			2591,9992			
		<i>Astronium graveolens (gusanero)</i>		16,8	113,3946	1,2		
Parcela 20	Arborea		2				9,225	4.613
		<i>Cedrela fissilis (cedro Rosado)</i>		23,1	255,6234			
		Total			369,018	1		

Fuente: Autora del proyecto.

Punto crítico 2. Sector avenida Francisco Fernández de Contreras. Está ubicado en la vía principal de acceso del municipio de Ocaña, en este sector converge la mayoría del parte automotor del municipio, además es vía nacional donde transitan vehículos de carga pesada ocasionando que la calidad del aire no sea la mejor para sus habitantes. Se realizó la respectiva cartografía para poder determinar sus zonas verdes y sus respectivas parcelas.

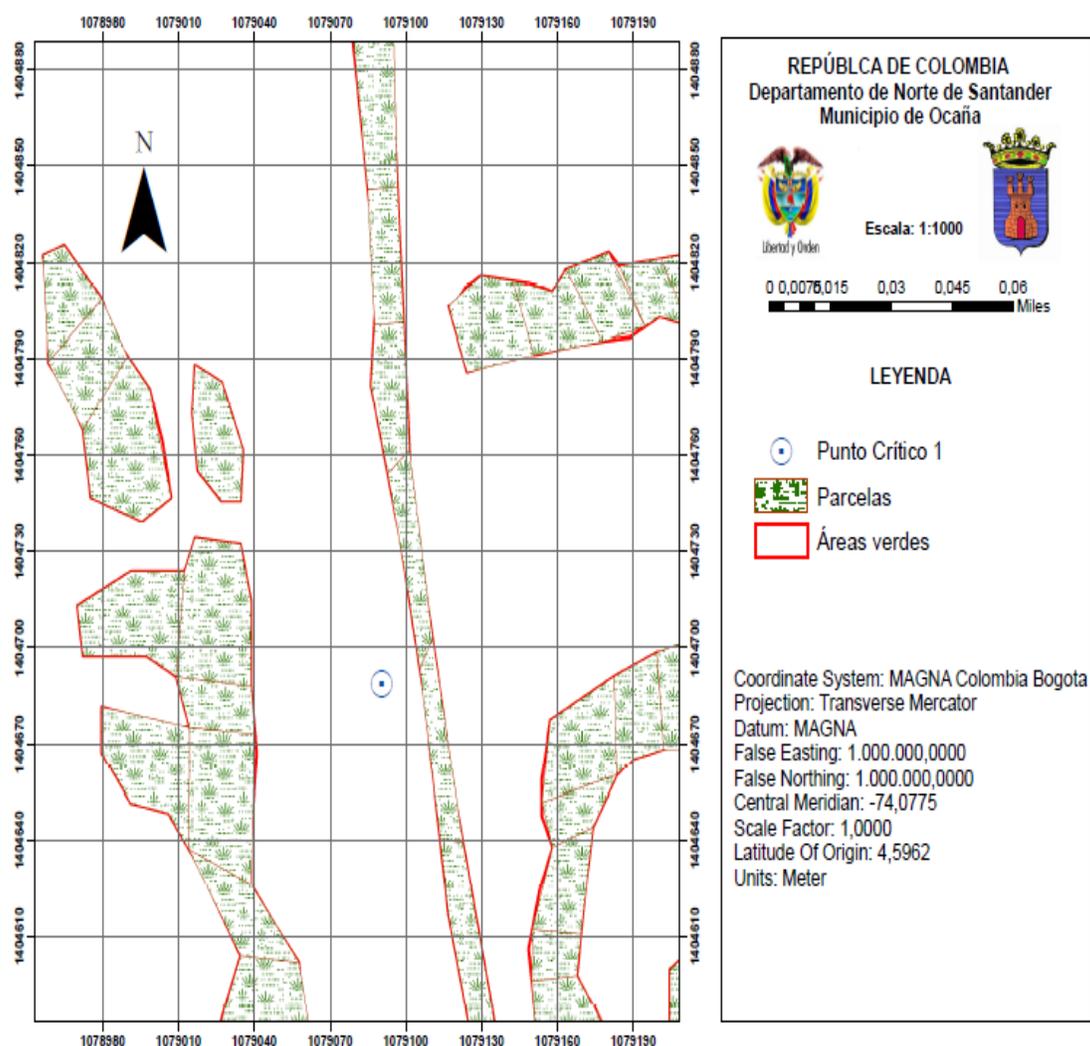


Figura 7. Caracterización por medio de parcelas sector de la primavera

Fuente: Autora del proyecto

Vegetación arborea

Calculo de los stocks de carbono y biomasa punto crítico 2. Avenida Francisco Fernández de Contreras

Tabla 4

Cálculo del stock y biomasa comuna 5

Comuna 5 Punto crítico Parcelas	Vegetación	Especie	Individuos	DAP	Biomasa 6, 953. (+0,740.(DAP) ²)	H (m)	Biomasa (Kg)	Stock de Carbono (KgCOmes)
Parcela 1	Arborea	<i>Pinus patula</i> (pino mexicano)	6	38	117,006	2	790,86	395,43
		<i>Guaiacum</i> (guayacan)		39	113,3946	1,5		
		<i>Magnifera</i> <i>indica</i> (mango)		30	478,797	2		
		<i>Cedrela</i> <i>fissilis</i> (cedro Rosado)		32	266,637	3		
		<i>Spathodea</i> <i>campanulata</i> (tulipan africano)		39	456,5934	1		
		Total		38	340,837	1,5		
Parcela 2	Arborea	<i>Kerpis</i> (palma de manila)	3	28	226,57	2	366,48	183,24,4
		<i>Spathodea</i> <i>campanulata</i> (tulipan africano)		22	272,2326	3		
		<i>Bauhinia</i> <i>forticata</i> (pata de vaca)		30,4	796,4494	1		
		Total		20,8	113,3946	4		

