

**UNIVERSIDAD MAYOR, REAL Y PONTIFICIA DE
SAN FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA**

VICERRECTORADO

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA



**ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR
PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN DE LA FABRICA DE YESO “SAN
AGUSTÍN” DE LA CIUDAD DE SUCRE MEDIANTE LA APLICACION DE LA
FILOSOFIA DE LA 5S**

LIMBERT CAYARA RODRIGUEZ

Sucre - Bolivia

2024

CESIÓN DE DERECHOS

Al presentar este trabajo como requisito previo a la obtención del Diploma en Gestión Ambiental, Seguridad y Salud Ocupacional de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, autorizo al Centro de Estudios de Posgrado e Investigación o a la Biblioteca de la Universidad, para que se haga de este trabajo un documento disponible para su lectura, según normas de la Universidad.

También cedo a la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, los derechos de publicación de este trabajo o parte de él, manteniendo mis derechos de autor hasta un periodo de 30 meses posterior a su aprobación.

Limbert Cayara Rodriguez

Sucre, junio de 2024

DEDICATORIA

A mis amados padres Tomas y Costa, por su amor y apoyo incondicional en cada uno de mis proyectos, por ser los grandes motivadores e inspiradores de mi realización personal y profesional. A mis hermanos, Alexander, Jaime, Richard y Juan Carlos, por su acto de amor más grande e invaluable al apoyarme en mi carrera profesional; a mi mismo poro rendirme a pesar de las circunstancias.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primordialmente a Dios por ser el dador de mi vida y el de mis seres amados, por darme la fe, la fuerza y la sabiduría para realizar mis sueños. Agradezco a la facultad de Tecnología por abrirme las puertas y desarrollarme como persona. Agradezco al plantel Docente que ayudaron a mi formación profesional y así poder emprender la carrera de Ingeniería Ambiental.

RESUMEN

El proyecto se enfocó en describir los fundamentos teóricos y normativos de la contaminación por partículas en suspensión y la filosofía de las 5S. Se utilizó una metodología de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y cualitativo. Se aplicó la revisión documentaria y la observación como métodos de recopilación de datos. El instrumento utilizado para la evaluación de impactos ambientales fue la matriz de Leopold y el Check-list, que permitieron recabar información sobre los impactos negativos en la fábrica.

Con el objetivo de reducir la exposición de los trabajadores al polvo y otros contaminantes durante las actividades laborales, se propusieron equipos de protección personal adecuados, como máscaras respiratorias y gafas de seguridad. Además, se realizaron monitoreos del aire para medir los niveles de partículas en suspensión (PM10 y PST) en la fábrica.

Se planteó la idea de implementar las 5S como una forma de minimizar la generación y dispersión de partículas en el entorno laboral. La filosofía de las 5S se aplicaría a través de las siguientes fases: clasificar, organizar, limpiar, estandarizar y disciplinar.

Basándose en los análisis realizados, se elaboraron propuestas para minimizar las emisiones de partículas en suspensión, aplicando la filosofía de las 5S. En el aspecto de clasificación (Seiri), se propuso una clasificación exhaustiva de los materiales y equipos presentes en la fábrica. En la fase de organización (Seiton), se diseñaron y establecieron áreas de almacenamiento adecuadas y limpias. En cuanto a la limpieza (Seiso), se capacitó al personal en las mejores prácticas de limpieza. Para la estandarización (Seiketsu), se implementaron programas de capacitación y concientización. Y finalmente, en la fase de disciplina (Shitsuke), se establecieron sistemas de seguimiento y verificación regular de las prácticas de limpieza y mantenimiento establecidas.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES	2
1.2 OBJETIVOS	4
1.1.1 OBJETIVO GENERAL	4
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.3 JUSTIFICACIÓN	4
1.4 METODOLOGÍA.....	6
1.4.1 <i>Enfoque:</i>	6
1.4.2 <i>Población y muestreo</i>	9
1.4.3 <i>Métodos de interrogación</i>	9
CAPITULO II. DESARROLLO	10
2.1 MARCO TEÓRICO	10
2.1.1 <i>Marco Conceptual</i>	16
2.1.3 <i>Marco Contextual</i>	18
2.2 INFORMACION Y DATOS OBTENIDOS	21
2.2.1 <i>Monitoreo de partículas en suspensión de la fábrica de yeso San Agustín</i>	23
2.2.2 <i>Equipos de medición</i>	23
2.2.3 <i>Ubicación de las estaciones de monitoreo</i>	24
2.2.4 <i>Informe Técnico De Monitoreo De Partículas Suspendidas U.S.F.X</i>	28
2.2.5 <i>Procedimientos de Muestreo Check-list</i>	28
2.3 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	31
2.3.1 MATRIZ LEOPOLD PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS	31
2.3.2 SEGÚN LOS RESULTADOS DE LA CHECK-LIST.....	34
2.3.3 RESULTADO DE LA ENTREVISTA AL GERENTE GENERAL Y ADMINISTRATIVO	35
2.3.4 RESULTADO DE ENCUESTAS	36
2.3.5 PROPUESTAS PARA MINIMIZAR LAS EMISIONES DE PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN APLICANDO LA FILOSOFÍA DE LAS 5S.	36

CAPITULO III: CONCLUSIONES	38
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
3.1 Conclusiones:.....	38
3.2 Recomendaciones:.....	39
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
ANEXOS.....	1

ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1: Metodología	7
Tabla 2: Principales contaminantes del aire urbano y sus fuentes.	11
Tabla 3: Parámetros establecidos por la OMS.....	13
Tabla 4: Impactos del proyecto.....	22
Tabla 5: Características del área de monitoreo.....	24
Tabla 6: Ubiacion de las estaciones de muestreo de la planta de produccion.....	24
Tabla 7: Estacion de la estacion de muestreo CA-MSA-01	25
Tabla 8: Evaluación y resultados de la estación de muestreo CA-MSA-01	25
Tabla 9: Descripcion de la estacion de muestreo CA-MSA-01	26
Tabla 10: Evaluacion y resultados de la estacion de muestreo CA-MSA-01	27
Tabla 11: Limites permisibles de calidad del aire.....	27
Tabla 12: Valores del monitoreo de partículas en suspensión U.S.F.X.....	28
Tabla 13: Preguntas de la Encuesta anexo 4.....	30
Tabla 14: Resumen de Impactos	32

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La contaminación por partículas en suspensión es un problema ambiental de gran relevancia que tiene impactos significativos en la salud humana y en el medio ambiente. Estas partículas, que pueden ser generadas por diversas fuentes industriales y actividades humanas, pueden tener efectos perjudiciales en el sistema respiratorio y causar enfermedades respiratorias, cardiovasculares y otros problemas de salud. La regulación y control de la contaminación por partículas en suspensión es fundamental para garantizar un ambiente saludable y seguro.

En este contexto, el presente proyecto se centra en la evaluación de los impactos ambientales generados por la contaminación por partículas en suspensión en la empresa de yeso San Agustín. Esta empresa se dedica a la producción de yeso y está ubicada en el distrito 7 de la provincia Oropeza de Chuquisaca en un área urbana densamente poblada. La generación de partículas en suspensión durante los procesos de producción y manipulación de yeso plantea preocupaciones en términos de salud ocupacional de los trabajadores y potenciales impactos ambientales.

Además de abordar el problema de la contaminación por partículas en suspensión, el proyecto también se enfoca en la implementación de la filosofía de las 5S en el entorno laboral. La filosofía de las 5S se basa en la organización y limpieza de los espacios de trabajo, promoviendo un ambiente seguro y ordenado. La combinación de estos dos enfoques busca lograr una gestión más efectiva de la contaminación por partículas en suspensión, mejorando las condiciones de trabajo y la salud de los trabajadores.

El objetivo principal de este proyecto es realizar un diagnóstico exhaustivo de la situación actual de la empresa de yeso San Agustín en relación con la contaminación por partículas en suspensión y la implementación de las 5S. A través de la recopilación de información relevante, la evaluación de impactos ambientales, entrevistas y encuestas, se busca obtener un conocimiento detallado de los desafíos y oportunidades que enfrenta la empresa en este ámbito. Con base en estos resultados, se propondrán recomendaciones específicas para la gestión ambiental y la mejora de las condiciones de trabajo en la empresa.

1.1 ANTECEDENTES

Según un estudio realizado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 2016 en todo el mundo, la contaminación del aire contribuye al 5,4% de todas las muertes; más del 80% de las personas que viven en áreas urbanas que están expuestas a niveles altos de contaminación y exceden los límites de calidad del aire. Las poblaciones de bajos ingresos en las áreas urbanas son las más afectadas por los efectos globales. (Shi, Minmin, 2018)

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019), la Comisión Económica para Europa (ECE), la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, 2024) y muchas otras autoridades internacionales han hecho uso de directrices, regulaciones orientadas y controles de contaminantes en el aire. para diferentes industrias.

La contaminación del aire puede aumentar el riesgo de infecciones respiratorias, enfermedades cardíacas, accidentes cerebrovasculares y cáncer de pulmón. Tanto la exposición a corto como a largo plazo a los contaminantes del aire se ha asociado con impactos adversos en la salud. Los impactos más severos afectan a las personas que ya están enfermas. Los niños, los ancianos y los pobres son más susceptibles. Los contaminantes más nocivos para la salud, estrechamente asociados con la mortalidad prematura excesiva, son partículas finas PM_{2,5} que penetran profundamente en los conductos pulmonares. (OPS, 2018)

Según (Cuellar, Paloma, Puentes, 2022) En esta investigación se cuantificó el material particulado emitido por las industrias transformadoras de minerales mediante el método factor de emisión (FE) y se compararon las emisiones con los estándares admisibles de PM para las fuentes fijas, establecidas por la normatividad ambiental vigente colombiana, con el fin de determinar el nivel de contaminación por PM generado por estas industrias. Se obtuvo información primaria para realizar los cálculos del FE de diez industrias, las cuales fueron codificadas alfabéticamente (A – J). Las fuentes de emisión se clasificaron en fuentes fijas que incluyen las actividades de trituración y molienda, y en fuentes de área que comprende la descarga de la materia prima. Se determinó que el nivel de contaminación por PM en las diez industrias es alto, las fuentes de área presentaron bajos niveles de emisión, sin embargo, las fuentes fijas sobrepasan los estándares admisibles de la normatividad.

Según (Gimenez, 2019) Todas estas actividades en conjunto, generan cantidades de emisiones de polvo toxico, que están relacionados con la extracción, transporte y uso de explosivos, teniendo su razón principal en la disgregación de la roca, por el proceso de voladuras, de cargue, de transporte (que combina las partículas procedentes del yacimiento y la de las vías); Para enfrentar esta problemática existen herramientas tecnológicas y equipos que se utilizan como diagnóstico y predicciones que ayudan a implementar programas de prevención en todos los procesos extractivos del carbón, que son cuantificados por redes de monitoreo de calidad del aire y mitigados mediante modelos de dispersión atmosférica para predecir concentraciones de polvo en diferentes escenarios.

La Dirección de Medio Ambiente a través de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire realiza el monitoreo de la calidad del aire en Sucre, con el objetivo de conocer el estado de la contaminación del aire y determinar los niveles de contaminación con el Índice de Contaminación Atmosférica (ICA), debido a la polución generada por fuentes móviles y fijas, comparando los valores obtenidos con los límites establecidos por la Ley de Medio Ambiente N° 1333, el reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica y Norma Boliviana NB (62011), para el control de la contaminación atmosférica.

Para (Qantu Yachay, 2022) “Determinar cómo es la metodología 5S” dando a conocer los diferentes aportes de autores que nos indica los principios de las 5S y los beneficios que aporta las metodología 5S dándonos a conocer la gran importancia que conlleva la implementación de las 5S y es la herramienta que tiene mayor efectividad con resultados positivos en las empresas de cualquier sector sin la necesidad de invertir solo aplicarlo con los recursos disponibles de la empresa, el principal beneficio que otorga la implementación de las 5S es el incremento de la productividad minimizando los desperdicios, manteniendo la organización en buenas condiciones y la mejora continua

Algunas empresas, especialmente aquellas en eficiencia operativa y reducción de la contaminación, han adoptado una filosofía de las 5S en forma de sistema de gestión ambiental. Las 5S son fundamentales en los procesos de mejora continúa representando una alternativa en las empresas, para lograr efectos considerablemente positivos; sin embargo, por muy fácil y de bajo costo que parezca su implementación, esta demanda

de mucho compromiso, desde la alta gerencia hasta el empleado del último orden jerárquico de la empresa (Tayacaja, 2017).

Según (Velasco , 2022) En su investigación indica, las 5'S permite que la aplicación se dé en cualquier punto de trabajo y este pueda dar resultados inmediatos, en cuanto a trabajos, seguridad laboral, calidad, materiales, tiempos y reducción de costos. De la misma forma mejora los indicadores de la organización siendo logística, producción, contabilidad, recursos humanos y entre otras áreas de la organización.

1.2 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

Determinar estrategias para el control de la contaminación por partículas en suspensión en la fábrica de yeso "San Agustín" De La Ciudad De Sucre Mediante la Aplicación de la Filosofía de las 5s.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Describir los fundamentos teóricos y Normativos de la contaminación por partículas en suspensión y la filosofía de las 5s.
- Realizar un Diagnostico de la situación actual de la contaminación por partículas en suspensión en la empresa de yeso San Agustín.
- Evaluar los impactos ambientales de las partículas de suspensión en la fábrica de yeso San Agustín.
- Elaborar propuestas para minimizar las emisiones de partículas en suspensión aplicando la filosofía de las 5s.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Como justificación teórica hoy en día sabemos que las empresas tienen dificultades para sobresalir o tener buena productividad por lo que se presenta diversas dificultades dentro de su proceso de elaboración del producto por ello se recomienda el estudio y aplicación de herramientas de la ingeniería en este caso la aplicación de las 5S buscando concientizar a los empresarios logrando así que apliquen las 5S a su empresa. (Yachay, Qantu, 2022)

La fábrica de yeso "San Agustín" tal como otras fábricas de la ciudad de Sucre y Bolivia generan partículas en suspensión que pueden tener efectos negativos en la calidad del aire y el entorno ambiental. Estas partículas pueden contribuir a la contaminación

atmosférica y afectar la calidad del aire local. Además, la exposición a partículas en suspensión puede representar riesgos para la salud de los trabajadores y las familias cercanas a las instalaciones de la industria. Por lo tanto, es fundamental implementar estrategias de control para reducir la emisión y dispersión de estas partículas tanto en el proceso de trituración, molienda y transporte. Es por eso que se implantara la filosofía de las 5S, que se basa en los principios de clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina, que se ha demostrado ser efectiva en la mejora de la organización, la eficiencia y la seguridad en diversas empresas. La aplicación de las 5S puede proporcionar un marco sólido para abordar los desafíos relacionados con la contaminación por partículas en suspensión en la producción de yeso "San Agustín". Al implementar las 5S, se puede mejorar la gestión del entorno de trabajo, optimizar los procesos y reducir la generación y dispersión de partículas.

Antes de aplicar la filosofía de las 5s. La empresa Tramet realizaba la construcción de carrocerías metálicas de manera no ordenada ni bajo condiciones de seguridad industrial afectando en el proceso de construcción, elevando los costos de producción y ocasionando accidentes de trabajo, por no contar con las condiciones ni los conocimientos relacionados a la aplicación de la filosofía de las 5“S” donde permite mejorar la calidad de los productos, optimiza el tiempo de construcción y reduce los costos de producción. Con la aplicación de la filosofía de las 5“S” los resultados serán mejores en cuanto ambientes, limpieza, orden, la seguridad al trabajador, reducción de accidentes de trabajo, los costos de producción y dando mejor calidad en los trabajos de la empresa. (Siripe, 2019)

Las leyes ambientales y de salud de nuestro país establecen límites y estándares para la calidad del aire y la gestión de partículas en suspensión. Al aplicar estrategias de control de la contaminación en la producción de yeso "San Agustín", se puede garantizar el cumplimiento de las normativas vigentes, para evitar posibles sanciones y consecuencias legales para la industria.

La aplicación de la filosofía de las 5“S” busca, mejorar las condiciones del lugar de trabajo, como en la organización, planificación de la limpieza, la autoestima de cada trabajador de la planta y logrando un mejor control visual de todo los materiales servibles o desechables. La aplicación de la filosofía nos lleva a ahorrar dinero en la vida útil de

las herramientas, equipos y materiales de manera más simple y eficaz eliminando los problemas actuales. La optimización de los procesos y la reducción de la generación de partículas pueden conducir a una mayor eficiencia, menor desperdicio y ahorro de recursos. Además, el compromiso con prácticas sostenibles y responsables puede mejorar la reputación.

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 Enfoque:

En cuanto al enfoque, se determina el enfoque cualitativo, sin embargo, también entra el enfoque cuantitativo ya que intervienen datos de la empresa que se complementa en este trabajo. Se estudia los factores más vulnerables de la fábrica de yeso San Agustín, para ello se conoce las actividades utilizando la metodología de interpretación.

1.4.1.1 Métodos Empíricos

Observación científica: la observación como tal se utilizará en el diagnóstico ambiental, Realizando visitas a las diferentes actividades industriales de la empresa de Yeso San Agustín para conocer la situación ambiental IN-Situ acerca de los puntos críticos de la contaminación y los sitios de muestra.

