

**EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MANEJO DE LAS EMISIONES DE
CONTAMINANTES GENERADOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA
EMPRESA ITALCOL S.A PLANTA FUNZA**

AUTOR

LUIS FELIPE BELTRAN CASTAÑEDA

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLOGICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERIA AMBIENTAL

TUNJA BOYACA

2023

**EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MANEJO DE LAS EMISIONES DE
CONTAMINANTES GENERADOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA
EMPRESA ITALCOL S.A PLANTA FUNZA**

AUTOR

LUIS FELIPE BELTRAN CASTAÑEDA

Proyecto de grado presentado como requisito para optar por el título de ingeniero
ambiental, bajo la modalidad de monografía

Directora del proyecto

PhD. YURANY CAMACHO ARDILA

Codirector del proyecto

M.SC. PABLO ANDRÉS GIL LEGUIZAMÓN

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLOGICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERIA AMBIENTAL

TUNJA BOYACA

2023

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios en primer lugar por guiarme en cada etapa de mi vida, en las decisiones que he tomado y en especial, agradecerle por permitirme culminar este paso en mi vida profesional, a mi familia por el apoyo absoluto, principalmente a mis padres y hermanas por ser parte de mi motivación a seguir progresando cada día más, a mis tíos, primos y abuelos por la compañía y el apoyo incondicional durante este proceso de formación.

A mis amigos de vida por el acompañamiento y el fortalecimiento desde nuestros estudios en primaria y secundaria, y a hoy en día poder compartir esta etapa, y con el deseo de vernos progresar y triunfar siempre fortaleciendo nuestra amistad.

A la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, agradecerle por generar los espacios de educación de calidad, que me permitieron desarrollar y fortalecer mis cualidades y poder sentirme orgulloso de esta carrera, a la escuela de ingeniería ambiental y docentes por compartir sus conocimientos y apoyarme en este proceso.

Agradecer a la empresa Itacol Planta Funza por permitirme aportar dichos conocimientos adquiridos y poder conocer la importancia de la gestión ambiental en el ámbito industrial, y permitirme desarrollar este proyecto.

Y de igual manera agradecer a la ingeniera Yurany Camacho, y al docente Pablo Andrés Gil Leguizamón por el acompañamiento y guía durante la formación universitaria y el desarrollo del proyecto.

DEDICATORIA

*Dedico este trabajo con el fruto de mis esfuerzos para ser profesional, a mi familia:
Mi madre Yeissy Bibiana Castañeda Celeita, a mi padre Fredy Darío Beltran Albarracín, a
mis hermanas María Paula Beltran Castañeda y Valentina Beltran Castañeda, y en
especial a mis abuelos Carmen Inés Celeita Mora y Humberto Castañeda Barajas, por ser
el apoyo y motor incondicional en mi vida.*

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	13
1.1	OBJETIVOS	16
1.2	Objetivo general.....	16
1.3	Objetivos específicos	16
2	MARCO DE REFERENCIA	17
2.1	Marco teórico	17
2.2	Estado del arte.....	18
2.3	MARCO CONCEPTUAL	22
2.3.1	Aspecto ambiental.....	22
2.3.2	Impacto ambiental.....	22
2.3.3	Control operacional.....	22
2.3.4	Sistema de control de emisiones	23
2.3.5	PM 10.....	23
2.3.6	Biomasa	24
2.3.7	Modelo de dispersión de contaminantes	24
2.4	MARCO LEGAL.....	24
3	DISEÑO METODOLÓGICO	25
3.1	Modelamiento de gases contaminantes y emisión de materia particulado .	28
3.1.1	Área de estudio	29

	6
3.1.2 Ubicación fuente de emisión.....	30
3.1.3 Recolección de información	31
4 RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	37
4.1 Identificación y descripción de los procesos productivos.....	37
4.1.1 CONTROLES OPERACIONALES	46
4.1.2 Estado controles operacionales	51
4.2 Identificación de los factores externos que generan materia particulada ...	72
4.2.1 Flujo vehicular calle 13 tramo Mosquera -Bogotá	72
4.2.2 Empresas cercanas a Itacol	75
4.3 Matriz de evaluación de impactos ambientales método de Vicente Conesa.....	77
4.4 Resultados y análisis del modelamiento	82
4.4.1 Dióxido de azufre SO ₂ tiempo de exposición 1 hora.....	84
4.4.2 Dióxido de azufre SO ₂ tiempo de exposición 24 horas.....	85
4.4.3 Óxidos de Nitrógeno tiempo de exposición 1 hora.....	86
4.4.4 Concentración total de partículas (ETP) tiempo de exposición 24 horas.....	87
5 Alternativas para el control de las emisiones de contaminantes	87
5.1 Alternativas primarias y secundarias	88
5.1.1 Reducción de dióxido de azufre (SO ₂)	88

	7
5.1.2 Reducción de óxidos de nitrógeno (NO _x)	89
5.1.3 Reducción de material particulado.....	90
6 CONCLUSIONES	91
7 RECOMENDACIONES	93
8 REFERENCIAS	94
9 ANEXOS.....	97

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diseño metodológico	26
Figura 2. Diagrama modelamiento de emisiones	28
Figura 3. Localización Planta Funza S.A	30
Figura 4. Diagrama de flujo del proceso	37
Figura 5. Área de recibo y almacenamiento de materias primas.....	38
Figura 6. Área control tolvas.....	39
Figura 7. Área Molienda.....	40
Figura 8. Área de dosificación.....	41
Figura 9. Área de mezclado.....	42
Figura 10. Área de peletizado.....	43
Figura 11. Área de extruder.....	44
Figura 12. Área de empaque.....	44
Figura 13. Área de la caldera.....	45
Figura 14. Área de la prelimpiadora.....	46
Figura 15. Porcentaje de cumplimiento mensual 2021 - 2022 recibo de materia prima a granel	53
Figura 16. Porcentaje de cumplimiento mensual 2021 - 2022 recepción de líquido	54
Figura 17. Porcentaje de cumplimiento mensual 2021 - 2022 Prelimpiadora	55
Figura 18. Propagación material particulado área prelimpiadora	56
Figura 19. Ciclón prelimpiadora	56

Figura 20. Porcentaje de cumplimiento mensual 2021 – 2022 Almacenamiento de líquidos	57
Figura 21. Dique de contención área almacenamiento de líquidos	58
Figura 22. Porcentaje de cumplimiento mensual 2021 – 2022 Post - Engrase	58
Figura 23. Diques de contención área post engrase	59
Figura 24. Engrasadores área Post Engrase.....	60
Figura 25. Porcentaje de cumplimiento mensual 2021 – 2022 Tolvas.....	60
Figura 26. Filtro de mangas premolineda y Dosificación	61
Figura 27. Porcentaje de cumplimiento mensual 2021 – 2022 Molinos	61
Figura 28. Porcentaje de cumplimiento mensual 2021 – 2022 Peletizado.....	62
Figura 29. Plenum Área peletizado	63
Figura 30. Porcentaje de cumplimiento mensual 2021 – 2022 Dosificado y Mezcla	64
Figura 31. Diques de contención dosificación	65
Figura 32. Porcentaje promedio mensual 2021 – 2022 Sótano	65
Figura 33. Área sótano producción	66
Figura 34. Porcentaje promedio mensual 2021 – 2022 Vaceo	66
Figura 35. Filtro de mangas, encerramiento y cabina de extracción vaceo.....	67
Figura 36. Porcentaje promedio mensual 2021 – 2022 Extruder producto terminado	67
Figura 37. ciclón secador, ciclón cañón de reproceso, ciclón enfriador.....	68
Figura 38. Filtro de mangas molino y cabina insonora molino.....	69
Figura 39. Filtro de mangas y lavador de gases	69

Figura 40. Porcentaje promedio mensual 2021 – 2022 Extruder materia prima.....	70
Figura 41. ciclón extruder integral (materia prima)	71
Figura 42. Porcentaje promedio mensual 2021 – 2022 Caldera.....	71
Figura 43. Transito mixto Numero de vehículos en función del tiempo.....	73
Figura 44. Flujo vehicular Itacol - Calle 13	74
Figura 45. Localización Solla S.A.....	75
Figura 46. Localización Finca S.A.S.....	76
Figura 47. Puntos ecológicos.....	80
Figura 48. Inducción ambiental personal entrante a la empresa	81
Figura 49. Modelamiento tiempo de exposición de 1 hora SO ₂	84
Figura 50. Modelamiento tiempo de exposición 24 horas SO ₂	85
Figura 51. Modelamiento NO _x tiempo de exposición 24 horas.....	86
Figura 52. Modelamiento ETP tiempo de exposición 24 horas	87
Figura 53. Diagrama reacción catalítica selectiva.....	90

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características caldera Itacol planta Funza	29
Tabla 2. Localización Chimenea Itacol Planta Funza	31
Tabla 3. Coeficiente de Bowen.....	33
Tabla 4. Longitud de rugosidad.....	34
Tabla 5. Clasificación de los intervalos de longitud de MoninObukhov	35
Tabla 6. Albedo de cubiertas terrestres naturales para los tipos de uso de la tierra y estaciones del año	36
Tabla 7. Controles operacionales proceso Almacén.....	47
Tabla 8. Controles operacionales proceso de producción	49
Tabla 9. Controles operacionales proceso Mantenimiento.....	51
Tabla 10. Porcentaje cumplimiento proceso almacén enero 2021	52
Tabla 11. Porcentaje cumplimiento proceso almacén enero 2022	52
Tabla 12. Contaminantes en motores a gasolina y Diesel	73
Tabla 13. Valoración impactos ambientales.....	78
Tabla 14. Tasa de emisión de contaminantes de la caldera	82
Tabla 15. Niveles máximos permisibles de contaminantes criterio en el aire.....	82

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de aspectos e impactos ambientales.....	97
Anexo 2. Datos meteorologicos – Reporte estacion Fontibon	97
Anexo 3. Conclusiones informe isocinético 2021 Itacol Funza.....	98
Anexo 4. Lista de chequeo inspección ambiental	98

1 INTRODUCCIÓN

El crecimiento de las industrias en general ha traído consigo el desarrollo laboral y la satisfacción de las necesidades del ser humano. La dependencia de la naturaleza es evidente en la mayoría de industrias para la obtención de la materia prima para sus procesos productivos, y así mismo existen una dependencia entre complejos industriales para la obtención de un producto. La industria ganadera depende indispensablemente de la industria de alimentos concentrados. Esta última requiere de recursos naturales y energéticos para toda la parte productiva y administrativa de las industrias de este tipo.

Itacol S.A es considerada como una empresa manufacturera la cual, por medio de un conjunto de procesos que sufre la materia prima, se obtiene un producto final con valor agregado para consumo o como insumos para otras industrias (Ejemplos de Empresas Industriales, 2022). Durante el proceso productivo como bien se menciona anteriormente, se hace uso de recursos naturales, en este caso todas las materias primas que se requiere para la elaboración de los concentrados, como lo es la mogolla de trigo, maíz, frijol soya, entre otros los cuales durante su transformación generan material particulado. Y por otro lado el uso de recursos energéticos, principalmente el carbón para la generación de vapor mediante la quema de este, genera agentes contaminantes como dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, material particulado.

La evaluación y el seguimiento de los procesos productivos de una industria es indispensable para el desarrollo económico, social y ambiental, ya que a partir de este podemos determinar los aspectos e impactos ambientales para así mismo actuar sobre ellos. Por ejemplo, en la generación de emisiones como aspecto ambiental es importante realizar el seguimiento a estas para así determinar el comportamiento de acuerdo a su composición,

y de igual forma poder llegar a tomar decisiones para mitigar los impactos que generan en el ambiente y la salud pública, como la contaminación al aire principalmente, al agua y suelo, los cuales conllevan también a ser fuente de enfermedades.

En la empresa Itacol planta Funza, se lleva a cabo el proceso de fabricación de productos alimenticios para animales. La elaboración de estos es en seco, por lo que la mayoría de procesos emiten material particulado y cuentan con controles operacionales como ciclones, filtros de mangas; y para la transformación de la materia prima se lleva a cabo a la evaporización del agua por medio de la quema del carbón. La emisión que provoca la caldera contiene de acuerdo al último isocinético realizado en el mes de septiembre del año 2021 sustancias como material particulado, (NOX), (CO₂), (O₂) y (SO₂) que se descarga al ambiente.

Los procesos de almacenamiento, producción y mantenimiento requieren de estructuras donde se transporta y almacena las materias primas, como transportadores, bajantes, tanques de almacenamiento y silos. A partir de las inspecciones ambientales se observa el estado de estas, debido a que, las vibraciones de los motorreductores y las altas temperaturas, se deterioran generando fugas de materia prima, contribuyendo a la contaminación al aire.

Desde el campo de la ingeniería ambiental la implementación, manejo y mantenimiento de los controles operacionales es fundamental para tratar los aspectos ambientales que puede llegar a generar las industrias en sus procesos productivos y por otro lado conocer su entorno para determinar los factores externos que pueden contribuir a la contaminación ambiental. De la misma manera el uso adecuado de software para el modelamiento es fundamentales para tomar decisiones a la hora de evaluar dichos procesos productivos. Por

ello es importante realizar esta modelación de las emisiones de la caldera de Itacol S.A planta Funza, con el fin de tener un fundamento más claro del comportamiento de estas y a su vez comparar la interacción en el aire del material particulado, (NO_x), (CO_2), y (SO_2).

Por esto el presente trabajo desarrolla una evaluación y propuesta de manejo de las emisiones de contaminantes generados en el proceso productivo de la empresa Itacol S.A. planta Funza partiendo de la información otorgada y las inspecciones ambientales realizadas como practicante ambiental el cual inicia mediante la descripción de los procesos productivos y la generación de los porcentajes de cumplimiento referente a los controles operacionales, la identificación y descripción de los factores externos cercanos a la empresa, la evaluación de los aspectos ambientales y la modelación de los contaminantes emitidos por la caldera y por último las alternativas de manejo referente a diferentes tecnologías que mitigan las emisiones de gases contaminantes y material particulado.

1.1 OBJETIVOS

1.2 Objetivo general

Evaluar los procesos y comportamiento de emisión de gases y material particulado generado por la actividad de la empresa Itacol S.A planta Funza.

1.3 Objetivos específicos

- Identificar los procesos que emiten material particulado y gases contaminantes a la atmosfera en Itacol S.A.
- Modelar el comportamiento del material particulado y gases contaminantes de la caldera mediante el uso del software ArcGIS y Aermol
- Determinar el estado de los controles operacionales en las distintas áreas de la empresa
- Plantear estrategias para el mejoramiento de los procesos productivos mediante los controles operacionales

2 MARCO DE REFERENCIA

2.1 Marco teórico

El proceso productivo de una industria se basa principalmente en la relación socioeconómica y socio ecosistémica las cuales son variables fundamentales para proceder a generar estándares y políticas ambientales. Bajo estas, las empresas deben acoplarse a estas directrices que conllevan a controlar de cierta manera la producción de una industria, debido a que esta repercute sobre el medio ambiente. El seguimiento y evaluación dentro de un complejo industrial es indispensable para el fortalecimiento y adaptación de las normas ambientales (Žebryté & Villegas-Benavente, 2016).

Hoy en día las empresas buscan mantener una relación entre el ambiente y la economía conservando las condiciones necesarias para garantizar que la economía tenga una tasa de crecimiento a mediano y largo plazo perdurables (García Henao, 2003). El desarrollo sostenible se puede entender como un desarrollo que satisface las necesidades sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones, Para contribuir con este desarrollo sostenible a nivel industrial, es indispensable conocer los procesos productivos de una empresa y cómo esta hace uso de los recursos naturales, y de igual manera cómo estas contribuyen al medio ambiente. De acuerdo con (Fernández & Vargas, 2012), para contribuir y lograr una producción sustentable se tiene en cuenta la economía, la sociedad y el medio ambiente mediante políticas ambientales preventivas e integradas a los procesos productivos de la empresa, para obtener un incremento en la eficiencia productiva, incluyendo buenas prácticas ambientales y en el mejoramiento de las tecnologías.

El uso de los recursos naturales para generar un bien o servicio afecta directamente a consumidores o empresas que no participan en su generación o consumo de las mismas (Grau, 2022). Por ejemplo, el uso de la atmosfera al ser un bien común global, pero en pocas ocasiones el actor que está haciendo uso de este no tiene en cuenta las externalidades negativas como lo es el efecto invernadero generado por algunos gases emitidos por empresas, el flujo vehicular, y otras actividades generadas por el hombre en un área de influencia a nivel local, nacional y regional.

2.2 Estado del arte

La calidad del aire ha tomado gran importancia con el pasar del tiempo por diversos factores que hacen que se deba estudiar este tema con mayor profundidad. Uno de estos es el crecimiento de ciertas industrias y sectores que generan emisiones a la atmosfera, como lo es el sector del transporte vehicular, la industria energética y minera y la industria alimentaria en ciertos casos, en donde se ve afectado el entorno social a nivel de salubridad, como a nivel ambiental en el desarrollo ecosistémico.

Este crecimiento industrial se debe principalmente a la demanda poblacional, y una de las necesidades que se ha venido ofertando es a nivel de infraestructura en donde podemos observar en el sector ladrillero ha venido creciendo con el tiempo, provocando a impactar al medio ambiente. De acuerdo al diagnóstico realizado referente a las ladrilleras presentes en las ciudades de Arequipa y Cusco, en donde se realizó el seguimiento a estas, evidenciando que principalmente las pequeñas ladrilleras no cuentan con los permisos ambientales, haciendo uso de cualquier tipo de material como combustible (llantas, hojas, ramas, entre otros), afectando al medio ambiente y no cumpliendo con los parámetros de calidad del producto (Casado,2005).

Las diversas industrias que generan gases y partículas contaminantes al aire contribuyen de manera significativa a poblaciones que a razón de la mala distribución en el terreno y el uso de tecnología obsoleta afecta un área determinada en muchos casos pequeñas, donde convive un cierto número de habitantes. En el municipio de la playa en Cuba se realizó un estudio de dispersión de contaminantes de 11 fuentes fijas presentes en esa zona haciendo uso de dos modelos de dispersión, el Disper 4.0 y el modelo NC versión 3.0, siendo la primera más precisa haciendo uso de direcciones del viento predominantes y arrojando concentraciones más exactas, mientras la otra hace uso de todas las direcciones del viento para determinar los peores escenarios de concentración y por ende maximiza las mismas para poder interpretar estos resultados. Una vez obtenidos los datos correspondientes (Parámetros de emisión, datos meteorológicos), se realizó el modelo para los periodos de las 7 am, 1 pm y para el modelo NC se modeló las 24 horas, encontrando que el contaminante que sobrepasa los valores permisibles por la normativa cubana es el dióxido de azufre con 500 ug/m^3 para las 7 am y para las 24 horas con el modelo NC arrojó un valor de 220 ug/m^3 para dos fuentes fijas principales de las 11 encontradas (Sánchez, 2012).

Otro claro ejemplo de emisión de contaminantes al aire se presenta en el sector bovino y avícola, en donde se emite principalmente Sulfuro de hidrogeno (H_2S), amoníaco (NH_3), generando olores característicos a huevo en descomposición. Un estudio de modelación de la dispersión de olores, gases y polvo respirable realizado en Canadá en el área avícola (Para ponedoras y pollo engorde), demostró mediante la toma de 5 años de datos meteorológicos y haciendo uso del software Aermód que el área de ponedoras es la que genera mayor impacto en cuanto a emisión de olores seguida del área de pollo engorde (Moreno et al, 2020)

La industria cementera es una de las cuales genera grandes producciones y por consiguiente hace uso de un gran porcentaje de materia prima como combustibles fósiles y agua. En Colombia para el año 2007 la producción cementera estuvo alrededor de los 8 millones de toneladas. La producción del cemento se realiza bajo procesos húmedos y secos. La primera haciendo uso de mayor combustible y por consiguiente mayor emisión de contaminantes, como SO_x (99% SO_2), NO_x , y CO_2 principalmente. En un estudio realizado, se determinaron estos contaminantes y las tecnologías para reducirlos tanto en la fuente como a final de tubo. Para el caso de NO_x la medida primaria consiste en aumentar la temperatura para mejorar la eficiencia en la combustión, usos de combustibles con bajo contenido de álcalis (Sal), regular el flujo de aire por periodos, recircular los gases de la combustión entre otros, y en cuanto a las medidas secundarias que se presentan allí para este contaminante es la reducción catalítica y la tecnología de oxidación de NO_x . En el caso del SO_2 , teniendo en cuenta que la principal fuente de generación de este contaminante es el combustible o materia prima, lo cual una medida secundaria consiste en agregar cal lo cual genera un porcentaje de eficiencia de remoción de un 80%. Cabe recalcar que el mejoramiento de una atmósfera oxidante ayuda a disminuir la concentración de SO_2 , por otro lado, se incrementaría la concentración de NO_x , lo cual no es viable (Hoyos Barreto, Jimenez Correa, Ortiz Muñoz, & Montes de correa, 2008).

