

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA INDUSTRIAL



TEMA:

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE FILTRACIÓN SUSTENTABLE PARA DISMINUIR
EL RIESGO AMBIENTAL EN LA EMPRESA ESPATEX”**

AUTORA: SHEILA MAITÉ CARRIÓN ESPARZA

DIRECTOR: MSC. ING. MARCELO VACAS

IBARRA – ECUADOR

2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DEL CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100510008-4		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Carrión Esparza Sheila Maité		
DIRECCIÓN:	8 de marzo y 19 de abril		
EMAIL:	smcarrione@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062630651	Teléfono móvil:	0987759221

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“DISEÑO DE UN SISTEMA DE FILTRACIÓN SUSTENTABLE PARA DISMINUIR EL RIESGO AMBIENTAL EN LA EMPRESA ESPATEX”
AUTOR (ES):	Carrión Esparza Sheila Maité
FECHA:	Ibarra, 25 de septiembre de 2020
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO PARA EL QUE OPTA:	Ingeniera Industrial
TUTOR / DIRECTOR:	MSc. Ing. Marcelo Vacas



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CONSTANCIAS

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 25 de septiembre de 2020

AUTORA:

A handwritten signature in blue ink, enclosed in a blue circular stamp. The signature is written over a horizontal dashed line.

Sheila Maité Carrión Esparza

C.I. 100510008-4



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

CERTIFICACIÓN DEL AUTOR

MSc. Ing. Marcelo Vacas director del Trabajo de Grado desarrollado por la señorita estudiante **Sheila Maité Carrión Esparza**.

CERTIFICA

Que, el Proyecto de Trabajo de grado titulado **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE FILTRACIÓN SUSTENTABLE PARA DISMINUIR EL RIESGO AMBIENTAL EN LA EMPRESA ESPATEX”**, ha sido elaborado en su totalidad por la señorita estudiante **Sheila Maité Carrión Esparza**, bajo mi dirección, para la obtención del título de **Ingeniera Industrial**. Luego de ser revisada, considerando que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente.

Ibarra, 25 de septiembre de 2020

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Marcelo Vacas', is written over a horizontal dashed line. The signature is stylized and includes a large loop on the left side.

MSc. Ing. Marcelo Vacas

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

DEDICATORIA

A Dios, por estar conmigo en todo momento, por saber guiar mi camino en esta etapa universitaria y sobre todo por bendecir cada uno de mis pasos.

A mis padres Andrés Carrión y Yeseña Esparza, quienes me apoyaron en todo momento, los cuales me dieron sus sabios consejos, por su eterno amor, paciencia, trabajo, sacrificio, por todo el amor que me tienen y por el cual gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí.

A mi hermana Madelyn Carrión, por su apoyo incondicional, por sus consejos que me han servido bastante, por todo su amor.

A mis abuelitos José y Josefa, por apoyarme siempre a cumplir mis sueños y nunca desmayar, por todas sus enseñanzas, consejos y sobre todo sabiduría al saber dirigirme por el camino correcto, en especial a mi abuelita, por ser mi segunda madre.

A mi abuelito Jorge y Carmen, por todos sus consejos, por escucharme, por sus palabras de aliento que hicieron de mí lo que soy ahora.

A mi tío Ricardo Esparza, por sus sabias palabras y consejos que me han servido siempre.

A mi enamorado, por ser paciente, por brindar incondicionalmente su apoyo, comprensión y por brindarme su cariño.

A todos ustedes, con cariño

SHEILA MAITÉ CARRIÓN ESPARZA

AGRADECIMIENTO

A mis padres, hermana, abuelitos y demás familiares por ser mi apoyo, sobre todo por confiar en mí y estar siempre en cada paso que doy, porque muchos de mis logros han sido gracias a ustedes.

A la Universidad Técnica del Norte por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de estudiar y ser una profesional al servicio del pueblo.

Al Ing. Marcelo Vacas MSc por ser mi director de tesis, por sus conocimientos compartidos en esta etapa de titulación.

A cada uno de los docentes de las materias impartidas durante mi estadía en la Universidad Técnica del Norte, por brindarme sus conocimientos y experiencias para formarme académicamente.

Como agradecimiento especial a mi profesora Ing. Jeanette Ureña MSc por su esfuerzo, dedicación y apoyo contribuido en esta tesis.

SHEILA MAITÉ CARRIÓN ESPARZA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN	ii
CERTIFICACIÓN	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
ABREVIATURAS	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
CAPÍTULO I.....	1
1. GENERALIDADES	1
1.1. Descripción del tema a desarrollar	1
1.2. Problema.....	1
1.3. Objetivos	2
1.3.1. Objetivo General.....	2
1.3.2. Objetivos Específicos	2
1.4. Alcance.....	3
1.5. Justificación.....	3

1.6.	Metodología	5
1.6.1.	Diagnóstico calidad del aire	5
1.6.2.	Análisis de la posible ubicación del sistema	5
1.6.3.	Diseño del sistema	5
1.6.4.	Pruebas de funcionamiento.....	5
1.6.5.	Caracterización de calidad de aire para contraste (antes y después)	5
1.6.6.	Tipos de la investigación	5
1.6.6.1.	Investigación Descriptiva - Explicativa	5
1.6.6.2.	Investigación Correlacional	6
1.6.6.3.	Investigación Bibliográfica	6
1.6.6.4.	Investigación de Campo.....	6
1.6.7.	Métodos de Investigación	6
CAPÍTULO II.....		7
2.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7
2.1.	Ergonomía Ambiental	7
2.1.1.	Importancia de la Ergonomía Ambiental.....	7
2.2.	Producción más limpia	7
2.2.1.	Importancia de la producción más limpia.....	8
2.2.2.	Ecobalance.....	8
2.3.	Material particulado	8
2.3.1.	Material particulado menor a 10 micrones (PM10).....	9
2.3.2.	Material particulado menor a 2,5 micrones (PM2,5).....	9

2.3.3.	Material Particulado respirable.....	9
2.3.4.	Material Particulado en empresas.....	10
2.3.5.	Clasificación del material particulado en función del contaminante.....	11
2.4.	Partículas y fibras en suspensión.....	12
2.5.	Ventilación en la industria.....	13
2.5.1.	Ventilación y su importancia en los ambientes interiores	13
2.5.2.	Ventilación natural	13
2.5.3.	Ventilación mecánica o forzada	14
2.6.	Contaminación del aire.....	14
2.7.	Riesgo Ambiental.....	14
2.8.	Calidad del Aire	15
2.9.	Distribución de tamaños de partículas	15
2.10.	SolidWorks.....	15
2.11.	Diseño sustentable.....	16
2.11.1.	Etapas del diseño sustentable.....	16
CAPÍTULO III		18
3.	SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	18
3.1.	Diagnóstico Organizacional	18
3.2.	Descripción de la empresa.....	18
3.3.	Misión.....	18
3.4.	Visión	19
3.5.	Estructura organizativa.....	19

3.6.	Análisis FODA	24
3.7.	Flujo de proceso de producción	29
3.8.	Cursograma analítico de la empresa ESPATEX	31
3.9.	Layout actual de la empresa ESPATEX	29
3.9.1.	Diagrama de recorrido de la empresa Espatex	29
3.10.	Ecobalance	30
3.11.	Materiales y métodos para caracterizar el aire	33
3.11.1.	Aerocet 513s	33
3.12.	Metodología	34
3.12.1.	Caracterización de la calidad del aire	35
3.12.2.	Cálculo del caudal de aire -velocidad de captura.....	36
3.12.3.	Ley de ohm	37
CAPÍTULO IV		39
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1.	Desarrollo de la propuesta.....	39
4.2.	Diseño del sistema de filtración de aire	40
4.3.	Resultados de la caracterización del aire.....	43
4.4.	Análisis estadístico.....	43
4.5.	Resultados del cálculo del caudal de aire -velocidad de captura	46
4.6.	Resultados del cálculo de la ley de ohm	47
CONCLUSIONES.....		48
RECOMENDACIONES		49

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
ANEXOS	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación del material particulado.....	11
Tabla 2: Descripción puesto de trabajo Gerente General.....	20
Tabla 3: Descripción puesto de trabajo Administración financiera.....	21
Tabla 4: Descripción puesto de trabajo Jefe de Producción.....	22
Tabla 5: Descripción puesto de trabajo Operadores.....	23
Tabla 6: Descripción puesto de Asistente de almacén.....	24
Tabla 7: Análisis FODA.....	25
Tabla 8: Matriz de evaluación de factores internos.....	26
Tabla 9: Matriz de evaluación de factores externos.....	27
Tabla 10: Ecobalance del proceso productivo empresa textil.....	32
Tabla 11: Medición de material particulado en la empresa ESPATEX.....	35
Tabla 12: Medición de material particulado (PM) en la empresa ESPATEX.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Curva de fracciones respirable, torácica e inhalable de material particulado.....	10
Figura 2: Capacidad de entrada de las partículas en el organismo en función de su tamaño	13
Figura 3: Distribución de masa de partícula por tamaño idealizada	15
Figura 4: Organigrama organizativo	19
Figura 5: Posición estratégica empresa textil ESPATEX	28
Figura 6: Diagrama OTIDA del área de producción de la empresa ESPATEX	30
Figura 7: Cursograma analítico de la empresa textil.....	28
Figura 8: Layout de la empresa ESPATEX	29
Figura 9: Diagrama de recorrido de la empresa ESPATEX.....	30
Figura 10: Aerocet 513S	34
Figura 11: Diseño de un sistema de filtración, vista superior	40
Figura 12: Diseño de un sistema de filtración, vista isométrica	41
Figura 13: Diseño de un sistema de filtración, vista lateral	42
Figura 14: Diseño de un sistema de filtración, vista posterior	42
Figura 15: Gráfico de todas las muestras analizadas.....	44
Figura 16: Datos estadísticos por autores.....	45
Figura 17: Medidas de variación.....	46

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Planilla de campo- Monitoreo de material particulado	54
Anexo 2: Plano base del diseño	55
Anexo 3: Plano canal de ajuste	56
Anexo 4: Plano tapa frontal	57
Anexo 5: Plano tapa superior	58
Anexo 6: Plano marco exterior	59
Anexo 7: Plano bisagra 1 y 2	60
Anexo 8: Plano diseño de un sistema de filtración sustentable	61
Anexo 9: Construcción de las piezas para el diseño	62
Anexo 10: Construcción del diseño de filtración sustentable	63
Anexo 11: Diseño del sistema incluido el no tejido de lana de oveja.....	64
Anexo 12: Mediciones a la entrada con el equipo Aerocet 513s	65
Anexo 13: Mediciones a la salida con el equipo Aerocet 513s.....	66
Anexo 14: Filtro después de las mediciones	67

ABREVIATURAS

TULSMA	Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PM	Material Particulado
CAD	Diseño asistido por computadora
CAI	Calidad del Aire en Interiores
PNCA	Plan Nacional de la Calidad del Aire

RESUMEN

El presente trabajo de grado se realizó en la fábrica ESPATEX productora de boinas, sombreros y campanas 100% lana de oveja, el cual surge por la necesidad de realizar un diseño de filtración sustentable para el proceso de lijado, el cual genera material particulado que no sobrepasa los 2,5 micrones, exponiendo a los trabajadores a un riesgo ambiental tomando como referencia la norma TULSMA. El objetivo principal es diseñar un sistema de filtración sustentable para disminuir el riesgo ambiental de la empresa.

