



*INFORME FINAL DE PASANTIA DE
INVESTIGACIÓN*

SINDY BOLAÑO DÍAZ

CODIGO: 2008217008

FACULTAD DE INGENIERIA

*PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y
SANITARIA*

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA

2014



Tabla de contenido

1.	DESCRIPCIÓN DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN	5
1.1.	Director	5
1.2.	Misión	5
1.3.	Visión.....	5
2.	ASPECTOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	6
2.1.	OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	6
2.2.	ACTIVIDADES REALIZADAS	6
2.3.	RESUMEN.	7
2.4.	INTRODUCCIÓN.	8
2.5.	Terminología:.....	9
2.6.	ÁREA DE ESTUDIO.....	10
2.6.1.	Estación de bombeo de aguas residuales Norte.	10
2.6.2.	Campaña de monitoreo.	11
2.6.3.	Estación de bombeo de aguas residuales Manzanares.	11
2.6.4.	Campaña de monitoreo.	12
2.7.	METODOLOGÍA.	13
2.7.1.	Vista al lugar de monitoreo	13
2.7.2.	Implementación del sistema de medición.....	13
2.7.3.	Análisis de los resultados	14
2.7.4.	Análisis normativo.....	16
2.7.5.	Esquema de Aplicación de la resolución 1541 de 2013.	17
2.8.	RESULTADOS.	18
2.8.1.	Monitoreo Estación de Bombeo de Aguas Residuales Manzanares (EBAR - Manzanares).	18
2.8.2.	Monitoreo Estación de Bombeo de Aguas Residuales Norte (EBAR NORTE)	24
2.9.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.	27
2.9.1.	Estación de bombeo de aguas residuales Manzanares.	27
2.9.2.	Estación de bombeo de aguas residuales Norte.	28
3.	Artículo científico	29
4.	CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES.....	31
5.	BIBLIOGRAFÍA.	32
6.	Anexos.	35
6.1.	Formato frecuencia.	35



Monitoreo de olores ofensivos en el Distrito de Santa Marta, Magdalena.



6.2.	Formato de medición con el olfatómetro de campo Nasal Ranger.	36
6.3.	Imágenes del monitoreo.	37



Índice de tablas

Tabla 1. Actividades realizadas.	6
Tabla 2. Ubicación exacta de los puntos de monitoreo.	10
Tabla 3. Ubicación exacta de los puntos EBAR MANZ.	12
Tabla 4. Cronograma de mediciones.	12
Tabla 5. Análisis de la frecuencia, según normativa Alemana.	14
Tabla 6. Intensidad del olor según norma de Estado Unidos.	15
Tabla 7. Distribución porcentual de la intensidad odorífica EBAR-NORTE	26
Tabla 8. Citas mencionadas en el artículo.	29

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Puntos de monitores EBAR-NORTE	10
Ilustración 2. Punto de monitoreo EBAR Manzanares	11
Ilustración 3. Ubicación de los puntos de monitoreo, según la metodología.	14
Ilustración 4. Olfatómetro Nasal Ranger.	15
Ilustración 5. Frecuencia Línea 1.	18
Ilustración 6. Frecuencia En Línea 3	19
Ilustración 7. Frecuencia en Línea 4.	19
Ilustración 8. Intensidad en las horas de la mañana 60 D/T.	20
Ilustración 9. Intensidad odorífica en las horas de la mañana 30 D/T.	20
Ilustración 10. Intensidad odorífica en las horas de la mañana 15 D/T.	21
Ilustración 11. Intensidad odorífica en las horas de la mañana 7 D/T.	21
Ilustración 12. . Intensidad odorífica en las horas de la mañana 4 D/T.	22
Ilustración 13. Intensidad odorífica en las horas de la mañana 2 D/T.	22
Ilustración 14. Comportamiento de la temperatura en el segundo bloque horario	23
Ilustración 15. Intensidad odorífica en el segundo bloque horario.	23
Ilustración 16. Intensidad odorífica en el tercer bloque horario.	24
Ilustración 17. Porcentaje tiempo de olor.	25
Ilustración 18. Distribución de la intensidad de olor en las diferentes líneas.	26
Ilustración 19. Porcentaje del tono hedónico registrado.	27



1. DESCRIPCIÓN DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN

Grupo de Investigación en Modelación de Sistemas Ambientales-GIMSA se creó en el año 2005 y avalado por la Universidad del Magdalena, tiene su sede en el Cubículo 7 del INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TROPICALES –INTROPIC. El Grupo de Investigación se encuentra adscrito a la Facultad de Ingeniería, y categorizado por COLCIENCIAS.

Las líneas de investigación declaradas por el grupo en el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación corresponden a:

- ✓ Modelación Ambiental
- ✓ Contaminación Ambiental
- ✓ Salud Pública y Salud Ambiental.

Servicios:

- ✓ Tratamiento de Agua
- ✓ Tratamiento de Emisiones Atmosféricas y calidad del Aire
- ✓ Gestión Ambiental

1.1. Director

Yiniva Camargo Caicedo.

1.2. Misión

El Grupo de Investigación en Modelación de Sistemas Ambientales-GIMSA trabaja en el ámbito de la generación de nuevo conocimiento apoyado en las actuales tendencias de las tecnologías de manejo de información que permiten la simulación numérica de fenómenos ambientales que contribuyen establecer el grado de afectación del medio y a predecir las alteraciones generadas por las actividades antropogénicas.

1.3. Visión

GIMSA buscará mediante la modelación ambiental desarrollar la simulación de fenómenos de transporte a partir del uso de paquetes informáticos, que permitan establecer cambios en las variables que se desean estudiar con la finalidad de prevenir efectos negativos sobre el medio ambiente y aplicar los resultados en la toma de decisiones en relación al manejo de los sistemas ambientales.



2. ASPECTOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO.

General.

- Implementar una metodología en el Distrito de Santa Marta, Magdalena- Colombia la cual sea eficaz para cuantificar la emisión de olores ofensivos por fuentes puntuales y realizar publicaciones literarias correspondientes al tema.

Específicos.

- Identificar el área de estudio.
- Realizar la implementación del sistema de monitoreo.
- Determinar el nivel de inmisión en las zonas monitoreadas.
- Efectuar la realización de publicaciones literarias correspondientes al tema de investigación.

2.2. ACTIVIDADES REALIZADAS

Tabla 1. Actividades realizadas.

Actividades	Sub-actividades	observaciones
Aplicación de la metodología Olfatometría de Campo	Identificación de las zonas a monitorear	Para el desarrollo de este ítem se realizó una visita al DADMA, en el cual proporcionaron información referente a los puntos que presentaban mayor número de quejas por parte de la comunidad, posteriormente se visitó los lugares para verificar la información.
	Verificación del área de estudio.	Previo a la realización del monitoreo se realizó un recorrido de campo con el fin de determinar: Ubicación de líneas de monitoreo, peligrosidad del lugar y diligenciar la encuesta con la cual se medía el nivel de molestia de las personas.
	Implementación del sistema de monitoreo	En la actividad se presentó un inconveniente con la parte económica, debido a que no se recibió apoyo por parte de ninguna entidad para desarrollar el sistema de monitoreo.



Monitoreo de olores ofensivos en el Distrito de Santa Marta, Magdalena.



Redacción bibliográfica	Revisión bibliográfica	Con el fin de alcanzar un buen nivel en cuanto al manejo metodológico del tema se realizó la revisión de más muchos estudios que en cierto modo nos ayudaron a tener un buen manejo del tema.
	Elaboración de artículo científico	Se envió a la revista ING-CUC el artículo titulado "Análisis de las metodologías sensoriales para la medición de olores ofensivos" con fines de publicación, actualmente se encuentra en revisión por parte de la revista.

2.3. RESUMEN.

En el siguiente informe de pasantía de investigación se describen las actividades realizadas en el proyecto titulado "Determinación de la distribución espacial de los olores ofensivos en el Distrito de Santa Marta, Colombia utilizando el Nasal Ranger". En este proyecto se realizó la veraz aplicación de una metodología para la cuantificación de la emisión e inmisión de olores ofensivos en el Distrito de Santa Marta, para esto se escogió dos puntos de monitoreo: la Estación de bombeo de aguas residuales Norte y la estación de bombeo de aguas residuales Manzanares, estos lugares son los puntos más críticos de la ciudad, en cuanto a quejas y actos judiciales emitidos por la comunidad, ya que poseen problemas con los olores ofensivos. La metodología aplicada fue la olfatometría de campo la cual dio resultados que van acorde con la problemática que tienen estos lugares. Dentro del monitoreo se logró obtener la identificación del olor principal causante de afectación, la identificación del tono hedónico, las principales condiciones climáticas de la zona, la cuantificación del olor emitido, el carácter del olor y los puntos más críticos del lugar, es decir los puntos en los cuales se sentía con mayor intensidad el olor molesto. Otra actividad lograda fue la publicación bibliográfica de un artículo científico el cual será publicado al final del presente año en la revista ING-CUC.



2.4. INTRODUCCIÓN.

La problemática generada por los olores ofensivos es un tema que va en ascenso debido a que el sector industrial cada día crece más y muchas veces realizan malas prácticas en sus procesos o tienen fallas en la parte estructural, esto genera la emisión de olores al ambiente, los cuales ocasionan problemas en las comunidades vecinas. Pero para nadie es un secreto que las plantas de tratamiento de aguas residuales son una herramienta muy importante para evitar la contaminación y contribuir con el cuidado del medio ambiente, también favorece a la disminución de enfermedades gastrointestinales ocasionadas por el consumo de aguas contaminadas, pero el mal manejo de las instalaciones y los errores en el diseño pueden convertir a esta gran solución en un problema que afecta a una parte de la población. En las estaciones de bombeo de aguas residuales los olores son emitidos de los sistemas de colección, tratamiento y almacenamiento de aguas residuales, a través de la volatilización de compuestos orgánico en la superficie líquida.

Los olores en el tratamiento de las aguas residuales surgen principalmente de la biodegradación de las aguas residuales, especialmente la degradación anaerobia, y que son generadas por un número de diferentes compuestos de las aguas residuales, siendo los más significante las compuestos de azufre, el sulfuro de hidrogeno y mercaptanos [1].

Algunos estudios demuestran que la exposición a los olores puede causar diferentes efectos en los seres humanos, que van desde el estrés emocional, estados de ansiedad, malestar, hasta, dolor de cabeza o depresión [2]. De igual forma el olor es un contaminante que puede imponer estrés físico, psicológico y síntomas psicósomáticos como el insomnio, pérdida de apetito y conducta irracional [3].

Debido a la complejidad de la composición de los olores estos se hacen difícil de cuantificar convirtiéndose en un problema a la hora de definir si se está causando una fuerte, débil o nula afectación a la comunidad, ya que en varios casos la percepción por parte de la población puede ser subjetiva frente al problema, uno de los inconveniente de depender de la población residente es que su percepción de olores puede ser influenciada por su subjetividad, o por sus experiencias y opiniones (por ejemplo, el estrés o incluso odio debido a la molestia por olores, la sensibilización a olores específicos), lo cual puede resultar en respuestas poco fiables, de buena o de mala fe [4].

