



**RESUMEN TESIS DE GRADO**

**AUTOR (ES):**

**NOMBRE (S):** HENRY MANUEL

**APELLIDOS:** MARTÍNEZ PALOMO

**NOMBRE (S):** MABEL LORENA

**APELLIDOS:** BOTELLO BOTELLO

**FACULTAD:** CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA AMBIENTAL

**DIRECTOR:**

**NOMBRE (S):** JOHN HERMOGENES

**APELLIDOS:** SUAREZ GELVEZ

**TITULO DE LA TESIS:** MODELACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE PARA EL ÁREA METROPOLITANA DE CÚCUTA A PARTIR DE LA ELABORACIÓN DE UN INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS DE FUENTES FIJAS PUNTUALES

**RESUMEN:**

El presente proyecto de grado modeló la dispersión del material particulado PST, PM10 y PM2.5 que es emitido por fuentes fijas puntuales en el Área Metropolitana de Cúcuta. Para esto, cuatro fases fueron desarrolladas. Una primera fase, en la que se elaboró un inventario de emisiones de fuentes fijas puntuales basada en la metodología propuesta por el manual de fundamentos y planeación de inventario de emisiones. Una segunda fase de diseño de matrices, con información resultante para ingresar al modelo sobre características de las fuentes, meteorología, topografía y ciertos tipos de receptores. Una tercera fase de decisión sobre qué modelo de dispersión usar y una cuarta y final en la que se corrió el modelo con las características plasmadas en las matrices, a través del software Breeze AERMOD/ISC v7.9.

Palabras claves: emisiones atmosféricas, calidad del aire, impacto ambiental.

**CARACTERÍSTICAS:**

**PAGINAS:** 275

**PLANOS:**

**ILUSTRACIONES:**

**CD-ROM:** 1

MODELACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE PARA EL ÁREA METROPOLITANA DE  
CÚCUTA A PARTIR DE LA ELABORACIÓN DE UN INVENTARIO DE EMISIONES  
ATMOSFÉRICAS DE FUENTES FIJAS PUNTUALES

HENRY MANUEL MARTÍNEZ PALOMO

MABEL LORENA BOTELLO BOTELLO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2015

MODELACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE PARA EL ÁREA METROPOLITANA DE  
CÚCUTA A PARTIR DE LA ELABORACIÓN DE UN INVENTARIO DE EMISIONES  
ATMOSFÉRICAS DE FUENTES FIJAS PUNTUALES

HENRY MANUEL MARTÍNEZ PALOMO

MABEL LORENA BOTELLO BOTELLO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
Ingeniero Ambiental

Director

JOHN HERMOGENES SUAREZ GELVEZ

Magister en ingeniería con énfasis en ingeniería sanitaria y ambiental

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2015

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO**

**FECHA:** 27 OCTUBRE DEL 2015

**HORA:** 05:00 P.M.

**LUGAR:** SALA DE JUNTAS FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA AMBIENTAL

**TÍTULO:** MODELACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE PARA EL ÁREA METROPOLITANA DE CÚCUTA A PARTIR DE LA ELABORACIÓN DE UN INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS DE FUENTES FIJAS PUNTUALES.

**MODALIDAD:** INVESTIGACIÓN

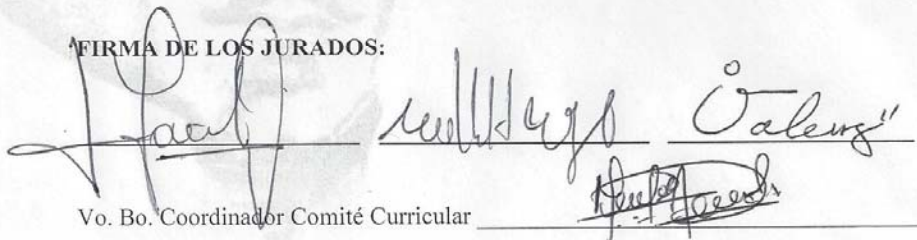
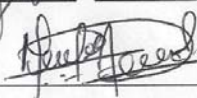
**JURADOS:** JUDITH YAMILE ORTEGA CONTRERAS  
WILHELM HERNANDO CAMARGO JÁUREGUI  
IBONNE GEANETH VALENZUELA BALCAZAR

**DIRECTOR:** JOHN HERMÓGENES SUÁREZ GÉLVES

NOMBRE DEL ESTUDIANTE	CÓDIGO	CALIFICACIÓN
MABEL LORENA BOTELLO BOTELLO	1650026	5.0
HENRY MANUEL MARTÍNEZ PALOMO	1650040	5.0

**OBSERVACIONES:** LAUREADA

**FIRMA DE LOS JURADOS:**

  
Vo. Bo. Coordinador Comité Curricular 

## **Dedicatoria**

A mi madre quien en vida luchó por sus hijos y ayudó a formar en ellos una mente con gusto por el conocimiento y la no rendición. Promesa cumplida Clara I.