El proyecto inició con el desarrollo de los fundamentos teóricos, continuando con el desarrollo de la metodología acerca de la calidad del aire, aplicadas en empresas textiles. Se caracteriza la empresa, identificando el proceso productivo del área de producción, se determinó la medición del área de lijado de producción con el instrumento de medición de material particulado, Aerocet 513S, se analizó la información sobre el estado actual de la calidad del aire en el área de estudio y se compararon con los parámetros establecidos en la norma TULSMA, norma con la que se basó esta investigación. Al constatar que no se cumplen con los valores límites permisibles, se propone un diseño que consta de la caracterización del aire, el cual consiste implementar un no tejido utilizándolo como filtro para que no permita el paso de material particulado, desarrollado mediante el programa de diseño CAD 3D Solidwork 2019. Seguidamente se realizó el análisis de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos de la empresa. Posterior a la caracterización del aire en el área de producción, se obtuvo como resultado una mejora de la calidad del aire, permitiendo el cumplimiento de la norma mencionada anteriormente.

ABSTRACT

This degree work was carried out in the ESPATEX factory that produces 100% sheep wool berets, hats and bells, which arises from the need to carry out a sustainable filtration design for the sanding process, which generates particulate material that does not exceeds 2,5 microns, exposing workers to an environmental risk taking the TULSMA standard as a reference. The main objective is to design a sustainable filtration system to reduce the environmental risk of the company.

The project began with the development of the theoretical foundations, continuing with the development of the methodology about air quality, applied in textile companies. The company is characterized, identifying the productive process of the production area, the measurement of the production sanding area was determined with the particulate material measuring instrument, Aerocet 513S, the information on the current state of air quality was analyzed in the study area and were compared with the parameters established in the TULSMA standard, the standard on which this research was based. When verifying that the permissible limit values are not met, a design that consists of the characterization of the air is proposed, which consists of implementing a non-woven using it as a filter so that it does not allow the passage of particulate material, developed through the design program CAD 3D Solidwork 2019. This was followed by the air quality monitoring analysis and data management of the company. After characterizing the air in the production area, an improvement in air quality was obtained, allowing compliance with the aforementioned standard.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1. Descripción del tema a desarrollar

Las actividades textiles de la empresa ESPATEX se desarrollan en diferentes etapas, las cuales implica la generación de cantidades elevadas de material particulado sin tratar, por lo cual es necesario buscar alternativas para poder tratar el material particulado que existe en dicha empresa.

La investigación se desarrolló en la fábrica textil ESPATEX la cual se especializa en la producción de boinas, campanas y sombreros 100% de lana de oveja para después comercializarla a escuelas, institutos militares, fuerzas armadas y clientes en general. El proceso que implica material particulado fuera de los límites permisibles de calidad del aire en la transformación de la lana es el proceso de lijado, en la cual se encuentra la máquina lijadora (operación número 9) Máquina que se encarga de quitar toda la lana restante de la campana para que tenga un aspecto más fino.

Por esta razón se desarrolló una investigación para realizar un diseño de un sistema de filtración sustentable para disminuir el riesgo ambiental de la empresa ESPATEX. Buscando que el diseño implique bajos costos por el mismo hecho de utilizar un despilfarro de la empresa, el cual es el fieltro de lana de oveja, éste se pondrá a consideración del gerente de la empresa para su implementación inmediata en la empresa.

1.2. Problema

La empresa ESPATEX es un fábrica imbabureña que cuenta con una experiencia de 25 años en la industria textil ecuatoriana, se dedica a la producción de boinas, campanas y sombreros 100% de lana de oveja, para escuelas, institutos militares, fuerzas armadas y clientes en general, brindando satisfacción y comodidad al cliente.

El área de producción de la empresa ESPATEX cuenta con 14 máquinas para el procesamiento de la lana, el mismo que emite material particulado que está constituido por pequeñas fibras de lana de oveja y otras impurezas que contaminan el ambiente para sus trabajadores. El proceso de lijado expone a los trabajadores a un ambiente de riesgo ambiental, en el cual la calidad del aire sobrepasa los valores límites permisibles de material particulado menor a 2,5 micrones, lo que podría provocar el riesgo de sufrir una enfermedad respiratoria.

El tamaño de las partículas se encuentra directamente vinculado con el potencial para provocar problemas de salud, en otras palabras, estas partículas son inhaladas inmediatamente. Las partículas pequeñas de menos de 10 micrómetros de diámetro presumen los mayores problemas de salud debido a que pueden llegar a la profundidad de los pulmones, y algunas hasta pueden alcanzar el torrente sanguíneo.

La CAI (Calidad de Aire de Interiores) se refiere a la contaminación de aire dentro de edificios, locales comerciales e industrias, como un problema ambiental relativamente nuevo, debido a que los contaminantes de interiores pueden ocasionar efectos a la salud. (Castañeda, 2003)

Por lo tanto, el presente trabajo de grado pretende disminuir el riesgo ambiental en la empresa ESPATEX, mediante el mejoramiento de la calidad del aire con un filtro de no tejido de lana.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Diseñar un sistema de filtración sustentable para disminuir el riesgo ambiental en la empresa ESPATEX.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Analizar las referencias bibliográficas existentes que sustenten el tema de investigación.

- Caracterizar la calidad de aire interior para determinar el grado de contaminación existente en el área de producción.
- Diseñar un sistema de filtración de aire para la disminución del riesgo ambiental.
- Demostrar la mejora de la calidad del aire mediante la utilización del no tejido de lana de oveja.

1.4. Alcance

A través del presente estudio se propone mejorar la calidad del aire del proceso de lijado del área de producción de la empresa ESPATEX, que cuenta con 14 procesos los cuáles sirven para elaboración de boinas, campanas y sombreros 100% de lana de oveja, se hará mediante la utilización del no tejido de lana de oveja en un sistema de filtración para disminuir el riesgo ambiental, cabe recalcar que este tejido es un desperdicio que genera el área de cosido de la empresa.

La mejora de la calidad del aire le permitirá a la empresa ESPATEX disminuir el riesgo de causar impacto ambiental en sus trabajadores y el medio ambiente.

1.5. Justificación

ESPATEX es una empresa ecuatoriana consolidada desde 1994 ubicada en la ciudad de Ibarra dedicada a la elaboración de boinas y sombreros 100% lana de alta calidad para unidades educativas, colegios militares, fuerzas armadas y clientes en general. Buscando siempre la excelencia de sus productos para satisfacción del cliente. Enfocándose en la sustentabilidad con criterios económicos, sociales y ambientales.

Según PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente), La producción más limpia tiene como objetivo prevenir y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente en el que se puede aplicar a procesos, productos y servicios. Cada empresa sabe cuáles son los procesos que realiza y las herramientas, máquinas y materiales que necesita para la realización de sus productos o servicios, por ende, tiene organizados sus procesos productivos

los cuales pueden o no ser los adecuados es allí donde radica la importancia de la producción más limpia para que la empresa puede ejercer sus funciones correctamente, teniendo ahorros significativos tanto en lo económico como las materias primas, agua y energía.

Según el Anexo 4 del libro VI (Texto unificado de legislación secundaria de medio ambiente, 2017), el promedio aritmético de la concentración de material particulado cuyo diámetro aerodinámico es menor a 2,5 micrones (PM_{2,5}), de todas las muestras en un año no deberá exceder de quince microgramos por metro cúbico (15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), o el promedio aritmético de monitoreo continuo durante 24 horas no deberá exceder de sesenta y cinco microgramos por metro cúbico (65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Por otra parte, el trabajo de titulación se enmarca en lo que dice el Objetivo No. 5 del Plan Nacional de Desarrollo, Toda una vida, el cual indica que el Estado debe “Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria que busca el desarrollo de una adecuada política industrial promoviendo la productividad, la competitividad y el uso de la tecnología potencializando las cadenas productivas del país”. (Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida, 2017).

Por lo anteriormente mencionado la empresa se beneficiará con la introducción de la producción más limpia a través de métodos de protección al ambiente, ya que le permitirá aumentar su productividad una vez mejorada la calidad del aire en el área de producción mediante la utilización del no tejido de lana de oveja en un sistema de filtración para disminuir el riesgo ambiental en la empresa.

1.6. Metodología

1.6.1. Diagnóstico calidad del aire

Mediante la utilización del equipo Aerocet 513S, se evaluará la calidad del aire en el interior del área de estudio.

1.6.2. Análisis de la posible ubicación del sistema

El sistema será ubicado en un lugar estratégico, para evitar causar enfermedades laborales en los trabajadores.

1.6.3. Diseño del sistema

Se realizará un conjunto de estudios para conseguir un sistema de filtrado que se adecue en la empresa objeto de estudio, mediante el programa de diseño 3D CAD SolidWorks.

1.6.4. Pruebas de funcionamiento

Se evaluará la eficiencia de la máquina mediante la utilización del equipo de medición de material particulado.