Parcela 3	Arborea	<i>manila)</i>	4					
		<i>Cedrela</i>		22,2	231,7086	3,5		
		<i>fissilis (cedro</i>						
Parcela 4	Arborea	<i>Rosado)</i>	5					
		<i>Fraxinus</i>		29	156,387	2		
		<i>chinensis (</i>						
		<i>uarpan)</i>						
		<i>Spathodea</i>		31	201,687	1,9		
		<i>campanulata</i>						
		<i>(tulipan</i>						
		<i>africano)</i>						
		Total		1295,239				
		<i>Sambucus (</i>		23	597,807	2,5		
		<i>sauco)</i>		33	252,907	3,0		
				30	442,087	3,2	265,6157	132,897
		<i>Juglans</i>		34	640,437	2,0		
		<i>neotropica</i>		24,3	319,1286	1,4		
		<i>(cedro</i>						
		<i>negro)</i>						
		Total		2252,366				
Parcela 5	Arborea	<i>Pinus patula</i>	4	15,8	132,0486	2		
		<i>(pino</i>						
		<i>mexicano)</i>					508,361	254,1880
		<i>Guaiacum (</i>		13,3	104,6226	2,5		
		<i>guayacan)</i>						
		<i>Magnifera</i>		12,5	50,047	1,9		
		<i>indica</i>						
		<i>(mango)</i>						
		<i>Guaiacum (</i>		11	34,387	2		
		<i>guayacan)</i>						
		Total		321,1052				
Parcela 6	Arborea	<i>Cedrela</i>	3	26,3	208,9926	1		
		<i>fissilis (cedro</i>		18,7	150,1026	1,8	192,917	96,458
		<i>Rosado)</i>						
		<i>Cedrela</i>		16	99,537	2,3		
		<i>fissilis (cedro</i>		Total	458,6322			
		<i>Rosado)</i>						
Parcela 7	Arborea	<i>Fraxinus</i>	3	22,6	192,1534	2		
		<i>chinensis (</i>		27,5	213,937	1,5	147,3	203,457
		<i>uarpan)</i>		22	156,387	2,8		

				Total	562,4774			
Parcela 8	Arborea,	<i>Juglans neotropica</i> (cedro negro)	4	27	373,107	1		
		<i>Bauhinia forticata</i> (pata de vaca)		24,4	292,2834	2		
		<i>Myrcia albobrunnea</i> (arrayan)		25	310,047	1,5	113,653	89,9843
				17,9	133,9954	2		
				Total	1109,4328			
Parcela 9	Arborea	<i>Bauhinia forticata</i> (pata de vaca)	2	14,9	54,7854	1		
		<i>Pinus patula</i> (pino mexicano)		20,7	94,5846	2	97,893	80,9644
				Total	149,37			
Parcela 10	Arborea	<i>Sambucus</i> (sauco)	3	26,5	356,787	1		
				33,2	160,6506	1,9	87,548	80,513
				29,8	132,0486	1,8		
				Total	649,4862			
Parcela 11	Arborea	<i>Guaiacum</i> (guayacan)	3	26,8	113,3946	1,5		
		<i>Juglans neotropica</i> (cedro negro)		28,3	88,1886	2	65,87	43,9675
				20,8	196,8906	3		
				Total	398,4738			
Parcela 12	Arborea	<i>Bauhinia forticata</i> (pata de vaca)	2	37,6	393,1794	1,5		
		<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (orejero)		33,4	263,8614	2	55,098	40,0012
				Total	657,0408	1		
Parcela 13	Arborea	<i>Fraxinus chinensis</i> (uarpan)	4	27,67	129,5398	1,5		
		<i>Licania tomentosa</i>		16	99,537	2	100,345	3,2445
				35,4	89,7654	3		
				12,1	45,5454	2		
				Total	364,3876			
Parcela 14	Arborea	<i>Licania tomentosa</i>	2	28	135,957	2		
				16,7	111,6106	2	26,874	19,4583

		(opti)		Total	247,5676			
Parcela 15	Arborea	<i>Pinus patula</i> (pino mexicano)	3	26,9	54,7854	1	67,3472	40,443
		<i>Bauhinia</i> <i>forticata</i> (<i>pata de vaca</i>)		21,3	208,9926	1,3		
				27,6	128,1994	1		
				Total	391,9774			
Parcela 16	Arborea	<i>Juglans</i> <i>neotropica</i> (<i>cedro</i> <i>negro</i>)	3	24,5	76,107	1	26.3411	17,8754
		<i>Cedrela</i> <i>fissilis</i> (<i>cedro</i> <i>Rosado</i>)		13,6	63,6474	2		
		<i>Hevea</i> <i>brasiliensis</i> (<i>frico</i>)		28,9	154,2774	1		
				Total	294,0318			
Parcela 17	Arborea	<i>Cedrela</i> <i>fissilis</i> (<i>cedro</i> <i>Rosado</i>)	4	31,2	36,2826	2	104,5621	87,945
		<i>Hevea</i> <i>brasiliensis</i> (<i>frico</i>)		14	56,007	1		
		<i>Kerpis</i> (<i>palma de</i> <i>manila</i>)		16	99,537	1,9		
		<i>Magnifera</i> <i>indica</i> (<i>mango</i>)		26,3	104,6226	1,5		
				Total	296,4492			
Parcela 18	Arborea	<i>Kerpis</i> (<i>palma de</i> <i>manila</i>)	5	34,9	82,0294	1,5	124,765	86,408
		<i>Magnifera</i> <i>indica</i> (<i>mango</i>)		17	117,007	3,5		
		<i>Fraxinus</i> <i>chinensis</i> (<i>uarpan</i>)		29,3	162,8046	2		
		<i>Bauhinia</i> <i>forticata</i> (<i>pata de vaca</i>)		29,78	173,3498	2,5		
				20,64	193,0961	1		
				Total	728,2869			
Parcela 19	Arborea	<i>Fraxinus</i> <i>chinensis</i> (<i>uarpan</i>)	6	33,3	610,4406	1	205,6690	44,232
		<i>Bauhinia</i> <i>forticata</i> (<i>pata de vaca</i>)		39,5	460,257	3		
				31,7	544,6006	2		
				26,4	353,5674	1,5		
				32	226,557	1		
				37,7	396,5766	2		
				Total	2591,9992			
Parcela 20	Arborea	<i>Guaiacum</i> (<i>guayacan</i>)	2	26,8	113,3946	1,5	28,93	16,240
		<i>Magnifera</i> <i>indica</i> (<i>mango</i>)		23,1	255,6234	2		
				Total	369,018	3		