Método de la medición

Permite conocer la información cuantitativa al realizar mediciones mediante monitoreos para el cumplimiento de los objetivos planteados requiere de un equipo específico de medición como. (contador de P.EVMS)

1.4.1.2 Métodos teóricos

Técnicas de investigación:

Entrevista: Esta técnica permite la recopilación de información sobre la situación actual de la empresa. Así mismo el levantamiento de datos servirá para estructurar las características y cualidades del objetivo estructurar las características y cualidades del objetivo de estudio la cual permitirá el tamaño de la muestra.

Observación: Identifica los puntos de muestreo proceso de monitoreo y uso de medidas de seguridad.

Tabla 1: Metodología

objetivos	actividades	metodología	Técnicas e instrumentos	Resultados esperados
Describir los fundamentos teóricos y Normativos de la contaminación por partículas en suspensión y la filosofía de las 5s.	Revisión de información bibliografía. Revisión de documentos. Recopilación de información Obtenida. Revisión de Normativas Ambientales Estudio de Casos y Ejemplos de Prácticos de la Filosofía 5S.	Análisis de documentos Revisión de Literatura Científica y Normativa. Método histórico de recopilación de información. Identificación de Conceptos Clave.	Recopilación de información histórica de las instituciones responsables del control de la contaminación atmosférica.	Marco teórico
Realizar un Diagnóstico de la situación actual de la contaminación por partículas en suspensión en la empresa de yeso San Agustín.	Análisis de monitoreos Entrevistas Encuestas	Análisis de documentos metodológicos. Comparación de los resultados de la Medición con la ley 1333 y el RASIM	Entrevista a los responsables de la fabrica Encuesta descriptiva a los trabajadores de la empresa.	Contar con un diagnostico de la situación ambiental actual de la empresa de yeso San Agustín respecto a la actividad industrial

Evaluar los impactos de las partículas de suspensión en la fábrica de yeso San Agustín.	Recopilación de datos Evaluación de la calidad del aire Evaluación del entorno de trabajo	Usar la Matriz de Leopold para la evaluación de impactos. Análisis de la información obtenida Muestreo de partículas en suspensión	Analizar la Matriz de Leopold. Análisis de muestras de partículas en suspensión Monitoreo en tiempo real	Determinación de los impactos de la empresa
Elaborar propuestas para minimizar las emisiones de partículas en suspensión aplicando la filosofía de las 5s.	-Clasificación -Orden -Limpieza -Estandarización -Disciplina	Evaluación de la situación actual Identificación de las áreas de mejora Implementación de medidas de control adicionales Capacitación y sensibilidad	Control de polvo en áreas de manipulación de materiales Mejorar la ventilación en áreas de generación de partículas. Uso de equipos de protección personal (EPP) adecuados	Propuesta de minimización

1.4.2 Población y muestreo

La fábrica de yeso “San Agustín” de la ciudad de Sucre esta constituida por 15 trabajadores y tres administrativos, contando con 4-6 familias pobladores cercanas a la fábrica de yeso ubicados en esta misma ciudad. Para efecto de la presente investigación se ha considerado como muestra a 18 trabajadores de la empresa.

1.4.3 Métodos de interrogación

Determinar el tamaño de la muestra y la selección de participantes para cada método y diseñar los instrumentos de interrogación, como las preguntas de la entrevista y el cuestionario.

1.4.3.1 Entrevistas:

- I. Identificar a los participantes clave para las entrevistas, como gerentes, supervisores, operarios y personal de mantenimiento.
- II. Preparar una guía de entrevista con preguntas relevantes relacionadas con la contaminación por partículas en suspensión y la aplicación de las 5S.
- III. Realizar las entrevistas de manera individual o grupal, registrando las respuestas de los participantes de forma clara y sistemática.
- IV. Analizar y sintetizar la información obtenida de las entrevistas para identificar patrones, tendencias y desafíos comunes.

1.4.3.2 Encuestas:

- I. Identificar el grupo objetivo para las encuestas, como residentes cercanos a la fábrica.
- II. Diseñar un formulario de encuesta que aborde aspectos relacionados con la contaminación por partículas en suspensión y su percepción sobre las acciones de la fábrica.
- III. Distribuir las encuestas a la muestra seleccionada, ya sea en formato impreso o digital.
- IV. Recopilar y analizar los datos obtenidos de las encuestas, teniendo en cuenta la opinión y percepción de la comunidad afectada.
- V. Considerar la retroalimentación de la comunidad en el proceso de elaboración de propuestas.

CAPITULO II. DESARROLLO

2.1 MARCO TEÓRICO

Contaminación atmosférica

Para (Amable, 2017). “Influencia de los contaminantes atmosféricos sobre la salud” La contaminación atmosférica a la presencia en la atmósfera de sustancias en una cantidad que implique molestias o riesgo para la salud de las personas y de los demás seres vivos, vienen de cualquier naturaleza, así como que puedan atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables.

Para (Amable, 2017)” Influencia de los contaminantes atmosféricos sobre la salud” La contaminación atmosférica puede tener carácter local, cuando los efectos ligados al foco se sufren en las inmediaciones del mismo, o planetario, cuando por las características del contaminante, se ve afectado el equilibrio del planeta y zonas alejadas a las que contienen los focos emisores.

Para (Contreras, 2021) La contaminación del aire se define como la presencia de cualquier gas o partícula que, a una concentración suficientemente alta, puede ser perjudicial para la vida, el medio ambiente y/o la infraestructura. Los contaminantes que llegan al aire pueden ser emitidos por fenómenos naturales (volcanes, incendios forestales, descomposición de materia orgánica, entre otros) y por actividades humanas (procesos de combustión, actividades industriales y transporte)

Partículas en suspensión

Según (Madrid, 2023)”Partículas en suspensión y Salud” Las partículas en suspensión (PM, Particulate Matter) presentes en la atmósfera se componen de una mezcla compleja de aerosoles y sólidos microscópicos de distinto origen y composición. Según su tamaño se dividen en distintos grupos, las partículas “gruesas” PM_{10} , que son aquellas cuyo diámetro es igual o inferior a 10 micras (μm) y las “finas” $PM_{2,5}$ que tienen un diámetro igual o inferior a 2,5 μm . Además, se debe considerar un tercer grupo, las partículas “ultrafinas” $PM_{0,1}$ con diámetro igual o inferior a 0,1 μm .

Según (Pombo,Rada,Vera, 2021). El material particulado (MP) es una mezcla de partículas sólidas y líquidas que están presentes en el aire, con una concentración variada, una composición química compleja que puede incluir ácidos, sales, materiales carbonosos, orgánicos volátiles, metales, tierra y polvo, y con distintos tamaños (MP grueso (MP10), MP fino (MP2.5) y MP ultrafino (MP1

Para (ORTEGA, 2020) Los principales compuestos de la CAU implicados son la materia particulada, la menor de 2,5 μm (PM2,5) o la menor de 10 μm (PM10), dióxido de nitrógeno (NO₂), dióxido de azufre (SO₂), y ozono (O₃)

Clasificación del material particulado

Para (Guevara, Santillan, 2020) El material particulado de acuerdo con su diámetro aerodinámico de sus partículas puede clasificarse en:

- I. Partículas suspendidas totales (PST) diámetro hasta 100 μm .
- II. Inhalables o respirables (PM10), cuyo diámetro es menor a 10 μm .
- III. Finas, con diámetro menor a 2,5 μm (PM2,5)
- IV. Y Gruesas, con diámetro menor a 10 μm (PM 4 Y PM 10)

Fuentes de generación de Material Particulado

Según (Guevara, Santillan, 2020) El PM se produce de dos fuentes, de origen natural y origen antropogénico, el material particulado producido de fuentes naturales proviene de partículas de erupciones volcánicas, polvo arrastrado por el viento, áreas de vegetación, procesos geotérmicos, estas partículas suelen ser gruesas por lo que la permanencia en la atmósfera es de corto tiempo. En cambio, las partículas provenientes de origen antropogénico es decir a causa de las actividades del hombre son generalmente producidos por los procesos industriales, quema de biomasa almacenamiento y traslado de material, generación industrial, etc.

En la Tabla 2 se presenta las diferentes fuentes generadoras de PM según el tipo de contaminante y el tipo de partículas.

Tabla 2. Principales contaminantes del aire urbano y sus fuentes.

Contaminante	Fuente principal
Ozono O₃	Emisiones de automóviles. Reacciones fotoquímicas de óxidos de nitrógeno.
Óxidos de Azufre SO₂	Plantas termoeléctricas, calderas industriales, fundiciones de cobre, refinerías de petróleo, automóviles, calentadores residenciales y comerciales, combustión de carbón y otros combustibles fósiles como la gasolina.
Óxidos de Nitrógeno NO₂	Las fuentes interiores de NO ₂ pueden ser: estufas de gas en mal funcionamiento, calderas, chimeneas y calentadores de queroseno portátiles. Exterior: por combustión a excesivas temperaturas, debido a la reacción del oxígeno del aire y el nitrógeno presente en los combustibles.

Monóxido de Carbono CO	Motores de explosión. Hornos y calentadores domésticos.
Partículas finas menos de 2,5 ug PM 2,5	Combustión industrial y residencial, emisiones vehiculares, incendios de vegetación y reacciones de gases en la atmósfera (SO ₂ y NO _x) y compuestos orgánicos volátiles.
Partículas finas menos de 10 micras PM10	Fuentes fijas: construcciones, móviles: automotores.

Fuente: (Shiguango,Vega, 2020)

Material particulado sedimentable

Según (Urrutia, 2021) El material particulado sedimentable (PMS) presenta partículas contaminantes de un diámetro equivalente mayor o igual a 10 micras, que se sedimentan y se depositan en forma de polvo en diferentes superficies, desde donde regresan al aire por los llamados flujos turbulentos de las zonas urbanas.

Para (Guevara, Santillan, 2020) Se lo conoce también como polvo sedimentable, está compuesta por partículas que se depositan en el aire a consecuencia de la gravedad, por contaminantes gaseosos, partículas arrastradas por la lluvia o conocida como deposición húmeda, presentan velocidades de sedimentación muy apreciables, estos permanecen en la atmósfera por cortos periodos de tiempo.

Material particulado volátil

Para (Andy, Vega, 2019) El fragmento de partículas en suspensión también llamado material particulado volátil (PMV) son aquellas partículas suspendidas totales (PST) en el aire, la cual se dispersan de una manera constante y homogénea, por lo que permanecen suspendidos durante un intervalo de tiempo mayor hasta que son destruidos por precipitación (Guevara & Logroño, 2020). Para el presente estudio a realizar se toma en cuenta dos tipos de tamaño de diferentes diámetros, de diámetros 2,5 µm y 10 µm, la cual es la clasificación que se usa frecuentemente para la investigación sobre contaminación del aire para determinar niveles de concentración de PM y de riesgo a la salud.

Material particulado volátil PM2.5

Según (Guevara, Santillan, 2020) El material particulado volátil (PMV2.5) se identifica por tener un diámetro menor a 2,5 µm, cercano a la longitud de onda de luz, por tanto estas partículas resultan de procesos de 11 combustión de carbón, petróleo, gasolina, diésel, madera o a través

de procesos industriales de alta temperatura como fundiciones de acero, teniendo una vida útil desde días hasta semanas por lo que pueden transportarse a una distancia de miles de kilómetros, siendo pues, una fracción significativa de PM2.5 se deposita en todo el tracto respiratorio humano, causando enfermedades pulmonares, enfermedades cardíacas y muertes prematuras.

Material particulado volátil PMV10

Según (Guevara, Santillan, 2020) El material particulado (PMV10) cuyos diámetros están comprendidos entre 2,5 µm y 10 µm, son señaladas como aerosoles oxigenados, que a través del origen de fuentes naturales puede estar relacionado con el polvo del suelo y la corteza terrestre, el rocío del mar, el cual se transforma en aerosol marino, así como partículas presentes en cenizas de volcanes, incendios forestales y elementos traza comúnmente de metales (Andi & Vega, 2019). A través de las actividades antropogénicas las difusiones de material particulado se generan a través de las emisiones de tráfico vehicular, actividad industrial y energéticos (Guevara & Logroño, 2020).

Normativa de calidad del aire por la OMS

Para (OMS, 2019) La Organización Mundial de la Salud (OMS) brindan ciertas directrices para una evaluación de los efectos sanitarios derivados de la contaminación del aire, las mismas que se aplican en todo el mundo basándose en pruebas científicas actuales que conciernen a partículas (PM), Ozono (O3), Dióxido de nitrógeno (NO2) y Dióxido de azufre (SO2) en todas las regiones de la OMS.

Para (OMS, 2019) En las Directrices de la OMS sobre la Calidad del Aire se estima que una reducción media anual de las concentraciones de partículas (PM10) de 35 microgramos/m³, común en muchas ciudades en desarrollo, a 10 microgramos/m³, permitiría reducir el número de defunciones relacionadas con la contaminación en aproximadamente un 15%

A continuación, en la tabla 2 se muestran los límites máximos permisibles (LMP) de concentraciones de material particulado presentes en la atmosfera.

Tabla 3: *Parámetros establecidos por la OMS*

Contaminante	Tiempo de exposición	Máxima concentración permitida
Partículas Sedimentables	30 días	0,5 mg/cm²/mes
PM10	1 año	20 µg/m³

	24 hrs	50 µg/m³
PM _{2,5}	1 año	10 µg/m³
	24 hrs	25 µg/m³

Fuente: (OMS, 2019)

Efectos de las partículas en la salud humana y ambiental: La salud de las personas que viven en zonas urbanas se está viendo gravemente afectada. Basta con considerar que una acción tan fundamental como respirar afecta su salud, debido a la alta contaminación que genera el transporte mediante emisiones de dióxido de carbono. A ello se suman otros problemas que de igual manera influyen en la salud, como la presencia de enfermedades en la piel y el estrés, entre otra. Entre los más afectados por estos problemas están los niños, debido a su mayor susceptibilidad a las partículas contaminantes suspendidas en el aire. La exposición a ellas comienza desde la concepción y se mantiene hasta la etapa de la adolescencia. Las partículas emitidas por diferentes fuentes ingresan al sistema respiratorio y pueden afectarlo. En ello influyen factores como la temperatura, la humedad y los diversos productos químicos absorbidos en su superficie. (S. Muñoz, J. Salcedo, S. SotoMayo, 2021)

Calidad del aire – Contaminantes atmosféricos en exterior - Límites máximos permisibles

Según (NB 62001, 2018) Esta norma es aplicable en todo el territorio nacional. Los valores de concentraciones límite que se establecen en esta norma para los contaminantes deben ser consideradas como valores guía; que serán utilizados para generar el índice de contaminación atmosférica. Las instancias, organismos e instituciones, en sus respectivos ámbitos de competencia, deben basar sus acciones de protección de la salud humana y control de la contaminación del aire exterior en los valores establecidos en esta norma.

Calidad del aire

Según (Nb 62014, 2018) Determinación de material particulado en suspensión con un diámetro aerodinámico equivalente menor a 10 y 2.5 micrómetros (PM₁₀ y PM_{2.5}) - Muestreo activo - Método gravimétrico.

Del Aire Y La Atmosfera

Según (1333, 1992) Artículo 41. El Estado a través de los organismos correspondientes, normará y controlará la descarga en la atmósfera de cualquier sustancia en la forma de gases, vapores, humos y polvos que puedan causar daños a la salud, al medio ambiente, molestias a la comunidad o sus habitantes y efectos nocivos a la propiedad pública o privada.

De la evaluación y control de la contaminación atmosférica en fuentes fijas

Según (Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica, 1995) Artículo 21°.- Las fuentes fijas no deben exceder los límites permisibles de emisión que especifiquen las Normas Técnicas de Emisión establecidas en el presente reglamento y a establecerse conforme a lo estipulado en la LEY y el Reglamento de Gestión Ambiental. En casos de emergencia y/o peligro de episodios de contaminación, la fuente fija deberá cumplir con los lineamientos que considere oportuno establecer la SSMA.

Metodología de las 5 s

Para (Pachón, 2022) El procedimiento de las 5S es una estrategia de administración japonesa que proviene del negocio automotor de Toyota en 1960 en vista de cinco normas básicas. Cada uno de ellos se compara con una palabra cuyo subyacente es la letra "S", el primero es Seiri que se relaciona con seleccionar, elegir, sacar y disminuir, el segundo es Seiton que se compara con la clasificación, agrupación y la prueba de distinción de cada cosa, el tercero Seiso que es limpiar y solicitar, el cuarto Seiketsu es la disciplina y normalización, por último Shitsuke que se relaciona con la disciplina para proteger la solicitud, la asociación y el orden de la organización.

Según (Thinkl, 2021) Su objetivo principal es conectar con los grupos de trabajo en la realización de entornos de labor más organizados, eficientes y limpios de forma coherente para una efectividad más notable, la seguridad y un mejor espacio de trabajo en general.

Para (Gonzales, 2021) las 5 S's es parte fundamental de la base de la filosofía Lean y los fundamentos de un enfoque disciplinado del lugar de trabajo:

Seiri – Organizar Implica revisar todos los elementos del proceso o lugar de trabajo y eliminar lo que no sea realmente necesario.

Seiton – Ordenar Colocar todos los elementos necesarios en una posición definida facilitando su ubicación.

Seiso – Limpieza Mantener todo limpio, utilizar la limpieza como herramienta de inspección rutinaria del ambiente o lugar de trabajo, observando posibles defectos.