1.6.5. Caracterización de calidad de aire para contraste (antes y después)

Se demostrará la mejora de la calidad del aire mediante una comparación de los resultados obtenidos en las pruebas hechas antes y después de la utilización del sistema de filtración de aire.

1.6.6. Tipos de la investigación

La investigación que se ejecutará en la empresa textil ESPATEX será descriptiva, explicativa, correlacional, bibliográfica y de campo.

1.6.6.1. Investigación Descriptiva - Explicativa

Permite la descripción, interpretación, comprensión y explicación de la situación actual en la que se encuentra la empresa ESPATEX, con la finalidad de mejorar la calidad del aire en el área de lijado de la empresa mediante la utilización del no tejido de lana de oveja en un sistema de filtración para disminuir el riesgo de una enfermedad laboral.

1.6.6.2. Investigación Correlacional

Este tipo de investigación ayudará a relacionar el taller de producción de la empresa con la mejora de la calidad del aire en el área de producción (Díaz, 2006).

1.6.6.3. Investigación Bibliográfica

Se apoya en la información escrita sobre el tema en libros, revistas, diarios, informes escritos, los mismos que permitirán hacer la recolección y análisis de la información, para luego ser utilizada (Cordón, López, & Vaquero, 2001).

1.6.6.4. Investigación de Campo

Es de campo porque recoge información y evidencias directas en la empresa ESPATEX, las mismas que permitirán realizar un diagnóstico para realizar el diseño del equipo de filtración de aire. (Tamayo, 2004)

1.6.7. Métodos de Investigación

En la presente investigación se utilizarán los siguientes métodos: inductivo, analítico sintético y deductivo.

1.6.7.1. Método Inductivo

El método inductivo, permitirá obtener las conclusiones de la investigación a partir del análisis de los datos que se recojan de la empresa.

1.6.7.2. Método de Analítico Sintético

Este método se empleará para manejar el análisis de cada una de las partes que forman la investigación para luego sintetizarlas y emitir juicios de valores.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Ergonomía Ambiental

La Ergonomía Ambiental es la rama de la Ergonomía, encargada del estudio de los factores ambientales, generalmente físicos, los cuales forman parte del ambiente de trabajo en el que la persona se encuentre laborando que se relacionan con la seguridad de todo el personal que se encuentre en la empresa. (Maestre, 2015)

2.1.1. Importancia de la Ergonomía Ambiental

Se relaciona con el estudio del trabajo en correlación con el ambiente al cuál están expuesto los trabajadores. La importancia de pasar la jornada laboral en un ambiente saludable es un aspecto que se ve reflejado en cada empresa para poder cuidar adecuadamente la postura y salud del obrero gracias a la implantación de políticas contra la prevención de riesgos laborales las cuales ayudan a que las condiciones de trabajo sean las adecuadas y así poder evitar accidentes que puedan ser provocados al realizar cada tarea. La ergonomía ambiental ayuda al diseño y evaluación de puestos y estaciones de trabajo, con el fin de incrementar el desempeño, seguridad y confort de quienes laboran en ellos. (Álvarez Crespo, Crespo Almeida, & Henríquez Hernández, 2016)

2.2. Producción más limpia

La producción más limpia es una estrategia ambiental, que está encaminada hacia los procesos productivos, productos y servicios, con la finalidad de reducir el impacto de la contaminación ambiental, siendo en sí, una herramienta para el manejo integrado de los controles ambientales, identificando aquellas acciones de mejora, donde la empresa pueda contribuir con el medio ambiente y de esta manera ser más eficiente y productiva, ayudando siempre a la mejora continua de los sistemas ambientales y sociales de la empresa. Esto se logra

mediante la utilización de las materias primas, la disminución de emisiones, y la reducción de riesgos para la salud humana.

La producción más limpia supone que ser responsable medioambientalmente, no significa encarecer los procesos productivos, en dichos casos es todo lo contrario, se trata de una oportunidad para mejorar la competitividad de las empresa. (Van Hoof, Monroy, & Saer, 2018)

2.2.1. Importancia de la producción más limpia

La producción más limpia tiene un papel muy importante dentro de los procesos, centrándose en los planes de producción, el objetivo de la implementación de P+L en una empresa, es la utilización eficiente de los recursos. Generando un ahorro de materias primas, agua y energía, eliminación, reducción de materias peligrosas y sobre todo las emisiones contaminantes; es decir, reducir la cantidad de residuos y el grado de contaminación de los mismos. Estableciendo pautas y principios para la protección ambiental, obteniendo en sí, beneficios económicos, y al mismo tiempo mejorando el desempeño ambiental contribuyendo de esta manera a un sistema de gestión ambiental. (Guapo Suárez, 2016)

2.2.2. Ecobalance

Es una herramienta de análisis que, a través de los datos e información cuantitativa recolectada, permite la caracterización de puntos críticos de la empresa; mediante su uso, es posible identificar las áreas, procesos u operaciones que simbolizan ineficiencias. Esta herramienta de información y decisión permite registrar, evaluar y reflejar los impactos ambientales de cualquier proceso o de toda la empresa. (Aranguren, Delgado, Hamidiam, & Correa, 2017)

2.3. Material particulado

El material particulado es un tema que ha tomado relevancia a lo largo de los últimos años, ya que éste se define como el conjunto de partículas sólidas y/o líquidas que están en la atmósfera, éstas se originan de fuentes naturales o antropogénicas las cuales poseen propiedades

físicas, químicas y termodinámicas. Se estudia el conjunto de partículas sólidas y líquidas emitidas directamente al aire, tales como el hollín de diesel, polvo de vías, el polvo de la agricultura y las partículas resultantes de procesos productivos. (Arciniégas Suárez, 2012)

2.3.1. Material particulado menor a 10 micrones (PM10)

Según el Anexo 4 del libro VI (TULSMA, Texto unificado de legislación secundaria de medio ambiente, 2017), el promedio aritmético de la concentración de PM10 de todas las muestras en un año no deberá sobrepasar de cincuenta microgramos por metro cúbico ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). La concentración máxima en 24 horas, de todas las muestras colectadas, no deberá sobrepasar ciento cincuenta microgramos por metro cúbico ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$), valor que no podrá ser excedido más de dos veces en un año.

2.3.2. Material particulado menor a 2,5 micrones (PM2,5)

Según el Anexo 4 del libro VI (TULSMA, Texto unificado de legislación secundaria de medio ambiente, 2017), se ha establecido que el promedio aritmético de la concentración de PM 2,5 de todas las muestras en un año no deberá sobrepasar de quince microgramos por metro cúbico ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$). La concentración máxima en 24 horas, de todas las muestras colectadas, no deberá sobrepasar sesenta y cinco microgramos por metro cúbico ($65 \mu\text{g}/\text{m}^3$), valor que no podrá ser excedido más de dos veces en un año.

2.3.3. Material Particulado respirable

Se precisa como material particulado respirable a toda partícula tanto sólida como líquida que sea capaz de permanecer suspendida en la atmósfera por un tiempo determinado y preciso para ingresar al sistema respiratorio humano, estas partículas se caracterizan por poseer un tamaño inferior a los 10 micrómetros μm . El material particulado está entre los 6 contaminantes más importantes y de efectos adversos en la salud humana.

Se dice que partículas de 10 micrómetros de diámetro son respirables y que se penetran en las vías respiratorias y llegan solamente hasta la región torácica retenidas ahí mientras que la

fracción fina de MP 2,5 son partículas más pequeñas a comparación a los MP 10 (partículas de 10 micrómetros de diámetro) ya que estas se penetran más a fondo en el sistema respiratorio pudiendo llegar a los pulmones y alvéolos. Lo que caracteriza a las partículas pequeñas es que éstas pueden permanecer mucho tiempo en la atmósfera haciéndolas más susceptibles que la fracción gruesa como podemos observar en la figura 1:

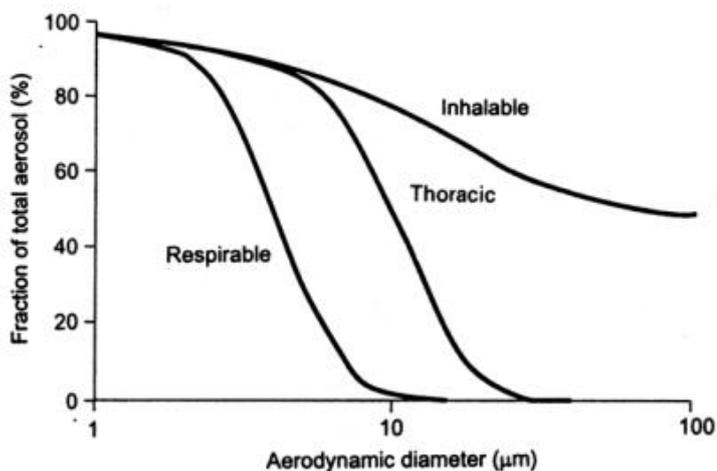


Figura 1: Curva de fracciones respirable, torácica e inhalable de material particulado

Fuente: (Lidén, 2007)

El impacto que tiene el material particulado sobre el sistema pulmonar es reversible sobre la función respiratoria, estos efectos son causa de la concentración ambiental, composición y características de la exposición, por esto las personas expuestas a este material deben tomar las debidas precauciones. La contaminación por Material Particulado 2,5 contiene sólidos microscópicos que pueden penetrar profundamente en los pulmones y causar daños en la salud. (Lidén, 2007)

2.3.4. Material Particulado en empresas

La contaminación en espacios cerrados o llamados de interiores, son a menudo un tema de vital importancia a la hora de hablar sobre calidad del aire, porque dicho contaminante en este caso las partículas flotantes que permanecen en el ambiente de trabajo perjudican la salud del obrero o el área dónde se labora. La calidad del aire de empresas textiles es un tema de investigación que ha tomado una creciente importancia en calidad del aire, debido a que los

trabajadores de empresas textiles son susceptibles al impacto de los contaminantes existentes en el aire ya que permanecen horas en el interior de la fábrica. (Romero Placeres, Diego Olite, & Álvarez Toste, 2006)