Fuente: Autora del proyecto

Vegetación herbácea

Tabla 5

Calculo de los stocks de carbono y biomasa punto crítico 1. Ciudadela Norte

METODO DE BIOMASA PARA VEGETACION NO ARBOREA					
COMUNA# 5	TIPO DE VEGETACION	PESO SECO (K)	PESO HUMEDO (K)	BIOMASA B=(Mf/Ms)Mf	STOCK C/H (Kg/H)
PARCELA #1	HERBACEA	1	3	9	10,07683271
#2	Duranta	0,95	2,5	6,578947368	
#3	dormidera	1 1/2	3 1/2	8,166666667	
#4	cardo santo	2	4,5	10,125	
#5	mimosa pudica	3 1/2	6	10,28571429	
#6	veranera	2 1/2	5	10	
#7	duranta	2	4,5	10,125	
#8	pasto bracharia	3	7	16,33333333	
			TOTAL	80,61466165	

Fuente: Autora del proyecto

Tabla 6

Calculo de los stocks de carbono y biomasa punto crítico 2. Avenida Francisco Fernández de Contreras

METODO DE BIOMASA PARA VEGETACION NO ARBOREA					
COMUNA# 6	TIPO DE VEGETACION	PESO SECO (K)	PESO HUMEDO (K)	BIOMASA B=(Mf/Ms)Mf	STOCK C/H (Kg/H)
PARCELA #1	pasto bracharia	1,5	3	6	11,80208333
#2	cardo santo	4	7,5	14,0625	
#3	veranera	3	6	12	
#4	pasto bracharia	1	3,5	12,25	
#5	dormidera	2	5	12,5	
#6	veranera	3,5	7	14	
			TOTAL	70,8125	

Fuente: Autora del proyecto

En las siguientes imágenes se observa como se hizo el pesaje para obtener su peso húmedo y seco.



Figura 8. Pesaje de herbáceas
Fuente: Autora del proyecto.



Figura 9. Pesaje de *pasto bracharia*
Fuente: Autora del proyecto

Identificación de las especies de plantas presentes en el punto crítico 1 y 2. Ciudadela Norte y sector de la avenida Francisco Fernández de Contreras.

Tabla 7.
Caracterización de especies de flora de la zona de estudio

Número de Individuos	Especie	Nombre común	Funcion y Usos	Fotografía
25	<i>Kerpis</i>	Palma de manila	regulador de viento y del agua en los ecosistemas que la poseen. (Anonimo, 2014)	
18	<i>Astronium graveolens</i>	Gusanero	<ul style="list-style-type: none"> -utilizado para Restauración ecológica, Ornamental -usado en espacios públicos como -Parques, Orejas de puente, Plazas/Plazoletas, Edificios institucionales. (Anonimo, 2014) 	
6	<i>Enterolobium cyclocarpun</i>	Orejero	<ul style="list-style-type: none"> -se desarrolla en zonas perturbadas de selvas altas y medianas. - especie fijadora de nitrógeno - Ideal para parques, campos de recreo y bordes de camino. 	

Tabla 7. Continuación

9	<i>Myrcia albobrunnea</i>	Arrayan	<ul style="list-style-type: none"> - Importante en la restauración de bosques degradados, o riberas de ríos. - Ornamental - agradable olor.
----------	--------------------------------------	---------	--



20	<i>Junglans Neotropical</i>	Cedro Negro	<ul style="list-style-type: none"> -Estacional - Tasa de crecimiento Lenta - Ornamental, Alimento para la fauna, Fruto comestible -usado en Parques, Orejas de puente, Cerros, Edificios institucionales - Estado de conservación en peligro crítico (CR)
-----------	--	-------------	--



15	<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro Rosado	<ul style="list-style-type: none"> -su sombra ligera lo hace ideal para la producción de madera en cafetales y cacaoales. -Es una excelente barrera rompevientos - fácil reproducción y su rápido crecimiento.
-----------	--------------------------------	--------------	---



Tabla 7. Continuación

30	<i>Bauhinia forticata</i>	Patevaca	-aprovechable por su madera, conocida como falsa caoba, aunque su uso más difundido es como planta medicinal. (Anonimo, 2014)
6	<i>Guaiacum officinale</i>	Guayacan	- utilizado para vigas de carga y como horcones - usado para potreros, sombra y, emplean la madera para cerca. (Anonimo, 2014)
3	<i>Fraxinus chinensis</i>	Urapan	-follaje denso -distribucion uniforme -captacion de CO2 y material suspendido -varrera visual contra viento, ruido y vectores. -regulador climatico y de temperatura. (Anonimo, 2014)



Tabla 7. Continuación

30	<i>Licania tomentosa</i>	Optí	<ul style="list-style-type: none"> - Barrera contra ruido -Retención de contaminantes -Barrera rompevientos -Ornamental, Sombrío, Alimento para la fauna - La madera se utiliza en obras civiles y en embarcaciones. <p>(Anonimo, 2014)</p>
4	<i>Manguifera indica</i>	Mango	<ul style="list-style-type: none"> -maderable cuando acaba su fase productiva de frutos - elaboración de enseres como ukeleles, laminados y muebles baratos. - no requiere de riego y resiste los incendios.
3	<i>Spondias purpurea</i>	Cocoto - ciruelo	<ul style="list-style-type: none"> - Fruto comestible, Cerca viva, Alimento para la fauna, Restauración ecológica. - Los frutos son comestibles. Las hojas son alimento para el ganado.



