

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS					  	
	CARTA DE AUTORIZACIÓN						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 2

Neiva, 31 de marzo de 2016.

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

JOHNNY EDUARDO SANDOVAL DIAZ, con C.C. No. 1075265197,

JHON ALEXANDER VALLEJO CUELLAR, con C.C. No. 1075245844,

_____, con C.C. No. _____,

_____, con C.C. No. _____,

autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado o PROYECTO DE INVESTIGACION

titulado_LOCALICACION Y CARACTERIZACION DE LOS ESCOMBROS DE LA CIUDAD DE NEIVA

presentado y aprobado en el año __2016__ como requisito para optar al título de

_____INGENIERO AGRICOLA_____;

autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.

- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS						   
	CARTA DE AUTORIZACIÓN						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 2

- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

JHON ALEXANDER VALLEJO CUELLAR

Firma:



EL AUTOR/ESTUDIANTE:

JOHNNY EDUARDO SANDOVAL DIAZ

Firma:



EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS						  
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 5

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: LOCALIZACION Y CARACTERIZACION DE LOS ESCOMBROS EN LA CIUDAD DE NEIVA

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
SANDOVAL DIAZ	JOHNNY EDUARDO
VALLEJO CUELLAR	JHON ALEXANDER

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
DUARTE TORO	MAURICIO

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
VALLEJO CUELLAR	LISÍMACO

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: INGENIERO AGRICOLA

FACULTAD: INGENIERIA

PROGRAMA O POSGRADO: AGRICOLA

CIUDAD: NEIVA **AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2016 **NÚMERO DE PÁGINAS:** 126

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 5

Diagramas_X__ Fotografías_X__ Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general_X__ Grabados___ Láminas___ Litografías___ Mapas_X__ Música impresa___ Planos___ Retratos___ Sin ilustraciones___ Tablas o Cuadros_X__

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento: MICROSOFT WORD Y ADOBE READER

MATERIAL ANEXO: **ANEXO 1:** Carta preliminar a la alcaldía de Neiva, **ANEXO 2:** Carta De respuesta de la secretaria de Medio ambiente, **Anexo 3:** Metodología grafica de la Georreferenciación de Zonas, **ANEXO 4:** Informe de auditoría gubernamental, **ANEXO 5:** Carta de Solicitud de caracterización a Ciudad Limpia, **ANEXO 6:** Registro fotográfico de las visitas preliminares, **ANEXO 7:** Certificados ponencia en evento especializado.

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. <u>_RESIDUOS_</u>	<u>__WASTE</u>	6. <u>__MUESTREO</u>	<u>__SAMPLING</u>
2. <u>__CONSTRUCCION_</u>	<u>__CONSTRUCTION</u>	7. _____	_____
3. <u>__DEMOLICION__</u>	<u>__DEMOLITION</u>	8. _____	_____
4. <u>_GEORREFERENCIACION</u>	<u>_GEORREFERENCING</u>	9. _____	_____
5. <u>_CARACTERIZACION</u>	<u>__FEATURING</u>	10. _____	_____

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

Durante la investigación se adoptó una metodología (Lau, HH., Whyte, Law, 2008) que permitió la localización y posterior caracterización de los escombros (Residuos de construcción y demolición), donde se realizó una georreferenciación con programas especializados como ArcGis y AutoCAD, para identificar 5 zonas ilegales (botaderos de escombros) en la ciudad de Neiva, departamento del Huila. Las zonas fueron convenientemente escogidas de acuerdo a la demanda de escombros que estaban en cada una de ellas. Cada zona fue medida su Área mediante GPS, con el fin de establecer la extensión ocupada, con lo cual se prosiguió a identificar la clase de residuos de construcción mediante la adopción de una metodología, que comprende cuatro formas de medición volumétrica y muestreo; la primera comprende la forma almacenada, la segunda describe materiales dispersos, la tercera residuos de construcción reunidos y la última



GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

3 de 5

corresponde a la forma apilada.

A partir de la forma dispersa se ha enlazado un tratamiento estadístico y recolección de muestras mediante la técnica muestreo aleatorio simple, dicha actividad permite seleccionar muestras de forma que cada una de ellas tenga la misma posibilidad de ser escogida (Sakurai k., 1981). A partir de esto se establece mediante su desviación estándar y su promedio, la confiabilidad y frecuencia de datos en el grupo estudiado obteniendo el volumen, peso y densidad de los escombros previamente clasificados.

El valor de Volúmenes, demuestra que hay en el consolidado de las metodologías 32.06% de concreto y 42.58% de mampostería, que en materia de densidad y pesos representa el 74.64%, con ello se determina el protocolo de apoyo con el cual se establece para el municipio de Neiva, el Plan de Gestión de Residuos (PGIR), y la determinación de los usos que se pueden obtener a partir del 91.42% de residuos aprovechables de las zonas legales e ilegales.

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS					  	
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	4 de 5

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

During the investigation a methodology which allowed the location and subsequent characterization of the debris (waste from construction and demolition), where a geo specialized as ArcGIS and AutoCAD programs, and identification of 5 illegal areas in the city of Neiva was held was adopted, Huila. The zones are conveniently chosen according to the demand of debris that were in each of the areas. The material identified in each site was measured to determine their area using GPS setting the busy station, which was continued to adopt a methodology that includes four forms of volumetric measurement and sampling; the first comprises the stored form, dispersed materials described second, third assembled construction waste and the last corresponds to the stacked form (Lau HH, Whyte, Law. 2008). Such as various forms of collection two forms which are divided into 2 groups are taken.

Since the dispersed form is bound statistical processing and collection of samples by simple random sampling technique, this activity allows selecting samples so that each has an equal chance of being chosen. (Sakurai k., 1981.) From this it is established through its its average and standard deviation, reliability and data rate in the study group getting the volume, weight and density of previously classified rubble.

The value of volumes, shows that there are in the consolidated methodologies 32.06% concrete and 42.58% of masonry, which in terms of density and weight accounts for 74.65%, thus the protocol which is set for the township is determined Neiva protocol as supporting information for waste management plan. (PGIRs), and determination of the uses that can be gained from the 91.42% of usable waste legal and illegal areas.



GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

5 de 5

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado: **JAIME IZQUIERDO BAUTISTA**

Firma:

Nombre Jurado: **JAIME IZQUIERDO BAUTISTA**

Firma:

Nombre Jurado: **MARTIN EMILIO OROZCO**

Firma:

**LOCALIZACION Y CARACTERIZACION DE LOS ESCOMBROS EN LA
CIUDAD DE NEIVA**

DIRECTOR:

MAURICIO DUARTE TORO

INGENIERO AGRICOLA UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

JHON ALEXANDER VALLEJO CUELLAR; JOHNNY EDUARDO SANDOVAL

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA AGRICOLA

NEIVA -HUILA

2015

**LOCALIZACION Y CARACTERIZACION DE LOS ESCOMBROS EN LA
CIUDAD DE NEIVA**

JHON ALEXANDER VALLEJO CUELLAR; JHONNY EDUARDO SANDOVAL

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TITULO
DE INGENIERO AGRICOLA**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRICOLA
NEIVA -HUILA**

2015

AGRADECIMIENTOS

A mi madre que con mucho esfuerzo me dio todo su apoyo, a mi tío doctor Lisimaco Vallejo quien me ayudó mucho, a mi hermana, a mi familia, al grupo de investigación Constru-usco, y al semillero de guadua y bahereque con los que conté con su apoyo incondicional, a la vicerrectoría de investigación y proyección social por su gran apoyo y en especial a la doctora Ángela Magnolia Ríos por ultimo a mi Señor Jesucristo por acompañarme siempre y a mis amigos en general por todos los deseos de ánimos que me dieron

Mil Gracias.

A mi familia, padre y madre por apoyarme desde el principio de mi carrera, a mi mujer y a mi hijo que me motivaron a salir adelante, mi hermana que me enseñó a luchar por mis sueños, mis amigos que han estado conmigo en las buenas y malas, y ante todo darle la gracias y la gloria a Dios.

Mil Gracias.

Nota de Aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Neiva, Huila Febrero de 2009

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	5
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
2. JUSTIFICACION	9
3. HIPOTESIS.....	11
4. OBJETIVOS	12
5. ESTADO DEL ARTE.....	13
6. MARCO TEORICO.....	19
6.1 GENERALIDADES.	19
6.1.1 Definición de los escombros de construcción:	19
6.1.2 Composición de los escombros de construcción.....	20
6.1.3 Definición de los procesos de caracterización:	20
6.1.4 Tipos de RCD.....	21
6.2 PRINCIPALES ACTIVIDADES GENERADORAS DE ESCOMBROS EN LA CONSTRUCCION Y/O REMODELACION DE EDIFICACIONES Y DEMAS INSTALACIONES:	22
6.3 MARCO LEGAL.....	23
6.4 METODOLOGIAS DE CARACTERIZACION DE LOS ESCOMBROS.....	26
6.4.1 Caracterización de agregados para Concreto.	26
6.5 PROBLEMAS GENERADOS POR LOS ESCOMBROS	31
6.6 TEORIA GENERAL DE LOS RESIDUOS:	31
6.6.1 Residuo solido aprovechable.....	32
6.6.2 Residuo sólido No aprovechable.....	32
6.6.3 Composición física de los residuos.	32
6.7 POSIBLES USOS OBTENIDOS A PARTIR DEL RECICLAJE DE ESCOMBROS	32

6.7.1 ASFALTO:.....	33
6.7.2 Como se recicla el asfalto?.....	33
7. METODOLOGIA	35
7.1 VISITA INFORMATIVA A LA AUTORIDAD AMBIENTAL	35
7.2 PRESENTACION Y VISITA DE RECONOCIMIENTO DE LAS ZONAS ILEGALES EN EL MUNICIPIO DE NEIVA.....	36
7.3 LOCALIZACION Y GEORREFERENCIACION DE LAS ZONAS.....	40
7.4 MEDICION DE AREAS.	41
7.4.1 Medición de áreas con Google Maps y/o Earth:	42
7.5 CARACTERIZACION DE LOS ESCOMBROS DE CONSTRUCCION.....	43
7.5.1 Metodología de Recolección de muestras (Forma Dispersa).....	43
7.5.2 Procedimiento del muestreo aleatorio simple.	46
7.5.3 Caracterización de los escombros de construcción mediante forma reunida	48
7.6.3 Medición del peso de los escombros de construcción:	51
8. RESULTADOS Y DISCUSION.....	53
8.1 DESCRIPCION DE LA SITUACION ACTUAL REFERENTE AL TEMA DE MANEJO DE LOS ESCOMBROS ILEGALES EN EL AREA URBANA DE NEIVA.	53
8.2 RESULTADO DE AREAS MEDIDAS DE LAS ZONAS ILEGALES.	54
8.2.1 Área con Google maps y/o Google Earth.....	54
8.2.2 Área con GPS.....	60
8.3 CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCION EN LA ZONA LEGAL DEL MUNICIPIO DE NEIVA.	61
8.3.1 Listado de empresas que desechan escombros en el relleno.	61
8.3.2 Porcentaje de distribución y densidad de los escombros.	62
8.4 CARACTERIZACION DE LOS ESCOMBROS PRESENTES EN LAS ZONAS ILEGALES (GRUPO A).....	64
8.4.1 Volumetría y pesos de cada zona ilegal.	65
8.4.2 Análisis de densidad de todos los materiales y su respectiva zona.	70
8.5 CARACTERIZACION DE LOS ESCOMBROS PRESENTES EN LAS ZONAS ILEGALES METODO FORMA REUNIDA (GRUPO B).....	72
8.5.1 Volumetría y pesos de cada zona ilegal.	72
8.5.2 Análisis de densidad de todos los materiales y su respectiva zona.	78
8.6 COMPARACION DE LA CARACTERIZACION DE LOS ESCOMBROS LEGALES CON LOS ILEGALES.	80
8.7 ESTIMACION DE LOS USOS DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCION. (PROTOCOLO DE RECOLECCION).....	85

9. CONCLUSIONES	88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
ANEXOS	94

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Mapa conceptual Caracterización de escombros.....	Pag.19
Figura 2. Principales actividades en la construcción y remodelación de edificaciones.....	Pag.21
Figura 3. Metodología de Caracterización para agregados No naturales.....	Pag.25
Figura 4. Proceso de Trituración de los escombros.....	Pag.26
Figura 5. Escombros Almacenados.....	Pag.27
Figura 6. Forma Reunida.....	Pag.28
Figura 7. Composición de los residuos de construcción en los sitios A, B y C.....	Pág.29
Figura 8. Relleno Sanitario los Ángeles Zona 0.....	Pag.34
Figura 9. Visita preliminar Sena industrial.....	Pag.35
Figura 10. Visita Preliminar Av. Máx. Duque Gómez.....	Pag.36
Figura 11. Visita preliminar Puente el Tizón.....	Pág. 36
Figura 12. Visita preliminar Av. Inés García de Duran.....	Pág. 37
Figura 13. Visita preliminar Barrio San Jorge segunda etapa.....	Pag.38
Figura 14. Metodología de trabajo del grupo de investigación.....	Pag.38
Figura 15. Área Zona 2. Av. Max Duque Gómez. Medida a Través de Google maps.....	Pag.41
Figura 16. Clasificación de los residuos de construcción en campo.....	Pag.43
Figura 1. Selección de Muestras representativas.....	Pag.44
Figura 18. Pesaje de muestras mediante Balanza de triple Brazo.....	Pag.44
Figura 19. Volumen desplazado. Principio de Arquímedes.....	Pag.45
Figura 20. Medición de Volumen mediante forma Reunida.....	Pag.49
Figura 21. Localización del municipio de Neiva con sus respectivas coordenadas.....	Pag.53
Figura 22. Botadero Legal Los Ángeles (Zona 0), Georreferenciada con coordenadas cartesianas, error de imagen de 2,6 m.....	Pag.53

Figura 23. Mapa del municipio de Neiva Sectorizado y georreferenciado con las zonas legales e ilegales.....	Pag.55
Figura 24. Botadero Ilegal Sena Industrial (Zona 1), Georreferenciada con coordenadas cartesianas, error de imagen de 0,6 m.....	Pag.56
Figura 25. Botadero Ilegal Avenida Max Duque Gómez (Zona 2), Georreferenciada con coordenadas cartesianas, error de imagen de 6,1 m.....	Pag.56
Figura 26. Botadero Ilegal Puente El Tizón (Zona 3), Georreferenciada con coordenadas cartesianas, error de imagen de 12,7 m.....	Pág.57
Figura 2. Botadero Ilegal Avenida Inés García Duran (Zona 4), Georreferenciada con coordenadas cartesianas, error de imagen de 4,2 m.....	Pag.57
Figura 28. Botadero Ilegal San Jorge II (Zona 5), Georreferenciada con coordenadas cartesianas, error de imagen de 0,7 m.....	Pag.58
Figura 29. Caracterización de los escombros de la ciudad de Neiva.....	Pag.63
Figura 30. Densidad de los escombros en (Ton/ m3).....	Pag.63
Figura 31. Porcentajes en peso y Volúmenes Zona 1 (Sena industrial).....	Pag.67
Figura 32. Porcentajes en peso y Volúmenes Zona 4 (Av. Inés García de Durán).....	Pag.69
Figura 33. Densidad de materiales en la Zona 4. Av. Inés García de Durán.....	Pág.70
Figura 34. Densidad de materiales en la Zona 1. Sena industrial.....	Pág.70
Figura 35. Proporciones en peso de los residuos Av. Max Duque Gómez.....	Pag.73
Figura 36. Porcentaje en pesos y volumen Zona 3 Puente El Tizón.....	Pag.75
Figura 3. Porcentaje en pesos y volumen Zona 5 Barrio San Jorge II etapa.....	Pág.76
Figura 38. Densidad de materiales en la Zona 2.Av. Max Duque Gómez.....	pág.77
Figura 39. Densidad de materiales en la Zona 3.Puente el Tizón.....	Pag.78
Figura 40. Densidad de materiales en la Zona 5.Barrio San Jorge II Etapa.....	Pág.79
Figura 41. Graficas comparativas de escombros Legales e ilegales.....	Pag.81

Figura 42. Graficas comparativas de densidades legales e ilegales.....	Pag.83
Figura 43. Propuesta para el tratamiento de escombros.....	Pag.82
Figura 44. El problema.....	Pag.85
Figura 45. La Solución.....	Pag.85
Figura 46. El Resultado.....	Pag.85
Figura 47. Concepto del triple Resultado.....	Pag.86

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. RCD más citados en la literatura.....	Pag.20
Tabla 2. Listado de Normas Legales de tratamiento de residuos de construcción en Colombia.....	Pag.23
Tabla 3. Caracterización de Procesos mediante Normas Técnicas.....	Pag.26
Tabla 4. Aplicaciones de RCD reutilizado y/o reciclados.....	Pag.33
Tabla 5. Clasificación de los residuos de construcción y demolición- RCD.....	Pag.48
Tabla 6. Areas Medidas mediante Google Earth.....	Pag.59
Tabla7. Areas Medidas mediante GPS.....	Pag.59
Tabla 8. Empresas que dispusieron escombros año 2015.....	Pag.61
Tabla 9. Caracterización física de escombros dispuestos en la escombrera del relleno sanitario los Ángeles.....	Pag.61
Tabla 10. Resultados de análisis elemental y muestra aleatoria simple grupo A. (Zona 1. Sena industrial).....	Pag.65
Tabla 11. Resultados de análisis elemental y muestra aleatoria simple Grupo A (Zona 4. Av. Inés García de Duran).....	Pag.66
Tabla 12. Volumetría, pesos y Porcentaje en peso de la Zona 1 Sena industrial.....	Pag.66

Tabla 13. Volumetría, pesos y porcentaje en peso Zona 4 Av. Inés García de Duran.....	Pag.68
Tabla 14. Volumetría, pesos y porcentaje en peso Zona 2. Av. Max Duque Gómez.....	Pag.72
Tabla 15. Volumetría, pesos y porcentaje en peso Zona 3. Puente el Tizón.....	Pag.74
Tabla 16. Volumetría, pesos y porcentaje en peso Zona 5. Barrio San Jorge II Etapa.....	Pag.76
Tabla No 17. Volumetría y pesos generales en todas las zonas ilegales.....	Pag.80

RESUMEN

TITULO: LOCALIZACION Y CARACTERIZACION DE LOS ESCOMBROS EN LA CIUDAD DE NEIVA

AUTOR(ES): Jhon Alexander Vallejo

Johnny Eduardo Sandoval

FACULTAD: Ingeniería, Programa de Ing. Agrícola.

DIRECTOR: Ingeniero Mauricio Duarte Toro

PALABRAS CLAVES: Residuos de construcción y demolición, georreferenciación, caracterización, muestreo.

Durante la investigación se adoptó una metodología (Lau, HH., Whyte, Law, 2008) que permitió la localización y posterior caracterización de los escombros (Residuos de construcción y demolición), donde se realizó una georreferenciación con programas especializados como ArcGis y AutoCAD, para identificar 5 zonas ilegales (botaderos de escombros) en la ciudad de Neiva, departamento del Huila. Las zonas fueron convenientemente escogidas de acuerdo a la demanda de escombros que estaban en cada una de ellas. Cada zona fue medida su Área mediante GPS, con el fin de establecer la extensión ocupada, con lo cual se prosiguió a identificar la clase de residuos de construcción mediante la adopción de una metodología, que comprende cuatro formas de medición volumétrica y muestreo; la primera comprende la forma almacenada, la segunda describe materiales dispersos, la tercera residuos de construcción reunidos y la última corresponde a la forma apilada.

A partir de la forma dispersa se ha enlazado un tratamiento estadístico y recolección de muestras mediante la técnica muestreo aleatorio simple, dicha actividad permite seleccionar muestras de forma que cada una de ellas tenga la misma posibilidad de ser escogida (Sakurai k., 1981). A partir de esto se establece mediante su desviación estándar y su promedio, la confiabilidad y frecuencia de datos en el grupo estudiado obteniendo el volumen, peso y densidad de los escombros previamente clasificados.

El valor de Volúmenes, demuestra que hay en el consolidado de las metodologías 32.06% de concreto y 42.58% de mampostería, que en materia de densidad y pesos representa el 74.64%, con ello se determina el protocolo de apoyo con el cual se establece para el municipio de Neiva, el Plan de Gestión de Residuos (PGIR), y la determinación de los usos que se pueden obtener a partir del 91.42% de residuos aprovechables de las zonas legales e ilegales.

SUMMARY

Title: Location and characterization of debris in the city of Neiva

AUTHOR (S): Jhon Alexander Vallejo

Johnny Eduardo Sandoval

FACULTY: Engineering, Agricultural Program Ing..

DIRECTOR: Engineer Mauricio Duarte Toro

KEYWORDS: construction and demolition waste, georeferencing, characterization, sampling.

During the investigation a methodology which allowed the location and subsequent characterization of the debris (waste from construction and demolition), where a geo specialized as ArcGIS and AutoCAD programs, and identification of 5 illegal areas in the city of Neiva was held was adopted, Huila. The zones are conveniently chosen according to the demand of debris that were in each of the areas. The material identified in each site was measured to determine their area using GPS setting the busy station, which was continued to adopt a methodology that includes four forms of volumetric measurement and sampling; the first comprises the stored form, dispersed materials described second, third assembled construction waste and the last corresponds to the stacked form (Lau HH, Whyte, Law. 2008). Such as various forms of collection two forms which are divided into 2 groups are taken.

Since the dispersed form is bound statistical processing and collection of samples by simple random sampling technique, this activity allows selecting samples so that each has an equal chance of being chosen. (Sakurai k., 1981.) From this it is established through its its average and standard deviation, reliability and data rate in the study group getting the volume, weight and density of previously classified rubble.

The value of volumes, shows that there are in the consolidated methodologies 32.06% concrete and 42.58% of masonry, which in terms of density and weight accounts for 74.65%, thus the protocol which is set for the township is determined Neiva protocol as supporting

information for waste management plan. (PGIRs), and determination of the uses that can be gained from the 91.42% of usable waste legal and illegal areas.

INTRODUCCION

En Colombia, aunque el índice es más bajo, la industria de la construcción es uno de los sectores más dinámicos y de mayor incidencia en el desarrollo económico del país (Mattey P, Robayo R., 2014). Lo que evidencia que el país tiene bastantes movimientos económicos en este sector, los cuales generan residuos que a su vez causan un deterioro ambiental y un perjuicio bastante grande, no solo al medio ambiente si no a los directamente involucrados con este tema.

El enorme costo ambiental que se ha generado en la ciudad de Neiva, plantea un gran desafío para las personas implicadas en el sector; el crecimiento de la construcción en la ciudad ha sido evidente y es verificable desde la fabricación de los materiales de construcción. Es preciso mirar al pasado y ver que anteriormente en el municipio no se veían grandes estructuras como ahora, por ello factores importantes como la demolición de edificaciones ya existentes, la remoción de terrenos para estructuración de edificaciones modernas, los métodos de adecuación y remodelación e inclusive la misma operación de los edificios, son componentes que generan grandes volúmenes de residuos que en su mayoría son inertes.

Se ha creado entonces una necesidad de localizar y caracterizar los escombros, para luego poder establecer a futuro un eficiente reciclaje de estos, por consiguiente esta beneficiara a constructores, maestros de obra, interventores, laboratoristas, consorcios, arquitectos, promotores, empresarios de obra entre otros actores implicados en el proceso de construcción, quienes tendrán una herramienta útil para conocer toda la composición y saber en dónde se pueden almacenar escombros para luego buscar la alternativa de reciclaje y así cumplir con los estatutos de la ley 09 de 1979 de medidas sanitarias sobre manejo de residuos sólidos, entre otras leyes y legalidades.

El aumento del nivel de vida, el avance y desarrollo económico, ha generado un cambio total en el manejo de materiales ya que el adobe, ladrillos, piedra, madera, guadua y bambú, están siendo sustituidos por “materiales más resistentes y duraderos”, tales como el concreto u

hormigón, acero, el aluminio, y templados como el vidrio, los cuales generan mayores volúmenes de residuos y mayores sitios en donde desechar los escombros, a todo esto se suma el aumento del espacio útil por persona en prácticamente todas partes del país. Sin embargo, el impacto de la construcción no solo se evidencia en las áreas de explotación para obtener los materiales, la generación de escombros es significativa y constituyen un amplio porcentaje del total de residuos generados; a pesar de esto han sido siempre considerados de menor importancia, frente a otros residuos como los domiciliarios (Ferreira, J. 2009).

La localización, caracterización, recuperación y posterior reciclaje de los residuos en la construcción, encaminados y resaltados en una política de avance hacia la sostenibilidad ambiental y social, pueden convertirse en la herramienta que permita disminuir el impacto ambiental, además de los volúmenes de los escombros que se generan actualmente en la ciudad de Neiva. Con esta herramienta se podría consolidar un reto muy importante para las entidades ejecutantes de los lineamientos que se especifican en el Plan de Manejo Integral de Residuos.

La composición y caracterización también denota un tema el cual parte de establecer que parámetros se pueden utilizar para saber el valor aproximado de la cantidad de escombros que se botan en las zonas ilegales, los parámetros comprenden el saber cuál es el tipo de estructura, el tamaño de la misma, la ubicación geográfica, el tipo de actividad generadora y el tipo de construcción. (Lund, Herbert., 1996).

Por otra parte, se ha encontrado que en materia de clasificación de escombros, hay 2 grupos; el primero se determina como materiales según su origen, y el segundo como materiales según su naturaleza; en el primer grupo se encuentra material de limpieza de terrenos, material de excavación, residuos de obras viales y residuos de obra menor. En el segundo grupo se encuentran residuos inertes, residuos no peligrosos o no especiales, residuos especiales. (Townsend, Timothy, Yong-Chul, Jang, Weber., 2000).

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el planeta se está presentando un grave problema causado por basuras, y por residuos que se generan a diario, dentro de este global de residuos sólidos se encuentran los escombros de construcción los cuales representan un grupo grande dentro del consolidado total, por consiguiente se seguirá presentando a raíz de estos una problemática ambiental de nunca acabar.

El manejo de los escombros de construcción se convierte en un tema difícil de operar, ya que en muchos casos son mal dispuestos, y una de las principales consecuencias que trae consigo la mala disposición es la contaminación de la atmosfera, causada por residuos o productos secundarios gaseosos, solidos o líquidos, que afectan tanto a la salud humana, como a las plantas y animales, con lo cual se presenta como primer efecto el impacto reflejado en la esteticidad del paisaje y no necesariamente en efectos peligrosos. (Cadena, 1995).

En países como el Perú se han encontrado estudios de vulnerabilidad y caracterización de las zonas más afectadas por los escombros, con lo cual se presentan no solo problemas ambientales, sino también problemas de tipo socioeconómico, cultural e institucional que acarrear aspectos como hacinamientos, desempleo, falta de inversión, falta de conciencia cívica y falta de intervención en zonas vulnerables; todos estos factores tiene una relación directa con el perjuicio que causa desechar escombros, ya que si hay falta de conciencia y falta de intervención, las zonas más pobres seguirán siendo verdaderos basureros, como se ha demostrado en la zona del distrito del Rímac en Perú, que de acuerdo a lo estudiado, se ha salido de las manos de las autoridades ambientales (Rímac, 2013).

En Colombia la situación también es crítica, ya que en ciudades como Bogotá se agudiza la situación, debido a que el sitio legal de recolección está perdiendo considerablemente su vida útil, con esto los botadores de escombros se acobijan para disponerlos en sitios no autorizados, con lo que se suma también la lejanía del relleno sanitario al perímetro urbano de Bogotá, situación que también es tomada como un pretexto para que los botadores saquen

la excusa del elevado costo del transporte, para no disponerlos en el sitio (Aguilar, Castellanos, 2010).

La situación en el Huila y más específicamente en el municipio de Neiva es poco alentadora, debido a que la construcción crece y no hay control sobre los residuos que esta genera.

En la empresa de aseo local se manejan tarifas de recolección de escombros por valor de \$10.200 (Ciudad Limpia, 2015), que han sido establecidas por la administración, sin embargo se recolecta de manera gratuita en cada construcción el equivalente a 1 m³ de material sobrante de construcción, el volumen restante se cobrará de acuerdo a las tarifas mencionadas, siendo esta es la mayor excusa que toman algunos para no disponerlos en el “Relleno Sanitario Los Ángeles” el cual es el único sitio autorizado de la Ciudad de Neiva para desechar los escombros, todos los demás sitios corresponden a sitios ilegales.

Como en Neiva existen demasiados terrenos baldíos, y sitios que no se encuentran ocupados, los zorreros y personas dedicadas a la labor de transporte ilegal prefieren desechar estos escombros ahí y decidir No pagar la tarifa recolectora que estableció Ciudad Limpia.

A raíz de toda esta situación surgen mayores problemas de tipo ambiental y sociocultural, ya que el tener los escombros sin manejo, genera proliferación de animales dañinos para la salud de las personas que se sitúan aledañas al sitio así como desarrollo de fauna nociva, contaminación del aire (Polvo, fibras de asbesto), ocupación de espacios destinados para otros usos, la obstrucción de las vialidades y la Contaminación visual. (Rímac, 2013).

A pesar de que en Neiva existe un ente denominado PGIR (Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos), el cual se encarga de controlar y establecer un plan de recolección de escombros, soportados con el decreto nacional 1713 de 2002, muchos pasan por alto este procedimiento, y se escudan en la poca posibilidad que tiene Ciudad Limpia de poder bajar la tarifa de recolección para cantidades mayores a 1m³, situación que es común ya que en reparaciones siempre se genera una cantidad mayor a la mencionada.

A raíz de todos los hechos que se presentan en la ciudad, la propuesta va encaminada en tratar de solucionar y responder el interrogante más importante el cual es:

¿En la ciudad de Neiva se sabe cuáles son las características de los escombros y en donde se localizan los sitios de desecho? ¿Qué medidas se pueden tomar y cuál es la solución a tomar respecto del manejo de estos?

2. JUSTIFICACION

Los escombros de construcción tienen muchas características, y todos los implicados en el sector de la construcción deberían tener una certeza pura de los contenidos de cada uno de los materiales que se desechan y cuáles son los verdaderos perjuicios que están ocasionando, a raíz de ello la caracterización es la medida justa para que se conozca exactamente la calidad del residuo de construcción, con lo cual se manejaría a futuro un plan de reciclaje y recolección, que funcionaría como el paso primario a la evolución del manejo de los residuos sólidos en la ciudad y en gran parte de Colombia en un futuro no muy lejano.