2.3.4.1 Material particulado en empresas textiles

El sector industrial textil requiere periódicamente la valoración de los determinantes de material particulado, visto que, en las organizaciones, evidentemente se conoce que existe contaminación en el ambiente laboral, se evalúa poco el nivel de exposición al que son sometidos los trabajadores. Las empresas textiles deben ser cautelosas con los procesos que abarcan riesgo de contaminación ambiental, tomando en cuenta, que en el sector textil es donde se genera mayor cantidad de material particulado. (Rosales, Viteri, Rivera , & Comas, 2015)

2.3.5. Clasificación del material particulado en función del contaminante

Según la norma ecuatoriana de la calidad del aire, las concentraciones de contaminantes y periodo de tiempo que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire se lo define en la tabla 1:

Tabla 1: *Clasificación del material particulado*

Contaminante y Período de Tiempo	Alerta	Alarma	Emergencia
Monóxido de Carbono Concentración promedio en ocho horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	15000	30000	40000
Ozono Concentración promedio en ocho horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	200	400	600
Dióxido de Nitrógeno Concentración promedio en una hora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1000	2000	3000
Dióxido de Azufre Concentración	200	1000	1800

promedio en veinticuatro horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
Material Particulado PM10	250	400	500
Concentración en veinticuatro horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
Material Particulado PM2.5	150	250	350
Concentración en veinticuatro horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			

Fuente: (Ambiente, 2018)

De acuerdo con el Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente manifiesta que: Está constituido por material sólido o líquido en forma de partículas, con excepción del agua no combinada, presente en la atmósfera. Se designa como PM2,5 al material particulado cuyo diámetro aerodinámico es menor a 2,5 micrones. Se designa como PM10 al material particulado de diámetro aerodinámico menor a 10 micrones. (Ambiente, 2018)

2.4. Partículas y fibras en suspensión

El tamaño de las partículas que se encuentran dispersos en el aire se expresa generalmente en micras. El efecto final es variable, en función de la composición química y del tamaño de las partículas. En ambientes interiores, las partículas de más de 10 μm de diámetro se consideran generalmente como polvo. Si éstas disminuyen son capaces de llegar a mayor profundidad del sistema respiratorio, las partículas de diámetro inferior a 1 μm son capaces de alcanzar los alvéolos y difundirse al resto del cuerpo a través de la sangre como se observa en la figura 2:

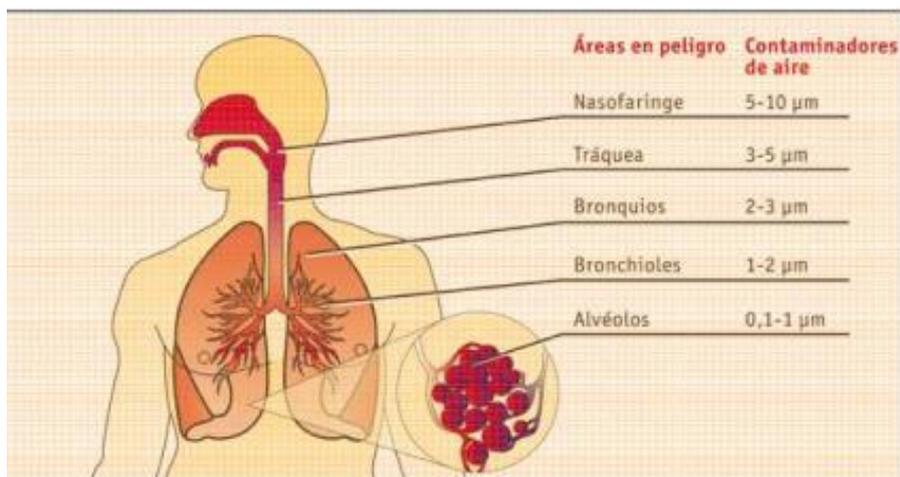


Figura 2: Capacidad de entrada de las partículas en el organismo en función de su tamaño

Fuente: (Ruiz Ruiz & García Sanz, 2015)

2.5. Ventilación en la industria

La utilización de la ventilación en la industria está muy extendida, entendiéndose como tal, que la ventilación en general es un término empleado que hace referencia al suministro o extracción de aire de una zona, local o edificio. Para que no exista contaminación en el ambiente laboral es necesario que exista ventilación en las instalaciones donde la persona ejerza sus labores. (Solé Busquet, 2018)

2.5.1. Ventilación y su importancia en los ambientes interiores

Ventilación es el proceso de proveer aire limpio y eliminar aire viciado ya sea por medios naturales y/o mecánicos el cual irá controlando la calidad de aire interior. La ventilación puede ser: ventilación natural, por infiltración o por ventilación forzada, la importancia de ésta en la calidad de aire interior es significativa ya que si existe deficiencia provocaría numerosos problemas en el área de trabajo, por la cual debe existir una correcta ventilación. (Fuentes Freixanet & Rodríguez Viqueira, 2004)

2.5.2. Ventilación natural

La ventilación natural se da a través de las aberturas de los espacios, ya sean puertas, ventanas, vanos, tiros, etc. La ventilación natural puede ser originada por dos causas: por presiones debidas al viento y por diferencias de temperatura, y por lo tanto de densidad del aire,

entre el exterior y el interior. Ambas fuerzas pueden actuar de manera independiente o combinadas (Fuentes Freixanet & Rodríguez Viqueira, 2004)

2.5.3. Ventilación mecánica o forzada

Es aquella que utiliza sistemas mecánicos para lograr el intercambio de aire. Este tipo de ventilación es sobre el cual se tiene más control, tanto en el flujo de intercambio de aire, su distribución y acondicionamiento artificial. Sin embargo, no es recomendable desde el punto de vista de la salud, bienestar y confort de los ocupantes, así como por su alto consumo energético. (Fuentes Freixanet & Rodríguez Viqueira, 2004)

2.6. Contaminación del aire

La calidad del aire se ha deteriorado porque a medida que la industria avanza la contaminación del aire también, por lo que cada industria debe saber el grado de contaminación que emite sobre el ambiente. Una de las principales contaminaciones del aire es el particulado, en el cual se identifican: polvo, humo, vapores y neblina, las condiciones del particulado en un sitio especial varía varias veces al día, haciendo que el particulado sea nocivo para la salud dependiendo el grado de micras que contenga.

La única forma de protegerse del particulado es no acudir a sitios en donde exista mayor concentración de éste, o en caso de que se visite el sitio se debe usar mascarillas con filtro, incluso inhalar oxígeno de tanques portátiles. (Baca Urbina, Romero Vallejo, & Cruz Valderrama, 2014)

2.7. Riesgo Ambiental

Se denomina riesgo ambiental a la posibilidad de que por forma natural o por acción humana se produzca daño en el medio ambiente. Sin embargo, desde la perspectiva del TULSMA, el riesgo se define como un efecto de incertidumbre, por lo que implica tanto efectos potenciales negativos como positivos, es decir amenazas y oportunidades.

2.8. Calidad del Aire

El mal uso que se le da a un edificio o área dónde se labora referente a la calidad del aire es muy a menudo, ya que puede provocar en algunos casos molestias o síntomas que corresponden a la definición de una enfermedad. La principal responsable es la contaminación de diversos tipos presentes en el área de trabajo lo que suele nombrarse como “mala calidad del aire en interiores”. (Solá, 2012)

2.9. Distribución de tamaños de partículas

Uno de los factores que incide en la peligrosidad de las partículas atmosféricas en suspensión es el tamaño de estas. Cada fuente de emisión tiende a tener una composición química y tamaño determinados. En la Figura 3 se muestra una distribución idealizada de masa de partículas por tamaños, en ella se puede evidenciar la distinción convencional entre partículas finas y partículas gruesas.

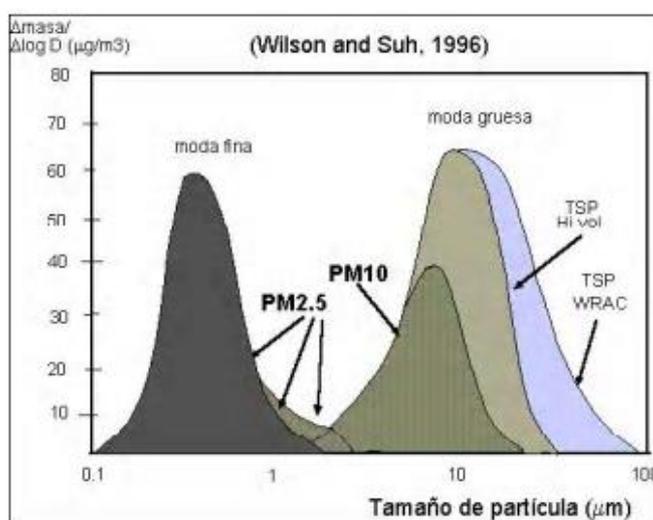


Figura 3: Distribución de masa de partícula por tamaño idealizada

Fuente: (Lillo, 2015)

2.10. SolidWorks

Sistema de análisis de diseño asistido por computadora, que ofrece soluciones de simulación para análisis estáticos lineales, y no lineales, de frecuencia y de optimización. Asimismo, permite resolver problemas para cualquier empresa que requiera su uso, de manera eficaz.

Todas las funciones de fabricación perspicaz que ofrece SolidWorks están diseñadas para permitir a las organizaciones diseñar productos mejores, de forma más vertiginosa y de manera más rentable. (Prieto, Marcas, & Escobar, 2016)

2.11. Diseño sustentable

El diseño sustentable podría definirse como el diseño que tiene en cuenta los aspectos ambientales en todos los niveles de producción. Tiene como objetivo fabricar productos que aporten el menor impacto posible en el ecosistema a lo largo de todo el ciclo de vida, ayudando de esta manera al incentivo de generación de ideas sustentables con el ambiente. (Solfa & Lagunas, 2011).

2.11.1. Etapas del diseño sustentable

Todos los métodos de diseño sustentable se basan en etapas generales del producto de desarrollo. En sí la estructura básica no cambia, pero se tiene en cuenta los criterios ambientales:

2.11.1.1. Preparación del proyecto

Se instaura el equipo del proyecto se elige el producto a diseñar y se determinan los factores que ayudan a su fabricación, recopilando toda aquella información para el desarrollo del producto.

2.11.1.2. Información ambiental

Se toma un producto que se va a fabricar y se establecen los aspectos ambientales, se analizan las prioridades y los aspectos en los que debemos centrarnos para la mejora de la empresa.