Tabla 7. Continuación

5	<i>Pinus patula</i>	Pino spatula	<ul style="list-style-type: none">- siempreverde, monoica, de porte variable, normalmente de 25 m de altura.-utilizado para Silvicultura- Madera
14	<i>Clusia multiflora</i>	Rampacho	<ul style="list-style-type: none">- Es ornamental.- planta medicinal , el látex viscoso y amarillo de la corteza externa se utiliza como cicatrizante y purgante, y para tratar los resfriados.
3	<i>Sambucus</i>	Sauco	<ul style="list-style-type: none">-resistente a incendios forestales.-propiedades medicinales



Tabla 7. Continuación

6

***Hevea
brasiliensis***

Frico

- utilizado para artesanías torneadas y carpintería.
-fuente principal del caucho industrial



-Ornamental

4

***Bambusa
angustifolia***

Guadua

- reguladora climática e hidrológica que provee una serie de servicios ecosistémicos críticos, como servicios de suministro, regulación y culturales. (Ome, 2018)



8

***Vitellaria
paradoxa***

Mantequillo

-utilizado para sombreado
- propiedades cosméticas



Tabla 7. Continuación

10	<i>Acacia mangium</i>	Acacia	<ul style="list-style-type: none"> -Alimento para la fauna -Recuperación de suelos y/o áreas degradadas, -Restauración ecológica
7	<i>Anacardiu excelsum</i>	Caracolí	<ul style="list-style-type: none"> -Barrera rompevientos -Retención de contaminantes -Ornamental, Recuperación de suelos y/o áreas degradadas - Parques, Edificios institucionales
28	<i>Spathodea campanulata</i>	tulipan	<ul style="list-style-type: none"> -Ornamental -Sombrío, - Cerca viva -Alimento para la fauna - utilizado en Parques, Orejas de puente, Cerros



Tabla 7. Continuación

- | | | | |
|-----|-----------------------|---------|--|
| 100 | <i>Duranta repens</i> | Duranta | - soporta muy bien la poda, siendo una buena opción para ser guiada como arbolitos, cercos, setos recortados, como única especie o en conjunto de macizos.
-cortinas visuales, en contenedores. |
|-----|-----------------------|---------|--|



- | | | | |
|----|--------------------|----------|--|
| 18 | <i>Buganvillas</i> | Veranera | - uso medicinal tradicional utilizado para tratar casos de infecciones respiratorias como tos, asma, bronquitis y gripa. |
|----|--------------------|----------|--|



- | | | | |
|----|----------------------|-----------|---|
| 45 | <i>Mimosa pudica</i> | Dormidera | -encontrada en rastrojos, tiene como cualidad o metodo de defensa ante depredadores cerrar sus hojas. |
|----|----------------------|-----------|---|



Tabla 7. Continuación

20 parcelas	<i>Bracharya decumbens</i>	Pasto brecharia	- tolera suelos poco fértiles con pH ácido -no tolera tiempos largos de inundacion.
-------------	----------------------------	-----------------	--



95	<i>Cnicus benedictus</i>	Cardo santo	-utilizado como planta medicinal para la diarrea, infecciones, heridas, tos, etc.
----	--------------------------	-------------	---



Fuente: Autora del proyecto

4.3 Analizar la influencia de las áreas verdes urbanas en la captura PM10 y carbono casco urbano del municipio.

Las partículas provenientes en su mayoría de fuentes naturales como el polvo del suelo o de agricultura, aunque en las ciudades puede ser originado a partir del carbón depositado, escombros de construcción y polvo de carreteras, estas son medidas mediante PM10 que son las micro partículas presentes en el aire. Para el caso de los puntos críticos establecidos se tuvieron en cuenta las estaciones de calidad del aire instaladas por la corporación autónoma regional de la frontera nororiental (CORPONOR)

Para dicho proceso se tuvo en cuenta los siguientes pasos.

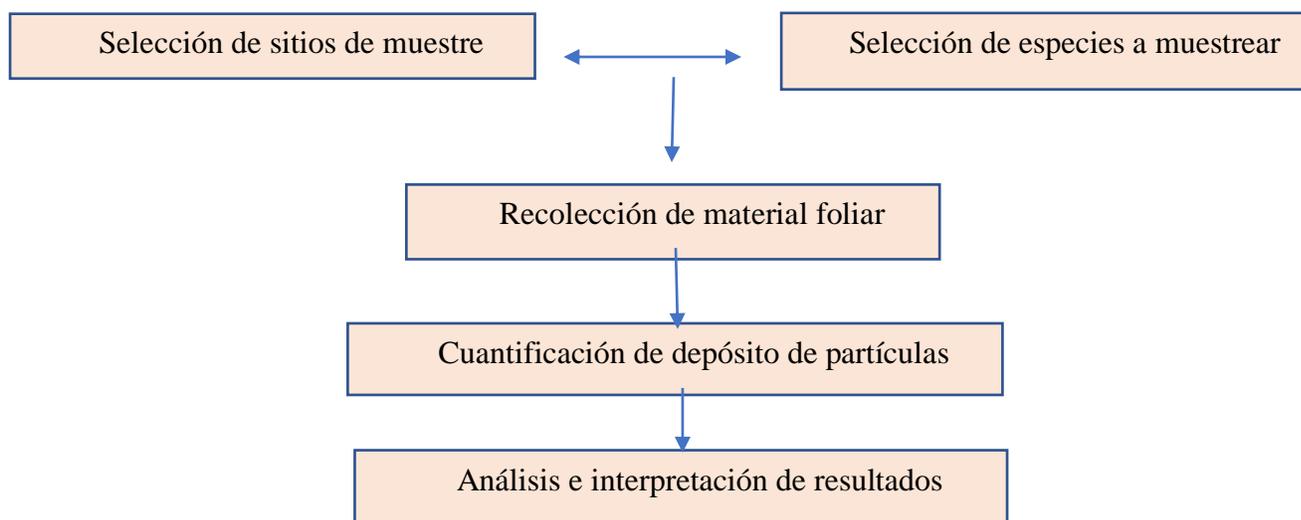


Figura 10. Influencia de las áreas verdes urbanas

Fuente: Autora del proyecto

Para este paso se tuvieron en cuenta variables como:

