



**EVALUACIÓN DE IMPACTO POR OLORES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA
DEL FUTURO SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE
PEREIRA**

**PRESENTADO POR:
ROBINSON DAVID SOTO RIAÑO**

**DIRECTOR:
JUAN MAURICIO CASTAÑO ROJAS**



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
PEREIRA, 2023**



**EVALUACIÓN DE IMPACTO POR OLORES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA
DEL FUTURO SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE
PEREIRA**

**PRESENTADO POR:
ROBINSON DAVID SOTO RIAÑO**

**Trabajo de grado para optar al título de
Administrador Ambiental**

**Director:
JUAN MAURICIO CASTAÑO ROJAS**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
PEREIRA, 2023**



NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma director

Pereira, 2023



AGRADECIMIENTOS

Primero quiero agradecer a mi familia por apoyarme durante estos años en mi proceso de formación universitario, por siempre confiar en que podía lograr el objetivo.

A mis padres Gloria Nelly Riaño Zarate y Alpidio de Jesús Soto Restrepo agradezco por su comprensión, paciencia y sacrificio en todos los aspectos.

Al profesor y director de grado Juan Mauricio Castaño Rojas por abrirme las puertas para finalizar mi proceso de formación y continuar mi etapa laboral dentro del grupo de investigación Ecología, Ingeniería y Sociedad.

A la universidad Tecnológica de Pereira por haber sido mi casa durante estos años y ser parte de mi crecimiento personal, educativo y laboral.

A los docentes que aportaron su granito de arena para que hoy pudiera obtener mi título universitario y los conocimientos que compartieron conmigo.



DEDICATORIA

A Dios gracias por darme la fuerza, la fe, la fortaleza y la paciencia para continuar este camino universitario, por nunca haberme permitido retroceder y siempre impulsarme para avanzar, a pesar de mis frustraciones.

A mi amada madre, quien es mi inspiración y a quien nunca alcanzaría a pagarle tanto esfuerzo, tanto sacrificio, a ella mi más profundo amor y agradecimiento.

A mi pareja Viviana y compañera de vida por estar a mi lado y creer en mí.

A mis hermanos por acompañarme en los buenos momentos y aún más en los difíciles.

A mis tías por ser parte de este logro, por estar siempre allí cuando las he necesitado.



Contenido

INTRODUCCIÓN.....	3
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	4
PROBLEMA.....	4
DIAGRAMA CAUSA-EFECTO	5
JUSTIFICACIÓN	6
OBJETIVOS	7
OBJETIVO GENERAL	7
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
MARCO DE REFERENCIA.....	8
MARCO CONTEXTUAL.....	8
MARCO CONCEPTUAL	9
MARCO NORMATIVO.....	12
MARCO METODOLÓGICO.....	14
Objetivo específico 1	14
Objetivo específico 2	15
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE OLORES OFENSIVOS EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE LA FUTURA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE PEREIRA	17
Puntos de monitoreo	19
Evaluación cualitativa de olores	21
Evaluación de olores en el sector del condominio El Paraíso año 2021	25
SISTEMA DE MONITOREO DEL IMPACTO POR OLORES DE LA FUTURA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE PEREIRA	32
Acciones	33
Actores responsables.....	37
Fuentes de financiación.....	38
Indicadores.....	38
CONCLUSIONES	39
BIBLIOGRAFÍA	41



ANEXOS 44

Lista de Figuras

Figura 1. Flujograma Causal del Problema	5
Figura 2. Localización Zona de Estudio	8
Figura 3. Posibles fuentes de emisión de olores	18
Figura 4. Puntos de monitoreo seleccionados	19
Figura 5. Escala de molestia verbal	21
Figura 6. Puntos de monitoreo	25
Figura 7. Mediciones de percepción de molestia de olores en potenciales de EMISIÓN DE OLORES	29
Figura 8. Mediciones de percepción de molestia de olores en zona de impacto potencial denominada CONDOMINIO	30
Figura 9. Variables climáticas asociadas a la zona de estudio	31
Figura 10. Esquema del sistema de monitoreo de olores	33

Lista de Tablas

Tabla 1. Marco normativo	13
Tabla 2. Matriz Metodológica	16
Tabla 3. Descripción de puntos de monitoreo	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4. Resultados de medición cualitativa de los olores en la zona de estudio	21
Tabla 5. Resultados de mediciones cualitativas de olores para el año 2021	26



RESUMEN

En este trabajo se desarrolló la evaluación de impacto por olores en el área de influencia del futuro sistema de tratamiento de aguas residuales de Pereira, considerando un análisis cualitativo de percepción mediante el procedimiento basado en la NTC 6012-1, el cual adopta el método de descripción en escala del termómetro y descripción verbal, además, se elaboró una propuesta de sistema de monitoreo de los olores ofensivos derivados de la actividad inherente a la PTAR. En primera instancia, se seleccionaron diez (10) puntos de monitoreo que fueron sujeto de mediciones en el mes de noviembre de 2022, las cuales, a su vez, arrojaron resultados en mayor medida para tres (3) de los puntos que fueron: El punto 4 asociado al descole de aguas residuales sobre el cauce principal del río Otún, el punto 9 relacionado a un trapiche y el punto 10 relacionado a una granja avícola. Estos puntos fueron consistentes con lo realizado en un estudio previo por Aguas y Aguas y el grupo de Investigación en Ecología, Ingeniería y Sociedad (EIS) de la Universidad Tecnológica de Pereira en el año 2021, los cuales abordaron como fuentes posibles de emisiones de olores los puntos mencionados previamente, así como el relleno Sanitario La Glorita. Por otra parte, para la construcción del sistema de monitoreo, se tomó como referente principal el Protocolo para el Monitoreo, Control y Vigilancia de Olores Ofensivos adoptado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2014), en ese sentido, se identificaron las acciones a realizar, los actores responsables, las fuentes de financiación y los indicadores de medición. El monitoreo de olores ofensivos asociados a la actividad de una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas se hace relevante en cuanto a que permite garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental vigentes, puesto las PTAR están sujetas a regulaciones que limitan las emisiones mediante mínimos permisibles. Por lo tanto, la actuación de las instituciones competentes debe de ser oportuna en términos de generar un adecuado control y seguimientos de los aspectos e impactos ambientales derivados de este tipo de tecnologías de saneamiento, esto en aras de garantizar el bienestar y la salud pública para las comunidades adyacentes.

PALABRAS CLAVE: Olores ofensivos, evaluación de impacto por olores, Planta de tratamiento de aguas residuales, sistema de monitoreo, salud pública.



ABSTRACT

In this work, odour impact assessment was developed in the area of influence of the future wastewater treatment system of Pereira, considering a qualitative perception analysis using the procedure based on NTC 6012-1, which adopts the method of description in scale of the thermometer and verbal description, in addition, a proposal was developed for a system of monitoring offensive odors derived from the activity inherent in the PTAR. In the first instance, ten (10) monitoring points that were subject to measurements in November 2022 were selected, which, in turn, yielded results to a greater extent for three (3) of the points that were: Point 4 associated with the discharge of sewage on the main channel of the River Otún, point 9 related to a trapiche and point 10 related to a poultry farm. These points were consistent with a previous study by Aguas y Aguas and the Research Group on Ecology, Engineering and Society (EIS) of the Technological University of Pereira in 2021, which addressed as possible sources of odour emissions the points mentioned above, as well as the landfill La Glorita. In addition, the Protocol for the Monitoring, Control and Surveillance of Offensive Odours adopted by the Ministry of Environment and Sustainable Development (2014) was used as the main reference for the construction of the monitoring system, in this sense, the actions to be carried out, the responsible actors, the sources of financing and the measurement indicators were identified. The monitoring of offensive odours associated with the activity of a domestic wastewater treatment plant is relevant in terms of ensuring compliance with current environmental regulations, since PTARs are subject to regulations that limit emissions through permissible minima. Therefore, the action of the competent institutions should be timely in terms of generating adequate control and monitoring of the environmental aspects and impacts derived from this type of sanitation technologies, in order to ensure well-being and public health for adjacent communities.

KEY WORDS: Offensive odors, odour impact assessment, Waste water treatment plant, monitoring system, public health.



INTRODUCCIÓN

En un marco global, la contaminación atmosférica se ha manifestado de forma creciente debido al aumento de las diferentes actividades humanas, sean domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, las cuales tienen una tendencia a estar relacionadas directamente con la creciente demanda de productos y servicios de consumo (Veloza & Misnaza, 2019). En ese sentido, diseñar, implementar y evaluar acciones orientadas a intervenir los impactos derivados de este tipo de contaminación, en los diferentes {ámbitos territoriales y sectoriales), se convierte en un reto en cuanto a la aplicabilidad de técnicas efectivas que permitan ejercer un control de olores de las actividades productivas y de servicios (Veloza & Misnaza, 2019).

Tal como lo expresan Sandoval & Peralta (2020), los olores hacen parte de la cotidianidad en las sociedades, siendo un indicador de la calidad del aire, de su deterioro del medio, y del potencial impacto sobre la salud de las personas que pueden desarrollar enfermedades respiratorias. En ese sentido, un adecuado control asociado al impacto por contaminación atmosférica debe de garantizar la convergencia integral de acciones orientadas a disminuir los efectos directos a la salud, así como el deterioro de la calidad de vida y del medio ambiental a corto, largo y mediano plazo.

Para el caso de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), aunque son una alternativa tecnológica orientada a tratar aguas residuales en términos de calidad del agua, su construcción y operación podría generar a su vez una serie de impactos que deben ser estudiados mediante herramientas asociadas a la evaluación de impacto ambiental (EIA). Mediante la aplicabilidad de la normatividad ambiental vigente a nivel de Colombia, la Resolución 2254 de 2017 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017), en el desarrollo de EIA, se deben tomar como base los valores asociados a niveles máximos permisibles de contaminantes tóxicos en el aire según la actividad o proyecto en particular, con el propósito de estimar el nivel del impacto, así como las medidas para mitigarlo.

En el marco del proyecto de la puesta en funcionamiento de la PTAR del municipio de Pereira, en el sector de Belmonte Bajo, este proyecto pretende proponer un sistema de



monitoreo de olores ofensivos en los sectores Combia Baja y Belmonte Bajo, zona de influencia de este proyecto. Lo anterior, teniendo en cuenta que el tratamiento de aguas residuales está sujeto a generación de impactos en las diferentes actividades relativas a la construcción y operación, principalmente a la emisión de gases y la generación de olores debido a la naturaleza de los procesos de degradación de la materia orgánica de las aguas residuales.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Problema

Con relación al municipio de Pereira, Risaralda, se presenta la construcción y puesta en marcha de una planta de tratamiento de aguas residuales que permita tratar en términos de calidad todos los vertimientos asociados a las diferentes actividades domésticas, comerciales e industriales de las distintas comunidades del municipio, con el propósito de disminuir la carga contaminante que se vierte sobre los ríos Otún y Consota. En ese sentido, la operación de una planta de tratamiento de aguas residuales puede alterar la calidad del aire, y a su vez, afectar negativamente el bienestar social de las diferentes comunidades asentadas en su zona de influencia.

Por lo anterior, la ausencia de una evaluación de impacto ambiental, principalmente asociado al tema de olores producto de las emisiones del sistema de tratamiento, podría conllevar a un incumplimiento de la normatividad ambiental vigente. Esto asociado a que la actividad supere los límites máximos permisibles contemplados en la Resolución 2254 de 2017 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

Diagrama causa-efecto

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presenta de manera esquematizada el flujograma causal del problema.