La situación de la construcción en la ciudad tiene una aceptación muy positiva por parte de la comunidad en cuanto al auge del sector, cada vez más el ciudadano quiere que en la ciudad se avance más en construcción, sin embargo para ello no se ha estructurado de manera seria el manejo de los materiales inertes y materiales convencionales. Con la caracterización lo que se busca de forma general es implementar una sistematización de experiencias con los materiales utilizados, lo que certificaría a las empresas constructoras el pleno conocimiento de lo que ellos desechan, cuales son los antecedentes, el contexto, el tiempo de manejo, la metodología para esclarecer el manejo, los conceptos y los datos de cada material.

En la ciudad de México se ha establecido una caracterización que comprende la realización de estudios que permiten saber la cantidad de residuos que genera el sector de la construcción, empleando algoritmos que facilitan esta operación, con esto establecieron que en México había presencia de 17000 toneladas, cifra que manejaron para poder establecer un plan de recolección que estimará la capacidad que el relleno podría recoger, además de las tendencias

del sector de la construcción y quizá lo más importante que comprende la estimación de los tipos de materiales que se botan, como también saber que porcentajes corresponden a puramente escombros, cuales corresponden a concreto, cuales pertenecen a materiales de excavación y otros. Además se logró estimar que solo el 4% de los residuos que se generan son aprovechados (Cmic, 2014).

Con lo mencionado anteriormente es de resaltar que en la ciudad mucha gente ignora lo que sucede con los residuos de construcción y en donde se desechan, por consiguiente, el localizar es la manera perfecta para que la comunidad en general, a través de la publicación de esta investigación tenga el conocimiento del tema y así tomen conciencia de donde arrojar los escombros, con lo cual se terminarían los perjuicios que provoca esta actividad tales como generación de posibles malos olores, contaminación paisajística y ocupación de espacio público y privado, deterioro a la salud por generación de polvo entre otros.

Como la comunidad en general desconoce lo que sucede, se podría determinar que al ser viable la caracterización con fines de reciclar, se generaría un sin número de ventajas, entre ellas el promover la estandarización en la habilitación de las herramientas, la instalación de soportes y las disposiciones, también se reduce el manejo de material, se simplifica la planeación de los procesos, además, se puede estimar con más facilidad los costos de manufactura, y se puede obtener con mayor facilidad las estadísticas sobre materiales, procesos, cantidad de piezas producidas o demás factores. (WebBlog, 2009).

También es preciso mencionar, que el primer paso en la solución de la problemática planteada contempla la evaluación y cuantificación de los volúmenes y diversidades de materiales presentes en los escombros (Salazar, 2011), en pocas palabras caracterización de cantidades de material clasificado, por lo cual el presente estudio se presenta como cuantitativo y descriptivo, debido a que se genera la cuantificación de escombros en sitios ilegales.

3. HIPOTESIS

El propósito de esta investigación es localizar, y caracterizar los escombros o también llamados residuos de construcción, para establecer un primer paso para el reciclaje de los desechos generados por la construcción, determinando las características básicas de los materiales más utilizados en esta actividad, estudiando nuevos métodos, tecnologías y demás herramientas que puedan ser útiles en el proceso para un futuro reciclaje de los escombros.

a. Hipótesis Principal

Existen Alternativas que pueden contribuir al conocimiento puro y certero de la localización y caracterización de escombros en sitios tanto legales como ilegales.

b. Hipótesis alternativa:

Tanto la secretaria de ambiente, CAMACOL, Ciudad Limpia, entre otras entidades, desconocen un trabajo serio de localización de escombros ilegales, y las características y perjuicios que poseen los escombros.

4. OBJETIVOS

a. OBJETIVO GENERAL:

Establecer la localización y caracterización detallada de los escombros de construcción en 5 zonas neurálgicas de la ciudad de Neiva.

b. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- 1.** Identificar y localizar las zonas más susceptibles y vulnerables a la contaminación de escombros generados por la construcción.
- 2.** Determinar las propiedades que caracterizan a los escombros de construcción que encierran, análisis de peso total, Volumetría, análisis por muestreo estadístico y análisis de densidad.
- 3.** Conocer y cuantificar la composición RCD (Residuos de construcción y demolición), el porcentaje que ocupa cada componente así como la clasificación de los tipos de residuos.
- 4.** Constituir los posibles usos que se pueden dar a los RCD (Residuos de construcción y demolición), y su probable reutilización.
- 5.** Establecer el grado de vulnerabilidad que causan los RCD, para establecer un protocolo el cual mitigue las consecuencias que generan los mismos en el medio ambiente.

5. ESTADO DEL ARTE

En muchos países en el mundo se ha establecido una cultura de reciclaje, los países desarrollados como los Estados Unidos, el continente Asiático y la Unión Europea en general, han hecho análisis para que los residuos de construcción sean manejados de la mejor manera posible, Bossink y Brouwers (1996) reportaron que en Holanda los residuos son entre el 1% y el 10% (en peso) de los materiales comprados; también se encuentra que el porcentaje de residuos, a nivel de proyecto de construcción en Brasil, es del 20% al 30% del peso de los materiales que se encuentran en la obra (Pinto, Agyoan.,1994).

A nivel mundial también se ha encontrado que muchos países tienen estudios de caracterización de residuos sólidos, en donde manejan diferentes metodologías, otro estudio realizado por la comisión europea caracteriza los escombros de acuerdo a parámetros tales como composición y cantidad (Mercante,2007). En la zona asiática específicamente en Chengdou , China se realizó un estudio de características impactos y riesgos que generan los escombros de construcción en el flujo de agua del Rio Wenchuan, en donde encontraron que los residuos bloqueaban el rio, por consiguiente se decidió hacer la labor de localización georreferenciando el área con programas especializados, y determinando los niveles de volumen que se encontraban allí, desarrollando una forma sencilla para identificar los depósitos de escombros (Yoggan, Ge., Chen, Zhuang, Zhu., 2014).

Continuando con el ámbito internacional también se encuentran estudios cualitativos y cuantitativos relacionados con los escombros en China, en donde se evidencia que es el país que está a la vanguardia de la investigación y caracterización de los escombros de construcción, definiendo metodologías para detener el flujo de escombros en zonas verdes y ríos, por consiguiente en la región de Moxi Basin han escalado y georreferenciado el sitio, para luego hacer levantamientos topográficos en la zona y determinar características como edad, altura, condición, volumen, localización entre otros factores, a partir de ello utilizaron un coeficiente de integración para los escombros de barrancos, con lo cual determinaron coeficientes característicos de deslizamiento de escombros en la zona (Yongbo Tie, 2014). La caracterización también ha trascendido de manera importante en España en donde se ha

realizado un estudio de caracterización que ha comprobado los volúmenes que se han encontrado producto de los residuos que deja la construcción, encontrando que se producen 35 millones de toneladas de residuos al año en dicho país, allí se elaboró un plan de gestión, haciendo zonificación y generando opciones de reutilización (Delgado, 2006).

Todas las anteriores investigaciones son de gran ayuda para la buena fundamentación de este proyecto, sin embargo la investigación que se ha realizado en Malasia, Universidad del distrito de Sarawak, es la más cercana a lo que se pretende en el proyecto ya que como primer paso en su metodología localiza y georreferencia el lugar de estudio con programa especializado, luego identifica en la zona el tipo de actividades que se realizan en las ubicaciones aledañas, también llamadas linderos, y luego analiza la etapa de construcción y su duración, por último determina la caracterización con la medición de volumetría y peso, estipulando análisis de densidad a partir de las variables pero quizá lo más importante, es que determina las formas de las disposiciones de escombros, con fórmulas que establecen una metodología sencilla y entendible no sin antes representar los diseños en como son desechados los escombros de construcción, que se han representado en 4 formas las cuales son : Almacenadas, Apiñadas, Dispersas y Apiladas. En la forma almacenada se ha asumido en el estudio un área de base rectangular y altura piramidal, utilizando la ecuación $V_s = 1/3 (B \times L \times H)$, por otra parte en la forma apiñada, se ha establecido una medición de forma rectangular con la fórmula de volumen simple.

Para el material disperso, se dividen dos categorías la primera comprende ladrillos divididos y rotos, tejas rotas, plástico, bolsas de cemento y ladrillos de cemento. El segundo grupo consiste en residuos que tienen grandes variaciones en el tamaño y longitud, tales como paralelos de acero, perfiles de cubiertas, envases de plástico, recortes de yeso, y cartones de yeso también llamados drywall y superboard. El método para medir su volumetría, consiste en recoger tres muestras en el sitio de forma aleatoria y pesarlas, con los valores obtenidos se promedia y se asumen como si fueran los mismos pesos de todas las demás muestras que en campo se observaron. Después de ello en campo fueron contadas las piezas dispersas para consolidar la información y establecer conclusiones. Queda en última instancia los materiales apilados, estos fueron medidos de una manera similar al material disperso, se toman

aleatoriamente tres muestras donde se pesan y se asumen de manera uniforme para todo el material apilado, este valor es multiplicado por el valor promedio, acto seguido se complementó con el conteo de cada una de las muestras en la pila, para luego ser multiplicado por el valor promedio del peso por muestra y así obtener el peso total de la pila (Lau, White, Law, 2008).

En Latinoamérica los estudios han sido más afines a lo que se pretende con este proyecto de investigación, como ejemplo se toma Perú más exactamente en la región del municipio distrital del Rímac, en donde se ha hecho el plan de gestión de residuos, que comprende caracterización no solo de los residuos de construcción, si no del entorno y de todos los factores que se ven involucrados en la problemática que generan los escombros, a partir del análisis mencionado se realizó un recorrido sistemático del municipio, inspección de RCD (residuos de construcción y demolición), recopilación de lugares problemáticamente conocidos, y se generó un cuadro de información y evaluación de los residuos depositados en espacios públicos en municipalidad distrital del Rímac. (Rímac, 2013).

Por otra parte en México, se ha establecido un plan de manejo de residuos de la construcción y demolición, con dicho plan en la capital Mexicana se pretende optimizar los recursos, por eso se utilizó una metodología de caracterización para estimar la cantidad generada de residuos de construcción y demolición, en donde se emplea un algoritmo que relaciona la superficie de obra construida, con volumen de generación por unidad, a partir de observaciones de campo, obteniendo resultados que comprenden una generación diaria de 17000 toneladas, además han clasificado los principales materiales que componen los residuos de construcción, con esta clasificación aseguran que en ciudad de México hay 39% de material de excavación, 12% de otros materiales convencionales, 24% de escombros y el 25% restante es atribuido a concreto (Cmic,2013).

Continuando con el ámbito latinoamericano, en Argentina también se ha encontrado una investigación que comprende la caracterización de los residuos de construcción, allí se tomó la información generada por el relleno municipal, donde se estimó el origen de los residuos, la composición y volumen de material recolectado y la forma de recolección y disposición

de los residuos, como acto adicional el enfoque se centró en calcular el volumen del hormigón empleado para bacheo en los años 1998 y 1999 en cada uno de los meses del año (Natalini, Klees, Tirner ,2000).

En Panamá, la autoridad nacional del ambiente genero una guía de producción más limpia y en muchos capítulos de esa investigación se determinaron unas etapas que conciernen la clasificación de los materiales de construcción que se pueden reciclar, así como los elementos que requieren mayor energía para ser intervenidos, no obstante el trabajo tiene como objetivo principal realizar producción más limpia, con lo cual no se ha registrado grandes estudios en Panamá acerca de localización y caracterización de los escombros de construcción.(Carrasco, Brunia, Young,Ramirez.,2008)

En Colombia se manejan unos criterios de investigación que se encaminan a la redistribución, reciclaje y buen manejo de los escombros, con lo cual en varias partes del país se han realizado imprescindibles estudios para la solución de la problemática, en Barranquilla la universidad del norte realizó un estudio de gestión interna de residuos sólidos, entre ellos los residuos de construcción, la parte más relevante del estudio se basa en la utilización de herramientas de cartografía y sistemas de información geográfica, para la georreferenciación de dichos residuos trabajados en la construcción, que consta de un proyecto de 6 torres con 11 pisos cada torre y dos apartamentos por piso, a partir de la utilización del programa AutoCAD se convierte la cartografía a otro programa especializado llamado Arc view Gis y de esta forma se referencia, además de ello se realiza caracterización de la volumetría de los residuos con el cálculo de las densidades de manera experimental mediante el principio de Arquímedes para establecer los pesos y de dicha manera con las cantidades de cada uno poder conocer los respectivos volúmenes con la ecuación $V = (\pi * d^2 * h) / 4$ (Cárcamo, 2008).

Como es necesario establecer las diferencias que competen la caracterización en distintos lugares, también se ha encontrado que en la ciudad de Bogotá se realizó estudio de alternativas de manejo de escombros prospectivo y cualitativo, realizado por la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, donde se ha hecho un análisis económico, y un plan maestro de gestión de residuos, y se caracteriza de manera monetaria, con lo cual se hacen

varios análisis para la determinación del incremento de los escombros en la Ciudad de Bogotá y cuáles son sus impactos ambientales y económicos (Jaimes, Ardila.,2010).

En relación con la ciudad de Bucaramanga, se ha hecho otro estudio específico que relaciona la caracterización de los escombros y utilización de los mismos como agregados no convencionales, con ello se realizó una visita de reconocimiento a la escombrera legal de la ciudad, luego se estableció la revisión de la normatividad ambiental, acto seguido se realizó la recolección de muestras de escombros, luego se caracterizó dividiéndola en grupos tales como escombros gruesos (E1), escombros finos, (E2) y muestras de ladrillo denominadas finas (E3) y gruesas (E4), acto seguido estas muestras fueron sometidas a ensayos de granulometría, masa unitaria, gravedad específica entre otros análisis. (Ferreira, 2009).

Continuando con el ámbito nacional, se encuentra que en Santa Marta, se ha establecido una metodología imprescindible para poder georreferenciar y medir distancias a partir de imágenes satélite, en donde en primera instancia se hace un procesamiento digital de una imagen SPOT 4 sin georreferenciar, Agrupamiento de 4 imágenes ópticas de reflectancia espectral, después de ello se utiliza la ayuda de 5 GCPs (puntos de control), permitiendo orientar hacia el norte geográfico, con esta información se ubica la imagen georreferenciada en un punto de control básico P para determinar los GCPs, a partir de ello se realiza la medición en campo de las coordenadas con pixel P con la ayuda de un GPS no diferencial. Así se obtiene la ubicación de cualquier lugar rigiéndolas con coordenadas P y GCPs. (Gónima, Ruiz, González., 2010).

En Cali, se han realizado muchos estudios que conciernen la reutilización de los residuos de construcción, sin embargo pocos han establecido la caracterización, esto encaminó a que se realizara un estudio de caracterización con una fracción de la totalidad de escombros, para generación de agregados, en él se utilizó un muestreo de escombros recogiendo unidades de concreto a partir de los escombros con diámetros de 40 cm, se realizó una trituración, para luego obtener una granulometría que se ajustara a agregados reciclados, después de esa actividad se realizó la caracterización física y mecánica de acuerdo a la Normas Técnicas NTC 77, 92,127, 176,237, 1776, ASTM C131, y UNE- EN 933, todas estas normas

relacionan las características del material, dichas características comprenden tamizado de agregados, masa unitaria de los agregados, impurezas orgánicas, densidad, absorción y porosidad de la arena, contenido de humedad de los agregados, coeficiente de los Ángeles, y el coeficiente de forma, todas estas características son utilizadas para la reutilización efectiva de los escombros que genera la construcción en el botadero legal de la ciudad de Cali (Mattey, Salazar, Urrego, Jaramillo, Arjona.,2014).

En el Huila los estudios han sido encaminados, al análisis de los residuos sólidos, en el municipio de Tello, donde se estableció una caracterización en el casco urbano para la construcción de una planta de tratamiento, (Almario, 2003), en otro sector del Huila específicamente en el municipio de Elías, también se realizó una caracterización, para el manejo de residuos sólidos , en donde se encamina a la construcción de una planta de tratamiento para basuras y mejoramiento de las condiciones de salubridad en la zona (Trujillo, Floriano, Méndez , 2002).

En el municipio de Teruel, se encuentra un estudio de Caracterización de los residuos, sólidos, clasificando las basuras del lugar, trabajando las zonas del municipio, con la ayuda de la georreferenciación, de acuerdo a ello se implementa una alternativa para reciclar las basuras del municipio (Duarte, Pérez., 2001). Visto lo anterior se afirma que en el Huila no existen estudios afines a lo que se pretende en la investigación.

6. MARCO TEORICO

6.1 GENERALIDADES.

Los volúmenes de escombros generados por el sector de la construcción en Neiva han aumentado con una cifra actual de más de 2'500.0000 m³ de escombros fruto del creciente desarrollo urbano. En materia de residuos clandestinos y domiciliarios en la capital del Huila se desconocen sus cifras, pero se estima que podría doblar la cantidad de residuos que se registran en los botaderos legales. (Diario la Nación, 2015)

Estos volúmenes de escombros son generados por las empresas públicas y privadas, que adelantan obras las cuales se encargan de proyectos de vivienda, centros comerciales, pavimentación, construcción de acueductos y alcantarillados, puentes de acceso vial, entre otros.

6.1.1 Definición de los escombros de construcción:

Los escombros se definen como todo residuo sólido sobrante de la actividad de la construcción, de la realización de obras civiles o de otras actividades conexas, complementarias o análogas.

Son también conocidos en la industria civil como Residuos que surgen de las actividades de construcción, remodelación y demolición (Wang et al., 2010 y Kofoworola y Gheewala, 2008).

Otra definición expresa que son materiales excedentes derivados de excavaciones, construcciones civiles y edificios, trabajos en vías, actividades de remodelación y demolición (Hao et al, 2007).

Por último, los escombros se definen como residuos de materiales de construcción, embalaje y escombros que resultan de las operaciones de construcción, remodelación, reparación y demolición de casas, edificios industriales y comerciales, y otras estructuras (Clark et al, 2006 y Aldana , Serpell, A.2012)

6.1.2 Composición de los escombros de construcción.

Los RCD constituyen una mezcla heterogénea de varios elementos como ladrillo, cemento, agregados (arena, grava, gravilla), recebo, acero, madera y otros, que dificultan su recuperación o reincorporación a determinado ciclo económico y/o productivo. Poon et al. (2001) proponen clasificar los RCD en cinco categorías: materiales de obras viales, suelo excavado, residuos de demolición, residuos de despejes, y residuos de renovaciones.

6.1.3 Definición de los procesos de caracterización:

Es la actividad Cualitativa la cual puede recurrir a datos con el fin de profundizar el conocimiento sobre la composición de los escombros, en donde se realiza una serie de fases tales como la organización de datos con la toma de muestras de campo representativas desde puntos de vista físicos y mecánicos para la evaluación de su uso potencial en diferentes campos de la construcción y estudiar la viabilidad de su uso como materiales de construcción estandarizado. En la Figura 1 se muestra un cuadro de resumen de las actividades que componen la caracterización para agregados.

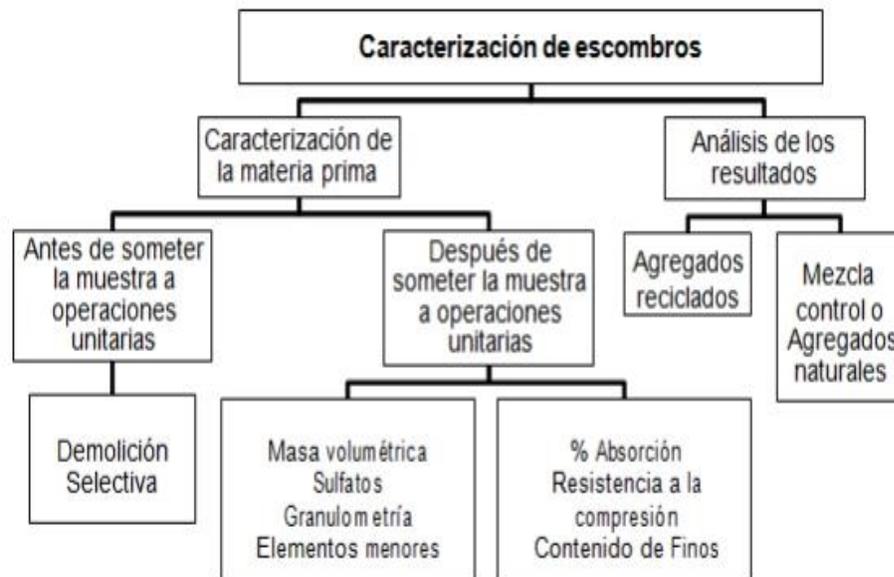


Figura 1. Mapa conceptual Caracterización de escombros. Fuente: (Ferreira, 2009)

6.1.4 Tipos de RCD.

Existen diferentes materiales que se utilizan en la construcción y que no tienen un aprovechamiento del 100%. En la Tabla 1 se presentan los materiales que más se reportan en la literatura como RCD.

Tabla 1. *RCD más citados en la literatura.*

MATERIAL	NO DE CITACIONES
Hormigón	55
Madera	45
Ladrillos	42
Plásticos	26
Metal	25
Acero	22
Placas de yeso-cartón	20

Fuente: *Aldana, J., Serpell, A., 2012*

No existe consenso mundial sobre el volumen total de RCD. Estos van a depender de las tecnologías, idiosincrasia, nivel cultural de los profesionales del sector, entre otros. Por ejemplo, Solís-Guzmán et al. (2009) reportan que el 35% de los residuos en el mundo pertenecen a la industria de la construcción, mientras que Huang et al. (2002) reporta que estos pueden variar entre un 13% y un 29%.

Shen et al. (2004) reportan que en el Reino Unido obedecen a más de un 50%. Deng et al. (2008) reportan el 30% en Canadá, Zhao et al. (2009) reportan entre el 30% y el 40% en China, y Tam (2007) reporta que en Francia son el 25%, en Hong Kong el 38%, en Japón el 36%, en Italia el 30%, y en España el 70%. Finalmente, en la Región Metropolitana de Chile el 37% de los residuos sólidos corresponde a residuos de construcción (Martínez, 2003 y Aldana, J., Serpell, A., 2012)

6.2 PRINCIPALES ACTIVIDADES GENERADORAS DE ESCOMBROS EN LA CONSTRUCCION Y/O REMODELACION DE EDIFICACIONES Y DEMAS INSTALACIONES:

Son varias las etapas que permiten la materialización de las obras públicas y privadas. Según Jaramillo, 1995, normalmente todo proyecto de construcción en un terreno baldío empieza con actividades descapote, seguido de la excavación y la preparación de los cimientos, que normalmente son armados utilizando concreto. En términos generales, en todas las etapas de un proceso constructivo se generan escombros, (Ver figura 2.) que deben ser manejados de acuerdo a lo que dicta la resolución 541/ 94.

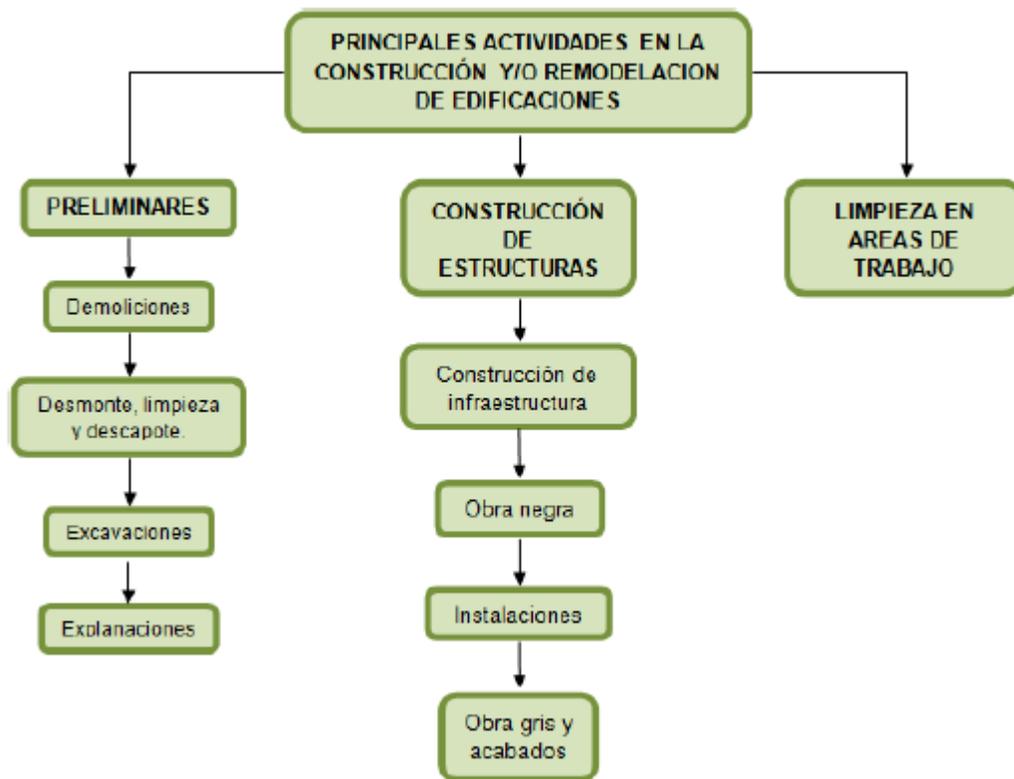


Figura 2. Principales actividades en la construcción y remodelación de edificaciones.

Fuente: (Ferreira, 2009)

Durante las preliminares los escombros se manejan dentro del área de influencia del proyecto; previa definición del área total de trabajo, y zonas de disposición de escombros y aislamiento (Vergara, Miralles, Gosalbes, Juanes, 2009). En demoliciones se produce material utilizable

y altamente reciclable como áridos y minerales, constituidos básicamente por residuos de mampostería, placas de concreto y estructuras como vigas estructurales y columnas.

Por su parte el desmonte, limpieza y descapote generan escombros mezclados con troncos raíces y basuras que deben ser dispuestos en sitios destinados para dichos residuos ya que el terreno debe quedar totalmente libre de estos (Fernández B, Rivera, Montt, 2003).

En cuanto a las excavaciones y explanaciones, un gran porcentaje de residuos generados por estas actividades son reutilizables para rellenos o capas base así como rellenos para proyectos viales o de vivienda (Olarte, 1999).

6.3 MARCO LEGAL.

En la Tabla 2, se muestra un cuadro de la normatividad manejada en Colombia acerca del manejo que se debe realizar con respecto a los residuos sólidos, entre ellos los escombros de construcción.

A nivel general, se pueden citar, entre otros, los siguientes:

Constitución Política Nacional, Artículos 8, 49, 67, 79, 80, 81, 82, 88, 95, 215, 226, 268, 277, 289, 302, 310, 313, 317, 330, 331, 333, 334, 339, 340, 365, 366.

Ley 60/93, destinación de un porcentaje del situado fiscal nacional para saneamiento ambiental. Ley 99/93, crea el Ministerio del Medio Ambiente. Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente CRN (Decreto ley 2811 de 1974, artículos 1 a 31 y 42 a 72).

Decreto 632 de marzo 22 de 1994, por el cual se prefieren disposiciones necesarias para la transición institucional originada por la nueva estructura legal bajo la cual funciona el Sistema Nacional Ambiental (SINA).

Decreto 1743 de 1994, por el cual se instituye el Proyecto de Educación Ambiental para todos los niveles de educación formal. Decreto 605 de 1996, por el cual se establecen las disposiciones sanitarias de residuos sólidos y prestación de servicios de aseo.

Tabla 2. Listado de Normas Legales de tratamiento de residuos de construcción en Colombia.

NORMA	DESCRIPCION
Decreto 2811 de 1974	"Por el cual se dicta el código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al medio ambiente".
Ley 9 de 1979	Consagra el Código Sanitario Nacional y compilan las Normas en materia sanitaria en cuanto a la afectación de la salud humana y el medio ambiente; desarrolla algunos de los más importantes aspectos con el manejo de los residuos, desde la definición de términos, hasta la forma de disposición autorizada para cierto cuerpo de residuos.
Ley 99 de 1993	Mediante esta Ley se creó el que era el Ministerio del Medio de Ambiente, se reordenó el sector público encargado de la gestión y conservación del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, se organizó el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictaron otras disposiciones.
Ley 142 de 1994.	Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos y se dictan otras disposiciones" cita en el artículo 14 "Definiciones" numeral 14.24, que el tratamiento y el aprovechamiento de los residuos sólidos, son actividades complementarias del servicio público domiciliario de aseo y que por lo tanto le son aplicables todas las normas.
Decreto Nacional 1713 de 2002	En su artículo 44, menciona que es responsabilidad de los generadores de escombros la recolección, transporte y disposición en las escombreras autorizadas.

Decreto 838 de 2005"	Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002" menciona en el artículo 23, que los escombros que no sean objeto de un programa de recuperación y aprovechamiento deberán ser dispuestos adecuadamente en escombreras cuya ubicación haya sido previamente definida por el municipio o distrito, teniendo en cuenta lo dispuesto en la Resolución 541 de 1994 del Ministerio de Medio Ambiente o la que la sustituya, modifique o adicione y demás disposiciones ambientales vigentes.
Resolución 541 de 1994.	"Regula el tema de cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.
Decreto Distrital 357 de 1997.	Secretaría Distrital de Ambiente. "Por el cual se regula el manejo, transporte, y disposición final de escombros y materiales de construcción en el Distrito Capital".
NORMA	DESCRIPCIÓN
Resolución 114 de 2003	Se establece el "Manual Técnico Operativo para los Concesionarios del Servicio de aseo de la ciudad". En el Literal 2.4.3 Define que Los escombros generados por remodelaciones de vivienda que no requiere de licencia de construcción y cuya recolección sea solicitada por el usuario, siempre y cuando su volumen sea menor o igual a 1m3 serán atendidos por los concesionarios de aseo del distrito.
Decreto 190 de 2004	Plan de Ordenamiento Territorial". Describe en el artículo 204, párrafos 1 al 3, que "la disposición inadecuada de Escombros es una problemática ambiental urbana que se relaciona no sólo con la invasión de espacio público y destrucción de ecosistemas (procesos de rellenos de humedales), sino también con deficiencias en los sistemas de acueducto y alcantarillado (obstrucciones).
Decreto Distrital 312 de 2006	Por el cual se adopta el "Plan Maestro Integral de Residuos Sólidos.
Decreto Distrital 620 de 2007	Por medio del cual se complementa el Plan Maestro de Residuos sólidos, mediante la adopción de normas urbanísticas y arquitectónicas para la regularización y construcción de las infraestructuras y equipamientos del Sistema General de Residuos sólidos, en Bogotá Distrito Capital.

Fuente: (Upme, 2014)

6.4 METODOLOGIAS DE CARACTERIZACION DE LOS ESCOMBROS.

6.4.1 Caracterización de agregados para Concreto.

Los escombros generalmente son caracterizados de acuerdo a su composición física y química, además de conocer la composición y cantidad de los mismos (Mercante, 2007).