A nivel nacional la industria minera es un sector con gran relevancia en temas de emisiones atmosféricas, que si bien hoy en día estas se enfocan en que su proceso productivo sea de cierta forma limpia con el medio ambiente. Hay algunas empresas que por su antigüedad en infraestructura y por falta de equipos de control perjudican al medio ambiente. En el municipio de Samacá se realizó un estudio de impacto a la calidad del aire por medio de

programa Aermod para las fuentes de emisión de una coquizadora en donde se tuvo en cuenta los datos topográficos del área de estudio, los datos meteorológicos recolectados de dos estaciones cercanas (Estación de la Uptc y estación Villa Carmen) y así mismo los datos de calidad del aire obtenidos de las estaciones Hospital Santa Marta y Planta de Milpa, obteniendo resultados para PM 10 y los cuales fueron comparados con los valores máximos permisibles de la Resolución 610 de 2010, encontrando que los valores de PM 10 sobrepasaban los de la norma, y bajo condiciones atmosféricas no adecuadas pueden afectar a la salud de la población aledaña (Alfredo Ramos Moreno & Marcela, 2017) .

En el sector de obras civiles, el uso de ladrillo y cal han hecho que el crecimiento de estas industrias fabricadoras sea de manera rápida, tan así que algunas de estas realizan sus actividades de forma artesanal haciendo uso de hornos que no tiene control para mitigar la contaminación al aire. En el valle de Sogamoso se llevó a cabo mediante la resolución 618 de 2013 emitida por Corpoboyacá la reconversión tecnológica de los hornos presentes en esta zona, comenzando por la reubicación de estos hornos en áreas con uso de suelo permisible para esta actividad, y a partir de esto se comenzó a realizar el cambio y modificación de 280 hornos de ladrillo de un total de 403, y 120 hornos de producción de cal. Algunos hornos fueron modificados en la altura de su chimenea y en utilizar coque en vez de carbón para una combustión más eficiente, otros (Hornos tipo colmena) fueron cambiados en su totalidad por hornos tipo Hoffman los cuales son muchos más eficientes. Se determinó que luego de establecerse esta reconversión se realizó el monitoreo de la calidad del aire en esta zona se determinó que se redujo la concentración de MP10 56 ug/m^3 a 38 ug/m^3 evidenciando una mejora considerable tanto en la calidad del ladrillo y cal como en la calidad del aire (Gomez Angel, Carreño Dueñas, & Rojas Torres, 2015).

2.3 MARCO CONCEPTUAL

2.3.1 Aspecto ambiental

Se define como elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medio ambiente. Por lo general los aspectos ambientales los podemos identificar por medio de tres palabras principales, las cuales son, generación, consumo y emisión. Son aquellas partes resultantes de una actividad, producto o servicio, que pueden repercutir sobre las condiciones naturales del medio ambiente (NORMA TÉCNICA NTC-ISO COLOMBIANA 14001, 2015).

2.3.2 Impacto ambiental

Cualquier cambio en el medioambiente, sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales (NORMA TÉCNICA NTC-ISO COLOMBIANA 14001, 2015). Hoy en día la necesidad de por la sociedad por el cuidado del medio ambiente ha hecho que las organizaciones competentes generen políticas que genere sentido de pertinencia por la naturaleza. La implantación de un sistema de gestión ambiental permite a la organización identificar aquellos aspectos e impactos, obteniendo una relación de causa y efecto.

2.3.3 Control operacional

Un control operacional tiene como objetivo reducir los impactos ambientales y prevenir los accidentes laborales de una empresa. Para ello es necesario estudiar qué actividad de la compañía requiere ejecutar un control operacional. El control operacional se crea para garantizar tanto la seguridad de los puestos de trabajo de una empresa como su respeto por el medioambiente. Es utilizado, mayoritariamente, en fábricas y grandes centros de producción (José Antonio Ludeña, 2022).

Para realizar un control operacional acabo se tiene en cuenta:

Planificación: Allí se realizar un estudio de aquellos puestos de trabajo y procesos de producción a los que se va a aplicar el control.

Evaluación: se establece un sistema de medición que permita evaluar si se está ejecutando correctamente.

Ejecución: Consiste en poner en marcha los procesos establecidos, con el objetivo de evitar accidentes laborales y reducir los impactos ambientales.

Control: Se analizará todos los indicadores para comprobar en que campos se están ejecutando correctamente. Por el contrario, se estudiará cuales están fallando para actuar sobre ellos.

2.3.4 Sistema de control de emisiones

Conjunto ordenado de equipos, elementos o maquinaria que se utilizan para el desarrollo de acciones destinadas al logro de resultados medibles y verificables de reducción o mejoramiento de las emisiones atmosféricas generadas en un proceso productivo (Minambiente, 2013).

2.3.5 PM 10

PM significa material particulado (también llamado contaminación por partículas): el término para una mezcla de partículas sólidas y gotas líquidas que se encuentran en el aire. Algunas partículas, como el polvo, la suciedad, el hollín, o el humo, son lo suficientemente grandes y oscuras como para verlas a simple vista. Otras son tan pequeñas que solo pueden detectarse mediante el uso de un microscopio electrónico (Minambiente, 2008).

2.3.6 Biomasa

Materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía (Minambiente, 2008).

2.3.7 Modelo de dispersión de contaminantes

Los modelos de dispersión atmosférica son una herramienta indispensable para disponer de datos anticipados de los efectos de la dispersión de contaminantes atmosféricos, lo que supone para las empresas un poderoso elemento para poder anticiparse y establecer acciones correctivas que eviten futuras sanciones por incumplimiento de límites legales en materia de calidad del aire (Eurofins,2021).

2.4 MARCO LEGAL

- **Decreto 1076 de 2015:** Por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector ambiental y desarrollo sostenible.
- **Resolución 2254 de 2017:** Por la cual se adopta la norma de calidad de aire ambiente y se dictan otras disposiciones, en la cual en su capítulo I establece el objeto, ámbito de aplicación y niveles máximos permisibles de contaminantes y en el artículo 13 se establece los niveles máximos permisibles de contaminantes criterio.
- **Resolución 909 de 2008:** Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmosfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones, siendo el capítulo II el apartado donde se establece los estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire para fuentes fijas puntuales de actividades industriales.
- **Resolución 610 de 2010:** Se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.

• **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.

3 DISEÑO METODOLÓGICO

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo y cualitativo, con un alcance descriptivo (describiendo fenómenos, situaciones, contexto o eventos para determinar cómo son y de qué manera se manifiestan) y explicativo (busca responder por las causas de los eventos), debido a que se hace uso de listas de chequeo (Ver anexo 4) con el fin de generar porcentajes de cumplimiento de las áreas y las causas de su calificación durante las inspecciones ambientales, la valoración de los impactos ambientales de las áreas más importantes y la generación de los valores de concentraciones durante la simulación de la emisión de contaminantes de la caldera. Por otra parte, se considera cualitativo ya que se describen los procesos productivos estableciendo las características más importantes, de igual manera se menciona los factores externos que generan contaminación al aire, y se establecen las recomendaciones o alternativas de manejo a la problemática. En la figura 1 se presenta el diseño metodológico seguido para el desarrollo del presente trabajo

Figura 1. Diseño metodológico



Fuente: Autor

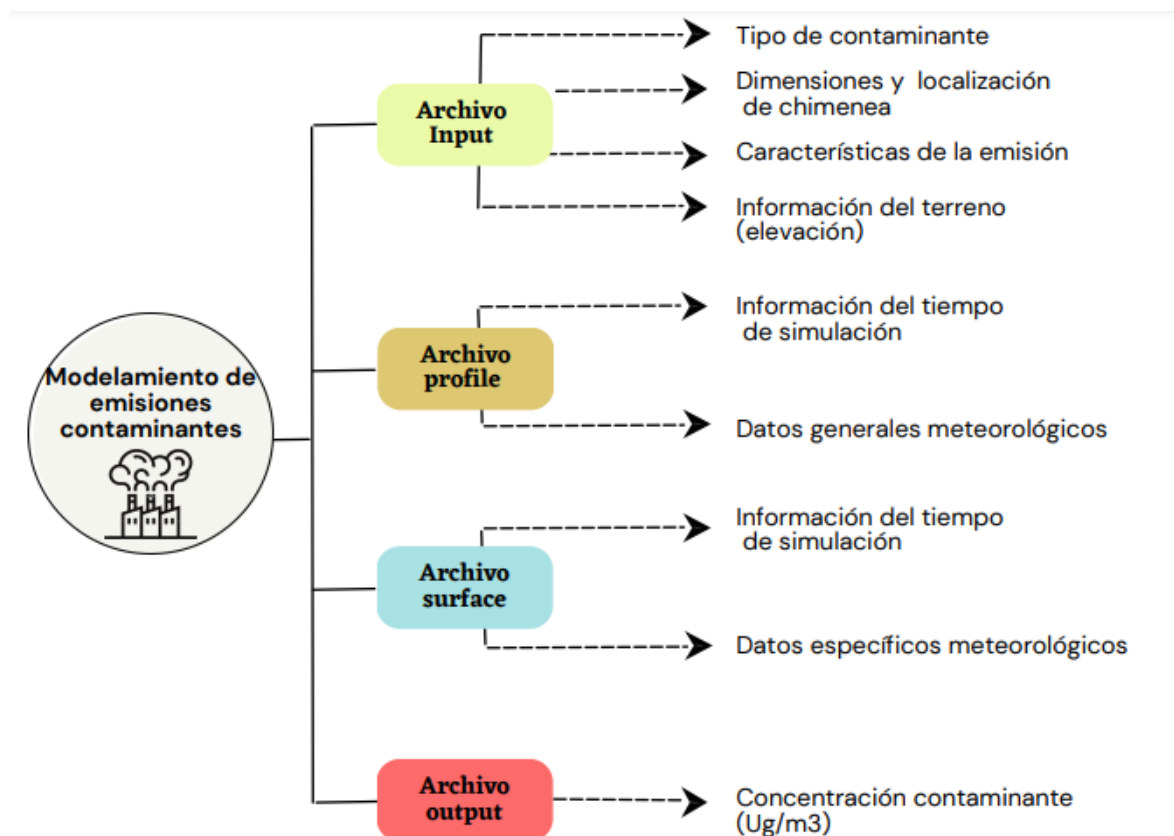
El trabajo consta de 6 etapas. La primera corresponde a la identificación y descripción de los focos de emisión, en este caso las áreas de los procesos productivos como lo es recibo de materia prima a granel, control tolvas, molienda, dosificación y mezcla, peletizado, extrusión, el área de la prelimpiadora y la caldera, en donde se explica de manera general el funcionamiento de cada uno de ellas, y se establece el estado de los controles operacionales generando las gráficas de porcentaje de cumplimiento de los mismos obtenidos durante las inspecciones ambientales, y describiendo los hallazgos más relevantes encontrados. Como segunda etapa esta la identificación de los factores externos que influyen a la contaminación del aire principalmente el flujo vehicular y las empresas cercanas,

describiendo mediante información secundaria los tipos de vehículos que transitan por el tramo de la calle 13, y la descripción general de los procesos productivos de las empresas cercanas a Itacol. Como tercera etapa se realizó la matriz de evaluación de aspectos e impactos ambientales mediante la metodología de Vicente Conesa identificándolos y valorizándolos de acuerdo a los criterios establecidos por esta. Como cuarta y quinta etapa esta la recolección de la información y el modelamiento de las emisiones de la caldera respectivamente, partiendo de los datos del isocinético realizado por la empresa COAMB en Itacol para el año 2021, determinando datos como medidas de la fuente de emisión, temperatura de salida, tasa de flujo de Dióxido de Azufre, Óxidos de nitrógeno y emisión de partículas totales. La información referente a la meteorología del día en que se realizó el isocinético, se tomó de la red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá (RMCAB) de la estación de Fontibón la cual es la más cercana a la empresa, donde presenta datos como la velocidad del viento, radiación solar, humedad relativa, los datos complementarios se calcularon con el manual meteorológico de la EPA. La modelación se realizó mediante los datos de entrada requeridos para el software Aermol y se visualizaron los resultados en ArcGis. Como se explica en el ítem 3.1.

3.1 Modelamiento de gases contaminantes y emisión de materia particulado

Como se menciona anteriormente, el modelamiento consta de unos archivos de entrada y salida con el fin de ser organizados con sus respectivos datos, como se muestra a continuación en la figura 2.

Figura 2. Diagrama modelamiento de emisiones



Fuente: Autor

Italcol planta Funza hace uso de una caldera de 500BHP la cual, mediante la quema de carbón como combustible para la generación de vapor, emite gases contaminantes como dióxido de azufre, dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno y material particulado.

A continuación, se ilustra en la tabla 1 las características de la caldera de la empresa Itacol Planta Funza.

Tabla 1. Características caldera Itacol planta Funza

CARACTERISTICAS	UNIDADES	CALDERA 500 BHP
Tipo de Caldera	-	Horizontal (Caldera Mixta)
Clase	-	-
Marca	-	VR Ingeniería
Capacidad	B.H.P.	500
Presión diseño	P.S.I	170
Presión prueba	P.S.I	140
Serie	-	T-338
Año de Fabricación	-	2008
No. De pasos	-	3
Tipo de alimentación	-	Manual
Combustible	-	Carbón
Equipo de Control Emisiones	Unidad	Multiciclón y filtro de mangas
Horas Trabajo- día	Hora	24
Días Trabajo- semana	Días	6

Fuente: (COAMB, 2021)

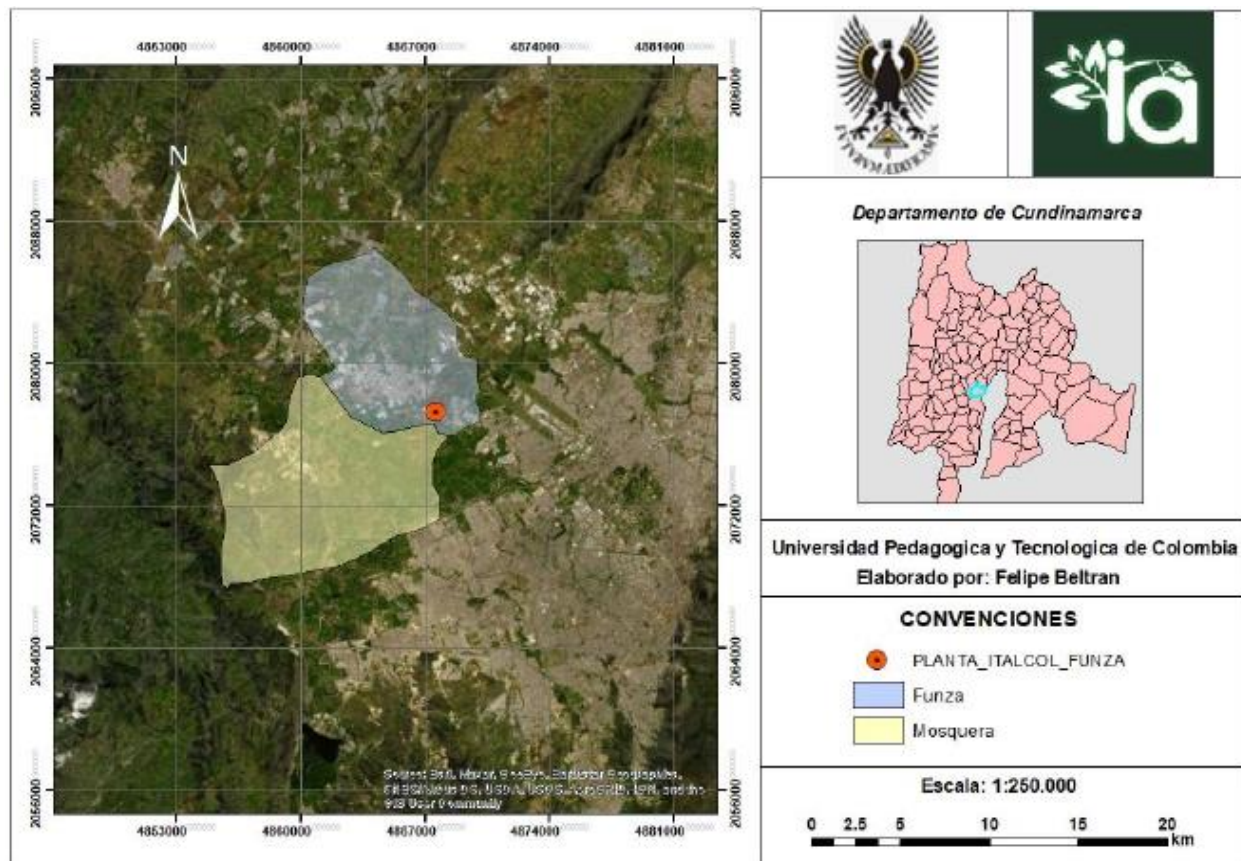
La caldera está en constante funcionamiento las 24 horas, durante 6 días a la semana. La alimentación de la caldera es de tipo manual, generado por un calderista.

3.1.1 Área de estudio

El municipio de Funza pertenece a la sabana de Occidente limitando al oriente con la ciudad de Bogotá y Cota, al Norte con el municipio de Madrid y Tenjo, y al sur con el municipio de Mosquera. Se encuentra a 2548 m.s.n.m y cuenta con una temperatura promedio de 14 °C. Cuenta con una extensión total de 70 km², de los cuales 4 km²

pertenecen al área urbana y 66 km² al área rural. La pendiente del municipio es relativamente plana entre oscilando entre 0% - 1%, con suelos relativamente bien drenados. Su principal fuente de abastecimiento de agua superficial proviene de los ecosistemas de los humedales, los cuales corresponden al 2.7% del área total del municipio. Itacol Planta Funza se encuentra aproximadamente a 6,5 km de Bogotá

Figura 3. Localización Planta Funza S.A



Fuente: Autor

3.1.2 Ubicación fuente de emisión

Para el modelamiento de las emisiones de contaminantes y material particulado, se determinó la localización de la fuente fija (Chimenea de la caldera de 500 BHP) como primera medida.

Tabla 2. Localización Chimenea Itacol Planta Funza

Fuente	X	Y
Chimenea Itacol	589411.8	519516.8

Nota. Fuente: Autor

3.1.3 Recolección de información

La información requerida para realizar el modelo de emisiones, consta de los parámetros referentes a la caldera, como se observa en la tabla 2, una de ellas es la ubicación de la fuente de emisión, los datos referentes a las concentraciones de emisión dispuestos en el estudio isocinético de la empresa, los datos de elevación del terreno y los datos meteorológicos, como dirección del viento, temperatura ambiente, precipitación que son fundamentales ya que en la atmosfera dichas concentraciones disminuyen al dispersarse, y por consiguiente suelen ser mayores en las cercanías de la fuente de emisión (Buitrago et al, 2019).

Los datos meteorológicos se obtuvieron de la estación de monitoreo de calidad del aire de Fontibón perteneciente a la red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá (RMCAB), una de las estaciones cercanas a la empresa Itacol Planta Funza, donde se encontró el historial variable meteorológicas (temperatura ambiente, precipitación, dirección del viento, humedad relativa, radiación solar, etc.), entre ellas se tomaron puntualmente las del día en el que se realizó en isocinético, dichos parámetros son requeridos como datos de entrada para el procesador AERMET.