Por este motivo se hace necesario la implementación de una metodología que permita no solo identificar cual es o son los principales olores ofensivos que está afectando, si no que a su vez deje analizar la intensidad, dispersión y frecuencia. La técnica para detectar o medir olor es todavía olfatometría, este es el único sistema de medición, que puede reconocer olores reales porque se utiliza la nariz humana como el sensor correspondiente [5]. En esta técnica se parte desde el concepto principal de que existen dos líneas de medición, una que está enfocada a la evaluación de la emisión, es decir medición directamente en la fuente y la otra orientada a la evaluación de los niveles de olor en las áreas receptoras [6]. Lo cual permite tener una buena identificación de los niveles de olores en las áreas de estudio.



Monitoreo de olores ofensivos en el Distrito de Santa Marta, Magdalena.



En esta investigación se escogieron dos lugares como fuentes de estudio el primero fue la estación de bombeo de aguas residuales Norte (EBAR-NORTE) y el segundo fue la estación de bombeo de aguas residuales de Manzanares (EBAR-MANZANARES), debido a que después de hacer la consulta a la autoridad ambiental competente, se evidencio que estos lugares eran los que mayor número de quejas registraban por parte de la comunidad vecina, esta información se ratificó con unas encuestas realizada en estos lugares.

Los resultados del estudio arrojaron que la estación de bombeo Norte presenta mayor intensidad en el registro de olores, pero como en la estación de bombeo de aguas residuales manzanares está dentro del perímetro urbano el número de quejas y actos judiciales es mayor.

2.5. Terminología:

Para la implementación de la olfatometría dinamica se emplea una serie de términos, los cuales antes de entrar en materia, es de importancia aclarar.

Panel: se refiere al grupo de personas que se encuentran realizando el monitoreo.

Olor Ofensivo: Se define como un olor que causa molestia a las personas e incluso puede generar problemas de salud, como lo aseguran algunas investigaciones.

Frecuencia: Se refiere a que tan a menudo ocurre la exposición del olor ofensivo en estudio.

Intensidad: Es la percepción del panel de que tan fuerte es el olor.

Carácter: Permite describir y diferenciar cualitativamente los distintos olores, incluso de igual intensidad (afrutado, rancio, quemado, séptico).

Tono hedónico: Es determinado por el panel de personas que van a realizar el monitoreo, ellos se encargan de clasificar una muestra en una escala (ligeramente notable, desagradable, neutral, etc.).

D/T: Dilución hasta el umbral, es decir se refiere a la tasa de aire limpio diluido para las muestras que es controlada por el dial del olfatómetro.

2.6. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio escogida para la realización del monitoreo fue el Distrito de Santa Marta Magdalena, principalmente porque se encuentra dentro de nuestra zona de investigación prioritaria y también, debido a que es un lugar en el cual no se ha realizado ninguna investigación referente a este tema de olores ofensivos.

2.6.1. Estación de bombeo de aguas residuales Norte.

Esta Estación de bombeo está ubicada al frente de la Sociedad Portuaria, y es el lugar a donde llegan todas las aguas residuales del Distrito de Santa Marta y desde allí son bombeadas al emisario submarino, el cual es el destino final. Los sectores que más influye son el barrio San Martín y al Puerto Marítimo de Santa Marta. Las líneas de monitoreo quedaron ubicadas como se pueden apreciar en la Ilustración 1.

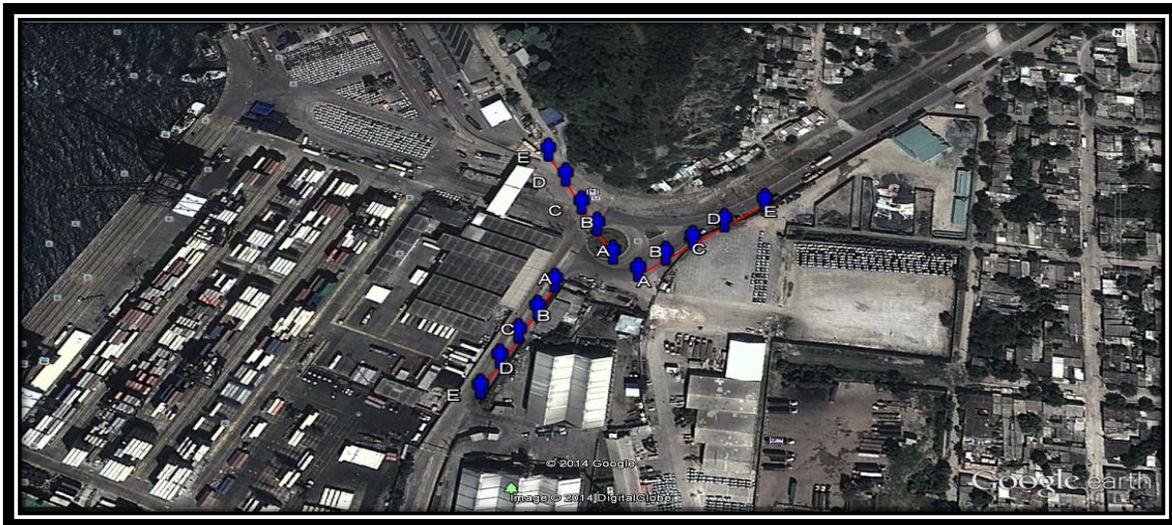


Ilustración 1. Puntos de monitores EBAR-NORTE
Fuente: google earth.

Tabla 2. Ubicación exacta de los puntos de monitoreo.

EBAR NORTE						
Puntos	Latitud			Longitud		
	Línea 1	Línea 2	Línea 3	Línea 1	Línea 2	Línea 3
A	11°15'00,3" N	11°14'59,4" N	11°15'02,6" N	74°12'44,9" W	74°12'46,7" W	74°12'43,5" W
B	11°15'00,7" N	11°14'59,0" N	11°15'02,7" N	74°12'44,2" W	74°12'46,9" W	74°12'44,1" W
C	11°15'01,2" N	11°14'58,6" N	11°15'02,8" N	74°12'43,7" W	74°12'47,1" W	74°12'44,6" W
D	11°15'01,6" N	11°14'58,3" N	11°15'02,9" N	74°12'43,5" W	74°12'47,3" W	74°12'45,1" W
E	11°15'02,0" N	11°14'57,8" N	11°15'03,2" N	74°12'43,2" W	74°12'47,7" W	74°12'45,6" W

2.6.2. Campaña de monitoreo.

En este lugar se realizó el monitoreo durante 10 días (entre el 21 de abril y el 5 de mayo de 2014), contemplando la medición diaria de 3 líneas de intercepción, las cuales se utilizaron para determinar la distribución espacial de la pluma de olor contaminante, el porcentaje de olor (frecuencia), la intensidad, el carácter y el tono hedónico, obteniendo resultados muy satisfactorio y representativos del lugar.

Las líneas se ubicaron teniendo en cuenta principalmente la dirección del viento, y los asentamientos de personas, también es importante resaltar que esta área se caracterizó por tener una alta peligrosidad lo que en cierta forma limitó la distribución de las líneas de monitoreo, también el alto flujo vehicular por ser una zona de cargue fue un factor limitante, esto no indica que no se haya dado una buena implementación del método debido a que las líneas se ubicaron en lugares estratégicos.

2.6.3. Estación de bombeo de aguas residuales Manzanares.

Está ubicada en la calle 30 con carrera segunda entre los Barrios La Tenería y Manzanares, los cuales son los que se ven más afectados por la emisión de olores ofensivos que posee esta estación.

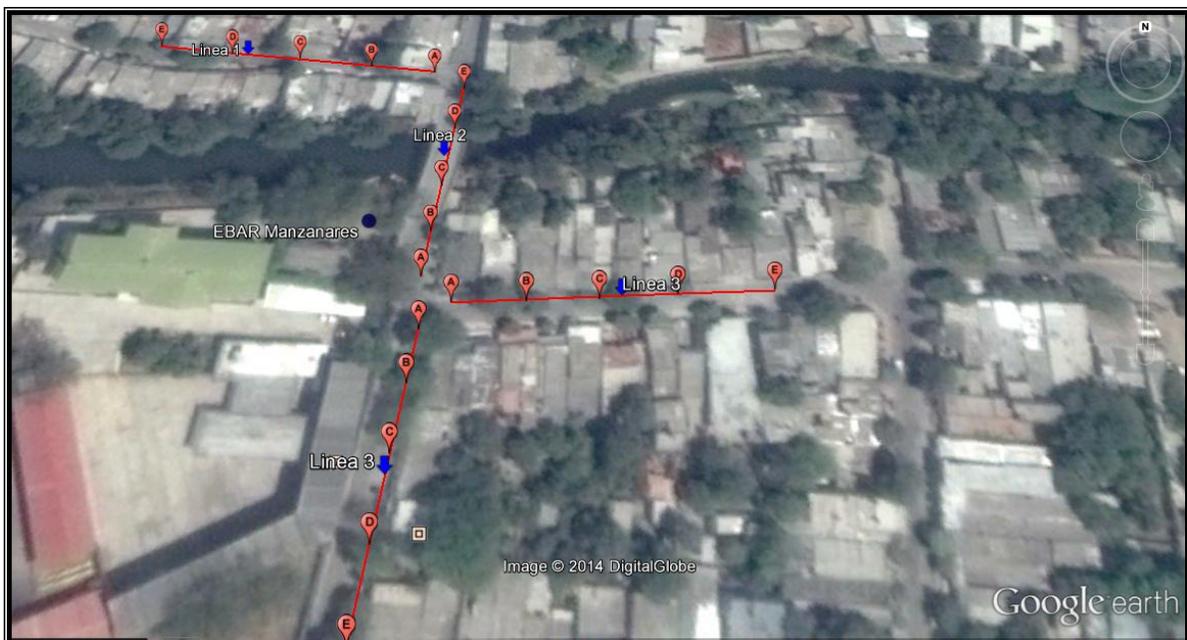


Ilustración 2. Punto de monitoreo EBAR Manzanares
Fuente: google earth.

Tabla 3. Ubicación exacta de los puntos EBAR MANZ.