Por ello existen diferentes metodologías, que hacen énfasis en ciertos materiales, como en los agregados para concreto de hecho, el uso de materiales reciclados (RCA) en la mezcla de concreto es una tendencia que se viene manejando desde hace varias décadas y se ha demostrado que cierto tipo de escombros ayudan a mejorar el desempeño mecánico, la durabilidad y la trabajabilidad del concreto al ser usado como agregado fino o grueso (González et al., 2012; Braga et al., 2014), en la Figura 3, se observa la metodología establecida para poder efectuar caracterización de acuerdo a la normatividad legal.

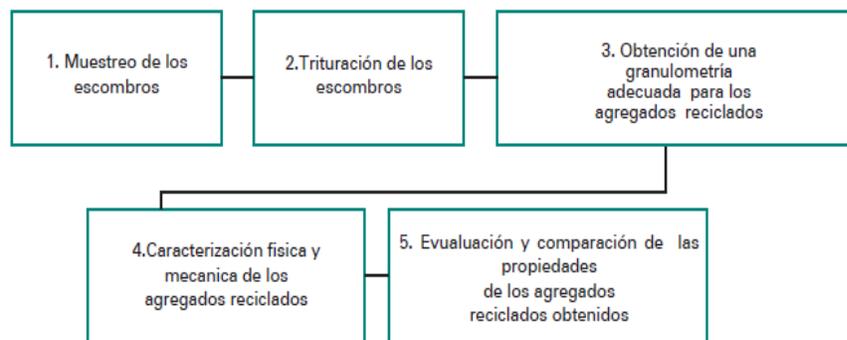


Figura 3. Metodología de Caracterización para agregados No naturales.

Fuente: (Mattey, Robayo, Silva y Álvarez, 2014).

El procedimiento de muestreo correspondió a trozos de concreto reforzado de 40 cm de diámetro promedio, los cuales fueron sometidos a un proceso de trituración primaria por medio de una trituradora de mandíbulas y posteriormente por un molino de martillos con el fin de reducir su tamaño inicial hasta obtener agregados finos y gruesos aptos para su uso en mezclas de concreto.

La obtención de las gradaciones y el tamaño máximo para cada tipo de agregado se garantizó por medio de cribado manual, haciendo pasar los agregados por una malla de ½ pulgada de abertura (Ver Figura 4).



Figura 4. *Proceso de Trituración de los escombros*

Fuente: (Mattey, Robayo, Silva, Álvarez., 2014)

Con los escombros triturados se determinó finalmente el proceso de caracterización, estableciendo análisis de propiedades (Ver Tabla 3), que determinan las normas técnicas colombianas.

Tabla 3. Caracterización de Procesos mediante Normas Técnicas.

Ensayo	Norma empleada
Tamizado de agregados	NTC 77
Masa unitaria de los agregados	NTC 92
Impurezas orgánicas	NTC 127
Densidad, absorción y porosidad de la grava	NTC 176
Densidad, absorción y porosidad de la arena	NTC 237
Contenido de humedad de los agregados	NTC 1776
Coficiente de Los Ángeles	ASTM C131
Coficiente de forma	UNE-EN 933

Fuente: (Mattey, Robayo, Silva, Álvarez, 2014)

En otros casos se ha establecido Caracterización de acuerdo a las formas en las cuales son dispuestos los escombros en las obras de construcción y la representación fundamental de la estructura, que se basan en tres aspectos fundamentales, la primera es la ubicación y el constructor, la segunda los tipos de actividades y la última la etapa de construcción y su duración.

En cuanto a las formas se presentan cuatro de ellas, la primera obedece a la forma almacenada, esta comprende una figura de base rectangular y puntiaguda en el final que corresponde a un elemento prismático, con el cual se asemejaría a un volumen de una figura conocida (Ver Figura 5); con lo cual a partir de sus dimensiones se establece la ecuación de volumen según la Ecuación 1. (Poon *et al*, 2004)

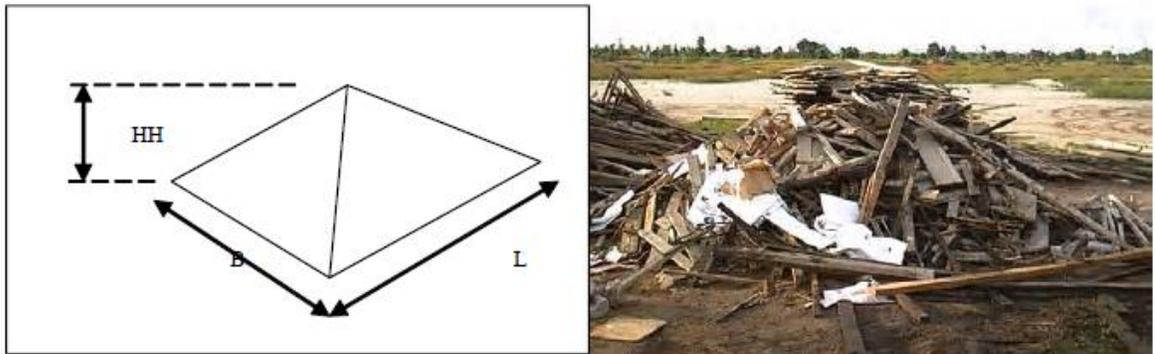


Figura 5. *Escombros Almacenados.*

Fuente: (Lau, HH., Whyte, A., Law, 2008).

$$V = \frac{1}{2}(B * L * HH) \quad \text{Ecuación 1. Volumen de forma Almacenada}$$

La segunda forma corresponde a la forma dispersa que es dividida en 2 categorías, la primera corresponde a residuos con tamaños similares, y la otra a residuos con gran variación en el tamaño, dicha forma puede acompañarse de un tratamiento estadístico (Tang, HH., Larssen., 2004).

La tercera concierne a la forma reunida la cual obedece a una forma absolutamente rectangular (Ver Figura 6), y la altura siempre es constante en toda la forma, por lo cual en esta manera siempre van a estar presentes todos los residuos de construcción sin necesidad de clasificación. (Calvo, Varela y Novo , 2014). La Ecuación 2 muestra como calcular el volumen de la forma reunida.

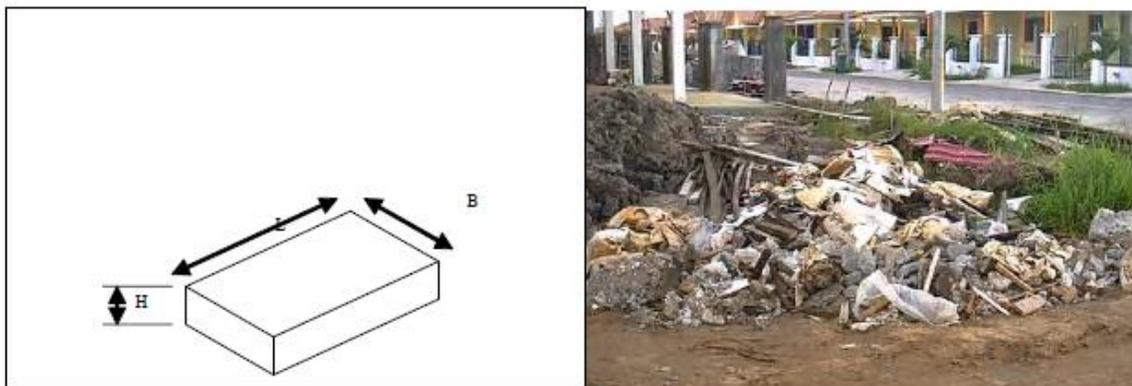


Figura 6. *Forma Reunida.*

Fuente: (Lau, HH., Whyte, A., Law., 2008)

$$V = (B * L * H) \quad \text{Ecuación 2. Volumen de forma Reunida.}$$

Donde:

V= Volumen forma reunida

B = Ancho de forma

L = Largo forma

H= Altura

La última concierne a la apilada, que consiste en escombros desechados de forma similar a los escombros dispersos, la diferencia radica en que están en un mismo montículo de materiales heterogéneos, asumidos como una pila de residuos de construcción en donde se hace una toma de muestras exactamente tres de cada pila asumiendo el peso uniforme para

toda la pila a partir del promedio de los residuos. Este método solo se aplica en elementos que no poseen gran variación de tamaños.

Los resultados se generan a partir de lo medido en las zonas de construcción con lo cual la caracterización arroja resultados de variación en la tasa de generación de escombros (ver Figura 7).

Por lo tanto la metodología hace un apartado similar al tratamiento de mediciones por cantidad de residuos, clasificándolos de una manera bastante sencilla con cada uno de los métodos y formas mencionados con lo cual se establece una metodología sencilla y con aproximaciones aceptables para asumirlas como medición volumétrica en otras investigaciones.

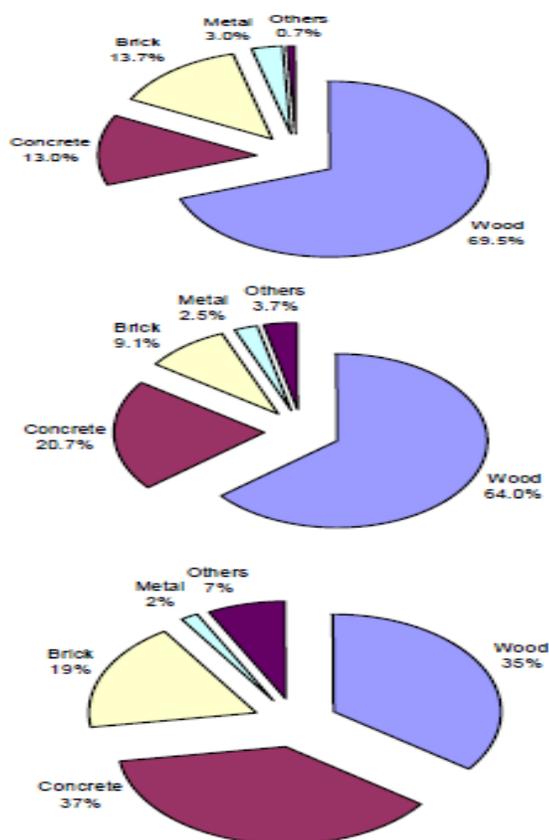


Figura 7. Composición de los residuos de construcción en los sitios A, B y C.

Fuente: (Lau, HH., Whyte, A., Law., 2008).

6.5 PROBLEMAS GENERADOS POR LOS ESCOMBROS

La causa de la producción de los RCD se debe a grandes, medianas y pequeñas obras de construcción, siendo en la mayoría de los casos, por las pequeñas obras, ya que, en estas obras (ejemplo: arreglo de vivienda, negocio pequeño), no son depositados en el sitio designado por la ciudad, si no que estos son depositados en cualquier parque, calle, ríos, zonas verdes, entre otras.

Estos RCD depositados en cualquier espacio público genera los siguientes impactos:

- Impacto visual – desorden
- Ocupan espacios destinados para otros usos
- Impacto en el tránsito (disminución de espacio y visibilidad)
- Contaminación del aire (polvo, fibras de asbesto)
- Contaminación de suelos

Si en una zona pública hay RCD, estos generan que se sigan depositando RCD en el sitio, lo que causa que cada vez sean mayores los escombros que se depositen en esta zona, lo que genera más problemas (Rímac, 2009).

6.6 TEORIA GENERAL DE LOS RESIDUOS:

De acuerdo al Decreto 1713 del 6 de agosto del 2002, residuo sólido es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final. Los residuos sólidos se dividen en aprovechables y no aprovechables. Igualmente, se consideran como residuos sólidos aquellos provenientes del barrido de áreas públicas (Min Ambiente, 2002).

6.6.1 Residuo sólido aprovechable.

Se denomina como cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso directo o indirecto para quien lo genere, pero que es susceptible de incorporación a un proceso productivo. Los residuos sólidos aprovechables son parte de la fuente de trabajo de los recicladores de las ciudades. Los escombros pueden ser considerados como parte de este tipo de residuos (Dulcey, 2008 y Ferreira., 2009).

6.6.2 Residuo sólido No aprovechable.

Es todo material o sustancia sólida o semisólida de origen orgánico e inorgánico, putrescible o no, proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación en un proceso productivo (Dulcey, 2008 y Ferreira, 2009).

6.6.3 Composición física de los residuos.

La composición física de los residuos depende no solo del grado de desarrollo del generador de residuos, sino también de las costumbres (Cadena, 1995). Las características físicas determinan el potencial recuperable para ciertos productos y la mejor estrategia tecnológica para un posterior tratamiento. Gracias a estas características se puede apreciar de manera clara que la composición de los residuos sólidos en las ciudades es en su mayoría de papel y cartón, vidrio y cerámica, metales, plásticos, cueros, textiles, vegetales, madera, ladrillos, y ceniza; siendo el papel y cartón el que representa el porcentaje más alto aun en países desarrollados (Cadena, 1995 y Ferreira, 2009).

6.7 POSIBLES USOS OBTENIDOS A PARTIR DEL RECICLAJE DE ESCOMBROS

Las posibilidades de valorización y aprovechamiento por reutilización, reciclaje o co-procesamiento de los residuos de construcción y demolición dependen de los mercados de materiales individuales de los residuos, y de la habilidad para procesar los que no han sido seleccionados o para separar cada material. Los materiales que predominantemente se encuentran en los escombros y que pueden ser aprovechados en la fabricación de agregados reciclados pertenecen a dos grupos: a) materiales compuestos de cemento, cal, arena y piedra: concretos, argamasas y bloques de concreto; y b) materiales cerámicos: tejas, tubos, ladrillos, baldosas.

Un tercer grupo de residuos no aprovechables en agregados reciclados, pero que pueden tener un destino de reciclaje o co-procesamiento en otras industrias está compuesto por materiales como: tierra, yeso, metal, madera, papel, plástico, cartón, materia orgánica, hules, telas, vidrio y anime. De estos materiales, algunos pueden ser seleccionados y encauzados para otros usos. Así, los envases de papel y cartón, madera, y el mismo vidrio y metal pueden ser recogidos para reuso, reciclaje o valorización por co-procesamiento (UICN, 2011).

Si se analiza desde el punto de vista local, se tienen volúmenes superiores a 10 m³ de escombros por lo cual la tasa de reciclaje en Neiva podría ser muy positiva y se estimaría la reutilización de por lo menos el 80% de los residuos que existen en los diferentes puntos en donde se analizan las muestras.

De acuerdo a varias referencias se afirma que existen materiales y residuos que se pueden reciclar y reutilizar en mayor proporción:

6.7.1 ASFALTO:

Teóricamente, se puede decir, que el reciclaje de aglomerado asfáltico es la reutilización del fresado que procede de capas de firme que ya han estado en servicio. Se realiza sobre materiales envejecidos que ya han perdido sus propiedades (Castro, Young, Ramírez, Rodríguez, 2008). Las ventajas que genera esta técnica no solo proporcionan beneficios económicos sino también medioambientales, ya que contribuye la disminución del uso de materias primas; en este caso la explotación de canteras para la extracción de áridos y el uso de productos bituminosos.

6.7.2 Como se recicla el asfalto?

La técnica del reciclado asfáltico, se puede realizar de dos formas diferentes, bien in situ, o en planta

In situ: La reutilización de asfaltos in situ se realiza separando el material y mezclándolo con un ligante, o bien, transportándolo y empleando en otro lugar. Este tipo de reciclado se aplica sobre pavimentos viejos o muy dañados, que presenten un firme en mal estado.

En planta: La técnica del asfaltado en planta consiste en trasladar la mezcla bituminosa que ha retirado del firme a una planta donde se mezclan con árido virgen y betún en caliente para originar una mezcla bituminosa que está formada en un 30% por material reciclado.

Los porcentajes de residuos reciclados oscilan dependiendo del país y de los autores. Por ejemplo, (Del Río et al., 2010), (Jaillon et al., 2008) y (Chung y Lo., 2002) reportan que en Alemania es del 17%, en Bélgica del 87%, en Dinamarca del 81%, en Francia del 15%, en Holanda del 90%, en Italia del 9%, y en el Reino Unido del 45%. (Del Río et al., 2010) y Jaillon et al. (2008) reportan que en Austria es del 41%, en España, Grecia, Portugal y República de Irlanda es menor al 5%, en Finlandia es del 45% y en Suecia del 21%. (Tam 2007) reporta que en Australia es del 51%, Brasil 8%, Japón 65% y Noruega del 7%. Jaillon et al. (2008) reporta que en Estados Unidos es del 30%, mientras que autores como Chung y Lo (2002) y Horvath (2004) reportan que es del 20 al 30%. Katz y Baum (2011) reportan que en Israel es del orden del 20%. Y, finalmente, (Spoerri et al., 2009) reportan que en Suiza es del 80%.

Los RCD presentan numerosas oportunidades para reciclar (Moussiopoulou et al., 2007). Algunas de estas se pueden ver en la Tabla 4.

Tabla 4. Aplicaciones de RCD reutilizado y/o reciclados

Residuos	Aplicaciones
Hormigón	<ul style="list-style-type: none"> • Agregado para bases de caminos y lotes de estacionamientos (Manuel, 2003). • Áridos para nuevas mezclas de hormigón (Srour et al., 2010). • Bloques para pavimentos con 70-100% de agregados de hormigón reciclado (Lu et al., 2006). • Cubierta para botaderos municipales (Moussiopoulou et al., 2007).
Agregado	Sub-bases de caminos, llenos para drenajes y hormigones (Tam y Tam, 2006).
Poliestireno, cenizas volantes y escoria de alto horno	Aditivos para el hormigón (Srour et al., 2010).
Asfalto	<ul style="list-style-type: none"> • Mezclas calientes para pavimentos (Manuel, 2003; y Srour et al., 2010). • Llenos de áridos y lleno de sub-bases (Tam y Tam, 2006). • Mezclas frías para bacheo, caminos temporales, áridos para bases de caminos, y para tejas (Srour et al., 2010). • Lleno de baches y riego en caminos sin pavimentos (Manuel, 2003).
Madera	Combustible de calderas y placas de madera de densidad media (Manuel, 2003).
Material de excavaciones	Llenos (Manuel, 2003).
Yeso de placas de yeso-cartón	<ul style="list-style-type: none"> • Cama de arena para casa de pollos y pavos, mejoramiento de suelos con baja alcalinidad (Manuel, 2003). • Nuevas placas de yeso-cartón, mejoramiento de drenajes de suelos, crecimiento de plantas, producción de fertilizantes y cementos, operaciones de compostaje (Srour et al., 2010).
Ladrillos	<ul style="list-style-type: none"> • Se trituran para utilizarse en llenos (Srour et al., 2010). • Cubierta para botaderos municipales (Moussiopoulou et al., 2007).
Metal	Nuevos metales (Tam y Tam, 2006; y Srour et al., 2010).
Vidrio	Sustituto de arena y áridos como material de cama de las tuberías (Tam y Tam, 2006).

Fuente: (Aldana, Serpell., 2012)

7. METODOLOGIA

7.1 VISITA INFORMATIVA A LA AUTORIDAD AMBIENTAL

En la ciudad de Neiva, para el año 2013, la autoridad pública para manejo de asuntos ambientales y residuos de construcción era el DATMA (Departamento Administrativo del Medio Ambiente), sin embargo debido a que existía una sobrecarga de responsabilidades para manejo de todo el global de residuos sólidos (Diario la Nación, 2013), la nueva autoridad ambiental que maneja los residuos de construcción y demolición en la ciudad es la Secretaría de Ambiente de Neiva. Se envió a la Secretaría una solicitud cuyo asunto fue constatar cuales eran los sitios reglamentados para arrojar los residuos de construcción (Ver Anexo 1). La respuesta (Ver Anexo2) indica que el único sitio legal de disposición de residuos de construcción es el “Relleno Sanitario Los Ángeles”, ubicado en el Km 5 de la vía Neiva - corregimiento de Fortalecillas (Ver Figura 8).



Figura 8. *Relleno Sanitario los Ángeles Zona 0.*

Fuente: (Ciudad Limpia, 2016)

Posteriormente se hizo un reconocimiento del sitio para determinar las condiciones en las cuales estaban dispuestos los escombros y que tipos de materiales se encontraban allí.

A partir de lo establecido se decidió por el grupo del proyecto, zonificar las áreas de trabajo asignándoles un número de zona, en el caso del relleno se ha tomado como zona cero debido a que es territorio legal y es donde parte toda la investigación, para realizar así la metodología en los sitios ilegales.

7.2 PRESENTACION Y VISITA DE RECONOCIMIENTO DE LAS ZONAS ILEGALES EN EL MUNICIPIO DE NEIVA.

En el municipio de Neiva se encuentra que las zonas más neurálgicas y críticas de presencia de escombros se encuentran en terrenos baldíos, que aunque son terrenos al parecer sin dueño poseen bastantes áreas ocupadas. Se logró identificar 7 zonas que corresponden a la zona del SENA industrial, Av. Max Duque Gómez, Patolandia en el barrio “Alberto Galindo”, el Rio del Oro, el Tizón, la Av. Inés García de Duran y Barrio San Jorge (La Nación, 2015). Además de ello se ha encontrado que en el barrio San Jorge segunda etapa, se ha agravado la situación siendo el sitio más crítico. A partir de esto y para comodidad de trabajo y acceso se han escogido 5 Zonas Ilegales a parte de la zona Legal.

La primera se encuentra en el SENA industrial, allí se realizó una visita preliminar encontrando un panorama crítico y con diferentes materiales presentes (Ver Figura 9). La segunda corresponde a la Av. Max Duque Gómez, ubicada al sur de la ciudad y que muestra panorama poco alentador que define la situación global del municipio (Ver Figura 10). La tercera zona escogida es el puente el Tizón cercano al puente del rio Magdalena, allí se encuentran materiales mayormente relacionados con demolición de estructuras. (Ver Figura 11). El cuarto sitio se determinó la Av. Inés García de Duran, que a pesar de que es una zona con bajo nivel de escombros, si se encuentra gran variedad de residuos a analizar y en donde se pueden clasificar bastantes elementos (Ver Figura 12).



Figura 9. *Visita preliminar SENA industrial.*
Fuente: Autores



Figura 10. *Visita Preliminar Av. Máx. Duque Gómez.*
Fuente: Autores

La última Zona escogida es el Barrio San Jorge segunda etapa (Ver Figura 13), debido a que las condiciones denotan varias formas especiales para realizar muestreos de manera más

sencilla y cómoda, y sin peligro a la integridad de los investigadores, ya que las zonas de Patolandia en “Alberto Galindo” y el río del Oro son de difícil acceso y peligrosas.



Figura 11. *Visita preliminar Puente el Tizón.*

Fuente: Autores

El hacer las visitas preliminares abre entonces una puerta para la georreferenciación, los datos del RETC (Registro Nacional de Emisiones y Transferencia de Contaminantes) requieren necesariamente de una expresión física o geográfica que los vincule con la realidad, ya sea regional o comunal, esto solo se logra con la localización de los elementos emisores en el espacio (establecimientos, industrias, chimeneas, ductos, puntos de descarga, entre otros); esta tarea se lleva a cabo para alimentar el Sistema de Información Geográfico Ambiental (Sinia Territorial), el cual almacena la localización de las actividades industriales.(Muñoz, 2009).



Figura 12. *Visita preliminar Av. Inés García de Duran.*

Fuente: Autores



Figura 13. *Visita preliminar Barrio San Jorge segunda etapa.*

Fuente: Autores.

Por último se ha establecido la metodología a seguir luego de la verificación de las zonas, (Ver Figura 14.), en donde se conforma paso a paso las actividades típicas para la caracterización final de los residuos de construcción en los sitios visitados preliminarmente.

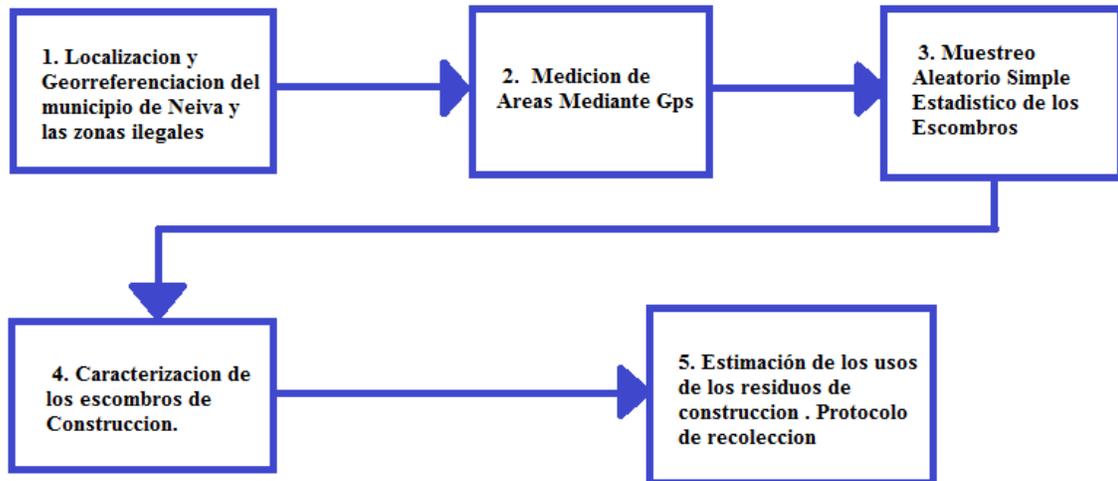


Figura 14. Metodología de trabajo del grupo de investigación.

Fuente: Autores

7.3 LOCALIZACION Y GEORREFERENCIACION DE LAS ZONAS.

1. Con la herramienta Google Earth, se procede a seleccionar los puntos de la zona a trabajar (Ver Apartado gráfico, Anexo No 3. Figura.1).
2. Ya con la zona seleccionada, se anotan las coordenadas de los puntos y se procede a guardar la imagen de la zona para posteriormente agregarla en ArcGIS, (Archivo-> Guardar-> Guardar Imagen), (Ver Anexo 3. Figura 2).
3. Como la imagen se guarda como si fuera una captura de pantalla, con la herramienta Paint se edita para dejar solo la zona que realmente se necesita, y ya con esa imagen es con la que se va a trabajar (Ver Anexo 3. Figura. 3).
4. Luego se muestra la forma como queda la imagen editada y lista para trabajar (Ver Anexo 3. Figura. 4).
5. Ahora con ArcGIS, se agregará la imagen para su posterior georreferenciación, (Add Data) (Ver Anexo 3. Figura. 5).
6. Se busca donde este guardada la imagen y se selecciona para cargarla al ArcGIS (Ver Anexo 3. Figura. 6).

7. Aparecerá un mensaje de que la imagen no está referenciada, se da (OK) para que la cargue (Ver Anexo 3. Figura 6 y 7).
8. Sobre la imagen, se da clic derecho y se selecciona data from properties, aparecera una ventana de dialogo, y en ella se continua con la pestaña Coordinate System (Ver Anexo 3. Figura 7 y 8).
9. En la carpeta Projected Coordinate System, se selecciona y buscar la carpeta Nacional Grids, se selecciona y se busca la carpeta UTM (Ver Anexo 3. Figura 9).
10. En UTM, se busca la carpeta WGS 1984, se selecciona y aparecerá la carpeta Southern Hemisphere, y luego se busca WGS 1984 UTM Zone 18S; se selecciona, hay que tener en cuenta que este se selecciona dependiendo la zona que trabajemos, Colombia es el hemisferio Sur.
11. Con el comando Georeferencing, se selecciona y se quita el Fit To Display, y con el comando Add Control Points, se comienza a añadir cada coordenada, extraída de los puntos que se seleccionaron en la zona de Google Earth.
12. Luego de tener los 4 puntos marcados, en Georeferencing damos clic en Update Georeferencing, y los puntos ya quedan con las coordenadas, y después se le añade un Add Basemap, para corroborar que las coordenadas sean las reales.
13. Con Google Earth, con el comando polígono, se selecciona la zona que se trabajó, se guarda en archivo con extensión (kml) y luego con la página web Free Map Tools, para determinar el área.
14. Al final queda la imagen, editada con Paint para darle mejor compresión (Ver Anexo 3).

7.4 MEDICION DE AREAS.

En las zonas se han establecido perímetros previos para la medición, con la ayuda de google maps se muestra la delimitación aproximada, en la Figura 15 se muestra el ejemplo con el perímetro definido para la zona de la Av. Max Duque Gómez industrial, que comprende una forma compleja con lo cual se ha extendido aún más el área de influencia, en las demás zonas se ha manejado de acuerdo a lo georreferenciado, errores máximos de 15 m en el perímetro.

Con la herramienta google maps, se facilita la medición imágenes satelitales, a escalas variables, con ello se siguieron pasos establecidos en donde se puede obtener el área aproximada, de acuerdo a lo observado en campo y se respalda con medición mediante GPS en campo. Los pasos que se establecieron fueron los siguientes:

7.4.1 Medición de áreas con Google Maps y/o Earth:

1 Ir a la página principal de Google Maps.

2 Ingresar la dirección en el espacio proporcionado en la parte superior de la página y haz clic en "Buscar mapas".

3 Hacer clic en "tu localización" en el panel de la izquierda.

4 Hacer clic en "Mis mapas" en la parte superior del panel de la izquierda. Luego, presionar "Herramienta de medición de distancia".

5 Hacer clic en "Vista satelital", en la parte superior del mapa.

6 Trace un cuadro alrededor de la superficie a medir. Para hacerlo, debe hacer clic en el punto de partida. Mueva el mouse (sin mantener presionado el botón) y haga clic con el puntero en cada extremo del cuadro. Google Maps trazará un cuadrado alrededor de la superficie de la misma aparecerá en el panel de la izquierda. Seleccione si desea que se muestre en unidad de medida métrica o inglesa. En este caso el área la presenta en hectáreas, por lo cual se procedió a hacer la conversión a m^2 para tenerlas en lectura de unidades de Sistema internacional.

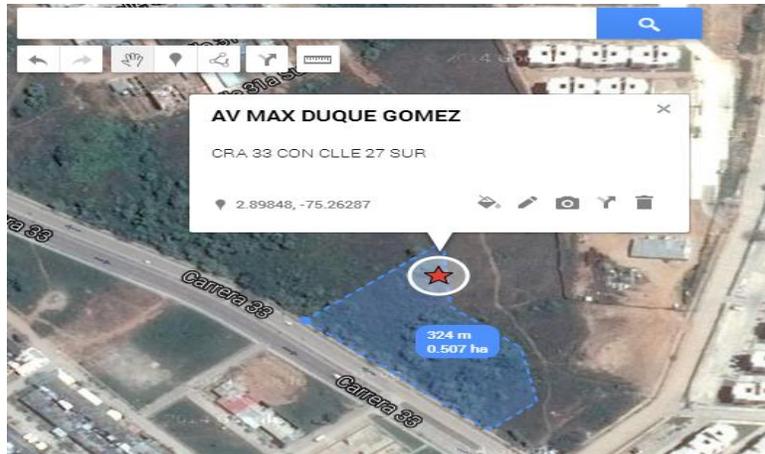


Figura 15. Área Zona 2. Av. Max Duque Gómez. Medida a Través de Google maps.