Para los datos de elevación de terreno (DEM), se realizó la búsqueda en la página Geospatial donde se encuentra el satelitel AlosPalsar obteniendo el modelo de elevación digital de la zona de estudio perteneciente a la empresa Itacol planta Funza con una precisión de 12.5 m de resolución. El software de modelamiento Aermod requiere de tres archivos de entrada con datos específicos en cada uno, los cuales son Input, Profile y Surface.

3.1.3.1 Desarrollo del modelo

Como se mencionó anteriormente, Aermod cuenta con los archivos de entrada que requiere de manera general datos como los parámetros de localización de la fuente de emisión, las concentraciones de emisión, los datos de elevación de terreno, el tiempo de modelación y los datos meteorológicos en el procesador AerMet.

3.1.3.1.1 Archivo Input

El Archivo input muestra de manera general los datos para poder modelar, y es allí donde se especifica el contaminante a modelar, los datos como lo es la tasa de emisión en g/s, la temperatura de salida de la chimenea en kelvin (K), la velocidad de salida en m/s, y la altura de la chimenea en metros (m). También se establece la localización en coordenadas X y Y de la fuente de emisión y el tiempo simulación.

3.1.3.1.2 Archivo Profile

En este archivo se requieren los datos del año, mes, día, y hora de simulación, el cual para el caso de estudio el tiempo de simulación se genera el 7 de septiembre del año 2021 (Correspondiente al día del estudio isocinético), la dirección del viento (grados), temperatura ambiente (Grados Celsius), desviación estándar de las fluctuaciones de la dirección del viento (grados), y la desviación estándar de las fluctuaciones de la velocidad

vertical (m/s). Los datos necesarios en este archivo se tomaron de la estación de monitoreo de Fontibón.

3.1.3.1.3 Archivo Surface

Los datos necesarios para el archivo Surface (datos de superficie), se obtuvieron a partir del manual de construcción de archivos de datos meteorológicos de la EPA para Aermod, donde se realizaron los cálculos adicionales con la información que se recolecto de la estación de calidad del aire de Fontibón.

El flujo de calor sensible H (Wattios/m²) se obtuvo a partir de la radiación solar y la relación de Bowen (con un valor de 2 para efectos de estudio) con uso de suelo urbano correspondiente a la estación del año primavera.

Tabla 3. Coeficiente de Bowen

Uso de la tierra	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Agua fresca y marina	0.1	0.1	0.1	2.0
Bosque Deciduo	1.5	0.6	2.0	2.0
Bosque conífero	1.5	0.6	1.5	2.0
Pantano	0.2	0.2	0.2	2.0
Tierra Cultivada	1.0	1.5	2.0	2.0
Pastizales	1.0	2.0	2.0	2.0
Urbana	2.0	4.0	4.0	2.0
Desierto con Matas	5.0	6.0	10.0	10.0

Nota. Fuente: (AGENCY, 2000)

La velocidad de fricción superficial u (m/s), se determinó mediante la velocidad del viento por hora del día establecido para la simulación, la escala de velocidad convectiva w , gradiente de temperatura potencial vertical en la capa de 500 m por encima de la capa límite (kelvin/metro), la altura de mezcla convectiva z_{ic} (m), la altura de mezcla mecánica z_{im} (m) la cual tiene en cuenta el valor de la velocidad de fricción superficial, Longitud de rugosidad superficial Z_o (m) obtenida en la tabla 4, longitud de Monin-Obukhov L donde cuenta con los valores de flujo de calor superficial y velocidad de fricción superficial, el albedo (ϕ), la dirección del viento en grados, y la nubosidad para el día de simulación se encontró que el cielo estuvo parcialmente nublado en un 60%, por lo cual se determinó un valor promedio de 6 octas para ese día (Weather Spark, 2021).

Tabla 4. Longitud de rugosidad

Uso de la tierra	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Superficie	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Acuática				
Bosque Deciduo	1.00	1.30	0.80	0.50
Bosque conífero	1.30	1.30	1.30	1.30
Pantano	0.20	0.20	0.20	0.05
Tierra Cultivada	0.03	0.20	0.05	0.01
Pastizales	0.05	0.10	0.01	0.001
Urbana	1.00	1.00	1.00	1.00
Desierto con Matas	0.30	0.30	0.30	0.15

Nota. Fuente: (AGENCY, 2000)

La longitud de Monin-Obukhov (L), se calculó con la siguiente formula

$$L = - \frac{P * Cp * T * u^3}{KgH}$$

Las constantes de acuerdo al manual de construcción de datos de entrada meteorológicos de la EPA para Aermoc para el cálculo son:

- K - Constante de Von Karman (0.4)
- P – Densidad del aire (Kg/m³)
- Cp – Capacidad calorífica específica del aire (J/Kg/K)
- g – Gravedad (m/s²)

Al realizar el cálculo para cada hora del día, se obtuvieron valores de este parámetro obteniendo valores menores a 0 (Ver anexo 2), por lo cual se determinó un valor absoluto para condiciones estables de 175 para un mejor desarrollo en la simulación.

Tabla 5. Clasificación de los intervalos de longitud de MoninObukhov

Clasificación	Intervalo
Muy estable (ME)	$10 \leq L < 50$
Estable (E)	$50 \leq L < 200$
Ligeramente estable (LE)	$200 \leq L < 500$
Neutra (N)	$ L \geq 50$
Ligeramente inestable (LI)	$- 500 \leq L < -200$
Inestable (I)	$- 200 \leq L < -100$
Muy Inestable (MI)	$-100 \leq L < - 50$

Nota. Fuente: (AGENCY, 2000)

Para valor del albedo, entendido como la fracción de radiación solar que se proyecta del suelo cuando el sol está totalmente encima (AGENCY, 2000), se determinó un valor de 0.16 para un uso de suelo urbano y la estación del año (verano).

Tabla 6. Albedo de cubiertas terrestres naturales para los tipos de uso de la tierra y estaciones del año

Uso de la tierra	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Superficie	0.12	0.10	0.14	0.20
Acuática				
Bosque Deciduo	0.12	0.12	0.12	0.50
Bosque conífero	0.12	0.12	0.12	0.35
Pantano	0.12	0.14	0.16	0.30
Tierra Cultivada	0.14	0.20	0.18	0.60
Pastizales	0.18	0.18	0.20	0.60
Urbana	0.16	0.14	0.18	0.35
Desierto con Matas	0.30	0.28	0.28	0.45

Nota. Fuente: (AGENCY, 2000)

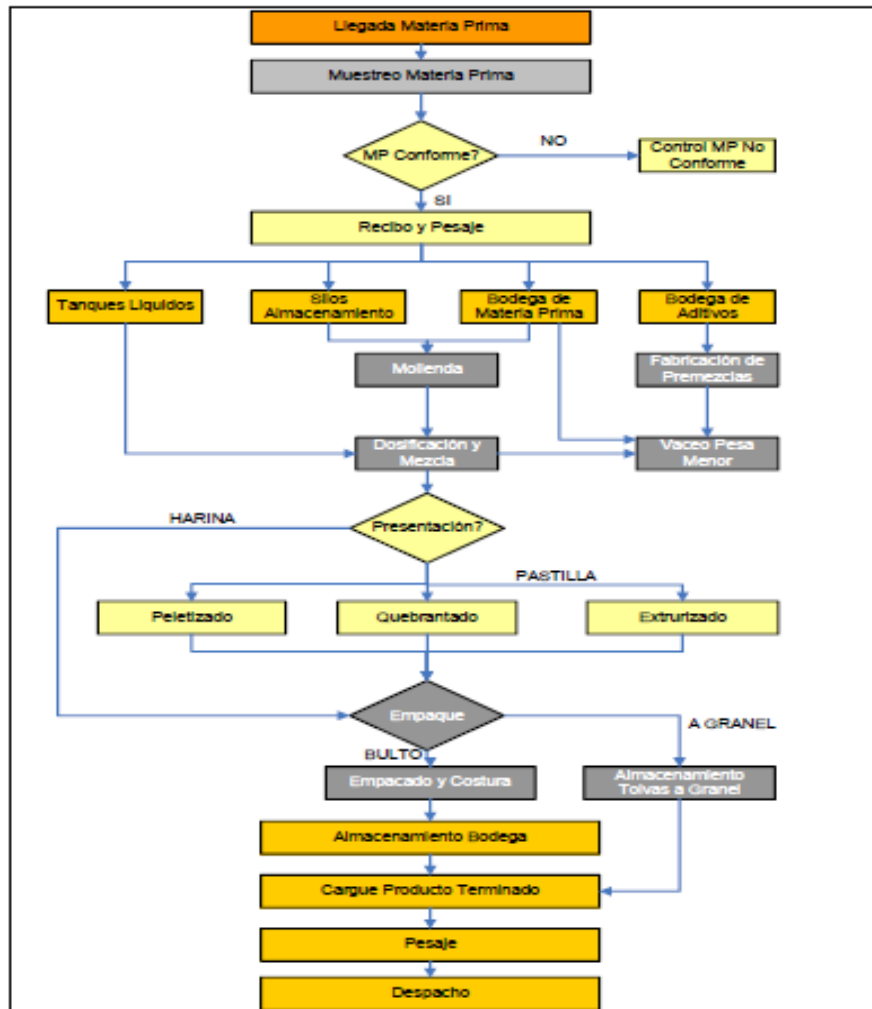
3.1.3.2 Archivo Output

En este archivo de salida presenta de manera general los datos de entrada de la simulación y los resultados de los mismos, en este caso las concentraciones ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

4 RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1 Identificación y descripción de los procesos productivos

Figura 4. Diagrama de flujo del proceso



Fuente: (COAMB, 2021)

RECIBO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMAS

El área de recibo y almacenamiento de materias primas se abastece por medio del almacenamiento en silos o piscinas (a granel) y en bultos almacenados en 3 bodegas principales. Pero antes de ser depositado de esta manera, el área de calidad realiza los respectivos análisis de la materia prima con el fin de saber si esta cumple con las

especificaciones de calidad de la empresa, y una vez realizado esto, se lleva a la báscula para el control del peso. La materia prima se clasifica en origen animal y origen vegetal como lo es el aceite de palma, la melaza entre otros.

Esta área consta de 3 zonas en donde llega la materia prima, la figura 5A ilustra la zona del volcador, donde los camiones entran y por medio de rampas hidráulicas depositan la materia prima en un transportador principal que luego es distribuido a los silos. bodegas de materia prima (figura 5B) en donde en dos de ellas se deposita el material en piscinas divididas y la otra se deposita en bultos (en esta última se depositan algunas premezclas para el área de pesadas menores) y la recepción de líquidos. En donde se almacena el Fylax y la Metionina.

Figura 5. Área de recibo y almacenamiento de materias primas



Fuente: Autor

Nota: En la figura 5A, se observa el área del volcador y silos, y la figura 5B se ilustra una de las bodegas de materia prima de la empresa.

CONTROL TOLVAS

El área de control tolvas es la encargada de almacenar y distribuir la materia prima por medio de transportadores y distribuidores tipo pulpo, estos distribuidores están conectadas a las tolvas de las áreas de dosificación y premolienda. Allí los operarios de turno verifican la distribución correcta de la materia prima transportada en el momento.

Figura 6. Área control tolvas



Fuente: Autor

MOLIENDA

El área de molienda consta de dos molinos de 250 HP con el fin de disminuir el tamaño de las materias primas, para así facilitar el proceso de homogenización en el área de peletizado. Luego la materia molida llega a una tolva de dosificación. En el proceso de mezclado, se adicionan las vitaminas, minerales y premezcla. Se mezcla todos ingredientes hasta que se tiene una mezcla homogénea, después va a una tolva de alivio y se lleva a transportadores de cadena.

Figura 7. Área molienda

Fuente: Autor

Nota: La figura 7A y 7B corresponde al molino número 1 y 2, los cuales se encuentran dentro de una cabina insonora en una misma área.

DOSIFICACIÓN Y PESAJE

De acuerdo al producto que se requiera, en el área de dosificación se aplica una formulación establecida para cada uno de ellos proporcionado cada ingrediente. Una vez se realiza esta operación, el producto es depositado en tolvas de dosificación y de allí pasa a las tolvas de alivio para así luego ser llevado al proceso de molienda.

En el área de dosificación y pesaje, se encuentra también el sistema de dosificación de líquidos en donde se manejan sustancias como melaza, aceite de palma, sebo y glicerol, los cuales deben tener una temperatura que oscila entre los 25°C a 55°C, adecuadas para su almacenaje y dosificación

Figura 8. Área de dosificación



Fuente: Autor

MEZCLADO

En el área de mezclado se homogeniza y adiciona los aceites líquidos, vitaminas y minerales con el fin de que los animales reciban la totalidad de los nutrientes que se requiere, dando un tiempo de mezclado para ser descargado a una tolva para su posterior empaque. Esta operación se realiza en dos etapas, la mezcla seca y la mezcla húmeda. La primera tiene un tiempo de mezcla seca de 60 segundos. Transcurrido el tiempo el operario de pesa menor debe iniciar la adición de los líquidos (tiempo de inyección a 35 segundos). Luego continuara con el proceso de mezclado

Figura 9. Área de mezclado



Fuente: Autor

PELETIZADO

El área de peletizado cuenta con cuatro peletizadoras las cuales mediante la combinación de vapor y presión generan unidades compactadas o pellets. Esta operación requiere de materias primas como mogolla de trigo, torta de soya, maíz extruido entre otros. Para el proceso de peletización se requiere de vapor con el fin de acondicionar las proteínas y azúcares incorporados en los alimentos. Después, el producto sale a alta temperatura, por esta razón es necesario hacerlo pasar por un enfriador, el cual por medio de un ventilador dirige el aire en contra flujo hacia el producto para así disminuir la temperatura según los estándares establecidos. Por último, para la clasificación por tamaño, los pellets pasan por las zarandas y de allí pasan a una tolva de empaque para su disposición final.

Figura 10. Área de peletizado



Fuente: Autor

Nota: La figura 10A y 10B representa el área de peletizado, correspondientes a la pelet 1 y 2 respectivamente. Cabe aclarar que esta Área cuenta con 4 peletizadoras.

EXTRUDER

El proceso de extrusión similar al proceso de peletizado ya que requiere de vapor de agua para su operación. Este proceso se realiza partiendo del almacenaje de la materia prima en una tolva de alimentación la cual cae al acondicionador donde la materia se comienza a gelatinizar y esta a su vez va cayendo en el tornillo sinfín que compone la extruder para así transportar el material hasta la parte final de la maquina donde se encuentran los moldes y la cuchilla la cual permite que el concentrado se divida.

Figura 11. Área de extruder

Fuente: Autor

EMPAQUE

Después de que el producto es extruido y/o peletizado, llegan a las tolvas de empaque, que se encarga de pesar y llenar los sacos, los cuales se cosen, etiquetan y se almacenan sobre estibas en la bodega de producto terminado.

Figura 12. Área de empaque

Fuente: Autor

CALDERA

Para el proceso de producción de alimentos para animales, Itacol S.A. planta Funza hace uso de una caldera de 500 BHP mixta (en donde los gases de combustión y el agua son transportados de manera interna por ductos) la cual consume 1500 m³/mes de agua aproximadamente. La caldera tiene como única función la generación de vapor, usado para el acondicionamiento tanto en el transporte de materias primas líquidas como en el proceso de peletizado y extrusión. En el proceso de generación de vapor, se generan purgas utilizadas para el enfriamiento de las cenizas.

El enfriamiento de cenizas se lleva a cabo mediante una bomba conectada al tanque de almacenamiento de purgas, la cual es accionada por el calderista para dispersar el agua en el cenicero. una vez que las cenizas se enfrían, se llevan a la tolva de almacenamiento. razón por la cual este proceso no genera vertimientos a la PTARD.

Figura 13. Área de la caldera



Fuente: Autor

Nota: En la figura 13A se observa el calderín y el suavizador (se encarga de eliminar la dureza del agua entrante a la caldera) los cuales se encuentran en la parte superior de la caldera y en la figura 13B el área de la caldera.

PRELIMPIADORA

La prelimpiadora funciona como una Zaranda macro, tiene como propósito clasificar la materia prima entre ellas está el frijol soya y el maíz en un tamaño adecuado por medio de vibraciones.

Figura 14. Área de la prelimpiadora



Fuente: Autor

4.1.1 CONTROLES OPERACIONALES

Para poder tener una mayor eficiencia en los procesos productivos y con el fin de mitigar riesgos por derrames e impactos al aire por material particulado, Itacol cuenta con controles operacionales los cuales cumplen con esta función. Entre estos controles operacionales podemos encontrar diques de contención, encerramientos, filtros de mangas y ciclones.

De acuerdo a los registros generados a partir de las listas de chequeo por parte de gestión ambiental de la empresa, y mediante la visita en planta durante los meses de noviembre del 2021 hasta mayo del 2022, se tiene tanto el inventario de los controles operacionales por procesos y la correspondiente descripción de los hallazgos encontrados durante las inspecciones.

Tabla 7. Controles operacionales proceso Almacén

PROCESO	AREA	CONTROL OPERACIONAL
	RECIBO MP A	Filtro de mangas Sótano – Filtro de mangas –
	GRANEL	Dique de contención – Cerramiento
	BODEGA DE	
	MATERIA PRIMA	Filtro de mangas
	VARELA	
	RECEPCION DE	
ALMACEN	LIQUIDOS 1	Dique de contención
	RECEPCION DE	Dique de contención tanques negros -Dique de
	LIQUIDOS 2	contención metionina – Dique de contención
		Bombas de recepción
	DESPACHO A	Filtro de mangas – tolvas Manguera conector
	GRANEL	tolva
	PRELIMPIADORA	Filtro de mangas zona de cargue -Ciclón

Nota. Fuente: Autor

El proceso de almacén cuenta con cinco áreas principales en donde son almacenadas y transportadas las materias primas. Dentro de los controles operacionales para el área de recibo de materia prima a granel tenemos el filtro de mangas del sótano el cual retiene el material particulado desde el sótano hacia los silos, el filtro de mangas del volcador donde luego de que el camión descargue el material, este retiene el material particulado junto con el encerramiento. En la bodega de materia prima Varela se cuenta con un filtro de mangas del transportador que dirige la materia prima descargada hacia producción.

En el área de recepción de líquidos cuenta con dos zonas, la primera cuenta con un dique como control operacional para el almacenamiento de los líquidos, principalmente metionina, Fysal, cloruro de colina. En la zona dos se encontró los diques de contención de los tanques negros que contiene melaza, el dique de contención del tanque de metionina y el dique de contención de las bombas de recepción. En el área de despacho a granel donde se encuentran las tolvas graneleras cuenta con un filtro de mangas y las mangueras las cuales conectan con la boca de descargue de las tolvas para evitar que se propague el material particulado.

Y por último el área de la prelimpiadora Nestlé la cual cuenta con un ciclón para contener el material particulado generado en ella, y el filtro de mangas en la zona de cargue o llamado cárcamo.

Tabla 8. Controles operacionales proceso de producción

PROCESO	AREA	CONTROL OPERACIONAL
	POST - ENGRASE	Dique de contención tanque 1, 2 y 3 - Dique de contención tanque aux 1 y 2
	TOLVAS	Filtro de mangas premolienda - Filtro de mangas dosificación
	MOLINOS	Filtro de mangas molino 1 - Filtro de mangas molino 2 - Cabina insonora
	SOTANO	Filtro de mangas rutas Silos - Filtro de mangas ruta
	PRODUCCION	vaceo
	PELETIZADO	Ciclones pelet 1,2,3 y 4 - Plenum -Boquillas de aspersión
PRODUCCION	DOSIFICADO Y	Diques de contención Fylax, Metionina, Cloruro de
	MEZCLA	Colina, Fysal
	VACEO	Filtro de mangas - Cabina de aspiración
	EXTRUDER	Filtro de mangas extruder 3 - Filtro de mangas molino - Filtro de mangas lavador de gases - Ciclón
	PRODUCTO	secador - Ciclón cañón de reproceso - Ciclón
	TERMINADO	enfriador - Lavador de gases - Diques de aceite, enfriador, secador - Cabina insonora molino
	EXTRUDER	
	INTEGRAL	Ciclón enfriador

Nota. Fuente: Autor

En el proceso de producción algunas áreas necesitan sustancias químicas para su operación, por ende, requieren de diques de contención. El área de post engrase donde se condicionan la melaza, el sebo y aceite de palma para el área de peletizado, posee diques de contención para dichos tanques principales y auxiliares como control operacional para evitar en caso de derrame el esparcimiento de las mismas. En el área de control tolvas posee dos filtros de mangas, una para las tolvas dirigidas a premolienda, y otro filtro dirigido a las tolvas de dosificación. En el área de molienda se encuentra dos molinos los cuales poseen filtros de mangas para la aspiración del material particulado durante la operación de trituración. Los filtros de mangas correspondientes al área del sótano donde están las bases de los elevadores y transportadores que vienen del área de almacenamiento de materias primas, son los filtros de mangas de la ruta de vaceo y el filtro de mangas correspondiente a la ruta silos.