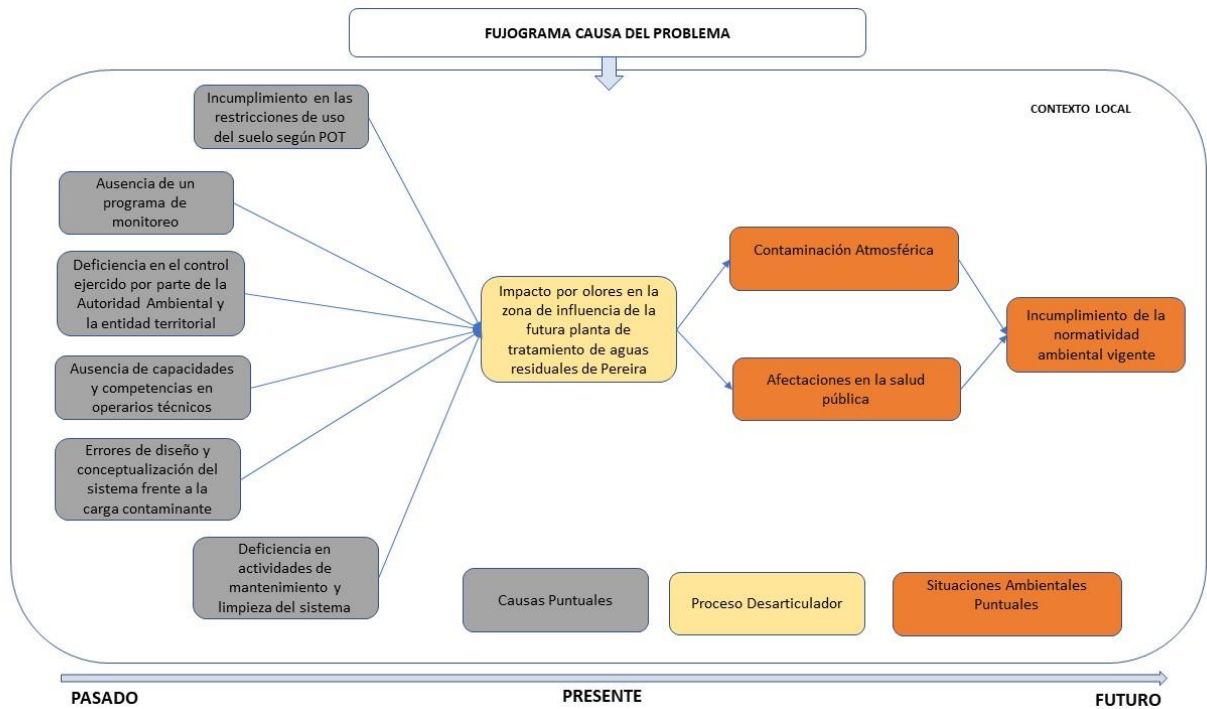


Figura 1. Flujograma Causal del Problema



JUSTIFICACIÓN

Por la naturaleza de sus procesos, el desarrollo de algunas actividades humanas está sujeta a la generación de olores ofensivos, ya sea por las materias primas que usan, por las condiciones del sitio o por los tipos de producción asociados (Resolución 2087, 2014). En Colombia, las plantas de tratamiento de aguas residuales, las unidades de producción agrícola y pecuaria, los rellenos sanitarios y los sitios de disposición final de residuos son, entre otras, actividades con potencial emisión de olores y sustancias contaminantes al aire. Estas actividades productivas y de saneamiento ambiental pueden superar el umbral olfativo en muchos casos, por esta razón el impacto sobre la salud humana puede trascender más allá de una simple molestia olfativa, a una repercusión grave sobre el sistema olfativo (Corporación Autónoma Regional de Risaralda, 2021). En este sentido, la generación de olores es uno de los factores que condicionan una problemática ambiental común en diferentes territorios respecto a la contaminación atmosférica.

Los conflictos socio – ambientales en los cuales la contaminación por olores se manifiesta como un problema ambiental, dan cuenta de la existencia de una problemática ambiental del territorio, es preciso decir entonces, que las problemáticas frente al funcionamiento de las PTAR están relacionadas con la planificación, es decir diseño del sistema y localización respecto a una comunidad aledaña, asimismo, con la puesta en marcha de estos proyectos, se evidencian problemas derivados de la capacidad del sistema y el mantenimiento del mismo. En el marco de la problemática ambiental, el carácter complejo que precisa la interacción de varios actores institucionales, sectoriales y comunitarios (Cubillos, 2020), el administrador ambiental está en capacidad de contribuir en el diseño de un sistema de monitoreo de olores que permita disponer de información confiable, necesaria para fortalecer la toma de decisiones frente a los impactos ambientales potenciales de la PTAR de la ciudad de Pereira.

El presente trabajo investigativo surge enmarcado en el proyecto de construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales - PTAR “El Paraíso”. Proyecto que tendrá cercanía con el sector Combia Baja, vereda la Siria, el sector Cerritos vereda Belmonte bajo y vereda Quimbayita. Zonas que podrían ser potencialmente impactadas por la generación de olores



derivados de sustancias como el sulfuro de hidrogeno (H_2S), el amoniaco (NH_3), el monóxido de carbono (CO) y el azufre (S), que, en concentraciones superiores a las establecidas por la norma ambiental, podrían causar diferentes efectos adversos sobre la población aledaña. Por lo anterior, es necesario realizar mediciones de tipo cualitativo y cuantitativo alrededor del área de influencia, que a manera de línea base, antes de la construcción de a PTAR, sirva para identificar en el futuro el nivel de variación del impacto por olores que generaría la PTAR entrada en operación.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Proponer un sistema de monitoreo de olores ofensivos en los sectores Combia Baja y Belmonte Bajo del municipio de Pereira.

Objetivos específicos

- Evaluar el impacto que por olores ofensivos se presenta en la zona de influencia de la futura planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Pereira.
- Diseñar un sistema de monitoreo del impacto por olores de la futura planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Pereira.

MARCO DE REFERENCIA

Marco contextual

El desarrollo de este ejercicio académico estará enmarcado en la zona de influencia de la futura planta de tratamiento de aguas residuales domésticas de la ciudad de Pereira, principalmente en los sectores de Belmonte Bajo y Combia Baja. En ese sentido, en la *¡Error!* No se encuentra el origen de la referencia. se evidencia la ubicación del proyecto a nivel del municipio.

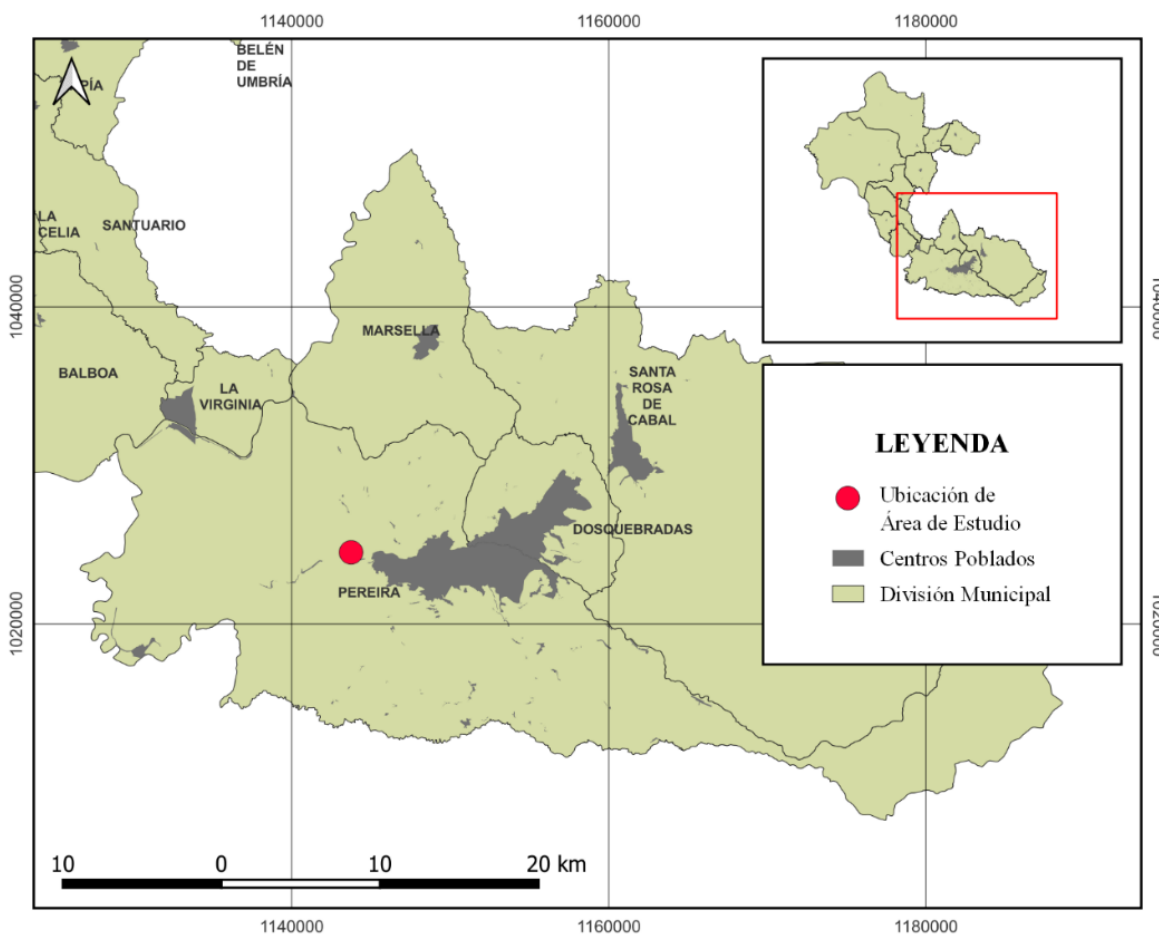


Figura 2. Localización Zona de Estudio

Elaboración propia, 2022



Marco conceptual

El territorio como un espacio determinado por la dimensión biofísica y las interacciones entre los diferentes agentes sociales, está configurado a partir de la relación histórica entre los principios, valores, manifestaciones y prácticas culturales, que dan lugar al constructo de lo que se denomina “problemática ambiental”, a la cual se refiere Cubillos de manera general como la disyuntiva entre la sociedad y la naturaleza, manifestada en el territorio en problemas ambientales puntuales (Cubillos, 2020). La materialización de estos fenómenos en impactos como la contaminación hídrica, contaminación del suelo y por supuesto contaminación atmosférica por mencionar algunos, afectan en determinada medida otros elementos dentro del sistema al que Ossa señala como ambiente, puesto que la relación de los diferentes elementos dentro del sistema integrado o ambiente guardan un grado de relación entre sí (Ossa, 2017).

En consecuencia, de lo mencionado anteriormente, son el territorio y el ambiente los receptores de la contaminación por emisión de sustancias al aire, que, en el contexto del desarrollo urbano e industrial, configuran escenarios de un alto riesgo para la salud humana producto de los efectos perjudiciales de la composición y concentración de elementos en diferentes mezclas (Yohsnnessen & Ubilla, 2017). La contaminación atmosférica es entonces una mezcla compleja de contaminantes con la capacidad de alterar las condiciones normales de la calidad del aire, modificar el entorno y propiciar problemas de salud, debido a diversas fuentes de emisión, ya sea en estado sólido, líquido o gaseoso, o en alguna combinación de estos (Decreto 1076, 2015); pueden provenir de una fuente fija situada en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa o de una fuente móvil que, por razón de su uso o propósito, es susceptible de desplazarse (CARDER, 2021), al mismo tiempo, los factores climatológicos como la temperatura y la humedad pueden determinar y alterar el nivel de toxicidad presente en estas (Yohsnnessen & Ubilla, 2017).