EBAR MANZANARES								
Puntos	Latitud				Longitud			
	Línea 1	Línea 2	Línea 3	Línea 4	Línea 1	Línea 2	Línea 3	Línea 4
A	11°14'03,7" N	11°14'01,3" N	11°14'01,0" N	11°14'01,2" N	74°12'57,3" W	74°12'57,3" W	74°12'57,3" W	74°12'57,0" W
B	11°14'03,7" N	11°14'01,7" N	11°14'00,5" N	11°14'01,2" N	74°12'57,8" W	74°12'57,3" W	74°12'57,4" W	74°12'56,4" W
C	11°14'03,8" N	11°14'02,2" N	11°13'59,8" N	11°14'01,2" N	74°12'58,5" W	74°12'57,1" W	74°12'57,3" W	74°12'55,9" W
D	11°14'03,9" N	11°14'02,8" N	11°13'59,1" N	11°14'01,3" N	74°12'59,1" W	74°12'57,1" W	74°12'57,3" W	74°12'55,2" W
E	11°14'03,9" N	11°14'03,3" N	11°13'58,5" N	11°14'01,3" N	74°12'59,8" W	74°12'57,1" W	74°12'57,4" W	74°12'54,5" W

2.6.4. Campaña de monitoreo.

Para la realización del monitoreo en la estación de bombeo Manzanares se dispuso de cuatro líneas de medición, debido a que los pobladores de los barrios Manzanares y La Tenería Manifestaron que los olores se expandían varias cuadras desde la Estación de bombeo de aguas residuales.

Cada día se realizó la medición en tres líneas con una duración total de 12 días de monitoreo con el fin de generar una cantidad de datos no inferior a 9 mediciones por línea, esto se hace para que los resultados sean más representativos y disminuir el error en las mediciones. La intensidad de mediciones en ese punto de monitoreo quedo de la siguiente forma:

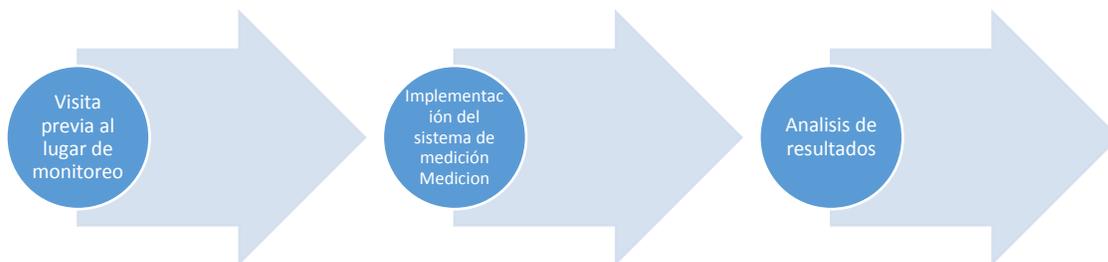
Tabla 4. Cronograma de mediciones.

Cronograma de Medición EBAR Manzanares			
Día 1	Línea 2	Línea 3	Línea 1
Día 2	Línea 4	Línea 1	Línea 2
Día 3	Línea 3	Línea 2	Línea 4
Día 4	Línea 1	Línea 4	Línea 3
Día 5	Línea 2	Línea 3	Línea 1
Día 6	Línea 4	Línea 1	Línea 2
Día 7	Línea 3	Línea 2	Línea 4
Día 8	Línea 1	Línea 4	Línea 3
Día 9	Línea 2	Línea 3	Línea 1
Día 10	Línea 4	Línea 1	Línea 2
Día 11	Línea 3	Línea 2	Línea 4
Día 12	Línea 1	Línea 4	Línea 3

2.7. METODOLOGÍA.

La metodología implementada fue la olfatometría de campo, la cual ha sido usada aproximadamente por cuatro décadas para la evaluación de olores ofensivos provenientes de diferentes fuentes en muchos lugares del globo terráqueo. Esta técnica implementa la utilización de dos líneas de medición, una que está enfocada a la evaluación de la emisión, es decir medición directamente en la fuente y la otra orientada a la evaluación de los niveles de olor en las áreas receptoras. Esta es la metodología más aceptada en el mundo para la evaluación de los olores ambientales, se usa para verificar las denuncias y determinar el cumplimiento de los límites de propiedad en comunidades vecinas, para la evaluación tanto de la emisión como de la inmisión, para supervisar las operaciones de rutina, documentar eventos específicos o episodios de liberación de olores y para investigar la efectividad de las prácticas de control [7], [8].

Esta metodología fue adaptada de las investigaciones realizadas en el valle de la aburra según el artículo de Ospina *et al.*, [9] Y el protocolo de monitoreo para el monitoreo y análisis de olores ofensivos en el Valle de Aburrá del AMVA [10]. Estos documentos indican que para realizar un buen sistema de monitoreo de olores ofensivos hay que realizar la siguiente serie de pasos:



2.7.1. Vista al lugar de monitoreo

Esta actividad se ejecuta con el fin de realizar una inspección del área e identificar la peligrosidad de la zona, los puntos de instalación durante el monitoreo, las posibles dificultades y cuáles son los las líneas que se van a utilizar para la realización del monitoreo.

2.7.2. Implementación del sistema de medición

Para realizar una buena puesta en marcha del sistema de monitoreo se deben tener en cuenta lo siguiente:

- El panel de personas encargadas del monitoreo deben identificar cual es el olor principal, con el fin de no desviar su atención en otros olores que se estén generando en el lugar a causa de otras fuentes.

- Extensión de la pluma, se realizó con el fin de limitar el área de expansión de los olores ofensivos, es decir, hasta qué punto se perciben. En el sitio más alejado de la fuente, donde aún es percibido, se ubican los puntos de medición de forma tal que formen una línea perpendicular al eje de la pluma, como se puede observar en Ilustración 3.
- Medición de la frecuencia, los panelistas se colocan en la primera línea de monitoreo y realizan la medición del porcentaje de tiempo de olor durante 10 minutos, llenando su respectivo formato, (Ver anexo1).
- Al terminar el cálculo de la frecuencia deben descansar 10 minutos, y comenzar con la medición utilizando el Nasal Ranger (Ver Ilustración 4).
- Se realizan dos mediciones con el olfatómetro de campo dentro de la hora de medición, la primera a los 10 minutos de terminar la evaluación del porcentaje tiempo del olor y la segunda a los 30 minutos (Anexo 2).
- Luego el olor es evaluado por su tono hedónico es decir caracterizar la muestra por la escala de intensidad especificada, (Anexo 3).
- Esta rutina se repite en la línea de intersección siguiente luego de haber pasado una hora de la medición de frecuencia en el anterior punto.

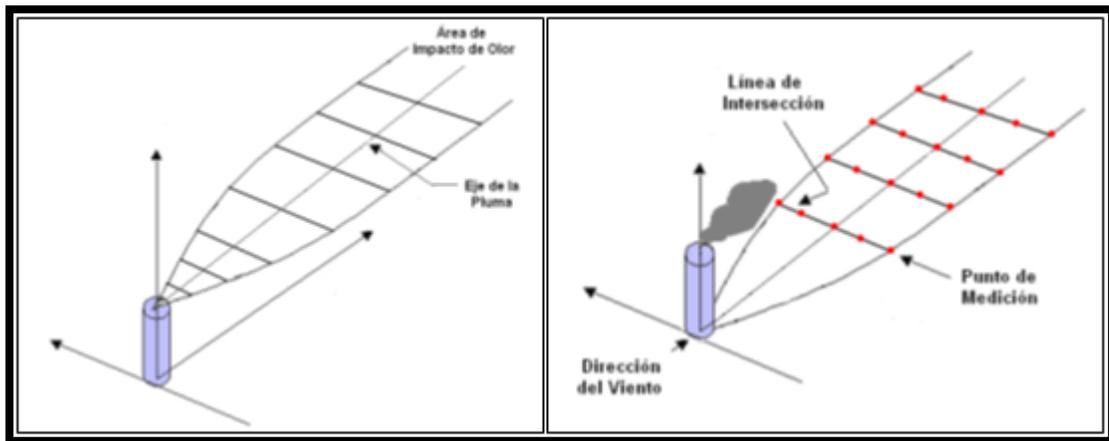


Ilustración 3. Ubicación de los puntos de monitoreo, según la metodología.
Fuente: AMVA. Protocolo para el Monitoreo y Análisis de Olores Ofensivos en el Valle de Aburrá.

2.7.3. Análisis de los resultados

Para el análisis de resultados se comparan Cada uno de los parámetros y se analizan con algunos estándares regulados en Europa y Estados Unidos, por ejemplo en Alemania se usa la frecuencia del olor para caracterizar las zonas de inmisión según la siguiente tabla [11]:

Tabla 5. Análisis de la frecuencia, según normativa Alemana.

Ubicación	Porcentaje permitido
Zonas Residenciales	10 %
Zonas Mixtas o Industriales	15%

La intensidad del olor, es usada principalmente en algunas ciudades de USA para el control de olores, ver tabla 5 por ejemplo en Colorado se tiene el siguiente estándar [12].

Tabla 6. Intensidad del olor según norma de Estado Unidos.

Ubicación	Intensidad
Zonas Residenciales	2 D/T
Perímetro de la fuente Emisora	7 D/T
Para otros usos	15 D/T

El aparato utilizado para las mediciones es el olfatómetro de campo Nasal Ranger, este es un equipo portable con una fuente de aire limpio filtrado y un sistema de dilución basado en orificios calibrados. El evaluador puede reducir gradualmente la dilución del aire exterior hasta que el olor se percibe, obteniendo el valor de D/T. El Nasal Ranger Consiste en un cañón con una máscara nasal en el borde, dos filtros de carbono que están unidos a los lados opuestos de la carcasa. La tasa de aire limpio diluido para las muestras es controlada mediante el dial D/T, que consta de seis posiciones de D/T alternados con seis posiciones de blanco para que el usuario solo inhale aire filtrado libre de olor. El operador coloca la nariz fuertemente dentro de la máscara nasal. Selecciona la relación D/T girando el dial D/T e inhala a través de la máscara nasal; luego gira el dial incrementando lentamente la concentración de la mezcla, hasta que es detectado el olor del aire ambiente [13].