Densidad de la copa

Velocidad y dirección del viento

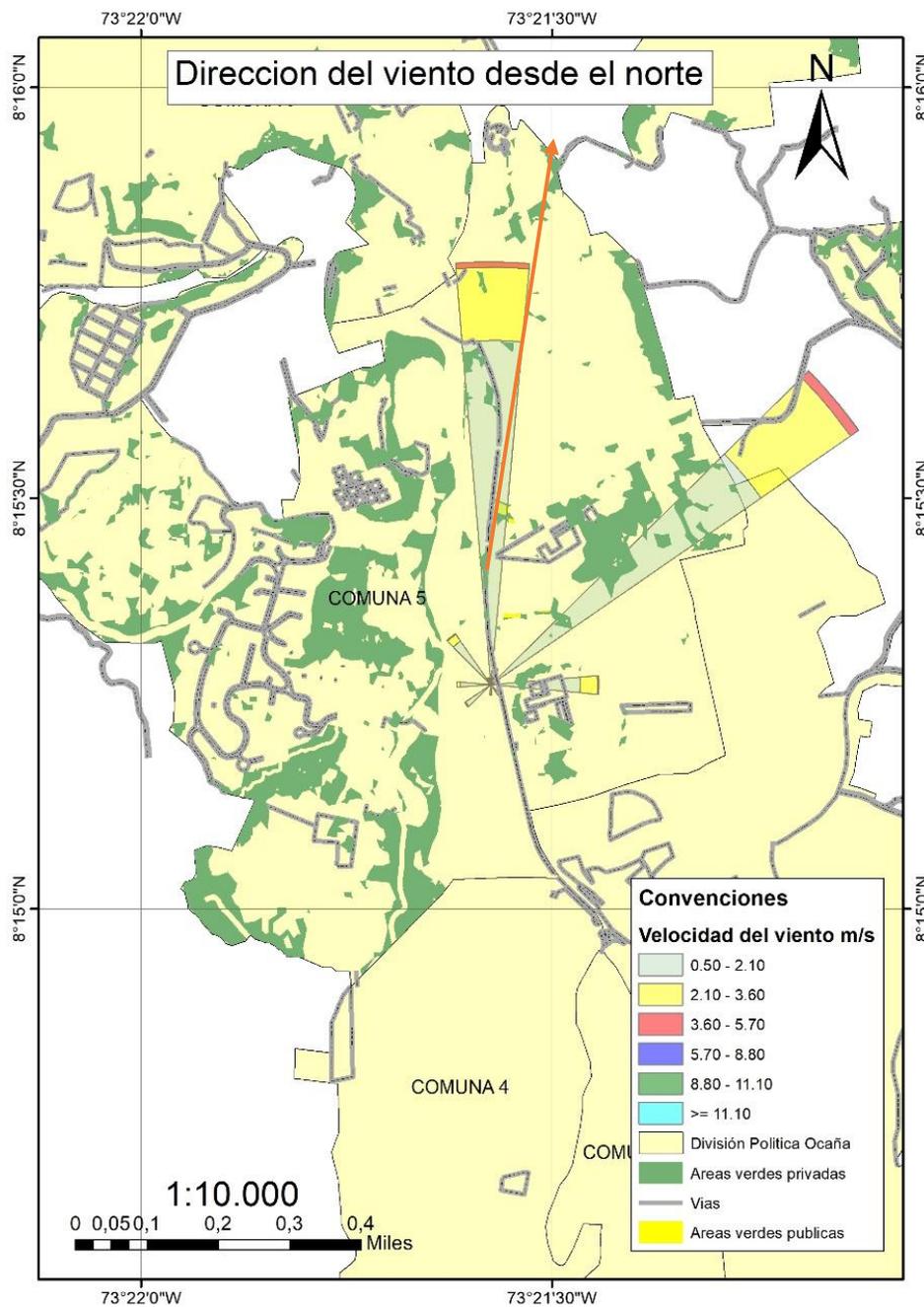


Figura 11. Vector resultante y velocidades en las que en el contaminante se dispersa.
Fuente: Autora del proyecto



Figura 12. Recolección del material foliar
Fuente: Autora del proyecto



Figura 13. Flujo vehicular
Fuente: Autora del proyecto

Trafico vehicular, partiendo de los datos obtenidos en el la estacion de la primavera en el año 2016 podemos analizar el comportamiento de la flota vehicular, lo que nos permite hacer una analisis mas acertado del comportamiento del material paticulado.