7.5 CARACTERIZACION DE LOS ESCOMBROS DE CONSTRUCCION

En el muestreo se adopta la metodología de formas de deshecho de escombros en una construcción, que describe 4 maneras de medición que obedecen a la Almacenada, Dispersa, Reunida y Apilada, (Lau, HH., Whyte, A., Law., 2008). Como son muy amplias las zonas de muestreo, se dividieron en 2 grupos el primero llamado Grupo A que comprende las zonas 1 y 4 y el grupo B que abarca las zonas 2,3 y 5. A partir de la forma **dispersa** se adopta de forma simultánea la metodología de la aplicación al muestreo (Olaya, J., Klinger, R., Delgado, J., 2004).

Debido a que son varias metodologías para una posterior comparación; el grupo A será adoptado con la forma dispersa y a partir de ella se realiza el muestreo aleatorio simple. El grupo B se determinara con otro tratamiento que obedece a la forma Reunida presentada en otro apartado de este documento.

7.5.1 Metodología de Recolección de muestras (Forma Dispersa)

La forma Dispersa tiene unas pautas de recolección y se siguen unos sencillos pasos para establecerlos en el tratamiento estadístico muestreo aleatorio simple:

1. Clasificación de los residuos presentes en la zona. (Ver Figura 16.)
2. Elección y pesaje de Tres muestras representativas entre los 1 y 3 kg (Ver Figura 17 y 18). El pesado se realiza con una balanza de triple brazo con precisión 1gr. Asignando a las muestras un Peso 1, Peso 2 y Peso 3 para cada recolección de muestras.

3. Promedio o Media de los pesos de las muestras recolectadas asumidas como mismo peso para todos los elementos.
4. Registro y conteo de la totalidad de muestras encontradas en la zona.
5. Multiplicar el peso promedio de las muestras, por el número total de las mismas para obtener el peso total.
6. Obtención de densidad promedio de acuerdo a lo calculado. Graficando Peso Vs Volumen. El Volumen se consigue mediante el principio de Arquímedes de volúmenes desplazados y la densidad es obtenida de acuerdo a la Ecuación 3.

$$d = \frac{\text{Masa del material}}{\text{Volumen desplazado}} \quad \text{Ecuación 3. Fórmula de densidad}$$

7. Promedio general de las densidades obtenidas de los materiales clasificados de las zonas implicadas en el grupo.
8. Calculo de la desviación estándar de fiabilidad de datos.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - x)^2}{n - 1}} \quad \text{Ecuación 4. Desviación estándar.}$$

Donde:

σ = Desviación estándar
 \bar{X} = Media de las muestras
 X = Valor numérico de la muestra seleccionada
 n = No de muestras seleccionadas de cada grupo.

9. Análisis de datos de acuerdo a la variabilidad del comportamiento de los promedios de densidad.
10. Obtención de densidad promedio de acuerdo a lo calculado.



Figura 16. *Clasificación de los residuos de construcción en campo.*



Figura 17. *Selección de Muestras representativas.*



Figura 18. *Pesaje de muestras mediante Balanza de triple Brazo.*

7.5.2 Procedimiento del muestreo aleatorio simple.

Es difícil hacer una explicación sin mostrar valores numéricos debido a esto se pondrá a disposición una muestra de cálculo para el absoluto entendimiento de la obtención de los promedios que luego en el capítulo 8 Resultados serán mostrados de manera global.

Ejemplo práctico: Ladrillo, Recolección de muestras en SENA industrial:

Volumen de la muestra obtenido en el laboratorio: 0.5 Lts (Paso 6) (Ver Figura 19)

Peso De la muestra 1: 906 gr.

Peso de la muestra 2. 1250 gr

Peso de la muestra 3. 2350 gr

Vol. de la Muestra 1. 0.5 lts

Vol. de la Muestra 2. 0.8 lts

Vol. de la Muestra 3. 1.1 lts



Figura 19. Volumen desplazado. Principio de Arquímedes.

Como se maneja una gran cantidad de volumen, de acuerdo al volumen medido en campo, se necesita convertir, el peso y el volumen en unidades del Sistema Internacional para todos los datos:

906-----→ 0.906 Kg

0.5 lts-----→ $500\text{cm}^3 / (100\text{m})^3 = 0.005\text{m}^3$

Con esto se tiene que:

$$d1 = \frac{0.906 \text{ kg}}{0.005 \text{ m}^3} = 181.2 \text{ kg/m}^3$$

$$d2 = \frac{1.25 \text{ kg}}{0.008 \text{ m}^3} = 156.25 \text{ kg/m}^3$$

$$d3 = \frac{2.35 \text{ kg}}{0.011} = 213.63 \text{ kg/m}^3$$

Teniendo la información de las densidades del material, se procede a sacar el valor promedio de dichos resultados:

$$\mathbf{Media (x)} = \frac{(181.32 + 156.25 + 213.63)}{3} = 183.73 \text{ kg/m}^3$$

Luego se obtiene:

$$\begin{aligned} &183.73 \text{ Kg (peso Promedio)} * 3 \text{ (No total de muestras)} \\ &= 551.19 \text{ Kg (peso total material en la zona)} \end{aligned}$$

Como ya se posee el valor de la media se procede a calcular la desviación estándar:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(\bar{x} - x)^2}{n - 1}}$$

n= 3

$$\sigma = \sqrt{\frac{((183.73 - 181.2)^2 + (183.73 - 156.25)^2 + (183.73 - 213.63)^2)}{3 - 1}} = 28.77$$

De esta manera se hace reiterativamente con todos los demás materiales, que se encuentran de forma dispersa en el lugar y se gráfica la figura de Densidad de acuerdo a los promedios obtenidos en cada zona, se define la confiabilidad de los datos y las diferencias estadísticas de acuerdo a los resultados obtenidos (Sakurai, K., 1981).

7.5.3 Caracterización de los escombros de construcción mediante forma reunida

De acuerdo a lo que se observó en las visitas preliminares, las zonas 3, 2 y 5 son idóneas para ser trabajadas mediante el “método de forma reunida”, (Poon, et al., 2004), ya que son zonas que poseen varios montículos homogéneos y que poseen el mismo material, con lo cual se establece una medición en campo sencilla, (Ver Figura 20). Se delimita cada montículo presente en campo previa medición de área ocupada por el terreno, descartando los residuos dispersos y dándole tratamiento de metodología acorde con promedios de área medida.

Para caracterizar los residuos mediante la forma mencionada se deben seguir unos pasos muy sencillos que comprenden trabajo de campo y de laboratorio, que a diferencia del método disperso, no se dará tratamiento estadístico, pero si se realizaran los mismos análisis, para la medición del peso de las muestras basándose en el pesaje mediante balanza de triple brazo y medición por volumen desplazado.

7.5.3.1 Clasificación general de los escombros encontrados.

Generalmente se ha encontrado en las zonas variaciones de tipos de materiales, la clasificación se hace mediante la toma de una muestra representativa de cada montículo, con lo cual se identifica que tipo de material posee cada una de las zonas, se construye una tabla y se muestran los materiales y su frecuencia a partir de ello se hace la clasificación de acuerdo con las etapas constructivas (Ver Tabla 5) y lo que genera cada una de ellas. Esta clasificación se realiza de acuerdo con el decreto 838 de 2005 y el decreto 4741 de 2005, con lo cual hay un respaldo para que la metodología sea totalmente correcta y no se excluyan materiales que podrían quizá estar en menor proporción pero que en un futuro en las zonas se puede incrementar.

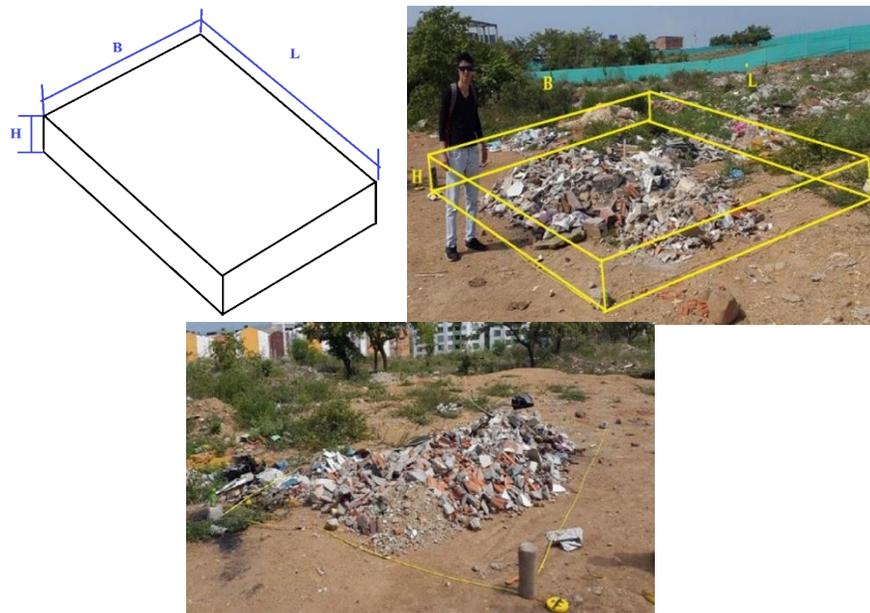


Figura 20. Medición de Volumen mediante forma Reunida.

Tabla 5. Clasificación de los residuos de construcción y demolición- RCD.

CATEGORÍA	GRUPO	CLASE	COMPONENTES
A. RCD APROVECHABLES	I-Residuos comunes inertes mezclados	1. Residuos pétreos	Concretos, cerámicos, ladrillos, arenas, gravas, cantos, bloques o fragmentos de roca, baldosín, mortero y materiales inertes que no sobrepasen el tamiz # 200 de granulometría ⁽¹⁾ .
	II-Residuos comunes inertes de material fino	1. Residuos finos no expansivos	Arcillas (caolín), limos y residuos inertes, poco o no plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz # 200 de granulometría ⁽¹⁾ .
		2. Residuos finos expansivos	Arcillas (montmorillonitas) y lodos inertes con gran cantidad de finos altamente plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz # 200 de granulometría ⁽¹⁾ (*).
	III-Residuos comunes no inertes	1. Residuos no pétreos	Plásticos, PVC, maderas, cartones, papel, siliconas, vidrios, cauchos.
	IV-Residuos metálicos	1. Residuos de carácter metálico	Acero, hierro, cobre, aluminio, estaño y zinc.
B. RCD NO APROVECHABLES	VI-Residuos contaminantes	1. Residuos de pedones	Residuos de tierra negra.
		2. Residuos de cespedones	Residuos vegetales y otras especies bióticas.
		1. Residuos peligrosos	Desechos de productos químicos, emulsiones, alquitrán, pinturas, disolventes orgánicos, aceites, asfaltos, resinas, plastificantes, tintas, betunes, barnices, tejas de asbesto, escorias, plomo, cenizas volantes, luminarias convencionales y fluorescentes, desechos explosivos, y otros elementos peligrosos.
	2. Residuos especiales	Poliestireno -Icopor, cartón-yeso (drywall), lodos residuales de compuestos.	
	3. Residuos contaminados	Materiales pertenecientes a los grupos anteriores que se encuentren contaminados con residuos peligrosos y especiales.	

Fuente: (Min Ambiente, 2014)

Nota: Se clasificó de acuerdo a lo encontrado por el grupo investigador en cada zona, por consiguiente habrán elementos que no se encontraran respecto de la Tabla 5.

7.5.3.2 Medición Volumétrica de muestras de cada zona.

Los volúmenes en la forma reunida se pueden establecer de 2 formas esenciales, la medición a partir de una figura geométrica y la medición a partir de la muestra de acuerdo al Volumen desplazado, con lo cual se generan 2 resultados paralelos para comparación, estableciendo una fiabilidad de los datos que se obtendrán luego de aplicar la metodología.

7.5.3.3 Medición de Volumetría en campo.

La medición de volumetría en campo, se realiza de acuerdo a una forma geométrica rectangular en donde se contemplan tres sencillas dimensiones con lo cual se mide el volumen, y se obtiene las cantidades en m³ de material.

Cuando se delimita el área se mide la altura crítica del montículo de escombros, con lo cual se asume uniforme para toda el área de influencia, luego se establece el volumen del montículo de referencia, mediante la Ecuación 5.

$$V = (B * L * H)$$

Ecuación 5. Volumen de forma Reunida.

Donde:

V = Volumen

B= Ancho de forma

L = Largo de forma

H= Altura

Obtenidos los valores de la totalidad de los montículos presentes, se procede a generar una tabla clasificada con los valores de Volumen registrados, la cual será mostrada en el apartado de resultados capítulo 8.

7.5.3.4 Medición Volumétrica en el laboratorio.

Para la medición volumétrica en el laboratorio se ha seguido la metodología descrita en la forma Dispersa, con lo cual se mide el volumen desplazado de las muestras representativas, obediente al principio de Arquímedes el cual determina un gradiente volumétrico de presión. Que describe que:

“Un cuerpo sumergido experimenta una fuerza de flotación igual al peso del fluido desplazado”

En virtud del teorema de la divergencia, podemos convertir una integral de superficie por toda la superficie sumergida en una integral de volumen por todo el volumen sumergido (Bueche, Federik, Hetch, Eugene., 2000). Si el elemento diferencial de volumen es dV , la fuerza de flotación es:

$$F = \iiint -\nabla p \, dV \quad \text{Ecuación 6. Fuerza de flotación.}$$

Se ha visto que el gradiente de la presión es igual al peso del fluido por unidad de volumen. En este caso, este fluido es ficticio, el que ocuparía el volumen sumergido si el cuerpo estuviera ausente. Si se aplica la igualdad del gradiente de presión y el peso del fluido, la expresión de la fuerza de flotación adopta su forma final:

$$F = -\iiint \rho \, g \, dV \quad \text{Ecuación 7. Gradiente de presión.}$$

Es decir, la fuerza de flotación compensa exactamente el peso del fluido que ocuparía el volumen sumergido del cuerpo si éste no estuviera presente (Robert, M., Sanchiz, 2004).

7.6.3 Medición del peso de los escombros de construcción:

Las muestras se toman directamente de la Zona para los RCD de manera aleatoria, utilizando un balde convencional de construcción y una báscula para pesarlas, la clasificación se hace manualmente y con ayuda de un tamiz de 5 mm, separando los materiales encontrados en 12 (doce) grupos, Agregado grueso, agregado fino, mampostería, concreto, acero, plásticos, vidrio, Porcelanas, madera, Guadua.

Seguido se pesa cada grupo de material para determinar el porcentaje de contenido en peso de cada uno de ellos en la muestra. (Agudelo, Rodríguez., 2014) El proceso se repite de manera sistemática en cada zona y la ecuación aplicada para calcular el peso de los residuos es:

$$PCR = PRL - PRV$$

Ecuación 8. Peso del residuo de construcción.

Donde:

PCR = Peso del residuo de construcción.

PRL = Peso del recipiente lleno.

PRV= Peso del recipiente vacío.

7.6.3.1 Determinación de la Densidad de los RCD.

Los escombros tienen una variabilidad en cuanto a peso y volumen, con lo cual se analiza con la relación entre estas dos variables, se construye entonces una gráfica para establecer cuáles son los materiales que tienen mayor relación Peso y volumen (Monroy 2012) , todo lo anterior bajo la fórmula fundamental de la densidad:

$$d = \frac{M (PCR= \text{peso del residuo de construcción})}{V (Volumen Forma Reunida)}$$

Ecuación 9. Densidad de los escombros.

8. RESULTADOS Y DISCUSION

En el desarrollo del trabajo se ha permitido identificar y localizar las zonas de escombros ilegales, que se generan por distintas actividades de construcción del área urbana de la ciudad de Neiva. También mediante la metodología anteriormente definida, se ha descrito paso a paso los procesos que conllevan a la caracterización de los escombros de construcción de los grupos A y B respectivamente, en donde se encuentran los resultados de la metodología expuesta, previa descripción de la situación actual de las zonas.

8.1 DESCRIPCION DE LA SITUACION ACTUAL REFERENTE AL TEMA DE MANEJO DE LOS ESCOMBROS ILEGALES EN EL AREA URBANA DE NEIVA.

Los registros que se obtuvieron, describen un informe de auditoría gubernamental del año 2013 (Ver Anexo 4), dicho plan establece el cobro de recolección del material, cuya entidad encargada es empresas públicas de Neiva, con lo cual el relleno Sanitario los Ángeles ha sido destinado como único sitio legal de escombros, a partir de esto las zonas ilegales identificadas no tienen una intervención adecuada, por consiguiente el PGIR (Plan Integral de Gestión de Residuos), es inútil debido a que no se actúa sobre lo que está sucediendo con cada zona, y lo más grave no se sabe cuánto se está botando en cada uno de los lugares identificados, se ha decidido entonces proponer por parte del grupo de trabajo; la idea que la misma alcaldía implementó en el año 2013 exactamente el 22 de febrero con varios sitios ilegales, el cual describe un manejo de los escombros y sanciones a quienes boten residuos de construcción, e invitar a la ciudadanía a observar como quedo la calle 64 después de realizar dicha acción, debido a que esta era la zona más neurálgica de la ciudad, en cuanto a zona ilegal.

8.2 RESULTADO DE AREAS MEDIDAS DE LAS ZONAS ILEGALES.

Como primera medida se muestra entonces el mapa de Neiva con sus coordenadas, en donde se establece la zona de influencia, con ello se conocieron los límites con los cuales se haría el estudio descriptivo, teniendo en cuenta que el municipio tiene 10 Comunas y 117 barrios (Alcaldía de Neiva, 2014). Escogiendo tres comunas representativas para nuestro estudio, que comprenden la comuna 1, la comuna 2 y la comuna 6, siendo la última la de mayor vulnerabilidad.

8.2.1 Área con Google maps y/o Google Earth.

Con las áreas identificadas se ha encontrado por parte del grupo investigador que las comunas afectadas tienen bastantes construcciones aledañas, como sucede en la comuna 6. Por ende la demanda de residuos es mayor, sin embargo en distintas zonas se desconoce la proveniencia de los residuos de construcción.



Figura 21. Localización del municipio de Neiva con sus respectivas coordenadas.

Se establece como medida esencial el localizar el municipio (Ver Figura 21), debido a que así se reconocerán fácil los linderos para personas que no reconocen de área y la ubicación para turistas asociados a la construcción y solución de problemáticas relacionados con el deshecho de escombros, así como a toda la comunidad afectada por los escombros.

La zona cero es una referenciación hecha de acuerdo a los parámetros establecidos por la metodología propuesta, presenta un área de aproximadamente 18 hectáreas, la cual obedece a la zona más grande con lo cual se evidencia que aun predomina el área legal de escombros

sin embargo se ha tomado el área total del relleno por lo que el espacio de escombros tampoco sería lejano a la superficie total de las zonas ilegales que se encuentran en la ciudad; las coordenadas (Ver Figura 22), indican la ubicación exacta de los 4 puntos fundamentales para poder establecer la zonificación y que su referencia sea de acuerdo a el mapa de la ciudad de Neiva.



Figura 22. Botadero Legal Los Ángeles (Zona 0), Georreferenciada con coordenadas cartesianas, error de imagen de 2,6 m.

El mapeo de Neiva concluye y reúne todos los sitios que fueron plenamente identificados, con lo que se evidencia que en la comuna 6 hay mayor incidencia de zonas de RCD ilegales, por tanto se relaciona que las ubicaciones tampoco son tan lejanas en su 50 %, los demás sitios fueron identificados como sitios de vulnerabilidad moderada baja y se identificaron en total 8 sitios (Ver Figura 23), 3 de estos sitios en definitiva no se estudiaron por motivos ya expresados en el capítulo de metodología, se denota como dato importante que en la zona centro no se encuentran muchas zonas de vulnerabilidad debido a que allí si se aplica con mayor incidencia las multas que conciernen toda la normatividad legal expresada en el capítulo 6 de marco teórico, numeral 6.3.

En definitiva el mapeo resulta ser una herramienta útil para identificar los puntos y determinar la orientación correcta de los sitios así no habrá confusiones para que se solucione de manera pronta conjunto con el PGIR, la problemática acarreada por los RCD, las 5 zonas escogidas se tornan en los extremos preferiblemente en el norte y en el sur, siendo el

occidente y el oriente carentes de zonas a considerar como vulnerables para la realización de estudios de caracterización, y solución de problemas graves de ambientalismo.

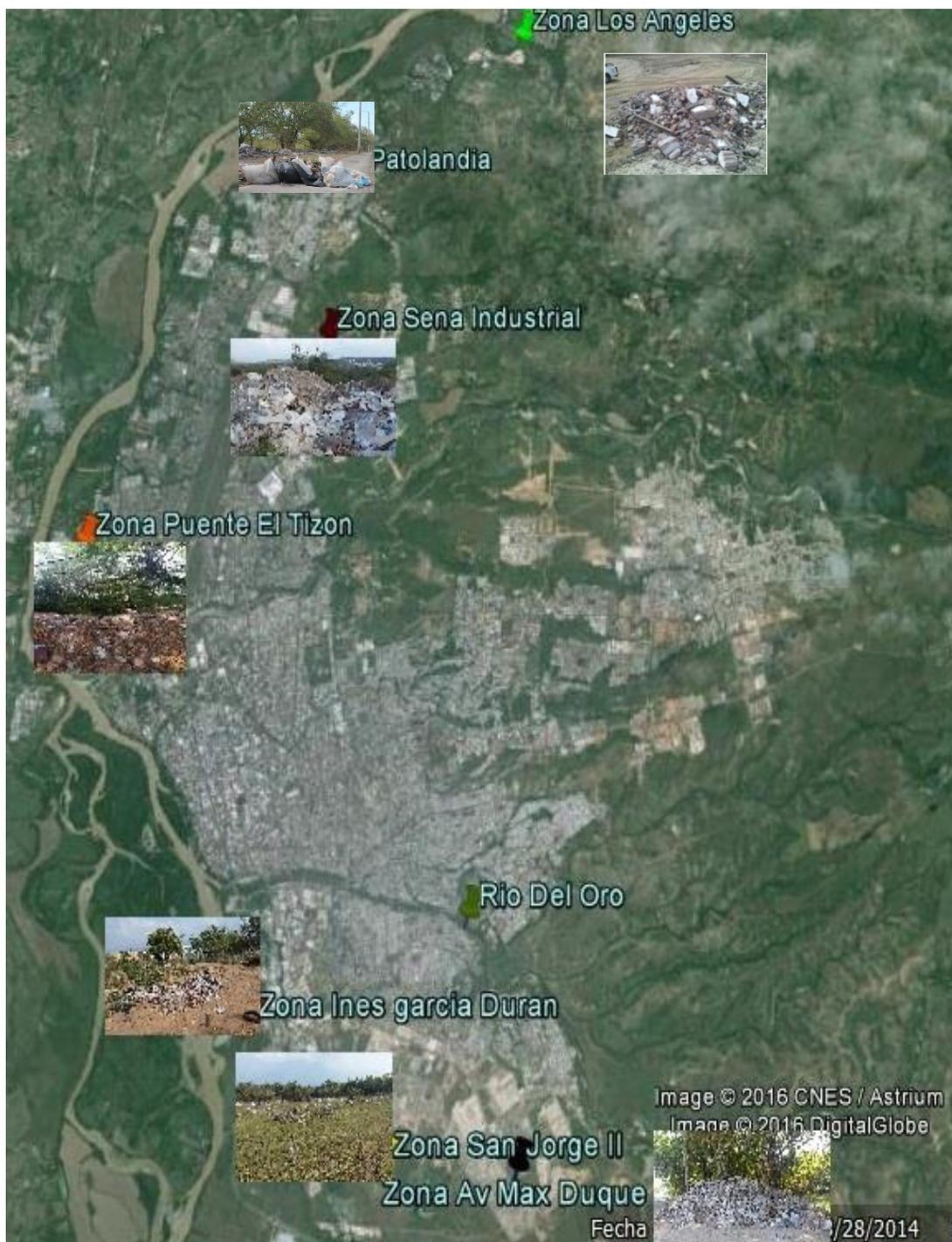


Figura 23. Mapa del municipio de Neiva Sectorizado y georreferenciado con las zonas legales e ilegales.

Con el SENA industrial se observa (Ver Figura 24) que su forma es mucho más irregular y esbelta que las demás zonas debido a que se encuentra aledaña a un barranco, se contempló para efecto de precisión tomar parte de la carretera cercana al área de influencia, en dicha zona las coordenadas y su respectiva Área obedecen a un 26% por ciento de todas las Zonas estudiadas.



Figura 24. Botadero Ilegal Sena Industrial (Zona 1), Georreferenciada con coordenadas cartesianas, error de imagen de 0,6 m.

Las coordenadas y las áreas varían sin embargo en las zonas 2 y 3 no se presentan diferencias significativas en cuanto a forma y extensión (Ver Figuras 25 y 26), siempre se han escogido 4 puntos que suponen el mínimo para una correcta medición de áreas y localización.



Figura 25. Botadero Ilegal Avenida Max Duque Gómez (Zona 2), Georreferenciada con coordenadas cartesianas, error de imagen de 6,1 m.



Figura 26. Botadero Ilegal Puente El Tizón (Zona 3), Georreferenciada con coordenadas cartesianas, error de imagen de 12,7 m.

Las últimas zonas (Ver Figura 27 y 28) a diferencia de las denotadas anteriormente, poseen diferencias bastantes significativas, con lo cual la variabilidad en cuanto a área es grande y no hay un parámetro establecido de delimitación de acuerdo a forma, si no de acuerdo al perímetro ocupado por los escombros despreciando todo espacio que no tenga que ver con ocupación de RCD.



Figura 27. Botadero Ilegal Avenida Inés García Duran (Zona 4), Georreferenciada con coordenadas cartesianas, error de imagen de 4,2 m.



Figura 28. Botadero Ilegal San Jorge II (Zona 5), Georreferenciada con coordenadas cartesianas, error de imagen de 0,7 m.

La ciudad de Neiva posee una extensión de 56576 hectáreas, aproximadamente 565´760.000 m² si se compara con la Tabla 6 y 7 se determina que las zonas afectadas poseen un porcentaje de 0.01% respecto al municipio en general, con lo cual se estima que aunque no es considerable, si se debe tener en cuenta el valor anterior debido a que no se sabe con exactitud cuánto se bota en residuos de construcción a diario.

Tabla 6. Áreas Medidas mediante Google Earth.

ZONAS	ÁREA GOOGLE EARTH (M2)
Los Ángeles	18331.46
Sena Industrial	3961.77
Av. Max Duque	5394.84
Puente El Tizón	5936.72
Av. Inés García	3097.46
San Jorge II	5382.05
Total	42104.3
Total sin zona 0	23772.84

8.2.2 Área con GPS.

Los datos muestran al final la relevancia necesaria para determinar que las mediciones son confiables y los errores no son considerables (Ver tabla 6).

La tasa de precisión con respecto a los valores medidos con Google Earth determina una diferencia que podría ser despreciada teniendo en cuenta que el margen de error es bastante cerrado y que no representa grandes extensiones que conlleven a realizar varias mediciones para lograr exactitud.

Tabla7. Áreas Medidas mediante GPS.

ZONAS	ÁREA GPS (M2)
Los Ángeles	**
Sena Industrial	3620.15
Av. Max Duque	5143.15
Puente El Tizón	5579.67
Av. Inés García	2913.74
San Jorge II	5121.48
Total	22378.19

** Desconocido, no se pudo obtener área en la zona.

La aplicación de la metodología desarrollada es relativamente fácil y sencilla, ya que está basada en la adquisición de un solo punto de control GCP identificado lo más precisamente posible en la imagen de satélite y medido en terreno con GPS, a partir del cual es posible obtener los demás GCPs, independientemente de la accesibilidad física a dichos puntos, por medición de distancias (Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras, 2010).

Estas últimas tienen especial importancia en la cuantificación de variaciones espaciales de zonas urbanas, corrientes de agua en general, línea costera y en la delimitación de zonas con cobertura vegetal, suelos expuestos y superficies de agua. (Gónima, Ruiz y Gonzales., 2010).

8.3 CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCION EN LA ZONA LEGAL DEL MUNICIPIO DE NEIVA.

En las instalaciones de ciudad limpia se realizó la radicación de una carta para la solicitud de la caracterización (Ver Anexo 5) donde se recibió respuesta evidenciándose que en el relleno Sanitario “Los Ángeles” en el año 2014 se recogieron, 2.728,67 toneladas de RCD, según cifras de la empresa operadora del servicio en Neiva de las cuales 1.133,07 toneladas fueron recogidas por Ciudad Limpia y 1.595,6 dispuestas por particulares en el Relleno Sanitario “Los Ángeles” que es el único sitio autorizado por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena –CAM, para la disposición final de este tipo de residuos en el Municipio de Neiva. (Ciudad limpia, 2016).

8.3.1 Listado de empresas que desechan escombros en el relleno.

En el sitio se presentan siempre desechos de escombros de empresas legales que cumplen con un plan de manejo ambiental, y para no someterse a multas pagan un valor para que el relleno los recolecte. Cabe aclarar, que las empresas particulares que realizaron la disposición de estos residuos (Ver Tabla 8), en su mayoría son empresas del sector petrolero que requieren de una certificación para soportar el manejo adecuado de los residuos de tierra de excavación, la totalidad de las cifras no precisamente son de escombros, las empresas que dispusieron residuos en el año 2015 fueron las siguientes:

Tabla 8. Empresas que dispusieron escombros año 2015.

EMPRESA
ALCALDIA DE NEIVA
CONEQUIPOS
CONSORCIO P M A
EXCAVACIONES VICTORIA ARIZA
HIERROS NEIVA
INCIHUILA
INGENIERIA SUMINISTROS Y MONTAJES S.A
OBS ESCOMBRO
OIL BUSINESS SERVICES S.A.A
SGI ESCOMBRO

Fuente: Ciudad limpia, 2015.

8.3.2 Porcentaje de distribución y densidad de los escombros.

De acuerdo con el PGIR elaborado en el 2015 (Ver Tabla 9) se obtuvo porcentajes en volumen y en masa de escombros homogéneos, es decir que no están mezclados con ningún otro material, y escombros heterogéneos, que poseen varios materiales en un solo montículo o distribución espacial, utilizando una volqueta con lo cual las densidades se hacen de acuerdo a lo transportado por viaje.