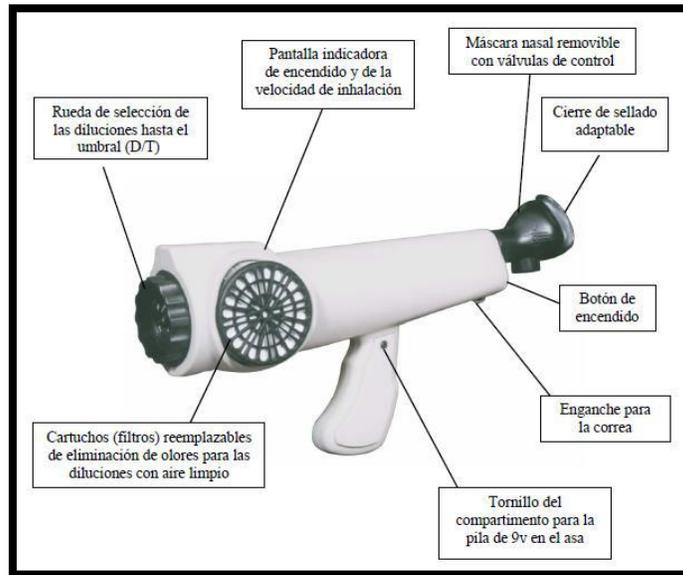
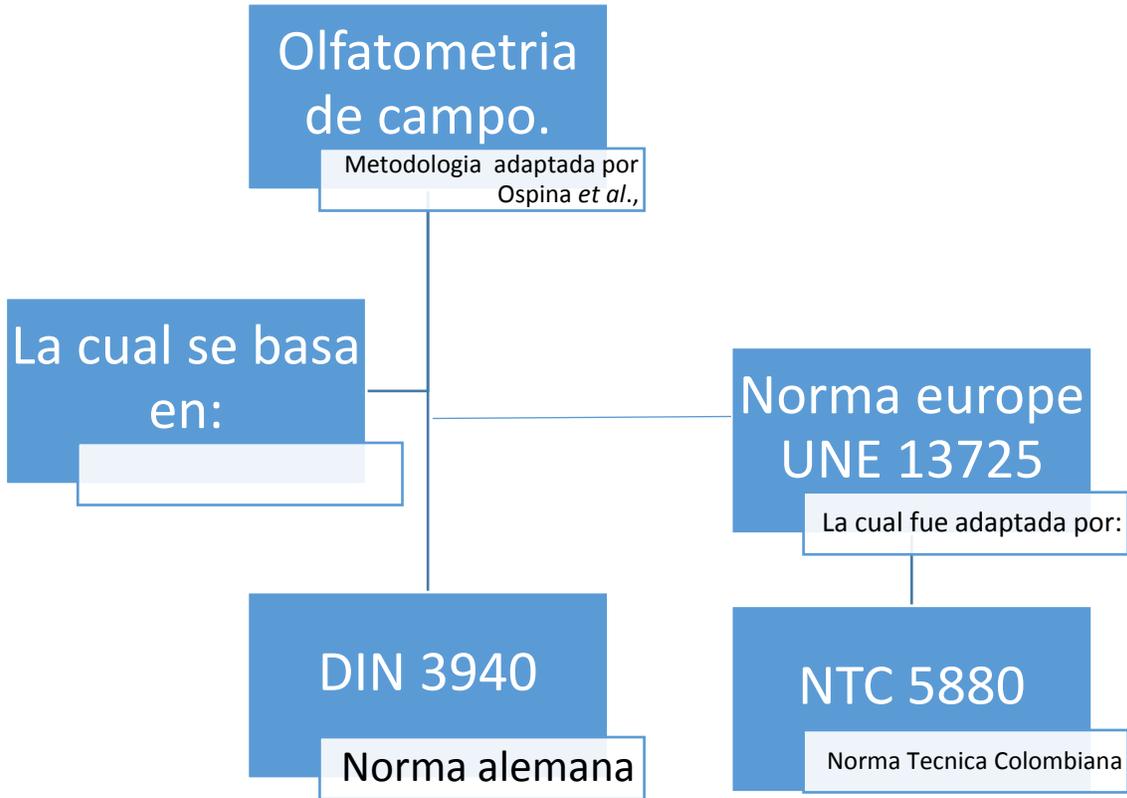


Ilustración 4. Olfatómetro Nasal Ranger.

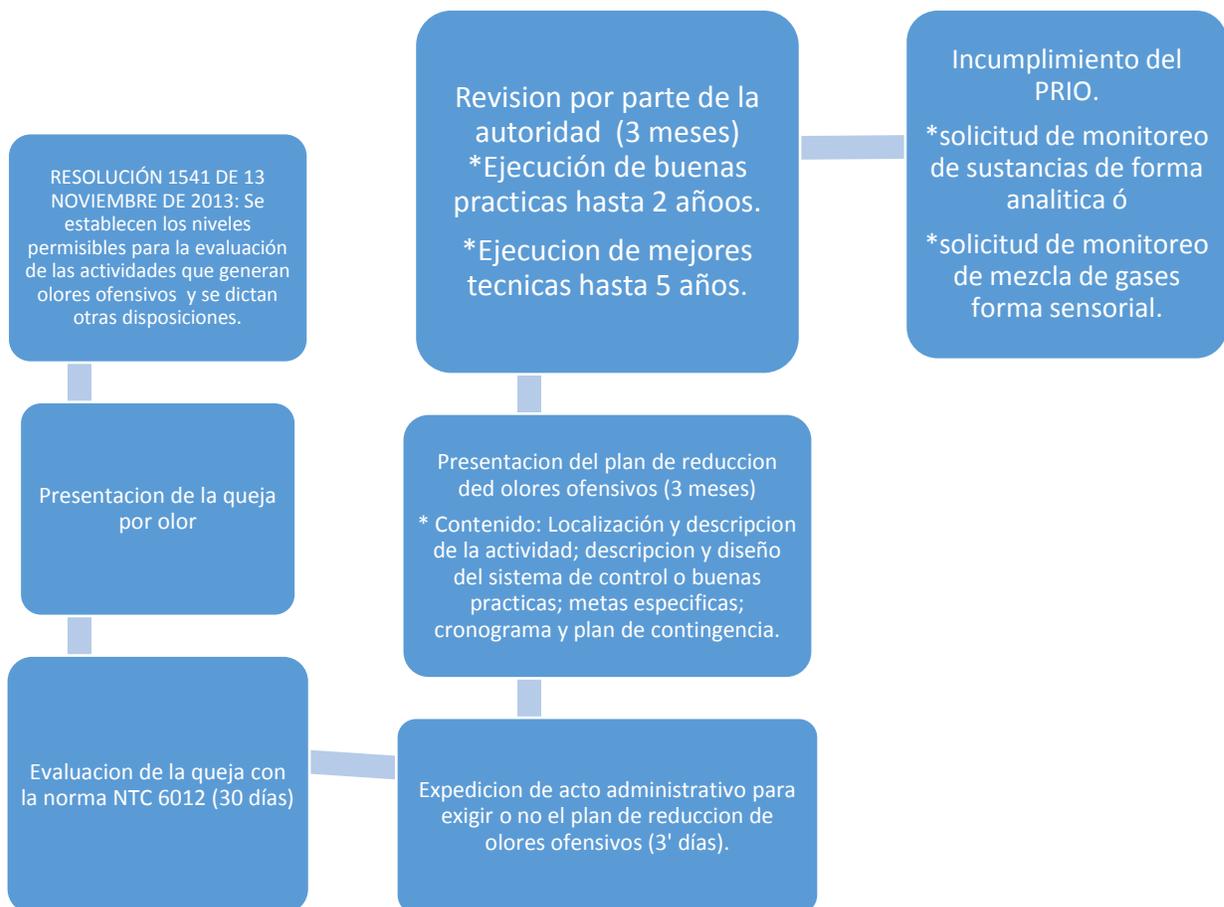
2.7.4. Análisis normativo.

Para la realización del sistema de monitoreo se dispuso de la metodología adaptada por Ospina *et al.*, [7] la cual a su vez implemento otras normativas internacionales las cuales veremos a continuación:



2.7.5. Esquema de Aplicación de la resolución 1541 de 2013.

El avance normativo que Colombia ha tenido en cuanto al tema de olores ofensivos es significativo debido a que ha desarrollado la adaptación de normas internacionales con el fin de suplir las necesidades que se tiene en el territorio colombiano. A continuación se explica brevemente la implementación de la resolución 1541 [14], la cual nos ayuda a aplicar de forma eficiente la normativa con el fin de minimizar el impacto de las empresas generadoras de olores.



2.8. RESULTADOS.

2.8.1. Monitoreo Estación de Bombeo de Aguas Residuales Manzanares (EBAR - Manzanares).

Los olores que se hicieron más notables durante el monitoreo en esta fuente fueron: Séptico, basura, podrido, cloaca los olores a basura correspondían a un basurero que la misma comunidad aledaña y visitante habían creado en la ribera del río, el cual actualmente se encuentra con un nivel de contaminación alto y genera algunos olores pero no en igual magnitud que la Estación de bombeo.

La frecuencia mostro una variación significativa en muchos puntos del área de estudio, a continuación se muestran las gráficas correspondientes a la frecuencia arrojada en cada línea en los diferentes días de medición.

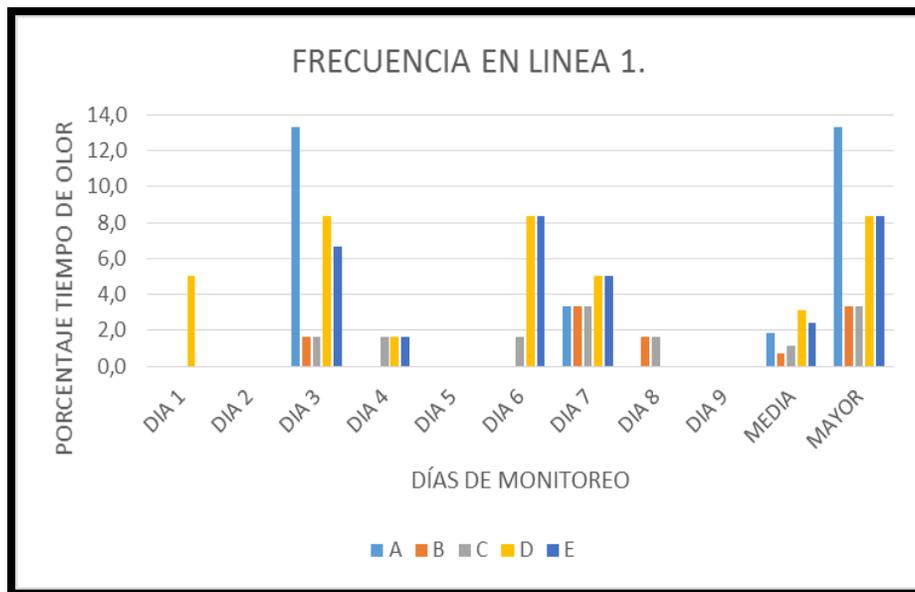


Ilustración 5. Frecuencia Línea 1.