Seiketsu – Estandarizar Creación de procedimientos y mecanismos de control que permitan realizar las actividades y procesos de forma adecuada sin importar quién lo realice, así como para mantener el lugar de trabajo organizado, ordenado y limpio.

Shitsuke - Disciplina Implica mantener un espíritu disciplinado para asegurar que todos los miembros de la organización se comprometan con la aplicación de las 5 S's y el cumplimiento de las actividades programadas de acuerdo a los procedimientos estandarizados.

La Matriz De Leopold Para La Evaluación Del Impacto Ambiental

La matriz de Leopold (ML) fue desarrollada en 1971, en respuesta a la Ley de Política Ambiental de los EE.UU. de 1969. La ML establece un sistema para el análisis de los diversos impactos. El análisis no produce un resultado cuantitativo, sino más bien un conjunto de juicios de valor. El principal objetivo es garantizar que los impactos de diversas acciones sean evaluados y propiamente considerados en la etapa de planeación del proyecto. (Ponce, 2021)

2.1.1 Marco Conceptual

Contaminación atmosférica: La contaminación atmosférica es un problema que tiene efectos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente. Además, no es raro que las corrientes de aire puedan trasladar los contaminantes a través de diferentes territorios. Por lo tanto, este problema puede tener un alcance geográfico amplio y convertirse en un asunto regional. Al respecto, se ha recurrido a diferentes alternativas de solución para hacer frente a esta problemática. En ese sentido, la estrategia más usada son los programas urbanos de gestión de la calidad del aire. (Navarro, 2019)

La contaminación atmosférica es la Presencia en la atmósfera de uno o más contaminantes, de tal forma que se generen o puedan generar efectos nocivos para la vida humana, la flora o la fauna, o una degradación de la calidad del aire, del agua, del suelo, los inmuebles, el patrimonio cultural o los recursos naturales en general. (Reglamento de Contaminacion Atmosferica, 1995)

Control de la contaminación: El control de la contaminación del aire se puede describir generalmente como una tecnología de "separación" Los contaminantes, ya sean gaseosos o partículas sólidas, se separan de un gas portador, que generalmente es aire o gases de combustión Cualquiera que sea el estado del Contaminante, la función del equipo de control es separar ese Contaminante del gas portador. Es importante comprender la eficiencia, el potencial

y las limitaciones de los diversos métodos de Control de la contaminación disponibles. (Echeverria, 2022)

Partículas en suspensión: El material particulado está constituido por partículas sólidas o líquidas suspendidas en el aire, teniendo una composición química y un tamaño que varía de 0.005 a 100 μm de diámetro aerodinámico (Sborato et al., 2007). Las partículas con diámetros mayores a 5 micras son notables por el depósito que se realizan, siempre que las fuentes de emisión sean bajas y la velocidad del viento elevada, pero en caso de partículas más pequeñas es menor el depósito. Estas macropartículas son atrapadas y filtradas por las hojas y ramas, las cuales son lavadas por la precipitación y escurridas al suelo donde son absorbidas (SCFC, 1990). La cantidad de contaminantes aéreos aumenta cuando se trata de zonas rurales o minero-industriales, pero se desconocen los niveles de fondo, históricos u orientativos sobre el grado de contaminación por material particulado y polvo sedimentable. (Aguirre, Molina, Buendía, 2019)

Calidad del aire: Concentraciones de contaminantes que permiten caracterizar el aire de una región con respecto a concentraciones de referencia, fijadas con el propósito de preservar la salud y bienestar de las personas. (Reglamento de Contaminación Atmosférica, 1995)

Control: Aplicación de medidas o estrategias para la reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera. (Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica, 1995)

Limites permisibles de la calidad aire: Concentraciones de contaminantes atmosféricos durante un periodo de exposición establecido, por debajo de las cuales no se presentarán efectos negativos conocidos en la salud de las personas según los conocimientos y/o criterios científicos prevalentes. (Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica, 1995)

Monóxido de carbono (CO): es un gas incoloro, no irritante, inodoro e insípido que se produce por la combustión incompleta de hidrocarburos como carbón y gas (butano, propano); todas las personas están expuestas al CO en distintos niveles, pero inhalarlo en grandes cantidades puede ser mortal, sin que la víctima se dé cuenta, por lo cual se le conoce como "asesino silente". (Bolaños, Chacon, 2017)

Dióxido de Carbono (CO₂): en condiciones ambientales, un gas inodoro e incoloro que está constituido de un átomo de carbono y dos átomos de oxígeno unidos por enlaces covalentes. Es producido en los procesos de fermentación, respiración y combustión. (Arroyo, Ramirez, 2020)

Óxido de Nitrógeno (NOx): Los óxidos de nitrógeno que se encuentran en la atmosfera pueden ser generados por fuentes naturales (incendios forestales, actividad volcánica, relámpagos, entre otros) y fuentes antropogénicas, siendo el sector transporte el principal responsable de las emisiones de este contaminante. De todos los posibles óxidos que puede formar el nitrógeno, en la atmósfera únicamente se encuentran óxido nitroso (N₂O), óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO₂), esto es debido a que el resto de NOx son inestables y se disocian rápidamente. Al hablar de contaminación atmosférica el NO y NO₂, son representados en conjunto como los NOx. En zonas urbanas la combustión de vehículos automotores es responsable aproximadamente del 50% de las emisiones de los NOx, siendo las industrias y centrales eléctricas las otras fuentes emisoras. (Fernandez, 2020)

Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC): generalmente son mezclas que están compuestas por terpenos, derivados de ácidos grasos y compuestos aromáticos. (Cantua, Flores, 2020)

Filosofía de las 5S: El método de las 5 “S”, así denominado por la primera letra (en japonés) de cada una de sus cinco etapas, es una técnica de gestión japonesa basada en cinco principios simples. Se inició en Toyota en los años 1960 con el objetivo de lograr lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y más limpios de forma permanente para conseguir una mayor productividad y un mejor entorno laboral. Se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas, y más seguras. (Ramos, 2022)

2.1.3 Marco Contextual

2.1.3.1 Generalidades

La Fabrica San Agustín se dedica a la fabricación de yeso, lo que implica la extracción, procesamiento y transformación de materiales para obtener productos de yeso, así mismo también se encarga del transporte. La fabrica ya va en el rubro como 28 años, de los cuales a presentado diversos inconvenientes solucionados con el paso del tiempo.

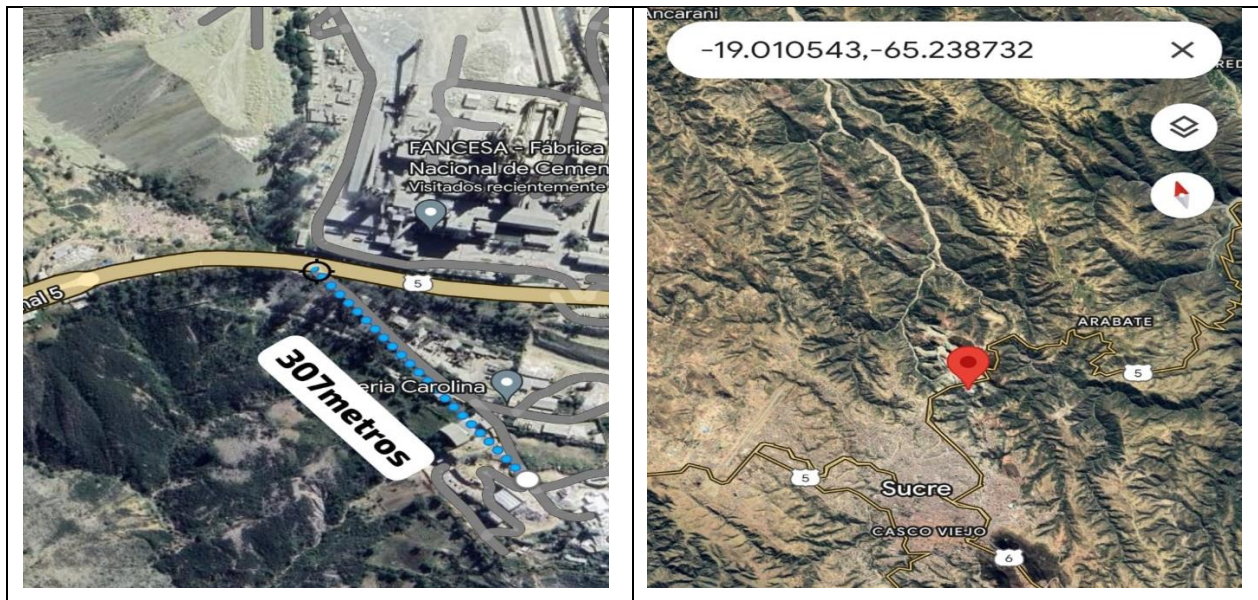
2.1.3.2 Diagnóstico general

El fabrica en la actualidad tiene una producción de 700 bolsas de Yeso por día de acuerdo a la oferta y demanda de yeso, la materia prima se lo extrae de la Beta madre de propiedad de la empresa “piedra piosera” extraído por trabajadores eventuales como señala la empresa, los trabajadores igual que las otra fabricas de sucre no presentan Epps adecuados o si presentan, pero no les gusta usar dichos equipos poniendo excusas y demás aspectos. la fabrica no cuenta con una norma de calidad del producto, está en proceso de industrialización asumiendo utilizar las propias bolsas que estén selladas y enmarcadas. Se asumen que es un proceso largo que a

medida del tiempo van a ir regularizando y la venta del producto se lo hace de manera local como a otros departamentos es muy competitivo el rubro se apunta a la calidad del yeso.

2.1.3.3 Extensión y localización:

Imagen satelital de la empresa de Yeso San Agustín



Fuente: Google Mapa

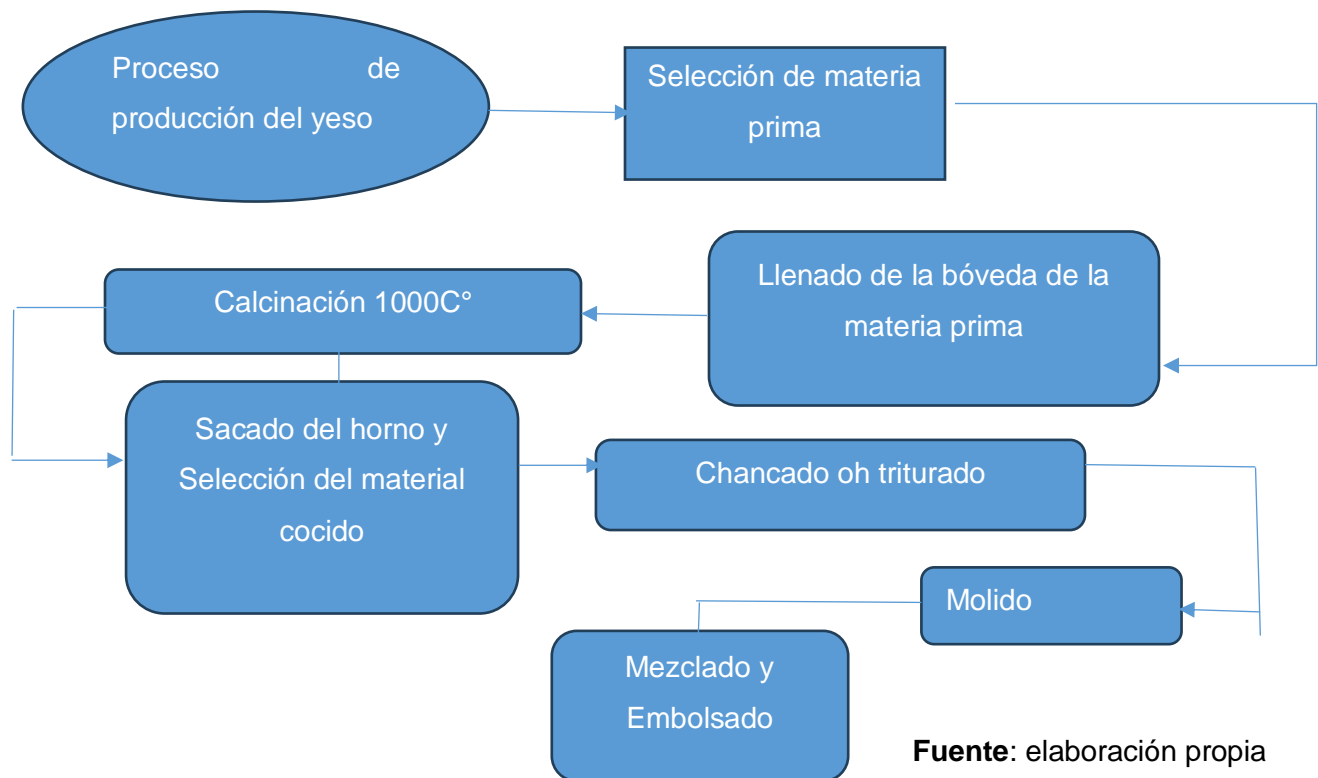
El proyecto que se analiza se encuentra en el distrito 7 de la provincia Oropeza de Chuquisaca. Tomando como punto de inicio av. Marcelo Quiroga Sta. Y finalizando en la Av. Industrial de francesa, Sucre.

2.1.3.4 Tamaño y capacidad de producción:

Perímetro: 380 m Área: 9.120 m²

El tamaño de la fábrica y su capacidad de producción pueden tener un impacto en la generación de partículas en suspensión. Aun no contamos con la capacidad de producción de la empresa posterior mente se agregará los datos analíticos respectivos.

2.1.3.5 Diagrama de producción del yeso en la fábrica “San Agustín”



2.1.3.6 Servicios Básicos

Agua potable: el uso del agua se lo proporciona por turriles no se cuenta con el suministro local ELAPAZ

Alcantarillado: no cuenta con un debido sanitario todo lo que se genera se lo a la quebrada de la zona.

Electricidad: La empresa de yeso actualmente percibe el suministro de energía de la empresa local de sucre CESSA.

Gas: Presenta un equipo industrial (gas industrial)

2.1.3.7 Características ambientales

Emisiones de partículas en suspensión: Debido a los procesos de extracción, trituración y manipulación del yeso, se generen emisiones de partículas en suspensión, lo que puede afectar la calidad del aire en el entorno cercano a la fábrica.

Consumo de recursos naturales: La producción de yeso de la fábrica puede requerir grandes cantidades de recursos naturales, como yeso mineral "piosera", agua y energía.

Generación de residuos: Los procesos de producción de yeso generan diversos tipos de residuos, como residuos de yeso, lodos y otros subproductos.

Consumo de energía: La producción de yeso puede requerir el uso intensivo de energía, ya sea en forma de electricidad o combustibles fósiles.

Riesgos de contaminación del suelo: Los materiales utilizados en la producción de yeso y los residuos generados pueden representar riesgos de contaminación del suelo si no se gestionan adecuadamente.

Impacto en la biodiversidad: La operación de la fábrica de yeso puede tener impactos en la biodiversidad local, especialmente si se encuentra en áreas cercanas a ecosistemas sensibles.

Cumplimiento normativo: La empresa de yeso debe cumplir con todas las regulaciones ambientales y normativas aplicables a nivel local, nacional e internacional. Es fundamental realizar un seguimiento adecuado de la conformidad y tomar medidas correctivas cuando sea necesario para garantizar el cumplimiento ambiental. Indicador sobre la otorgación de licencias ambientales a la empresa de yeso San Agustín.

Informes ambientales anuales

Actualmente esta en proceso de actualización de manifiesto ambiental ya que el último fue el 2020.

Por otra parte, la instancia ambiental municipal normalizo actividades de seguimiento a la presentación de IAA a la yasería con la cat 3 en los plazos establecidos.

Normativas y regulaciones locales: Las normativas y regulaciones ambientales establecidas por las autoridades locales y nacionales deben ser consideradas. Estas normativas establecen límites máximos permitidos de concentración de partículas en el aire ambiente y estándares de emisión para las fuentes industriales.

2.2 INFORMACION Y DATOS OBTENIDOS

Se realizo la matriz de Leopold Anexo 2 como una herramienta para evaluar los impactos ambientales de la contaminación por partículas en suspensión en la fábrica de yeso San Agustín. Describiendo así las actividades y acciones que se realizan en la fábrica de yeso.

Tabla 4: Impactos del proyecto

Impactos ambientales de la empresa de yeso San Agustín		
Detalle	Cantidad	Porcentaje %
Impactos negativos	40	98%
Impactos positivos	1	2%
Total, de impactos	41	100

Fuente: elaboración propia

Clasificación de rangos para impactos	
Impacto bajo	1-30
Impacto medio	31-61
Impacto alto	62-92
Impacto critico	>93
Impacto bajo	
Impacto medio	
Impacto alto	
Impacto critico	

Los factores ambientales junto con las actividades obtuvieron datos significativos como; la extracción de la materia prima, genera partículas en suspensión y el desplazamiento de especies faunísticas, su magnitud de la intensidad y afectación son altas representado con -6; transporte de la materia prima, genera polvo, lo cual afecta a la salud de los trabajadores con una magnitud de -9 intensidad y afectación alta; secado, desprende ciertos gases de efecto invernadero, contaminando mayormente a los factores físicos, bióticos y a la salud, la magnitud es de -6 intensidad media y afectación alta. Por otra parte, en los impactos positivos se destacó la generación de empleos con magnitud de 9 (Alta) en intensidad y afectación. Los impactos generados por las actividades del proceso de fabricación de yeso, generan mayormente consecuencias graves al medio ambiente como a la salud.