2.11.1.3. Ideas de mejora

Las ideas de mejora se deben priorizar y evaluar para la solución a problemas existentes en nuestro entorno, ya que ayudan a las empresas a ser más productivas con reducción de costos, resultados eficaces, etc.

2.11.1.4. Producto en detalle

Se concretan todos los detalles para el nuevo producto: piezas, materiales, dimensiones exactas, fabricación.

2.11.1.5. Plan de acción

Se precisan las medidas de mejora ambiental a medio y largo plazo a aplicar el producto en la empresa.

2.11.1.6. Evaluación

Se evalúan los resultados una vez ya terminado el producto sustentable ya valorado anteriormente.

CAPÍTULO III

3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1. Diagnóstico Organizacional

Este capítulo abarca, la descripción de la empresa, misión, visión, estructura organizativa, análisis FODA, el flujograma de procesos de la línea de producción textil, el análisis de la calidad del aire en interiores del área de producción de la empresa, lugar donde se desarrolló el proyecto; además se describe la maquinaria, mano de obra y materia prima empleada en la producción de boinas, sombreros

3.2. Descripción de la empresa

ESPATEX es una fábrica ecuatoriana, consolidada desde 1994 ubicada en la ciudad de Ibarra, dedicada a la elaboración de boinas y sombreros 100% lana de oveja de alta calidad para unidades educativas, institutos militares, fuerzas armadas y clientes en general. Buscando siempre la excelencia de sus productos para satisfacción del cliente. Enfocándose en la sustentabilidad con criterios económicos, sociales y ambientales.

3.3. Misión

Ser una empresa innovadora en el norte del país, en la elaboración y comercialización de boinas y sombreros 100% lana de oveja satisfaciendo las necesidades y requerimientos de los clientes, proporcionando productos de alta calidad y acordes a su disposición; así mismo, ser partícipes del desarrollo de la economía nacional, brindando oportunidad de trabajo a la población económicamente activa del país”. Para ello se contará con personal capacitado, motivado, comprometido con una tecnología de punta de acuerdo con las exigencias del mercado actual, con un precio justo y calidad 100% que nos distingue de los demás.

3.4. Visión

La empresa “ESPATEX” tiene como visión para el año 2025 ser una empresa competitiva líder en su campo de acción, tanto nacional como internacional; con gente visionaria, preparada, creativa y comprometida que disfrute trabajar para brindar productos innovadores obteniendo clientes satisfechos tanto con la atención como con el producto.

3.5. Estructura organizativa

El organigrama organizativo, indicado en la figura 4, representa el diagrama jerárquico de los puestos de trabajo que componen a la empresa textil, entre los altos cargos de la empresa se encuentra el gerente general, quien fue la persona encargada de dar su criterio como especialista para la realización del proyecto, luego se encuentra el administrador financiero, el jefe de producción y los operadores.

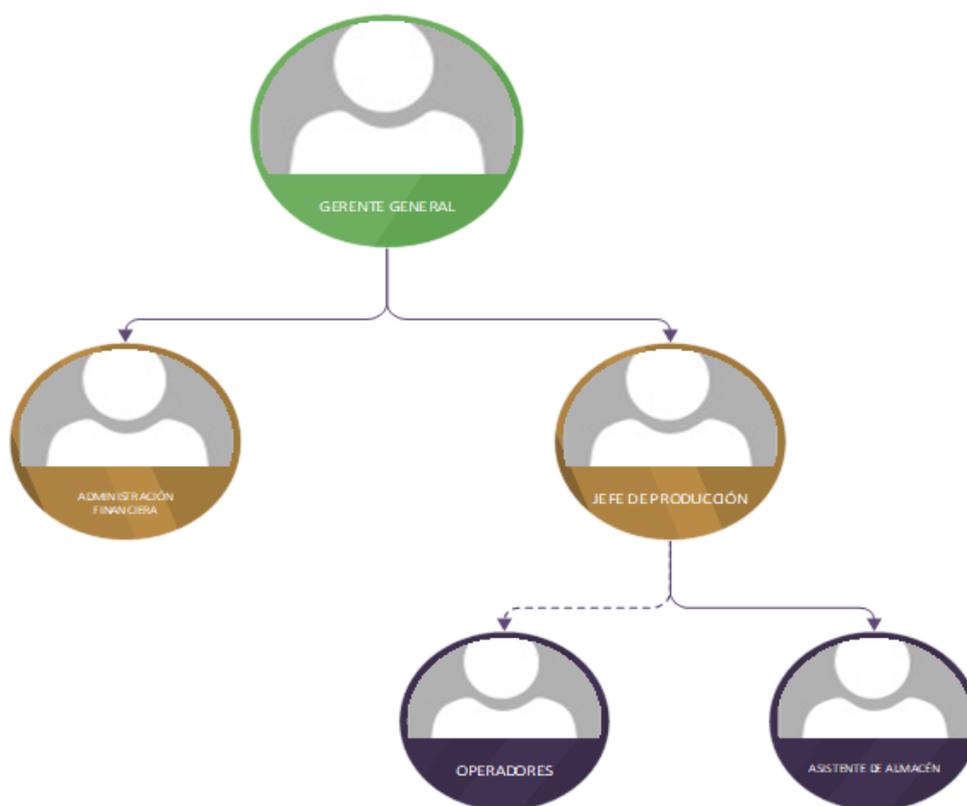


Figura 4: Organigrama organizativo

Fuente: (Carrión, 2020)

A continuación, se describe brevemente las funciones que desempeñan cada uno de los miembros que conforman la empresa textil:

Gerente General: Planifica, informa, coordina y controla las operaciones generales llevadas a cabo en la empresa. (Ver tabla 2).

Tabla 2: Descripción puesto de trabajo Gerente General.

	Código:	DP01
	Elaborado por:	Sheila Carrión
	Fecha de emisión:	18/08/2020
INFORMACIÓN BÁSICA		
Nombre del puesto	Gerente General	
Área o Departamento	Gerencia General	
Jefe inmediato superior	-	
Supervisa a	Administración financiera y Jefe de producción	
DESCRIPCIÓN DEL PUESTO		
Planificar, informar, coordinar y controlar las operaciones generales llevadas a cabo en la empresa. Para desempeñar este cargo satisfactoriamente, debes ser un líder y tomar decisiones con seguridad, además de ser productivo para aumentar la productividad.		
OBJETIVO DEL PUESTO		
Planificar los objetivos generales y específicos de la empresa a corto y largo plazo, mediante indicadores llevados a cabo por la empresa, para cumplimiento de los mismos.		
FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Planear, organizar, gestionar, ejecutar y supervisar las actividades técnicas, administrativas, operativas, económicas y financieras. 2. Dirigir y controlar las funciones administrativas de la empresa 3. Realizar estrategias para el cumplimiento de las metas. 4. Coordinar la programación de actividades. 5. Autorizar las compras y las ventas. 6. Mantener el correcto funcionamiento de la empresa en general. 		

Fuente: (Carrión, 2020)

Administración financiera: Administra los recursos económicos para cada uno de los proyectos operativos, además de actuar como coordinador de talento humano. (Ver tabla 3).

Tabla 3: Descripción puesto de trabajo Administración financiera.

	Código:	DP02
	Elaborado por:	Sheila Carrión
	Fecha de emisión:	18/08/2020

INFORMACIÓN BÁSICA

Nombre del puesto	Administración Financiera
Área o Departamento	Gestión Financiera
Jefe inmediato superior	Gerente General
Supervisa a	-

DESCRIPCIÓN DEL PUESTO

Actuar como asesor e instrumento funcional, en materia financiera del gerente general de quien depende. Este puesto se encarga de establecer las políticas y procedimientos financieros que hayan de aplicarse en la empresa.

OBJETIVO DEL PUESTO

Administrar los recursos económicos para cada uno de los proyectos operativos que la empresa requiera, mediante indicadores financieros, para su debido cumplimiento.

FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES

1. Buscar, encontrar y ubicar los recursos que necesita la empresa: Las fuentes o financiamientos y los inversionistas que mantendrán a flote la empresa.
2. Distribuir los fondos entre las diversas áreas de la empresa.
3. Analizar los estados financieros y velar por su puntualidad y confiabilidad
4. Brindar asesoramiento financiero.
5. Mantener un sano equilibrio entre liquidez y rentabilidad

Fuente: (Carrión, 2020)

Jefe de producción: Establece y controla el proceso productivo y supervisa a los obreros que intervienen. (Ver tabla 4).

Tabla 4: Descripción puesto de trabajo Jefe de Producción

	Código:	DP03
	Elaborado por:	Sheila Carrión
	Fecha de emisión:	18/08/2020

INFORMACIÓN BÁSICA

Nombre del puesto	Jefe de Producción
Área o Departamento	Producción
Jefe inmediato superior	Gerente General
Supervisa a	Operadores y Asistente de almacén

DESCRIPCIÓN DEL PUESTO

Diseñar y desarrollar el plan de producción textil llevado a cabo en la empresa, acorde con el plan estratégico

OBJETIVO DEL PUESTO

Establecer y controlar el proceso productivo mediante el cumplimiento de los objetivos de la empresa para su eficiencia.

FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES

1. Gestionar los materiales y los trabajadores de la empresa textil.
2. Vigilar y hacer cumplir lo establecido con el plan estratégico.
3. Supervisión de los procesos de producción.
4. Control de stocks
5. Gestionar los recursos materiales
6. Búsqueda de estrategias para aumentar la eficiencia y eficacia de la producción.
7. Innovación y diseño de productos.

Fuente: (Carrión, 2020)

Operadores: Son los encargados de controlar e inspeccionar el estado de las máquinas que intervienen en el proceso productivo para la posterior elaboración del producto terminado. (Ver tabla 5).

Tabla 5: Descripción puesto de trabajo Operadores.