REPORTE DIARIO DE LA CLASIFICACION DE VEHICULOS EN AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, MUNICIPIO DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER Fecha: 22 de Diciembre del 2015							
CLASIFICACION	1	2	3	4	5	6	TOTAL
NUMERO DE VEHICULOS	3177	7711	822	2102	2762	1084	17659
REPORTE DIARIO DE LA CLASIFICACION DE VEHICULOS EN EL SECTOR DE SANTA CLARA, MUNICIPIO DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER Fecha: 21 de Diciembre del 2015							
CLASIFICACION	1	2	3	4	5	6	TOTAL
NUMERO DE VEHICULOS	3023	3490	288	702	1135	244	8883
CLASIFICACION	1	2	3	4	5	6	
TIPO DE VEHICULO	Motocicleta	Vehículo de pasajero	Con dos unidades de eje sencillo	Vehículo una unidad	Vehículos de un tráiler	Multi Tráiler	

Figura 14. Reporte diario de la clasificación de vehículos en la Avenida
Autor: (LINA FERNANDA LOPEZ SANTIAGO, 2016)

En la avenida Francisco Fernández de Contreras, primavera y Santa Clara se escogieron 5 especies que su follaje fuera denso, el cual permite mayor captación de material particulado en sus hojas, de los cuales se extrajeron cantidades **de 89-150 g** de material foliar (hojas), para ser pesado y luego secado, lo cual nos permite saber qué cantidad de material particulado están capturando, esta metodología fue tomada de una tesis de grado de la ciudad de México, Toluca.

El material foliar fue llevado a un horno con una temperatura de 65°C por un tiempo de 48 horas, una vez cumplido el tiempo se procedió a dejar por 20 minutos a temperatura ambiente.



Figura 15. Peso seco foliar
Fuente: Autora del proyecto

Para obtener su peso se utilizó la siguiente ecuación: **PM10: peso inicial-peso final-peso**

Mp

Los datos obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 8
Calculo de PM10

		PM10 POR 1M DE ARBOL			
AV.	Especie	Peso inicial	Peso final	Peso Mp (g)	PM10
FRANCISCO	(nombre	Hojas (g)	Hojas (g)		
FDZ.	común)				
CONTRERAS	Cedro	110	80,9	10,2	18,9

	negro				
	Pata vaca	120	90,3	9,7	20
	Mango	112	70	10,8	31,2
	Urapan	90	40	8,7	41,3
	Orejero	150	60	9	81
STA CLARA	Cedro	120,5	56,3	9,6	54,6
	negro				
	Cedro	112,4	65,8	8,3	38,3
	rosado				
	Guayacán	90,7	39,4	10,6	40,7
	Pino	97,8	56	11	30,8
	Rampacho	100,6	45	9,8	45,8
PRIMAVERA	Frico	117,8	76,5	12	29,3
	Mantequill	109,2	60	13,5	35,7
	o				
	Pata de vaca	145	88,4	16,3	40,3
	Rampacho	103,4	45	9	49,4
	Cedro	89	30	11,6	47,4
	rosado				

Fuente: Autora del proyecto

Tabla 9

Resumen sumatorio de stock CO2 y PM10

SUMATORIA DE STOCK DE CO2 Y PM10 (Ton/mes)	
TOTAL STOCK CO2 ARBOREA	1078,02
TOTAL STOCK CO2 HERBACEA	21,87
TOTAL PM10 (tramo 3 metros)	0,018

Fuente: Autora del proyecto

Tabla 10

Resumen de datos por sector

SECTOR	Tipo de vegetación	STOCK CO2 Ton/semanal	PM10 Ton/semanal
STA CLARA	Arbóreas	274,6788788	0,0002102
	Herbáceas	0,010076833	----NO APLICA----
AV. FRANCISCO	Arbóreas	803,3434257	0,0003997
FERNANDEZ DE CONTRERAS	Herbáceas	0,011802083	----NO APLICA----
	TOTAL	1,078	0,0006099

Fuente: Autora del proyecto

Análisis de resultados. Según (Claro & Martínez, 2016), Ocaña cuenta con un área verde urbana de 807.7 Ha del cual está conformada por áreas públicas y privadas; para la realización de este proyecto se tuvieron en cuenta 43.6 Ha, que equivalen a un porcentaje de 5,39% de él cien por ciento de la superficie de área verde urbana que cubija a nuestro municipio; ubicadas en los puntos críticos, en el que se pudo observar que debido a la expansión de la frontera urbanística y a que estas áreas en su gran mayoría son privadas están siendo objeto de disturbio como la tala y deforestación.

Esta área verde se encuentra absorbiendo 1,09 Ton/Ha/mes, la alta densidad de su follaje permite que estas áreas tengan mayor absorción de material particulado con 0,018Ton/mes (**18,74g/día**). Indicando que estas áreas nos proveen de un gran beneficio como es la depuración del aire, brindándonos una mejora continua en la calidad del aire.

Ocaña cuenta con una gran variedad de especies arbóreas, entre las cuales encontramos predominancia en las siguientes:

Tabla 11.
Predominancia de especies, captación de co2 y pm10

ESPECIES ABOREAS PREDOMINANTES EN LOS PUNTOS CRÍTICOS			
ESPECIE	NUMERO DE INDIVIDUOS	STOCK CO2 POR UNIDAD (kg/mes)	CAPTACION PM10 (g/día)
<i>Licania tomentosa (opti)</i>	30	26,36	20
<i>Bauhinia forticata (patavaca)</i>	30	16,28	40,3
<i>Juglans neotropica (cedro negro)</i>	20	17,39	41,2
<i>Cedrela fissilis (cedro Rosado)</i>	15	16,94	38,3
<i>Astronium graveolens (Gusanero)</i>	18	10,27	54,6
<i>Kerpis (palma de manila)</i>	25	7,90	18,9

Fuente: Autora del proyecto

Como se observa en la Tabla 20. El árbol con mayor captación de carbono es la *Licania tomentosa (opti)* esto se debe a su gran copa o follaje que permite mayor absorción de CO_2 ; sus hojas son de tamaño mediano lo que permite que el material particulado sea captado, con 20g en un tramo de 3 metros de árbol. la especie genera en los primeros años de vida una gran cantidad de hojarasca para suplir su necesidad de luz en su etapa inicial, dado que naturalmente se desarrolla en el sotobosque. Presenta mayor absorción de CO_2 ya que se encuentra concentrado en su follaje, donde la cantidad de fibras aumenta. Las demás especies son dominantes y se mantienen en un rango de absorción de CO_2 entre 7-69 kg/mes. Estas especies se destacan entre las demás por tener una alta densidad de follaje.