La contaminación por olores es una de las formas más complejas de contaminación atmosférica. Por ejemplo, la naturaleza difusa del olor en el ambiente depende de la subjetividad de cada individuo expuesto, es decir, la respuesta de un sujeto frente a un olor



depende del tiempo de exposición, la concentración de una sustancia inhalada, como de la sensibilidad de su sistema olfativo (Iglesias, 2008). En este contexto, son sustancias generadoras de olores ofensivos aquellas que, por sus propiedades organolépticas, composición y tiempo de exposición pueden causar olores desagradables; sin embargo, se deben cumplir dos condiciones: a) la presencia de una o más actividades generadoras de olores y b) un receptor sensible, siendo este último quien actúa como indicador de la presencia de olores ofensivos en el ambiente. (Resolución 2087, 2014).

La alteración del medio ambiente provocado de manera directa o indirecta, en el desarrollo de una actividad, modifica de un modo u otro las propiedades o elementos dentro del sistema (Perevochtchikova, 2013), en este sentido, el impacto ambiental ocasionado a la salud por compuestos como sulfuros, productos que, al descomponerse por degradación anaerobia de la materia orgánica, pueden ocasionar molestias por olores, gases inflamables o explosivos. Los principales gases tóxicos que contienen azufre son el sulfuro de hidrogeno (H_2S), sulfuro de di metilo ($(CH_3)_2SO_4$) y dicloruro de azufre (SCl_2). No obstante, otros impactos a la salud pueden ser mal humor, irritación en las mucosas, náuseas, vómito y en los casos más severos patologías como hiposmia e incluso anosmia, es decir la limitación parcial o total de percibir olores (Iglesias, 2008). Estos impactos ocasionados en casos severos se asocian a la exposición por tiempos prolongados y concentraciones superiores a $7 \mu g/ m^3$ durante 24 horas, en condiciones de referencia de $25^\circ C$ y 760 mm Hg (Resolución 1541, 2013).

Los olores ofensivos derivados de compuestos inorgánicos de sulfuro de hidrogeno, están presentes en la naturaleza en procesos biológicos de descomposición de la materia orgánica, en forma de gas o vapor en el caso de la actividad volcánica, sin embargo, la mayor repercusión por la emisión e inmisión de estas sustancias se asocia a actividades antrópicas como: explotación de pozos de petróleo y gas natural, producción, transformación y conservación de carnes y sus derivados, curtido y acabado de cuero y tratamiento de aguas residuales (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012). En este sentido, en Latinoamérica los estudios en torno a los sistemas de tratamiento de aguas residuales e impacto ambiental, se relacionan estrechamente a la contaminación por olores y los procesos de medición, evaluación y control de este fenómeno en diferentes territorios.



Los estudios sobre olores han tenido lugar en diferentes regiones del mundo, en España por ejemplo, se empezó la aplicación de la olfatometría dinámica mediante el Nasal Ranger bajo los parámetros de la UNE 13425 en el año 2004; no obstante, en el año 2008 se realiza un estudio basado en la modelación química y participación ciudadana mediante la instalación de muestreadores de aire en diferentes viviendas de la zona de estudio durante seis meses, con el fin de medir el comportamiento e intensidad de las emisiones de olor de las industrias en Benicarló, España. Por otra parte, en Japón se utiliza un sensor de gas potenciométrico, con el fin de detectar olores ofensivos en entornos complejos, principalmente para la detección de sulfuros de hidrogeno (Sandoval & Peralta, 2020).

En Costa Rica en el año 2016, se desarrolló un estudio para evaluar las características de los gases generadores de olores provenientes del sistema de tratamiento de aguas residuales. Mediante inspecciones de campo y un método de encuesta de percepción sensorial aplicado a 256 personas, en un radio de 800 m se logró establecer que el rango de influencia generado por la PTAR del Roble de Puntarenas, es percibido por personas en un radio de 600 m a la redonda, específicamente por el 76 % de los encuestados, los cuales manifestaban percibir olores desagradables a partir de las 6.00. a.m. y en mayor medida en épocas de invierno (Sáenz, et al. 2016).

Para el caso de Colombia, en la PTAR del municipio del Retiro, Antioquia, se realiza un estudio de tipo descriptivo cualitativo, a partir de observación y encuestas dirigidas a la población residente en un radio de 500 m. Los resultados obtenidos, arrojaron que solo el 11% de la población percibe olores molestos en épocas de verano, esto debido a la adecuada operación por parte de los operarios de la PTAR, y el diseño y puesta marcha según los parámetros exigidos por la norma, sin embargo, la posible expansión urbana a la cual está destinada la zona contigua del sistema de tratamiento, representa un reto debido al posible aumento de la cantidad de material orgánico que ingresa al afluente (Betancur, 2017).



Marco normativo

Las nociones en torno a la evaluación, prevención y control de emisión de sustancias contaminantes de la atmósfera, en particular por emisión de olores ofensivos, han tenido lugar en la legislación colombiana desde los postulados planteados en los artículos 73 a 76 del Decreto - Ley 2811 de 1974, asimismo, lo comprendido en los artículos 41 a 45 y 48 de la Ley 9ª de 1979, establece de manera general la responsabilidad sobre las concentraciones y cantidades permisibles de emisiones contaminantes a la atmósfera. No obstante, La reglamentación parcial de los artículos mencionados, se establece mediante el Decreto 948 de 1995 “Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire” (Ministerio de Ambiente, 1995. p,1), el cual orienta los principios generales de protección, así como los mecanismos de prevención, control y atención de riesgos por contaminación del aire, mediante la fijación de umbrales de tolerancia de olores ofensivos y otros procedimientos que permitan conocer los límites de emisión de sustancias asociadas a olores molestos al cual se refiere en su artículo 16.

Por otra parte, es menester considerar las normas asociadas al funcionamiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales en Colombia, siendo el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), del Decreto 0330 de 2017, el encargado de establecer criterios técnicos para el cumplimiento de las diferentes etapas como planeación, diseño, construcción, puesta en marcha, operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017), como lo indica en su Título E. Adicionalmente, de acuerdo al Artículo 209, es necesario realizar el control de olores ofensivos según las condiciones como ubicación del sistema centralizado respecto a la población aledaña y la fauna presente, tipo de sustancias y concentraciones emitidas con base a la Resolución 1541 de 2013. En este contexto, la siguiente tabla (**Tabla 1**) presenta aquellas normas ligadas a la identificación, evaluación y control de olores ofensivos generados en los proyectos relacionados con los sistemas de tratamiento de aguas residuales aplicables al presente trabajo de investigación.

Tabla 1. Marco normativo

Marco Normativo			
Norma	Título	Entidad	Descripción
Resolución 1541 de 2013	Por la cual se establecen los niveles permisibles de calidad del aire o de inmisión, el procedimiento para la evaluación de actividades que generan olores ofensivos y se dictan otras disposiciones	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Reglamentación para recepción de quejas respecto a emisión de olores ofensivos; fijación de niveles permisibles de calidad del aire, evaluación de olores ofensivos, regulación del Plan para la Reducción del Impacto por Olores Ofensivos y directrices para elaboración del Plan de Contingencia
Resolución 0672 de 2014	Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 1541 de 2013	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Sustitución del término Sulfuro de Hidrogeno (H ₂ S) por Azufre Total Reducido (TRS) en actividades relacionadas con plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) y otras actividades
Resolución 2087 de 2014	Por la cual se adopta Protocolo para el Monitoreo, Control y Vigilancia de Olores Ofensivos	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Procedimiento de recepción de quejas y reclamos, parámetros estándar y metodología para la medición de sustancias o mezclas de olores ofensivos, métodos de dispersión de olores y contenido del Plan para la Reducción de Olores Ofensivos
Decreto 1076 de 2015 (Compila Decreto 948 de 1995 y Decreto 979 de 2010)	Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Título 5, Capítulo 1. Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire; normas y principios generales aplicables a la protección atmosférica, así como mecanismos de prevención, control y atención a fenómenos por contaminación atmosférica
Resolución 0330 de 2017	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las Resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Reglamentación de los requisitos mínimos y criterios técnicos que se deben cumplir en cada una de las etapas relacionadas al diseño, construcción, puesta en marcha, operación y mantenimiento de las PTAR, frente a lo establecido en la Resolución 1541 de 2013
Resolución 2254 de 2017	Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Disposiciones para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire en proyectos, obras y actividades según máximo permisible de contaminantes en el aire. Cálculos, rangos e índices de concentración para niveles de prevención, alerta o emergencia, asimismo, se contempla la elaboración



Marco Normativo			
Norma	Título	Entidad	Descripción
			de Programas de Reducción de la Contaminación del Aire
Norma Técnica Colombiana - NTC 6012-1 de 2013	Efectos y Evaluación de los Olores. Evaluación Sicométrica de las Molestias por Olores. Cuestionarios	Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)	Descripción de los métodos de obtención de datos y análisis para la determinación de la molestia potencial existente en un área, a partir de la medición directa de la magnitud de los efectos nocivos del impacto por olores ofensivos sobre una población

Elaboración propia, 2022

Marco metodológico

El proceso metodológico que se proponen en el marco de este ejercicio académico, está orientado a dar cumplimiento al objetivo general que pretende proponer un sistema de monitoreo de olores ofensivos en los sectores Combia Baja y Belmonte Bajo del municipio de Pereira. En ese sentido, se proponen técnicas, instrumentos y actividades asociadas a lograr cada uno de los objetivos específicos.

Objetivo específico 1

1. Se revisa la evolución de uso del suelo de la zona en que se construirá la PTAR. Esto con el propósito de establecer inicialmente en qué momento se definió, en los procesos de planificación de la ciudad, el sitio en que se construiría la PTAR de la ciudad
2. Se procede a definir 10 puntos de monitoreo de olores, los cuales son identificados con la ayuda de sistemas cartográficos garantizando la cobertura del área de influencia cerca al proyecto denominado Planta de Tratamiento de Aguas Residuales el Paraíso, Vereda la Siria. Posteriormente, se debe realizar un acercamiento directo al sitio, para confirmar los puntos ya antes identificados. Finalmente, se establecen tres rangos de horarios y jornadas en los que se hará la medición de olores: 1) mañana 6:00 a 8:00 am; 2) medio día 11am a 13:00 pm; y 3) tarde 15:00 a 17:00 pm). Cabe señalar que por cada día solo se garantizará un horario y el orden de dichos horarios es establecido de manera aleatoria.



3. Se realiza el análisis de las variables climáticas de la estación climática presente en la zona, asociada a la Red Hidrometereológica del grupo de investigación en Ecología, Ingeniería y Sociedad de la Universidad Tecnológica de Pereira
4. Así mismo, se pretende realizar mediciones de manera cualitativa desde la percepción olfativa de quien realizará el monitoreo, utilizando el método de descripción en escala del termómetro y descripción verbal, procedimiento basado en la NTC 6012-1. Es decir, la persona encargada de realizar la medición mide su molestia por olores en una escala de once puntos (0 a 10); luego procede a calificar el nivel de molestia en niveles que oscilan entre ninguna y gravemente intolerable, escala verbal: 0) Ninguna molestia, 1) Molestia insignificante, 2) Molestia Leve, 3) Molestia inconfundible, 4) Molestia grave, 5) Molestia muy grave, 6) Molestia Intolerable. En ese sentido, se utilizará el formato de recolección de datos asociado al Anexo 1.
5. Se realizará la triangulación del método aplicado mediante técnicas de análisis como: revisión y análisis documental, análisis cartográfico y cuadros comparativos. Finalmente se realizan las recomendaciones pertinentes para la evaluación futura de olores del proyecto.
6. Posteriormente, se realizará la revisión de una base de datos de un estudio previo en cuanto a evaluación de impacto por olores realizado por Aguas y Aguas de Pereira en el año 2021, con el fin de contrastar la información obtenida en el trabajo de campo.