Tabla 9 .Caracterización física de escombros dispuestos en la escombrera del relleno sanitario los Ángeles.

MUESTRA MEZCLADA					
	Volumen (m3)	Peso (Tons)	Densidad (Ton/m3)		
Escombros mezclados	7.70	9.22	1.20		
MUESTRAS SEPARADAS					
	Volumen (m3)	% EN VOLUMEN	Peso (Tons)	% EN MASA	Densidad (Ton/m3)
CONCRETO	3.05	34.08%	4.23	45.88%	1.39
AGREGADO FINO	0.50	5.59%	0.68	7.38%	1.36
AGREGADO GRUESO	1.15	12.85%	1.06	11.50%	0.92
MAMPOSTERIA	2.65	29.61%	2.12	22.99%	0.80
PORCELANA	1.60	17.88%	1.13	12.26%	0.71
TOTAL	8.95	100.00%	9.22	100.00%	
NOTA : Los volúmenes fueron medidos en la volqueta del relleno sanitario, por lo tanto las densidades se han de considerar para transporte de escombros.					

Fuente: Ciudad Limpia, 2015

Observando el concreto, y su porcentaje en peso y volumen se relaciona como elemento de mayor generación no solo en Neiva sino a nivel nacional; las Estadísticas de Concreto premezclado mostraron que en el mes de noviembre de 2015 la producción llegó a los 691.400 m³, lo que representó un incremento de 8,9% con relación al mismo mes de 2014.

Este resultado se explica principalmente por el incremento en los destinos edificaciones con 18,6% y vivienda con 7,9%, aportando en conjunto 9,2 puntos porcentuales a la variación total. Por el contrario, el destino obras civiles registró la única disminución con 3,2%, restando 0,7 puntos porcentuales a dicha variación. Durante este periodo las principales contribuciones en los despachos de concreto premezclado fueron hacia Atlántico con 42,3%, Bolívar con 35,2%, Valle del Cauca con 26,3%, Tolima con 58,9 % y Cesar con 95,4%, aportando en conjunto 8,9 puntos porcentuales a la variación total (8,9%). En contraste, el

área de Bogotá con -8,9%, y el departamento de Cundinamarca con -0,3% presentaron las únicas disminuciones y restaron en conjunto 3,6 puntos porcentuales a la variación anual. (DANE, 2015).

Por otra parte la mampostería muestra un valor también considerable y su valor de densidad es de 0.80 Ton/ m³ relativamente alto sin embargo no supera al agregado fino con un valor de 1.36 Ton/ m³ ya que dicho material la densidad del agregado fino es mayor que otros materiales, porque posee una mayor compactación y menos espacio de vacíos, lo cual hace que aumente su densidad. (Rocha, S., 2013). Para mayor entendimiento se muestran los datos con diagrama (Ver Figura 29.), con lo cual los valores aproximados en el caso del relleno han sido clasificados en 5 grupos, haciendo más sencillo el procedimiento para los valores de acuerdo a lo planteado por el ente regulador.

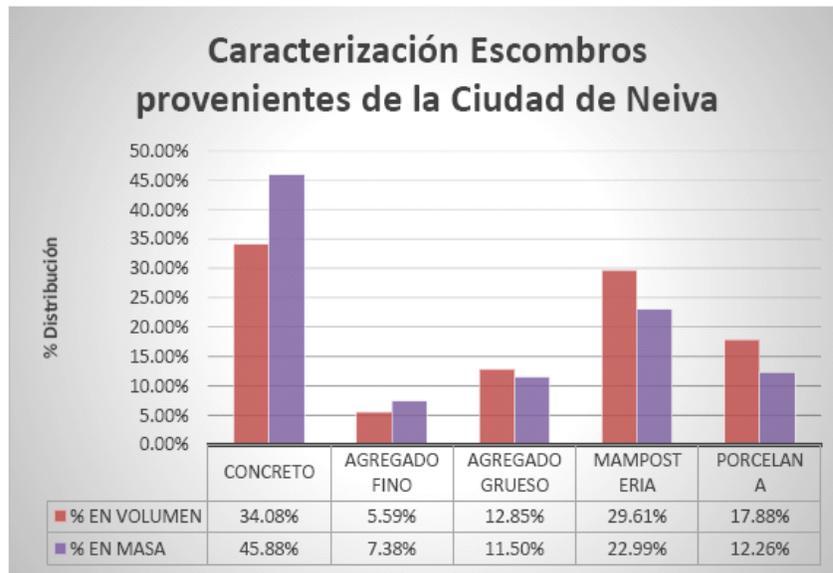


Figura 29. Caracterización de los escombros de la ciudad de Neiva.

Fuente: Ciudad Limpia, 2015.

Con la caracterización también se muestran los resultados individuales de densidad:



Figura 30. Densidad de los escombros en (Ton/ m3).

Fuente: Ciudad Limpia

La densidad de escombros presenta una media de 1.06 Ton/ m³ (Ver Figura 30), dato que representa un alto valor en cuanto a peso recogiendo en el año más de 10000 toneladas, aun lejanas a comparación de ciudades como Medellín en la que diariamente se botan 2400 toneladas de escombros (Bedoya, 2003), o como en Cali que anualmente se estima la recolección de 396.000 Ton, además se encuentra Ibagué con 89.000 Ton /año (Chávez, Mejía y Bernal, 2010).

En la densidad de escombros mezclados se presente un valor alto y relativamente cercano al concreto, debido a que en este grupo hay densidades variables de materiales que comprenden pesos y volúmenes diferentes.

8.4 CARACTERIZACION DE LOS ESCOMBROS PRESENTES EN LAS ZONAS ILEGALES (GRUPO A).

A continuación se muestran los resultados de la forma dispersa y su respectivo muestreo aleatorio estadístico, con ello se muestra los valores de volumetría y pesos obtenidos, así

como su porcentaje en peso y los valores de densidad en cada una de las zonas estudiadas en el grupo que comprenden la zona 1 y la Zona 4.

8.4.1 Volumetría y pesos de cada zona ilegal.

Con los valores de volumetría y tratamiento estadístico se muestran los resultados de promedios y desviación estándar de las dos zonas competentes en este caso zona 1 SENA industrial (Ver Tabla 10) y zona 4 Av. Inés García de Duran (Ver tabla 11).

Se estudia que la variabilidad máxima del análisis elemental se encuentra entre la guadua y el vidrio, con valores alejados de desviación que supone una variabilidad alta con lo cual la probabilidad de que su promedio compatibilice en la zona es bastante bajo, y su población sea característica de materiales dispersos y poco mezclados, por tanto su varianza se expresa entonces en unidades de material por cada m³ presente en la zona.

Tabla 10. Resultados de análisis elemental y muestra aleatoria simple grupo A. (Zona 1. Sena industrial)

No	MATERIAL	MEDIA (\bar{x})	DESVIACIÓN ESTÁNDAR (σ)	Varianza (σ^2)
1	Asfalto	43.06	6.73	45.2929
2	Concreto	181.35	15.05	226.5025
3	Plástico	64.75	45.02	2026.8004
4	Vidrio	38.95	29.29	857.9041
5	Icopor	2.07	0.60	0.36
6	Agregado Fino	8.81	2.56	6.5536
7	Agregado Grueso	18.11	4.41	19.4481
8	Madera	30.15	19.36	374.8096
9	Guadua	1.43	2.02	4.0804
10	Mampostería (ladrillos y bloques)	170.25	10.59	112.1481
11	Porcelanas (Enchapes, Tabletillas para Piso)	75.77	24.35	592.9225
	Promedio Total	57.7	14.54	387.89

Cabe destacar que las medidas de dispersión (también identificadas con el nombre de medidas de variabilidad) se encargan de expresar la variabilidad de una distribución por medio de un número, en los casos en que las diferentes puntuaciones de la variable están muy alejadas de la media. A mayor valor de la medida de dispersión, mayor variabilidad, en cambio, a menor valor, más homogeneidad. (Web. Wordpress.com., 2015). En pocas palabras los valores más alejados de la media tienen una gran heterogeneidad lo que hace que los residuos del plástico se encuentran bastante dispersos y su cantidad es casi irrelevante para los efectos de estudio de caracterización de muestras

Tabla 11. Resultados de análisis elemental y muestra aleatoria simple Grupo A (Zona 4. Av. Inés García de Duran).

MATERIAL	MEDIA (x)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	VARIANZA (σ^2)
Asfalto	164.40	86.80	7534.24
Concreto	164.65	24.80	615.04
Plástico	85.23	127.92	16363.5264
Vidrio	11.39	11.88	141.1344
Icopor	3.47	0.88	0.7744
Cubiertas (Eternit, Zinc, Termo acústica)	53.40	92.48	8552.5504
Agregado Fino	23.45	21.22	450.2884
Agregado Grueso	36.12	32.82	1077.1524
Madera	17.59	11.99	143.7601
Guadua	1.96	1.78	3.1684
Mampostería (ladrillos y bloques)	150.93	31.66	1002.3556
Porcelanas (Enchapes, Tabletas para Piso)	61.92	20.01	400.4001
TOTAL	775.77	465.38	

Para los volúmenes entonces se describen según la probabilidad de ser escogidos de acuerdo al muestreo de elementos mediante la forma dispersa como se muestra en la Tabla 12 y 13:

Tabla 12. Volumetría, pesos y Porcentaje en peso de la Zona 1 SENA industrial.

No	MATERIAL	VOLUMEN (M3)	PESO (KG)	% EN PESO
1	Asfalto	12.34	836.08	12.58
2	Concreto (pañetes, Estructuras, Vigas, Columnas, ETC)	20.45	4974.26	29.71
3	Plástico	0.30	7.12	0.11
4	Vidrio	2.89	5.64	0.08
5	Icopor	0.02	0.18	0.00
6	Agregado Fino	2.78	115.96	1.74
7	Agregado Grueso	2.87	195.12	2.94
8	Madera	4.56	227.43	3.42
9	Guadua	0.70	2.12	0.03
10	Mampostería (ladrillos y bloques)	24.67	7987.56	44.96
11	Porcelanas (Enchapes, Tabletas para Piso)	6.97	294.16	4.43
Total		78.55	14645.63	100

Tabla 13. Volumetría, pesos y porcentaje en peso Zona 4 Av. Inés García de Duran.

No	MATERIAL	VOLUMEN (M3)	PESO (KG)	% EN PESO
1	Asfalto	0.12	28.75	0.67
2	Concreto (morteros, Estructuras, Vigas, Columnas)	8.12	2286.98	30.00
3	Plástico, súper board y drywall	0.11	1.92	0.04
4	Vidrio	0.64	3.24	0.08
5	Icopor	0.10	0.43	0.01
6	Cubiertas (Eternit, Zinc, Termo acústica)	0.85	56.78	1.32
7	Agregado Fino, suelo compactado	1.34	20.34	0.47
8	Agregado Grueso	4.17	82.19	1.92
9	Madera	2.67	36.78	0.86
10	Guadua	0.00	0.00	0.00
11	Mampostería (ladrillos, bloques, asbesto cemento y gres)	13.79	4579.45	60.12
12	Porcelanas (Enchapes, Tabletas para Piso)	4.97	193.45	4.51
TOTAL		36.03	7290.53	100

Nótese entonces que los valores descritos presentan porcentajes que se asemejan a los promedios vistos en las tablas 10 y 11 referentes a las variables de desviación, con lo que se

evidencian pocas diferencias estadísticamente significativas de acuerdo a los valores obtenidos en campo. La aleatoriedad describe de forma explícita la probabilidad de que los grupos clasificados en la zona sean escogidos sea alta descartando otros materiales descritos en el decreto 838 del 2005. Sacando del estudio residuos no aprovechables con lo que los volúmenes de materiales sobrantes no serán tenidos muy en cuenta así como los materiales con varianzas muy altas. En la Figura 31 se muestra de manera detallada las relaciones de porcentaje en peso y volúmenes encontrados en la zona aledaña al SENA, para efecto de comparación con la zona legal del Relleno sanitario.

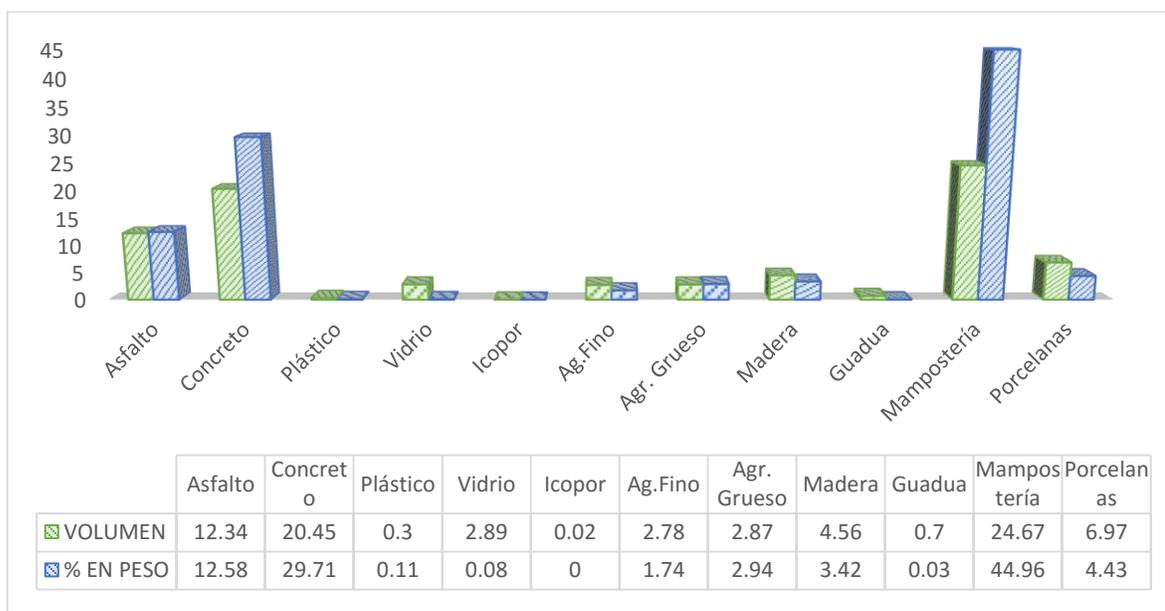


Figura 31. *Porcentajes en peso y Volúmenes Zona 1 (SENA industrial).*

Ahora bien si se compara la zona 1 y la 4 se denota que las varianzas son más alejadas y grandes en la zona 4 Av. Inés García de Duran por lo cual aunque la predominancia y fiabilidad de datos la posee el concreto, se muestra bastante dispersión de los datos, para entenderla mejor se analizan las densidades (Ver Figuras 32 y 33). También se encuentra que tanto en la zona 1 como en la 4 los grupos de materiales de plástico, Icopor, guadua son cercanos a cero, con lo que se establece que no hay presencia de material en grandes cantidades, esto debido a la dispersión de los materiales.

Si se compara con la zona legal se afirma que los grupos de materiales mencionados se sacan del estudio y posiblemente se determinen como escombros mezclados. Se encuentra como cifras consolidadas entonces que sumando las dos zonas los porcentajes de mampostería promediados son mayores al 50% de todo el global, y que el concreto se acerca sutilmente a los valores de mampostería, se afirma diciendo que en la actividad de la construcción y la demolición, el ladrillo es el más utilizado junto con el concreto.

En Colombia se producen 376.947 toneladas mensuales de ladrillo, es decir 4.523.367 al año, según se desprende del estudio contratado por Anfolito a la firma Camargo y Asociados Ingenieros Constructores (2014). Las ventas totales de la industria ladrillera nacional se estiman en \$31.643 millones mensuales, que representan 52.9% de las ventas potenciales de la industria ladrillera.

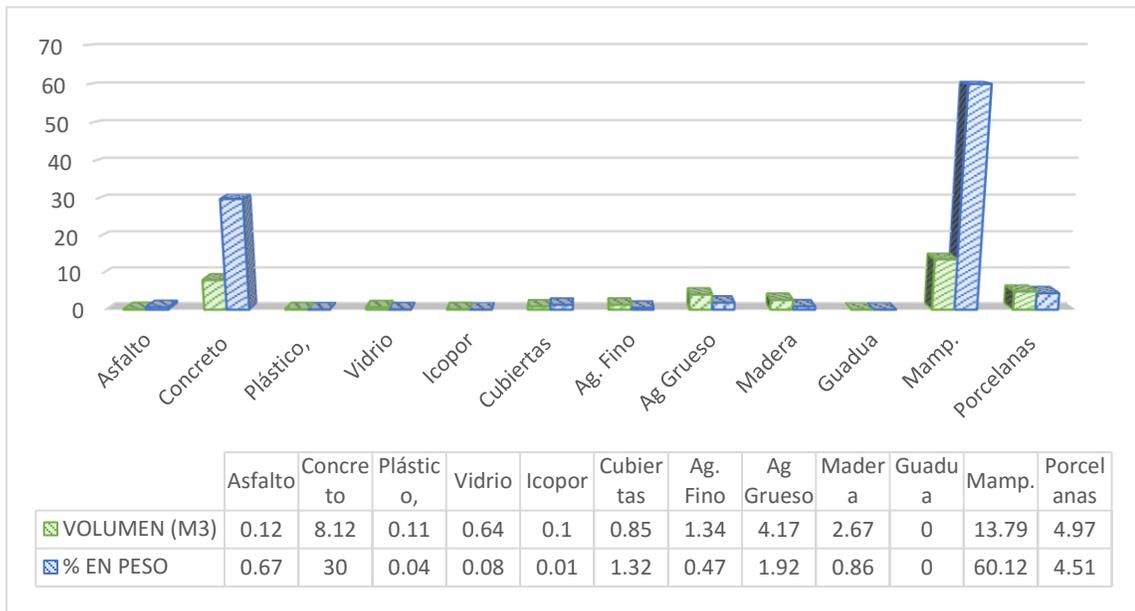


Figura 32. Porcentajes en peso y Volúmenes Zona 4 (Av. Inés García de Durán).

Bogotá participa con 49% del mercado, es decir \$15.500 millones mensuales, seguido por Santander del Norte con 14.3%, que equivalen a \$4.514 millones; Antioquia con 9.5% (\$3.014 millones); Valle 7.8% (\$2.458 millones) y el Eje Cafetero con 7.1% (\$2.233 millones), (Construdata, 2015). Por último se destaca que en las zonas se encuentran poco

más de 10 toneladas de material, representativo que es creciente de acuerdo como se vayan botando a diario los escombros, esta tasa no es calculable por el momento ya que se desconoce por completo cuales son los días y cuanto se botan en los lugares de estudio, solo se puede hacer monitoreando de manera permanente en campo para tener una cifra aproximada.

8.4.2 Análisis de densidad de todos los materiales y su respectiva zona.

Los resultados de densidad (Ver Figura 33 y 34) comprenden las características esenciales de cada material, en donde una gráfica de dispersión que describe polinomios de orden 1, definen la variación de acuerdo a sus pesos y sus volúmenes.

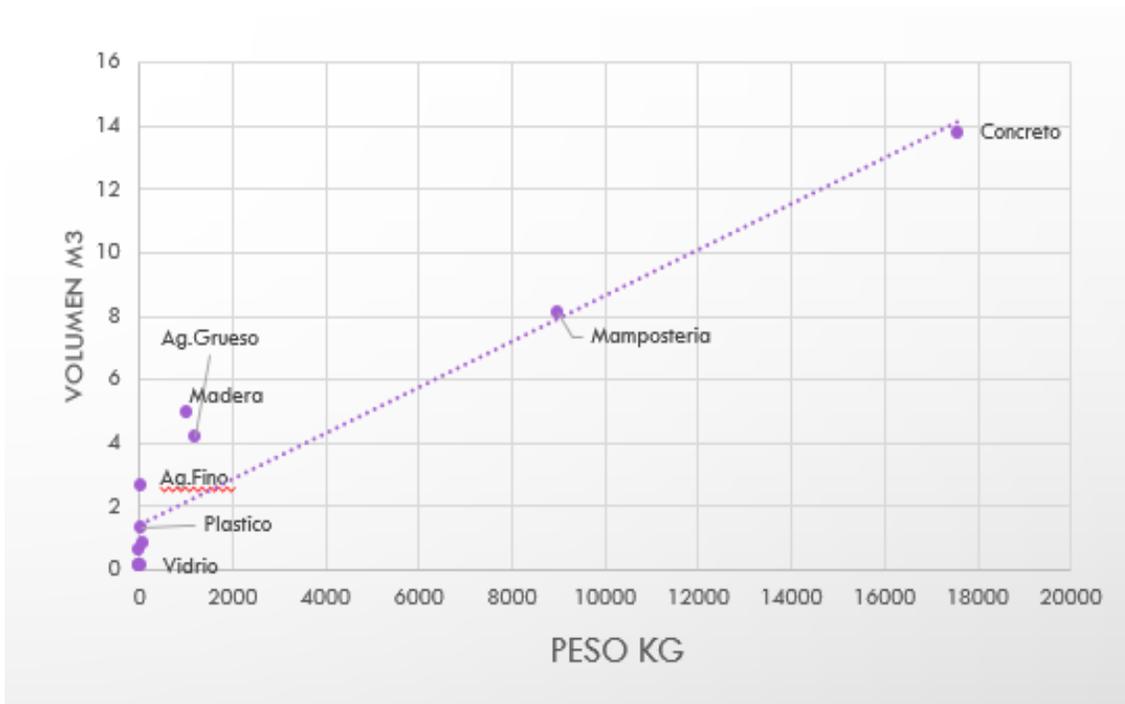


Figura 33. Densidad de materiales en la Zona 4. Av. Inés García de Durán.

También se encuentra que dicho polinomio hace parte de un tipo de regresión lineal, estadísticamente se realiza entonces una interpolación Polinomial la cual se ha definido como una técnica de interpolación de un conjunto de datos o de una función por un polinomio. Es

decir, dado cierto número de puntos obtenidos por muestreo o a partir de un experimento se pretende encontrar un polinomio que pase por todos los puntos. Donde los mismos se determinan exigiendo que coincidan con f (valor referencia) en alguno de los valores tabulados. (Bravo, 2008)

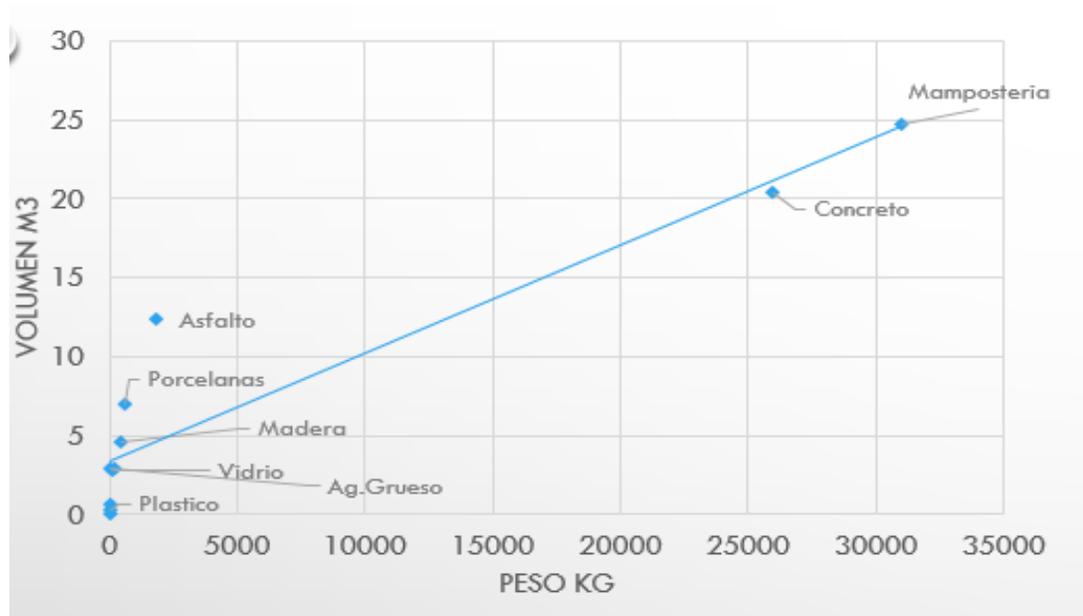


Figura 34. Densidad de materiales en la Zona 1. Sena industrial.

Si se exige que pase por dos puntos, se obtiene una recta, o sea un polinomio de grado 1. Si se hace que pase por tres puntos, queda un polinomio de grado 2, y así sucesivamente se puede ir añadiendo puntos e incrementar el grado. (Molano, 2012).

Dicho lo anterior se confirma que la relación entre materiales desechados, es más estrecha en la Zona 1 SENA industrial, con lo cual se encuentra bastante afinidad entre sus valores de densidad y la diferencia solo se encuentra en la relación volumétrica, pues se ha encontrado que el concreto tiene densidades variables, de acuerdo a la cantidad y calidad de agregados, así como la cantidad de cemento, de acuerdo a fórmulas preestablecidas por estudios de calidad (Norma ASTM C 188- 9, 2013 y Cañas, 2014). De esta manera es posible afirmar que las densidades de los materiales tienen relación directamente proporcional respecto de la variable dependiente en este caso el peso.

8.5 CARACTERIZACION DE LOS ESCOMBROS PRESENTES EN LAS ZONAS ILEGALES METODO FORMA REUNIDA (GRUPO B).

Los resultados expuestos en este apartado describen la segunda metodología, en este caso los valores obtenidos son de comprensión fácil debido a que simplemente se realizó una medida en campo, se determinó entonces este método como una forma absolutamente manual de recopilar los resultados de peso, volumen, porcentaje en peso y densidad.

En el grupo B se contemplaron las zonas 2 (Av. Max Duque Gómez), 3 (Puente el Tizón) y la 5 (Barrio San Jorge 2).

8.5.1 Volumetría y pesos de cada zona ilegal.

En la Tabla 14, se muestra los resultados de volumetría de la zona 2, entendiendo que hay factores de error a considerar debido a que es un método en su mayoría impreciso.

Sin embargo se afirma que la cantidad de RCD varía de una comunidad a otra debido a la demografía histórica y al crecimiento y desarrollo actual de cada una. Por ejemplo, en áreas de expansión urbana el flujo de RCD presenta una mayor cantidad que en áreas urbanas consolidadas (Mercante, 2007).

Av. Max duque es una región que no es totalmente consolidada como área urbana con lo que el flujo de residuos de construcción debería ser más bajo si se compara con Av. Inés García de Duran, ya que son zonas de poco impacto constructivo, sin embargo se encuentra que existe un número considerable de toneladas de residuos de acuerdo a la Figura 35 que muestra alrededor de 4 toneladas, sin contar la generación de Ton/ m³ por día, que incrementaría este valor considerablemente.

Tabla 14. Volumetría, pesos y porcentaje en peso Zona 2. Av. Max Duque Gómez.

No	MATERIAL	VOLUMEN (M3)	PESO (KG)	% EN PESO
1	Asfalto	0.90	104.29	2.42
2	Concreto (morteros, Estructuras)	7.90	2048.57	24.37
3	Plástico, súper board y drywall	3.80	367.03	8.53
4	Vidrio	0.47	8.57	0.20
5	Icopor	0.79	1.17	0.03
6	Cubiertas (Eternit, Zinc, Termo acústica)	1.2	126.7	2.94
7	Agregado Fino, suelo compactado	0.45	3.78	0.09
8	Agregado Grueso	4.53	67.90	1.58
9	Madera	2.20	96.45	2.24
10	Guadua	1.04	2.97	0.07
11	Mampostería (ladrillos, bloques, asbesto cemento y gres)	13.05	4935.76	44.99
12	Porcelanas (Enchapes, Tabletillas)	5.80	539.32	12.54
	TOTAL	42.13	9302.51	100

El municipio también presenta en estas zonas características de aislamiento, es decir terrenos que no tienen control de espacio público, por ende se convierten en zonas idóneas para desecho de residuos de construcción, sumando que en la zona 2 hay una construcción aledaña, en donde no se tiene el conocimiento de donde disponen los escombros, los 42.13 m³ de Volumen representan en la zona una tasa de generación media- baja, que podría no ser preocupante en la actualidad debido a que la extensión no es muy grande, sin embargo, las actividades de construcción en el sector tienen un crecimiento acelerado.

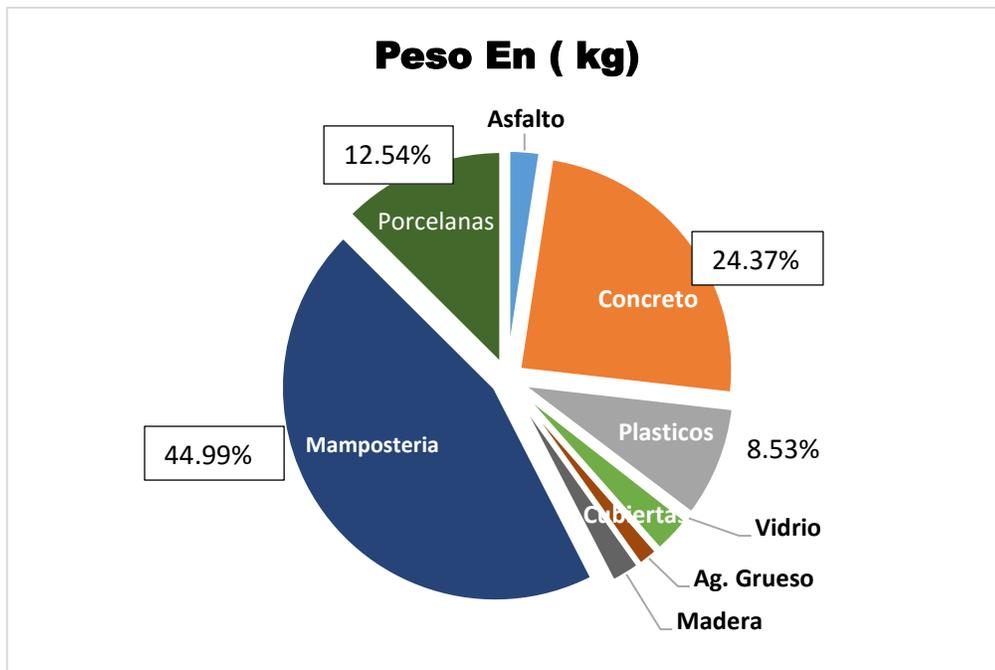


Figura 35. Proporciones en peso de los residuos Av. Max Duque Gómez.

Si las porcelanas como ejemplo, presentaran valores por encima del 30% se puede hablar ya de generación netamente media de residuos, sin embargo esta afirmación es discutible debido a que si bien se han desarrollado metodologías de estimación de los residuos no se dispone de estudios científicos que analicen conjuntamente todas las variables que inciden en la tipología y magnitud de los residuos generados por una unidad de obra y adicionalmente, ninguna ha sido a nivel de etapa de construcción que no implique inversiones económicas altas.