La edad es un factor importante ya que estas especies en sus primeros años de vida presentan una mayor su capacidad de absorción y captación de CO_2 , en relación directa con el aumento en el diámetro de su copa y el desarrollo de la bóveda forestal hasta en un 146 % respecto esto conlleva al aumento en la capacidad fotosintética de la planta que se evidencia en la captación de CO_2 y PM_{10} (Melo *et al.*, 2014).

En el punto crítico dos se encuentra la mayor parte del área verde con 30Ha lo que hace que ayuden a la regulación constante del microclima y a disminuir los decibeles de ruido, partiendo el tráfico vehicular; ese sitio cuenta con discotecas lo que hacen que los niveles permitidos de ruidos para esa zona se eleven, la vegetación presente debido a que cuenta con capa densa además de absorber el CO_2 y capturar PM_{10} , ayuda a disminuir los niveles de ruido.

Las áreas urbanas además de los beneficios anteriores también ayudan con la regulación del clima, la provisión y regulación del agua, la calidad del aire, la prevención y mitigación de desastres, la recreación, estos servicios se identifican fácilmente en las ciudades y son fundamentales para la sostenibilidad económica, social y ambiental.

El túnel arbustivo que se presenta en la avenida hace que la contaminación se aglomere y se quede en el mismo lugar, lo que hace que le ocasione daños a la salud de los habitantes de este sector.

Capítulo 5. Conclusiones

El en caso del Pto. Critico uno el área verde urbana no está cumpliendo con un buen beneficio ya que la dirección del viento que se dirige de Norte a Sur, lo que hace que estas áreas que están ubicadas a un costado de la vía no atrapen una gran cantidad de material particulado y dióxido de carbono. la mala planificación urbana, han hecho que vayan desapareciendo debido a la expansión urbana, las barreras que atrapan el contaminante son las casas o en algunos casos nosotros como transeúntes, esto se ve reflejado en la poca absorción en estas áreas de material particulado y dióxido de carbono.

Las áreas verdes urbanas cumplen una importante función en la vida cotidiana del ser humano, como la regulación del microclima, la captura y absorción de diferentes sustancias contaminantes que afectan la calidad del aire. Ocaña cuenta con 43,6 Ha circundantes a la zona de estudio que a pesar de ser pocas áreas verdes urbanas estas están capturando 1,09Ton de co2 y 0,18Ton/semanal cada de 3 m de árbol de material particulado por semana lo que nos dice que si se incrementan estas áreas van a ser mayores los beneficios obtenidos.

Tabla 12

Tabla comparativa de emisiones producidas y emisiones captadas .

Producción del flujo vehicular de:	Cantidad producida ton/semanal según estudio realizados por estudiantes ufpo	Cantidad absorbida ton/semanal	% de absorción
CO2	2,9458	1,078	37,17%
PM10	0,57323	0,0006099	40%

Fuente: Autora del proyecto

Del 100% de estas áreas verdes urbanas según el estudio están absorbiendo un 37% de CO₂ y un 40% de PM₁₀ de la contaminación generada en estos sectores, lo que nos indica que están brindando un buen servicio no solo en la absorción de estos contaminantes sino también ayudan a disminuir la contaminación por los altos niveles de ruido generados en la Avenida Francisco Fernández de Contreras.

La asociación mundial para la salud estipula que el porcentaje de áreas verdes por habitante debe ser de 9 M² por habitante y en Ocaña estamos en 19M² /H lo que indica estamos superando lo que esta plantea, pero estas áreas verdes no están bien distribuidas para evitar el impacto generado por la contaminación que a través de los años han ido desapareciendo quedando solo 13,6 Ha, esto se debe a la mala planificación urbana.

Tabla 13.

Usos del suelo según el PBOT

Usos del suelo por sectores	
Pto 1- Sta. clara	Pto. 2 av., primavera
Uso mixto	Uso mixto
Residencial (mayor cobertura)	Residencial
Área libre	Institucional
-----	Área libre(mayor cobertura)

Fuente: Autora del proyecto

Como se observa en la tabla anterior el uso del suelo predominante es el uso residencial con fines de expansión urbana lo que nos indica que estas áreas poco a poco van disminuyendo, como se puede observar en la siguiente imagen.



Figura 16. Deterioro de las zonas verdes urbanas.
Fuente: Autora del proyecto.

Es importante resaltar que en la av. circunvalar se tengan en cuenta las áreas verdes, revegetalizar a lado y lado de la vía, respetar los espacios establecidos por el ministerio de transporte que estipula que las casas deben tener una distancia de la vía de 60 metros, que en este caso no se cumplen.

Capítulo 6. Recomendaciones

Se recomienda aumentar las áreas verdes urbanas con especies como el cedro negro, rosado y opti ya que estas tienen una copa densa, lo cual permite mayor absorción y captura de material particulado, las áreas existentes en su gran mayoría son privadas y están siendo deforestadas para la expansión de la frontera urbanística, lo cual estos espacios están siendo limitados y no permite la captura y absorción de sustancias contaminantes y material particulado. Se recomienda aumentar el área de estos espacios urbanos con dichas especies debido a que según estudios realizados estos árboles son grandes amortiguadores de ruido, liberan vapor de agua que refrescan el aire y lo humedecen, retienen partículas de material particulado, absorben CO2 transformándolo en Oxígeno, previenen el suelo evitando el desgaste, la erosión y retienen agua.

Implementar en el plan de arborización un modelo de valoración económica del árbol en ambientes urbanos y monitoreo mediante un plan municipal establecido. Teniendo en cuenta el Costo de producción, plantación y mantenimiento de estas áreas verdes urbanas. Así mismo, es importante conocer el valor específico de la especie: Riesgo de extinción, aporte paisajístico, servicios ambientales, sensibilidad a la contaminación y actitud del individuo dentro del espacio urbano. Sería esencial crear campañas de sensibilización a los ciudadanos para que tengan un mayor cuidado con estas áreas.