El proceso de peletizado consta de 4 mult ciclones por cada peletizadora y el plenum, el cual expulsa el aire limpio de este proceso. El área de dosificación cuenta con baritanques de Fylax, Metionina, Cloruro de colina y Fysal, que son necesarios para la operación ya que estas sustancias son necesarias para el desarrollo del animal, por ende, poseen diques de contención para evitar derrames fuera del área.

El área de vaceo perteneciente al proceso de producción cuenta con tres controles operacionales para mitigar el material particulado, entre ellos están el filtro de mangas, la cabina de aspiración, y el encerramiento del área. En cuanto al área de extrusión, principalmente la extrusión de producto terminado, cuenta con tres filtros de mangas, uno de la extruder, otro perteneciente al molino, y el filtro de mangas del lavador de gases también posee tres ciclones que corresponden al secador, enfriador y el cañón de reprocesos

y una cabina insonora para el molino, y un lavador de gases para el control de los olores. Por último, la extruder de materia prima cuenta con un ciclón para el enfriador.

Tabla 9.Controles operacionales proceso Mantenimiento

PROCESO	AREA	CONTROL OPERACIONAL
MANTENIMIENTO	CALDERA	Filtro de mangas – Cerramiento -Dique

Nota. Fuente: Autor

Una de las áreas más importantes perteneciente a mantenimiento es la caldera, la cual posee como control operacional un filtro de mangas para mitigar el material particulado como el hollín a causa de la quema de carbón.

4.1.2 Estado controles operacionales

El estado de los controles operacionales se describe de acuerdo a las evidencias encontradas durante las inspecciones ambientales, generando los debidos comentarios y a su vez realizando la calificación de los mismos formando porcentajes de cumplimiento. Estas listas de chequeo caben aclarar que durante su implementación ha sido sometido a algunos cambios, esto debido al cambio del profesional ambiental y a cambios realizados en las directrices por parte de la ingeniera ambiental nacional con el fin de que esta sea cada vez más eficiente a la hora de evaluar.

A continuación, se muestra los porcentajes obtenidos en las inspecciones ambientales del proceso de almacén

Tabla 10. Porcentaje cumplimiento proceso almacén enero 2021

Proceso	Área	Semana1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Promedio mes
Almacén	Recibo Mp	0%	0%	0%	50%	13%
	Granel					
	Recepción de Líquidos	100%	100%	100%	50%	88%
	Prelimpiadora Nestlé	100%	100%	100%	100%	100%
	Alm. Líquidos	100%	100%	100%	50%	88%
	Promedio Proceso	75%	75%	75%	63%	72%

Nota. Fuente: Modificado lista de chequeo inspección ambiental enero 2021

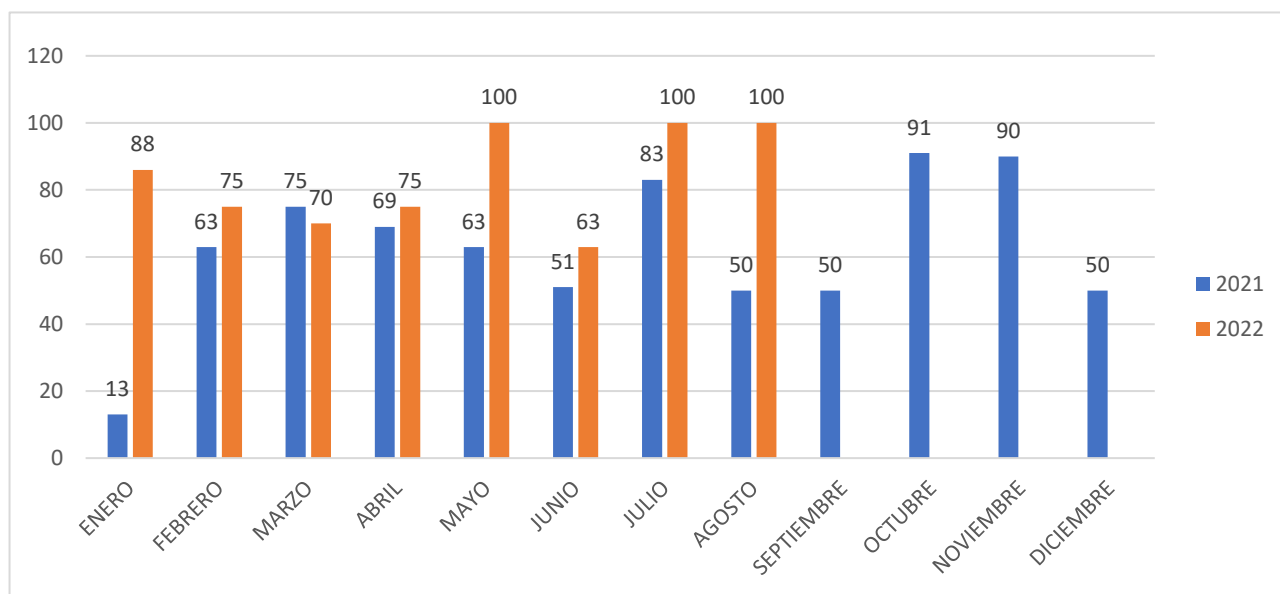
Tabla 11. Porcentaje cumplimiento proceso almacén enero 2022

Proceso	Área	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Promedio mes
Almacén	Recibo Mp	50%	100%	100%	100%	88%
	Granel					
	Recepción de Líquidos	67%	67%	67%	50%	63%
	Prelimpiadora Nestlé	0%	0%	0%	0%	0%
	Alm. Líquidos	100%	50%	50%	0%	50%
	Promedio Proceso	54%	54%	54%	38%	50%

Nota. Fuente: Modificado lista de chequeo inspección ambiental enero 2021

Partiendo de estos porcentajes, se realiza una comparación de acuerdo a los promedios mensuales por área de cada proceso del año 2021 y 2022 con el fin de poder interpretar los resultados y visualizar los cambios de estos porcentajes de cumplimiento de los controles operacionales

Figura 15. Porcentaje de cumplimiento mensual 2021 - 2022 recibo de materia prima a granel



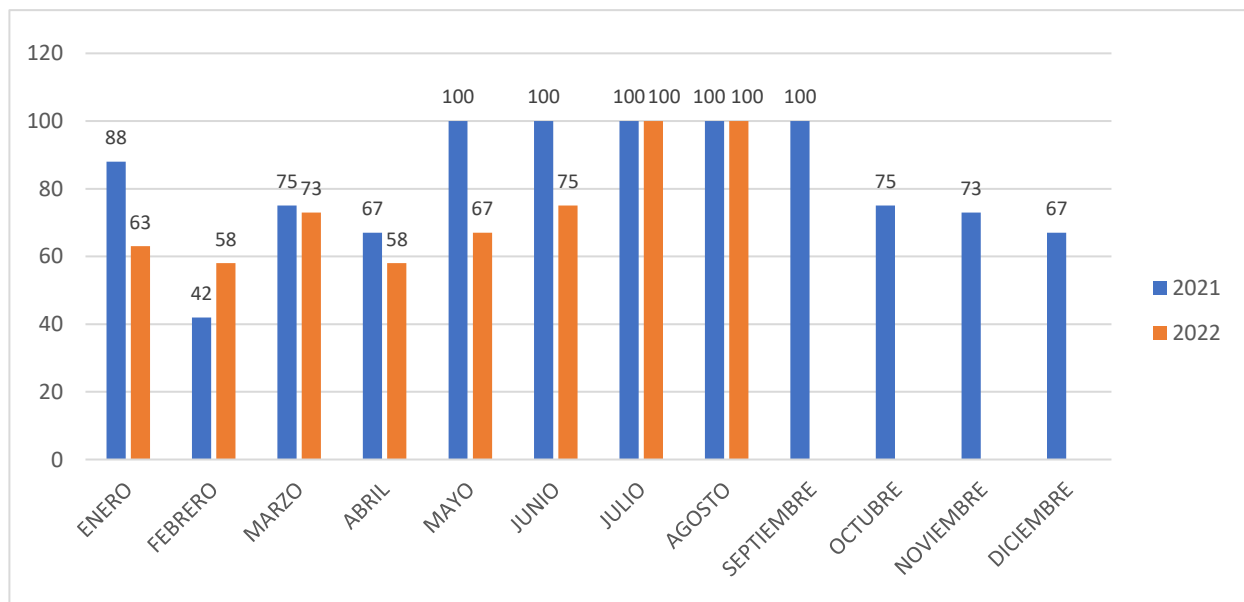
Fuente: Autor

El área de recibo de materia prima a granel cuenta con controles operacionales como el filtro de mangas del sótano perteneciente a uno de sus sótanos, el encerramiento del volcador y un dique de contención. Estos porcentajes varían de acuerdo a las calificaciones semanales como se observa en la tabla 11, durante las semanas del mes de enero del año 2021 se determinó en estas listas de chequeo, que en las 4 semanas presento fallas en las mangas del filtro del volcador, las cuales estuvieron rotas, por lo que el sistema no estaba operando eficientemente. Para el mes de enero del año 2022 se observan mejoras en los

controles operacionales, sin embargo, se encontró en una de las semanas de este mes que el encerramiento del volcador presentaba fisuras por donde escapaba el material particulado. Durante el mes de febrero y marzo del año 2021 se seguía presentado algunas mangas del filtro rotas, y para el año 2022 durante el mes de marzo se registró que el sistema de aire comprimido no estaba realizando los disparos adecuados, por lo que las mangas se saturaban.

Durante la estadía en planta durante los meses de noviembre del 2021 hasta mayo del 2022, se observó un cambio considerable en cuanto al estado y seguimiento de estos controles operacionales, ya que en los anteriores las principales no conformidades recaían en la limpieza periódica de las mangas del filtro y en la corrección a tiempo del encerramiento del volcador.

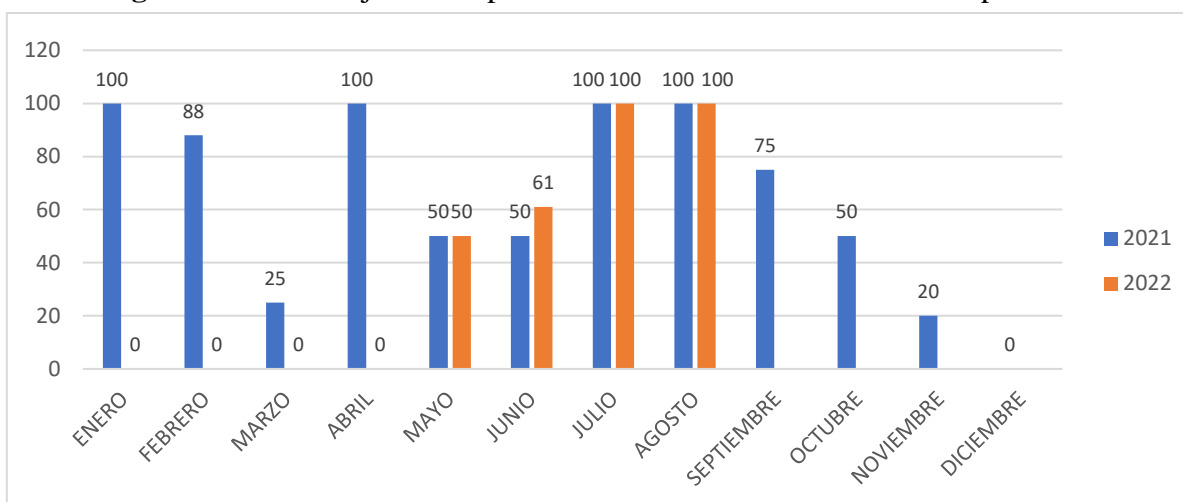
Figura 16. Porcentaje de cumplimiento mensual 2021 - 2022 recepción de líquidos



Fuente: Autor

En el área de recepción de líquidos las principales fallas encontradas durante las inspecciones ambientales correspondían a los controles operacionales, fueron la falta de limpieza frecuente en las trampas de grasas y la limpieza del dique de contención por fuga en la bomba de metionina. Sin embargo, se evidenció y estableció por parte de gestión ambiental y mantenimiento la limpieza en lo posible diaria de estas trampas sobre todo en los meses de lluvia ya que eran allí donde se arrastraba restos de grasas procedentes del área de extrusión y otros materiales.

Figura 17. Porcentaje de cumplimiento mensual 2021 - 2022 Prelimpiadora



Fuente: Autor

El área de la prelimpiadora presentaba con frecuencia expulsión de material particulado por la misma operación de la prelimpiadora y por el mal funcionamiento de su ciclón sin embargo esta área fue de cierta manera poco intervenida por el cambio de personal de mantenimiento. Sin embargo, se puede observar que, en los meses de enero, febrero, abril, julio y agosto del 2021 el área conto con un buen funcionamiento de los controles operacionales, sin embargo, en los meses siguientes por tema de fugas en estructuras cercanas y por estado del ciclón, esta área comenzó a decaer en su porcentaje de

cumplimiento, y en vista de estos se comenzó a requerir la mejora del encerramiento ya que la materia se propagaba a otras áreas cercanas.

Figura 18. Propagación material particulado área prelimpiadora



Fuente: Autor

En la figura 18 se puede observar la generación de material particulado producido en la operación de la prelimpiadora registrada en el mes de febrero del año 2022.

Figura 19. *Ciclón prelimpiadora*

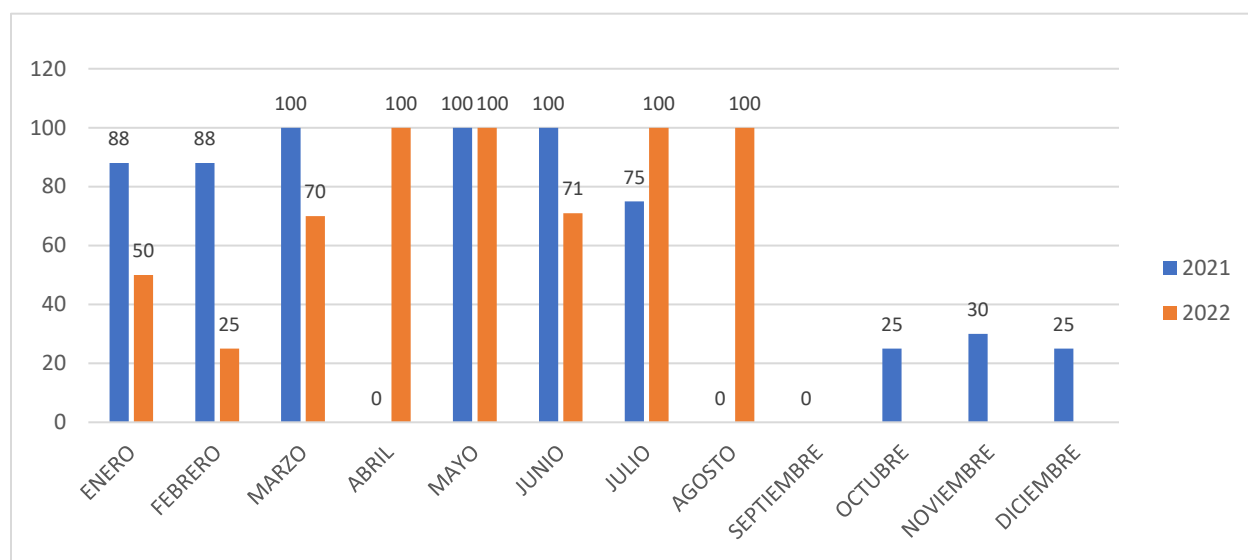


Fuente: Autor

Nota: La figura 19A y 19B representa el ciclón de la prelimpiadora y el filtro de mangas del cárcamo de la prelimpiadora (Donde se dispone la materia prima para prelimpiar).

PRODUCCIÓN

Figura 20. Porcentaje de cumplimiento mensual 2021 – 2022 Almacenamiento de líquidos

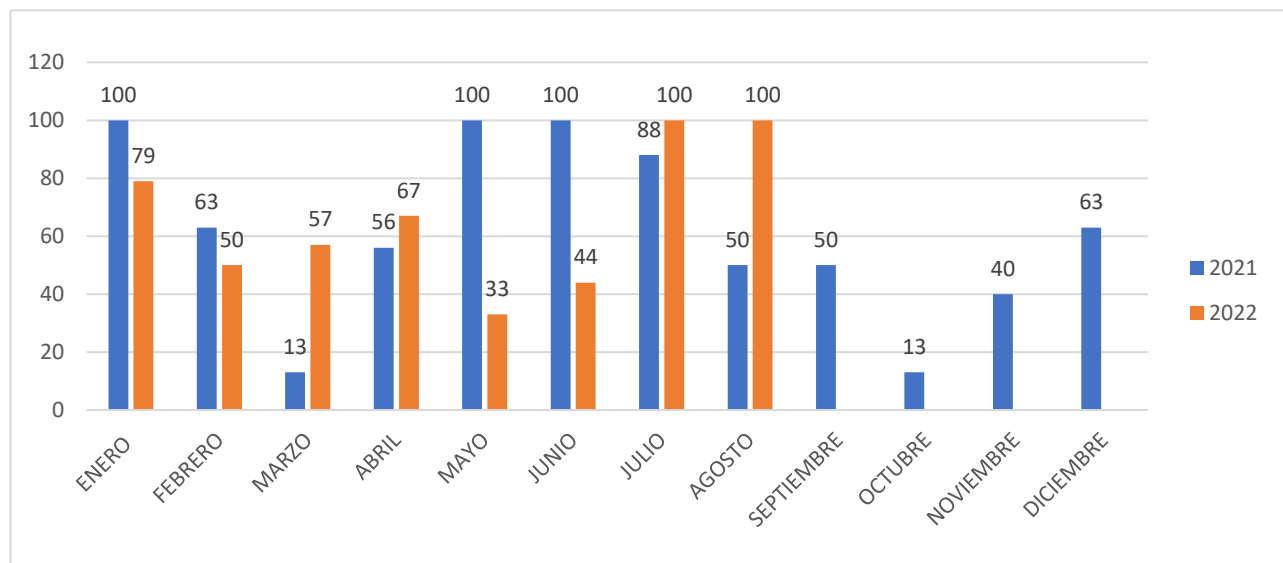


Fuente: Autor

A mediados del mes de mayo y junio del año 2021, se realizó el cambio en la lista de chequeo del área de almacenamiento de líquidos del proceso de almacén al proceso de producción ya que esta área estaba dentro de la zona de producción para abastecer las áreas de dosificado y mezcla y post engrase para el área de paletizado. Esta área se rectificaba durante las inspecciones ambientales la limpieza de los diques, aunque el dique de contención cumpliera con su función, uno de los criterios de la lista de chequeo es la limpieza y el orden dentro de estos, por ello en los meses de abril, agosto y octubre del año 2021 se presentaron fugas constantes en los ductos de vapor y algunas en la bomba de maleza. Sin embargo, la intervención oportuna generó que en los meses abril, mayo, junio, julio y agosto se viera un mayor cumplimiento de esta área.

Figura 21. Dique de contención área almacenamiento de líquidos

Fuente: Autor

Figura 22. Porcentaje de cumplimiento mensual 2021 – 2022 Post - Engrase

Fuente: Autores

El área de post – engrase cuenta como control operacional los diques de contención de sus tres tanques principales los cuales almacenan melaza, sebo, y aceite de palma, y sus dos

tanques auxiliares. Estos diques de contención al igual que en área de almacenamiento se ha visto perjudicado en ocasiones por las fugas ya que en esta área se manejan altas presiones y temperaturas, Sin embargo, podemos observar que ha habido una mejoría en esta área entre el año 2021 y lo corrido del año 2022.