Objetivo específico 2

1. Se realizará la definición de los criterios de selección de los posibles puntos de monitoreo del sistema a proponer.
2. Se hará la identificación y la selección de los puntos del sistema de monitoreo con base en los criterios de selección definidos previamente.
3. Por último, se hará la elaboración del protocolo de monitoreo de los olores ofensivos con base en los puntos definidos y con base en los procedimientos definidos.

En sentido, se presenta la matriz (**Tabla 2**) que da evidencia de las aproximaciones metodológicas de este ejercicio académico.



Tabla 2. Matriz Metodológica

Objetivo 1: Evaluar el impacto que por olores ofensivos se presenta en la zona de influencia de la futura planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Pereira.				
Momento	Actividades	Técnica	Herramienta	Producto
Evaluativo	Identificación y selección de los puntos de monitoreo	Análisis Cartográfico	ArcGis	Evaluación del impacto de olores ofensivos en la zona de influencia de la PTAR de la ciudad Pereira
	Visita de campo para reconocimiento de los puntos de monitoreo		Avenza Maps	
	Realizar la medición cuantitativa			
	Determinar horarios para las mediciones	Descripción en escala del termómetro y descripción verbal - NTC 6012-1.	Observación simple	
	Realizar la medición cualitativa			
	Realiza la revisión de la base de datos	Revisión documental	Base de datos	
Objetivo 2: Diseñar un sistema de monitoreo del impacto por olores de la futura planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Pereira.				
Momento	Actividades	Técnica	Herramienta	Producto



Propositivo	Definición de criterios de selección de los puntos de monitoreo del sistema	Revisión documental	Normatividad ambiental Instrumentos de planificación municipal Cartografía base	Sistema de monitoreo del impacto por olores de la PTAR de la ciudad de Pereira.
	Identificación y selección de los puntos del sistema de monitoreo	Análisis cartográfico	ArcGis	
	Elaboración del protocolo de monitoreo de olores ofensivos	Revisión documental	Resolución 2087 2014	

Elaboración propia, 2022

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación del impacto de olores ofensivos en la zona de influencia de la futura planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Pereira

Los resultados obtenidos en el marco de la evaluación del impacto de olores ofensivos en la zona de influencia de la futura planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Pereira, tuvo tres (3) momentos específicos. El primero asociado a la definición de los puntos de monitoreo; el segundo asociado a la evaluación cualitativa desarrollada en visita de campo el mes de noviembre de 2022 por parte del investigador (Anexo 2); y la tercera, asociada a la revisión de la información incluida en la base de datos del informe de monitoreo de olores realizado en el sector condominio El Paraíso por parte de Aguas y Aguas en el año 2021 (Anexo 3).

Es preciso indicar que, para efectos de este ejercicio, se buscó ratificar lo que en el estudio previo realizado en el sector condominio El Paraíso por parte de Aguas y Aguas en el año 2021 se obtuvo. Por lo anterior, para la zona de influencia de la futura planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Pereira, en dicho estudio previo se identificaron posibles fuentes de emisiones de olores ofensivos. En ese sentido, se presenta el relleno sanitario La Glorita ubicado frente al descole actual del sistema de alcantarillado, siendo el punto más

lejano (punto verde); el descole propiamente dicho (punto azul); el trapiche panelero (punto rojo); y la granja avícola (punto amarillo).

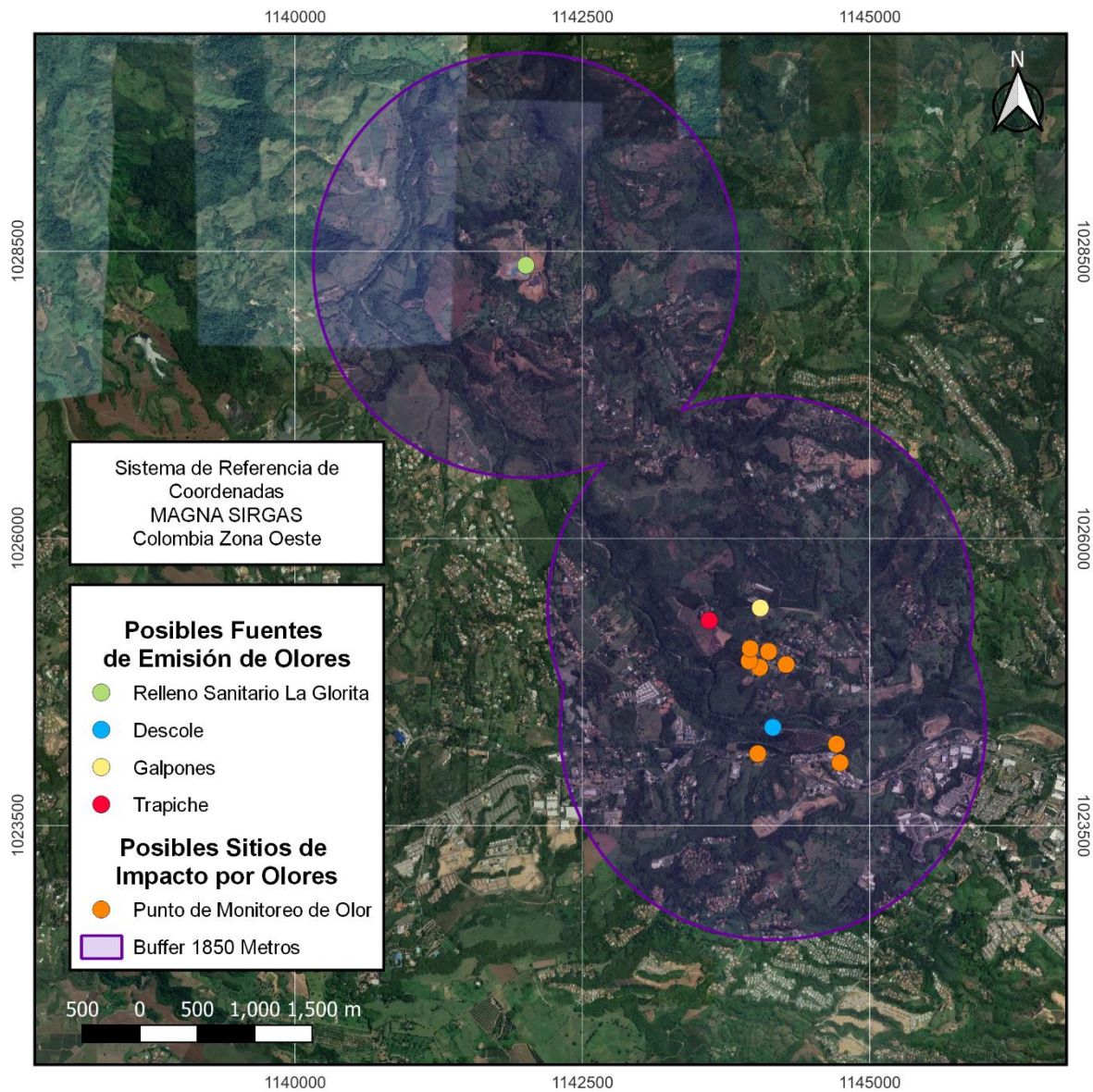


Figura 3. Posibles fuentes de emisión de olores

Fuente: Aguas y Aguas & EIS, 2021

Puntos de monitoreo

En el marco de la evaluación del impacto por olores ofensivos se definieron diez (10) puntos de monitoreo, los cuales se identificaron con la ayuda de sistemas cartográficos, donde los criterios de selección estuvieron orientados a garantizar la cobertura del área de influencia cerca al proyecto denominado Planta de Tratamiento de Aguas Residuales el Paraíso, Vereda la Siria. En ese sentido, se presenta en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** los puntos de monitoreo en los cuales se enmarcó esta evaluación.

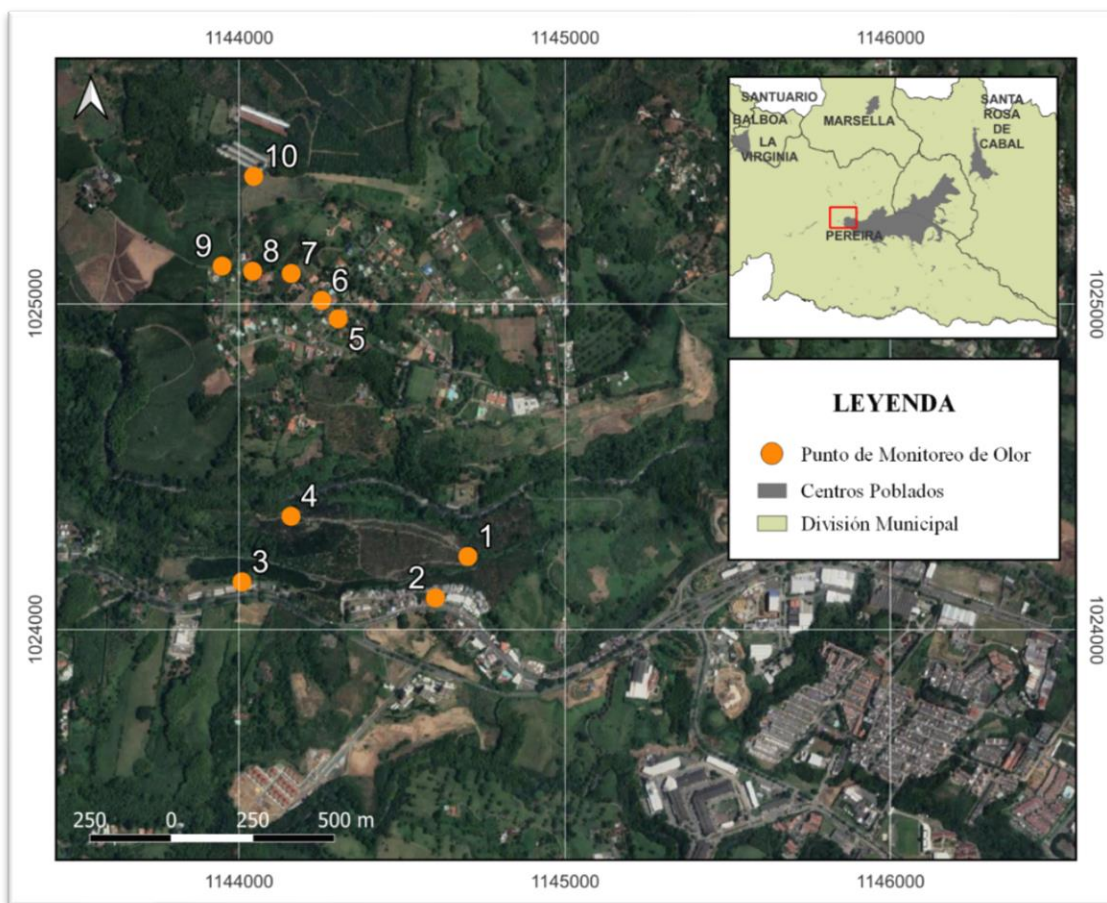


Figura 4. Puntos de monitoreo seleccionados

Elaboración propia, 2023



De igual manera, se presenta en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** cada uno de los puntos de monitoreo con la descripción del mismo. Es preciso indicar que no se tuvo acceso al condominio El Paraíso, por lo cual, se definieron tres (3) puntos que permitieran garantizar la cobertura del mismo a su alrededor.