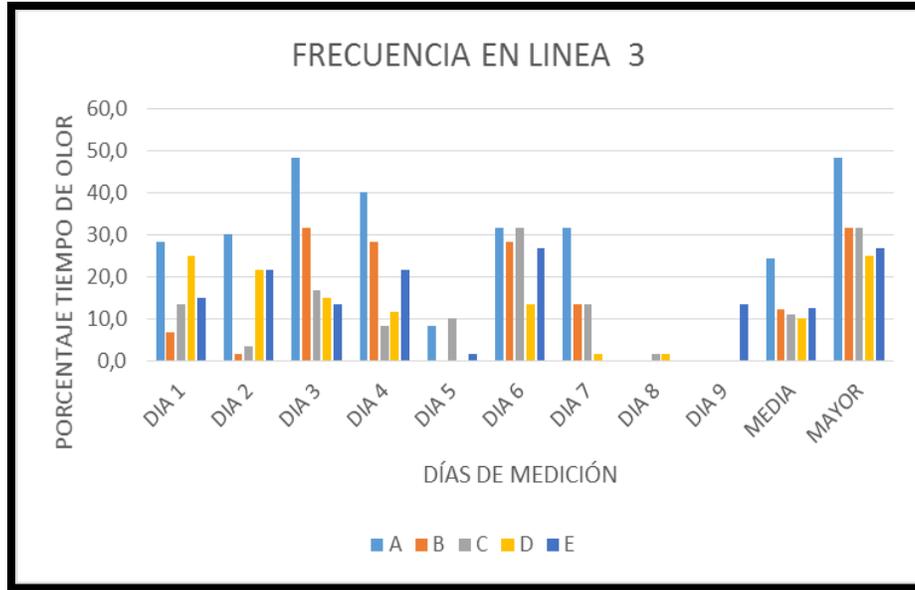


Ilustración 6. Frecuencia En Línea 3

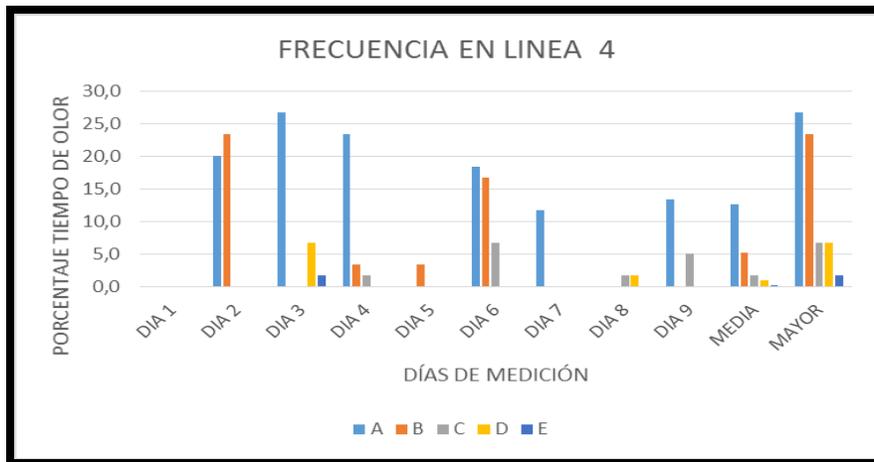


Ilustración 7. Frecuencia en Línea 4.

2.8.1.1. Intensidad del olor

Los resultados arrojados por el Nasal Ranger en algunos puntos no fueron tan elevados, para la obtención de estos resultados se realizó una división horaria en tres bloques por línea para así obtener un mejor análisis del comportamiento del olor según la hora del día. Las siguientes graficas muestran la intensidad odorífica que se registró en cada línea a diferentes horas del día.

PRIMER GRUPO HORARIO: en las horas de la mañana la temperatura permanecía en un rango de 30 °C y 33°C, durante los días de monitoreos en este lugar no se presentaron precipitaciones en las horas de la mañana, la dirección y la velocidad del viento eran muy inestables en cada una de las jornadas de monitoreo.

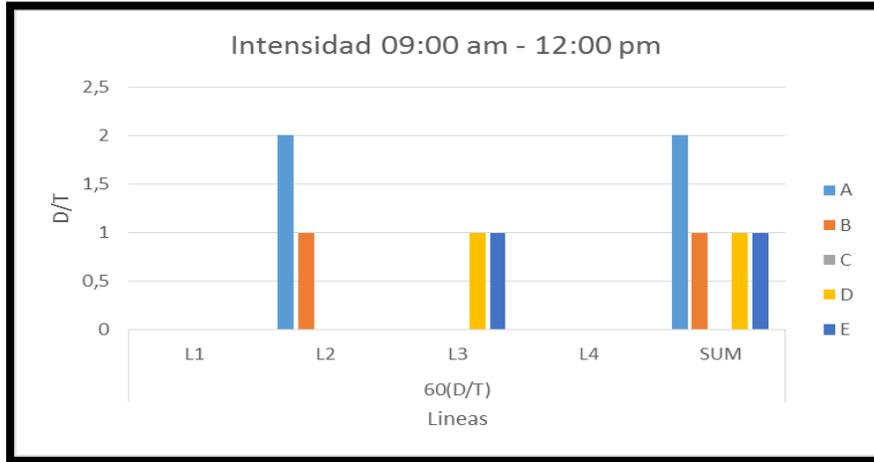


Ilustración 8. Intensidad en las horas de la mañana 60 D/T.

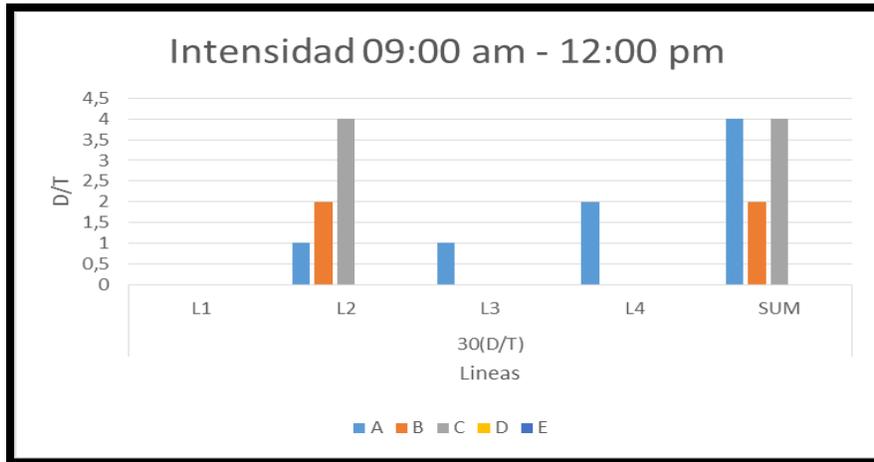


Ilustración 9. Intensidad odorífica en las horas de la mañana 30 D/T.

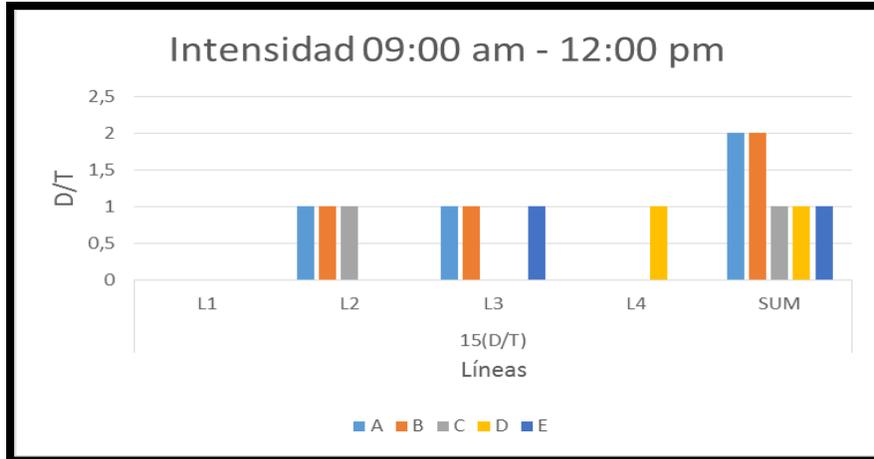


Ilustración 10. Intensidad odorífica en las horas de la mañana 15 D/T.

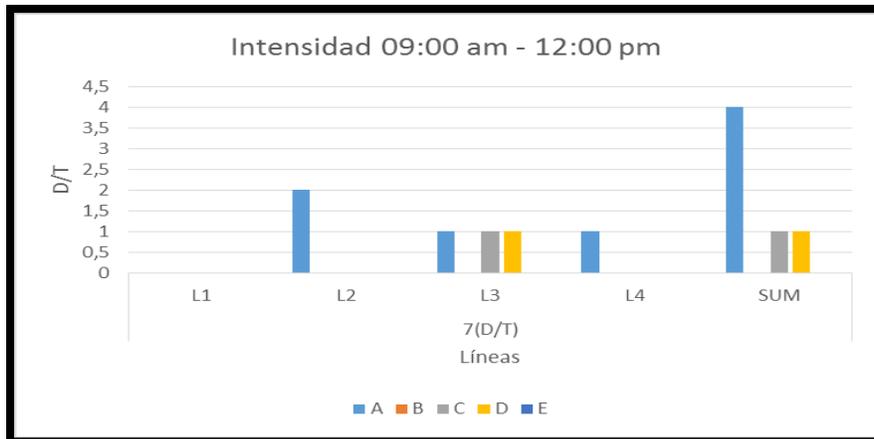


Ilustración 11. Intensidad odorífica en las horas de la mañana 7 D/T.

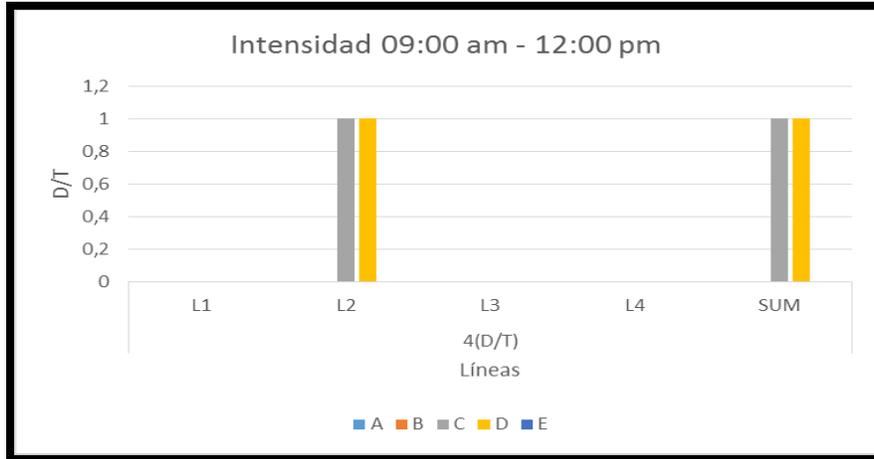


Ilustración 12. . Intensidad odorífica en las horas de la mañana 4 D/T.

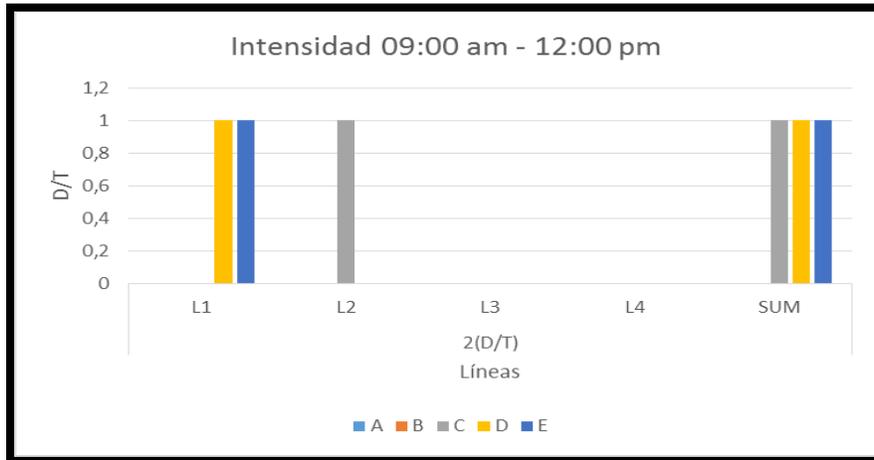


Ilustración 13. Intensidad odorífica en las horas de la mañana 2 D/T.