Figura 23. Diques de contención área post engrase



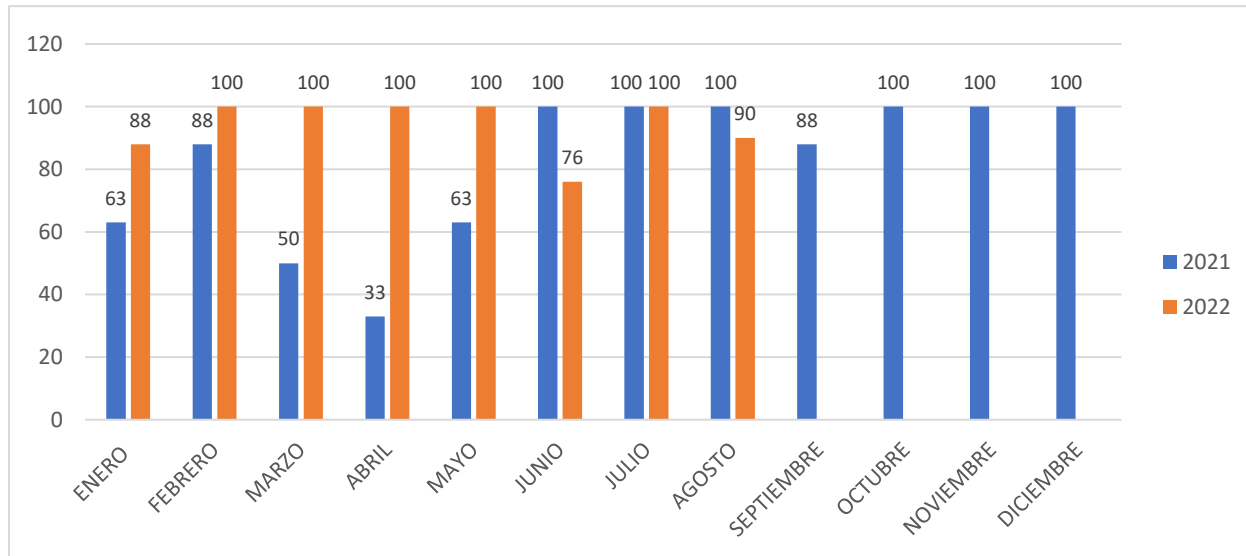
Fuente: Autor

Nota: La figura 23A, 23B y 23C corresponden a los diques de contención de los tanques de aceite de palma, Sebo, y Melaza respectivamente.

Figura 24. Engrasadores área Post Engrase

Fuente: Autor

Nota: Este equipo junto con los tanques de post – engrase es el encargado de adherir ya sea aceite de palma, la melaza o sebo a los concentrados del área de pelletizado.

Figura 25. Porcentaje de cumplimiento mensual 2021 – 2022 Tolvas

Fuente: Autor

El área de tolvas cuenta con dos filtros de mangas como control operacional para mitigar el material particulado de las tolvas de premolienda y las tolvas de dosificación. Esta área se ha caracterizado por mantener en buen funcionamiento este control operacional, sin

embargo, en los meses de marzo, abril y mayo del año 2021, el porcentaje de cumplimiento bajo, por la falta de limpieza a la flauta de aire comprimido la cual realiza los disparos dirigidos a las mangas.

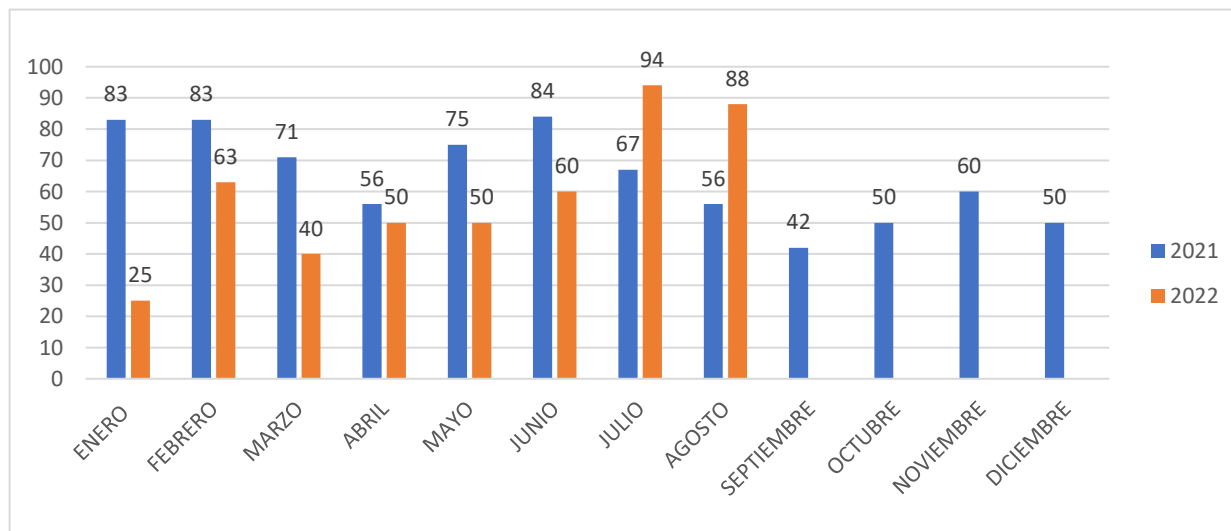
Figura 26. Filtro de mangas premolienda y Dosificación



Fuente: Autor

Nota: En la Figura 26 observamos los filtros de mangas con sus respectivos ductos de aspiración. La figura 26A corresponde al filtro de mangas de premolienda y la 26B al filtro de mangas de dosificación.

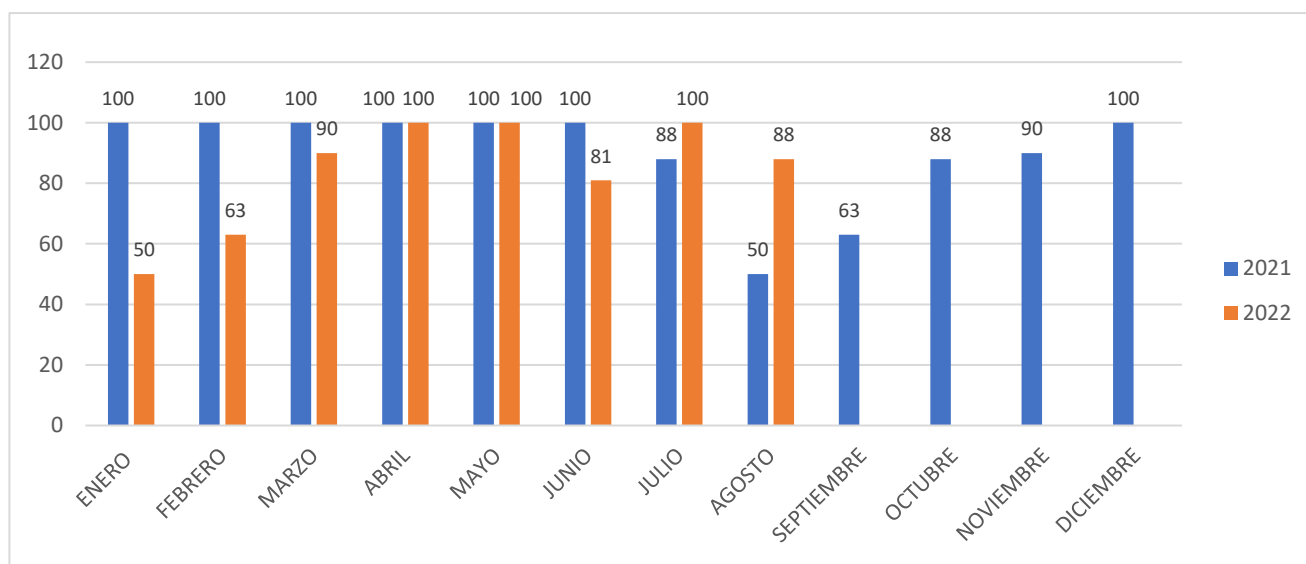
Figura 27. Porcentaje de cumplimiento mensual 2021 – 2022 Molinos



Fuente: Autor

El área de molienda cuenta con dos molinos de 250 BHP, cada uno posee un filtro de mangas. Para los meses de agosto y septiembre del año 2021 se encontró que la cabina de recubrimiento del filtro de mangas se encontraba fisurada, y para los meses de enero y febrero la falla principal ocurría en uno de los ductos del sistema de aire comprimido del filtro de mangas del molino 1 lo cual no realizaba los disparos por una línea de mangas. Sin embargo, esta área ha mantenido en buenas condiciones sus filtros de mangas en términos generales Como se observa en la figura 27 entre los meses de enero y junio de 2021 y entre los meses de marzo y Julio del 2022.

Figura 28. Porcentaje de cumplimiento mensual 2021 – 2022 Peletizado



Fuente: Autor

Como se observa en la tabla 8, el área de peletizado cuenta con cuatro ciclones por cada peletizadora, cuenta con un plenum y con unas boquillas de aspersion para el control de olores. Las principales observaciones durante los meses de octubre, noviembre y diciembre que se encontraron radicaban en el sistema de aspersion por boquillas, ya que la posición en donde se encontraba no resultaba tan eficiente para propagar el aire limpio de material particulado con la sustancia química (Norasystem). En cuanto los ciclones, estos trabajaban

de forma eficiente sin embargo las fugas de estructuras cercanas generaba que estos permanecieran sucios hasta su posterior corrección.

Figura 17. Ciclones pellets

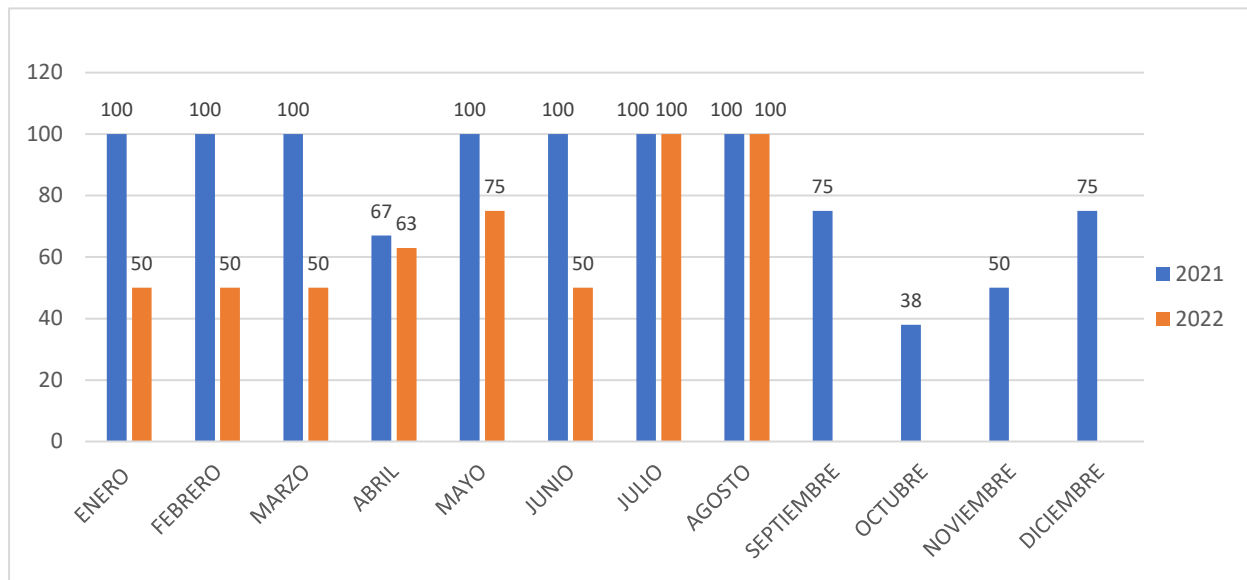


Fuente: Autor

Figura 29. Plenum Área peletizado



Fuente: Autor

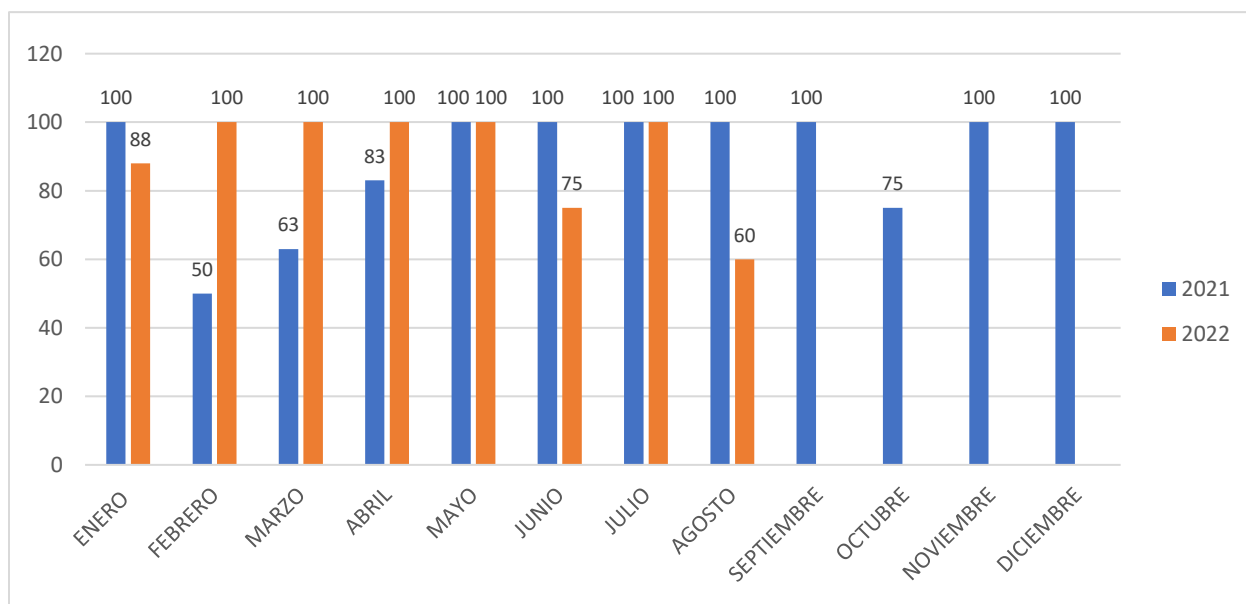
Figura 30. Porcentaje de cumplimiento mensual 2021 – 2022 Dosificado y Mezcla

Fuente: Autor

El porcentaje registrado en la Figura 30, entre los meses de enero y abril del año 2022, se consideró entre el 50% y 63% debido a la fuga que presentaba el baritanque de Fylax y la falta del dique para el baritanque de metionina y por algunas fugas en los transportadores cercanos a esta zona. Sin embargo, a finales del mes de abril se realizó la corrección del dique de metionina ampliando la capacidad de esta área. En los meses de mayo, julio y agosto se evidencia mejoras en cuanto al cumplimiento de su control operacional, teniendo en cuenta nuevas posibles fugas que pudieron perjudicar el valor de la evaluación.

Figura 31. Diques de contención dosificación

Fuente: Autor

Figura 32. Porcentaje promedio mensual 2021 – 2022 Sótano

Fuente: Autor

El sótano del proceso de producción, cuenta con dos filtros de mangas uno de ruta silos y otra ruta vaceo. Como se observa en la figura 3 se induce que esta área ha contado con un buen funcionamiento de su control operacional, sin embargo, para el mes de febrero y marzo estuvo pendiente la verificación del disparo del sistema de aire comprimido y se

evidencio que algunas tapas no cerraban, ya que por lo general cada disparo se realiza de dos a tres minutos.

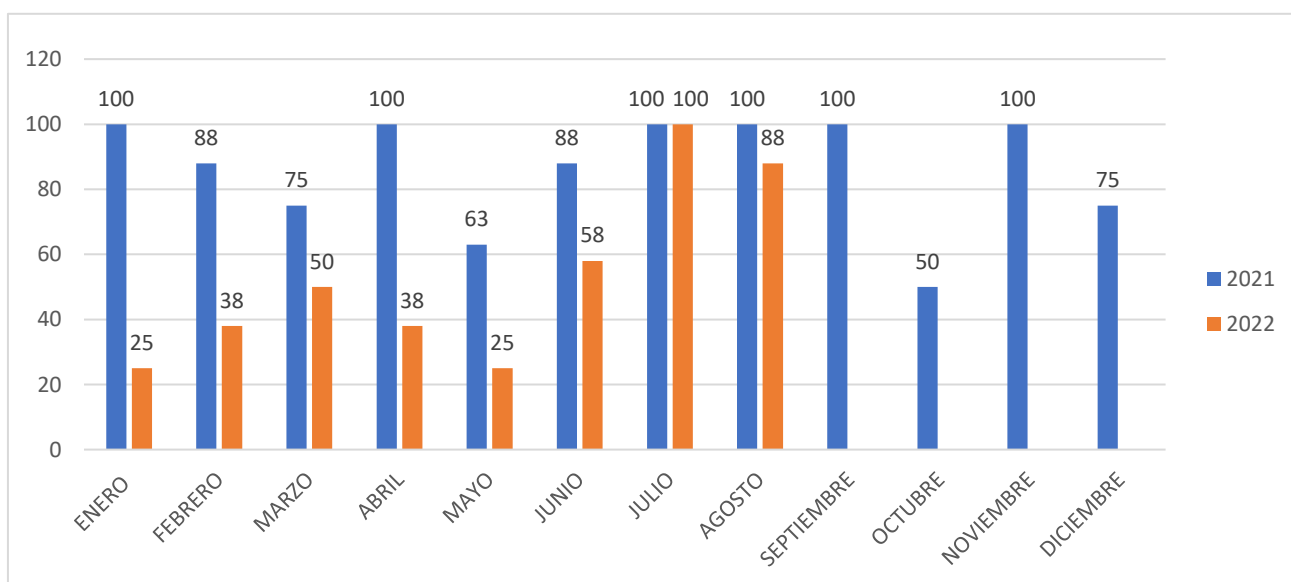
Figura 33. Área sótano producción



Fuente: Autor

Nota: La figura 33 A corresponde al filtro de mangas de la ruta silos y la 33B al filtro de mangas con ruta hacia el área de vaceo.

Figura 34. Porcentaje promedio mensual 2021 – 2022 Vaceo



Fuente: Autor

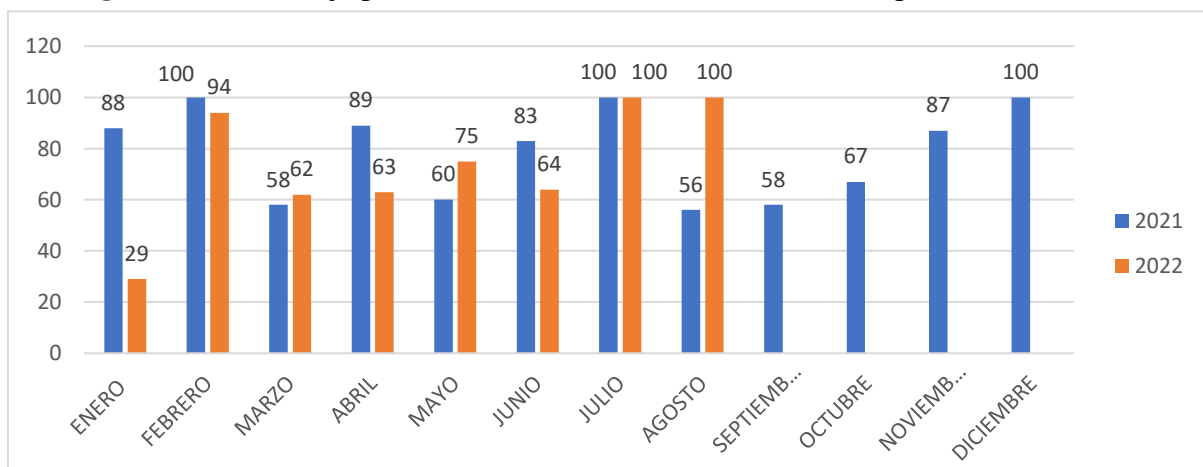
El área de vaceo cuenta con un filtro de mangas, el encerramiento de la zona y una campana de extracción del material particulado. Para el mes de febrero del 2022 el porcentaje bajo debido a la falta de limpieza del encerramiento y la campana de extracción y en el mes de mayo el motor del filtro de mangas presentaba fallas por lo cual no operaba adecuadamente. Para el mes de junio del 2022 se registró que la campana de extracción presentaba un ruido a la hora de operar. Para el mes de octubre y diciembre se evidenciaba roturas en el encerramiento propagándose el material particulado al área de extrusión y almacenamiento de líquidos

Figura 35. Filtro de mangas, encerramiento y cabina de extracción vaceo



Fuente: Autor

Figura 36. Porcentaje promedio mensual 2021 – 2022 Extruder producto terminado



Fuente: Autor

El área de extruder de producto terminado es una de las áreas que contiene más controles operacionales, como se observa en la tabla 8, y de las cuales los ha mantenido en buen funcionamiento. De acuerdo a la figura 36 se denota que en los meses agosto, septiembre y octubre los porcentajes bajaron debido a fugas en el ducto que va hacia el lavador de gases y algunas fisuras en la cabina insonora del molino de la extruder. Para enero del 2022 se observa un porcentaje bajo, debido al lavador de gases, ya que no estaba trabajando eficientemente debido a que requería cambio en sus boquillas internas., y su filtro de mangas presentaba algunas fugas en su estructura y se debía realizar la revisión al sistema del aire comprimido ya que uno de sus ductos se encontraba roto.