	Código:	DP04
	Elaborado por:	Sheila Carrión
	Fecha de emisión:	18/08/2020
INFORMACIÓN BÁSICA		
Nombre del puesto	Operadores	
Área o Departamento	Producción	
Jefe inmediato superior	Jefe de producción	
Supervisa a	-	
DESCRIPCIÓN DEL PUESTO		
Los operarios son los encargados de llevar un correcto funcionamiento en el área de producción de la empresa.		
OBJETIVO DEL PUESTO		
Controlar la maquinaria utilizada en las diferentes etapas de producción, y en caso de que algo marche mal, deberá detener la máquina.		
FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Seguir instrucciones de supervisores para realizar las tareas encomendadas. 2. Manipulación y transporte de materiales. 3. Manejo de toda la maquinaria. 4. Despejar zonas de obras de materiales peligrosos u obsoletos. 5. Informar de problemas o condiciones poco seguras. 6. Tener conocimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales. 7. Ser responsable con su trabajo y lo que conlleva. 		

Fuente: (Carrión, 2020)

Asistente de almacén: Es el encargado de realizar labores de auxilio y apoyo al jefe de producción como registrar, tramitar los reportes, formatos y documentos propios de su especialidad que determine la empresa. (Ver tabla 6).

Tabla 6: Descripción puesto de Asistente de almacén

	Código:	DP05
	Elaborado por:	Sheila Carrión
	Fecha de emisión:	18/08/2020
INFORMACIÓN BÁSICA		
Nombre del puesto	Asistente de almacén	
Área o Departamento	Logística	
Jefe inmediato superior	Jefe de producción	
Supervisa a	-	
DESCRIPCIÓN DEL PUESTO		
<p>Este puesto tiene como propósito recepción de materiales y elaboración de paquetes para la salida de inventario, en la vigilancia para mantener el buen estado de los insumos. Asimismo, deberá tomar todas las precauciones necesarias para garantizar el bienestar de su persona y de sus compañeros, respetando las leyes laborales y de seguridad establecidas por la empresa.</p>		
OBJETIVO DEL PUESTO		
<p>Receptar los insumos, artículos y materiales mediante plantillas de recepción de materiales, para su clasificación y acomodo en las distintas áreas que requiera la empresa.</p>		
FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Coordinar la recepción de materiales Revisar y organizar los materiales y equipos recibidos, todo esto con la finalidad de despachar a tiempo. 2. Manejo de inventarios 3. Apoyar operativamente al Jefe de producción y operadores en el manejo y control del inventario. 4. Carga y descarga mercancía. 5. Realizar el pesado, revisión y registro en el sistema de los productos. 6. Coordinar y supervisar la limpieza del área de almacenamiento de producto. 		
Fuente: (Carrión, 2020)		

3.6. Análisis FODA

En el diagnóstico situacional de la empresa participaron: la alta gerencia, las jefaturas y conductora investigadora del trabajo de investigación, como herramienta se utiliza el análisis

FODA, tomando en cuenta tanto los aspectos externos compuesto por las oportunidades y amenazas, y los aspectos internos compuesto por las fortalezas y debilidades de la empresa.

En la tabla 7 se indica el análisis FODA, en el cual, dentro de los aspectos internos de la organización se encuentran 4 fortalezas y debilidades; y dentro de los aspectos externos se encuentran 4 oportunidades y amenazas. Una de las principales fortalezas de la empresa es la capacidad de adaptarse a los requerimientos del cliente lo que le permite ofrecer un producto con estándares de calidad. Entre las amenazas con que la empresa debe adaptarse está la imitación del producto, y baja inversión del gobierno en empresas del sector privado textil.

Tabla 7: Análisis FODA

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
ASPECTOS INTERNOS	El producto que ofrece está hecho de fibra natural 100% lana de oveja.	Capacidad de crecimiento en ventas limitado
	El portafolio de productos es variado tanto en artículos como en presentaciones.	Elevados costos de producción y baja productividad comparada con otros países del mismo sector industrial.
	Cuenta con diseños exclusivos y buena calidad	No tiene implementado el marketing para los productos que ofrece.
	Flexibilidad de adaptación a los requerimientos del cliente	Falta de mayor concentración en la industria textil del Ecuador
	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
ASPECTOS EXTERNOS	Bajos costos de materia prima	Política gubernamentales no favorables y cambiantes. (Pandemia).
	Los acuerdos comerciales del Ecuador-AITE	El mercado textil en Ecuador está decreciendo
	Capacidad de innovación y desarrollo de nuevos productos.	Imitación del producto
	La calidad del producto está garantizada por los procesos de producción de la empresa.	Aumento del precio de la materia prima

Fuente: (Carrión, 2020)

Para realizar el análisis situacional de los factores internos, se utilizó la matriz de evaluación de factores internos, en la cual se asigna a cada factor un peso de acuerdo con su importancia, luego se le asigna una calificación de 1 a 5 a cada factor, tomando en cuenta que uno es la mínima calificación posible y cinco la mayor, esta calificación representa cuan efectivas son las estrategias actuales de la empresa textil ante cada factor.

En la tabla 8 se indica la matriz de evaluación de factores internos, el peso y la calificación de las 4 fortalezas y debilidades de la empresa se determinó en un trabajo conjunto con el gerente de ingeniería textil quien intervino con su criterio de especialista en el tema; la capacidad de adaptarse a los requerimientos de los clientes es la fortaleza con mayor peso específico debido a que la empresa tiene la capacidad de realizar los productos innovadores con las especificaciones que los clientes solicitan ; la debilidad con mayor peso específico es la falta de concentración en la industria textil del Ecuador, esto se debe a que la empresa no cuenta con un plan de marketing.

Tabla 8: *Matriz de evaluación de factores internos*

Matriz de Evaluación de Factores Internos	Peso	Calificación	Calificación Ponderada
FORTALEZAS			
El producto que ofrece está hecho de fibra natural 100% lana de oveja.	20%	5	1
El portafolio de productos es variado tanto en artículos como en presentaciones.	10%	4	0,4
Cuenta con diseños exclusivos y buena calidad	30%	4	1,2
Flexibilidad de adaptación a los requerimientos del cliente	7%	5	0,35
DEBILIDADES			
Capacidad de crecimiento en ventas limitado	10%	4	0,4
Elevados costos de producción y baja productividad comparada con otros países del mismo sector industrial.	10%	3	0,3

No tiene implementado el marketing para los productos que ofrece.	9%	3	0,27
Falta de mayor concentración en la industria textil del Ecuador	4%	3	0,12
TOTAL	100%		4,04

Fuente: (Carrión, 2020)

La calificación total ponderada de 4,04 se obtuvo al sumar la calificación ponderada de cada una de las fortalezas y debilidades identificadas en la empresa textil, al ser la calificación total ponderada superior a la media indica que la empresa está establecida, reforzando sus fortalezas y reduciendo gradualmente sus debilidades.

Para realizar el análisis situacional de los factores externos se utilizó la matriz de evaluación de factores externos, en la cual se asigna a cada factor un peso de acuerdo con su importancia, luego se le asigna una calificación de uno a cuatro a cada factor tomando en cuenta que uno es la mínima calificación posible y cinco la mayor, la calificación representa cuan efectivas son las estrategias actuales de la empresa ante cada factor externo.

En la tabla 9 se indica la matriz de evaluación de factores externos, el peso y la calificación de las 4 fortalezas y debilidades de la empresa, se determinó en un trabajo conjunto con el gerente de ingeniería textil, quien intervino con su criterio de especialista en el tema; la oportunidad con mayor peso específico que se debe aprovechar, es bajos costos de mano de materia prima; la baja inversión del gobierno en empresas privadas es la amenaza con mayor peso específico, debido a que la empresa ESPATEX no cuenta con convenios con el sector público.

Tabla 9: *Matriz de evaluación de factores externos*

Matriz de Evaluación de Factores Externos	Peso	Calificación	Calificación Ponderada
OPORTUNIDADES			
Bajos costos de materia prima	8%	3	0,24
Los acuerdos comerciales del Ecuador- AITE	12%	3	0,36

Capacidad de innovación y desarrollo de nuevos productos.	15%	5	0,75
La calidad del producto está garantizada por los procesos de producción de la empresa.	30%	3	0,9
AMENAZAS			
Políticas gubernamentales no favorables y cambiantes. (Pandemia).	4%	2	0,08
El mercado textil en Ecuador está decreciendo	16%	2	0,32
Imitación del producto	5%	3	0,15
Aumento del precio de la materia prima	10%	4	0,4
TOTAL	100%		3,2

Fuente: (Carrión, 2020)

La calificación total ponderada de 3,2 se obtuvo al sumar, la calificación ponderada de cada una de las oportunidades y amenazas identificadas, al ser la calificación total ponderada superior a la media, indica que la empresa está aprovechando las oportunidades y reduciendo las amenazas, teniendo que mejorar de forma considerable el segundo apartado.

En la figura 5 se indica la posición estratégica de ESPATEX, primero se identifican los cuatro cuadrantes posibles en los que se puede ubicar la organización, luego de realizar el análisis FODA y evaluar las matrices se estableció, que la posición estratégica de la empresa textil se encuentra en el cuarto cuadrante, donde la empresa es competitiva en el mercado, dado que la posición de los factores internos es más fuerte que la posición de los factores externos.



Figura 5: Posición estratégica empresa textil ESPATEX

Fuente: (Carrión, 2020)

3.7. Flujo de proceso de producción

Dentro del área de producción de la empresa textil ESPATEX se fabrican dos productos hechos 100% de lana de oveja los cuáles siguen un orden específico, esto se muestra a través de la elaboración de diagramas de procesos OTIDA (Operación, Transporte, Inspección y Almacenamiento).

En la figura 6 se indica el diagrama OTIDA de los productos, en el cual se detalla; tres almacenamientos uno de materia prima, almacenamiento de producto (campanas) y el otro de producto terminado. Cuatro transportes, entre el área de lavado, tinturado, lijado y cosido, también con 3 demoras; demora de 120, 25 y 20 minutos, La empresa cuenta con 14 procesos los cuales son: carbonizado, lavado, apertura y mezcla, cardado, campanado, planchado, batanado, tinturado, entorchado, lijado, sacudido, moldeado, cosido y estampado. Dos operaciones combinadas; la primera el proceso de tinturado y la otra el proceso de cosido y dos inspecciones de calidad que se la realiza en el área de cardado y otra inspección de estampado.