Tabla 3. Descripción de puntos de monitoreo

Punto de monitoreo	Descripción
1	Sector Belmonte a la altura del supermercado Carulla
2	A la altura de la entrada al predio de la finca San Cayetano, en el cual se encuentra el vertimiento final de las aguas residuales domésticas de Pereira y parte de Dosquebradas
3	Ubicado dentro del predio San Cayetano en un punto denominado La Curva
4	Es el punto donde se encuentra directamente el descole de aguas residuales domésticas de Pereira y parte de Dosquebradas
5	Punto ubicado a la margen derecha del río Otún en la vereda La Siria del corregimiento de Combia Baja, a la altura de la entrada del condominio El Paraíso
6	Puntos ubicados alrededor (zona de influencia) del condominio El Paraíso
7	
8	
9	Punto ubicado a la altura de la entrada al trapiche adyacente al condominio El Paraíso
10	Punto ubicado a la altura de la entrada a la avícola adyacente al condominio El Paraíso

Elaboración propia, 2023

Evaluación cualitativa de olores

En el marco de la evaluación de los olores a nivel cualitativa en cada uno de los diez (10) puntos mencionados previamente, se realizaron siete (7) jornadas de monitoreo en los días 9, 10, 11, 12, 19, 29 y 30 de noviembre de 2022. En ese sentido, para cada uno de las jornadas propiamente dichas, se trabajó en tres (3) horarios distribuidos en la mañana, al medio día y en la tarde.

Para el análisis de los resultados obtenidos en la evaluación cualitativa realizada por el investigador en estas jornadas de campo, se tomó como base lo establecido por la NTC 6012-1 en función de la correlación entre la autoevaluación utilizando el termómetro de molestia y la escala de molestia verbal de seis (6) etapas (**Figura 5**).

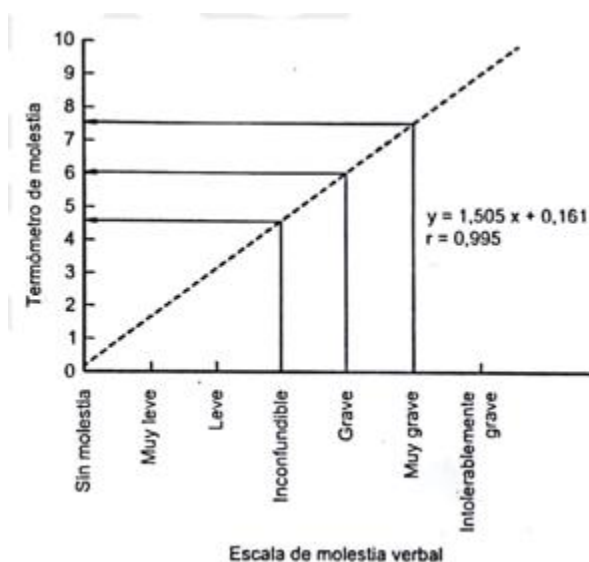


Figura 5. Escala de molestia verbal

Fuente: NTC 6012-1

Siendo consistentes con lo anterior, se presenta en la **Tabla 4** los resultados obtenidos para cada una de las jornadas de monitoreo en la zona de estudio.

Tabla 4. Resultados de medición cualitativa de los olores en la zona de estudio

Fecha	Punto de monitoreo	Escala de olores	Escala de molestia	Observaciones
2022/11/09	Punto 3	1	Muy leve	Para los puntos 3 y 4 los olores se
	Punto 4	4	Grave	



Fecha	Punto de monitoreo	Escala de olores	Escala de molestia	Observaciones
	Punto 10	1	Muy leve	registraron en la jornada del medio día y para el punto 10 el olor se registró en la tarde. De igual manera, para los demás puntos de monitoreo no se registraron valores en la escala de olores.
2022/11/10	Punto 1	1	Muy leve	Por un lado, para el punto 1 el olor se registró en la jornada de la mañana. Por otro lado, para los puntos 3,4 y 10 los valores se registraron al medio día. De igual manera, para los demás puntos de monitoreo no se registraron valores en la escala de olores.
	Punto 3	1	Muy leve	
	Punto 4	4	Grave	
	Punto 10	1	Muy leve	
2022/11/11	Punto 2	1	Muy leve	Para cada uno de los 3 puntos que registraron valores, se evidenció en la jornada de la mañana. No obstante, para los demás puntos de monitoreo en las otras jornadas no se registraron olores.
	Punto 4	4	Grave	
	Punto 10	3	Inconfundible	
2022/11/12	Punto 4	3	Inconfundible	Para cada uno de los 4 puntos se registraron los valores en la jornada de la mañana. De igual manera, para los demás puntos monitoreados no se registraron olores.
	Punto 5	1	Muy leve	
	Punto 9	1	Muy leve	
	Punto 10	1	Muy leve	



Fecha	Punto de monitoreo	Escala de olores	Escala de molestia	Observaciones
2022/11/19	Punto 5	1	Muy leve	Los valores registrados se presentaron en la jornada de la tarde. No obstante, es preciso indicar que para el punto 1, el valor registrado puede estar sujeto a la influencia de la zona del galpón. De igual manera, para los demás puntos registrados no se registraron valores, incluyendo el punto del descole de aguas residuales.
	Punto 10	2	Leve	
2022/11/29	Punto 3	2	Leve	Los valores para cada uno de los 4 puntos de monitoreo se registraron en la jornada de la tarde. No obstante, para el punto 3 se evidencia un olor asociado a fumigaciones recientes, así como los puntos 9 y 10 un olor asociado a la actividad avícola. De igual manera, para los demás sitios no se hallaron valores representativos que influyeran en la calificación.
	Punto 4	2	Leve	
	Punto 9	1	Muy leve	
	Punto 10	2	Leve	
2022/11/30	Punto 4	4	Grave	Los valores para estos 3 puntos de monitoreo se registraron en la jornada del medio día. De igual manera, para los demás puntos no se presentaron valores
	Punto 9	1	Leve	
	Punto 10	3	Inconfundible	

Fecha	Punto de monitoreo	Escala de olores	Escala de molestia	Observaciones
				significativos en términos de olores.

Elaboración propia, 2023

Con base a los resultados obtenido en las mediciones cualitativas, es preciso mencionar que el punto de monitoreo que fue más consistente en la generación de olores fue el punto 4 con calificación Grave, el cual está directamente relacionado a la zona del descole de las aguas residuales sobre el río Otún provenientes de la ciudad de Pereira y parte del municipio de Dosquebradas. No obstante, es preciso indicar que solo se presentó una jornada donde no hubo registro para tal punto, la cual fue la del día 19 de noviembre de 2022.

Por otra parte, otros dos puntos que fueron “representativos” en los resultados obtenidos en estos monitoreos fueron los correspondientes a 9 y 10, asociados principalmente a las actividades productivas del trapiche y la avícola. En ese sentido, en varias jornadas de monitoreo, los olores estuvieron asociados a la actividad del galpón y no propiamente a las aguas residuales descargadas en el cuerpo de agua del río Otún. Por otra parte, para los demás puntos de monitoreos registrados no se presentaron valores en la escala de olores, por lo cual no fueron representativos en las jornadas de medición.



Punto 1: Sector Belmonte a la altura del supermercado Carulla



Punto 2: A la altura de la entrada al predio de la finca San Cayetano, en el cual se encuentra el vertimiento final de las aguas residuales domésticas de Pereira y parte de Dosquebradas



Punto 3: Ubicado dentro del predio San Cayetano en un punto denominado La Curva



Punto 4: Es el punto donde se encuentra directamente el descole de aguas residuales domésticas de Pereira y parte de Dosquebradas



Punto 5: Punto ubicado a la margen derecha del río Otún en la vereda La Siria del corregimiento de Combia Baja, a la altura de la entrada del condominio El Paraíso



Punto 6: Puntos ubicados alrededor (zona de influencia) del condominio El Paraíso



Punto 7: Puntos ubicados alrededor (zona de influencia) del condominio El Paraíso



Punto 8: Puntos ubicados alrededor (zona de influencia) del condominio El Paraíso



Punto 9: Punto ubicado a la altura de la entrada al trapiche adyacente al condominio El Paraíso



Punto 10: Punto ubicado a la altura de la entrada a la avícola adyacente al condominio El Paraíso

Figura 6. Puntos de monitoreo

Fuente propia, 2022

Evaluación de olores en el sector del condominio El Paraíso año 2021

En el marco del proceso de licenciamiento ambiental para el proyecto de la planta de tratamiento de aguas residuales de los municipios de Pereira y Dosquebradas, se obtuvo como resultados del taller de evaluación de impacto ambiental para el año 2020, una serie de quejas y molestias por parte de las comunidades de la vereda La Siria, el condominio El Paraíso, así como otros sectores adyacentes, en cuanto a los olores asociados al descole de aguas



residuales generado sobre el río Otún (Aguas y Aguas & EIS, 2021). En ese sentido, se presentó un monitoreo en el año 2021 como respuesta ante las molestias propiamente dichas.

Este ejercicio dentro de su objetivo general proponía realizar los estudios preliminares de impactos por olores del descole de la red de alcantarillado de la ciudad de Pereira al río Otún en área de influencia del condominio El Paraíso. En ese sentido, dicho estudio tuvo un objetivo específico relacionado a identificar preliminarmente el impacto de manera cualitativa mediante el diligenciamiento de encuestas a los habitantes de las zonas de influencia, ejercicio totalmente consistente con lo propuesto en el marco de este trabajo de investigación.

Con base a lo anterior, en la evaluación de impacto por olores realizada por Aguas y Aguas y el EIS en el año 2021, se identificaron cinco (5) estaciones de arrojaron resultados en la escala de olores, siendo estas La Curva (Punto 3), el descole (Punto 4), la entrada al condominio El Paraíso (Punto 5), el trapiche (Punto 9) y el galpón (Punto 10). Es preciso indicar que dichas estaciones también obtuvieron registros en lo desarrollado en este ejercicio académico, por lo cual, se presentan el resultado obtenido a continuación (**Tabla 5**).

Tabla 5. Resultados de mediciones cualitativas de olores para el año 2021

Punto de monitoreo	Número de mediciones con registros	Valores registrados	Observaciones
La Curva – Punto 3	3	1 – 3	Los valores registrados en la escala de olores para este punto fueron principalmente asociados a la actividad avícola de los galpones.
Descole – Punto 4	57	1 – 2 – 3 – 4	Este punto se presentó como el de mayor recurrencia en la obtención de valores registrados, alcanzando



Punto de monitoreo	Número de mediciones con registros	Valores registrados	Observaciones
			los niveles de olores mas altos entre todos los sitios de monitoreo, siendo este 4 (Grave).
Entrada Condominio El Paraíso – Punto 5	2	1 -2	Al igual que el punto 3, los valores registrados en este punto, siendo relativamente inferiores, estuvieron asociados a la actividad avícola.
Trapiche – Punto 9	11	1	Este fue el punto que solo presentó un solo valor en los registros de la escala de olores, siendo este el de la calificación 1 (Muy leve), el cual también estuvo relacionado a la actividad de los galpones.
Galpón – Punto 10	54	1 – 2 – 3 – 4	Al igual que el punto 4, en este punto se registraron hasta 4 niveles en la escala de olores. No obstante, la calificación 4 solo se presentó en una ocasión, pero que estuvo directamente asociada con la actividad productiva. En ese sentido, es preciso indicar que, para este punto, la influencia de



Punto de monitoreo	Número de mediciones con registros	Valores registrados	Observaciones
			las descargas asociadas al descole no tienen influencia.