El total de impactos según la sumatoria de los impactos negativos es de 41 negativos, lo cual se encuentra en el rango de impactos medio y representado de color amarillo, 1 impacto positivo con rango de impacto bajo representado de color verde.

2.2.1 Monitoreo de partículas en suspensión de la fábrica de yeso San Agustín

El monitoreo se centrará en la medición de partículas en suspensión presentes en el aire. Estas partículas pueden incluir polvo, humo, cenizas, aerosoles y otros contaminantes que se encuentran en el entorno laboral o en el ambiente circundante de la fábrica de yeso.

Importancia del monitoreo

Las partículas en suspensión pueden tener efectos negativos en la salud humana, especialmente cuando se inhalan. El monitoreo permite identificar los niveles de exposición y evaluar los riesgos asociados para los trabajadores y la población en general.

El monitoreo de partículas en suspensión también permite evaluar el impacto ambiental de diversas actividades, como la industria, la construcción o el transporte. Esto ayuda a identificar fuentes de contaminación y desarrollar estrategias de mitigación.

El monitoreo regular de partículas en suspensión contribuye a evaluar la calidad del aire en una determinada área geográfica. Esto es esencial para tomar decisiones informadas y desarrollar políticas públicas destinadas a mejorar la calidad del aire y proteger la salud de las personas.

Métodos de monitoreo

El monitoreo de partículas en suspensión se puede realizar utilizando diferentes métodos y equipos, como medidores de partículas en tiempo real, muestreadores de aire de alto volumen o muestras de filtros que se analizan en laboratorios especializados. La elección del método dependerá de los objetivos del monitoreo, la disponibilidad de recursos y las regulaciones aplicables.

2.2.2 Equipos de medición

Para la determinación de la concentración de material particulado, se deben seguir dos etapas importantes:

- Recolección de muestras (etapa de campo)
- Análisis y determinación de concentración (laboratorio químico)

Para la toma de muestras de material particulado deben tenerse en cuenta como mínimo las siguientes características:

La medición de partículas se lo realiza con un muestreo de alto volumen fabricado de aluminio, por la resistencia y peso del material. Este equipo arrastra una cantidad de aire ambiente a una caja de muestro a través de un filtro, durante el periodo de muestreo de 24horas.


2.2.3 Ubicación de las estaciones de monitoreo

En la siguiente tabla se muestra las características de la zona de monitoreo:

Tabla 5: Características del área de monitoreo

Datos generales de la AOP	
Cliente: Multiservicios San Agustín	Ubicación: Zona Bosquecillo, municipio de sucre, provincia Oropeza, departamento Chuquisaca.
Tipo de actividad: Producción de comercialización de yeso y cal	Horario de operación: 09:00 – 12:00 14:00 – 18:00
Identificación de fuentes de material particulado: Las fuentes que generan material particulado provienen del funcionamiento de la trituradora del horno, envasado del producto y el transporte de vehículos	


Tabla 6: Ubiacion de las estaciones de muestreo de la planta de produccion

	Multiservicios San Agustín
	Ubicación de los puntos de monitoreo de la calidad del aire
	País: Bolivia
	Departamento: Chuquisaca
	Empresa: multiservicios San Agustín
	Legenda: Puntos de calidad del aire
	Coordenadas CA-MSA-01 (producción) 264315mE; 7896488mS; Z;20K CA-MSA-02 (horno) 264324mE; 7896522mS; Z;20K

Fuente: PCB Ambiental con base a imagen satelital SAS Planet, 2024

Descripción y evaluación de la estación de muestreo perímetro sud-planta de producción CA-MSA-01)

Tabla 7: Estacion de la estacion de muestreo CA-MSA-01

Cliente	Multiservicios san Agustín			
Lugar de muestreo	Planta de producción cal y yeso			
Estación de muestra	Perímetro sud			
	Fecha de inicio	17-01-2024		
	Fecha fin.	18-01-2024		
	Hora de inicio	10:35		
	Hora fin	10:35		
	Características del lugar de inspección	El equipo se instalo en el Perímetro sud de la planta de producción de la empresa. Se identifico la principal fuente de material particulado la actividad peatonal y el tráfico vehicular		
	Temperatura	17°C	Clima:	Templado
	humedad	73%	Presion:	534,94mmHg

Fuente: PBC Ambiental S.R.L, 2024

Nota: las condiciones climatológicas locales son recabadas para su posterior transformación a condiciones atmosféricas de acuerdo a lo mencionado en el RMCA- Anexo 1

Tabla 8: Evaluación y resultados de la estación de muestreo CA-MSA-01

CODIGO	PARAMETROS	RESULTADOS ug/m3	LP° ug/m3	EVALUACION	BASE LEGAL

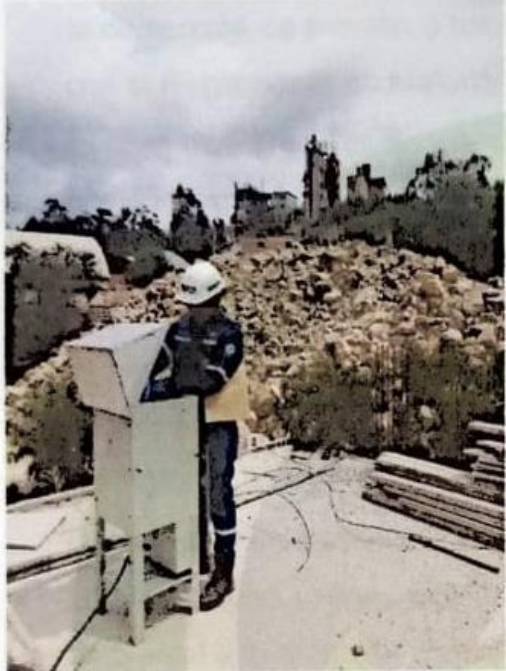
CA-MSA-01	Particulas Suspendidas Totales (PST)	255,1	260	cumple	DS 24176 RMCA - Anexo 1
-----------	-----------------------------------------	-------	-----	---------------	-------------------------------

Fuente: PBC Ambiental S.R.L, 2024

La tabla 8 detalla las concentraciones de l material particulado recolectado enel campo se observa que las particulas suspendidad totales (PST) se encuentran por denajo del limite permisible establecidos en el anexo 1 del Reglamento en Materia de Contaminacion Atmosferica (RMCA)

Descricion y evaluaion de la estacion de muestreo perimetro norte- planta de produccion (CA-MSA-01)

Tabla 9: Descripcion de la estacion de muestreo CA-MSA-01

Cliente	Multiservicios san Agustín			
Lugar de muestreo	Planta de producción cal y yeso			
Estación de muestra	Perímetro sud			
	Fecha de inicio	17-01-2024		
	Fecha fin.	18-01-2024		
	Hora de inicio	11:00		
	Hora fin	11:00		
	Características del lugar de inspección	El equipo se instaló en el Perímetro norte de la planta de producción de la empresa. Se identifico la principal fuente de material particulado el funcionamiento de los hornos y el tráfico vehicular. Es importante destacar que, debido a la influencia de viento se observa la emisión del material particulado proveniente de las empresas vecinas, específicamente aquellas dedicadas a la fabricación de yeso (yeserías).		
	Temperatura	17°C	Clima:	Templado
	humedad	73%	Presión:	534,94mmHg

Fuente: PBC Ambiental S.R.L, 2024

Nota: las condiciones climatológicas locales son recabadas para su posterior transformación a condiciones atmosféricas de acuerdo a lo mencionado en el RMCA- Anexo 1

Tabla 10: Evaluación y resultados de la estación de muestreo CA-MSA-01

CODIGO	PARAMETROS	RESULTADOS ug/m3	LP° ug/m3	EVALUACION	BASE LEGAL
CA-MSA-01	Particulas Suspendidas Totales (PST)	1029,6	260	NO CUMPLE	DS 24176 RMCA - Anexo 1

Fuente: PBC Ambiental S.R.L, 2024

La tabla 10 detalla las concentraciones del material particulado recolectado en el campo se observa que las partículas suspendidas totales (PST) se encuentran por encima del límite permisible establecidos en el anexo 1 del Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica (RMCA)

Tabla 11: Límites permisibles de calidad del aire

CONTAMINANTE	VALOR DE CONCENTRACION	PERIODO Y CARACTERIZACION ESTADISTICA
MONOXIDO DE CARBONO	10 mg/m3	media en 8 hr
	40 mg/m3	media en 1 hr
BIOXIDO DE AZUFRE	80 ug/m3	media aritmética anual
	365 ug/m3	media en 24 hr
BIOXIDO DE NITROGENO	150 ug/m3	media en 24 hr
	400 ug/m3	promedio en 1 hr
PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES (PST)	260 ug/m3	24 hr
	75 ug/m3	media geométrica anual
PARTICULAS MENORES DE 10 MICRAS (PM-10)	150 ug/m3	24 hr
	50 ug/m3	media geométrica anual
OZONO	236 ug/m3	promedio horario máximo
PLOMO	1.5 ug/m3	media aritmética trimestral

Fuente: ley 1333- reglamento sobre contaminación atmosférica, 1995

Los valores de concentración están referidos a concentraciones normales de presión y temperatura, considerándose para

presión: 1 atmósfera (760 mmHg)

temperatura: 298 K (25 C)

NOTA. Los valores de este Anexo admiten una variación de hasta +10%

2.2.4 Informe Técnico De Monitoreo De Partículas Suspensas U.S.F.X

Tabla 12: Valores del monitoreo de partículas en suspensión U.S.F.X

No	Coordenadas geográficas de los puntos de medición (UTM)	Concentración equivalente (ug/m3)	Tipo de partículas	Límite Permisible (ug/m3) RMCA Anexo 1
1	-19.0106024, -65.2388656	1112,8	PST	260
2	-19.0104588, -65.2391707	155,4	PM10	150

Fuente: Carrera de Ingeniería Ambiental

Como se muestra en la tabla precedente, los valores de los puntos 1 y 2 son superiores a los establecidos por el reglamento en materia de contaminación atmosférica en su anexo 1

Límites máximos permisibles

RMCA ANEXO 1	
Tipo de partícula	Valor (ug/m3)
PST	260
PM10	150

Fuente: Anexo 1 RMCA

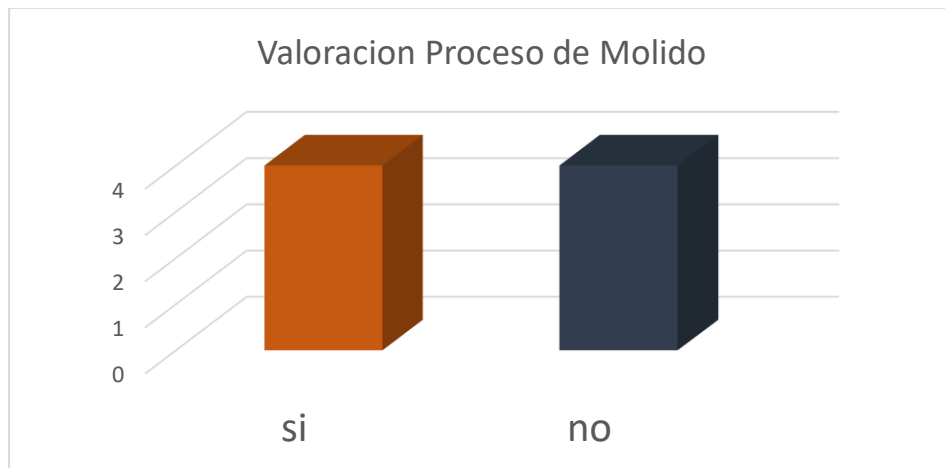
La información General más detallada del monitoreo se encuentra en el anexo 3 del documento.

2.2.5 Procedimientos de Muestreo Check-list

se elaboró un Check-list, la herramienta la cual fue validada para la seguridad laboral como se presenta en el ANEXO N 3. Este Check-list se elaboró a partir del estudio de la implementación de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo en una empresa de yeso San Agustín.

Esto incluye las preguntas planteadas se abordan diferentes aspectos relacionados con las condiciones de trabajo y la exposición al material particulado en la empresa. Estos aspectos incluyen la presencia de sistemas de ventilación, el suministro de equipos de protección personal, la limpieza y desinfección de herramientas, la capacitación sobre agentes químicos, el movimiento del material particulado, la presencia de flujo de vientos constantes, la sensibilización sobre el uso correcto de los equipos de protección personal y las consecuencias de la exposición al material particulado, la duración de la exposición y la presencia de molestias físicas durante la jornada laboral. Estas preguntas buscan evaluar la situación actual en relación con la protección y bienestar de los trabajadores, así como la implementación de medidas preventivas y de control para minimizar la exposición al material particulado. Además, se hace énfasis en la importancia de la concienciación y la capacitación del personal.

Figura 1: Proceso de Molido



Fuente: elaboración propia

Según lo evaluado en el área de molido y considerando la valoración que se tomó, se concluyó que es un área que se encuentra en un riesgo alto en cuanto exposición a partículas respirables el cual puede causar daños a los trabajadores que se encuentran expuestos.

Total	
Si	4
no	4
total	8

Se observó con los datos recolectados con el CHECK-LIST que el área de molido no presenta un sistema de ventilación natural o artificial, no cuenta con equipos de protección personal, un

inadecuado sistema de limpieza y desinfección de las áreas de trabajo, el cual generaba movimiento de material particulado y los trabajadores presentaban molestia física (comezón, tos, carraspera, etc.) durante la jornada de trabajo.

Entrevista:

Sea entrevistado a gerente general y a un administrativo de la empresa para saber los puntos de opinión que tiene sobre las partículas en suspensión dando a conocer el impacto de la contaminación por partículas en suspensión en el medio ambiente y la salud de las personas. Se reconoce que esta contaminación afecta la calidad del aire y puede tener efectos negativos en la salud respiratoria de las personas que viven cerca de la fábrica. Aunque se menciona que las partículas en suspensión generadas por la fábrica afectan la salud de los trabajadores, se señala que los síntomas como dolor de estómago y mareos son experimentados inicialmente pero que los trabajadores se acostumbran a ellos. Esto puede indicar una falta de conciencia plena sobre los riesgos y la necesidad de abordar la exposición a las partículas en suspensión. Se identifica como un desafío la falta de conocimiento de la metodología 5S y la necesidad de implementarla en un entorno donde los trabajadores pueden ser resistentes a cambios o nuevas terminologías. La metodología 5S se considera una herramienta adecuada para abordar esta problemática, pero se identifica la necesidad de una mayor concienciación y capacitación para su implementación exitosa.

Encuesta:

Sea encuestado a un total de 15 trabajadores de la empresa tanto en las áreas de administración como los operadores de la fábrica con alto riesgo de exposición a partículas en suspensión.

Tabla 13: Preguntas de la Encuesta anexo 4

Preguntas	SI	NO
Consideras que la fábrica de yeso San Agustín genera emisiones de partículas en suspensión	7	8
Sabes cómo se generan las partículas en suspensión en la fábrica de yeso "San Agustín"	12	3
Consideras que las partículas en suspensión pueden afectar el entorno de trabajo y las condiciones laborales en la fábrica	5	10
Estás familiarizado/a con la metodología 5S	2	13

Fuente: elaboración propia

En respuesta a la primera pregunta, 7 trabajadores afirmaron que la fábrica genera partículas en suspensión, mientras que los otros 8 podrían haber optado por no expresar esta preocupación, posiblemente debido al temor a represalias laborales por parte de la empresa.

En la segunda pregunta, se destacó que 12 trabajadores mencionaron cómo se generan las partículas en suspensión, también conocido como polvo, mientras que 3 trabajadores no están familiarizados con el proceso.

Con respecto a la tercera pregunta, 5 trabajadores afirmaron que las partículas en suspensión afectan el entorno de trabajo, mientras que 10 trabajadores concluyeron lo contrario, quizás debido a que hasta el momento no han experimentado enfermedades graves relacionadas con la exposición al polvo que se genera en la empresa.

En la cuarta pregunta, solo 2 trabajadores afirmaron estar familiarizados con la metodología de las 5S, mientras que los otros 12 trabajadores no tienen conocimiento sobre el tema.

En la quinta pregunta, solo 2 trabajadores creen que la implementación de la metodología de las 5S podría ayudar a reducir las partículas en suspensión, mientras que los otros 12 trabajadores piensan lo contrario, posiblemente porque no tienen conocimientos sobre esta metodología.

2.3 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

2.3.1 Matriz Leopold para la evaluación de impactos

Análisis

La matriz identifica varias actividades en la fábrica de yeso que generan impactos ambientales negativos significativos, como la extracción de la materia prima, el transporte de la materia prima y el secado del yeso. Estos impactos incluyen la generación de partículas en suspensión, el desplazamiento de especies faunísticas, la generación de polvo y la emisión de gases de efecto invernadero. Estos impactos tienen una magnitud considerable y afectan tanto a los factores ambientales como a la salud de los trabajadores. La sumatoria de los impactos negativos es significativamente mayor que el impacto positivo, lo que indica que las actividades del proceso de fabricación de yeso generan consecuencias graves para el medio ambiente y la salud. El total de impactos negativos obtenido, con un valor de 41, se encuentra en el rango medio y está

representado por el color amarillo en la matriz de Leopold. Mientras tanto, el impacto positivo se encuentra en el rango bajo y está representado por el color verde. Esta disparidad entre los impactos negativos y positivos resalta la necesidad de tomar medidas para mitigar los impactos negativos y promover acciones más sostenibles en la fábrica de yeso.