Figura 37. ciclón secador, ciclón cañón de reproceso, ciclón enfriador



Fuente: Autor

Figura 38. Filtro de mangas molino y cabina insonora molino



Fuente: Autor

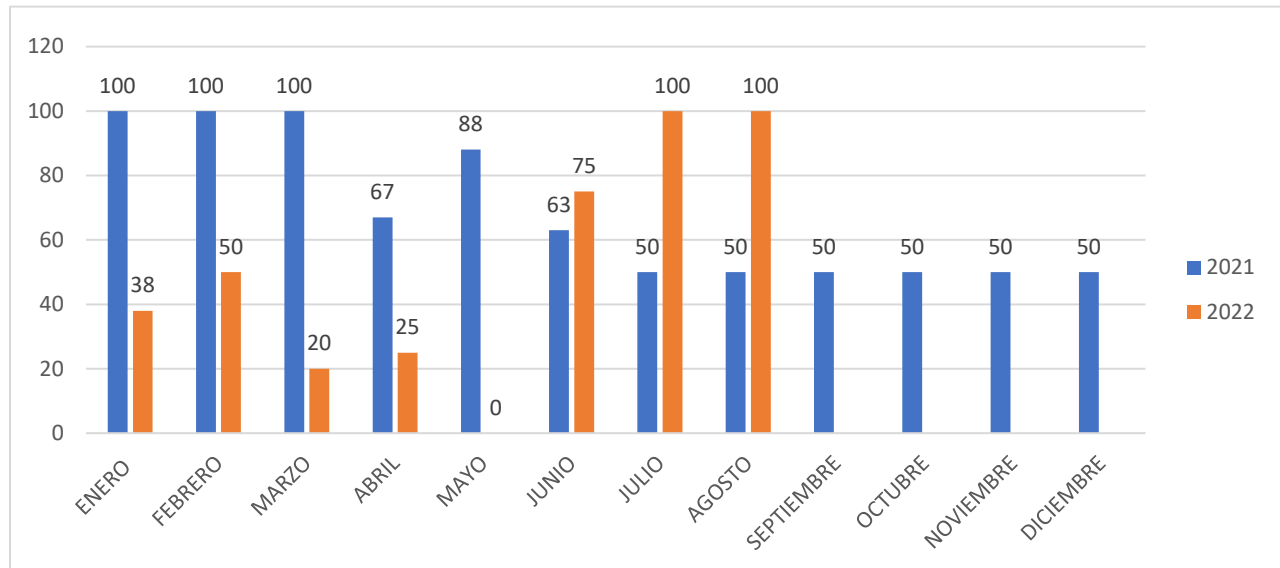
Nota: En figuras 37 y 38 se observa los controles operacionales que posee el área de extrusión tanto para mitigar el material particulado como el ruido así se ilustra en la figura 38B correspondiente la cabina insonora del molino de la extruder de producto terminado.

Figura 39. Filtro de mangas y lavador de gases



Fuente: Autor

Nota: La figura 39B corresponde al lavador de gases, el cual cumple con la función de mitigar el olor proveniente de la extruder de producto terminado, mediante la aspersión de citronela y agua por medio de boquillas.

Figura 40. Porcentaje promedio mensual 2021 – 2022 Extruder materia prima

Fuente: Autor

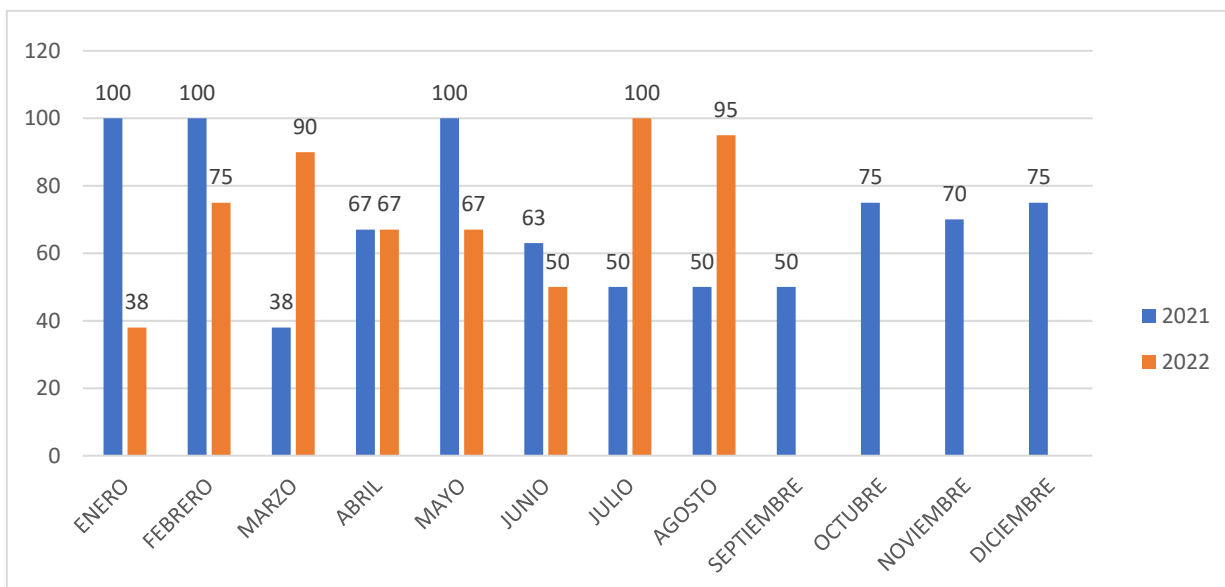
En cuanto al área de extrusión de materia prima o extruder integral 2, desde el mes de septiembre 2021 hasta Mayo del 2022, los porcentajes fueron bajos debido a que el molino de la extruder no poseía cabina insonora, sin embargo por parte del área de gestión ambiental se realizaron mediciones con el sonómetro para determinar si era necesario una cabina insonora de acuerdo, y de acuerdo a los decibeles obtenidos se determinó que el molino de esta extruder no genera el ruido suficiente como el de la extruder de producto terminado, por ello para el mes de Junio en adelante con el nuevo cambio de la lista de chequeo, se determinó que esta área solo contaría con un ciclón como control operacional, el cual ha venido funcionando correctamente.

Figura 41. ciclón extruder integral (materia prima)



Fuente: Autor

Figura 42. Porcentaje promedio mensual 2021 – 2022 Caldera



Fuente: Autor

El área de la caldera ha presentado un correcto funcionamiento en cuanto a sus controles operacionales. Para el mes de marzo del año 2021 el porcentaje fue del 38% debido a la acumulación de agua por una fuga en la bomba de agua que abastece la caldera y la limpieza externa del filtro y el elevador del carbón. A mediados del mes de octubre se

observó que la falta del cerramiento completo era necesario para retener principalmente el hollín cuando este se propagara por fugas o por el mismo transporte del carbón por el elevador. A mediados de los meses de febrero y marzo del 2022 ese cerramiento se completó, y las principales falencias encontradas durante las inspecciones de los meses de abril, mayo, junio, se debió al estado de las etiquetas de las sustancias químicas almacenadas en los diques de contención y su limpieza.

4.2 Identificación de los factores externos que generan materia particulada

La actividad que genera la empresa Itacol planta Funza, como bien se describe anteriormente cuenta con controles operacionales los cuales mitigan impactos al aire generados por la emisión de gases y material particulado contaminante. Pero de acuerdo a la ubicación de la empresa se encuentra factores que contribuyen a ese aspecto ambiental, que se describirán a continuación

4.2.1 Flujo vehicular calle 13 tramo Mosquera -Bogotá

El tráfico vehicular es una problemática en este sector ya que conlleva a generar diversos impactos ambientales como contaminación auditiva, contaminación al recurso aire por la emisión de gases contaminantes, cambios en el estilo de vida de la población por causa de estrés y otras enfermedades (Rodriguez Duran & Cano Torres, 2018).

La ciudad de Bogotá cuenta con entradas de acceso con gran flujo vehicular, entre ellas están la entrada por la autopista norte, la autopista sur (Soacha – Bogotá), el ingreso por la Calle 80 (Sentido occidente - oriente), y el ingreso por la calle 13, la cual es de interés para el caso de estudio, ya que esta vía es altamente concurrida por vehículos mixtos (De combustión por Diesel y Gasolina)

Los vehículos de combustión interna, contribuye con la contaminación al medio ambiente, aportando con un 25% en emisiones de CO₂, un 87% de CO, 66% de óxidos de nitrógeno (NO_x) y un 5% en dióxido de azufre en general (Risco, 2016).

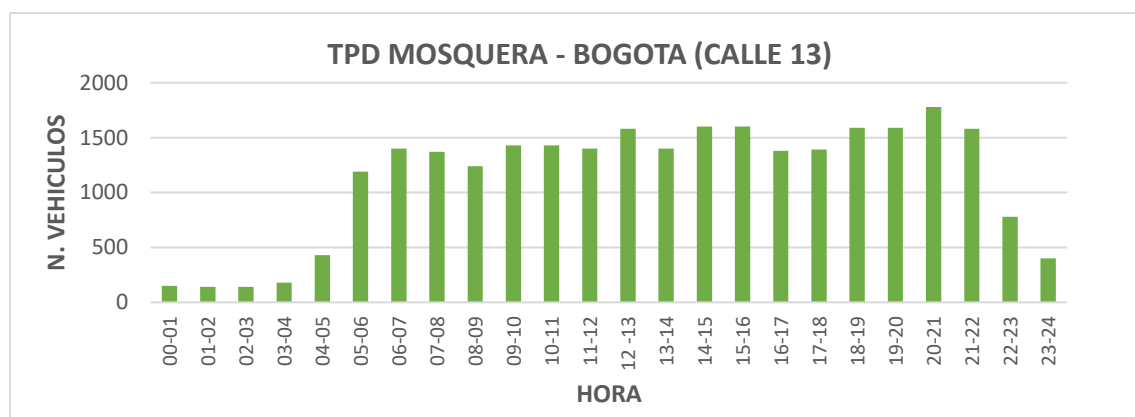
Tabla 12. Contaminantes en motores a gasolina y Diesel

Contaminante	Gasolina	Diesel
CO	0,5-1%; 200g/kg (*)	-
NOx	500-1000ppm; 20g/kg	500-1000ppm; 20g/kg
HC	3000ppm; 25g/kg	600ppm; 5g/kg
PM	-	2-5g/kg

Fuente: (Rodriguez Duran & Cano Torres, 2018)

En la tabla 12 es posible observar la composición porcentual de los gases que se generan en la combustión de los motores a gasolina y Diesel, evidenciando que los contaminantes emitidos con mayor aporte son el monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno, y para el caso de los motores Diesel, la emisión de material particulado (entre ellas el hollín) en estos vehículos es significativo, teniendo en cuenta el tráfico vehicular presente en el tramo de la calle 13.

Figura 43. Transito mixto Numero de vehículos en función del tiempo



Fuente: Modificado de (Rodriguez Duran & Cano Torres, 2018)

En la figura 43 se puede observar que las horas con mayor concurrencia durante la mañana de vehículos son entre las 6 am y las 10 am, ya que una gran población de los municipios

cercanos (Facatativá, Madrid, Mosquera y Funza) trabajan en Bogotá, y a la vez, la cercanía de la zona franca, influye en el tráfico de vehículos de carga pesada durante estas horas. Sobre el medio día entre las 12 pm y 1pm hasta las 3 pm se registra un alto flujo vehicular (Rodriguez Duran & Cano Torres, 2018).

La falta de restricciones principalmente en vehículos de carga pesada contribuye al estancamiento de los vehículos en este tramo y por ende a un mayor consumo de combustible. De igual forma, la implementación del pico y placa en la ciudad desde el punto de vista de movilidad, mejora en un porcentaje significativo el ingreso a la ciudad, sin embargo, esta norma conlleva a que la población opte por comprar vehículos asequibles y que generen fácil movilidad como las motocicletas, y así mismo poseer dos o más automóviles con el fin de movilizarse en los distintos días de la semana, perjudicando las condiciones ambientales, y por ende la movilidad. Así mismo el crecimiento poblacional, aproximadamente 2.5% en los municipios cercanos contribuyen a la demanda de transporte en este corredor vial. La tasa promedio diaria de vehículos que transitan por esta zona es de 1926 vehículos en 24 horas, fluctuando entre 1265 y 2588 vehículos (Amado Paez & Capador Gonzalez, 2016) .

Figura 44. Flujo vehicular Itacol - Calle 13



Fuente: Autor

En la figura 44 se ilustra el flujo vehicular del tramo de la calle 13 para el día 11 de diciembre de 2022 a las 3:00 pm, justamente en el puente de 3 esquinas cerca a la empresa Italcol Planta Funza.

4.2.2 Empresas cercanas a Italcol

Solla S.A se encuentra ubicada sobre el tramo de la vía Calle 13 Mosquera – Bogotá y se encuentra a 1,6 km de distancia de la empresa Italcol Planta Funza

Proceso productivo Solla S.A

Figura 45. Localización Solla S.A



Fuente: Google Earth

Actualmente cuenta con 4 sedes productoras, Itagüí (Antioquia), Buga (Valle), Girón (Santander), Mosquera (Cundinamarca). La empresa Solla S.A con sede en el municipio de Mosquera Cundinamarca se dedica de igual manera que Italcol a la elaboración de alimentos balanceados para animales en las líneas de acuicultura, porcicultura, avicultura, equina, ganadería con especialidad en alimentos para mascotas.

Al hacer uso de recursos naturales mediante su política ambiental Solla S.A esta comprometida a implementar equipos con el fin de cuidar el medio ambiente. En su proceso productivo requieren de una caldera para la generación de vapor la cual por parte de gestión ambiental se realiza el seguimiento al tema de fugas y al buen funcionamiento del filtro de mangas el cual retiene el material contaminante.

Proceso Producción Finca S.A

Figura 46. Localización Finca S.A.S



Fuente: Google Earth

La empresa Finca se encuentra aproximadamente a unos 800 metros de la empresa Itacol sobre el tramo de la calle 13 vía Mosquera – Bogotá.

Finca S.A se dedica a la producción y comercialización de alimentos balanceados para animales. Producción y comercialización de concentrado para animales en todas las líneas de explotación animal. Pequeñas y Grandes Especies. concentrado para perros, concentrado para gatos, concentrado para cerdos, concentrado para caballos entre otros.

En Finca S.A.S el proceso de fabricación que se lleva a cabo es de manera similar al proceso que viene llevando Itacol planta Funza, comenzado por la recepción de materias

primas las cuales son de origen nacional o importadas proveniente directamente del campo o en puertos (torta de soya, trigo). Esta materia prima es verificada por calidad y mediante un software con el fin de tener registro del ingreso a la empresa. Luego de ello se dispone la materia prima de acuerdo a su empaçado si es en bulto se dispone en bodegas sobre estibas, y a granel se dispone en piscinas o silos. También cuenta con tanques para el almacenamiento de líquidos tales como cebo, aceite de palma, aceite de pescado, aceite de soya, entre otros tiene procesos como dosificación, que al igual que Itacol, funciona mediante la formulación del nutricionista del área de calidad, un proceso de molienda mediante molinos de martillos con imanes para retener impurezas (metales ferrosos) y área de mezclado en donde los almidones y líquidos agregados se homogenizan y un proceso de peletizado moldeando la materia prima para formar pellets mediante condiciones de humedad, temperatura y presión específica, y por último el área de empaçado del producto final (Arcos Gordillo & Gordillo Ruiz, 2022).

4.3 Matriz de evaluación de impactos ambientales método de Vicente Conesa

La matriz de evaluación de impactos ambientales implementada por Vicente Conesa es una herramienta la cual permite evaluar los impactos ambientales de acuerdo a su importancia por medio de criterios cualitativos y cuantitativos, creando una relación de causa y efecto (Gómez, 2016). Se realizó la evaluación de los impactos ambientales de la empresa Itacol planta Funza, mediante la valorización de sus impactos ambientales por medio de atributos y parámetros de acuerdo a la metodología como se muestra en la tabla 13. En la matriz de evaluación (Ver Anexo1) se presenta los componentes afectados, principalmente el aire seguido del componente agua, suelo y el componente social.

Tabla 13. Valoración impactos ambientales

Naturaleza		Intensidad (Grado de destrucción)	
Impacto positivo	+	Bajo	1
Impacto negativo	-	Medio	2
Extensión		Alto	4
Extensión (Área de influencia)		Muy Alto	8
Puntual	1	Total	12
Parcial	2	Momento (Plazo manifestación)	
Extenso	4	Largo plazo	1
Total	8	Mediano Plazo	2
Persistencia (Permanencia del efecto)		Corto plazo	3
Fugaz	1	Inmediato	4
Temporal	2	Reversibilidad (Recuperación por medio natural)	
Persistente	3	Corto plazo	1
Sinergia		Medio plazo	2
Sin sinergismo	1	Largo plazo	3
Sinérgico	2	irreversible	4
Muy sinérgico	4	Acumulación	
Efecto (Causa – Efecto)		Simple	1
Indirecto	1	Acumulativo	4
Directo	4	Periodicidad	
Recuperabilidad		Irregular	1
Inmediato	1	Periódico	2
Recuperable mediano	2	Continuo	4

Mitigable - Compensable	4	Importancia
Irrecuperable	8	$I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$

Nota. Fuente: Autor

Diagnóstico realizado

De acuerdo a la matriz de aspectos e impactos realizada, se determinó por componentes las afectaciones que tienen de acuerdo a las actividades realizadas en Itacol. A continuación, se describe las causas que generan estas actividades sobre los componentes aire, suelo, agua, y el componente social.

Componente Aire

La afectación sobre este componente se debe principalmente al transporte y quema de carbón en la caldera generando Dióxido de Azufre, NOx, ETP (emisión de partículas totales) de acuerdo al isocinético, las fugas presentes en las estructuras como tolvas, transportadores, bajantes entre otras, el descargue de materia prima en piscinas, y en menor medida, pero no menos importante las malas prácticas operacionales en las bodegas. Cabe recalcar que Itacol Planta Funza cuenta con controles operacionales mencionados en las tablas 7,8,9, y como bien se mencionó de acuerdo a las inspecciones ambientales, estos presentaron algunas fallas y falta de mantenimiento, afectando este componente.

Componente Agua

Itacol planta Funza hace uso de la caldera BHP 500 mixta, la cual es la principal fuente de consumo de agua, debido a que consume aproximadamente 1500 m³/mes, lo cual

corresponde al 60% aproximadamente del consumo total del agua entrante de acueducto para la generación de vapor, para ser usado en el acondicionamiento de líquidos en el área de paletizado y extrusión. Por otra parte, el 40% restante corresponde al área de casino y administrativo.