SEGUNDO GRUPO HORARIO: En este bloque la temperatura osciló entre los 31 °C y los 37 °C, como se puede observar en la **Ilustración 14** Tampoco se presentaron precipitaciones y la dirección del viento predominante en este punto fue Nor-Oeste.

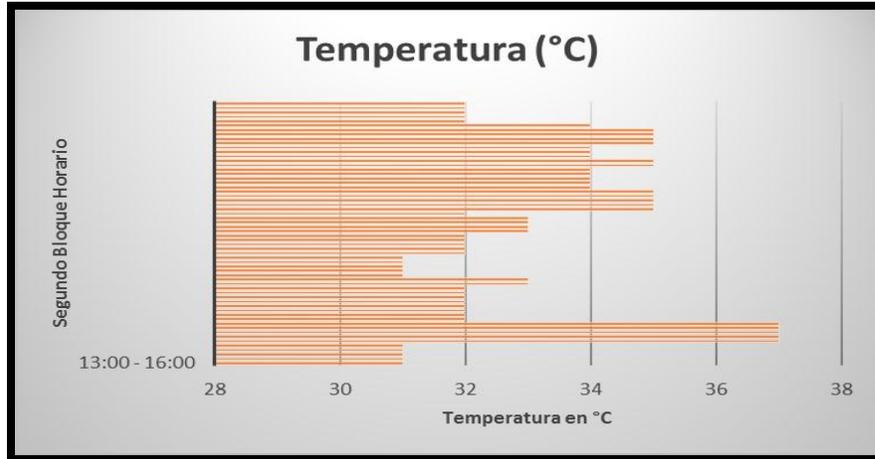


Ilustración 14. Comportamiento de la temperatura en el segundo bloque horario

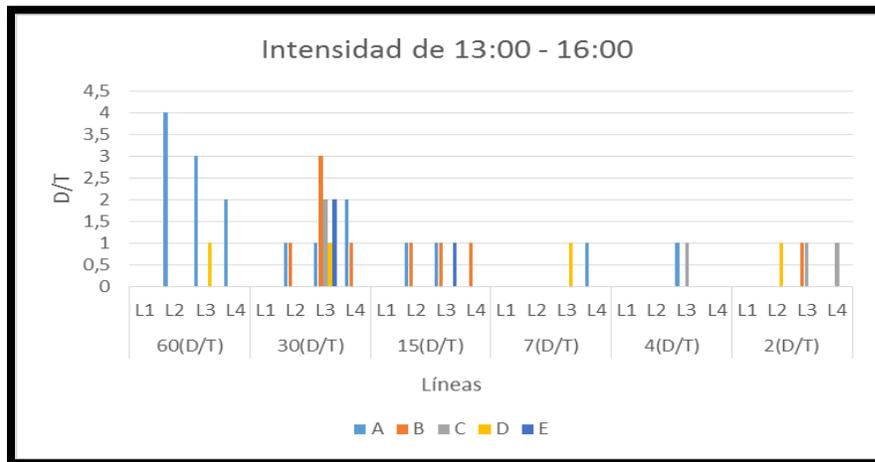


Ilustración 15. Intensidad odorífica en el segundo bloque horario.

Tercer grupo horario: En esta jornada de monitoreo la temperatura tuvo su punto menor en los 31 °C y su mayor expresión en los 36 °C. En uno de los días de mediciones se presentó una fuerte precipitación y quedó evidenciado que los alores aumentaban debido a que se realizaba un vertimiento directo al río Manzanares, ya que la estación de bombeo se encuentra ubicada a orillas de este.

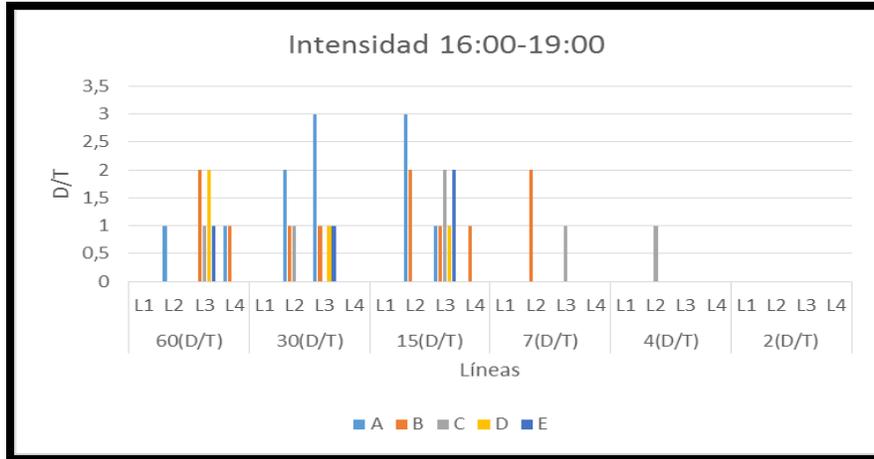


Ilustración 16. Intensidad odorífica en el tercer bloque horario.

2.8.2. Monitoreo Estación de Bombeo de Aguas Residuales Norte (EBAR NORTE)

Carácter del olor. Al tratarse de tratamiento de aguas residuales, la normativa en olores establece que la principal sustancia emitida de estos sistemas es el Sulfuro de Hidrogeno (H₂S), con olor característico a huevo podrido. En concordancia con esta premisa, se caracteriza la fuente, como emisora de un olor principalmente séptico, con ocasiones en las que se percibe olor a materia fecal y mercaptanos. Sin embargo, en a veces más exactamente en la línea 2 el olor de la EBAR era remplazado o enmascarado por los olores que provenían de las bodegas de almacenamiento de granel de la Sociedad Portuaria de Santa Marta, de la cual se pudieron identificar olores característicos del trigo, el maíz y purines; así mismo, debido al alto tráfico de vehículos de carga pesada en las inmediaciones de la sociedad portuaria, principalmente sobre la línea 3 (cercana a la entrada del terminal portuario) se percibió mayormente olores de las emisiones vehiculares, con olor característico a diésel y gasolina, en esta línea ocurría que los olores emitidos por la EBAR se notaban a partir de las 18:00 horas, pero por problemas de seguridad no se podían realizar monitoreos en esa línea a esa hora.

Porcentaje Tiempo del Olor o Frecuencia como se puede apreciar en la ilustración 16, cada uno de los puntos ubicados sobre las líneas de medición, supera por lo menos en una ocasión el estándar establecido en dicha normativa.

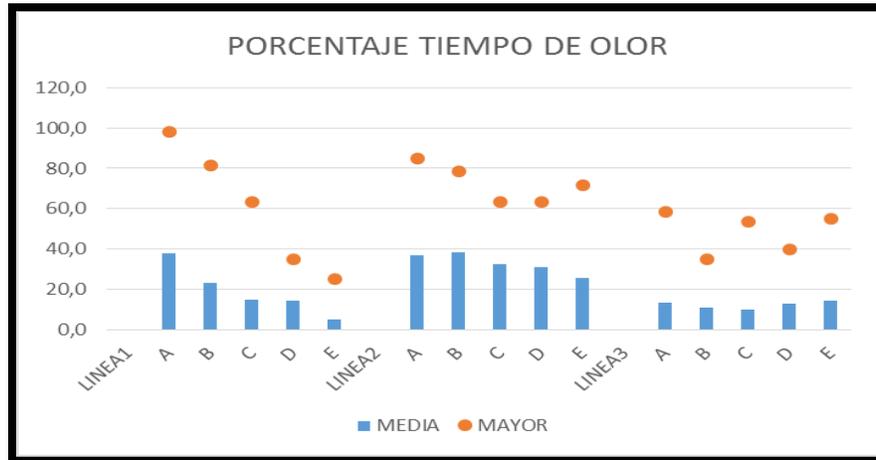


Ilustración 17. Porcentaje tiempo de olor.

2.8.2.1. Intensidad del Olor

Para la evaluación la intensidad del olor se realizó 300 lecturas con el olfatómetro de campo Nasal Ranger (100 mediciones en cada línea de intercepción), de las cuales se obtuvo un total de 133 lecturas positivas con el equipo (se registraron 133 episodios de olor durante las mediciones). De las 133 mediciones realizadas, la intensidad se distribuyó de la siguiente forma:

Tabla 7. Distribución porcentual de la intensidad odorífica EBAR-NORTE

Intensidad (D/T)	Porcentaje
15	26.32%
30	25.56
7	17.29
60	15.04%

Como se muestra en la Ilustración 18. **Distribución de la intensidad de olor en las diferentes líneas.** La mayor cantidad de eventos registrados durante el monitoreo realizado con el olfatómetro Nasal Ranger se encontraron en la línea 2.

Para la líneas 1 se registró un 23.31% y en la línea 3 del 21.80% del total de los datos y de todos los datos procesados en la línea 1 y 3 el 18.80% y 14.29% de evaluaciones con valores superan los estándares de molestias.

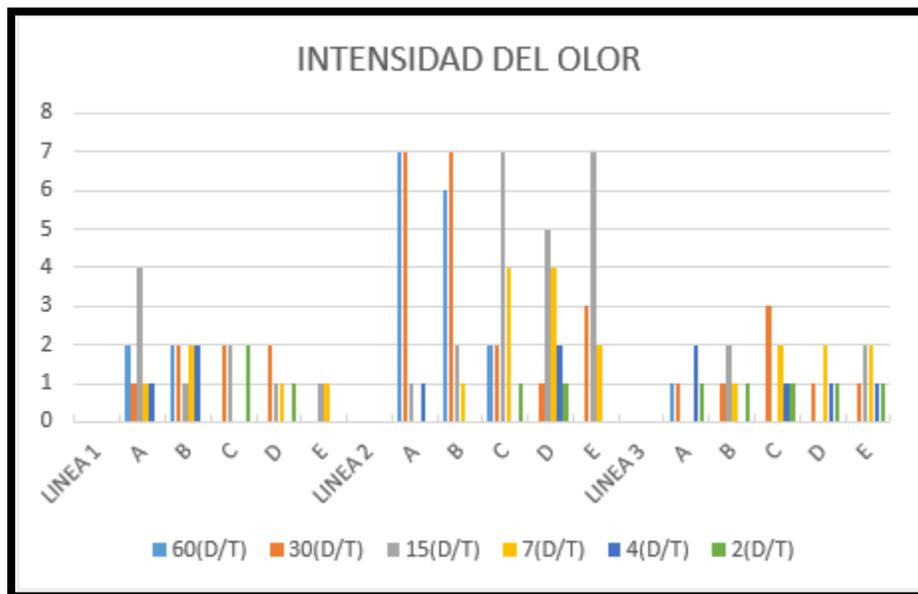


Ilustración 18. Distribución de la intensidad de olor en las diferentes líneas.