Esto con el propósito de calcular los niveles generados de residuos por cada material utilizado y de esta manera generar información para la toma de decisiones por parte de los profesionales a cargo del proyecto y que estén directamente vinculados en actividades relacionadas a la gestión de RCD debido a que no existe un factor monetario que describa de manera más explícita cuanto puede costar el transporte en toneladas de los residuos (Aldana, Serpell., 2012).

Si se observa la Figura 35, es evidente que materiales diferentes de porcelanas, concreto y mampostería, no tienen gran dimensión por lo cual se afirma que los demás materiales en el común de las personas, se ven como potencial fuente de reúso.

La situación del puente el Tizón es verdaderamente caótica, en el sentido de generación de escombros, en donde hasta el momento no se ha realizado estudios referentes al manejo y redistribución de las aproximadamente 7 toneladas encontradas (Ver Tabla 15). Evidencia de manera explícita que casi el 60% es concreto, y su porcentaje en volumen es proporcional al peso, de manera más clara se puede observar en la Figura 36.

Tabla 15. Volumetría, pesos y porcentaje en peso Zona 3. Puente el Tizón.

No	MATERIAL	VOLUMEN (M3)	PESO (KG)	% EN PESO
1	Asfalto	3.56	136.34	2.03
2	Concreto (morteros, Estructuras, Vigas, Columnas)	20.81	5923.46	58.52
3	Plástico, súper board y drywall	1.12	36.87	0.55
4	Vidrio	0.38	15.67	0.23
5	Icopor	0.79	1.8	0.03
6	Agregado Fino, suelo compactado	1.12	52.75	0.79
7	Agregado Grueso	3.27	69.41	1.04
8	Madera	2.18	35.89	0.54
9	Mampostería (ladrillos, bloques, asbesto cemento y gres)	15.56	3276.94	33.96
10	Porcelanas (Enchapes, Tabletas para Piso)	2.67	156.32	2.33
	TOTAL	55.02	8705.95	100

Se analiza también la manera particular en cómo están dispuestos los escombros que describen en muchos casos hileras de concreto mezclado con mampostería, y las cifras de agregado grueso y asfalto que representan el 3% en peso, que aunque no es una cifra considerable, se denotaría que esta zona ya no es exclusiva de desechos de concreto, mampostería y porcelanas.

Los valores en cuanto a volumen fueron los esperados, y su variación respecto de otras zonas no es alta, demostrando un factor de diferencias que oscilan entre los 5 y los 15 m³, que en la práctica no representan grandes contrastes si se tienen en cuenta la tasa de Ton/m³ que se dispone en el sitio legal.

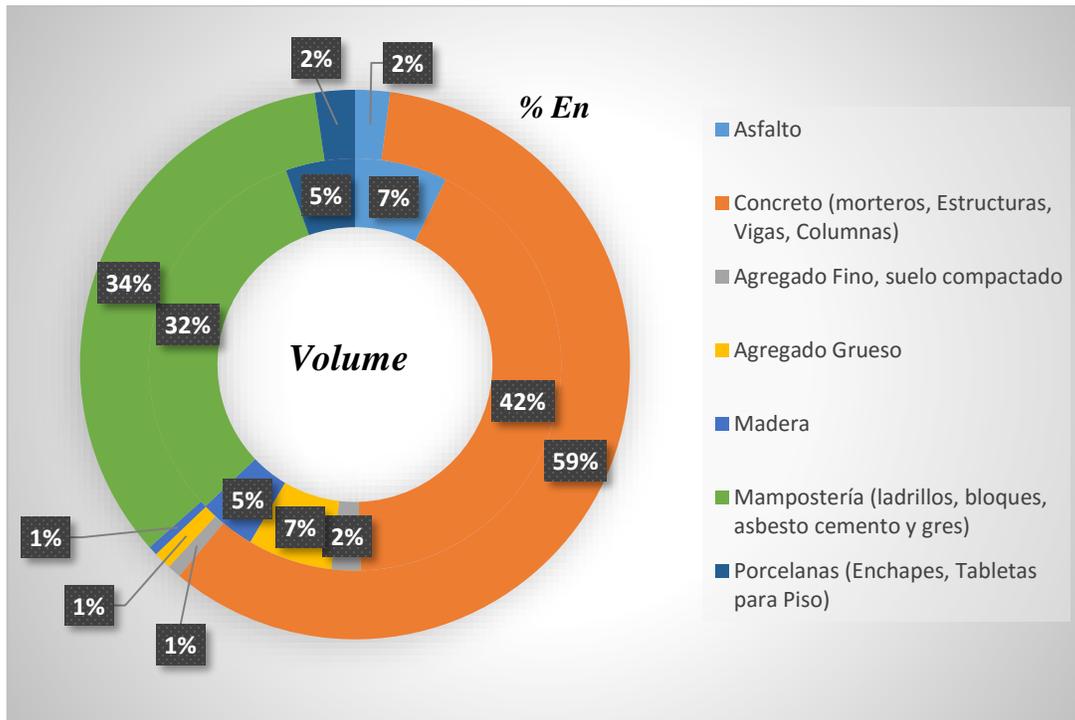


Figura 36. Porcentaje en pesos y volumen Zona 3 Puente El Tizón.

Para el Barrio San Jorge- zona 5, se puede observar de acuerdo a los resultados de la Tabla 16 y la Figura 37, la misma tendencia, ya siendo un dato que confirma lo que se ha venido mencionando en todos los apartados de las zonas analizadas, la predominancia del concreto y la mampostería, sin embargo hay que observar con mayor detenimiento el grupo de porcelanas, que también comprende tabletas, partes de sanitarios, lavamanos, y todo lo relacionado con materiales a base de mármol y otros materiales afines.

En la práctica de la construcción siempre al dimensionar y enchapar paredes, se generan aún más residuos, que los del propio concreto, con estos materiales también se genera un porcentaje de volumen ocupado considerable y cercano al 15 % de todo el global de la zona, datos para tomar en consideración si se evidencia que las remodelaciones toman bastante auge en el municipio de Neiva. (Diario la Nación, 2013)

Tabla 16. Volumetría, pesos y porcentaje en peso Zona 5. Barrio San Jorge II Etapa.

No	MATERIAL	VOLUMEN (M3)	PESO (KG)	% EN PESO
1	Concreto (morteros, Estructuras,	35.92	9987.02	74.91
2	Plástico, súper board y drywall	0.68	38.08	0.48
3	Vidrio	0.31	7.76	0.10
4	Cubiertas (Eternit, Zinc, Termo acústica)	1.00	42.00	0.53
5	Agregado Fino, suelo compactado	2.08	79.95	1.00
6	Madera	4.60	205.34	2.57
7	Mampostería (ladrillos, bloques, asbesto cemento y gres)	16.87	4976.09	12.21
8	Porcelanas (Enchapes, Tabletas para Piso)	13.87	656.54	8.21
TOTAL		75.33	15992.78	100

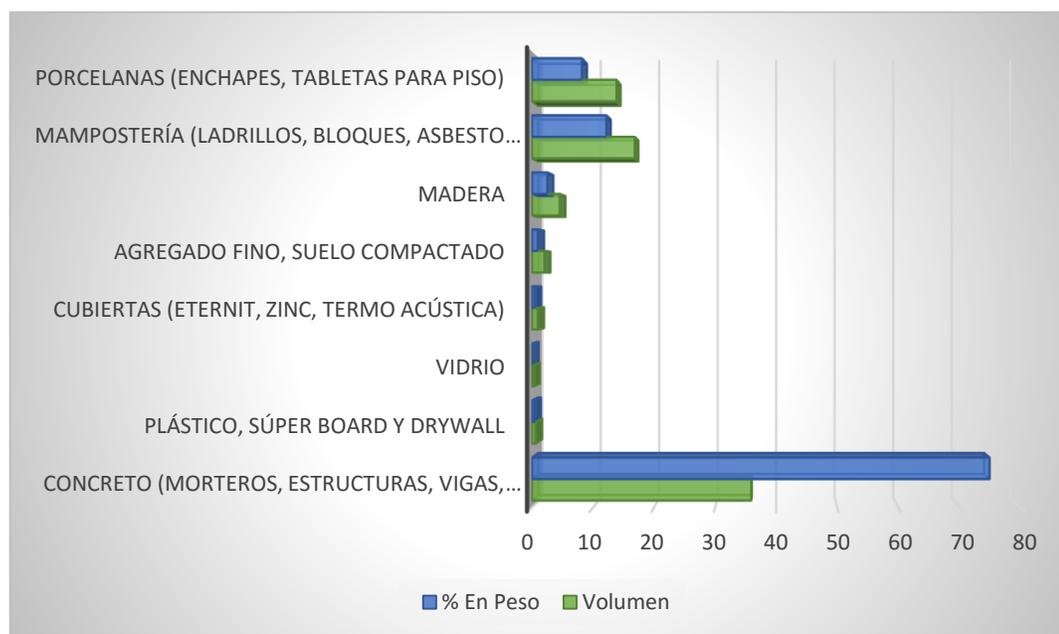


Figura 37. Porcentaje en pesos y volumen Zona 5 Barrio San Jorge II etapa.

Si se suma la volumetría de las tres zonas, se encuentra una cifra de 148.62 m³ de concreto, en su 85% reutilizable, con lo cual el volumen de residuos producidos y su composición real,

varía de un estrato a otro, como resultado del proceso socioeconómico en que cada uno está inmerso, igualmente pueden cambiar de una comunidad a otro (Watson, R., 2008).

8.5.2 Análisis de densidad de todos los materiales y su respectiva zona.

Para la Av. Max Duque Gómez se observa en la figura 38, un comportamiento que en otras zonas ya estudiadas no se ha visto, es una conducta lineal en donde el concreto, la mampostería, el plástico y la madera son datos que no se encuentran dispersos entonces la

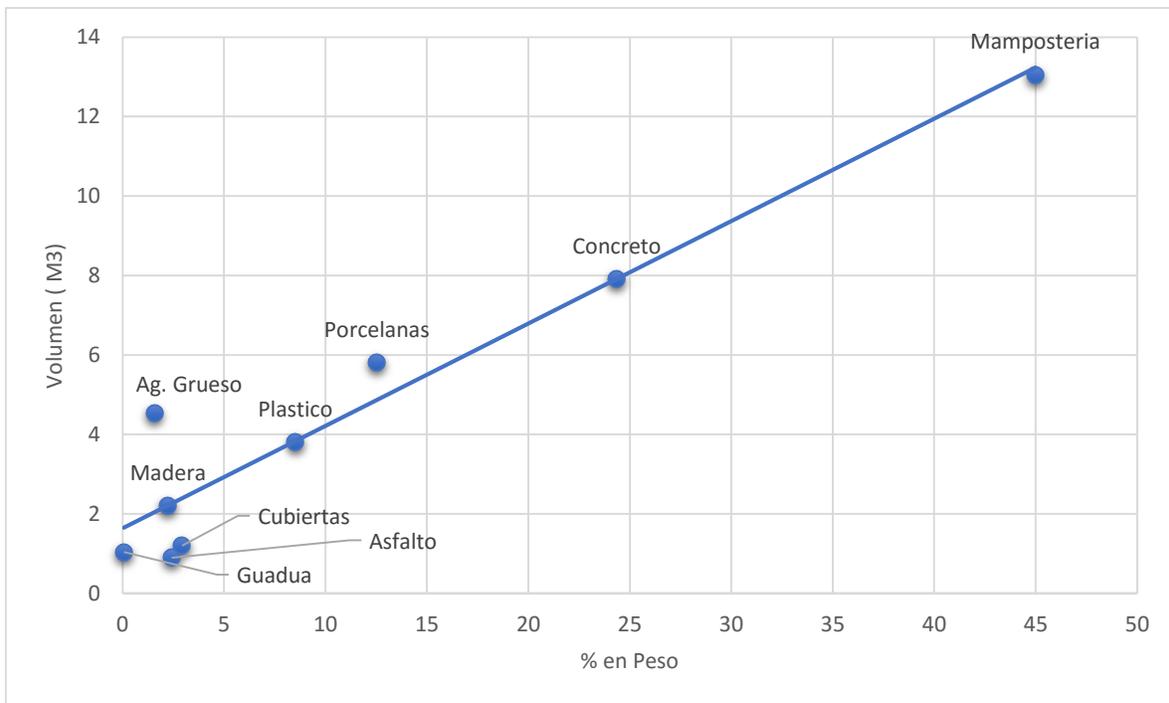


Figura 38. Densidad de materiales en la Zona 2.Av. Max Duque Gómez

relación entre peso y volumen de estos materiales es directamente proporcional, es decir que en la zona a pesar de que las porcelanas están en mayor contenido que el plástico y la madera, su dato tiene un menor margen de error con respecto a los puntos mencionadas y se encuentra cerca de los límites estadísticos para la función lineal, en donde también se encuentran de forma más cercana el asfalto y el agregado grueso, siendo estos dos últimos los valores más dispersos, y alejados del promedio de densidad que se maneja en la zona estudiada.

También se encuentra que la densidad del concreto y la mampostería tienen un valor de 1462.35 Kg/m^3 y 1956.33 kg/m^3 valores considerables, teniendo en cuenta que no es una zona demasiado amplia, y que los volúmenes no son tan considerables como en otras zonas de estudio.

Aclarando que la densidad del concreto oscila entre 2.5 ton/m^3 ,

En cuanto a la zona 3 puente el Tizón, y según la figura 39, si se presenta un comportamiento polinómico de orden dos enlazando 3 puntos, siendo esta línea de tendencia la más afín a los resultados de densidad, a diferencia de la anterior zona se encuentra que los valores graficados no poseen una gran dispersión, con lo cual la fiabilidad de las mediciones, mediante la forma reunida toma fuerza, encontrando una relación bastante más estrecha en cuanto a sus pesos y volúmenes.

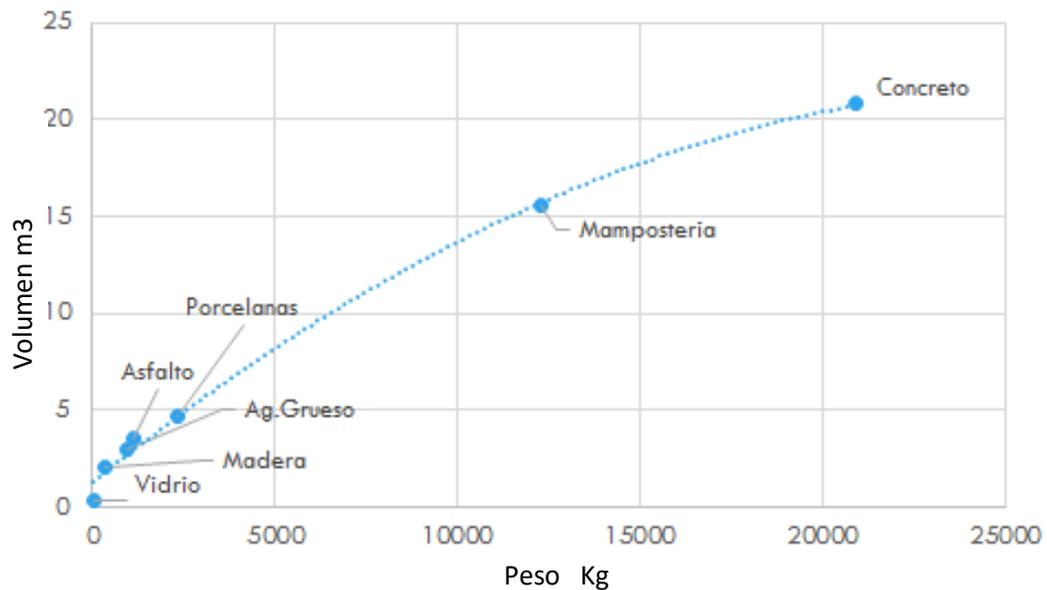


Figura 39. Densidad de materiales en la Zona 3. Puente el Tizón.

Con la última zona (Barrio San Jorge II etapa) se puede encontrar fácilmente que los valores de densidad son considerablemente altos (Ver Figura 40), en comparación con todas las demás zonas, siendo la de mayor vulnerabilidad, debido a que es una de las zonas más lejanas de la región, con esta excusa los transportadores ilegales de escombros se escudan para poder disponerlos allí sin ningún tipo de sanción ya que se denota como un sitio de mayor

clandestinidad y es un terreno de amplias zonas verdes que a pesar que posee cerramiento, no es impedimento para los individuos que generan el impacto negativo de la actividad de deshecho de escombros.

Con lo anterior se afirma por ejemplo que la densidad del concreto en la zona 5 alcanza un valor de 1866.67 Kg/ m³, (el más alto) y que representa un total de 26.64% en peso de residuos totales de escombros de todas las zonas estudiadas.

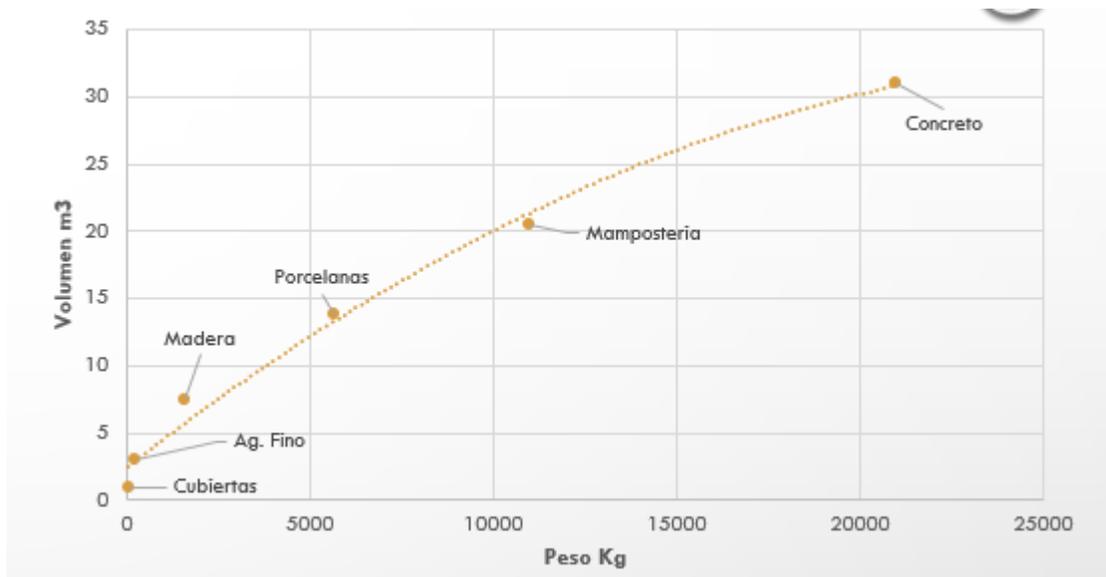


Figura 40. Densidad de materiales en la Zona 5. Barrio San Jorge II Etapa.

En definitiva se estima que en términos de densidad el promedio general de las zonas de estudio es de 1025.5 Kg/ m³, y el promedio de peso de todas las zonas se encuentra en 18987.36 Kg con lo cual hay por lo menos más de 18 toneladas por zona que pueden ser absolutamente aprovechables para el beneficio de la ciudad. Cabe aclarar que el promedio de densidades supone una tasa baja debido a los pocos volúmenes de plástico, vidrio, madera y cubiertas que están presentes en una cantidad bastante baja.

8.6 COMPARACION DE LA CARACTERIZACION DE LOS ESCOMBROS LEGALES CON LOS ILEGALES.

A continuación se mostrarán los resultados que competen la situación en los dos frentes, tanto el legal como el ilegal, para determinar el verdadero impacto que se genera en el municipio

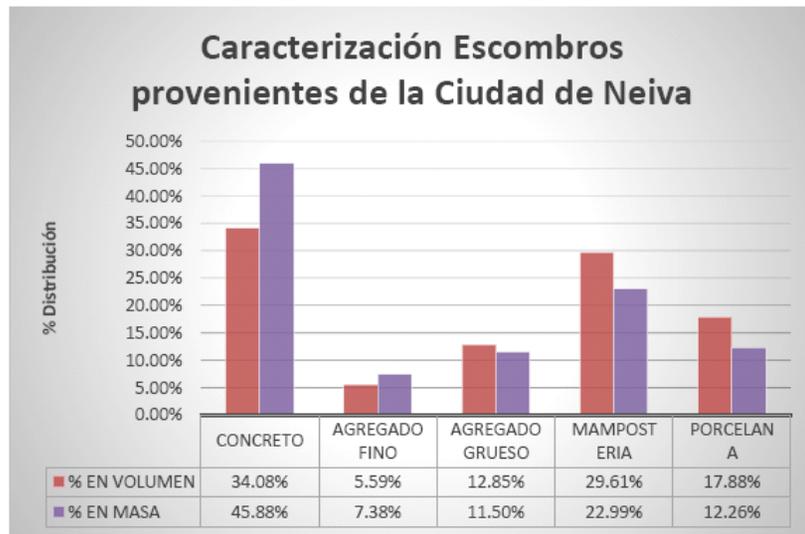
de Neiva, y por el cual no se han tomado acciones para mitigar la problemática que se encuentra de acuerdo a lo establecido en el planteamiento del problema.

Tabla 17. Volumetría y pesos generales en todas las zonas ilegales

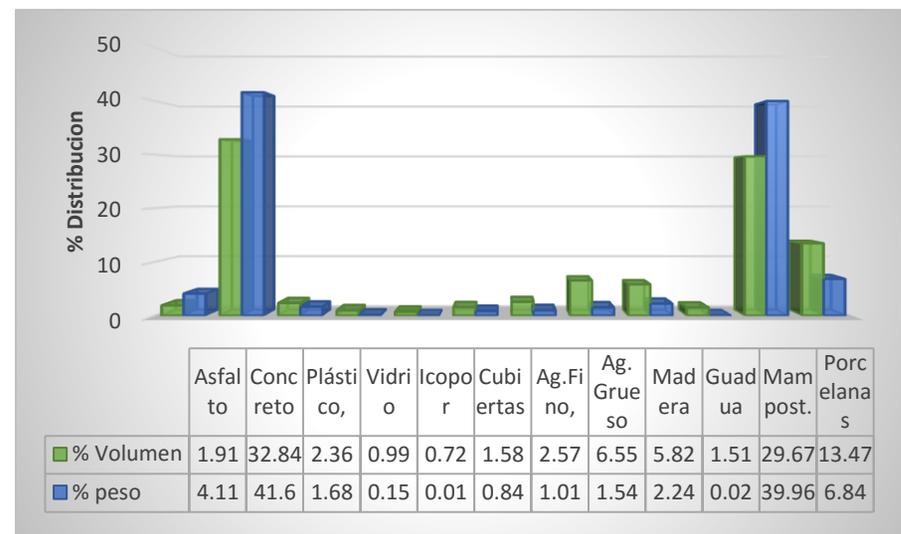
No	MATERIAL	Total Volumen por material (M3)	Total Peso Por Material (Kg)
1	Asfalto	4.7	1105.46
2	Concreto	70.87	21197.46
3	Plástico, súper board y drywall	5.82	451.02
4	Vidrio	2.44	40.88
5	Icopor	1.78	3.58
6	Cubiertas	3.9	225.48
7	Agregado Fino, suelo compactado	6.33	272.78
8	Agregado Grueso	16.14	414.62
9	Madera	14.32	601.89
10	Guadua	3.71	5.09
11	Mampostería	63.06	18755.8
12	Porcelanas	33.17	2839.79
TOTAL		246.24	36913.85

Los resultados de la tabla 17 son generales y abarcan todo el consolidado de las 5 zonas estudiadas, como aspecto importante se nota lo que se ha venido encontrando a lo largo de la investigación, con lo cual el concreto y la mampostería son predominantes, por otra parte; a pesar de que el icopor y el vidrio están en mayor proporción, son materiales que generan prejuicios y mayor susceptibilidad a propagación de incendios y no se consideran despreciables sus cantidades en volumen y peso, además el vidrio es un objeto cortante con lo cual se hace aún más peligroso.

En la Figura 41 se hará la respectiva comparativa de lo que se encuentra en el relleno sanitario Los Ángeles en proporciones de porcentaje en peso y volumen y lo que se encuentra en las zonas estudiadas por el proyecto, las cantidades expresadas con base a unidades de Sistema Internacional.



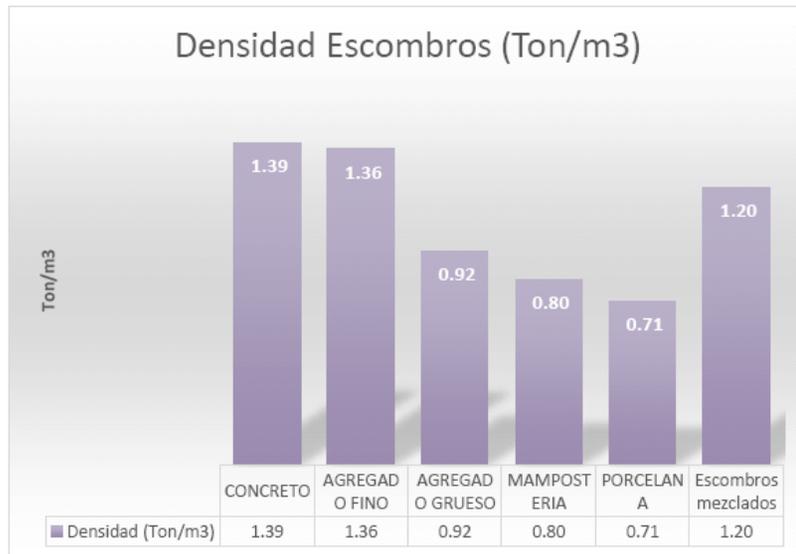
Escombros Legales Fuente:(Ciudad Limpia, 2016)



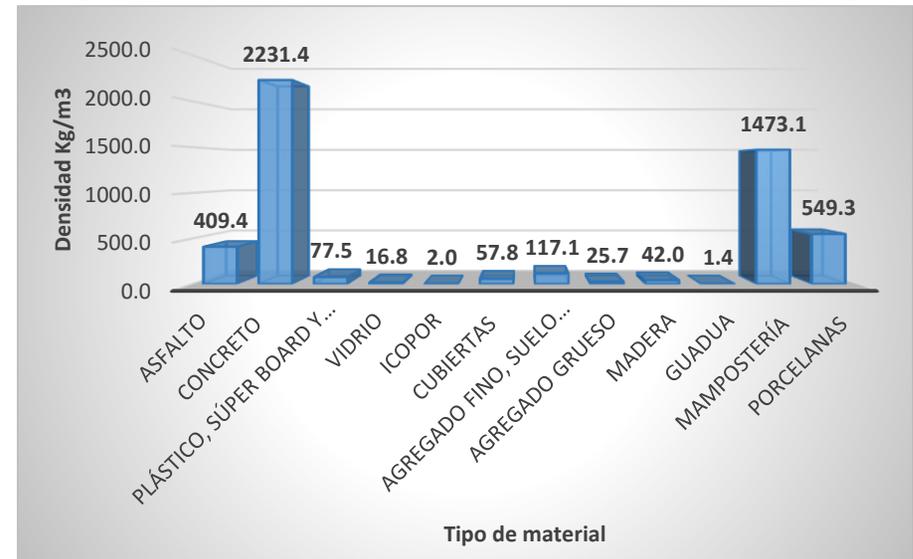
Escombros Ilegales

Figura 41. Graficas comparativas de escombros Legales e ilegales.

Los resultados de la tabla 17 y lo evidenciado en la figura 41, define la situación de los sitios ilegales respecto a lo que se ha caracterizado en el relleno sanitario los Ángeles, se ha tomado en consideración también los demás residuos que no competen la caracterización de la zona legal, asumiendo que los contenidos de plástico vidrio, Icopor, madera, guadua y asfalto, hacen parte del grupo que ciudad limpia determina escombros mezclados, y que tienen como densidad una porción significativa. No obstante se mantiene la tendencia de los porcentajes en cuanto a material, debido que el concreto la mampostería y la porcelana tienen una predominancia importante respecto de los demás materiales, se puede afirmar entonces que en las escombreras ilegales se genera prácticamente la misma cantidad de volumen que en el relleno, situación que define que los 26913.85 Kg están muy cerca de los valores que recoge el relleno en una parte del año.



Densidades escombros legales Fuente: Ciudad Limpia, 2016.



Densidad escombros Ilegales

Figura 42. Graficas comparativas de densidades legales e ilegales.

En la figura 42. Se observa la diferencia significativa, en cuanto a valores de agregado fino, mampostería, concreto y asfalto debido a que por ejemplo el concreto tiene variaciones de acuerdo a su consistencia, el contenido de sus agregados y la relación para la cual se haya establecido su propósito, sus densidades oscilan entre los 1500 Kg/m³ y los 2500 Kg/m³, en la mampostería las densidades tienen valores promedio de 1000 Kg/m³, también se encuentra que:

“La densidad del concreto varía dependiendo de la cantidad y la densidad del agregado, la cantidad de aire atrapado (ocluido) o intencionalmente incluido y las cantidades de agua y cemento. Por otro lado, el tamaño máximo del agregado influye en las cantidades de agua y cemento. Al reducirse la cantidad de pasta (aumentándose la cantidad de agregado), se aumenta la densidad. En el diseño del concreto armado (reforzado), el peso unitario de la combinación del concreto con la armadura normalmente se considera 2400 kg/m³ (150 lb/ft³)” (Arredondo, 1972).

De la anterior afirmación se puede decir que la densidad del concreto en la zona legal es baja debido a que ya ha pasado mucho tiempo desde que se demolió y la cantidad de pasta ha aumentado a su máximo valor de acuerdo a su propósito, con lo cual también

se deduce que la cantidad de agregado en los concreto es reducida, caso que no pasa en la zona ilegal debido a que se encontró en varias zonas concretos con alta cantidad de agregados.

Para el caso de la mampostería se presenta que las arcillas, que son el material principal de fabricación de dichos elementos las densidades promedio se acercan a los 2500 kg/m^3 (Zea,2005),en el ámbito legal; es decir en el relleno los ángeles presenta un 0.80 Ton/m^3 bajo al igual que en la zona ilegal, que solo presenta un valor cercano a las 1.5 Ton/m^3 , por consiguiente es necesario aclarar de manera enfática que los escombros analizados de acuerdo a su densidad están relacionados de acuerdo a la cantidad encontrada y a la relación de volumen y peso en una unidad de Área y no de acuerdo a su densidad experimental relacionada con el laboratorio, con lo cual se especifica simplemente cual es la relación de peso por cada unidad de volumen, por último se encuentra que la precisión varía de acuerdo a los equipos de medición y a la variabilidad de muestras tomadas, con lo cual solo se estiman valores aproximados.