Componente Suelo

Entre los residuos generados en la empresa Itacol planta Funza, se encuentran principalmente residuos aprovechables como cartón, empaques de segunda, vinipel, papel de oficina, cubiertos plásticos entre otros, los cuales son comprados por terceros. También se observa residuos no aprovechables como los barridos de las áreas, icopor, servilletas, papel con adhesivo proveniente de las áreas de empaque y el área administrativa, siendo tratados por la empresa Ecoservicios de occidente y dispuestos en relleno sanitario afectando este componente. Para una buena separación en la fuente Itacol Planta Funza cuenta con puntos ecológicos como control operacional como se observa en la figura 47.

Figura 47. Puntos ecológicos



Fuente: Autor

Componente Social

En cuanto al componente social, Itacol Planta Funza cuenta con personal laboral las 48 horas de la semana divididos en 3 turnos diarios. Principalmente en el área de bodegas se evidencia el flujo de personal entrante de cargue y descargue y montacarguistas, y en las distintas áreas de la empresa donde se requiera, aportando a este componente un valor agregado en el mejoramiento de la calidad de vida al generar empleo. Por lo cual se observa que su valor de calificación es alto (Severo) correspondiente a un impacto positivo (Ver anexo 1).

Figura 48. Inducción ambiental personal entrante a la empresa



Fuente: Autor

4.4 Resultados y análisis del modelamiento

La simulación se basó en calcular la concentración de SO₂, NO_x y ETP (Emisión de partículas totales) en un área de influencia de 25km², que abarca una parte de los municipios de Mosquera y Funza en donde se encuentran también las empresas cercanas a Itacol, modelando con un tiempo de exposición de 1 hora y 24 del día establecido en el software (Ver Anexo 1).

Los datos se lograron visualizar empleando el programa ArcMap de ArcGIS, realizando interpolación (Kriging) de los datos calculados en la simulación.

En la tabla 14 se establece la tasa de emisión de los contaminantes en kg/h de la caldera de la empresa Itacol planta Funza, proporcionado por el estudio isocinético del año 2021, por lo cual se realizó la conversión a la unidad propuesta por el software Aermod en g/s.

Tabla 14. Tasa de emisión de contaminantes de la caldera

Contaminante	Kg/h	g/s
SO ₂	2.75	0.76
NO _x	1.23	0.34
ETP	0.26	0.072

Nota. Fuente: Autor

Tabla 15. Niveles máximos permisibles de contaminantes criterio en el aire

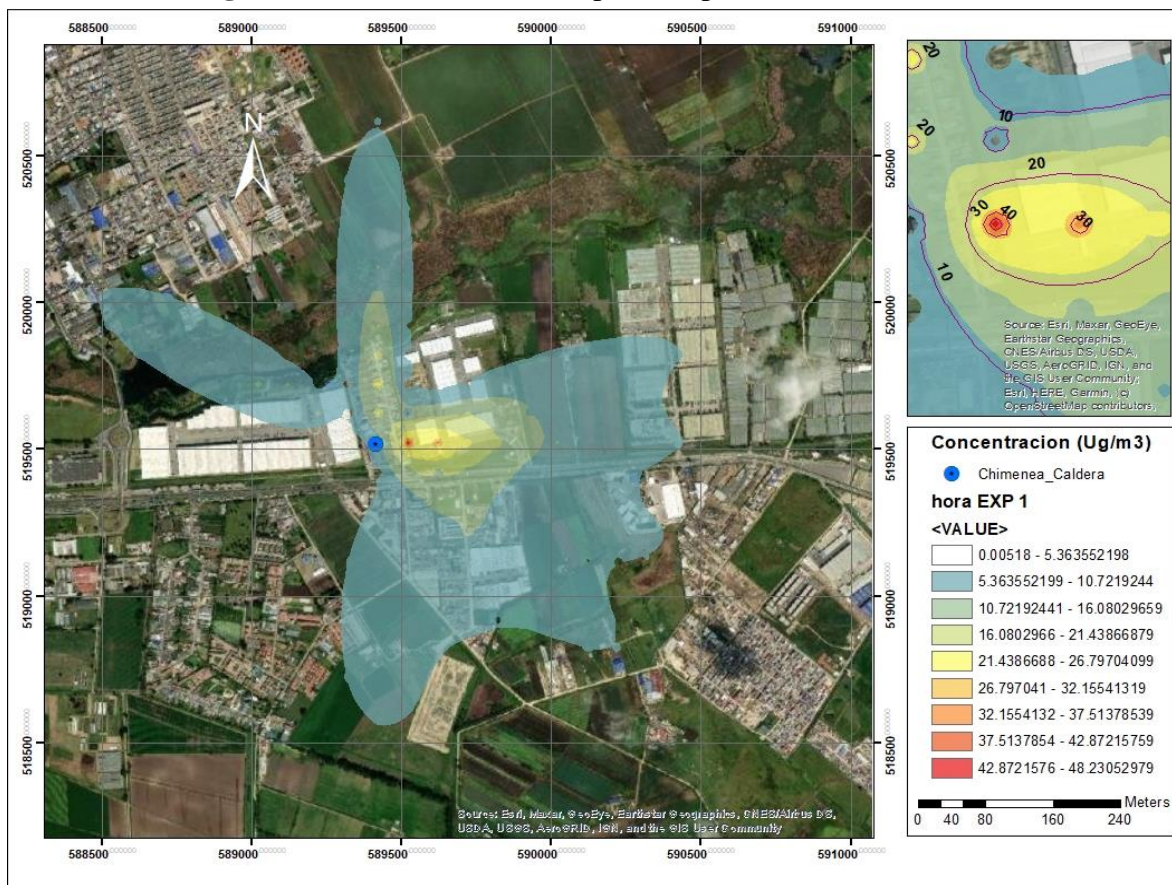
Contaminante	Nivel máximo permisible	
	(ug/m ³)	Tiempo de exposición
PM ₁₀	50	Anual
	100	24 horas
PM _{2.5}	25	Anual
	50	24 horas
SO ₂	50	24 horas
	100	1 hora
NO ₂	60	Anual
	200	1 hora
O ₃	100	8 horas
CO	5000	8 horas
	35000	1 hora

Nota. Fuente: Resolución 2254 de 2017

Para el tiempo de exposición de una hora para el contaminante Dióxido de Azufre, se encontró que la máxima concentración de acuerdo a las Isopletras generadas es de 48 ug/m³, y de acuerdo a la resolución 2254 de 2017 (Tabla 15) para un tiempo de exposición de 1 hora el valor máximo es de 100 ug/m³, por lo cual este tipo de contaminante emitido por la caldera de la empresa se encuentra dentro del rango permisible.

4.4.1 Dióxido de azufre SO_2 tiempo de exposición 1 hora

Figura 49. Modelamiento tiempo de exposición de 1 hora SO_2

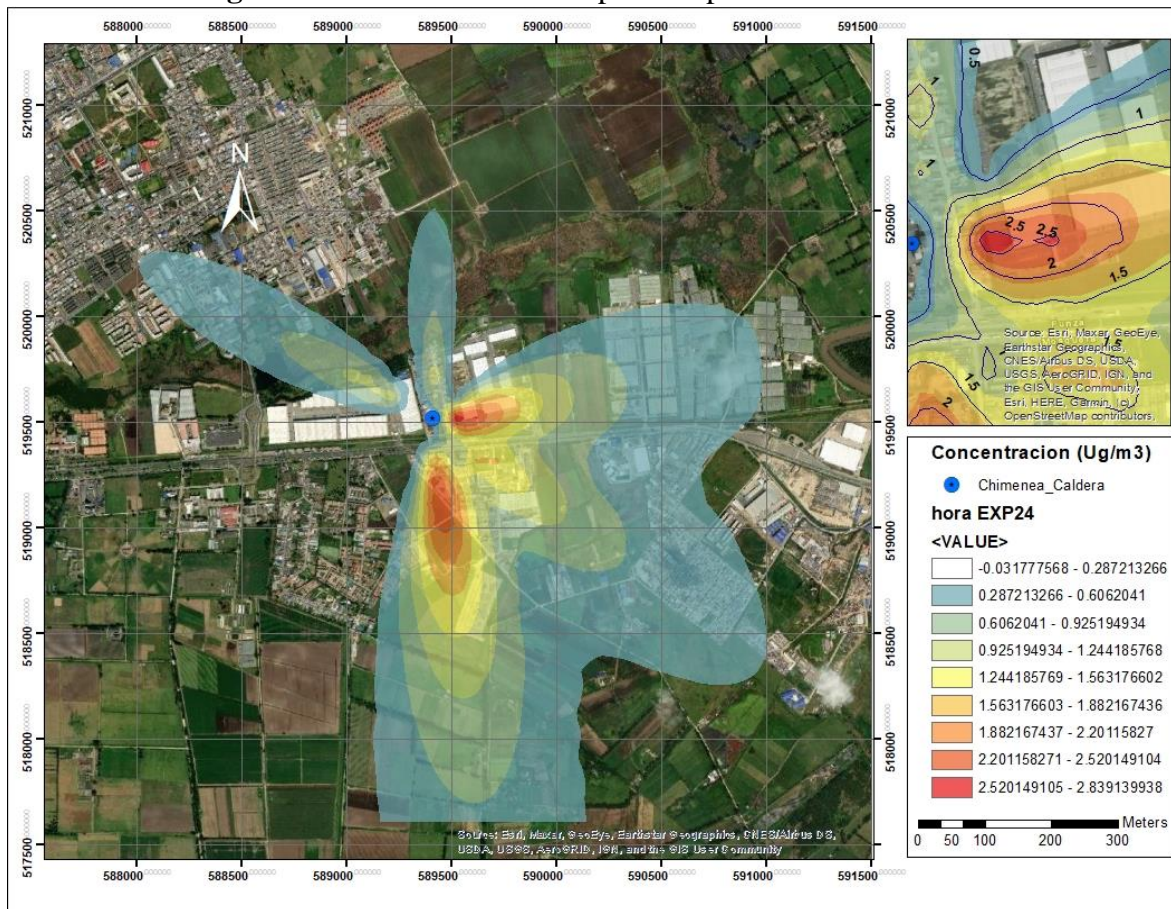


Fuente: Autor

Para el modelamiento con un tiempo de exposición de 24 horas, se determinó que la concentración máxima fue de 2.5 ug/m^3 , encontrándose aproximadamente a 50 metros de la fuente de emisión, y con una concentración mínima de 0.5 ug/m^3 a una distancia de 600 metros aproximadamente. De acuerdo a la resolución 2254 de 2017 el valor máximo permisible para este tiempo de exposición es de 50 ug/m^3 por lo cual se encuentra dentro del valor permitido establecido.

4.4.2 Dióxido de azufre SO₂ tiempo de exposición 24 horas

Figura 50. Modelamiento tiempo de exposición 24 horas SO₂

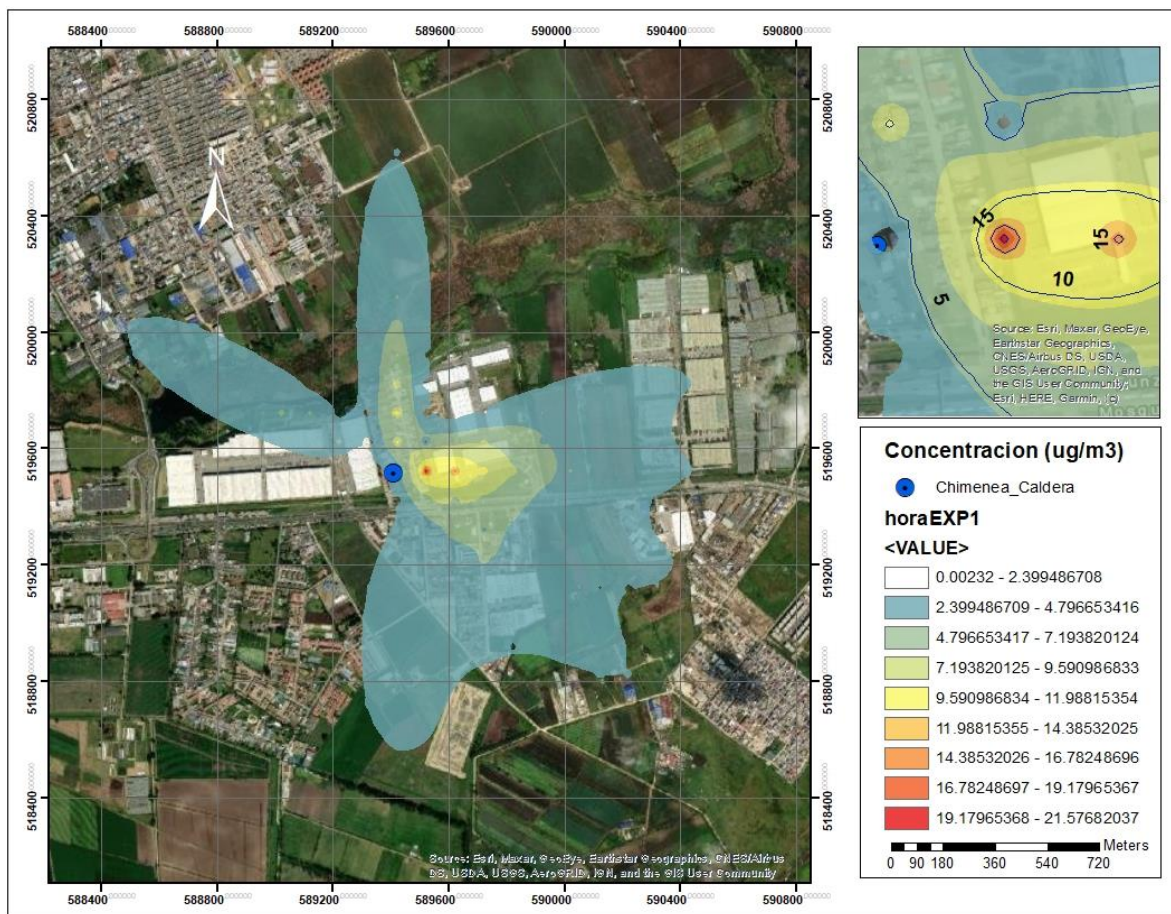


Fuente: Autor

Para el caso de los óxidos de nitrógenos, se realizó el modelo respecto a los valores máximos permisibles establecidos en la resolución 2254 de 2017 para el dióxido de nitrógeno (NO₂) con un tiempo de exposición de una hora como referente ya que los óxidos de nitrógeno abarcan otro contaminante como el monóxido de nitrógeno (NO). Para el caso de estudio el resultado del modelamiento de este contaminante arrojó un valor máximo de 21 ug/m³, en comparación con la normativa, este valor se encuentra por debajo de del máximo permitido lo cual es 200 ug/m³.

4.4.3 Óxidos de Nitrógeno tiempo de exposición 1 hora

Figura 51. Modelamiento NOx tiempo de exposición 24 horas

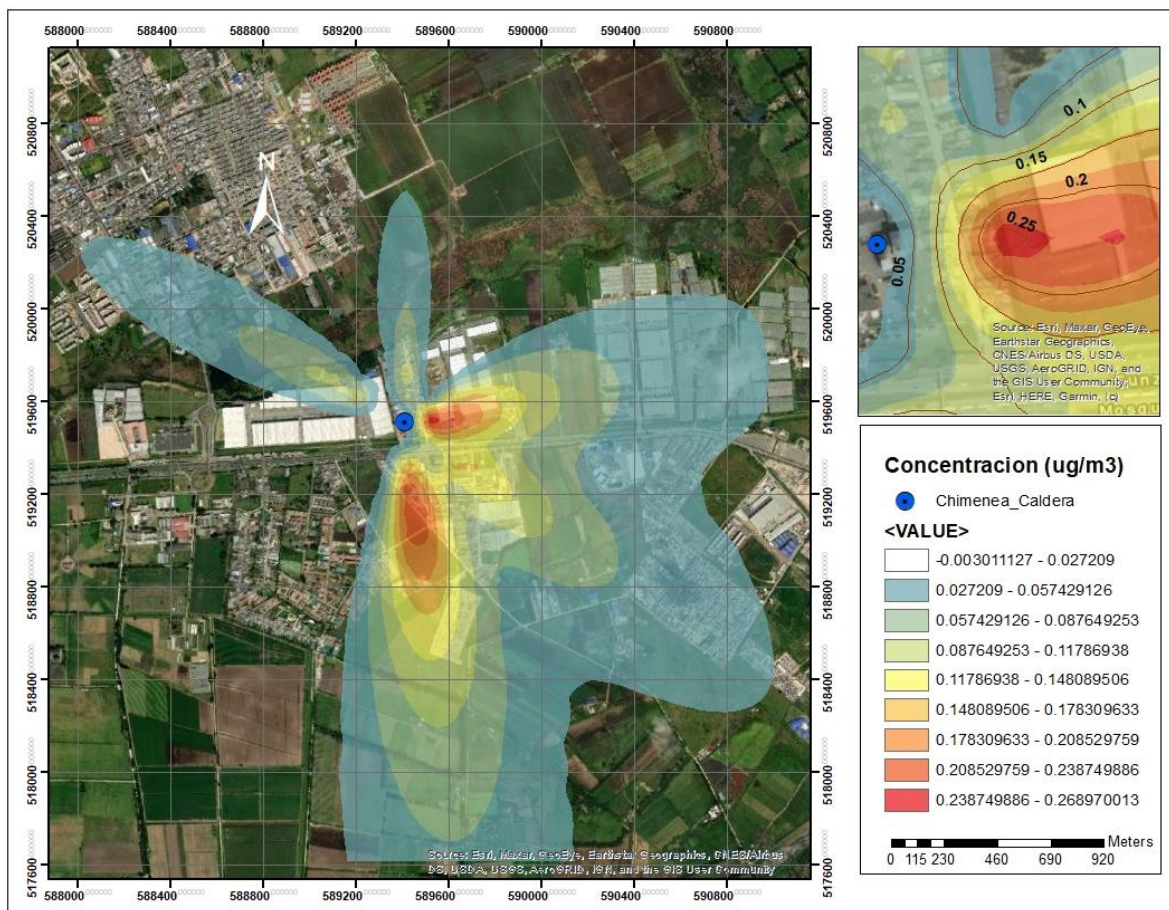


Fuente: Autor

Para el modelamiento de la emisión de partículas totales (ETP) generado en el isocinético de la empresa, se estableció como contaminante en el software Aermód la concentración de partículas totales (TSP). De acuerdo a la tabla 14, se observa que la tasa de emisión es baja en comparación a los otros dos contaminantes, debido a los controles operacionales que presenta la caldera para retener material particulado como hollín principalmente y polvo. En la modelación de ETP, se determinó la máxima concentración en un tiempo de exposición de 24 horas de 0.25 ug/m^3

4.4.4 Concentración total de partículas (ETP) tiempo de exposición 24 horas

Figura 52. Modelamiento ETP tiempo de exposición 24 horas



Fuente: Autor

5 Alternativas para el control de las emisiones de contaminantes

Para el desarrollo de las estrategias, se tuvo en cuenta la bibliografía encontrada, en donde se plantea alternativas para el mejoramiento de las emisiones de la caldera, las cuales se clasificaron como alternativas en la fuente (Directamente en el combustible), y alternativas al final del tubo con procesos que ayudan a mitigar o reducir los principales contaminantes que genera la caldera según el estudio isocinético de la empresa (Dióxido de Azufre, óxidos de nitrógeno, y monóxido de carbono). Cabe aclarar que estas alternativas están sujetas a temas de costos, por lo cual se plantean de manera general.