Impactos ambientales de la empresa de yeso San Agustín		
Detalle	Cantidad	Porcentaje %
Impactos negativos	40	98%
Impactos positivos	1	2%
Total, de impactos	41	100

Tabla 14: Resumen de Impactos

actividad	impacto	positivos	negativos
Extracción de materia prima	partículas en suspensión causa: irritación en las vías respiratorias		6
	desplazamiento de especies fanáticas		5
Transporte de materia prima	generación del polvo		9
trituración de la materia prima	enfermedades respiratorias		6
	Impacto visual y estético		7
transporte de la piedra quemada	Riesgo ergonómico		2
molido	Desprendimiento de CO - SO2 que afectan a la salud		5
hornos	Contaminación del aire emite gases de efecto invernadero		3
	Riesgo de Accidentes		3
generación de empleo		1	
total		1	40

Discusión

Según (Cruzado, 2022) Si bien es cierto, el método determina el grado de impacto en el medio ambiente, ello no implica que a nivel de obra solo se tenga que implementar medidas de prevención y mitigación solo a los de mayor grado, sino que tienen que detallarse y valorizarse

las medidas de mitigación a implementar en obra correspondientes a todos los impactos identificados, según magnitud e importancia que en ellas se estimen conveniente, indistintamente del grado que tuvieron.

Según (Astaiza, Llanos, 2019) Para cuantificar el impacto ambiental de las ladrilleras se realizó una evaluación de impactos ambientales utilizando la matriz de Leopold, la cual permite establecer el nivel de impacto al recurso bosque, al suelo, al agua y al aire. La matriz permitió medir el impacto a los componentes ambientales y determinar los componentes más impactados por la actividad ladrillera, al mismo tiempo, la matriz permitió medir las actividades que más impactan tanto positiva como negativamente. Los impactos negativos y los positivos se evaluaron en matrices diferentes.

Es necesario abordar la necesidad de implementar medidas para minimizar los impactos ambientales negativos identificados en la matriz de Leopold. Esto podría incluir la implementación de tecnologías de control de la contaminación, la mejora de prácticas de gestión ambiental y la adopción de medidas para reducir el consumo de recursos naturales y la generación de residuos. Además, es importante considerar el equilibrio entre los impactos ambientales y los beneficios socioeconómicos de la operación de la fábrica, y buscar formas de maximizar los aspectos positivos mientras se minimizan los impactos negativos. La matriz de Leopold proporciona una base sólida para identificar áreas de enfoque y desarrollar estrategias efectivas para mejorar el desempeño ambiental de la fábrica de yeso San Agustín.

Propuesta:

Promoción de buenas prácticas laborales y protección de la salud de los trabajadores:

-Proporcionar equipos de protección personal adecuados, como máscaras respiratorias y gafas de seguridad, para reducir la exposición de los trabajadores al polvo y otros contaminantes durante las actividades de trabajo.

-Capacitar al personal sobre las medidas de seguridad y los riesgos asociados con la exposición a partículas en suspensión, así como sobre las prácticas de trabajo seguras para minimizar estos riesgos.

-Implementar medidas para mejorar la eficiencia energética en el proceso de secado del yeso, como la optimización de los sistemas de calefacción y ventilación, y la adopción de fuentes de energía renovable.

2.3.2 Según los resultados de la Check-list

Análisis

La evaluación realizada utilizando el Check-list revela que el área de molido presenta un riesgo alto en cuanto a la exposición a partículas respirables. Esto indica que existen condiciones o prácticas en dicho departamento que pueden aumentar significativamente la exposición de los trabajadores a estas partículas y, por lo tanto, aumentar el riesgo de daños para la salud. El Check-list aborda una serie de aspectos relacionados con las condiciones de trabajo y la exposición al material particulado en el área de molido. Estos incluyen la presencia de sistemas de ventilación, el suministro de equipos de protección personal, la limpieza y desinfección de herramientas, la capacitación sobre agentes químicos, el movimiento del material particulado, la presencia de flujo de vientos constantes, la sensibilización sobre el uso correcto de los equipos de protección personal y las consecuencias de la exposición al material particulado, la duración de la exposición y la presencia de molestias físicas durante la jornada laboral. Estos aspectos son fundamentales para evaluar la situación actual y determinar las medidas preventivas y de control necesarias.

Discusión

Para (Cornejo, 2020) De acuerdo a las evaluaciones realizadas a través del CHECK-LIST, fueron tres áreas las que tenían mayor exposición a partículas respirables con una puntuación mayor a cuatro, en el cual se indicó un RIESGO ALTO siendo: CAMPO, FILTRADO Y SANIDAD. Correspondiendo a estas áreas donde se realizó el monitoreo con el método NIOSH 0600 Particulates Not Otherwise Regulated- Partículas no Reguladas de Otra Manera (Manual de Métodos Analíticos del National Institute for Occupational Safety and Healthse- Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional).

Es fundamental abordar la importancia de identificar y gestionar los riesgos asociados con la exposición a partículas respirables en el lugar de trabajo. La evaluación realizada a través del Check-list proporciona una base sólida para desarrollar e implementar medidas efectivas para proteger la salud y seguridad de los trabajadores. Además, destaca la importancia de la concienciación y la capacitación continua del personal para garantizar que estén informados sobre los riesgos y cómo mitigarlos.

Propuestas:

-Instalar sistemas de ventilación adecuados en el área de molido para garantizar una adecuada circulación de aire y la extracción eficiente de polvo y partículas suspendidas.

-Proporcionar a los trabajadores equipos de protección personal adecuados, como mascarillas respiratorias con filtros de partículas de alta eficiencia (N95 o superior), gafas de seguridad y guantes, para reducir la inhalación y el contacto con el polvo durante el trabajo

2.3.3 Resultado de la Entrevista al Gerente General y Administrativo

Análisis

se reconoce que las partículas en suspensión generadas por la fábrica de yeso afectan la calidad del aire y pueden tener efectos negativos en la salud respiratoria de las personas que viven cerca. Esto resalta la importancia de abordar adecuadamente la contaminación y proteger tanto el medio ambiente como la salud de la comunidad circundante.

Se menciona que los trabajadores de la fábrica pueden experimentar síntomas como dolor de estómago y mareos debido a la exposición a las partículas en suspensión. Sin embargo, se señala que los trabajadores tienden a acostumbrarse a estos síntomas, lo que puede indicar una falta de conciencia plena sobre los riesgos asociados. Esto destaca la necesidad de aumentar la sensibilización y la educación sobre los peligros de la exposición a las partículas en suspensión.

Discusión

La discusión sobre este tema debe abordar cómo la falta de conciencia sobre los riesgos de la exposición a las partículas en suspensión puede contribuir a la normalización de los síntomas entre los trabajadores, lo que a su vez puede obstaculizar los esfuerzos para abordar el problema. Además, es importante destacar la necesidad de una estrategia integral que incluya tanto medidas de control de la contaminación como programas de educación y capacitación para mejorar la conciencia y la comprensión de los riesgos entre los trabajadores y la dirección. La implementación exitosa de la metodología 5S requerirá un enfoque filosófico que aborde los desafíos culturales y promueva una cultura de seguridad y responsabilidad ambiental en toda la empresa.

Propuesta:

-Capacitar y concienciar a los trabajadores sobre los riesgos asociados con la exposición a partículas en suspensión y promover el uso correcto de equipos de protección personal, como máscaras respiratorias adecuadas

- Evaluar y aplicar medidas de mitigación en la fuente misma de generación de partículas. Esto puede implicar la optimización de los procesos de trituración y molienda para reducir la formación de polvo.

2.3.4 Resultado de Encuestas

Análisis

Los resultados indican que los trabajadores tienen cierto grado de conciencia sobre los impactos de las partículas en suspensión en la salud respiratoria, ya que mencionan síntomas como tos y dolor en el estómago. Esto sugiere una comprensión básica de los riesgos asociados con la exposición a estas partículas. La mencionada preocupación por los síntomas respiratorios sugiere que los trabajadores están conscientes de los posibles riesgos para su salud debido a la exposición a partículas en suspensión. Esto resalta la importancia de abordar esta preocupación y tomar medidas para proteger la salud de los empleados. Se observa que hay una disposición por parte de los trabajadores para aprender más sobre la metodología de las 5S, a pesar del bajo conocimiento inicial sobre el tema. Esto indica una oportunidad para proporcionar capacitación y educación adicional sobre esta metodología, que podría ser útil para abordar no solo la contaminación por partículas en suspensión, sino también otros aspectos de la gestión ambiental y de seguridad en la fábrica.

Discusión

Es fundamental destacar la importancia de proporcionar capacitación y recursos adecuados para mejorar la conciencia y comprensión de los riesgos asociados con la contaminación por partículas en suspensión. Además, es crucial abordar la disposición de los trabajadores para aprender sobre la metodología de las 5S, ya que esta puede ser una herramienta efectiva para mejorar la gestión ambiental y la seguridad en la fábrica. La encuesta proporciona una base sólida para identificar áreas de preocupación y oportunidades de mejora en la gestión de la contaminación por partículas en suspensión, y debe servir como punto de partida para el desarrollo de soluciones efectivas y sostenibles.

2.3.5 Propuestas para minimizar las emisiones de partículas en suspensión aplicando la filosofía de las 5s.

La fábrica de yeso San Agustín se enfrenta al desafío de minimizar las emisiones de partículas en suspensión, las cuales generan impactos negativos en el medio ambiente y en la salud de los trabajadores. Con el fin de abordar esta problemática, se propone aplicar la filosofía de las 5S, una metodología que busca mejorar la eficiencia y sostenibilidad en el entorno de trabajo. Las 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke) se basan en principios de organización, limpieza y disciplina, y pueden ser adaptadas para reducir las emisiones de partículas en suspensión en la fábrica de yeso San Agustín.

Estas propuestas se desarrollan a más detalle en el anexo 5

Seiri (Clasificación):

- Realizar una clasificación exhaustiva de los materiales y equipos presentes en la fábrica.
- Identificar aquellos elementos que generan altas emisiones de partículas en suspensión y evaluar su necesidad y utilidad.

Seiton (Orden):

- Organizar los equipos y materiales de manera ordenada y eficiente en la fábrica.
- Evitar acumulaciones de polvo y partículas en áreas de almacenamiento y trabajo.

Seiso (Limpieza):

Realizar limpieza y mantenimiento regular de las áreas de trabajo, equipos y superficies para reducir la acumulación de polvo y partículas.

Capacitar al personal sobre las mejores prácticas de limpieza y concienciar sobre la importancia de mantener un entorno limpio y libre de partículas.

Seiketsu (Estandarización):

- Establecer estándares y procedimientos claros para mantener un ambiente limpio y libre de partículas en suspensión.
- Promover la cultura de la limpieza y la mejora continua en la fábrica

Shitsuke (Disciplina):

- Fomentar una cultura de responsabilidad ambiental y seguridad entre los empleados, destacando la importancia de controlar las emisiones de partículas en suspensión.

Estas propuestas buscan involucrar a todos los empleados y fomentar una cultura de responsabilidad ambiental, donde cada miembro del equipo contribuya a la reducción de las emisiones de partículas en suspensión.

CAPITULO III: CONCLUSIONES

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Conclusiones:

- Después de realizar un estudio exhaustivo, se recopiló información relevante sobre la contaminación por partículas en suspensión y la implementación de la filosofía de las 5S. Aunque no se encontraron estudios específicos que aborden la combinación de ambos conceptos, es importante destacar que la contaminación por partículas en suspensión representa un riesgo significativo para la salud humana y está sujeta a normativas ambientales vigentes y estándares que buscan controlar y limitar su impacto. La filosofía de las 5S puede ser aplicada en el entorno de trabajo para minimizar la generación y dispersión de partículas, promoviendo un ambiente limpio, ordenado y seguro. Al combinar estos enfoques, se puede lograr una gestión efectiva de la contaminación por partículas y mejorar las condiciones de trabajo y la salud de los trabajadores.

-Utilizando la matriz de Leopold, se realizó un diagnóstico exhaustivo de la empresa de yeso San Agustín así determinamos la evaluación de impactos ambientales que se presentan en la empresa determinando 40 impactos negativos y 1 positivo. Además, se utilizó una lista de verificación (Check-list) para recopilar información relevante dándonos como resultado el área de más impacto el proceso de molienda y se llevó a cabo una entrevista con la gerente general y el administrativo de la empresa, para obtener una visión más completa de la situación actual, se llevó a cabo una encuesta a todos los trabajadores de la empresa. A través de estos métodos de recolección de datos, se pudo obtener un conocimiento detallado de la situación actual de la empresa.

- Después de realizar una evaluación utilizando la matriz de Leopold, se identificaron los diferentes impactos ambientales asociados con la generación y dispersión de partículas en la fábrica de yeso San Agustín. Con base en estos hallazgos, El total de impactos según la sumatoria de los impactos negativos es de 41 negativos, lo cual se encuentra en el rango de impactos medio y representado de color amarillo, 1 impacto positivo con rango de impacto bajo representado de color verde, se pueden implementar medidas de control y mitigación adecuadas para reducir estos impactos y proteger la salud de los trabajadores y el medio ambiente.

-Se reconoce que las partículas en suspensión afectan la calidad del aire y pueden tener efectos negativos en la salud respiratoria de las personas que viven cerca de la fábrica. Además, se observa que los trabajadores de la fábrica pueden experimentar síntomas relacionados con la exposición a estas partículas, como dolor de estómago y mareos. Sin embargo, se señala que

los trabajadores pueden acostumbrarse a estos síntomas, lo que indica una falta de conciencia plena sobre los riesgos asociados.

-Sea establecido como medidas de mitigación aplicando la filosofía de las 5s, en el seiri clasificación exhaustiva de los materiales y equipos presentes en la fábrica, reducir la presencia de equipos y materiales innecesarios , en el Seiton diseñar y establecer áreas de almacenamiento adecuadas y limpias, Implementar ventilación y extracción de polvo, en el seiso Establecer un programa de limpieza periódica de los equipos y áreas de trabajo, Capacitar al personal en las mejores prácticas de limpieza. En el Seiketsu Implementar programas de capacitación y concientización, y en el Shitsuke Establecer sistemas de seguimiento y verificación regular de las prácticas de limpieza y mantenimiento establecidas.

-Para abordar esta problemática, se destaca la importancia de proporcionar capacitación y educación a los trabajadores sobre los riesgos asociados con la exposición a partículas en suspensión, así como promover la metodología de las 5S para mejorar la gestión ambiental y de seguridad en la fábrica.

3.2 Recomendaciones:

- Dado que el estudio no encontró investigaciones específicas que aborden la combinación de contaminación por partículas en suspensión y la implementación de la filosofía de las 5S, es importante recomendar la realización de estudios adicionales que exploren esta relación en profundidad. Estos estudios podrían investigar cómo la aplicación de las 5S en entornos industriales afecta la generación y dispersión de partículas en suspensión, así como su impacto en la salud humana y el cumplimiento de las normativas ambientales.

- Que el empleo de la matriz de Leopold depende mucho para la selección de factores ambientales las características técnicas y magnitud del proyecto. Sin embargo con la Check-list se busca Implementar medidas de mitigación en la fuente optimizando los procesos de trituración y buscan evaluar la situación actual en relación con la protección y bienestar de los trabajadores en los diferentes procesos para reducir la formación de polvo, utilizar barreras físicas para contener el polvo en las áreas de trabajo

-Para mantener la eficiencia y eficacia mediante la metodología 5'S, se recomienda mantener las capacitaciones o charlas al menos 3 veces al mes para mantener el área organizada, clasificado, en orden, limpia y fomentar la disciplina a los trabajadores, mejorando así el aprovechamiento de los recursos e incrementando la eficiencia y eficacia, esto dará un correcto uso de los recursos utilizados en relación a los objetivos planteados.

-Inducir y capacitar al personal nuevo que ingrese a esta área o empresa, para así adaptarlo e implantarle los principios de la cultura de las 5'S.

-Capacitar a los trabajadores sobre los riesgos asociados con la exposición a partículas en suspensión, promover el uso adecuado de equipos de protección personal y fomentar prácticas seguras de trabajo.

-Es aconsejable implementar un programa de mejora continua para reforzar la aplicación de las 5'S, lo que permitirá realizar actualizaciones y mantenimiento correspondientes en la empresa de manera regular.

-A futuro es necesario realizar una Implementación del sistema de gestión ambiental integral que permita monitorear, controlar y mitigar de manera efectiva la contaminación por partículas en suspensión en los diferentes procesos de producción y manipulación del yeso.