Elaboración propia, 2023

Siendo consistentes con el monitoreo realizado en el mes de noviembre de 2022, los puntos que registraron valores en la escala de olores para ambos monitoreos fueron similares. En ese sentido, el que mayor presentó molestias fue el que está directamente asociado al sitio del descole de las aguas residuales sobre el cauce principal del río Otún (Punto 4). No obstante, es importante indicar que para los demás sitios de monitoreo que a su vez también fueron sujeto de obtención de resultados, la influencia directa de la actividad avícola tuvo implicaciones en los mismos, por lo cual no se debe asociar con los vertimientos propiamente dichos.

Para los resultados de la percepción de molestia de olores en los puntos mencionados previamente se presentan los resultados en la **Figura 7** y **Figura 8**.

Termómetro de olores

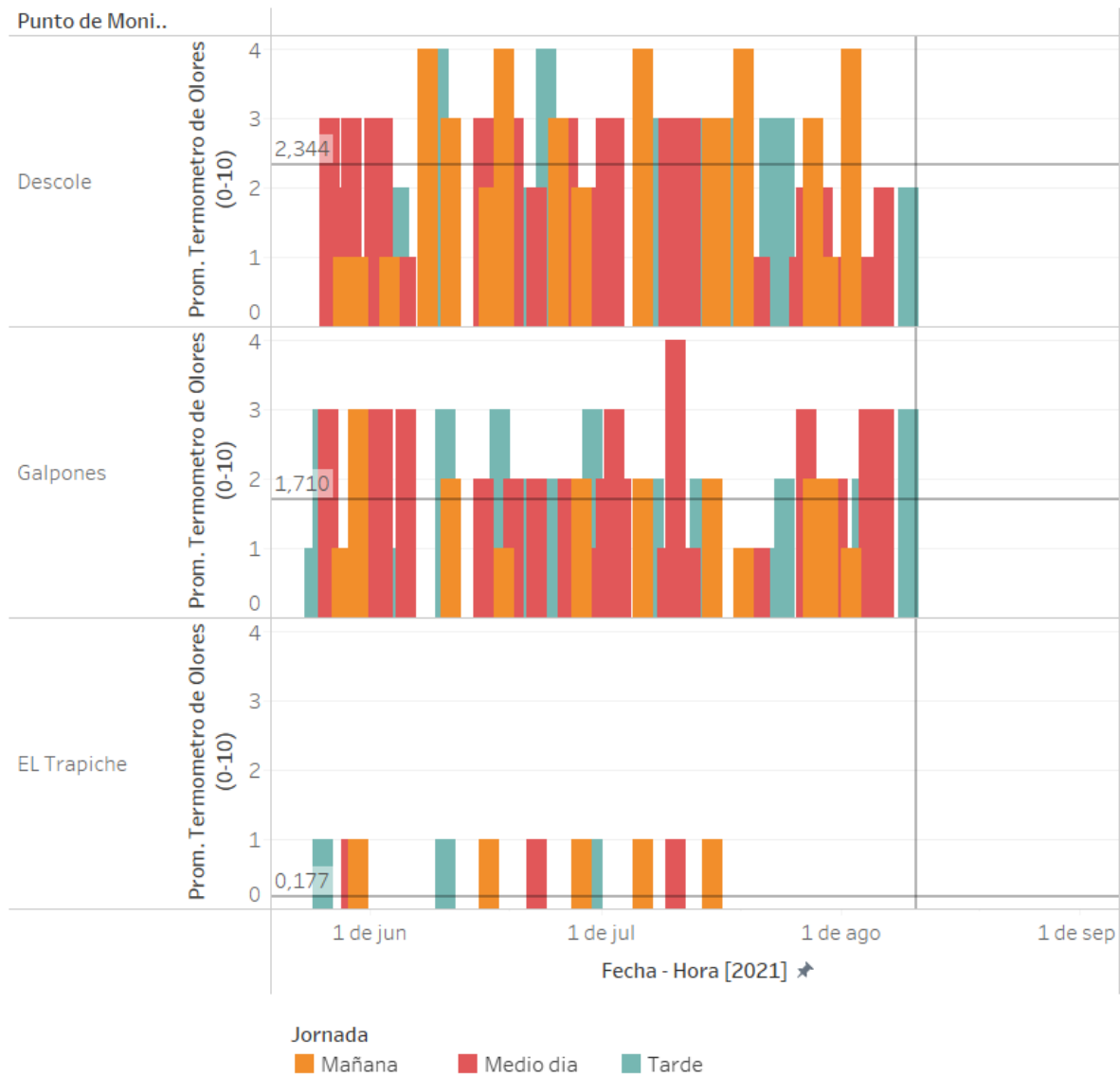


Figura 7. Mediciones de percepción de molestia de olores en potenciales de EMISIÓN DE OLORES

Fuente: Aguas y Aguas & EIS, 2021

En los sitios potenciales de emisión mencionados previamente, para el punto denominado El Trapiche se presentaron valores en un rango asociado a la calificación *sin molestia* y *muy leve*. Además, para los puntos relacionados al descole y el galpón, los rangos de molestias oscilaron entre *muy leve* y *leve*, así como algunos datos atípicos asociados a la categoría *inconfundible*.

Termómetro de olores

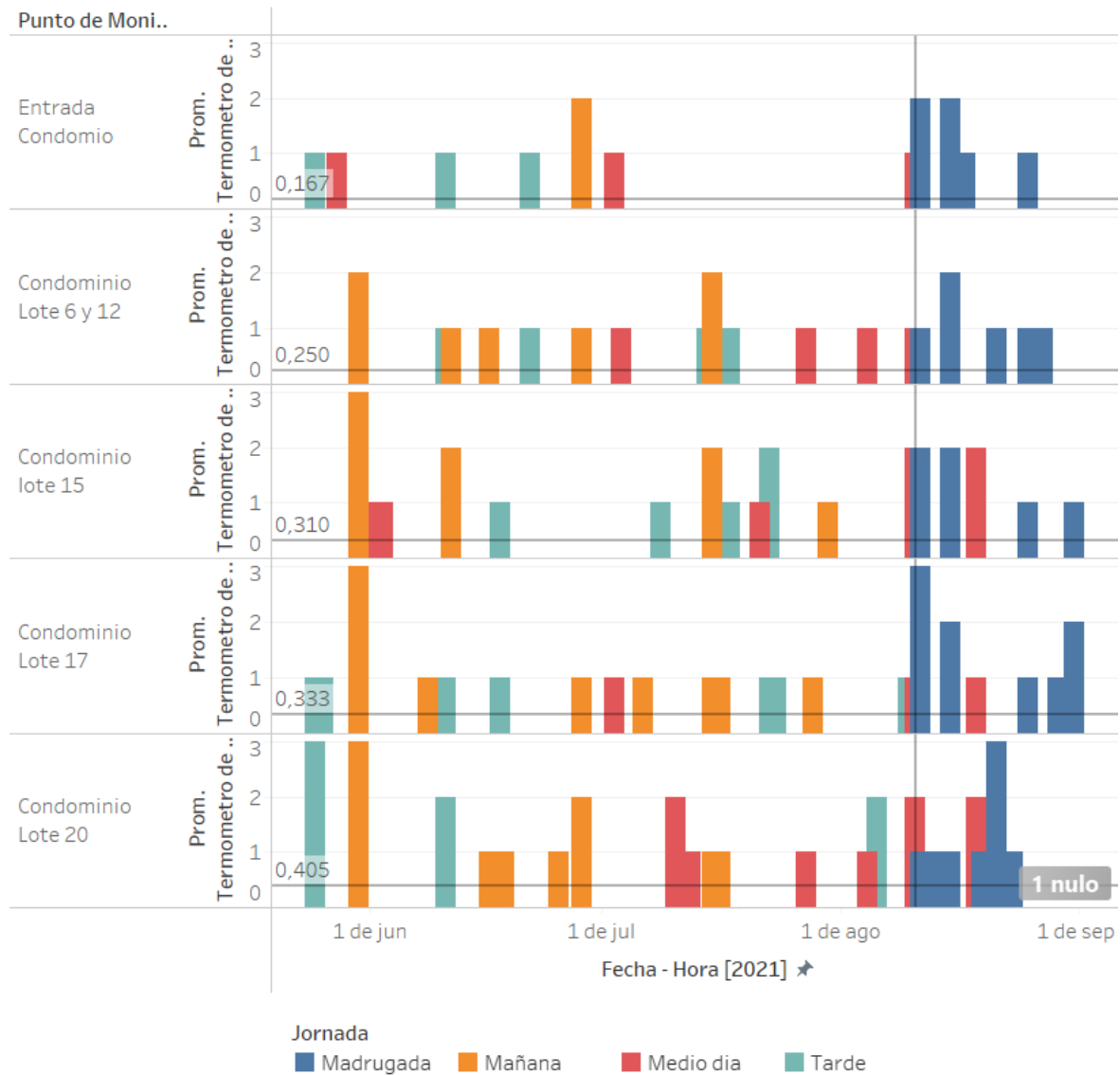


Figura 8. Mediciones de percepción de molestia de olores en zona de impacto potencial denominada CONDOMINIO

Fuente: Aguas y Aguas & EIS, 2021

Para la zona denominada Condominio, los promedios de los valores del periodo de muestreo fueron menores a 0.5 en la escala del termómetro de olores, arrojando valores entre el rango de *sin molestia* y *muy leve*. Sin embargo, se registraron para algunos puntos valores asociados a la escala de molestia verbal *leve*.

Por otra parte, otro punto importante que se abordó en este estudio fueron las condiciones climáticas asociadas a los puntos de monitoreo establecidos. En ese sentido, se presenta en la **Figura 9** las variables climáticas relacionadas.