A mi hija Inti, quien siento, el ser más especial que la vida ha puesto en mi camino.

A Lore por compartir toda esta travesía a mi lado y a su familia por el apoyo recibido.

A mis hermanos Carlos y Daniel, mi tía Beatríz, mi prima Beatríz, a Zilack, Eliecer y a mi abuela Nina, quienes desde sus propias perspectivas siempre han sido un gran apoyo en todos los momentos. A mi viejo.

Henry

A Dios por darme la vida y ser él quien cada día me da la sabiduría para lograr cada una de las metas propuestas.

A mi padre y a mis seres queridos que han partido dejándome sus ejemplos de vida.

A mi madre que con su gran amor y apoyo incondicional ha hecho posible mi formación académica.

A Inti por haber llenado mi vida de tanto amor y fortalecer mi fe.

A mis hermanos Jairo, Yajaira y Franklin quienes me apoyaron cada momento en este logro.

A mi compañero de tantas vivencias, entre ellas éste trabajo de grado.

Lorena

## **Agradecimientos**

A Dios.

Al ingeniero Santos Omar Monsalve, actualmente Coordinador del Proyecto Calidad del Aire y funcionario de CORPONOR, por la oportunidad y el respaldo brindado.

Al ingeniero John Suárez, decano de la Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente de la UFPS, quien hizo posible que este trabajo de grado fuera una realidad y por la orientación recibida.

Al conjunto de docentes que han hecho parte del proceso formativo.

A Alexander Sánchez y Victoria Villamizar, de la facultad de ciencias agrarias y del ambiente, por su permanente colaboración en los trámites académicos y administrativos que surgieron durante los estudios cursados.

Al ingeniero Petter Millian de K2 ingeniería y al ingeniero Carlos Echeverry, decano de la facultad de ingeniería ambiental en la universidad de Medellín por sus consejos y colaboración.

## Contenido

	<b>pág.</b>
Introducción	19
1. El Problema	24
1.1 Título	24
1.2 Planteamiento del Problema	24
1.3 Formulación del Problema	25
1.4 Justificación	25
1.5 Objetivos	26
1.5.1 Objetivo general	26
1.5.2 Objetivos específicos	26
1.6 Alcances y Limitaciones	27
1.6.1 Alcances	27
1.6.2 Limitaciones	27
1.7 Delimitaciones	28
1.7.1 Delimitación espacial	28
1.7.2 Delimitación temporal	28
1.7.3 Delimitación conceptual	28
2. Marco Referencial	30
2.1 Antecedentes	30
2.1.1 Experiencias internacionales	30
2.1.2 Experiencias nacionales	33
2.1.3 Experiencias locales	40

2.2 Marco Teórico	42
2.2.1 Atmósfera	42
2.2.2 Composición actual de la atmósfera	43
2.2.3 Contaminación atmosférica	44
2.2.4 Historia de la contaminación atmosférica	45
2.2.5 Proceso de contaminación atmosférica	47
2.2.6 Tipos de contaminantes del aire	48
2.2.7 Teoría sobre contaminantes de referencia	49
2.2.8 Plan de Gestión de la Calidad del Aire (PGCA)	56
2.2.9 Índice de calidad del aire de Colombia	57
2.2.10 Inventario de emisiones	64
2.2.11 Factores de emisión	66
2.2.12 Monitoreo y evaluación de la calidad del aire	67
2.2.13 Modelos de dispersión de la calidad del aire	68
2.2.14 Distribución gaussiana	70
2.2.15 Modelo de dispersión AERMOD	74
2.2.16 Modelo de dispersión ISC	76
2.2.17 BREEZE AERMOD / ISC SUITE v7.9	78
2.2.18 Unidades de combustión	79
2.2.18.1 Hornos de combustión	79
2.2.18.2 Calderas	87
2.2.18.3 Hornos Rotativos	88
2.2.18.4 Hornos crematorios	89
2.2.18.5 Hornos basculantes	90



2.2.18.6 Molino tostador de café	90
2.2.19 Equipos de control de contaminación del aire	90
2.2.19.1 Ciclones	90
2.2.19.2 Sistemas de dosificación	91
2.2.19.3 Precipitador electrostático	91
2.2.19.4 Filtros de manga	92
2.3 Marco Conceptual	92
2.4 Marco Legal	101
3. Diseño Metodológico	114
3.1 Tipo de Investigación	114
3.2 Fases de la Investigación	114
3.2.1 Fase 1. Elaboración de inventario de emisiones	115
3.2.2 Fase 2. Diseño de matrices de datos como insumos para el modelo	121
3.2.3 Fase 3. Selección del modelo de estimación de emisiones	123
3.2.4 Fase 4. Modelación	123
4. Resultados	125
4.1 Software para la Gestión y Administración de Inventarios de Emisiones – INTI	125
4.2 Meteorología	139
4.3 Inventario de Emisiones	141
4.4 Modelación	153
5. Conclusiones	173
6. Recomendaciones	177
Referencias Bibliográficas	179
Anexos	