-La contaminación por partículas en suspensión es un problema ambiental y de salud pública de gran relevancia a nivel nacional, se recomienda implementar las siguientes acciones: Actualizar y fortalecer la normativa existente en materia de calidad del aire y límites de emisiones de partículas, formular e implementar planes de acción nacionales que integren estrategias multisectoriales para la prevención, reducción y mitigación de la contaminación por partículas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1333. (27 de 4 de 1992). *ley de medio ambiente*. Obtenido de ley de medio ambiente: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://sea.gob.bo/digesto/CompendioII/N/129_L_1333_01.pdf
- Aguirre, Molina, Buendía. (2019). *Análisis de las partículas en suspensión depositadas sobre vegetación arbórea en el noreste de México*. Obtenido de Análisis de las partículas en suspensión depositadas sobre vegetación arbórea en el noreste de México: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342019000100205&script=sci_arttext
- Amable. (9 de 2017). *Revista medica electronica*. Obtenido de Revista medica electronica: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1684-18242017000500017&script=sci_arttext
- Andy, Vega. (2019). *DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE CONCENTRACIONES DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE Y VOLÁTIL EN EL SECTOR CALPI CANTÓN RIOBAMBA POR INCIDENCIA INDUSTRIAL*. Obtenido de DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE CONCENTRACIONES DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE Y VOLÁTIL EN EL SECTOR CALPI CANTÓN RIOBAMBA POR INCIDENCIA INDUSTRIAL: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/5639/1/UNACH-EC-ING-AMBT-2019-0008.pdf
- Arroyo, Ramirez. (19 de junio de 2020). *Dióxido de carbono, sus dos caras*. Obtenido de Dióxido de carbono, sus dos caras: <https://analesdequimica.es/index.php/AnalesQuimica/article/view/1316>
- Bolaños, Chacon. (3 de 2017). *Intoxicacion por monoxido de carbono*. Obtenido de Intoxicacion por monoxido de carbono: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1409-00152017000100137&script=sci_arttext
- Cantua, Flores. (30 de 3 de 2020). *Compuestos orgánicos volátiles de plantas inducidos por insectos: situación actual en México*. Obtenido de Compuestos orgánicos volátiles de

plantas inducidos por insectos: situación actual en México:
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342019000300729&script=sci_arttext

Contreras. (10 de 6 de 2021). *DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS EN MATERIAL PARTICULADO ATMOSFÉRICO POR ESPECTROSCOPIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA*. Obtenido de DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS EN MATERIAL PARTICULADO ATMOSFÉRICO POR ESPECTROSCOPIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA::
chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.redalyc.org/journal/6078/607869210010/607869210010.pdf>

Cornejo. (2020). *"Evaluación de las medidas de control implementadas en una Empresa Agroindustrial para reducir el riesgo de exposición a partículas respirables. Arequipa, 2020"*. Obtenido de "Evaluación de las medidas de control implementadas en una Empresa Agroindustrial para reducir el riesgo de exposición a partículas respirables. Arequipa, 2020":
file:///C:/Users/Limbert/Downloads/S.Cornejo_Tesis_Titulo_Profesional_2022%20(1).pdf

Cuellar, Paloma, Puentes. (30 de 6 de 2022). *DIANET*. Obtenido de DIANET:
file:///C:/Users/Limbert/Downloads/Dialnet-DeterminacionDelNivelDeContaminacionDeMaterialPart-8865455.pdf

Departamento de Planificación y Evaluación Institucional. Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca. (2021). *Directrices Específicas y Operativas de Formulación del POA. Cronograma de Formulación. Objetivos de Gestión Institucionales, Específicos, Catálogo Básico de Indicadores*. Obtenido de <https://usfx.bo/>

Dirección de Planificación. Ministerio de Economía y Finanzas Bolivia. (2020). *Formulación del POA*. Obtenido de https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=0CAIQw7AJahcKEwjoiZWz7-7_AhUAAAAAHQAAAAAQAw&url=https%3A%2F%2Frepositorio.economiayfinanzas.gob.bo%2Fdocumentos%2FDGPLA%2FTutorial%2520de%2520Formulaci%25C3%25B3n%2520del%2520POA_Transcrip

Echeverría. (4 de 2022). *control de la contaminación atmosférica*. Obtenido de control de la contaminación atmosférica :
https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=nRp_EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA468&dq=c

ontrol+de+la+contaminaci%C3%B3n+atmosf%C3%A9rica&ots=S3gOuzTIUU&sig=i_Rljf
T6Ji994kWyhAo9gVSVb6c#v=onepage&q=control%20de%20la%20contaminaci%C3%B
3n%20atmosf%C3%A9rica&f=false

EPA. (7 de 2 de 2024). Obtenido de EPA: <https://www.epa.gov/pm-pollution>

Facultad de Ciencias y Tecnología. (marzo de 2006). Revista Informativa de la Facultad de Tecnología. 1, 120. Sucre, Bolivia: Imprenta Editorial Tupac Katari.

Facultad de Ciencias y Tecnología. (03 de 2023). Documentación Administrativa Facultad de Ciencias y Tecnología. Sucre, Bolivia.

Facultad de Ciencias y Tecnología. (30 de 04 de 2023). *SITIO OFICIAL DE LA FACULTAD DE CIENCIAS TECNOLOGIA*. Obtenido de <https://tecnologia.usfx.bo>

Fernandez. (2020). *DEGRADACIÓN DE ÓXIDOS DE NITRÓGENO (NO_x) MEDIANTE LA APLICACIÓN DE PINTURA FOTOCATALÍTICA USANDO NANOPARTÍCULAS DE TiO₂, PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE* . Obtenido de DEGRADACIÓN DE ÓXIDOS DE NITRÓGENO (NO_x) MEDIANTE LA APLICACIÓN DE PINTURA FOTOCATALÍTICA USANDO NANOPARTÍCULAS DE TiO₂, PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE : chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/8d349b29-c9a5-4d70-a552-917602a76053/content>

Garcia. (2023). *EVALUCIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN LA LADRILLERA DE LA COMUNA SANCÁN DEL CANTON JIPIJAPA*. Obtenido de EVALUCIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN LA LADRILLERA DE LA COMUNA SANCÁN DEL CANTON JIPIJAPA: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/5881/1/GARC%c3%8dA%20ZAMBRANO%20SAMUEL%20ALEXANDER.pdf>

Gimenez. (2019). *UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA*. Obtenido de UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA: <https://hdl.handle.net/10495/14421>

Gonzales, O. (2021). *PROPUESTA DE APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS DE LA FILOSOFÍA LEAN EN LA CADENA DE SUMINISTROS PARA LA REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA DE LA EMPRESA CEMENTOS PACASMAYO S.A.A*. Obtenido de PROPUESTA DE APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS DE LA FILOSOFÍA LEAN EN LA CADENA DE SUMINISTROS PARA LA REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA DE LA EMPRESA CEMENTOS

PACASMAYO S.A.A.: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/621080/Ortega_UF.pdf?sequence=6&isAllowed=y

Guevara, Santillan. (11 de 11 de 2020). *Determinación de la concentración de Material Particulado sedimentable y volátil en la comunidad de San José de Chanchuan*. Obtenido de Determinación de la concentración de Material Particulado sedimentable y volátil en la comunidad de San José de Chanchuan: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7186>

Madrid. (2023). *MADRID SALUD*. Obtenido de MADRID SALUD: <https://madridsalud.es/particulas-en-suspension-y-salud/>

Ministerio de Economía y Finanzas. (2023). *Clasificadores Presupuestarios Gestión 2023*. Obtenido de https://repositorio.economiayfinanzas.gob.bo/documentos/VPCF/DGPGP/2023/Clasificadores_Presupuestarios_Gestion_2023.pdf

NASTO. (2004). *Ciencia de la materia particulada para formuladores de políticas*. Obtenido de Ciencia de la materia particulada para formuladores de políticas: [https://books.google.com.bo/books?hl=es&lr=&id=1giH-mvhhw8C&oi=fnd&pg=PR23&dq=NARSTO.+\(2004\).+Particulate+Matter+Science+for+Policy+Makers:+A+NARSTO+Assessment.+\(P.+McMurry,+M.+Shepherd,+%26+J.+Vicker+y,+Edits.\)+Cambridge:+Cambridge+University+Press.&ots=4](https://books.google.com.bo/books?hl=es&lr=&id=1giH-mvhhw8C&oi=fnd&pg=PR23&dq=NARSTO.+(2004).+Particulate+Matter+Science+for+Policy+Makers:+A+NARSTO+Assessment.+(P.+McMurry,+M.+Shepherd,+%26+J.+Vicker+y,+Edits.)+Cambridge:+Cambridge+University+Press.&ots=4)

Navarro. (2019). *Control de la contaminación atmosférica en la Zona Metropolitana del Valle de México*. Obtenido de Control de la contaminación atmosférica en la Zona Metropolitana del Valle de México: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0186-72102019000300631&script=sci_arttext

NB 62001. (2018). *Contaminantes atmosfericos en el exterior*. Obtenido de Contaminantes atmosfericos en el exterior: <https://www.ibnorca.org/tienda/catalogo/detalle-norma/nb-62011:2018-nid=3460-6>

Nb 62014. (2018). *calidad del aire*. Obtenido de calidad del aire: <https://www.ibnorca.org/tienda/catalogo/detalle-norma/nb-62014:2018-nid=3461-6>

OMS. (4 de 2015). *Organizacion Mundial de la salud*. Obtenido de Organizacion Mundial de la salud: <http://hdl.handle.net/20.500.11799/49320>

- OMS. (19 de 12 de 2019). Obtenido de OMS: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- OPS. (2018). *Organizacion Panamericana de la Salud*. Obtenido de Organizacion Panamericana de la Salud: <https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire-salud/contaminacion-aire-ambiental-exterior-vivienda-preguntas-frecuentes>
- ORTEGA. (8 de 2020). *Contaminación atmosférica urbana e ingresos hospitalarios por asma y enfermedades respiratorias agudas en la ciudad de Murcia (España)*. Obtenido de Contaminación atmosférica urbana e ingresos hospitalarios por asma y enfermedades respiratorias agudas en la ciudad de Murcia (España): <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1695403320300357>
- Ortega, C. (2023). *Método analítico: Qué es, para qué sirve y cómo realizarlo*. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/metodo-analitico/>
- Ortiz Limón, M. (2023). *INFORME DE RENDICION DE CUENTAS DE LA GESTION 2022 DE LA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA*. Sucre.
- Pachón. (5 de 2022). *Propuesta de Mejora de los Procesos en Constructora LPC SAS a partir de la Filosofía Lean Construction*. . Obtenido de Propuesta de Mejora de los Procesos en Constructora LPC SAS a partir de la Filosofía Lean Construction. : chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/7050/3/2022_JhoanManuelAcu%c3%b1aAlba.pdf
- Pombo,Rada,Vera. (9 de 2021). *Revista de la Asociación Española de Especialistas en Medicina del Trabajo*. Obtenido de Revista de la Asociación Española de Especialistas en Medicina del Trabajo: https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S3020-11602021000300011&script=sci_arttext
- Ponce. (2021). *LA MATRIZ DE LEOPOLD*. Obtenido de LA MATRIZ DE LEOPOLD: https://ton.sdsu.edu/la_matriz_de_leopold.html
- Qantu Yachay. (2022). *Revista de Investigación Científica y Tecnológica*. Obtenido de Revista de Investigación Científica y Tecnológica: <https://revistas.une.edu.pe/index.php/QantuYachay/article/view/20>
- Ramírez Martínez, I. F. (2013). *APUNTES DE METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. Un Enfoque Crítico*. Sucre: Servicios Gráficos PRISMA - 6465261. Obtenido de

https://usfx.bo/Documentos/RepositorioLibros/APUNTES_DE_METODOLOGIA_DE_LA_INV.pdf

Ramos. (2022). *APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA DE LAS 5S EN EL ÁREA DE LOGÍSTICA DE LA EMPRESA WORLD COMPU CENTER*. Obtenido de *APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA DE LAS 5S EN EL ÁREA DE LOGÍSTICA DE LA EMPRESA WORLD COMPU CENTER*: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/1444/1/PROYECTO%20DE%20INVESTIGACION%20DE%20RAMOS%20BEDOYA.pdf>

Reglamento de Contaminación Atmosférica. (8 de 12 de 1995). *Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica, 8 de diciembre de 1995*. Obtenido de *Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica, 8 de diciembre de 1995*: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://faolex.fao.org/docs/pdf/bol179630.pdf>

Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica. (8 de 12 de 1995). *Bolivia: Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica, 8 de diciembre de 1995*. Obtenido de *Bolivia: Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica, 8 de diciembre de 1995*: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://faolex.fao.org/docs/pdf/bol179630.pdf>

Reyes Martínez, I., Cadena Martínez, L., & De León Vázquez, I. (s.f.). *La importancia del análisis de los estados financieros en la toma de decisiones*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Obtenido de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tlahuelilpan/n4/e2.html>

S. Muñoz, J. Salcedo, S. SotoMayo. (21 de 3 de 2021). *Contaminación ambiental producida por el tránsito vehicular y sus efectos en la salud humana: revisión de literatura*. Obtenido de *Contaminación ambiental producida por el tránsito vehicular y sus efectos en la salud humana: revisión de literatura*.: <https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Inventum/article/view/2612/2165>

Sánchez Ruiz, E. E. (1991). *Apuntes sobre una metodología histórico-estructural (con énfasis en el análisis de medios de difusión)*. Obtenido de <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/2613>

Shi, Minmin. (5 de 2018). *Archivo digital UPM*. Obtenido de Archivo digital UPM:
<https://oa.upm.es/52064/>

Shiguango,Vega. (2020). *DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE Y VOLÁTIL EN LA COMUNIDAD SAN JOSÉ DE CHANCAHUAN POR INCIDENCIA INDUSTRIAL*. Obtenido de DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE Y VOLÁTIL EN LA COMUNIDAD SAN JOSÉ DE CHANCAHUAN POR INCIDENCIA INDUSTRIAL: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/7186/2/8.%20Tesis%20Material%20Particulado%20Guevara-Logro%c3%b1o%202020%20%281%29.pdf

Siripe. (2019). *APLICACIÓN DE LA FILOSOFIA DE LAS 5" S" EN*. Obtenido de APLICACIÓN DE LA FILOSOFIA DE LAS 5" S" EN: file:///PG-638-Siripe,%20Pablo%20Felipe%20para%20monografia.pdf

Tayacaja. (17 de 11 de 2017). Obtenido de TAYACAJA:
<https://revistas.unat.edu.pe/index.php/RevTaya/article/view/116>

Thinkl. (2021). *Propuesta de Mejora de los Procesos en Constructora LPC SAS a partir de la Filosofía Lean Construction*. Obtenido de Propuesta de Mejora de los Procesos en Constructora LPC SAS a partir de la Filosofía Lean Construction.: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/7050/3/2022_JhoanManuelAcu%c3%b1aAlba.pdf

Urrutia. (2021). *"ESTIMACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA"*. Obtenido de "ESTIMACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA": chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/8492/1/Trabajo%20de%20Titulac%c3%adon.pdf

Vargas, Lujan. (9 de 2006). *Memorias Red Monica Cochabamba*. Obtenido de Memorias Red Monica Cochabamba: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/7076468/memorias_red_monica-libre.pdf?1390849812=&response-content-

disposition=inline%3B+filename%3DMemorias_de_la_red_MoniCA_Cochabamba_200.pdf&Expires=1711851757&S

Yachay, Qantu. (6 de 2022). *Revista Científica y Tecnológica*. Obtenido de Revista Científica y Tecnológica: <https://revistas.une.edu.pe/index.php/QantuYachay/article/view/20/17>

ANEXOS

Anexo 1

PROCESOS PARA LA ELABORACIÓN DE YESO SAN AGUSTÍN

Proceso para la elaboración del Yeso de la fábrica San Agustín

Etapa de selección de materia prima



Llenado de la materia prima en la bóveda



Calcinacion 1000C°



Sacado del horno y Selección del material cocido



Chancado oh triturado



Mezclado y embolsado (25kilos bolsa)



Anexo 2

Matriz de leopold

Matriz de Leopold Para impactos ambientales

FACTORES		FACTORES FISICOS				FACTORES BIOTIOS		FACTORES CULTURALES, SOCIALES Y ECONÓMICOS					afectaciones		impacto de los agregados
actividad	impacto	bunillaje de agua utilizada	direccion del viento	ruido	tipo de suelo	solidos sedimentados	especies endemicas	fauna especies endemicas	paisaje	salud	seguridad	socio econon	positivos	negativos	
Extracción de materia prima	partículas en suspencon causa: irritacion en las vias respiratorias		-3 5			-6 3	-6 2	-9 6		-6 4	-6 1			6	-129
	desplazamiento de especies faunaticas			-5 4	-6 6		-6 1	-9 6	-9 5					5	-161
Transporte de materia prima	generacion del polvo	-3 2	-2 3		-3 3	-2 2	-1 2	-2 2	-3 3	-2 2	-4 2			9	-47
trituracion de la materia prima	enfermadades respiratorias		-4 5	-3 4	-2 2	-4 4				-6 5	-9 3			6	-109
	Impacto visual y estético		-5 5	-2 3	-2 1	-3 3	-2 3	-2 4	-3 3					7	-65
transporte de la piedra	Riesgo ergonómico									-9 8	-6 5			2	-102
molido	Despredimiento de CO - SO2 que afectan a la salud		-6 7	-5 4		-3 3				-3 2	-3 4			5	-89
	Contaminación del aire emite gases de efecto invernadero		-4 3							-5 4	-4 3			3	-44
hornos	Riesgo de Accidentes			-3 2						-7 2	-7 2			3	-34
generacion de empleo												9 3	1		27
afectaciones	+											1	1	40	-753
afectaciones	-	1	6	5	5	5	3	4	3	7	7		40		
impacto del agregado		-6	-120	-64	-69	-50	-14	-120	-63	-170	-109	27	-753		

impactos positivos					
magnitud			importancia		
intensidad	afectación	calificación	duración	influencia	calificación
baja	baja	1	temporal	puntual	1
baja	media	2	medio	puntual	2
baja	alta	3	permanente	puntual	3
media	baja	4	temporal	local	4
media	media	5	medio	local	5
media	alta	6	permanente	local	6
alta	baja	7	temporal	regional	7
alta	media	8	medio	regional	8
alta	alta	9	permanente	regional	9
muy alta	muy alta	10	permanente	nacional	10

impactos negativos					
magnitud			importancia		
intensidad	afectación	calificación	duración	influencia	calificación
baja	baja	-1	temporal	puntual	1
baja	media	-2	medio	puntual	2
baja	alta	-3	permanente	puntual	3
media	baja	-4	temporal	local	4
media	media	-5	medio	local	5
media	alta	-6	permanente	local	6
alta	baja	-7	temporal	regional	7
alta	media	-8	medio	regional	8
alta	alta	-9	permanente	regional	9
muy alta	muy alta	-10	permanente	nacional	10