El último aspecto que es importante mencionar en cuanto al concreto que es el que presenta mayor cantidad en el estudio realizado, es el hecho de que se le aplican aditivos, con lo cual se afirma que *“En realidad el peso específico del cemento no indica directamente la calidad del mismo, pero a partir de él se pueden deducir otras características cuando se analiza en conjunto con otras propiedades. Por ejemplo, una baja densidad y una alta finura indican que el cemento casi con seguridad, contiene adiciones cuando no se dispone de un análisis químico”* (Sanchez, 2001).

Quiere decir que la densidad se ve afectada también por estos aspectos lo que afirma la variabilidad y la diferencia de los valores en los concretos, y que con muchos los aspectos que lleva a que se puedan obtener densidades ya sea muy altas o muy bajas como ocurre en este caso, en la zona legal.

8.7 ESTIMACION DE LOS USOS DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCION. (PROTOCOLO DE RECOLECCION)

Encontrar el equilibrio ambiental, es la idea del hombre actualmente por proteger los recursos naturales, dicho esto, se da a la tarea de desarrollar un manejo integral de los residuos sólidos; especialmente a los residuos de construcción, que se generan mediante obras de ingeniería civil.

Hay que tener en cuenta, que, para poder clasificar los escombros, primero hay que hacer una caracterización de los materiales que lo integran, para poder transformarlos. Una buena caracterización permite desarrollar procesos de reutilización y reciclaje, además de que esto ayuda al equilibrio ambiental, por consiguiente se propone clasificarlos y destinarlos de acuerdo a la figura 43.



Figura 43. *Propuesta para el tratamiento de escombros*

Fuente: (Madrid, 1994 y Ferreira 2009)

En todo proyecto de construcción, se debe integrar un programa de gestión de residuos de escombros de carácter pro-ambiental y que estos puedan dar soluciones viables.

Ahora para el manejo de escombros y para poder reutilizarlos hay que desarrollar un plan de manejo de escombros.

Transporte: Para recogerlos y llevarlos al área designada de trabajo

Selección: Se escogen los escombros que se pueden reutilizar y reciclar, y los que no.

Siempre se ha encontrado que los escombros, son residuos con los que no se sabe qué hacer, y en la mayoría de casos no se sabe dónde desechar por lo que se convierte en un inconveniente

difícil de resolver en la Figura 44 se muestra parte de lo que se denomina como problema para muchas personas y que no solo involucra a los constructores.



Figura 44. *El problema (Fuente: Biocasa 2010)*

Transformación: escombros ya seleccionados se les da el proceso, para nuevos usos, en muchos caso la trituración para obtener agregados para concreto se opta por solución más común si se tiene en cuenta que el concreto es el primer elemento, y el de mayor utilización en el ámbito de la construcción. (Ver Figura 45).



Figura 45. *La Solución (Fuente: Biocasa 2010)*

Resultado: los escombros reutilizables se pueden volver útiles para la construcción, cumpliendo con las normas técnicas NTC, generando un nuevo producto factible para disminución de residuos (Ver Figura 45).



Figura 46. *El Resultado (Fuente: Biocasa 2010)*

En lo económico, social y ambiental, el proyecto de reutilización y reciclaje, puede ser beneficioso para estos 3 entes, porque reciclando y reutilizando, se ayuda a disminuir las zonas ilegales de escombros, se evita y se crea conciencia en los ciudadanos, y generar empresas encargadas de la recolección y transformación de estos.

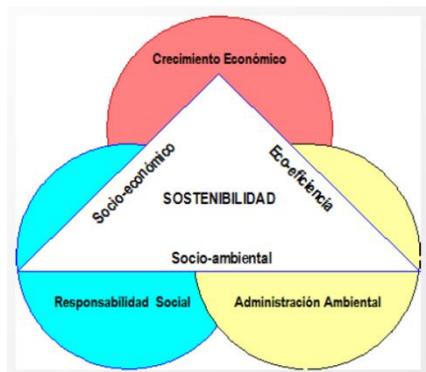


Figura 47. *Concepto del triple Resultado (Fuente: Salazar 2011)*

Si se desea que el reciclaje sea exitoso el triple resultado enseña la forma post reciclaje que comprende un sostenimiento de la actividad de reciclaje de escombros (Ver figura 47) en donde sea rentable producir nuevos productos generando empleo y más crecimiento económico, siendo uno de los pilares del trípode de sostenibilidad, el segundo hace referencia a la responsabilidad social la cual, delimita las acciones como ciudadano, de no desechar los residuos en zonas no legales para la disposición de estos es preferible dirigirse a la autoridad ambiental competente, la cual como tercer pilar controla los residuos y monitorea lo hecho por la metodología de trabajo propuesta por las normatividades y los decretos que se encuentren dentro del marco legal.

9. CONCLUSIONES

- Se estableció de manera específica la identificación y posterior localización de las zonas legales (Zona cero) e ilegales (Zonas (1-5)) del municipio de Neiva, con un error promedio, de 8m de desfase en la localización y de 155 m² comprendiendo el 0.001 % de toda el área total del municipio.
- Se caracterizó de manera detallada, los residuos presentes en todas las zonas de influencia, con un margen de error que podría ser despreciable de acuerdo con la magnitud de volúmenes que se manejan para la medición de los restos procedentes de la construcción.
- Se establecieron las propiedades físicas con la clasificación, peso, medida de los niveles de volúmenes y densidad presentes en cada una de las zonas descritas, determinando las formas y los materiales que se encontraron en cada lugar, donde el volumen y el peso se relacionan para obtener densidades variables de acuerdo a cada material, si bien el promedio de densidad tiene un valor de 1025.5 Kg/ m³, se estableció que para la metodología dispersa la densidad se ajusta de acuerdo a su desviación y su varianza.
- Se conoce la composición RCD, mediante el decreto 838 del 2005, además se estableció también la cuantificación de los residuos expresados en porcentaje en peso, determinando que en las 5 zonas ilegales hay presencia de 66.913,19 Kg de residuos en el global, y que el concreto, la mampostería y las porcelanas son los residuos que se generan en mayor proporción, el volumen ocupado por las 5 zonas ilegales obedece a un total de 246.24 m³ de residuos que en su 85% son reciclables o reutilizables.
- Se adopta la hipótesis principal y se rechaza la hipótesis alterna debido a que en la ciudad si hay conocimiento de una metodología de caracterización de residuos de construcción, en donde se recolecta información mediante mediciones volumétricas establecidas por el ente regulador interno de la empresa Ciudad Limpia, CAMACOL, y el DATMA no poseen la responsabilidad de hacer mediciones volumétricas en la ciudad por lo cual no se le atribuye los derechos de caracterización, procedimiento que si debe realizar el ministerio de medio ambiente el cual también tiene la obligación de monitorear los sitios para implementar sanciones a quienes desechen basuras, y entregar informes de caracterización de residuos, según lo contemplado en el decreto 357 de 1997.

- Se Estableció un plan de acción para adoptar usos, de los materiales desechados en las zonas, en donde se evidencia que los 31197.46 Kg de concreto, los 28755.8 Kg de mampostería y los 7839.79kg de porcelanas pueden reutilizarse para materiales nuevos, como agregados para distintos tipos de concreto, y materiales para tipos de ladrillo que cumplen con todas las normas NTC y NSR 2010.
- Se estimó el grado de vulnerabilidad de los escombros, encontrando que estos no generan grandes perjuicios a la salud humana pero si al paisaje y al espacio público, se enfatizó en el potencial de reutilización del material encontrado debido a que las aproximadamente 67 toneladas son reaprovecharles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaldía de Neiva, 2014. Información Sociodemográfica y procesos constructivos de las edificaciones en la ciudad de Neiva. Monografía.
- Aldana, A. Serpell, A, 2012. Temas y tendencias sobre residuos de construcción y demolición: Un meta análisis. Revista de la construcción. Vol. 12 No 22 PP 45-76.
- Arredondo, F. 1972. Estudio de materiales: V.-Hormigones. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento.
- Bedoya, C., 2010. El concreto reciclado con escombros como generador de hábitats urbanos sostenibles. Trabajo para optar por el título de Magister en Hábitat. Universidad.
- Biocasa., 2010. Muestra de construcción sostenible, hábitat y desarrollo sostenible. Una visión ambiental para Beneficiar los escombros de construcción. SENA, CAMACOL, ECOINGENIERIA S.A.S. Conferencia Centro cultural de Cali.
- Bueche, Federik, Hetch, Eugene., 2000. Física general décima edición. Editorial Mc Graw Hill.
- Chávez, A., Mejía A., Bernal, O., 2010. Análisis de información sobre el manejo y gestión de escombros a nivel nacional e internacional. Rev. Ingeniería Ambiental Universidad Militar Nueva Granada. Vol. 2. Pág.3.
- Chung, S. S., & Lo, C. W. H. (2002). Evaluating sustainability in waste management: the case of construction and demolition, chemical and clinical wastes in Hong Kong. Resources Conservation & Recycling, v 37 (2), pp 119-145.
- Cañas, J., 2014. Determinación del peso específico del cemento. Universidad Centroamericana UCA Ensayo No 1. Pág. 3.
- Ciudad Limpia S.A., 2016. Cámara de comercio de Neiva. Plan de Gestión de Residuos y Caracterización de Escombros provenientes de la Ciudad de Neiva. Pp 3.
- DANE. (Departamento Nacional De Estadística), 2015. Estadísticas de concreto Premezclado Boletín técnico. Diciembre.
- Del Río, M., Izquierdo, P., & Salto, I. (2009). Sustainable construction: construction and demolition waste reconsidered. Waste Management and Research, v 28 (2), pp 118-129
- Dulcey, L., 2008. Participación del proceso de producción de la empresa tecnopavimentos S.A, dentro el laboratorio de ensayos en obra, y coordinación del proceso de gestión de Calidad ISO 9001, Tesis de grado Universidad Pontificia Bolivariana. PP 78-80.

European Commission., 1999. Construction and demolition Waste management practices and their economic impacts. Report to DXGI, Finland, Pp 38.

Ferreira J. 2009. Aprovechamiento de escombros como agregados no convencionales en mezclas de concreto. Trabajo de grado para optar al Título de Ingeniero Civil. Facultad de ingeniería. Universidad Pontificia Bolivariana. Bucaramanga

González-fonteboa, B., Martínez-abella, F., Herrador, M. F., Seara-paz, S. (2012). Structural recycled concrete : Behaviour under low loading rate. *Construction and Building Materials*, 27(1): 612-622.

Jaillon, L., Poon, C.S., & Chiang, Y.H. (2008). Quantifying the waste reduction potential of using prefabrication in building construction in Hong Kong. *Waste Management*, v 29, pp 309-320.

Junta de Andalucía., 2011. Recomendaciones técnicas para la georreferenciación de entidades patrimoniales. Version 1.3. Instituto andaluz del patrimonio histórico. Consejería de cultura. PP 9-20.

Katz, A. & Baum, H. (2011). A novel methodology to estimate the evolution of construction waste in construction sites. *Waste Management*, v 31, pp 353-358.

Lau, H., White, A., Law P., 2008. Composition and characteristics of construction waste Generated by residential Housing Project. *International Journal Of Environment, Res.* Pages 263-264.

Lund, Herbert F., 1996. Manual Mc Graw Hill de reciclaje. España Editorial Mc Grw Hill. Vol 1., Pp 67.

Leite, M., Gualberto, J., Filho, F y Lima, P. (2012). Workability study of concretes made with recycled mortar aggregate, *Materials and Structures*, Págs :1765-1778..

Natalini, Mario B, Klees, Delia R, Tirner, Jirina., 2000. Reciclaje y reutilización de materiales residuales de construcción y demolición. Universidad Nacional del Nordeste., Pag 3

Marmolejo, G., 2012. Disposición ilegal de escombros y localización espacial de conflictos ambientales. Proyecto de investigación requisito para optar al título de Geógrafo. Pag 75-95.

Mattey, P., Robayo, R., Silva, y., Alvarez, N., Arjona, S., 2014. Caracterización física y mecánica de agregados reciclados obtenidos a partir de escombros de la construcción. *Revista informador técnico* Vol 2. Pag 122-127

Mercante I, 2007. Caracterización de residuos de la construcción. Aplicación de los índices de generación a la gestión ambiental. *Revista científica UCES.*, Vol. XI, Pág. 1.

Ministerio del medio ambiente. 1995. Guía técnica para el manejo de escombros en las obras de construcción. Unidad de soporte para el control de la contaminación industrial, Bogotá. Pp 32.

Monroy, M., 2012. Escombros producidos en las construcciones de Sincelejo, sucre, Colombia. Revista Colombiana de ciencias animales. Universidad de Sucre. Vol .4. Pp 398-405.

Molano, L., 2012. Interpolación Polinomial, algunas técnicas y su programación. Revista ciencia y desarrollo. Vol 4. No 1. Pp 43-61.

Muñoz, D., 2009. Metodología para la georreferenciación de elementos emisores y su implementación a través de un sig. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile. Revista Tiempo y espacio Vol. 21. Pág. 20-46.

Olarte, I., 1999. Alternativas para el tratamiento y la disposición final de los residuos generados en la industria de la construcción de la vivienda y edificación. Tesis de grado Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga. Pág. 96-102.

Olaya, J., Klinger, R., Delgado, J., 2004. Una aplicación del muestreo aleatorio simple para la caracterización elemental de residuos sólidos en la industria. Journal of Ciencia Técnica Edición 24. Universidad del Valle. Pág. 209-210.

Safiuddin, M., Salam, M y Jumaat, M. (2011). Effects of Recycled Concrete Aggregate on the Fresh Properties of Self-Consolidating Concrete. Archives of Civil and Mechanical Engineering, Págs. 1023-1041.

Salazar, A., 2011. Seminario Camacol (Cámara Colombiana de Construcción Cali). Pasos firmes hacia la sostenibilidad en Colombia. ¿Los escombros de construcción son realmente un problema Técnico?.

Sanchez, D, 2001. Tecnología del concreto y del mortero. Quinta edición, Shandar editores LTDA. Pontificia Universidad Javeriana. P 42.

Spoerri, A., Lang, D., Binder, C., & Scholz, R. (2009). Expert-based scenarios for strategic waste and resource management planning – C&D waste recycling in the Canton of Zurich, Switzerland. Resources, Conservation and Recycling, v 53 (10), pp 592 – 600.

Tam, V.W.Y. (2007). On the effectiveness in implementing a waste-management-plan method in construction. Waste Management, v 28, pp 1072-1080.

Tang, H. H. and Larsen, I. B. (2004), Managing Construction Waste – A Sarawak Experience, DANIDA / Sarawak Government UEMS Project, Natural Resources and Environmental Board (NREB), Sarawak & Danish International Development Agency (DANIDA).

Townsend, Timothy G., Yong-Chul, Jang y Weber, Billy. 2000. Continued research into the Characteristics of Leachate from construction and Demolition waste landfills. Journal of Department of Environmental Engineering Sciences, University of Florida. Pp 4-5.

Zaragoza, B., 2000. Reutilización de los residuos generados en obra para la obtención de Hormigones. Universidad de Alicante.SPE. TX.65-68 Pp.

ANEXOS

Anexo 1: Carta preliminar a la alcaldía de Neiva.

Neiva, 25 de mayo de 2015

Señora:
LUZ ADRIANA PERDOMO
SECRETARIA DE AMBIENTE
Ciudad.

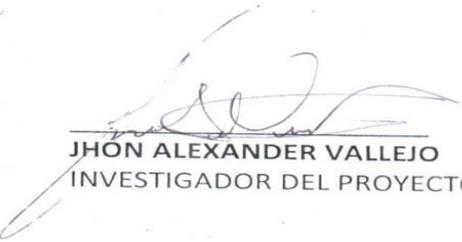
ALCALDIA DE NEIVA	
CORRESPONDENCIA	
25 MAY 2015	HORA 2:45p
RADICADO 22121	
FOLIOS 11	
NOMBRE FUNCIONARIO Alcaz	

Cordial Saludo:

La presente para hacer la solicitud de la información que ustedes poseen acerca de las zonas y la localización de botaderos de escombros en la ciudad de Neiva, ya que es una parte esencial de Nuestro proyecto de grado titulado "**Localización y caracterización de los escombros en la Ciudad de Neiva**", se necesitan los puntos legales en donde se botan los residuos de construcción. Además de ello solicitamos toda la información que puedan tener acerca de los escombros que se manejan en la ciudad.

Agradecemos su amable atención y su pronta respuesta.

Atentamente,


JHON ALEXANDER VALLEJO
INVESTIGADOR DEL PROYECTO


JHONNY SANDOVAL
COINVESTIGADOR DEL
PROYECTO

ANEXO 2: Carta De respuesta de la secretaria de Medio ambiente.

	OFICIO	
	FOR-CG-03	Versión: 01 Vigente desde: Junio 4 de 2014

ESPACIO PARA RADICADO

ALCALDIA DE NEIVA CORRESPONDENCIA	
19 JUN 2015	HORA _____
RADICADO _____	
FOLIOS _____	
NOMBRE FUNCIONARIO _____	

Oficio No. : 0 - 3664

Neiva, 18 JUN 2015

Señor:

JHON ALEXANDER VALLEJO

Dirección **Calle 39 # 24 Sur – 55 San Jorge # 2**

Teléfono **320 3928330**

Ciudad

Asunto: Solicitud de información "Localización y caracterización d los escombros en la Ciudad de Neiva.

Cordial saludo,

De acuerdo a su solicitud me permito remitirle la siguiente información:

- El municipio de Neiva cuenta con una Escombrera Municipal ubicada en el relleno sanitario los Ángeles la cual es operada por la empresa presentadora del servicio de aseo **CIUDAD LIMPIA**, Ubicada el Corregimiento de Fortalecillas Vereda la Jagua.
- Actualmente se encuentra en proceso de legalización la escombrera Neiva la Nueva ubicada en el sur de la ciudad.

Agradezco su atención,

Atentamente,



LUZ ADRIANA PERDOMO CUMBE
Secretario de Medio Ambiente

Proyectó: PILAR TRUJILLO ORTIZ
CONTRATISTA

Anexo 3: Metodología gráfica de la Georreferenciación de Zonas.

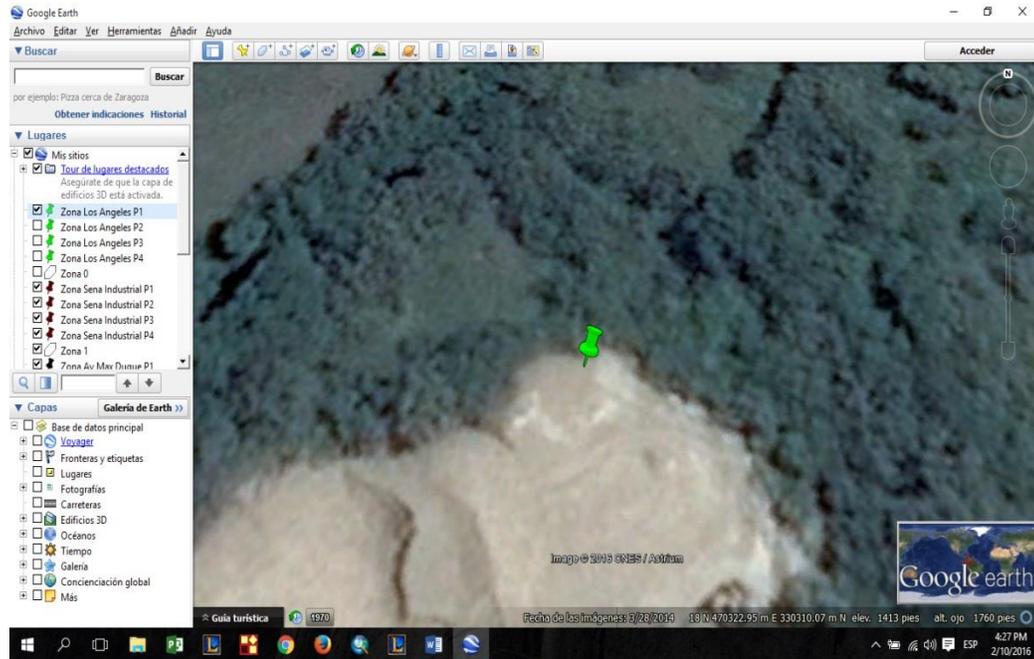


Figura 1

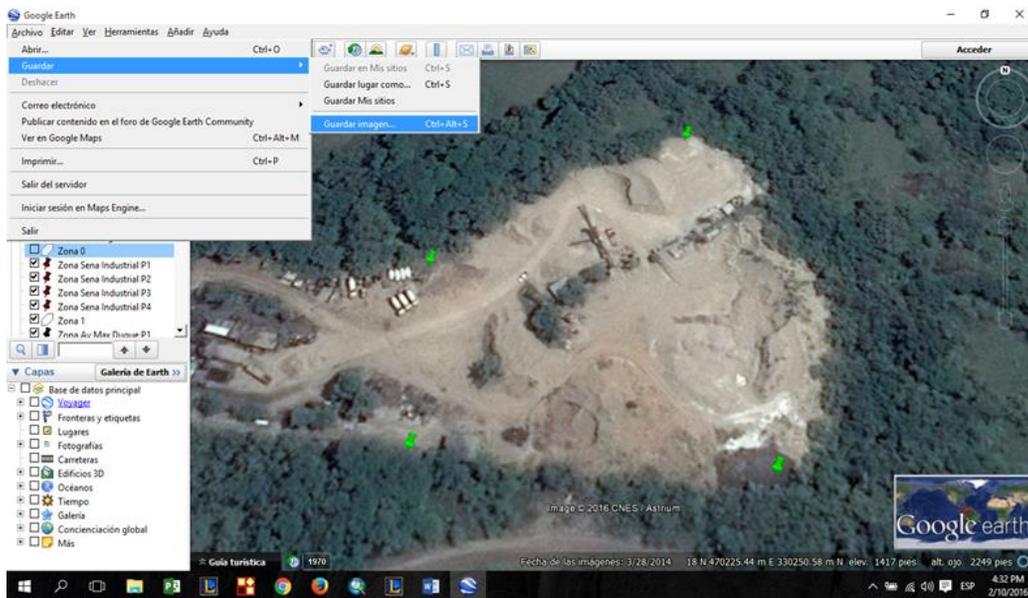


Figura 2

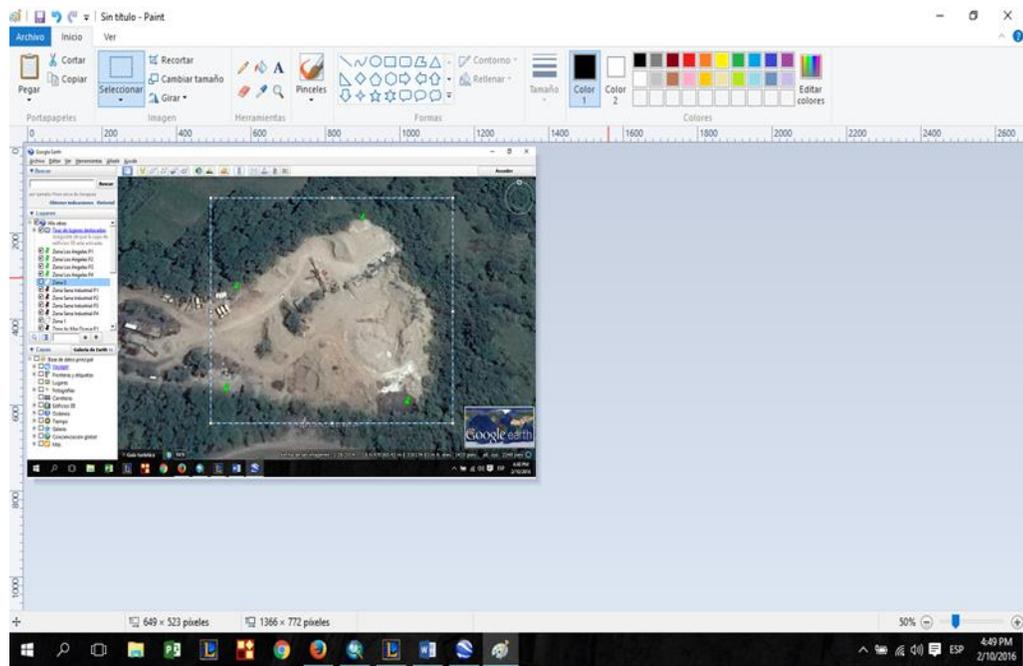


Figura 3.



Figura 4.