Figura 6: Diagrama OTIDA del área de producción de la empresa ESPATEX

Fuente: (Carrión, 2020)

El proceso de carbonizado se encarga de quemar de las impurezas de la lana en el cual se emplea un trabajador y una máquina, a continuación de esto se procede a lavar la lana por medio de mezclas ácidas para que salga toda impureza y que la lana quede casi limpia empleando un trabajador y una máquina, en el proceso de apertura y mezcla se abren y mezclan las fibras, la lana pasa por la abridora que es una máquina que le abre a la lana y hace caer las impurezas sobrantes del proceso anterior empleando un trabajador y una máquina. En el proceso de cardado se encarga de paralelizar, limpiar y eliminar las impurezas de la lana para continuación convertir a la lana en un velo empleando un trabajador y una máquina, en el proceso de

campanado una vez que se obtiene el velo procedemos a envolver en un cono hasta que tenga un aspecto de vellón campanado, este cono es recortado por la mitad, el momento que es cortado el cono pasa a formar 2 campanas en el cuál usa un trabajador y una sóla máquina, en el proceso de planchado las campanas o conocidas como boinas pasan a la máquina planchadora la cual con su vibración y vapor le fieltra a la campana es decir le hace dura, usando un trabajador y una máquina, en el proceso de batanado se encoje y compacta las campanas para reducir el tamaño de la misma, en el cuál hay un obrero y una máquina, en el proceso de tinturado se traslada a la campana a la máquina tinturadora en la cual se le da color, usando un obrero y un máquina, en el proceso de entorchado se encarga de dar moldeamiento a la campana, en éste proceso hay un trabajador y una máquina, el proceso de lijado quita toda la lana restante de la campana para que esta tenga un aspecto más fino, hay un trabajador y una máquina en éste proceso, en el proceso de sacudido se elimina el polvo de la lijada para dar un aspecto de brillantado a las campanas habiendo en éste proceso un obrero y una máquina, en el proceso de moldeado las campanas pasan a los moldes de boinas acompañados de vapor, se deja en el molde una media hora para que le dé forma, en este proceso hay un obrero y una máquina, en el proceso de cosido se procede a la costura del filo de la boina o sombrero y luego el estampado y empaquetado; en este proceso se encuentra un obrero y una máquina.

3.8. Cursograma analítico de la empresa ESPATEX

En el área de estudio de la empresa textil, se expone la sucesión de los hechos, que sigue el proceso para la elaboración de boinas, campanas y sombreros, resulta que, este diagrama analítico representa gráficamente el orden en que ocurren las operaciones, las inspecciones, los transportes, las demoras y los almacenamientos durante el proceso, para la elaboración de la materia prima como lo es la lana de oveja, en el que nos detalla el tiempo necesario y sobre todo la distancia recorrida en el área de estudio como podemos observar el la figura 7.

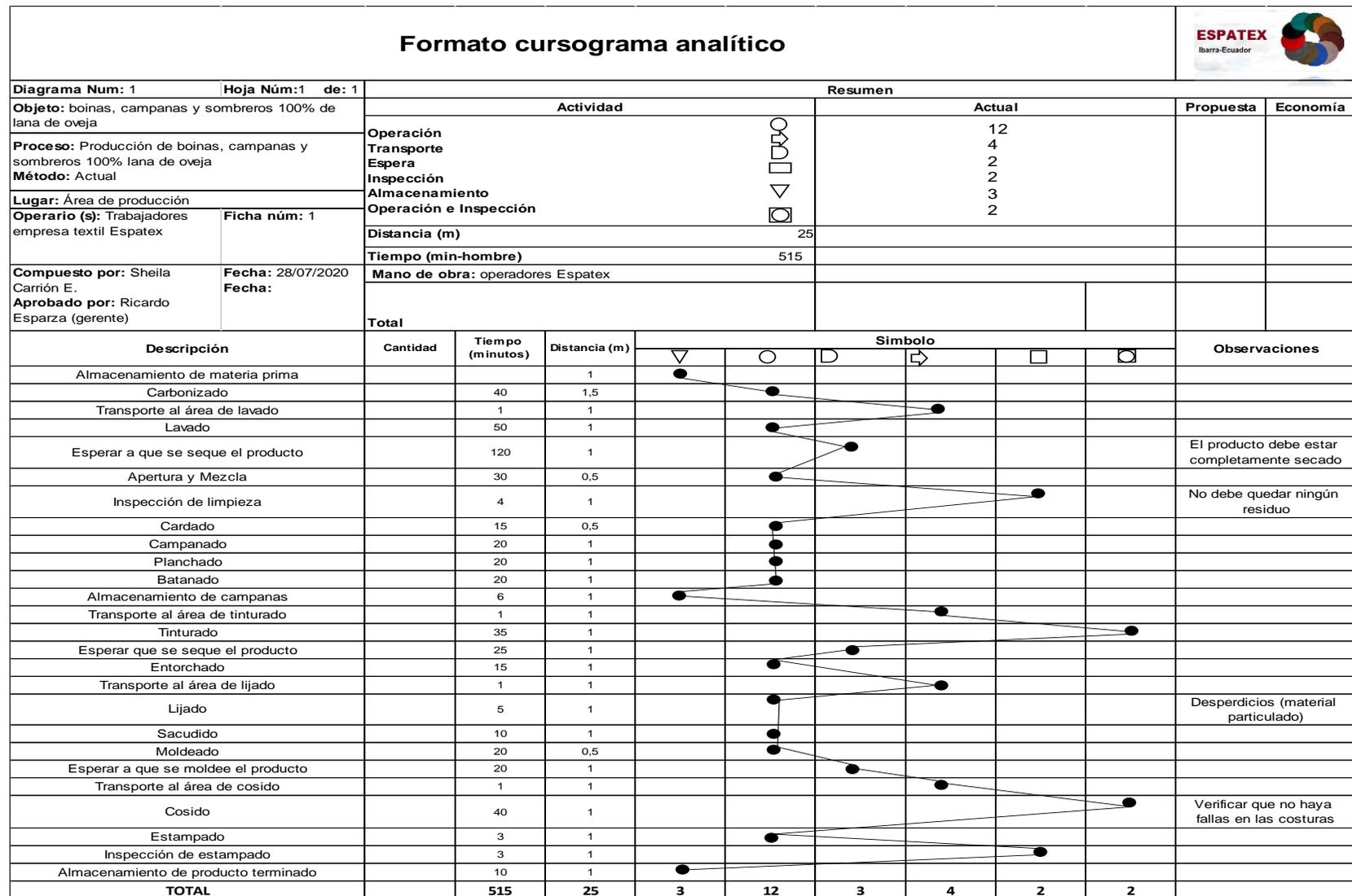


Figura 7: Cursograma analítico de la empresa textil

Fuente: (Carrión, 2020)

3.9. Layout actual de la empresa ESPATEX

Las instalaciones de la empresa ESPATEX se encuentran distribuidas de la siguiente manera. En la figura 8, se muestra el layout de la parte frontal de la empresa, en la cual se ubica la entrada y salida a la empresa, la bodega de materia prima y producto terminado de los productos, el área de fabricación del producto, en dónde se encuentran los procesos de carbonizado, lavado, apertura y mezcla, cardado, campanado, planchado, batanado, tinturado, entorchado, lijado, sacudido, moldeado, cosido y estampado. El diseño de un sistema de filtración será ubicado en la parte central del área de estudio, pues colocándolo en este sitio se podrá obtener un mejor resultado para medición de las partículas flotantes concentradas en el área de producción, y así obtener los resultados deseados.

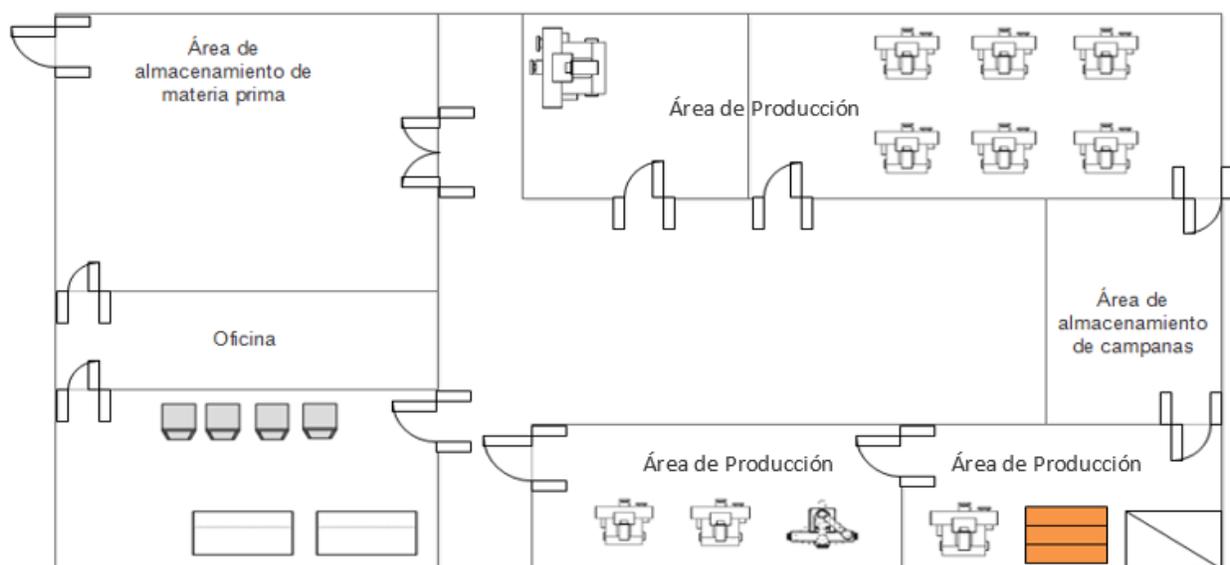


Figura 8: Layout de la empresa ESPATEX

Fuente: (Carrión, 2020)

3.9.1. Diagrama de recorrido de la empresa Espatex

Con base en el área de estudio, que es el área de producción de la empresa textil Espatex, se desarrolló el diagrama de recorrido. La figura 9 muestra, el diagrama de recorrido de la línea de

producción, este diagrama indica el camino que se deberá seguir, para la producción de boinas, campanas y sombreros 100% de lana de oveja, al desarrollar el diagrama se comprobó la organización de los departamentos de producción, según el flujo productivo, lo que permite la disminución del costo total de transporte del objeto de trabajo.