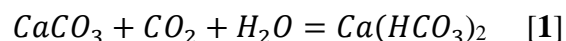
5.1 Alternativas primarias y secundarias

Para las alternativas primarias y secundarias se tienen en cuenta principalmente la reducción de contaminantes directamente en la fuente por medio de prácticas operacionales, características de contenido del combustible o materias primas e implementación de tecnologías

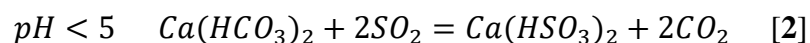
5.1.1 Reducción de dióxido de azufre (SO₂)

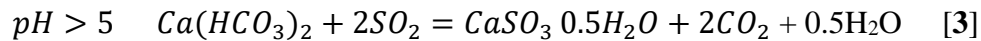
La caldera de la empresa Itacol planta Funza hace uso como combustible carbón mineral para la generación de vapor. De acuerdo al estudio isocinético las concentraciones de contaminantes encontradas en el muestreo 3 (Ver anexo 3) fue de 261,6 mg/m³, siendo la mayor en comparación con los óxidos de nitrógeno y material particulado, por ello una de las principales alternativas para minimizar la generación de este contaminante es mantener una atmosfera oxidante dentro de la caldera, la adición de cal o caliza la cual ayudara a reducir las emisiones en un 80%, la implementación de un lavador húmedo de piedra caliza de acuerdo con Hoyos Barreto (2008) ayudara a reducir en un 90% este contaminante. Según Velasco (2013) el proceso de reducción del dióxido de azufre se describe a continuación.

En la ecuación 1 se observa la reacción para formar la pasta acuosa de caliza el cual tendrá como función absorber el SO₂

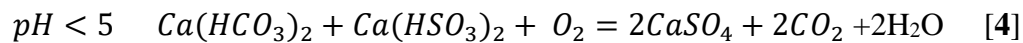


Para la absorción del SO₂, se tiene en cuenta el pH en la reacción dentro del lavador húmedo.

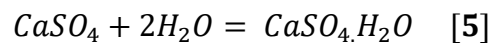




Para el proceso de oxidación del bisulfato de calcio se tiene en cuenta la ecuación 2, la cual se da en condiciones de pH menores a 5.



En este proceso se genera un sub producto que es el yeso, el cual podría ser vendido a un tercero (en el área de construcción) y generar a partir de este proceso de reducción de un contaminante un ingreso para la empresa.

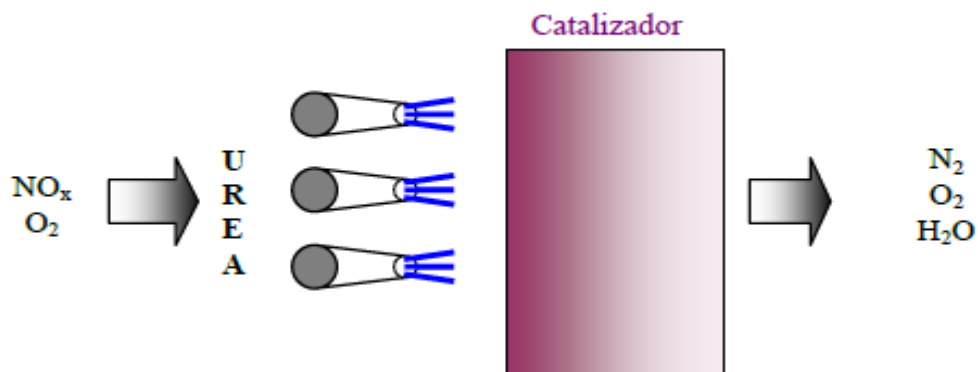


5.1.2 Reducción de óxidos de nitrógeno (NO_x)

Para reducir los óxidos de nitrógeno en las emisiones (Hoyos Barreto et al, 2008) establecen como alternativas primarias al igual que las alternativas para el dióxido de azufre, el mejoramiento de las practicas operacionales en la caldera con el fin de optimizar el proceso de combustión, y caso contrario al dióxido de azufre, una atmósfera muy oxidante conllevará al aumento de este contaminante, por lo cual se propone inyectar el aire para la combustión por etapas, y la recirculación de los gases de combustión es una alternativa que específicamente se propone para este contaminante ya que para el dióxido de azufre dicha recirculación aumentaría la concentración de este último. Como alternativas secundarias para tratar los óxidos de nitrógeno en la fuente, de acuerdo a Comisión para la cooperación ambiental (2005), plantean dos técnicas para tratar este contaminante al final

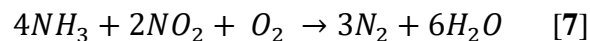
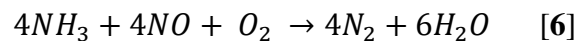
del tubo. una de ellas es la reducción catalítica selectiva (RCS), la cual hace uso de un elemento químico llamado Vanadio que funciona como catalizador. Este proceso requiere relativamente de bajas temperaturas (260 °C – 480 °C), lo cual lo hace una alternativa eficiente. La segunda es la reducción no catalítica en donde se emplea Urea o amoníaco con el fin de formar nitrógeno y agua siendo estos menos nocivos, esta técnica requiere de temperaturas más altas (760°C - 815°C).

Figura 53. Diagrama reacción catalítica selectiva



Fuente: (Comisión para la Cooperación Ambiental, 2005)

La siguiente ecuación demuestra la reacción de la técnica para el NO y NO₂



5.1.3 Reducción de material particulado

Como se mencionó anteriormente Itacol planta Funza cuenta con controles operacionales para mitigar la emisión de material particulado, entre ellos está el filtro de mangas de la

caldera y el ciclón, sin embargo, la revisión del tipo de tela es una alternativa para mejorar el tiempo de vida de la misma ya que tiene que resistir altas temperaturas y la humedad principalmente (Comisión para la Cooperación Ambiental, 2005) provenientes de la caldera existen otras tecnologías con un alto costo en el diseño y consumo de electricidad como los precipitadores electrostáticos ya que mediante el uso de electricidad las partículas son atraídas de un campo gaseoso hacia unas plaquetas, cabe aclarar que estos precipitadores por lo general se usan en industrias con altos índices de escape de material particulado como plantas generadoras de electricidad y siderúrgicas (Comisión para la Cooperación Ambiental, 2005).

6 CONCLUSIONES

Partiendo de la descripción de los procesos productivos, se observó que la empresa Itacol planta Funza cuenta con una organización adecuada de las áreas, en donde cada una de ellas posee, uno o más controles operacionales que permite mitigar el riesgo de derrames mediante los diques de contención de sustancias químicas, los cerramientos y equipos de control como filtros de mangas, ciclones, y el plenum.

Mediante las inspecciones ambientales y la generación de las gráficas de porcentajes de cumplimiento, partiendo de las listas de chequeo, se observó de manera general que los porcentajes de cumplimiento bajos se debió al poco mantenimiento tanto externo como interno de los controles operacionales, y en su momento a la falta de algunos diques de contención, al cambio de mangas de los filtros y a la observación de algunas fugas en las estructuras de los mismos. En cuanto a los porcentajes altos se observa que las áreas de

control tolvas, recibo de materia prima a granel entre otras presentan de manera general un manejo adecuado de dichos controles operacionales.

Se observo en el desarrollo de la matriz de aspectos e impactos ambientales, que las áreas de la prelimpiadora y la caldera son las que generar mayor impacto en el componente aire, sin embargo, su calificación se encontró como moderada ya teniendo en cuenta la extensión de propagación de las emisiones y de manera implícita se tuvo en cuenta la presencia de los controles operacionales para la mitigación de este aspecto ambiental. Se determinó que la caldera es la fuente principal de consumo de agua en la empresa con un promedio mensual de 1500 m³/mes, afectando este componente en cuanto al agotamiento del recurso hídrico como impacto ambiental. Para el componente social la empresa Itacol Planta Funza genera empleo para personas de todo el país, por lo cual esta calificación de este aspecto ambiental se comprobó como un impacto severo – positivo.

En cuanto a los factores externos es posible observar que el componente aire se ve afectado principalmente por el flujo vehicular del tramo de la calle 13, emitiendo gases contaminantes como monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno principalmente, y las empresas cercanas las cuales producen concentrados para animales, teniendo un proceso similar a Itacol Planta Funza, principalmente en el uso de caldera para sus procesos productivos y en el uso de materias primas en harinas.

Respecto al modelamiento de los gases contaminantes y material particulado, se concluye que los valores de concentración obtenidos principalmente para el dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno fueron bajas cumpliendo con lo establecido en la resolución 2254 de 2017 para los tiempos de exposición de 1 y 24 horas. Para el modelamiento de los NOx se

tomó como estimación los resultados obtenidos y la comparación con la resolución ya que en esta presenta los valores máximos permitidos para el dióxido de nitrógeno (NO₂).

En la revisión del isocinético para el año 2021, la empresa Itacol planta Funza cumplió con los valores máximos permisibles de acuerdo a la resolución 909 de 2008 (Ver anexo 3).

7 RECOMENDACIONES

Para las emisiones en las distintas áreas de la empresa se recomienda realizar un inventario de las estructuras y equipos más antiguos, realizando las debidas observaciones y descripciones para poder abarcar e intervenir en su mayoría.

Para el área de bodegaje de materia prima y producto terminado es fundamental reforzar las buenas prácticas operacionales, tanto en el descargue en piscinas evitando que el material se propague a otras zonas y de igual manera evitar que se mezclen con otros. También el buen manejo de los montacargas a la hora de manipular los bultos sobre estibas es fundamental para evitar roturas de los mismo.

Para el área de la prelimpiadora se recomienda realizar el cerramiento de esta área con el fin de evitar que el material particulado se propague y la verificación periódica de su sistema de control.

Itacol planta Funza se ha caracterizado por hacer un buen uso de los EPP, por lo cual es recomendable seguir reforzando el uso de mascarillas y tapabocas en las áreas con mayor tendencia a generar emisiones de material particulado.

8 REFERENCIAS

- AGENCY, U. E. (2000). *PCRAMMET GUIA DEL USUARIO*. Obtenido de <https://www3.epa.gov/ttn/catc/cica/files/pcrams.pdf>
- Amado Paez, C., & Capador Gonzalez, D. (2016). *EVALUACIÓN DE LA RUTA DE TRANSPORTE DE CARGA EN EL CORREDOR DE LA CALLE 13 EN BOGOTÁ*. Obtenido de https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2942/4/Proyecto_Calle%2013_502458-502471.pdf
- Arcos Gordillo , A., & Gordillo Ruiz, A. (2022). *ANÁLISIS Y BALANCEO DE LAS LÍNEAS DE TRANSPORTE DE MATERIALES DE LA PLANTA DE ALIMENTOS BALANCEADOS FINCA S.A.S EN BUGA*. Obtenido de <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/6cfd87a5-2009-44c9-92fa-17d567c53382/content>
- COAMB. (2021). *Evaluacion de contaminante emitidos al aire por la empresa Itacol*. Funza.
- Comisión para la Cooperación Ambiental. (2005). *Mejor tecnología disponible para el control de la contaminación atmosférica en América del Norte.*
- Gomez Angel, S. M., Carreño Dueñas, D. A., & Rojas Torres, M. A. (2015). Reconversión tecnológica en el sector productivo artesanal de hornos de ladrillo y cal para reducir la contaminación atmosférica en el valle de Sogamoso (Boyacá, Colombia). *Virtual Pro*.

- Hoyos Barreto, E., Jimenez Correa, M., Ortiz Muñoz, A., & Montes de correa, C. (3 de Diciembre de 2008). Tecnologías para la reducción de emisiones de gases contaminantes en plantas cementeras . *REVISTA INGENIERÍA E INVESTIGACIÓN*.
- Hurtado Velasco, C., & Tejerina Ledo, J. (2013). Comportamiento de la caliza en Lavadores húmedos de SO₂. *Scielo*.
- Moreno-Silva, C., Calvo, D., Torres, N., Ayala, L., Gaitan, M., Gonzalez, L., . . . Rodriguez susa, M. (2020). Hydrogen sulphide emissions and dispersion modelling from a wastewater. *Science Direct*.
- Risco, J. C. (2016). *Analisis de emsiones de un vehiculo en conduccion por ciudad y renovacion del sistema PEMS utilizado*. Obtenido de https://oa.upm.es/43508/1/TFG_JOSE_CARLOS_MARTINEZ_RISCO.pdf
- Rodriguez Duran, S., & Cano Torres, A. (2018). *INFLUENCIA DE LOS VEHÍCULOS DE CARGA PESADA EN LA CONGESTIÓN VIAL DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C - COLOMBIA*. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16515/1/Influencia%20de%20los%20veh%C3%ADculos%20de%20carga%20pesada%20en%20la%20congesti%C3%B3n%20vial%20de%20la%20ciudad%20de%20Bogot%C3%A1%20-%20Colombia.pdf>
- Velasco Hurtado, C., & Tejerina Ledo, J. (2013). Comportamiento de la caliza en Lavadores húmedos de SO₂. *Scielo*.
- Comisión para la Cooperación Ambiental. (2005). *Mejor tecnología disponible para el control de la contaminación atmosférica en América del Norte*

Ejemplos de Empresas Industriales. (2022). Retrieved December 13, 2022, from Ejemplos.co website: <https://www.ejemplos.co/10-ejemplos-de-empresas-industriales/>

Piñeiro, M. C. (2005). Procesos de Producción Más Limpia en Ladrilleras de Arequipa y Cusco.

Yilian, G., & Guevara, S. (2012). *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL MUNICIPIO PLAYA A PARTIR DE LAS EMISIONES DE LAS FUENTES FIJAS*. Retrieved from <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal15/Procesosambientales/Impactoambiental/39.pdf>

Ramos Moreno, A., & Benitez Ramirez, D. M. (2017). *Modelamiento de material particulado emitidos por coquización Municipio de Samacá, Boyacá*.

Modelos de dispersión Atmosférica: qué son y cuál es su objetivo. (2021, May 13). Retrieved December 13, 2022, from Eurofins Envira website: <https://envira.es/es/modelos-de-dispersion-atmosferica/>

Gómez. (2016, noviembre 17). MATRIZ DE CONESA. Retrieved December 18, 2022, from GoConqr website: <https://www.goconqr.com/mapamental/7019367/matriz-de-conesa>

9 ANEXOS

Para mayor información consultar el enlace de cada anexo.

Anexo 1. Matriz de aspectos e impactos ambientales

Proceso	Actividad	Componente	Aspecto	Impacto	+/-
Almacén	Recibo de materias primas y almacenamiento	Aire	Emisión de material particulado	Alteración de la calidad del aire	Negativo
		Suelo	Generación de residuos sólidos	Aumento en la cantidad de residuos a tratar	Negativo
		Social	Generación de empleo	Mejoramiento de la calidad de vida	Positivo
	Tolvas	Aire	Emisión de material particulado por fugas	Alteración de la calidad del aire	Negativo
		Social	Generación de empleo	Mejoramiento de la calidad de vida	Positivo
	Vaceo	Aire	Emisión de material particulado	Alteración de la calidad del aire	Negativo
		Social	Generación de empleo	Mejoramiento de la calidad de vida	Positivo
	Molienda	Aire	Emisión de ruido por molinos	Alteración en los niveles de presión sonora	Negativo
			Emisión de material particulado	Alteración de la calidad del aire	Negativo
		Social	Generación de empleo	Mejoramiento de la calidad de vida	Positivo

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1nuZn6lpQ1TRzSR9Q1LDxvtO-i8mllmxO/edit?usp=sharing&oid=110367911966635779084&rtpof=true&sd=true>

Anexo 2. Datos meteorológicos – Reporte estación Fontibon

DateTime	PM10 µg/m ³	CO ppm	OZONO ppb	NO ppb	NO2 ppb	NOX ppb	SO2 ppb	Fontibon Vel Viento m/s	Dir Viento Grados
07-09-2021 01:00	15,1	0,38849	7,306	1,255	18,157	19,339	----	1,8	305
07-09-2021 02:00	23,2	0,52003	0,451	7,714	25,889	33,636	----	2,1	3
07-09-2021 03:00	34	0,50261	0,482	8,611	23,3	31,941	----	2	351
07-09-2021 04:00	32,9	0,46297	0,414	6,439	20,925	27,317	0	0,7	269
07-09-2021 05:00	28,5	0,59119	----	20,227	21,916	42,144	0,266	0,9	180
07-09-2021 06:00	56,8	1,05347	0	70,32	25,352	95,596	1,149	1,1	252
07-09-2021 07:00	101	1,33275	0,508	80,99	28,553	109,572	1,592	1,2	311
07-09-2021 08:00	99,7	1,32728	3,021	78,509	36,489	114,967	3,38	1,6	355
07-09-2021 09:00	80,9	1,27014	8,725	48,532	41,246	89,748	3,29	1,6	1
07-09-2021 10:00	73,5	1,45847	11,83	35,019	54,046	89,067	----	1,3	120
07-09-2021 11:00	102,8	----	----	----	----	----	----	1,4	117
07-09-2021 12:00	92,5	0,92839	----	----	----	----	1,685	1,3	289
07-09-2021 13:00	63	0,66044	29,669	9,62	22,315	31,944	1,774	4,4	317
07-09-2021 14:00	61,7	0,49593	30,583	5,201	15,184	20,357	1,175	7	272
07-09-2021 15:00	45,7	0,44838	22,77	7,596	16,343	23,902	0,907	6,6	270
07-09-2021 16:00	26,8	0,41575	31,884	4,122	6,018	10,141	1,496	7,5	248

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1owfLtoNCEQGEOf1dUUK1yh13Sg6i8Rw/edit?usp=sharing&oid=110367911966635779084&rtpof=true&sd=true>

Anexo 3. Conclusiones informe isocinético 2021 Itacol Funza

Tabla No. 22
COMPARACIÓN CON NORMAS DE EMISIÓN PARA FUENTES FIJAS

PARÁMETRO DE CONTROL	UNIDAD	CALDERA DE 500 BHP Muestreo No.1 Cond. Referencia	CALDERA DE 500 BHP Muestreo No.2 Cond. Referencia	CALDERA DE 500 BHP Muestreo No.3 Cond. Referencia	NORMA RESOLUCIÓN 909/2008
MP	mg/m ³	30,50	25,30	31,90	200
SO ₂	mg/m ³	224,70	482,10	261,60	500
NO _x	mg/m ³	143,40	143,64	138,06	350

Las concentraciones reportadas por la norma de Emisión al igual que las concentraciones evaluadas en la Fuente se reportan a condiciones de referencia.



FUNZA, CUNDINAMARCA - SEPTIEMBRE de 2021

https://drive.google.com/file/d/1Ai0XFUgNsjcGH7e8Z23r3-aT7xs4wqGm/view?usp=share_link

Anexo 4. Lista de chequeo inspección ambiental

PLANTA	FUNZA
RESPONSABLE DE LA INSPECCIÓN (G. Ambiental)	NATALY HERNÁNDEZ
ACOMPANANTE EN LA INSPECCIÓN (Otro Proceso)	LUIS FELIPE BELTRAN CASTAÑEDA

FECHA	25 DE FEBRERO A 03 DE MARZO 2022
CARGO	PROFESIONAL AMBIENTAL
CARGO	PASANTE AMBIENTAL

C: Cumple		NC: No Cumple		NA: No Aplica					
PROCESO	ÁREA	COMPONENTE	ASPECTOS A INSPECCIONAR		C	NC	NA	%	OBSERVACIONES
ALMACÉN	RECIBO DE MATERIA PRIMA A GRANUL	ORDEN Y ASEO	El área se encuentra limpia y ordenada		X		87%		Acumulación de frijol soya por fuga en bajantes
			Los pasillos no presentan acumulación de agua o materia prima en descomposición	X					
			Las áreas externas se encuentran limpias y ordenadas	X					
			Techos y paredes limpios y en buen estado			X			
		FUGAS	El área se encuentra libre de fugas de material líquido o vapor			X	0%		Fuga en resaca de silo Aux 4 y 5. Estructura cónica del silo Aux 2. Fuga en bajante del elevador 7.
			El área se encuentra libre de fugas de material sólido		X				
		CONTROL OPERACIONAL	Los sistemas de control del área se encuentran limpios y en buen estado		X		100%		
			Los sistemas de control del área se encuentran en buen funcionamiento		X				
		SUSTANCIAS QUÍMICAS	Las sustancias químicas en el área se encuentran identificadas y etiquetadas.				NA		
			Las sustancias químicas en el área cuentan con hoja de seguridad						
% CUMPLIMIENTO DEL ÁREA							58%		

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1HkBRc9RVIMFc8->

<ARlJeIF55ShVe4g8yA/edit?usp=sharing&ouid=110367911966635779084&rtpof=true&sd>

[=true](#)