Es necesario la poda continua de estos espacios verdes, debido a que en un punto crítico como lo es la avenida Francisco Fernández de Contreras en las horas pico se observa una nube de

smog que se aglomera, esto se debe a que los arboles forman un corredor que no permite la salida del material particulado convirtiéndose en un punto donde los ciudadanos que concurren esta zona respiren el material y les cauce enfermedades de tipo respiratorio.

Es importante que en el nuevo PBOT del municipio formular para que en el municipio se planteen como zonas de significancia ambiental para que sigan cumpliendo sus servicios ambientales en el casco urbano del municipio.

Es necesario ampliar los estudios de las especies para conocer la mayor incidencia en los procesos de absorción y captura de CO₂ y Pm₁₀.

La implementación de campañas de educación ambiental y sensibilización a la comunidad para la preservación e incremento de estas áreas verdes por medio de actividades como la reforestación, embellecimiento paisajístico, fichas visuales para crear conciencia, de la mano de Corponor.

Referencias

- Alvarez, B. M., Caicedo, M. M., & Angarita, C. W. (2017). Calificación del indicador de espacio público efectivo y percepción de la comunidad en relación con la dinámica social del casco urbano del municipio de ocaña (norte de santander). *Revista ingenio ufps*, 12.
- Anonimo. (2014). *catalogo virtual de flora del valle de aburra*. Obtenido de <https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/species/99>
- Anonimo. (2014). *Repositorio Universidad Veracruzana*. Obtenido de www.uv.mx/personal/rolavarrieta/files/2014/03/tesis-maestría.pdf
- Anonimo. (s,f). *Salud geoambiental*. Obtenido de www.saludgeoambiental.org/material-particulado
- Caicedo, T. L., & Peñuela, P. K. (2018). *repositorio de lasalle*. Obtenido de http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/28992/41131019_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Chacon, L. M., & Porro, R. (2009). *Guía para la determinación de carbono de pequeñas propiedades rurales*. Lima - Perú: Centro Mundial Agroflorestal ICRAF/ Consorcio iniciativa Amazónica (IA). 2009. 79 p.
- Claro, A. I., & Martínez, S. A. (Agosto de 2016). Obtenido de Repositorio UFPSO: <http://repositorio.ufps.edu.co:8080/dspaceufps/bitstream/123456789/1384/1/29583.pdf>
- CONFANOR. (2007). *CONFANOR*. Obtenido de https://www.conafor.gob.mx/biblioteca/documentos/Conafor_en_la_historia_y_futuro_de_Mexico.pdf

Contreras. (2016). *Evaluación de los efectos en salud relacionados con la mala calidad del aire en la ciudadela norte del municipio de ocaña*. Ocaña: UFPSO.

Contreras, C. E. (2015). *Evaluación de los efectos en salud relacionados con la mala calidad del aire en la ciudadela norte del municipio de ocaña*. Obtenido de repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/1140/1/28724.pdf

Dane. (2005). *Módulo de Viviendas*. Obtenido de <http://www.dane.gov.co/files/censo2005/perfiles/norte/ocana.pdf>

Fonseca, G. K., & Moreno, D. E. (2016). *Inventario de emisiones por fuentes móviles en el perímetro urbano del municipio de ocaña*. Ocaña: Universidad Francisco de Paula Santander.

Gutiérrez, E. E. (16 de sep de 2012). Obtenido de [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-EcuacionParaEstimarLaBiomasaArboreaEnLosBosquesTro-4835699%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-EcuacionParaEstimarLaBiomasaArboreaEnLosBosquesTro-4835699%20(1).pdf)

Hernández, R. (2014). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill Education.

LINA FERNANDA LOPEZ SANTIAGO, Y. C. (2016). *EVALUACION DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA RESPECTO AL MATERIAL PARTICULADO MENOR A 10 μ m, EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER* . Ocaña, N.S.

Lopez, S. L., & Becerra, P. Y. (2016). *Evaluacion de la contaminacion atmosferica respecto al material particulado menor a 10 μ m*. Obtenido de <http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/1521/1/28733.pdf>

Minambiente. (S,f). *Minambiente*. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/1801-plantilla->

Morales, C. V. (2018). *Scielo*. Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v66n4/0034-7744-rbt-66-04-1421.pdf>

Ome, M. d. (2018). *UNAD*. Obtenido de <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/20985/3/1083918051>

PBOT. (2002). *Plan básico de ordenamiento territorial*. Ocaña, Norte de Santander: Alcaldía municipal.

Pbot. (2015). *Actualización del Plan Básico de Ordenamiento Territorial del Municipio de Ocaña*. Ocaña: Alcaldía Municipal.

pce-iberica . (s.f.). Obtenido de pce-iberica: www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/definicion-calidad-aire-y-co2.htm

Querol, X. (2018). *La calidad del Aire en las Ciudades*. Madrid, España: Fundación Gas Natural Fenosa.

Ruedas, D. R., & Gómez, C. A. (2016). *Análisis de la persecución del riesgo de accidentes de tránsito con motocicletas por medio de una cuesta en Ocaña Norte de Santander*. Ocaña: UFPSO.

SANTIAGO, L. F., & PINEDA, Y. C. (2016). Obtenido de Repositorio UFPSO: <http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/1521/1/28733.pdf>

Siac. (2017). Obtenido de SIAC: <http://www.siac.gov.co/calidadaire>

SOTO, J. A. (02 de Sep de 2011). *Otro Mundo es Posible*. Obtenido de <https://www.otromundoesposible.net/las-areas-verdes-urbanas-una-alternativa-para-mejorar-el-microclima-urbano/>

Torre, J. O. (s,f). Obtenido de www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/6124/10JMot10de12.pdf?sequence=10&isAllowed=y

Apéndices

Apéndice A. Evidencia fotográfica