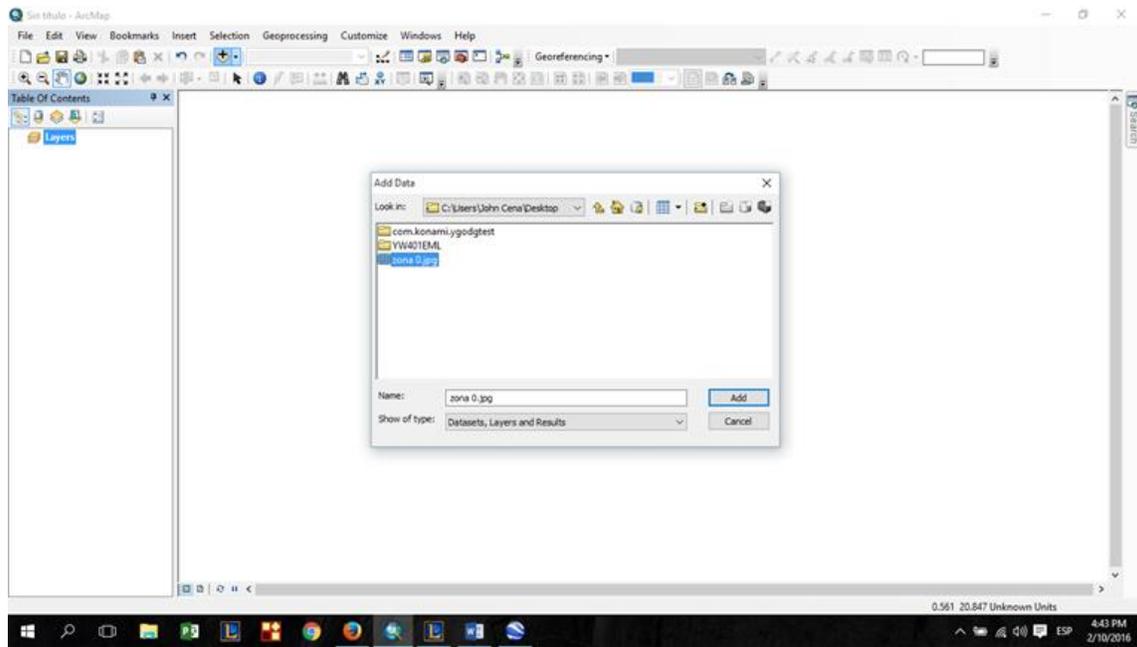


Figura 5

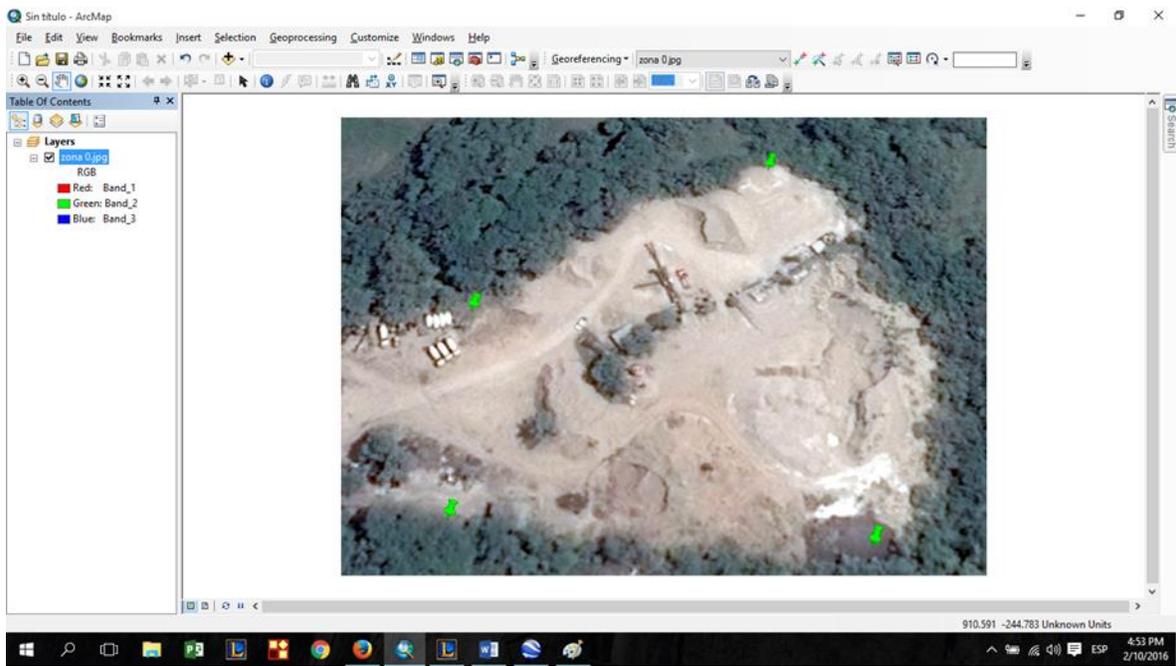


Figura 6

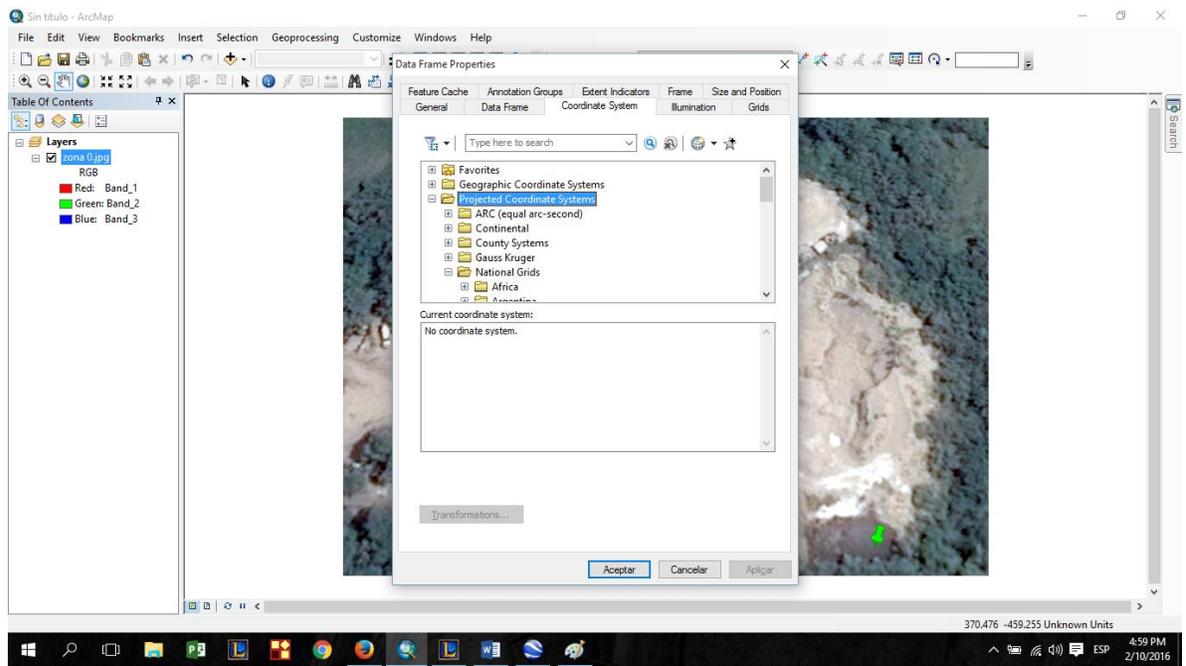


Figura 7

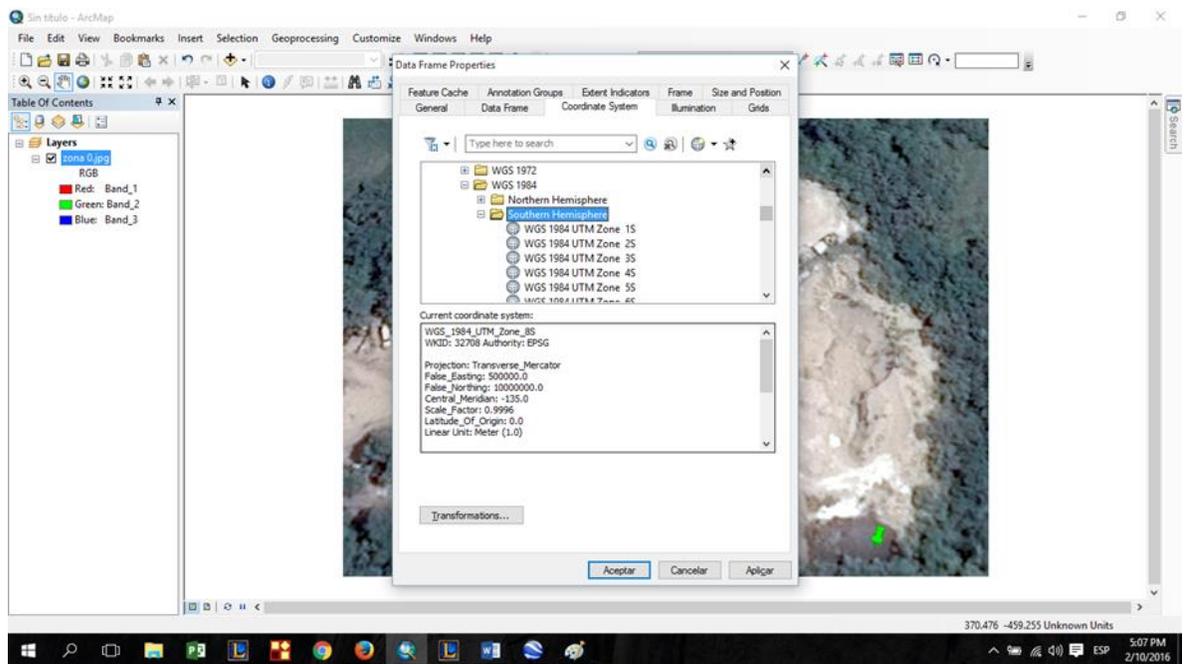


Figura 8

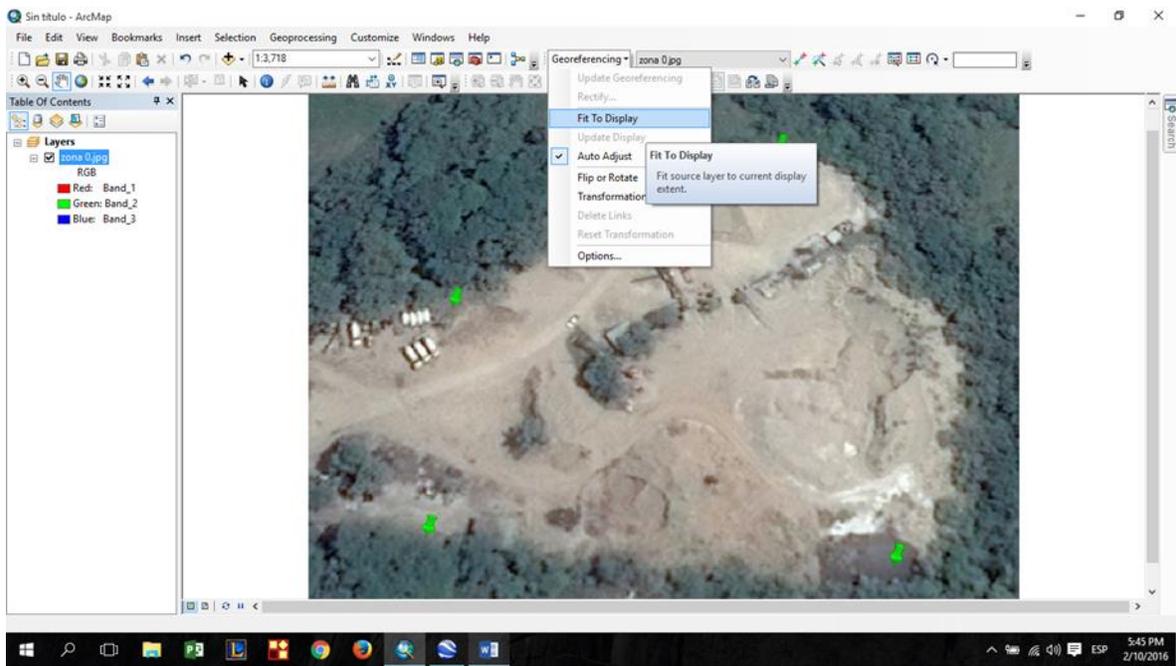


Figura 9

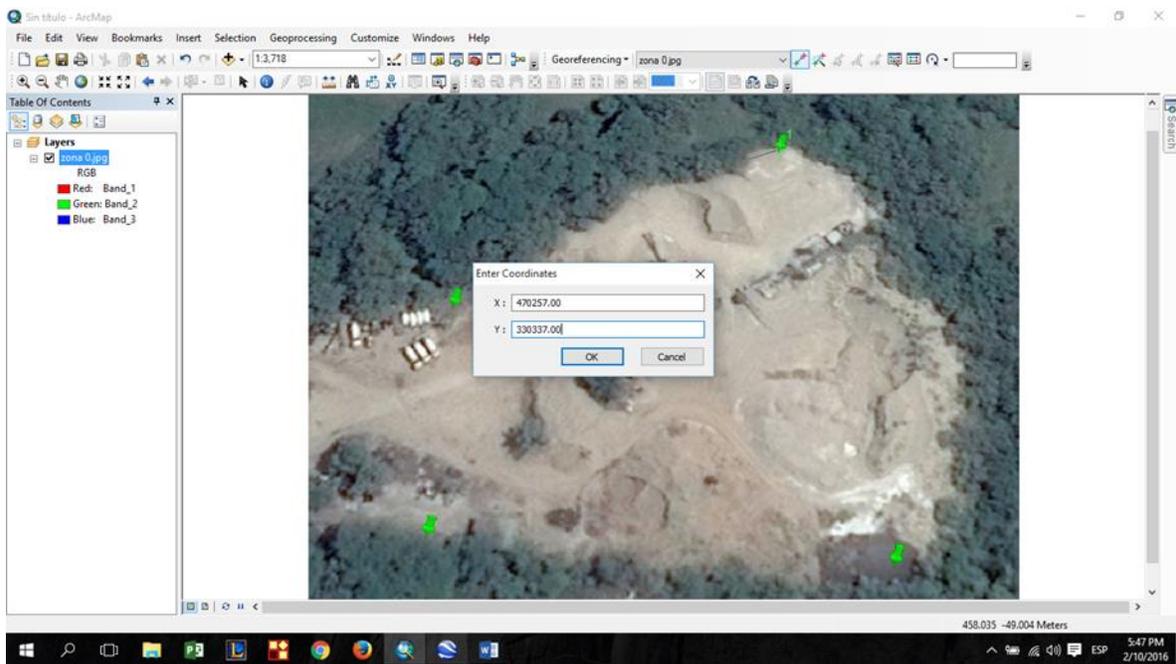


Figura 10

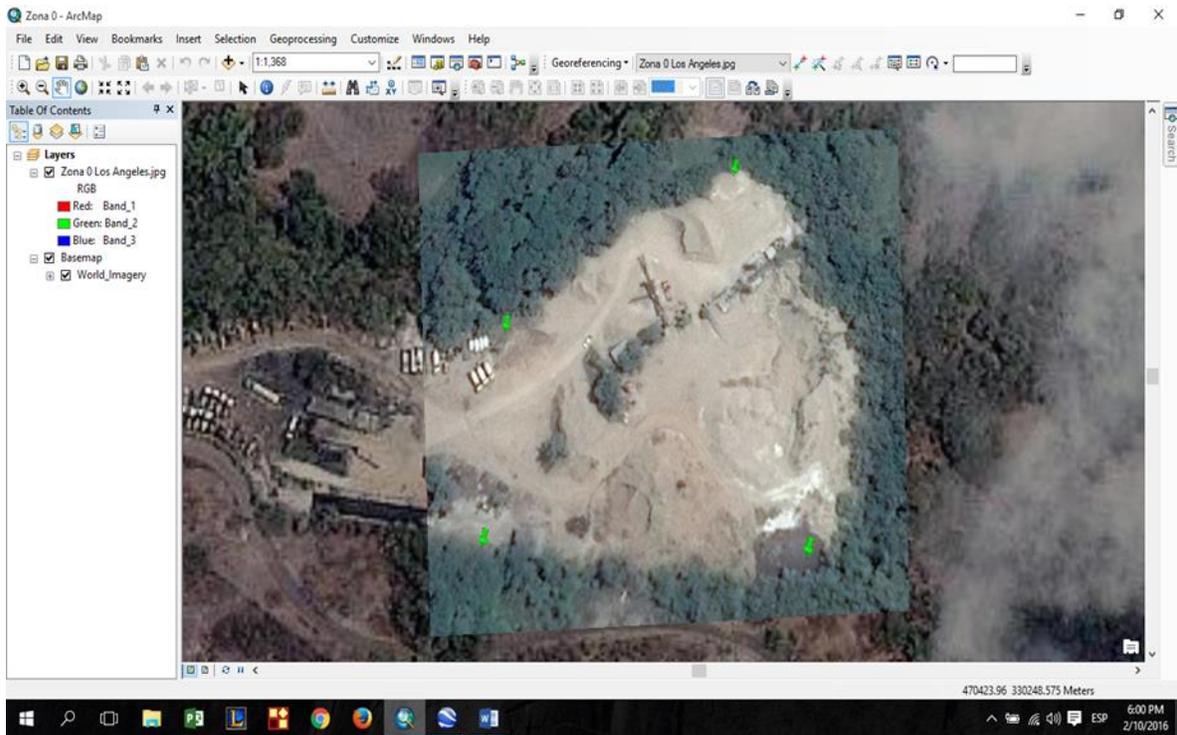


Figura 11

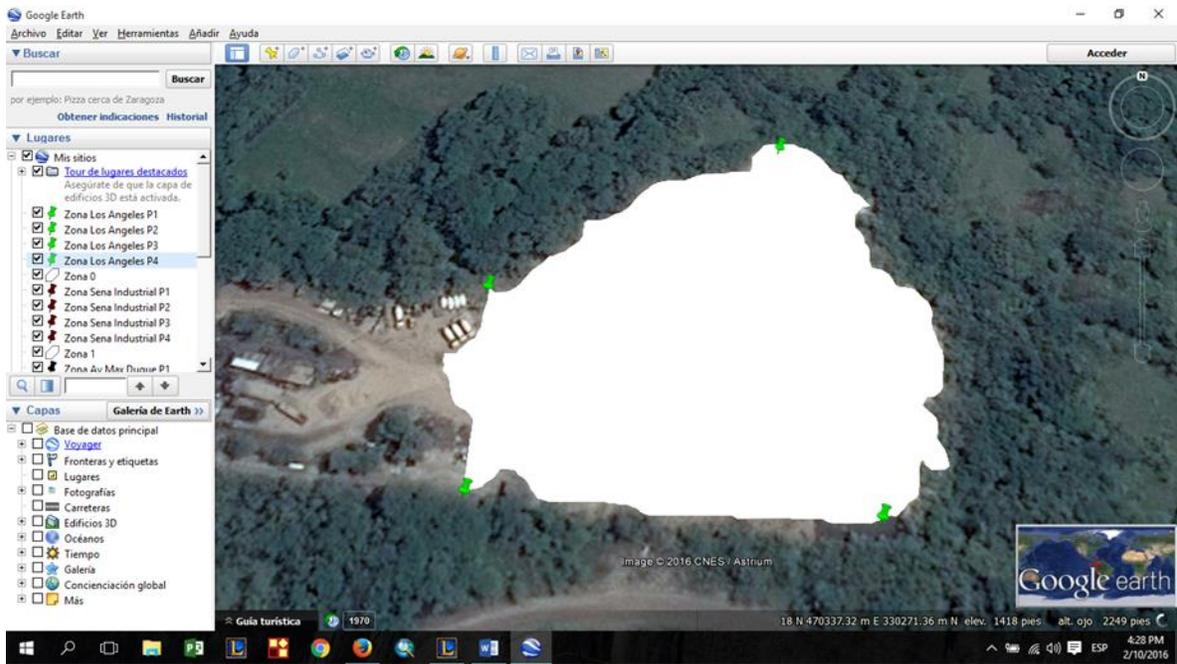


Figura 12

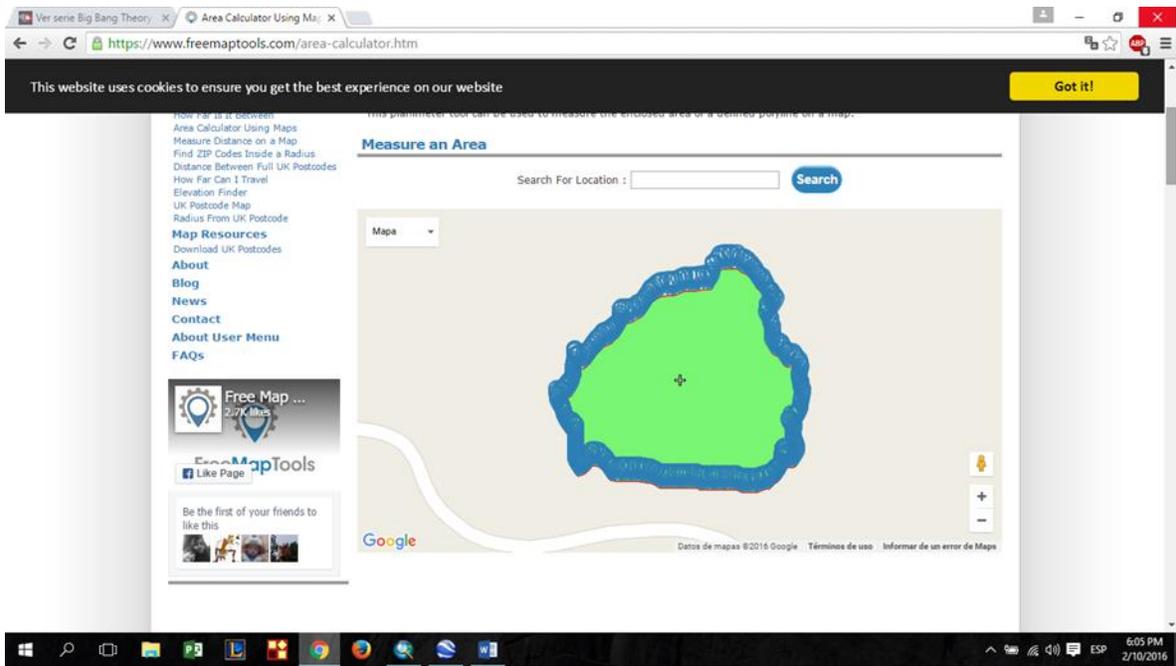
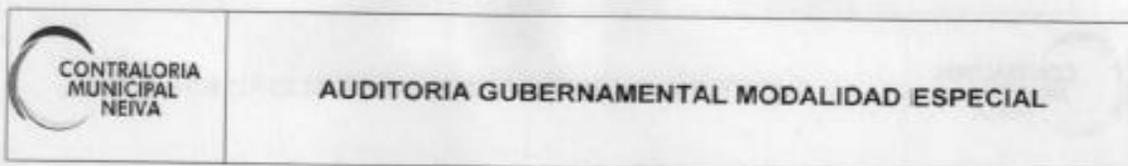


Figura 13

ANEXO 4: INFORME DE AUDITORIA GUBERNAMENTAL.



**INFORME DE AUDITORIA GUBERNAMENTAL MODALIDAD ESPECIAL
"MANEJO DE ESCOMBROS EN EL MUNICIPIO DE NEIVA"**

Contralora Municipal de Neiva: ALBA SEGURA DE CASTAÑO

Directora Técnica de Fiscalización: SONIA CONSTANZA GUTIÉRREZ ANDRADE

Responsable de Entidad: PEDRO HERNÁN SUÁREZ TRUJILLO

Equipo de auditores:

Líder ANDREA YAZMIN PUENTES BAHAMON
Ingeniera Ambiental Contratista.

Integrantes del equipo

JULIO ERNESTO SEGURA MOSQUERA
Contralor Comunitario Comuna 1

JEREMIAS HERNANDEZ NAVARRO
Contralor Comunitario Comuna 5

JOSE GUILLERMO LIZCANO RIVERA
Contralor Comunitario Comuna 6

HERZABEL RÍOS ZULETA
Contralor Comunitario Comuna 6

"Credibilidad en el control fiscal con prevención, participación y efectividad"

2

FI-F-27/V1/22-02-2013

estimado en recolección, transporte y descargue de las 1.100 toneladas se tomo como base la tarifa establecida en el 2013 para el estrato uno (\$14.000), reflejando un valor de \$6.416.200 y para disposición final (\$5.046.57) un valor de \$5.551.227 para un total de \$11.967.427. A pesar, de estos esfuerzos los sitios son de nuevo impactados evidenciando la falta de cultura ambiental de la Comunidad Neivana.

2. Recuperación de áreas impactadas por inadecuada disposición de escombros:

Para el desarrollo de esta actividad se ha realizado con el apoyo de otras instituciones el cerramiento de algunos sitios como el predio contiguo a Aguas del Huila y un costado del Rio del Oro específicamente Calle 2 Sur entre Carrera 5 y Carrera 2, en este último se implemento adecuación paisajística mediante siembra de árboles.

A pesar de las acciones ejecutadas por la administración para restituir el espacio público afectado por escombros en la ciudad, se pudo evidenciar en los recorridos realizados por esta territorial, que persiste el problema de ocupación y deterioro por la acumulación de residuos de construcción y demolición de obras en predios privados, zonas de ronda de ríos, quebradas y lagunas. Así mismo, se encuentran otro tipo de residuos tales como: llantas, restos de electrodomésticos, muebles, plásticos, computadores y/o periféricos, animales en descomposición, espumas, vidrio; lo que conlleva a la proliferación de vectores, contaminación visual, generación de emisiones atmosféricas, molestias a los peatones y usuarios de las vías por la obstrucción total o parcial, deslizamiento de materiales y modificando las condiciones normales del suelo en el área de influencia (ver imagen 1-8). Demostrando la indiferencia social y la falta de cultura ambiental para proteger los espacios públicos de la ciudad.

Imagen 1 y 2. Escombros y otros residuos como llantas en Rio del Oro



[Firma]

11

"Credibilidad en el control fiscal con prevención, participación y efectividad"

FI-F-27/V1/22-02-2013

Imagen 3 y 4. Estado de sitios intervenidos por la SMA (Rio del Oro y Calle 64)



Imagen 5 y 6. Detrás del Sena Industrial y Predio Contiguo Aguas del Huila



Imagen 7 y 8. Barrio Los Colores y Laguna el Curibano



**Tabla 3. Tarifas de Recolección,
Transporte y Descargue**

ESTRATO	VALOR
PRIMER M3	GRATIS
RESIDENCIAL ESTRATO 1	\$ 14.000
RESIDENCIAL ESTRATO 2	\$ 18.000
RESIDENCIAL ESTRATO 3	\$ 20.000
RESIDENCIAL ESTRATO 4	\$ 24.000
RESIDENCIAL ESTRATO 5	\$ 26.000
RESIDENCIAL ESTRATO 6	\$ 30.000
GRAN PRODUCTOR	\$ 45.000

Fuente: Ciudad Limpia, 2014

**Tabla 4. Tarifa Disposición final
de escombros**

CONCEPTO	COSTOS \$/Ton
Operación Maquinaria Pesada	\$ 1.910,59
Costos de Vigilancia	\$ 960,00
Costos de Licenciamiento e Infraestructura Escombrera	\$ 1.166,67
A.I.U. (25%)	\$ 1.009,31
VALOR TONELADA DISPUESTA	\$ 5.046,57

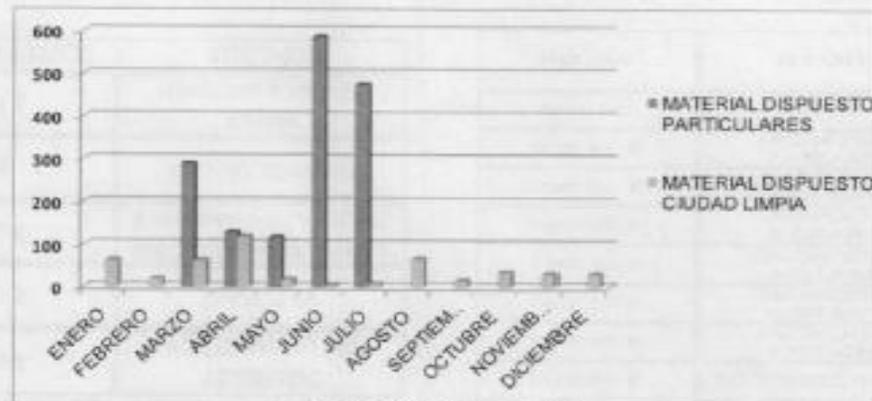
Fuente: Artículo 1 Acuerdo 006 de 2013

**Tabla 5. Ingresos de Escombros al Relleno Sanitario
Los Ángeles, 2013**

MES/TONELADAS	MATERIAL DISPUETO PARTICULARES	MATERIAL DISPUETO CIUDAD LIMPIA	TOTAL
ENERO		64,35	64,35
FEBRERO		20,81	20,81
MARZO	289,36	63,77	353,13
ABRIL	129,45	119,37	248,82
MAYO	118,36	18,92	137,28
JUNIO	586,36	5,46	591,82
JULIO	473,74	9,67	483,41
AGOSTO		67,81	67,81
SEPTIEMBRE		17,26	17,26
OCTUBRE		36,47	36,47
NOVIEMBRE		32,5	32,5
DICIEMBRE		32,64	32,64
TOTAL	1.597,27	489,03	2.086,30

Fuente: Ciudad Limpia, 2014

Figura 1. Disposición de Escombros Relleno Los Ángeles, 2013



Fuente: Ciudad Limpia, 2014.

En visita realizada al Relleno Sanitario Los Ángeles, se observó que los escombros que llegan son pesados y registrados en la báscula de la entrada donde de manera electrónica y mediante recibo físico se lleva un control de estos.

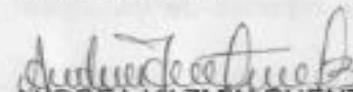
En la escombrera no se evidencia obras de drenaje en el interior para el manejo de aguas lluvias y sedimentos. Se observaron algunos otros residuos como llantas, plásticos, material vegetal proveniente poda, restos de computadores, entre otros. Contraviniendo lo reglado en el literal b y d del Artículo 16 de la Resolución 1457 de 2010 "por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas" y lo establecido en el literal a de la Resolución 1512 de 2010 "por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Computadores y/o Periféricos" (ver imagen 9-13).

Por lo tanto, es indispensable que la Administración Municipal y la autoridad ambiental cumplan con lo impuesto en los literales a y b del Artículo 15 de la Resolución 1457 y los literales a, b y c del Artículo 16 de la Resolución 1510 de 2010, toda vez que en las escombreras ilegales de la ciudad se observa el depósito de llantas y residuos de computadores y/o periféricos. Así mismo, es necesario que se definan estrategias para que los Residuos de Construcción y Demolición tanto de pequeños como grandes generadores, sean depositados en los sitios autorizados legalmente exigiendo la certificación de recolección, transporte y disposición final de los RCD.

CAUSA: Incumplimiento de las normas legales que regulan el tema de atención al ciudadano.

EFFECTO: No se tiene una respuesta oportuna tanto a clientes externos como internos, buscando la satisfacción y la mejora de la calidad de los servicios. (HAPM).

Equipo Auditor:


ANDREA YAZMIN PUENTES BAHAMÓN
Ingeniera Ambiental-Contratista



ANEXO 5: Carta de Solicitud de caracterización a Ciudad Limpia.



Universidad Surcolombiana
Nit. 891.180.084-2



Neiva, 19 de Enero de 2016

Ingeniero
JOSE SUAREZ
Gerente de Ciudad Limpia
Ciudad.

Cordial Saludo:

De la manera más atenta le solicito información sobre la caracterización que se realiza a los residuos de construcción que ingresan al relleno sanitario "Los Ángeles"; esta información nos será de gran ayuda para el proyecto titulado "localización y caracterización de los escombros de construcción en la ciudad de Neiva", indispensable para la obtención del título de Ingeniero Agrícola de la Universidad Surcolombiana.

El mes de Noviembre del 2015 fue radicada una solicitud para el ingreso a las instalaciones del relleno y poder realizar la caracterización (ver carta anexo). En el mes de Diciembre del mismo año, en horas de la tarde nos reunimos en su oficina donde se acordó que nosotros le suministraríamos información de la metodología de caracterización utilizada en el proyecto (ver correo electrónico) y que nos comunicáramos con los del PGIR (Cámara y Comercio). Lastimosamente en esas oficinas no hemos tenido respuesta a nuestra solicitud y tampoco nos hemos podido comunicar con usted vía telefónica.

Agradeciéndole su atención y pronta respuesta.

Atentamente,


JHON ALEXANDER VALLEJO
Estudiantes Ingeniería Agrícola -USCO

JHONNY E SANDOVAL
JHONNY EDUARDO SANDOVAL


VoBo. Ing. MAURICIO DUARTE TORO
Docente Planta USCO
Director del Proyecto
CEL: 313 8449437

Recibido
Fabiana Montaña
17-01-2016
11:25 AM.

ANEXO 6. Registro fotográfico de las visitas preliminares.

SENA INDUSTRIAL (CALLE 68 CON CRA 7MA)





En el SENA industrial se encontró la mayor diversidad de escombros, como se observa en las imágenes hay bastantes objetos a analizar ya que se encuentra en mayores proporciones elementos q no son solo mampostería y concretos, ya que hay presencia de plástico, drywall madera, y residuos no aprovechables como poli sombras entre otros materiales, que son convencionales, el SENA es una entidad que no ha hecho estudios de caracterización de basuras, con lo cual el ser aledaño a esta problemática, no lo ha puesto a preocuparse por las situaciones de su lindero, la situación quizá es la más grave debido a que por la diversidad de materiales hay más posibilidades a propagación de posibles incendios y malos olores, cercanos a una institución que como mínimo alberga 1500 estudiantes por día.

CALLE 64 AV INES GARCIA DE DURAN



En la zona 4 se encuentra la particularidad de un gran montículo de más de 2 m de alto, y presencia de residuos sólidos, que no conciernen escombros, acrecentando la problemática ambiental debido a que los escombros en la comunidad son vistos también como basura común, por lo cual se aprovechan de ello para botar cualquier objeto, siendo absolutamente dañino para la salud y el bienestar de las personas.

PUENTE EL TIZON



Las condiciones preliminares demuestran el estado en que se encontraban en junio los escombros que fueron desechados en esta zona, la predominancia siempre fueron los restos de concreto de morfología variable, con una asemejanza a rocas redondas en un 80 % esta situación permite inferir q la demolición en los sitios pudo haber sido selectiva.

ANEXO 7. CERTIFICADOS PONENCIA EN EVENTO ESPECIALIZADO.



SEMINARIO INTERNACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE



**NUEVAS TECNOLOGÍAS Y AVANCE ENTORNO AL CAMBIO CLIMÁTICO
CERTIFICADO DE PARTICIPACIÓN**

QUE SE OTORGA A:

JHON ALEXANDER VALLEJO

Identificado (a) con: 1075245844

POR HABER PARTICIPADO COMO PONENTE EN EL V SEMINARIO
INTERNACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE CON UNA INTENSIDAD DE 24 HORAS

REALIZADO EN PAMPLONA LOS DÍAS 11, 12 Y 13 DE NOVIEMBRE DEL 2015


JACIPTY ALEXANDER RAMON VALENCIA
COORDINADOR V SEMINARIO INTERNACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE




JAROL RAMÓN VALENCIA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA





SEMINARIO INTERNACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE



NUEVAS TECNOLOGÍAS Y AVANCE ENTORNO AL CAMBIO CLIMÁTICO
CERTIFICADO DE PARTICIPACIÓN

QUE SE OTORGA A:

JOHNNY EDUARDO SANDOVAL

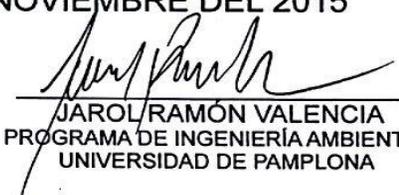
Identificado (a) con: 1075265197

POR HABER PARTICIPADO COMO PONENTE EN EL V SEMINARIO
INTERNACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE CON UNA INTENSIDAD DE 24 HORAS

REALIZADO EN PAMPLONA LOS DÍAS 11, 12 Y 13 DE NOVIEMBRE DEL 2015


JACI P. ALEXANDER RAMON VALENCIA
COORDINADOR V SEMINARIO INTERNACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE




JAROL RAMÓN VALENCIA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