Anexo 3

INFORME TECNICO DE

MONITOREO DE

PARTICULAS

SUSPENDIDAS

REALIZADO POR LA

U.S.F.X

INFORMACIÓN GENERAL:

Cliente	Univ. Limbert Cayara Rodríguez
Actividad, Obra o proyecto	ESTRATEGIAS PARA CONTROL DE CONTAMINACIÓN POR PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN DE LA FÁBRICA DE YESO SAN AGUSTIN MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LAS 5s.
Departamento	Chuquisaca
Ciudad	Sucre
Punto de medición	P1 -19.0106024, -65.2388656 P2 -19.0104588, -65.2391707
Presión local	1011 hPa
Temperatura ambiente	P1 = 19,1 °C P2 = 23.3 °C
Responsable de la Medición	Ing. Sigrid Janine Andrade Soto
Procedimiento de Medición	Anexo 1 del RMCA
Equipo de Medición	EVM3
Tipo de parámetros medidos:	PST – PM10
Fecha de medición:	25/04/2024

Límites máximos permisibles

RMCA ANEXO 1	
Tipo de partícula	Valor (ug/m3)
PST	260
PM10	150

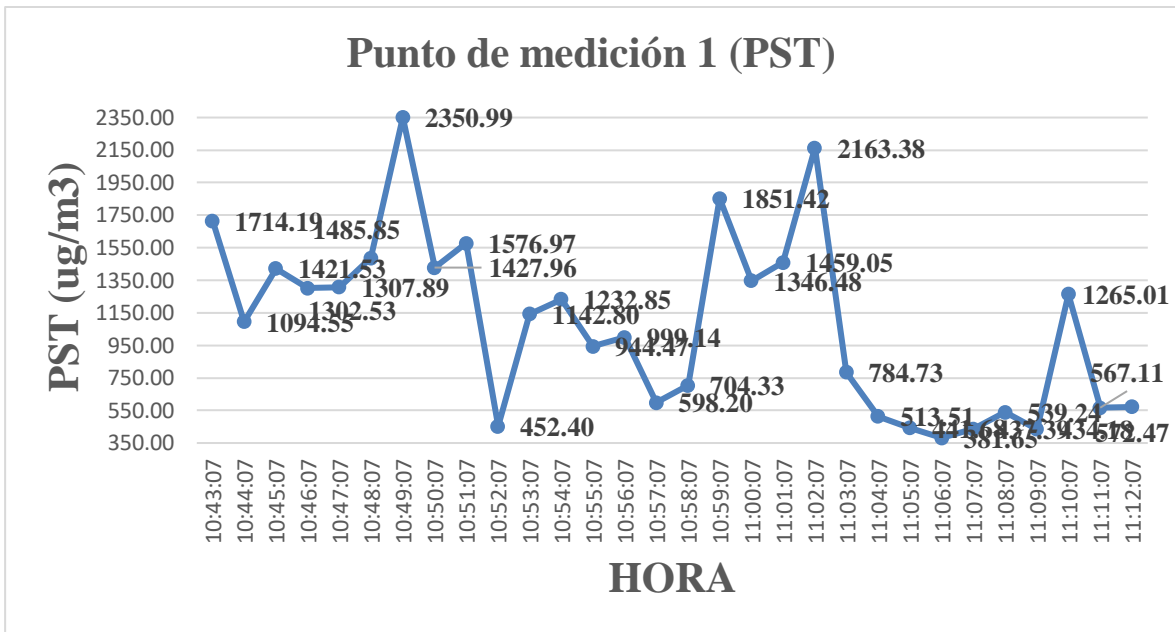
Fuente: Anexo 1 RMCA

DATOS OBTENIDOS DE LA MEDICIÓN EN EL PUNTO 1

N°	Hora	PST (ug/m3)
1	10:43:07	1714.19
2	10:44:07	1094.55
3	10:45:07	1421.53
4	10:46:07	1302.53
5	10:47:07	1307.89
6	10:48:07	1485.85
7	10:49:07	2350.99
8	10:50:07	1427.96
9	10:51:07	1576.97
10	10:52:07	452.40
11	10:53:07	1142.80
12	10:54:07	1232.85
13	10:55:07	944.47
14	10:56:07	999.14
15	10:57:07	598.20

N°	Hora	PST (ug/m3)
16	10:58:07	704.33
17	10:59:07	1851.42
18	11:00:07	1346.48
19	11:01:07	1459.05
20	11:02:07	2163.38
21	11:03:07	784.73
22	11:04:07	513.51
23	11:05:07	441.68
24	11:06:07	381.65
25	11:07:07	437.39
26	11:08:07	539.24
27	11:09:07	434.18
28	11:10:07	1265.01
29	11:11:07	567.11
30	11:12:07	572.47

Datos	PST
Promedio (ug/m3)	1112.8
Máximo (ug/m3)	2351
Mínimo (ug/m3)	381.6
Límite permisible (ug/m3)	260



DATOS OBTENIDOS DE LA MEDICIÓN EN EL PUNTO 2

N°	Hora	PM10 (ug/m3)
1	11:19:57	235.98
2	11:20:57	406.71
3	11:21:57	314.27
4	11:22:57	75.03
5	11:23:57	55.46
6	11:24:57	7.61
7	11:25:57	7.61
8	11:26:57	20.66
9	11:27:57	16.31
10	11:28:57	5.44
11	11:29:57	29.36
12	11:30:57	35.89
13	11:31:57	34.80
14	11:32:57	1499.59
15	11:33:57	173.99

N°	Hora	PM10 (ug/m3)
16	11:34:57	51.11
17	11:35:57	363.21
18	11:36:57	2456.55
19	11:37:57	172.90
20	11:38:57	38.06
21	11:39:57	31.54
22	11:40:57	4.35
23	11:41:57	83.73
24	11:42:57	29.36
25	11:43:57	165.29
26	11:44:57	9.79
27	11:45:57	55.46
28	11:46:57	32.62
29	11:47:57	17.40
30	11:48:57	114.18

Datos	PM10
Promedio (ug/m3)	155.4
Máximo (ug/m3)	2456.5
Mínimo (ug/m3)	5.4
Límite permisible (ug/m3)	150

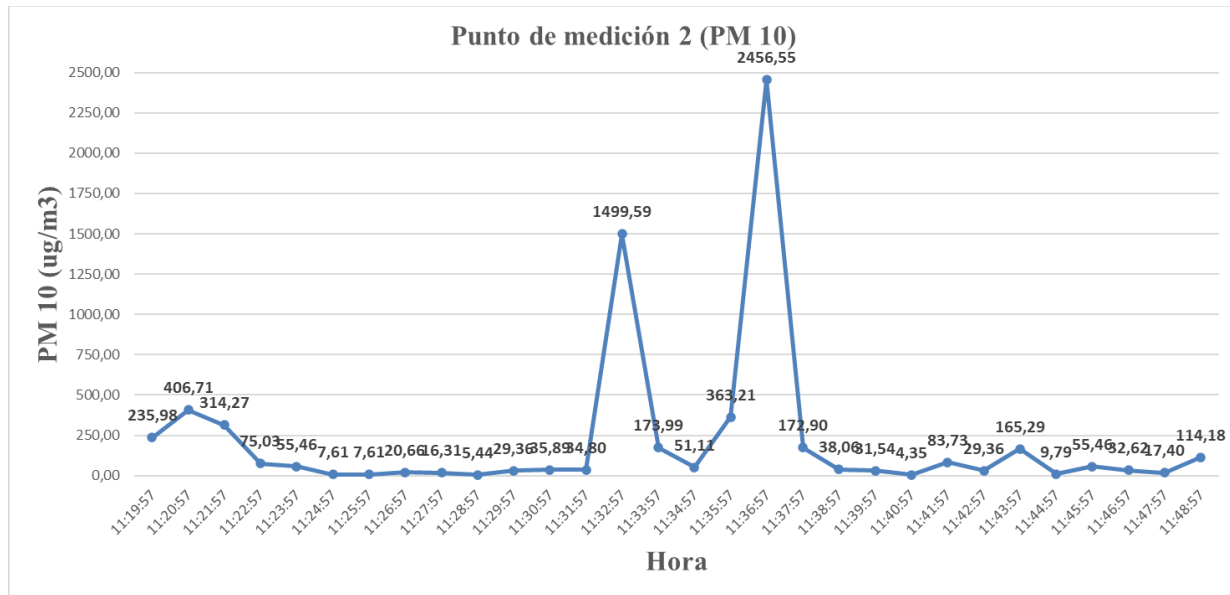


Tabla: Límites permisibles de calidad del aire

CONTAMINANTE	VALOR DE CONCENTRACION	PERIODO Y CARACTERIZACION ESTADISTICA
MONOXIDO DE CARBONO	10 mg/m3	media en 8 hr
	40 mg/m3	media en 1 hr
BIOXIDO DE AZUFRE	80 ug/m3	media aritmética anual
	365 ug/m3	media en 24 hr
BIOXIDO DE NITROGENO	150 ug/m3	media en 24 hr
	400 ug/m3	promedio en 1 hr
PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES (PST)	260 ug/m3	24 hr
	75 ug/m3	media geométrica anual
PARTICULAS MENORES DE 10 MICRAS (PM-10)	150 ug/m3	24 hr
	50 ug/m3	media geométrica anual
OZONO	236 ug/m3	promedio horario máximo
PLOMO	1.5 ug/m3	media aritmética trimestral

Fuente: ley 1333- reglamento sobre contaminación atmosférica, 1995

Anexo 4

Chelik-list para la empresa de Yeso San Agustín

Chelik-list

CHELIK-LIST de soporte para la identificación de áreas con la mayor exposición a partículas suspendidas o material particulado			
pregunta		si	no
1	El área de trabajo cuenta con sistema de ventilación o artificial	0	1
2	Los trabajadores cuentan con los equipos de protección necesarios	0	1
3	Cuentan con un adecuado sistema de limpieza y desinfección de las herramientas de trabajo	0	1
4	El personal cuenta con capacitación respecto a agentes químicos (material particulado, polvo)	1	0
5	Se genera movimiento de material particulado	1	0
6	Existe presencia deflujo de vientos contantes	0	1
7	Se realizo capacitación del uso de Epps y las consecuencias de la exposición al material particulado	1	0
8	El periodo de exposición es constante	0	1
9	Existe algun tipo de molestia física en los trabajadores (comezón, tos, etc.) durante la jornada de trabajo	1	0
	total		

Fuente: (Cornejo, 2020)

Puntuación			
si	0	no	1
Si	0	No	1
Si	0	No	1
Si	1	No	0
Si	1	No	0
Si	0	No	1
Si	1	No	0
Si	0	No	1
si	1	no	0

En la tabla anterior se observa la puntuación del Check – List por cada pregunta realizada, en la cual varia la puntuación entre 1 y 0, considerando la respuesta de SI O NO, considerando el resultado de la valoración numérica lo siguiente:

Nivel de riesgo	
Mayor igual a 4	Riesgo alto
Menor igual a 3	Riesgo tolerable

Fuente: (Cornejo, 2020)

Anexo 5

Encuesta y Entrevista

Entrevista

Sobre la contaminación de partículas en suspensión

1. ¿Cuál es tu rol o posición dentro de la fábrica de yeso "San Agustín"?
 2. ¿Cómo crees que la contaminación por partículas en suspensión afecta al medio ambiente en la ciudad de Sucre?
 3. ¿Consideras que la contaminación por partículas en suspensión tiene impactos negativos en la salud de las personas que viven cerca de la fábrica?
 4. ¿Consideras que las partículas en suspensión pueden afectar las condiciones de trabajo y el entorno laboral en la fábrica?
 5. ¿Qué tipo de contaminación por partículas en suspensión se identifica como un problema en la fábrica?
6. ¿Qué impacto tiene esta contaminación en la salud de los trabajadores y en el medio ambiente circundante?

Aplicación de la metodología 5S para el control de la contaminación por partículas en suspensión:

1. ¿En tu opinión, ¿crees que la aplicación de la metodología 5S puede contribuir al control de la contaminación por partículas en suspensión en la fábrica de yeso "San Agustín"?
2. ¿Cuáles serían las principales áreas o procesos dentro de la fábrica en los que se debería aplicar la metodología 5S para reducir la generación de partículas en suspensión?
3. ¿Cómo evaluaría usted el compromiso de la dirección y el equipo de trabajo de la fábrica hacia la reducción de la contaminación por partículas en suspensión?
6. ¿Considera usted que la concienciación y capacitación sobre la importancia de controlar la contaminación por partículas en suspensión son adecuadas

Rep. Si cumplimos con todo lo que requiere los trabajadores

7. ¿Qué desafíos o barreras crees que podrían surgir al implementar la metodología 5S en la fábrica y cómo podrían superarse?

Encuesta

Sexo: a) femenino b) masculina edad:

Sobre la contaminación de partículas en suspensión

1. ¿Cuánto tiempo llevas trabajando en la fábrica de yeso "San Agustín" y en qué área te desempeñas?

a)1 año b)2años c) más de 3 años

Área:

2. ¿Consideras que la fábrica de yeso San Agustín genera emisiones de partículas en suspensión?

Si no

3. ¿Estás familiarizado/a con el término "contaminación por partículas en suspensión"?

Si no

4. ¿Has observado impactos ambientales relacionados con la contaminación por partículas en suspensión en la zona cercana a la fábrica?

Si no

5. ¿Sabes cómo se generan las partículas en suspensión en la fábrica de yeso "San Agustín"?

si no

6. ¿Has notado una disminución en la calidad del aire en la zona debido a las emisiones de partículas en suspensión de la fábrica?

Si no

7. ¿Has experimentado algún efecto negativo en tu salud o en la salud de las personas cercanas a la fábrica, que pueda estar relacionado con la contaminación por partículas en suspensión?

Si no

8. ¿Consideras que las partículas en suspensión pueden afectar el entorno de trabajo y las condiciones laborales en la fábrica?

Si no

Conocimiento sobre la metodología 5S:

9. ¿Estás familiarizado/a con la metodología 5S?

si no

10. ¿Sabes en qué consisten las 5S (Clasificar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar, mantener)?

Si no

11. ¿Has tenido alguna experiencia previa en la implementación de la metodología 5S en tu área de trabajo?

Si no

12. ¿Crees que la implementación de la metodología 5S puede ayudar a reducir las emisiones de partículas en suspensión en la fábrica de yeso San Agustín?

Si no

Anexo 6

PROPUESTAS

Propuestas

De la matriz de Leopold se determino la siguiente propuesta:

Proporcionar equipos de protección personal adecuados, como máscaras respiratorias y gafas de seguridad, para reducir la exposición de los trabajadores al polvo y otros contaminantes durante las actividades de trabajo.

Evaluación de riesgos: Realiza una evaluación exhaustiva de los riesgos presentes en la fábrica de yeso. Identifica las áreas donde se generan partículas en suspensión y otros contaminantes, y determina los niveles de exposición de los trabajadores. Esto te permitirá comprender qué tipos de EPP son necesarios y en qué cantidad.

Selección de EPPs adecuados: Basándote en la evaluación de riesgos, selecciona los EPP adecuados para proteger a los trabajadores. En el caso de partículas en suspensión, se recomienda utilizar máscaras respiratorias que cumplan con los estándares de filtración necesarios para el tipo de partículas presentes. Asimismo, las gafas de seguridad deben ser resistentes a impactos y proteger los ojos de cualquier partícula o polvo.

Capacitación y concientización: Proporciona capacitación y educación a los trabajadores sobre los riesgos asociados con la exposición a partículas en suspensión y la importancia de utilizar los EPP adecuados. Asegúrate de que los trabajadores comprendan cómo usar correctamente las máscaras respiratorias y las gafas de seguridad, incluyendo cómo ajustarlas adecuadamente y cómo realizar el mantenimiento básico.

Provisión de EPP: Adquiere los EPP necesarios y asegúrate de que estén disponibles en cantidad suficiente para todos los trabajadores. Establece un sistema de distribución efectivo para garantizar que cada trabajador tenga acceso a los EPP necesarios para su trabajo. Además, considera las condiciones específicas de la fábrica, como el tamaño y la forma de las máscaras respiratorias, para asegurarte de que se ajusten correctamente a cada trabajador.

Supervisión y cumplimiento: Supervisa regularmente el uso adecuado de los EPP por parte de los trabajadores. Realiza inspecciones periódicas para verificar que estén utilizando las máscaras respiratorias y las gafas de seguridad de manera correcta y consistente. Proporciona retroalimentación y refuerzo positivo para fomentar el cumplimiento continuo.