2.8.2.2. Tono Hedónico.

Al igual que en la intensidad se registraron 133 episodios específicos de olor en la identificación del tono hedónico; este aspecto se evaluó por medio de una escala de 0 a -5 en la cual se especificaba el nivel de desagrado del sniffer o panelista. Teniendo en cuenta esta escala, los valores entre -5 y -3 fueron considerados criterio de desagrado, debido a que en este rango se identificaba fácilmente el olor. En este sentido al ser identificados 133 eventos de olor, estos se caracterizaron de -5 a -1 siendo -1, muy leve y -5, muy fuerte y como grado 0 o sin olor.

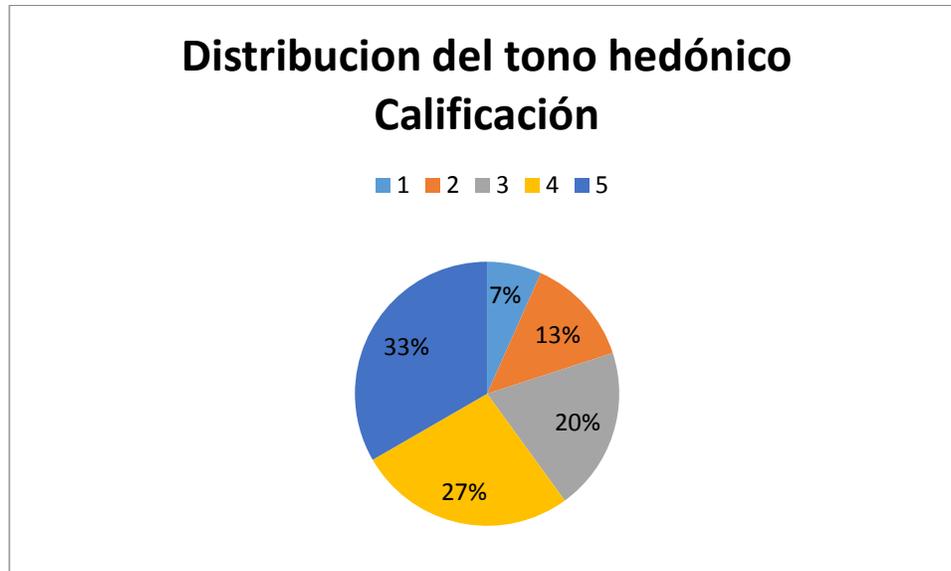


Ilustración 19. Porcentaje del tono hedónico registrado.

2.9. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

2.9.1. Estación de bombeo de aguas residuales Manzanares.

En este punto de monitoreo se observó que la línea con mayor intensidad de olor fue la línea 2, que estaba ubicada al frente de la estación de bombeo. En la línea 3 los puntos más críticos fueron el E, debido a que por una tapa de alcantarilla que estaba justo en ahí se escapaba el olor y el punto A por su cercanía a la fuente.

A pesar que los habitantes del barrio manifestaron que en la línea 4 se percibía el olor, este no fue registrado durante el monitoreo por el equipo, lo cual no indica que este olor no llegue hasta estos puntos, ya que, el monitoreo no se realizó durante las horas de la noche por cuestiones económicas y de seguridad.

La frecuencia en muchos puntos de las líneas de medición era nula esto ocurría debido a que en la dispersión de olor intervienen factores como dirección y velocidad del viento también se creaban



Monitoreo de olores ofensivos en el Distrito de Santa Marta, Magdalena.



barreras que impedían el paso del olor, en este caso las viviendas de los habitantes de la Tenería que se encontraba a horillas del río, en las cuales se encapsulaba la mayor parte del olor impidiendo el paso de este con una gran magnitud odorífica a la calle, logrando con esto una mayor afectación a la vida cotidiana y a la salud de estas personas.

Por otra parte en la línea 1 el olor a aguas residuales era casi nulo, esto debido a que las casas que estaban ubicadas a orillas de los ríos actuaban como una barrera que impedían el paso del olor, quedándose este en su mayoría al interior de las viviendas ocasionando un malestar mayor a estos ciudadanos.

2.9.2. Estación de bombeo de aguas residuales Norte.

En cuanto a la intensidad de los olores ofensivos los resultados arrojaron que en general el 84,21% de las evaluaciones realizadas con el olfatómetro portátil, se encontraban por encima del criterio establecido en el manual del mismo y en el criterio de algunas ciudades de Estados Unidos (7 D/T) [8].

En el porcentaje Tiempo del Olor o Frecuencia Los valores obtenidos durante el periodo de medición mostraron que la fuente en cada uno de los puntos ubicados sobre las líneas de intercepción, su valor superaba el estándar establecido en normativas internacionales como criterio de molestia para zonas residenciales (10%).

También es importante anotar que el olor variaba según la hora y la dirección y velocidad del viento, las líneas 1 y 2 fueron las más representativas, gracias a que el olor en ellas se hacía más intenso, debido a la cercanía a la estación de bombeo, en las horas de la mañana tanto en la línea 1 como la 2 en los dos primeros puntos el olor se hacía casi insoportable y estar en contacto directo con ellos ocasionaba malestar. En la línea 3, durante los días del monitoreo no se percibió ningún olor relevante a agua residual, pero si se registraron olores correspondientes a los carros que permanentemente circulaban por esta parte debido a la Sociedad Portuaria.

3. ARTICULO CIENTÍFICO

Durante la realización de la pasantía se realizó la redacción de un artículo científico titulado “ANÁLISIS DE LAS METODOLOGÍAS SENSORIALES PARA LA MEDICIÓN DE OLORES OFENSIVOS.” El cual fue sometido a la revista INGE CUC, de la ciudad de Barranquilla, Atlántico.

El artículo se basó en una revisión bibliográfica enfocada en las técnicas para la medición de olores ofensivos en él se citaron autores que han realizado investigaciones importantes respecto al tema de olores ofensivos, algunas de las citas importantes para resaltar son:

Tabla 8. Citas mencionadas en el artículo.

Título de la investigación	Autores	Año	Método	Lugar de implementación
Continuous odour measurement from fattening pig units [15].	A.C. Romain, J. Nicolas, P. Cobut, J. Delva, B. Nicks, and F.X. Philippe	2013	Olfatometría dinámica y narices electrónicas	Arlon; Bélgica
Measurement of odour concentration of immissions using a new field olfactometer and markers' chemical analysis [16].	M. Benzo, A. Mantovani, A. Pittarello	2012	Olfatometría de campo, Análisis Químico de Marcadores y Modelos de Dispersión.	Vicenza; Italia.
Odor, gaseous and PM10 emissions from small scale combustion of wood types indigenous to Central Europe [17].	M. Kistler, C. Schmidl, E. Padouvas, H. Giebl, J. Lohninger, R. Ellinger, H. Bauer, and H. Puxbaum	2012	Olfatometría (Panel de olor)	Vienna; Austria
Field olfactometry assessment of dairy manure land application methods [18].	R.C. Brandt, H.A. Elliott, M.A.A. Adviento-Borbe, E.F. Wheeler, P.J. A. Kleinman, and D.B. Beegle	2011	Olfatometría de campo y Olfatometría triangular de elección forzada basada en laboratorio.	Madison; Estados Unidos.
A multi-year field olfactometry study near a concentrated animal feeding operation [19].	P. Dalton, E.A. Caraway, H. Gibb, K. Fulcher	2011	Olfatometría de campo con Nasal Ranger	Missouri; Estados Unidos.
Implementación del método de monitoreo y análisis de olores ofensivos en dos localidades del Valle de Aburrá afectadas por el procesado de sebo [20].	F.E. Ospina Giraldo, G.E. Ramírez Casas, M.V. Toro G.	2011	Olfatometría de campo con el Nasal Ranger	Copacabana; Colombia.
Odorants and malodors associated with land application of biosolids stabilized with lime and	Y. Laor, M. Naor, U. Ravid, P. Fine, I. Halachmi, Y. Chen, and R. Baybikov	2011	Nasal Ranger olfatómetro de campo	Haifa, Netanya, y Herzliya; Israel



Monitoreo de olores ofensivos en el Distrito de Santa Marta, Magdalena.



Título de la investigación	Autores	Año	Método	Lugar de implementación
coal fly ash [21].				
Offensive odorants released from stormwater catch basins (SCB) in an urban area [22].	E. Kabir, K.H. Kim, J.W. Ahn, O.F. Hong, Y.S. Chang	2010	Protocolo estándar de la prueba ADS establecido por KMOE (prueba de sensibilidad olfativa con cuatro olores estándar).	Republica de Corea
Odour evaluation of a dairy farm with anaerobic digestion [23].	Y Ubeda, R Neyrinck, S Calvet, A Lopez, J Nicolás	2010	Olfatometría dinámica y de campo y el método de equipo olfateador.	Provincia de Luxemburgo; Bélgica
Key odor components responsible for the impact on olfactory sense during swine feces composting [24].	D. Hanajima, K. Kuroda, K. Morishita, J. Fujita, K. Maeda, and R. Morioka	2009	Análisis sensorial humano utilizando el método del triángulo de bolsa de olor y cromatografía de gases	Instituto nacional de ciencias de la ganadería y pastizales; Japón
Factor analysis of downwind odours from livestock farms [25].	L. Pan, S.X. Yang, and J. De Bruyn	2007	Olfatómetro de campo Nasal Ranger y Narices electrónicas	Ontario; Canadá.
Monitoreo y análisis de olores ofensivos en el Valle de Aburrá [26].	Área Metropolitana del Valle de Aburra	2007	Olfatometría de campo con el Nasal Ranger	Medellín, Colombia
A new intelligent electronic nose system for measuring and analysing livestock and poultry farm odours [27].	L. Pan, and S.X. Yang	2007	Narices electronicas	Ontario; Canadá.
Development of an integrated sensor to measure odors [28].	G. Qu, M.M. Omotoso, M. Gamal El-Din, J.J. R. Feddes.	2007	Narices electrónicas y olfatómetros	Edmonton; Canadá.
Odor frequency and odor annoyance. Part I: assessment of frequency, intensity and hedonic tone of environmental odors in the Weld [29].	K. Sucker, R. Both, M. Bischoff, R. Guski, and G. Winneke	2007	Inspección sistemática de campo utilizando un panel de observadores humanos.	Renania del Norte-Westfalia, Baden-Württemberg; Alemania
Odour and ammonia emissions from intensive pig units in Ireland [30].	E.T. Hayes, T.P. Curran, V.A. Dodd	2006	Olfatometría dinámica	Dublin; Irlanda
Correlation between odour intensity assessed by human assessors and odour concentration measured with olfactometers [31].	Q. Zhang, J.J.R. Feddes, I.K. Edeogu and X.J. Zhou	2002	Olfatometría y Olfatómetro (Nasal Ranger)	Manitoba, Alberta; Canadá.



4. CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES.

La aplicación del método se realizó con éxito en la ciudad de Santa Marta esto indica que se cuenta con una metodología clara y eficaz para cuantificar tanto la emisión como inmisión de olores ofensivos.

Los niveles de inmisión dados en las diferentes zonas de monitoreo superan los valores máximos que se referencian en las normas internacionales con las cuales se basa el protocolo de monitoreo implementado en el valle de la aburra, por lo anterior se le recomienda a la empresa prestadora de servicios Metroagua realizar las actividades correspondientes para disminuir la emisión de olores.

Se hace necesario realizar una jornada de monitoreo nocturna debido a que la comunidad manifiesta en los dos zonas de estudio donde se realizó la aplicación de la metodología que en las horas de la noche el olor aumenta su percepción.

En cuanto los valores de emisión, no fue posible obtenerlos debido a que la empresa prestadora de servicio Metroagua negó el ingreso para la realizar una medición en la fuente generadora de olor.

La realización de documentación correspondiente a la investigación se realizó con éxito debido a que se hizo la construcción de un artículo científico el cual fue sometido en la revista INGE CUC de la Ciudad de Barranquilla Colombia, y se espera su publicación para Diciembre del presente año.



5. BIBLIOGRAFÍA.

[1]. L. Capelli, S. Sironi, R. Del Rosso, and P. Céntola, Predicting Odour Emissions from Wastewater Treatment Plants by Means of Odour Emission Factors. *Water Research*. Vol. 43, No. 7, (April 2009), pp. 1977–1985.

[2]. Odour impact assessment in urban areas: case study of the city of Terni. Laura Capellia,*, Selena Sironi, Renato Del Rosso, Paolo Céntola, Adriano Rossi, Caterina Austeri.

[3]. GOSTELOWM, P; PARSONS, S. A. y STUETZM, R.M. Odour measurements for sewage treatment works. *Water Research* 2001 Vol. 35, No. 3, pág. 579-597.

[4] Capelli, L., Sironi S., Del Roso, R. 2013. Measuring odours in the environment vs. dispersion modelling: A review. *ELSEVIER*:10.

[5]. T. Haas, P.S. Lammersa, B. Diekmannb, G. Horner, and P. Boeker. A method for online measurement of odour with a chemosensor system. *Sensors and Actuators B: Chemical*. Vol. 132, No. 2, (June 2008), pp. 545-550.

[6] Capelli L, Sironi S, Del Rosso R, Centola P, Grande M II (2008) A comparative and critical evaluation of our assessment methods on a landfill site. *Atmospheric Environment* 42, 7050-7058.

[7]. R.C. Brandt, H.A. Elliott, M.A. Adviento-Borde, E.F. Wheeler, P.J. Kleinman, and D.B. Beegle, Field Olfactometry Assessment of Dairy Manure Land Application Methods. *Journal of Environmental Quality*. Vol. 40, No. 2, pp. 431-437. 2011

[8]. F.E. Ospina Giraldo, G.E. Ramírez Casas, y M.V. TORO, Implementación Del Método De Monitoreo Y Análisis De Olores Ofensivos En Dos Localidades Del Valle De Aburrá Afecta Das Por El Procesado De Sebo. *Revista de ciencias, Universidad del Valle*. Vol. 15, pp. 185-199. 2011.

[9]. ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRA (AMVA). Gestión de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá. No. 31, (Medellín, Diciembre de 2007), pp. 209-224.

[10] GUIDELINE ON ODOUR IN AMBIENT AIR / GOAA, Determination and assessment of odour in ambient air. [en línea]. Alemania: GOAA, 1999. [consulta: 10 de junio 2010] <Disponible en: http://www.lanuv.nrw.de/luft/gerueche/GOAA_200303.pdf>.

[11] SOCIOINGINIERIA S.L. Normativas: criterios de molestia por olores.[en línea]. Estados Unidos: Socioingeniería S.L., 2006. [consulta: 14 de abril de 2010] <Disponible en: <http://www.socioeng.com/wordpress/wpcontent/uploads/2006/08/criteriosmolestiamalososlores-2006.pdf>>.



Monitoreo de olores ofensivos en el Distrito de Santa Marta, Magdalena.



- [12]. M. Benzo, A. Mantovani, and A. Pittarello, Measurement of Odour Concentration of Immissions using a New Field Olfactometer and Markers' Chemical Analysis. *Chemical Engineering Transactions* Vol.30, (2012) pp. 103-108.
- [13]. St. Croix Sensory. Manual de operaciones del olfatómetro de campo Nasal.Ranger..Disponible:http://www.nasalranger.com/espanol/Operations/NR_Manual_de_Operacion_en_espanol_v6_0_2.pdf.
- [14] MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE (MADS). Resolución 1541 de 2013.
- [15]. A.C. Romain, J. Nicolas, P. Cobut, J. Delva, B. Nicks, and F.X. Philippe, Continuous odour measurement from fattening pig units. *Atmospheric Environment*. Vol. 77, pp. 935-942, October. 2013.
- [16]. M. Benzo, A. Mantovani, and A. Pittarello, Measurement of Odour Concentration of Immissions using a New Field Olfactometer and Markers' Chemical Analysis. *Chemical Engineering Transactions*. Vol.30, pp. 103-108. 2012.
- [17]. M. Kistler, C. Schmidl, E. Padouvas, H. Giebl, J. Lohninger, R. Ellinger, H. Bauer, and H. Puxbaum, Odor, gaseous and PM10 emissions from small scale combustion of wood types indigenous to Central Europe. *Atmospheric Environment*. Vol. 51, pp. 86-93, May. 2012.
- [18]. R.C. Brandt, H.A. Elliott, M.A. Adviento-Borde, E.F. Wheeler, P.J. Kleinman, and D.B. Beegle, Field Olfactometry Assessment of Dairy Manure Land Application Methods. *Journal of Environmental Quality*. Vol. 40, No. 2, pp. 431-437. 2011
- [19]. P. Dalton, E.A. Caraway, H. Gibb, and K. Fulcher, A Multi-Year Field Olfactometry Study Near a Concentrated Animal Feeding Operation. *Journal of the Air & Waste Management Association*. Vol. 61, No. 12, pp.1398–1408, December. 2011.
- [20]. F.E. Ospina Giraldo, G.E. Ramírez Casas, y M.V. TORO, Implementación Del Método De Monitoreo Y Análisis De Olores Ofensivos En Dos Localidades Del Valle De Aburrá Afecta Das Por El Procesado De Sebo. *Revista de ciencias, Universidad del Valle*. Vol. 15, pp. 185-199. 2011.
- [21]. Y. Laor, M. Naor, U. Ravid, P. Fine, I. Halachmi, Y. Chen, and R. Baybikov, Odorants and Malodors Associated with Land Application of Biosolids Stabilized with Lime and Coal Fly Ash. *Journal of Environmental Quality*. Vol. 40, No. 5, pp. 1405-1420, Sept/Oct. 2011.
- [22]. E. Kabir, K.H. Kim, J.W. Ahn. O.F. Hong, and Y.S. Chang, Offensive odorants released from stormwater catch basins (SCB) in an urban area. *Chemosphere*. 2010. Vol. 81, No. 3, pp. 327-338., September. 2010



Monitoreo de olores ofensivos en el Distrito de Santa Marta, Magdalena.



- [23]. Y Ubeda, R Neyrinck, S Calvet, A Lopez, J Nicolás, Odour evaluation of a dairy farm with anaerobic digestion. Chemical Engineering Transactions. Vol. 23, pp. 255-260. 2010. Disponivle: www.aidic.it/cet/10/23/043.pdf.
- [24]. D. Hanajima, K. Kuroda, K. Morishita, J. Fujita, K. Maeda, and R. Morioka, Key odor components responsible for the impact on olfactory sense during swine feces composting. Bioresource Technology. Vol. 101, No. 7, pp. 2306–2310, April. 2010.
- [25]. L. Pan, S.X. Yang, and J. Debruyne, Factor Analysis of Downwind Odours from Livestock Farms. Biosystems Engineering. Vol. 96, No.3, pp. 387-397, March. 2007
- [26]. ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRA (AMVA). Monitoreo y análisis de olores ofensivos en el Valle de Aburrá. Gestión de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá. Medellín, No. 31, pp. 210-224., Diciembre. 2007
- [27]. L. Pan, S.X. Yang, A new intelligent electronic nose system for measuring and analysing livestock and poultry farm odours. Environmental Monitoring and Assessment. Vol. 135, No. 1-3, pp. 399-408. 2007.
- [28]. G. Qu, M.M. Omotoso, M. Gamal El-Din, J.J. R. Feddes, Development of an integrated sensor to measure odors. Environmental Monitoring and Assessment. Vol. 144, No. 1-3, pp. 277-83, September. 2008.
- [29]. K. Sucker, R. Both, M. Bischoff, R. Guski, and G. Winneke, Odor frequency and odor annoyance. Part I: assessment of frequency, intensity and hedonic tone of environmental odors in the field. Int Arch Occup Environ Health. Vol. 81, pp. 671–682, May. 2008.
- [30]. E.T. Hayes, T.P. Curran, V.A. Dodd, Odour and ammonia emissions from intensive pig units in Ireland. Bioresource Technology. Vol. 97, No.7, pp. 940–948, May. 2006.
- [31]. Q. Zhang, J.J.R. Feddes, I.K. Edeogu, and X.J. Zhou, Correlation between odour intensity assessed by human assessors and odour concentration measured with olfactometers. Canadian Biosystems Engineering. Vol. 44, pp. 6.27- 6.32. 2002.



**Monitoreo de olores ofensivos en el Distrito de Santa Marta,
Magdalena.**



6. ANEXOS.

6.1. Formato frecuencia.

Fecha							Lugar						
Intervalo	Línea	1	2	3	4	5	Intervalo	Línea	1	2	3	4	5
Minuto 1	0						Minuto 6	0					
0:00-0:59	10						5:00-5:59	10					
	20							20					
	30							30					
	40							40					
	50							50					
Minuto 2	0						Minuto 7	0					
1:00-1:59	10						6:00-6:59	10					
	20							20					
	30							30					
	40							40					
	50							50					
Minuto 3	0						Minuto 8	0					
2:00-2:59	10						7:00-7:59	10					
	20							20					
	30							30					
	40							40					
	50							50					
Minuto 4	0						Minuto 9	0					
3:00-3:59	10						8:00-8:59	10					
	20							20					
	30							30					
	40							40					
	50							50					
Minuto 5	0						Minuto 10	0					
4:00-4:59	10						9:00-9:59	10					
	20							20					
	30							30					
	40							40					
	50							50					

6.3. Imágenes del monitoreo.