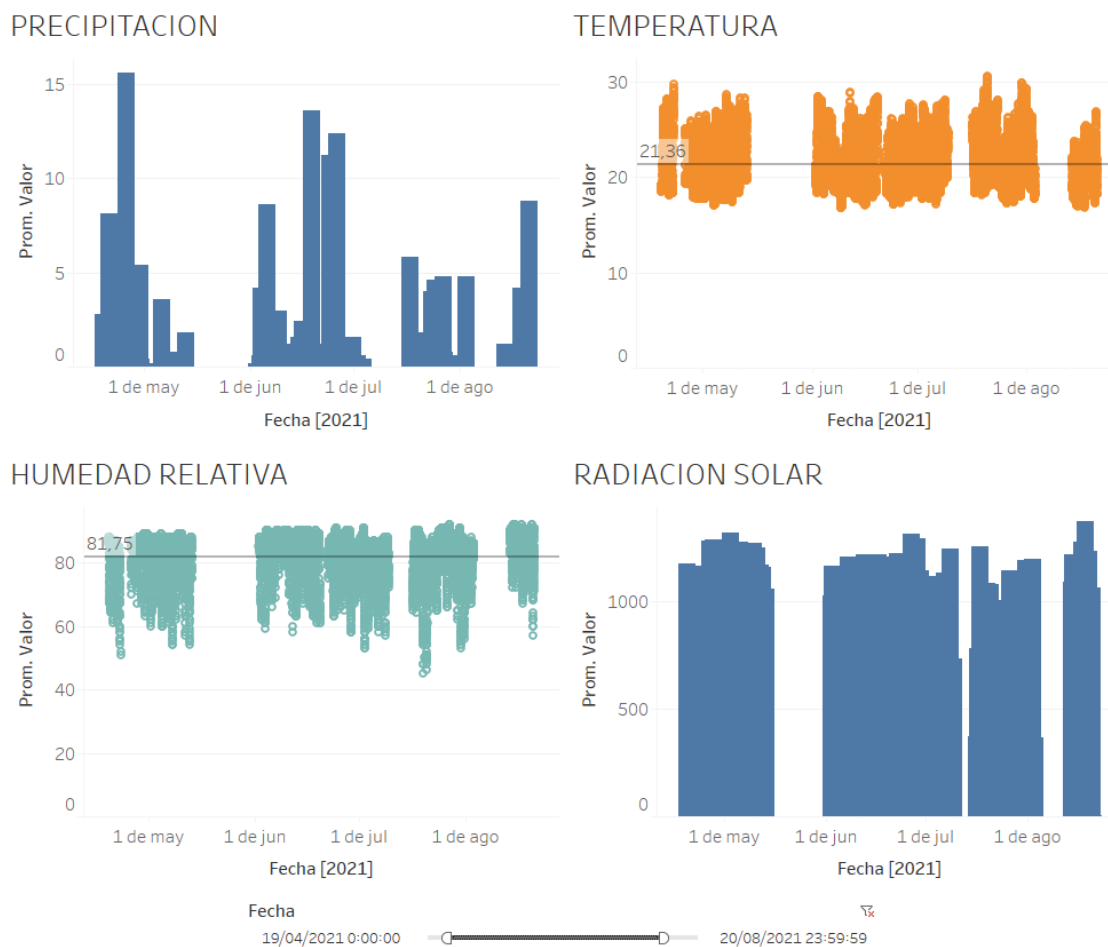


Figura 9. Variables climáticas asociadas a la zona de estudio

Fuente: Aguas y Aguas & EIS, 2021

Las variables climáticas indican que la precipitación en el periodo de monitoreo presentó valores mensuales para los meses de junio, julio y agosto de 2021 de 204 mm y una temperatura media de 21.36 registrando valores máximos y mínimos en el periodo de 30.6 y 16.2 °C respectivamente. En cuanto a la humedad relativa, se obtuvo un valor medio de 81.75% con valores mínimos de 45%.



Sistema de monitoreo del impacto por olores de la futura planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Pereira

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2014) propone el Protocolo para el Monitoreo, Control y Vigilancia de Olores Ofensivos como una guía estandarizada a nivel nacional, la cual establece los lineamientos y criterios para la evaluación objetiva a través de metodologías estandarizadas de un tipo de contaminación que está estrechamente ligado con las percepciones de los seres humanos. En ese sentido, en este protocolo propiamente dicho se aborda lo planteado por la Resolución 1541 de 2012, además, se considera dichas condiciones para la valoración de la problemática con el objetivo último de articular las acciones implementadas por las actividades generadoras encaminadas a la prevención y minimización de los impactos ambientales.

Con base a lo anterior, el monitoreo de olores ofensivos derivados de una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas es una tarea importante para garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad del aire y proteger la salud pública, según lo establecido en la normatividad vigente. En ese sentido, se presenta el siguiente sistema orientado al monitoreo de olores ofensivos derivados de la futura Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del municipio de Pereira y Dosquebradas, relacionando acciones, responsables, fuentes de financiación e indicadores, articulado además con lo propuesto por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2014) (**Figura 10**).

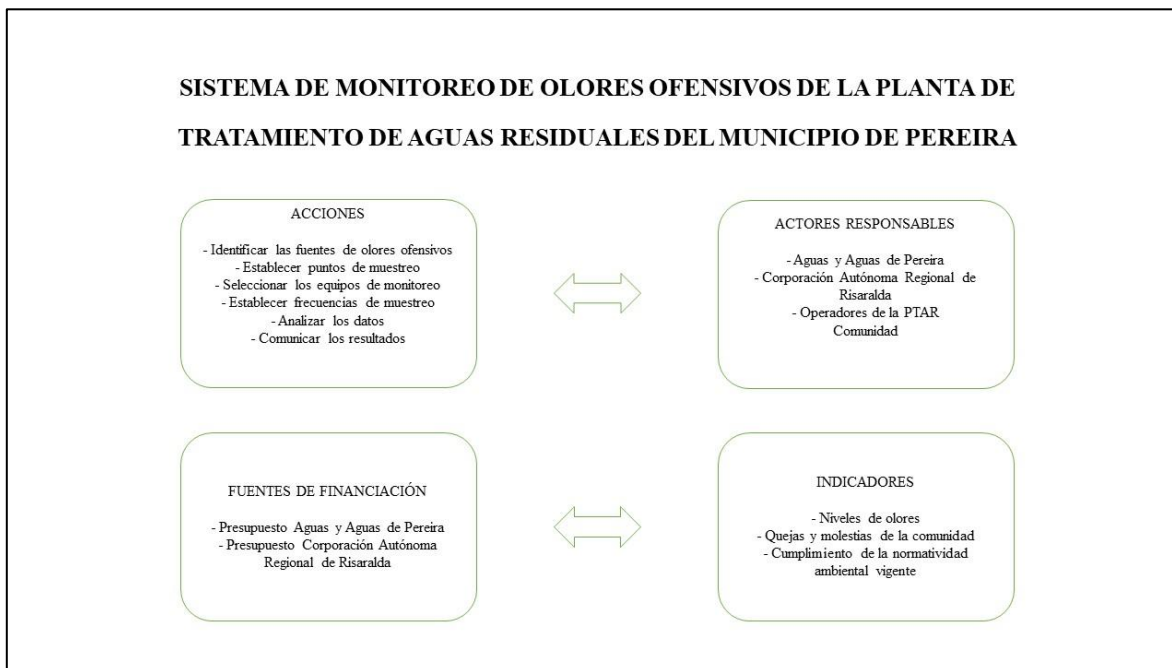


Figura 10. Esquema del sistema de monitoreo de olores

Elaboración propia, 2023

Acciones

En principio, se presentan las siguientes acciones en el marco del sistema de monitoreo de olores para la PTAR de Pereira y Dosquebradas:

- **Identificar las fuentes de olores ofensivos:** Se debe realizar un estudio de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas y sus procesos para identificar las áreas que son propensas a generar olores ofensivos.

Igualmente es importante tener en cuenta que la verificación de cumplimiento de los estándares fijados en la Resolución 1541 de 2013 de sustancias específicas, es aplicable en tanto en la identificación de sustancias de las emisiones olorosas estén presentes dichas sustancias y sean las responsables de la generación de olores de tal modo que las medidas tomadas, tendientes a la prevención y/o mitigación de su emisión resulten en la mitigación real de su impacto en el aire ambiente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).



También se deben considerar las condiciones ambientales, dado que los factores meteorológicos determinan el transporte y dispersión de los contaminantes en la atmósfera, los parámetros meteorológicos con los cuales se debe contar como mínimo son: velocidad y dirección del viento con el fin de establecer la dirección de los contaminantes y su dispersión en la atmósfera así como la temperatura ya que ésta puede influir en la generación de sustancias; otros parámetros como precipitación, nubosidad, humedad y radiación solar completan el panorama de los fenómenos meteorológicos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

- **Establecer puntos de muestreo:** No existe una regla única para definir el número de mediciones y los sitios de monitoreo, dado que la problemática es diferente en cada lugar, por lo que se establecen criterios generales para la definición de la estrategia de medición. Por lo tanto, establecidos los criterios e identificadas las fuentes de olores ofensivos, se deben establecer puntos de muestreo alrededor de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas. Es importante colocar los puntos de muestreo en lugares representativos de los posibles receptores de los olores, como las viviendas cercanas, las áreas recreativas y los lugares de trabajo o para el presente caso en el descole, y las demás fuentes potenciales de olores como la granja avícola, el trapiche, el relleno sanitario. Para esta acción específica, es preciso que los puntos asociados concuerden en parte con los que arrojaron resultados en los monitoreos realizados para el año 2021 y 2022.

Así mismo, los puntos de monitoreo de los compuestos azufrados no se deben ubicar cerca de las fuentes de combustión que sean susceptibles de emitir SO₂ y que puedan ocasionar interferencias en la medición mientras que la medición de NH₃ no se debe realizar en sitios cercanos a fuentes automotoras (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

- **Seleccionar los equipos y personal de monitoreo:** Los equipos de monitoreo de olores deben ser capaces de medir los componentes del olor y las concentraciones de estos en el aire. De igual manera, en término de medir la percepción, es importante continuar con el método de encuesta implementado en los monitoreos previos.



Seguidamente se recomiendan los Sistemas automáticos, tales analizadores automáticos recolectan la muestra y determinan las concentraciones de cada contaminante específicamente. Estos sistemas utilizan métodos de medición que aprovechan las propiedades físicas y/o químicas de los contaminantes para determinar su concentración, comprenden una amplia variedad de detectores químicos con una alta sensibilidad y selectividad a las sustancias.

Así mismo, se debe establecer rigurosamente por métodos sensoriales la respuesta psicológica por la exposición a una sustancia, compuesto o mezclas de sustancias de olores ofensivos mediante la exposición de un equipo de evaluadores entrenados quienes hacen estas determinaciones en campo o en laboratorio. Esta técnica está basada en la determinación de la concentración del olor por olfatometría dinámica, metodología desarrollada en la NTC 5880 Calidad del Aire. Determinación de la concentración del olor por olfatometría dinámica correspondiente con la Norma Europea EN 13725 estandarizada por el Comité Europeo de Normalización (CEN).(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

- **Establecer frecuencias de muestreo:** La frecuencia de muestreo debe ser establecida de acuerdo a la necesidad de monitorear los olores ofensivos, aunque para garantizar un mejor desempeño durante el muestreo es necesario ajustar los tiempos y periodos de exposición establecidos en la Resolución 1541 de 2013 o aquella que la adicione, modifique o sustituya, es decir, el día se define como el periodo de 24 horas transcurrido entre las 00:01 y las 24:00, donde 00:01 es el primer minuto del día, después de la media noche y la hora que transcurre entre los 00:01 y los 60 minutos. Las mediciones de los gases con analizadores automáticos entregan resoluciones de tiempo que pueden llegar a valores cada minuto, los que son 22 promediados para entregar valores diarios, se requiere un mínimo de 75% de observaciones totales para efectuar procesamiento de la información.

Seguir dichos tiempos y periodos, reflejaran las variaciones diurnas y nocturnas y los valores máximos para los casos de mediciones continuas. Las concentraciones de los contaminantes se ven afectadas por variabilidades temporales de clima, ciclos diurnos



en condiciones meteorológicas y patrones de emisión durante los futuros procesos de la planta de tratamiento.

Esta etapa comprende los procedimientos relacionados con la toma de la muestra y posteriormente para su análisis. Estos métodos son los mejores en términos de resolución, dan lecturas de las concentraciones de manera automática y en tiempo real. Los puntos de medición deben estar dispuestos en cabinas especialmente acondicionadas que los protejan de los diferentes factores climáticos como humedad y temperatura (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

De acuerdo a lo anterior se propone un registro de medición de 24 horas (diurno y nocturno) con equipos de medición continuo, hasta garantizar un mínimo de 75% de observaciones.

- **Analizar los datos:** Los datos recopilados a través del monitoreo deben ser analizados regularmente para detectar cualquier tendencia o cambio en las concentraciones de los componentes del olor.
- Primeramente, las mediciones de los gases se pueden realizar por tecnología electroquímica, fluorescencia y óptica. En el monitoreo de gases contaminantes las características entre equipos de diferentes marcas son muy similares y la concentración del contaminante es analizada en línea.