Mantenimiento y reemplazo: Establece procedimientos claros para el mantenimiento y la limpieza de los EPP, según las indicaciones del fabricante. Asegúrate de que los trabajadores estén informados sobre estos procedimientos y que tengan acceso a los recursos necesarios,

como filtros de repuesto para las máscaras respiratorias. Además, establece un programa de reemplazo regular de los EPP, especialmente aquellos elementos desechables o que tienen una vida útil limitada.

Tabla: Epps recomendados para la fabrica de yeso San Agustín

Proporcionar equipos de protección personal



Fuente: Elaboración Propia

Propuesta para la minimización de partículas en suspensión aplicando la filosofía de las 5s

Seiri (Clasificación):

-Realizar una clasificación exhaustiva de los materiales y equipos presentes en la fábrica.

-Identificar aquellos elementos que generan altas emisiones de partículas en suspensión y evaluar su necesidad y utilidad.

-Eliminar o reducir la presencia de equipos y materiales innecesarios que contribuyan a la generación de partículas.

Propuestas:

Establecer un proceso de revisión periódica de los equipos y materiales utilizados, identificando aquellos que generan altas emisiones y tomando medidas para reemplazarlos o mejorarlos.

Este proceso implica realizar inspecciones periódicas para evaluar el estado de los equipos y materiales, así como su eficiencia en términos de control de emisiones. Durante estas revisiones, se busca identificar aquellos elementos que están contribuyendo de manera significativa a la generación de partículas en suspensión y que, por lo tanto, pueden representar un riesgo para la salud y el medio ambiente.

Una vez identificados los equipos y materiales problemáticos, se toman medidas para reemplazarlos o mejorarlos. Esto puede implicar la adquisición de nuevos equipos más eficientes y con mejores sistemas de control de emisiones, o la implementación de mejoras en los equipos existentes para reducir su impacto ambiental.

Implementar un sistema de gestión de inventario eficiente que permita controlar y reducir la cantidad de materiales almacenados en la fábrica, evitando el exceso y el desorden que puedan generar partículas.

Este sistema de gestión de inventario eficiente implica los siguientes aspectos:

Control del inventario: Implementar un sistema de seguimiento y registro de todos los materiales almacenados en la fábrica, incluyendo su cantidad, ubicación y estado. Esto permite tener una visión clara de los materiales disponibles y evita la acumulación innecesaria.

Planificación de la demanda: Realizar una estimación precisa de los materiales necesarios para el proceso de producción, evitando la sobre stock o la falta de suministros. Esto ayuda a reducir la cantidad de materiales almacenados y minimiza la generación de partículas asociadas con el manejo y almacenamiento excesivo.

Rotación de inventario: Establecer prácticas para el uso de los materiales en el orden adecuado, priorizando aquellos con fechas de vencimiento más cercanas o aquellos que llevan más tiempo almacenados. Esto asegura que los materiales se utilicen antes de que caduquen o se deterioren, evitando el desperdicio y la acumulación innecesaria.

Organización del almacenamiento: Diseñar un sistema de almacenamiento eficiente que permita una fácil identificación, acceso y manejo de los materiales. Esto implica utilizar estanterías, etiquetas y contenedores adecuados para mantener los materiales ordenados y evitar el desorden que pueda generar partículas en suspensión.

Control de calidad: Implementar controles de calidad para verificar la adecuación de los materiales recibidos y utilizados en la fábrica. Esto ayuda a prevenir la entrada de materiales defectuosos o contaminados que podrían generar partículas adicionales durante el proceso de producción.

Seiton (Orden):

-Organizar los equipos y materiales de manera ordenada y eficiente en la fábrica.

-Evitar acumulaciones de polvo y partículas en áreas de almacenamiento y trabajo.

Propuestas:

Diseñar y establecer áreas de almacenamiento adecuadas y limpias para los materiales y equipos, evitando el contacto directo con el suelo y facilitando su limpieza regular.

Estas áreas de almacenamiento pueden incluir lo siguiente:

Estanterías y racks: Utilizar estanterías y racks diseñados específicamente para el almacenamiento de materiales y equipos. Estas estructuras elevan los elementos del suelo, evitando el contacto directo con el suelo y reduciendo la acumulación de polvo y partículas.

Superficies limpias y resistentes: Diseñar las áreas de almacenamiento con superficies limpias y resistentes, como estantes de acero inoxidable o plástico fácilmente lavables. Esto facilita la limpieza regular de las áreas de almacenamiento y minimiza la acumulación de partículas.

Separación adecuada: Establecer una separación adecuada entre los materiales y equipos almacenados para evitar la fricción y el contacto directo que puedan generar partículas. Esto se puede lograr mediante el uso de separadores, cajas o etiquetas que permitan una fácil identificación y manejo de los elementos almacenados.

Almacenamiento por categorías: Organizar los materiales y equipos en áreas de almacenamiento categorizadas de acuerdo con su tipo, tamaño o frecuencia de uso. Esto facilita la ubicación y el acceso a los elementos necesarios, evitando la necesidad de mover y desordenar otros materiales innecesariamente.

Mantenimiento regular: Establecer un programa de limpieza y mantenimiento regular para las áreas de almacenamiento. Esto implica la eliminación periódica del polvo y la suciedad, así como la inspección de las superficies y estructuras para detectar posibles problemas o necesidades de reparación.

Implementar ventiladores y extractores de polvo en áreas de trabajo donde se generen altas emisiones de partículas, asegurando una adecuada captación y filtrado del aire contaminado.

Los sistemas incluyen componentes como:

Campanas o captadores de polvo: Se colocan cerca de la fuente de emisión de partículas para capturar el polvo en el momento en que se genera. Estas campanas están diseñadas para dirigir el flujo de aire y atrapar las partículas antes de que se dispersen en el ambiente de trabajo.

Conductos de extracción: Se utilizan para transportar el aire contaminado desde las campanas hasta el sistema de filtrado o extracción. Los conductos deben estar correctamente diseñados y dimensionados para garantizar un flujo de aire adecuado y una captación efectiva de las partículas.

Filtros de aire: Se instalan en los sistemas de extracción para filtrar las partículas y el polvo del aire contaminado antes de ser liberado al exterior o recirculado en el ambiente de trabajo. Los filtros pueden ser de diferentes tipos, como filtros de mangas, filtros de cartucho o filtros electrostáticos, dependiendo del tipo de partículas que se deben capturar.

Ventiladores y extractores: Se utilizan para generar un flujo de aire adecuado en el sistema de extracción, asegurando la captación efectiva de las partículas y el transporte del aire contaminado a través de los conductos hacia los filtros.

Seiso (Limpieza):

-Realizar una limpieza regular y sistemática de la fábrica, incluyendo equipos, áreas de trabajo y superficies.

Propuestas:

Establecer un programa de limpieza periódica de los equipos y áreas de trabajo, utilizando métodos y productos adecuados para la remoción de partículas.

Este programa de limpieza periódica implica lo siguiente:

Programación de limpieza: Establecer una frecuencia regular para llevar a cabo la limpieza de los equipos y áreas de trabajo. Esto puede ser diario, semanal, mensual u otro intervalo adecuado según las necesidades y el nivel de generación de partículas.

Métodos de limpieza adecuados: Utilizar métodos de limpieza que sean efectivos para la remoción de partículas. Esto puede incluir el uso de aspiradoras industriales, paños húmedos, cepillos con cerdas suaves o métodos de limpieza en seco, dependiendo del tipo de superficie y las necesidades específicas de cada área o equipo.

Productos de limpieza apropiados: Seleccionar los productos de limpieza adecuados para cada superficie y tarea. Es importante utilizar productos que sean seguros, efectivos y estén diseñados para la remoción de partículas, evitando aquellos que puedan generar contaminantes adicionales o residuos tóxicos.

Enfoque en áreas críticas: Prestar especial atención a las áreas críticas donde se generan y acumulan mayores cantidades de partículas, como cercanías de maquinaria, conductos de ventilación, áreas de almacenamiento de materiales y cualquier otro lugar propenso a la acumulación de polvo.

Capacitación y responsabilidad: Capacitar al personal encargado de la limpieza para que utilice los métodos y productos de manera adecuada, asegurando una limpieza efectiva y segura. Asimismo, establecer responsabilidades claras y asignar personal específico para llevar a cabo las tareas de limpieza programadas.

Tabla: Formato del Cronograma de limpieza

Cronograma de limpieza		
Area:	Responsables	Frecuencia

Produccion

Diaria

Fecha:

__/__/__

Fuente: elaboracion propia

Al establecer un programa de limpieza periódica de los equipos y áreas de trabajo, utilizando métodos y productos adecuados, se busca mantener un entorno de trabajo limpio y libre de partículas que puedan afectar la salud de los trabajadores y la calidad del producto final. Además, contribuye a prevenir la acumulación excesiva de polvo y partículas que podrían generar problemas de calidad, seguridad y eficiencia en la fábrica.

Capacitar al personal en las mejores prácticas de limpieza y asegurarse de que se sigan los procedimientos establecidos.

Esta capacitación implica lo siguiente:

Mejores prácticas de limpieza: Enseñar al personal las técnicas más efectivas y seguras de limpieza para garantizar una eliminación adecuada de las partículas y un entorno de trabajo limpio. Esto puede incluir instrucciones sobre el uso correcto de herramientas y productos de limpieza, el orden apropiado de las tareas, la protección personal necesaria y cualquier otra consideración relevante.

Procedimientos establecidos: Establecer procedimientos claros y detallados sobre cómo llevar a cabo la limpieza en diferentes áreas y equipos de la fábrica. Estos procedimientos deben incluir pasos específicos, requisitos de seguridad, productos recomendados y cualquier otro detalle importante para realizar la limpieza de manera efectiva.

Supervisión y seguimiento: Supervisar regularmente las actividades de limpieza y realizar un seguimiento para asegurarse de que se estén siguiendo los procedimientos establecidos. Esto puede incluir inspecciones periódicas, retroalimentación al personal y correcciones en caso de desviaciones o errores.

Al capacitar al personal en las mejores prácticas de limpieza y asegurarse de que se sigan los procedimientos establecidos, se promueve un nivel consistente de limpieza en toda la fábrica y se garantiza que se cumplan los estándares de seguridad y calidad establecidos. Además, ayuda a crear conciencia sobre la importancia de la limpieza y fomenta una cultura de responsabilidad en el mantenimiento de un entorno de trabajo limpio y seguro.

Seiketsu (Estandarización):

-Establecer estándares y procedimientos claros para mantener un ambiente limpio y libre de partículas en suspensión.

-Promover la cultura de la limpieza y la mejora continua en la fábrica.

Propuestas:

Desarrollar y documentar procedimientos de limpieza y mantenimiento para los equipos y áreas críticas, asegurando que se sigan de manera consistente.

Desarrollo de procedimientos específicos: Crear procedimientos claros y detallados que describan paso a paso cómo llevar a cabo la limpieza y el mantenimiento en cada área crítica y equipo identificado. Estos procedimientos deben incluir información sobre las herramientas necesarias, los productos de limpieza recomendados, las frecuencias de limpieza y cualquier precaución de seguridad relevante.

Documentación por escrito: Registrar los procedimientos de limpieza y mantenimiento en documentos escritos, como manuales o guías. Estos documentos deben estar accesibles para el personal y deben ser claros, concisos y fáciles de entender. Además, es importante asegurarse de que estén actualizados y reflejen las mejores prácticas actuales.

Capacitación del personal: Capacitar al personal involucrado en la limpieza y el mantenimiento sobre los procedimientos documentados. Esto puede incluir sesiones de formación, demostraciones prácticas y oportunidades para realizar preguntas y aclarar dudas. Es fundamental asegurarse de que el personal comprenda y siga los procedimientos establecidos de manera consistente.

Seguimiento y cumplimiento: Supervisar y controlar regularmente la aplicación de los procedimientos de limpieza y mantenimiento en las áreas y equipos críticos. Esto implica realizar inspecciones periódicas, evaluar el cumplimiento de los procedimientos y proporcionar retroalimentación al personal. Si se detectan desviaciones o problemas, se deben tomar medidas correctivas de manera oportuna.

Al desarrollar y documentar procedimientos de limpieza y mantenimiento para los equipos y áreas críticas, y asegurarse de que se sigan de manera consistente, se garantiza un enfoque sistemático y estandarizado para mantener la limpieza, el funcionamiento adecuado y la durabilidad de los equipos clave. Además, se promueve la seguridad, la calidad del producto y la

eficiencia en la fábrica al minimizar el riesgo de fallas o contaminación debido a una limpieza inadecuada o un mantenimiento deficiente.

Implementar programas de capacitación y concientización sobre la importancia de mantener un ambiente limpio y seguro, involucrando a todo el personal.

Estos programas de capacitación y concientización implican lo siguiente:

Sesiones de capacitación: Realizar sesiones de capacitación en las que se explique al personal los beneficios y las razones detrás de mantener un ambiente limpio y seguro. Se pueden abordar temas como la importancia de la higiene, los riesgos asociados a la falta de limpieza, los estándares de seguridad y calidad, y las mejores prácticas de limpieza y mantenimiento.

Participación activa: Fomentar la participación activa de todo el personal en las sesiones de capacitación. Esto implica brindar oportunidades para hacer preguntas, compartir experiencias y contribuir con ideas para mejorar la limpieza y la seguridad en la fábrica. El objetivo es que todos se sientan involucrados y responsables en la creación de un ambiente limpio y seguro.

Comunicación clara: Establecer una comunicación clara y regular sobre los objetivos, los procedimientos y las expectativas relacionadas con la limpieza y la seguridad. Esto puede incluir la distribución de materiales informativos, la publicación de carteles o tableros de anuncios, el uso de boletines internos o cualquier otro medio de comunicación que sea efectivo en la fábrica.

Reconocimiento y recompensas: Reconocer y recompensar los esfuerzos y los logros relacionados con la limpieza y la seguridad. Esto puede incluir reconocimientos individuales o de equipo, incentivos o premios por el cumplimiento de los estándares establecidos, y destacar los ejemplos positivos de comportamiento y compromiso con la limpieza y la seguridad.

Tabla: Registro y Control de Capacitación

CAPACITACION			
Nº ORDEN	DIA	MES	AÑO
CAPACITA:			
TEMA:			
DURACION:			
MODALIDAD:			

Fuente: Elaboración Propia

Al implementar programas de capacitación y concientización sobre la importancia de mantener un ambiente limpio y seguro, involucrando a todo el personal, se busca crear una cultura de limpieza y seguridad en la fábrica. Esto promueve una mayor responsabilidad individual y colectiva en la prevención de riesgos, la mejora de la calidad del trabajo y la promoción de un entorno de trabajo saludable. Además, contribuye al éxito general de la empresa al impulsar la eficiencia, la productividad y la satisfacción de los empleados.

Shitsuke (Disciplina):

-Fomentar una cultura de responsabilidad ambiental y seguridad entre los empleados, destacando la importancia de controlar las emisiones de partículas en suspensión.

Propuestas:

Establecer sistemas de seguimiento y verificación regular de las prácticas de limpieza y mantenimiento establecidas.

Estos sistemas de seguimiento y verificación implican lo siguiente:

Inspecciones regulares: Realizar inspecciones periódicas de las áreas y equipos para evaluar el cumplimiento de los procedimientos de limpieza y mantenimiento. Estas inspecciones pueden ser realizadas por personal designado específicamente o por un equipo de inspección dedicado. Durante las inspecciones, se revisará si se están siguiendo los procedimientos establecidos y se identificarán posibles áreas de mejora o incumplimientos.

Lista de verificación: Utilizar listas de verificación o formularios predefinidos que detallen los pasos y criterios específicos a evaluar durante las inspecciones. Estas listas de verificación pueden incluir elementos como la limpieza de superficies, la organización del área, el estado de los equipos, el cumplimiento de las pautas de seguridad, entre otros aspectos relevantes. El uso de listas de verificación ayuda a estandarizar y estructurar el proceso de evaluación.

Registro de hallazgos: Mantener un registro documentado de los hallazgos y observaciones de las inspecciones. Esto puede incluir anotaciones sobre áreas o equipos que requieren atención, desviaciones o incumplimientos detectados, acciones correctivas tomadas y cualquier otra información relevante. El registro de hallazgos permite un seguimiento efectivo y una documentación adecuada de las acciones tomadas.

Retroalimentación y acción correctiva: Proporcionar retroalimentación a los responsables de la limpieza y el mantenimiento con base en los hallazgos de las inspecciones. Esto implica

comunicar los resultados de las evaluaciones, destacar áreas de mejora y brindar orientación sobre las acciones correctivas necesarias. Es importante asegurarse de que se tomen medidas para solucionar cualquier incumplimiento o deficiencia identificada durante las inspecciones.

Mejora continua: Utilizar los resultados de las inspecciones y los registros de hallazgos para identificar oportunidades de mejora en los procedimientos de limpieza y mantenimiento. Establecer un ciclo de mejora continua en el que se revisen y actualicen los procedimientos, se brinde capacitación adicional según sea necesario y se implementen cambios para optimizar la eficiencia y la efectividad de las prácticas de limpieza y mantenimiento.

Al establecer sistemas de seguimiento y verificación regular de las prácticas de limpieza y mantenimiento establecidas, se asegura que los procedimientos se cumplan de manera constante y que se mantenga un alto nivel de limpieza y mantenimiento en la fábrica. Además, permite detectar y corregir oportunamente cualquier desviación o problema, lo que contribuye a la prevención de riesgos, a la mejora de la calidad y al cumplimiento de los estándares de seguridad y salud ocupacional.