Es decir, los medidores directos proporcionan flujos de datos como señales eléctricas que deberán ser interpretados posteriormente, estos datos pueden ser almacenados en el lugar utilizando una variedad de sistemas, que van desde un simple registrador de automatizado de datos a una unidad central de procesamiento remoto. Una vez que los datos de calidad del aire han sido recogidos deben ser resumidos de forma que permitan una interpretación significativa.

- Es importante establecer límites de acción y límites de advertencia para tomar medidas inmediatas en caso de exceder lo establecido con la norma nacional que se encuentra expresada a condiciones de referencia o condiciones estándar (760 mm Hg de presión o 101.325 Pa o 101,325 kPa y a una temperatura de 298,15 K). Por tal



razón, es necesario expresar los datos promedios obtenidos de la medición a valores promedios de concentración.

Tal como lo indica la Resolución 1541 de 2013, los niveles permisibles o de inmisión para sustancias generadoras de olores ofensivos se establecen a condiciones de referencia (25°C y 760 mmHg), por lo tanto, es necesario expresar las concentraciones obtenidas en tales condiciones, para lo anterior se parte de la ecuación de gas ideal y se establecen las relaciones que correspondan (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

- **Comunicar los resultados:** Los resultados del monitoreo deben ser comunicados de manera efectiva a la comunidad adyacente a la planta de tratamiento, la Corporación Autónoma Regional de Risaralda, la administración municipal y demás partes interesadas.

En primera instancia, los resultados obtenidos en el marco de los monitoreos periódicos que se proponen, deberán publicarse en la página principal de Aguas y Aguas en la dirección de Transparencia, Instrumentos de Gestión de Información Pública y Registro de Publicaciones. Además, dichos informes deberán ser enviados a la Corporación Autónoma Regional de Risaralda y socializados por parte de los profesionales de campo ante las comunidades. Además, los mecanismos de comunicación estarán orientado al uso de las redes sociales y la página web principal de Aguas y Aguas.

Actores responsables

En el marco de darle viabilidad a la materialización del sistema de monitoreo de olores ofensivos asociados a la futura planta de tratamiento de aguas residuales de Pereira y Dosquebradas, se presentan los siguientes responsables:

- **Aguas y Aguas de Pereira:** Son los principales actores encargados de llevar a cabo el monitoreo, evaluación, seguimiento y control de los olores representados en el marco de la actividad asociada a la PTAR.
- **Corporación Autónoma Regional de Risaralda - CARDER:** Son los principales responsables de garantizar el cumplimiento de las normas ambientales y supervisar



que la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas cumpla con los estándares de emisiones establecidos.

- **Operadores de la planta de tratamiento:** Son los encargados de llevar a cabo las labores de operación y mantenimiento de la planta, así como de notificar a la autoridad ambiental en caso de algún problema.
- **Comunidad:** Es importante que la comunidad local esté involucrada en el monitoreo ambiental, ya que son los principales afectados por los olores ofensivos derivados de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Fuentes de financiación

Siendo consistentes con el sistema de monitoreo propuesto, en función de la viabilidad financiera del mismo, se proponen las siguientes fuentes de financiación:

- **Aguas y Aguas de Pereira:** Como responsables principales ante la autoridad ambiental, esta empresa prestadora de este servicio pública, debe ser la encargada de financiar directamente la viabilidad del sistema de monitoreo, así como su evaluación y control.
- **Corporación Autónoma Regional de Risaralda:** La autoridad ambiental debe garantizar la asignación de recursos para llevar a cabo el monitoreo ambiental de la planta de tratamiento de aguas residuales, así como prestar asistencia técnica en el marco de las jornadas de mediciones si es requerida.

Indicadores

Como indicadores asociados al sistema de monitoreo, los cuales pueden dar a conocer la eficiencia del mismo en los procesos de evaluación, se proponen los siguientes:

- **Nivel de olores:** En primera instancia, una vez esté en funcionamiento la PTAR del municipio de Pereira y Dosquebradas, se debe de generar una línea base que permita marca niveles de olores de referencia (los cuales no excedan los mínimos permisibles en la norma), y a su vez, llevar una trazabilidad en cada una de las frecuencias de monitoreo, garantizando un control adecuado en los mismos.



- **Quejas y molestias de la comunidad adyacente:** Como indicador asociado al tema comunitario, es importante llevar trazabilidad de las posibles quejas y molestias presentadas por la comunidad del sector, en función de determinar los niveles de incremento o no de los olores derivados de la actividad.
- **Cumplimiento de la normatividad ambiental vigentes:** Se deben establecer indicadores para evaluar el cumplimiento de las normas ambientales establecidas para la emisión de olores ofensivos.

CONCLUSIONES

En primera instancia, es importante mencionar que el monitoreo de olores ofensivos asociados a la actividad de una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas se hace relevante en cuanto a que permite garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental vigentes, puesto las PTAR están sujetas a regulaciones que limitan las emisiones mediante mínimos permisibles. Asimismo, es importante en términos de impactos a la salud pública, puesto que dichos olores pueden llegar a ser tóxicos y causas problemas asociados temas respiratorios, afectando la calidad de vida de las personas. Además, esto garantiza una reducción en los impactos sobre los medios bióticos y abióticos, debido a que se pueden ver directamente afectados los cuerpos de agua, la atmosfera, así como los ecosistemas.

Para el caso específico de la futura planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Pereira, dentro de las evaluaciones cualitativas realizadas en 2021 y 2022, se puede indicar que el punto mas crítico hace referencia al descole directo sobre el cuerpo de agua asociado a río Otún, en ese sentido, dicho punto debe de estar sujeto de monitoreo constante una vez este en funcionamiento el sistema de tratamiento. No obstante, es menester mencionar que no solo este aspecto ambiental es sujeto de generación de olor en la zona adyacente al proyecto, puesto que la actividad generada por la avícola puede influir directamente en la percepción de otros olores ofensivos en dicha zona de influencia.

Por otra parte, evaluar la viabilidad de la propuesta del sistema de monitoreo de olores ofensivos en el marco de la actividad asociada a la PTAR del municipio de Pereira, se



constituye en un punto importante en el desempeño ambiental de Aguas y Aguas. En ese sentido, dicho sistema de constituye como una herramienta que relaciona de manera específica acciones, actores, fuentes de financiación e indicadores, los cuales pueden garantizar la implementación, seguimiento y control de mismo de las emisiones derivadas de dicha actividad.



BIBLIOGRAFÍA

Aguas y Aguas de Pereira – Grupo de Investigación en Ecología, Ingeniería y Sociedad (2021). Monitoreo de olores – Sector Condominio El Paraíso: Informe. Universidad Tecnológica de Pereira, 2021.

Betancur, Pérez, D. (2017). Implementación de Sistemas de Tratamiento Básico, para el Manejo y Control de Olores Ofensivos en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, Municipio del Retiro – Antioquia. (Proyecto de grado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Medellín, Colombia. Recuperado de: <https://acortar.link/bqSrNz>

Corporación Autónoma Regional de Risaralda. (2021). Calidad del Aire, Disponible en: <https://www.carder.gov.co/calidad-del-aire/>

Cubillos, Quintero, L. (2020). La Interdisciplinariedad En Las Ciencias Ambientales: La Problemática Ambiental del Territorio como Categoría de Investigación para los Estudios Ambientales. Ed. Universidad Tecnológica de Pereira.

Hurtado de Barrera, J. (2000). “Metodología de la investigación Holística”. Instituto Universitario de Tecnología Caripito; Servicios y Proyecciones para América Latina. Caracas, 2000.

Iglesias, García, A. (2008). Contaminación Atmosférica por Olores: unas técnicas de medida avanzadas y una legislación específica inexistente. Comunicación Técnica en Congreso Nacional del Medio Ambiente 9: Cumbre Del Desarrollo Sostenible.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2013). Norma Técnica Colombiana 6012-1. Efectos y Evaluación de los Olores. Evaluación Sicométrica de las Molestias por Olores. Cuestionarios. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/459534549/norma-6012-1>



Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Mayo 26, 2015). Decreto 1076 de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. D.O. No. 49.523.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (Diciembre 16, 2014). Resolución 2087 de 2014. Por la cual se adopta Protocolo para el Monitoreo, Control y Vigilancia de Olores Ofensivos. D.O. No. 49.380.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (Junio 08, 2017). Resolución 0330 de 2017. Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las Resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009. D.O. No. 50.267.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (Mayo 13, 2014). Resolución 0672 de 2014. Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 1541 de 2013. D.O. No. 49.150.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (Noviembre 01, 2017). Resolución 2254 de 2017. Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones. D.O. No. 50.415.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (Noviembre 15, 2013). Resolución 1541 de 2013. Por la cual se establecen los niveles permisibles de calidad del aire o de inmisión, el procedimiento para la evaluación de actividades que generan olores ofensivos y se dictan otras disposiciones. D.O. No. 48.975.

Ministerio de Salud y Protección Social & Organización Panamericana de la Salud. Lineamientos Para la Vigilancia Sanitaria y Ambiental de los Olores Ofensivos en la Salud y Calidad de Vida de las Comunidades Expuestas en Áreas Urbanas. Recuperado de: <https://acortar.link/u8zDsn>

Ministerio del Medio Ambiente. (Junio 05, 1995). Decreto 948 de 1995. Por el cual se reglamentan, parcialmente, la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto -



Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire. D.O. No. 41.876.

Ossa, O, C. (2017). Teoría General de Sistemas. Conceptos y Aplicaciones. Ed. Universidad Tecnológica de Pereira.

Perevochtchikova, M. (2013). La evolución del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. *Gestión y Política Pública*, 22 (2), 283-312. Recuperado de: <https://n9.cl/56fg4>

Sáenz, L. E., Zambrano, D. A., & Calvo, J. A. (2016). Percepción comunitaria de los olores generados por la planta de tratamiento de aguas residuales de El Roble-Puntarenas, Costa Rica. *Revista Tecnología En Marcha*, 29(2), 137–149.

Sandoval, Ferreira, V., Peralta, Acosta, N. (2020). Evaluación de la Percepción de Olores Ofensivos en el Barrio Montecristo Ubicado en el Norte – Centro Histórico de Barranquilla, Atlántico. (Proyecto de grado). Universidad de la Costa. Barranquilla, Colombia. Recuperado de: <https://acortar.link/kKQyxJ>

Veloza Parra, A. C., & Misnaza Pineda, B. A. (2019). Evaluación de los impactos odoríferos ocasionados por la Quebrada Sabaneta en el barrio Mandalay, sector B, Fusagasugá, Cundinamarca. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1152

Yohsnnessen, K., & Ubilla, C. (2017). Contaminación Atmosférica Outdoor Air Pollution Respiratory Health Effects in Children. *Revista Clínica Las Condes*, 28(1), 111–118.



ANEXOS

Anexo 1. Formato para recolección de datos en campo

Fecha	XXXX			Jornada	XXX
Condiciones Climáticas		Temperatura °C	Nubosidad: SI () NO ()	Precipitación: SI () NO ()	
Punto de Monitoreo	Hora			Termómetro de Olores	Escala de Olores
1. Carulla					
2. Entrada Predio Finca San Cayetano					
3. Sector La Curva, predio San cayetano					
4. Descole, Predio San cayetano					
5. Entrada Condominio el Paraíso					
6. Después del Condominio el Paraíso					
7. Margen izquierda del condominio, antes de la finca el Topacio					
8. Antes de la entrada al Trapiche					
9. Entrada al Trapiche					
10. Entrada a la granja Avícola					