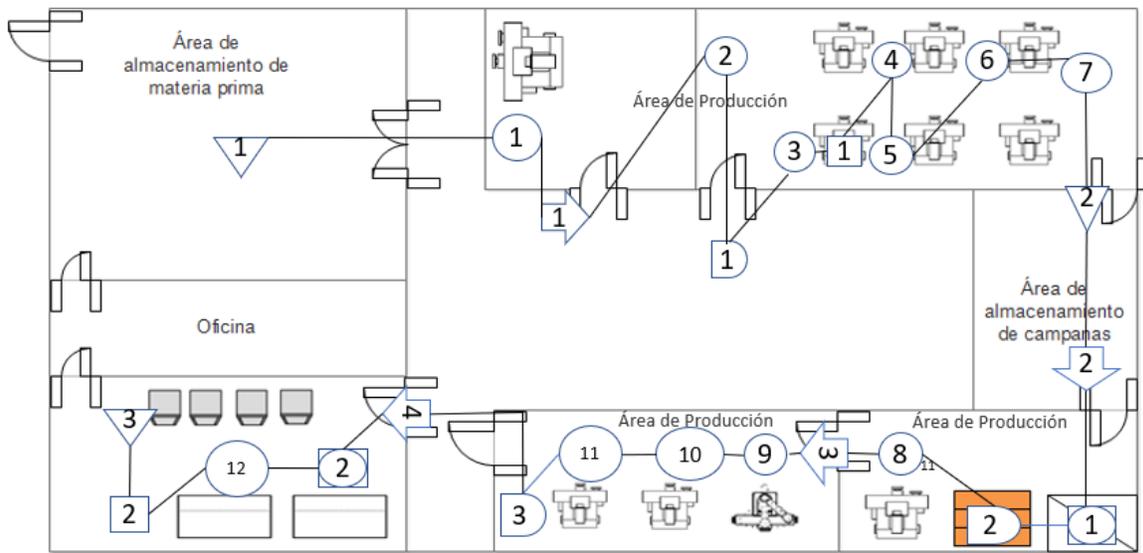


Figura 9: Diagrama de recorrido de la empresa ESPATEX

Fuente: (Carrión, 2020)

3.10. Ecobalance

El proceso productivo de la empresa textil, se ve reflejado mediante la herramienta de análisis Ecobalance, determinando las fronteras del proceso productivo a ser analizado, mostrando el diagnóstico de todas las entradas y salidas del proceso y ver cuál está generando ineficiencia en la empresa, basándose en el principio de la conservación de la materia; primero empezamos con la lana sin procesar (200 gramos) como salida tenemos lana carbonizada, generando un desperdicio de 2% de lana, quedando 196 gramos, luego entra al proceso de lavado, en el cual a la salida tenemos una lana totalmente lavada (sin ningún desperdicio generado), pasando al proceso de apertura y mezcla tenemos como salida que la lana es abierta y mezclada las fibras, caen las

impurezas sobrantes 0,5 %, quedando 195 gramos, se pasa al proceso de cardado en el cual la salida es de lana paralelizada y convertida en velo (sin ningún desperdicio generado), quedando 195 gramos, en el proceso de campanado, tenemos a la salida lana con forma de campana (sin ningún desperdicio generado, quedando 195 gramos, posterior el proceso de planchado, el cual a la salida da una campana totalmente dura (desperdicio del 3%), quedando 189 gramos, en el proceso de batanado a la salida tenemos una boina compactada (sin ningún desperdicio generado), en el proceso de tinturado entra 0,5 % de tintura, lo cual a la salida la boina sale con color y ganando un peso de 190 gramos, en el proceso de entorchado tenemos como salida una boina tamaño estándar (sin ningún desperdicio generado) quedando 190 gramos, en el proceso de lijado, nos da a la salida una boina con aspecto más fino (desecho del 5,10 % de material particulado generado, siendo este proceso el más contaminante en el área de producción, quedando 180,3 gramos, en el proceso de sacudido, tenemos como salida una boina con aspecto elegante (ningún desperdicio generado, quedando 180,3 gramos), en el proceso de moldeado a la salida tenemos una boina dada textura en cada uno de los moldes, quedando 180,3 gramos, en el proceso de cosido, tenemos a la salida una boina etiquetada y con detalles finales (generando un desperdicio del 4%, quedando 173 gramos), finalmente en el área de estampado la boina es estampada y lista para la venta (sin ningún desperdicio generado). Cabe recalcar que los datos obtenidos para la realización del ecobalance fueron a partir de una entrevista realizada al gerente de la empresa textil como se lo especifica en el anexo 15.

Los datos a nivel de detalle se ven reflejados en la tabla 10.

Tabla 10: *Ecobalance del proceso productivo empresa textil*

ENTRADAS	PROCESO	SALIDAS
Lana sin procesar (200 gramos)	Carbonizado	Lana carbonizada (desperdicio de 2% lana, queda 196 gramos)
Lana carbonizada (desperdicio de 2% lana, queda 196 gramos)	Lavado	Lana totalmente lavada (sin ningún desperdicio generado)
Lana totalmente lavada (sin ningún desperdicio generado)	Apertura y mezcla	Lana abierta y mezclada las fibras, caen las impurezas sobrantes 0,5%, queda 195 gramos
Lana abierta y mezclada las fibras, caen las impurezas sobrantes 0,5%, queda 195 gramos	Cardado	Lana paralelizada y convertida en velo, (sin ningún desperdicio generado, quedando 195,gramos)
Lana paralelizada y convertida en velo, (sin ningún desperdicio generado, quedando 195gramos)	Campanado	Lana con forma de campana (sin ningún desperdicio generado, quedando 195 gramos)
Lana con forma de campana (sin ningún desperdicio generado, quedando 195 gramos)	Planchado	Campana totalmente dura (desperdicio del 3%, quedando 189 gramos)
Campana totalmente dura (desperdicio del 3%, quedando 189 gramos)	Batanado	Boina compactada (sin ningún desperdicio generado)
Boina compactada (sin ningún desperdicio generado, (entra 0,5 % de tintura)	Tinturado	Boina con color, ganando peso con 190 gramos
Boina con color, ganando peso con 190 gramos	Entorchado	Boina tamaño estándar (sin ningún desperdicio generado, quedando 190 gramos)
Boina tamaño estándar (sin ningún desperdicio generado, quedando 190 gramos)	Lijado	Boina con aspecto más fino (desecho del 5,10% de material particulado generado, quedando 180,3 gramos)
Boina con aspecto más fino (desecho del 5,10% de material particulado	Sacudido	Boina con aspecto elegante (ningún

generado, quedando 180,3 gramos)		desperdicio generado, quedando 180,3 gramos)
Boina con aspecto fino (ningún desperdicio generado, quedando 180,3 gramos)	Moldeado	Boina dada textura en cada uno de los moldes (ningún desperdicio generado, quedando 180,3 gramos)
Boina dada forma en cada uno de los moldes (ningún desperdicio generado, quedando 186 gramos)	Cosido	Boina etiquetada y con detalles finales (generando un desperdicio del 4%, quedando 173 gramos)
Boina etiquetada y con detalles finales (generando un desperdicio del 4%, quedando 173 gramos)	Estampado	Boina estampada, lista para la venta (sin ningún desperdicio generado)

Fuente: (Carrión, 2020)

3.11. Materiales y métodos para caracterizar el aire

Para dar inicio a las pruebas de medición, éstas se efectúan cuando la maquinaria de la empresa textil está en funcionamiento, es decir el día martes, día que la empresa pone a funcionamiento esta maquinaria, se procederá a ir por el área de estudio con el equipo de medición mencionado posteriormente, el cuál arrojará resultados para ser procesados y se tomarán en cuenta para percibir en dónde se colocará el diseño de filtración sustentable.

A continuación, se describe el equipo utilizado en la investigación y el procedimiento para obtener los valores de emisiones del área de estudio.

3.11.1. Aerocet 513s

Este equipo proporciona conteos o mediciones de PM en masa. Se usará para medir las partículas que entran en el equipo diseñado por mi persona una vez implementado el filtro de lanada de oveja.



Figura 10: Aerocet 513S

Fuente: (instruments, 2012)

3.12. Metodología

La investigación tuvo como propósito determinar los valores del material particulado que produce el área de lijado de producción de la empresa ESPATEX, cómo incide en los trabajadores de la empresa textil y el medio ambiente, para el desarrollo de la investigación se utilizó el método investigativo, mismo que hace referencia a la concentración de material particulado existente en el área de estudio, para obtener los valores de emisiones se basó en la planilla de campo-monitoreo de material particulado como se observa en el anexo 1, establecido para ejecutar las mediciones de este tipo de partículas mediante el equipo Aerocet 513S. Mediante el método analítico se procedió al análisis y comparación de los valores obtenidos de este equipo, haciendo referencia a la normativa del Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental, y el Plan Nacional de Calidad del Aire.

El software de diseño 3D CAD SolidWorks 2019 se utilizó para la elaboración del diseño, especificar cada uno de los parámetros que debe llevar el diseño para su funcionamiento.

Se utilizó también el programa “PAST Statistics 4” para medir la confiabilidad de las muestras tomadas mediante el equipo de medición, análisis de los datos estadísticos y gráficos en donde se muestra la factibilidad de este proyecto.

También se requirió, mediante datos específicos recolectados en el estudio, la utilización de fórmulas matemáticas para establecer diferentes datos en el diseño del sistema de filtración sustentable mediante el no tejido de lana de oveja.

3.12.1. Caracterización de la calidad del aire

Una vez obtenidas las muestras, las cuales fueron facilitadas por los instrumentos de medición con la ayuda de la empresa ESPATEX, la cual ayudó para la recolección de los datos basándose en que:

Para la obtención de las muestras de material particulado, es necesario seguir un proceso de diagnóstico y vigilancia de la calidad del aire. Los que se encuentran en el PNCA (PLAN NACIONAL DE LA CALIDAD DEL AIRE), donde se implanta la prevención y control de la calidad del aire, para una cabal ejecución del mismo.

Se caracterizó el material particulado existente en el proceso de lijado; es decir el área de estudio, arrojando una serie de datos para ver la calidad del aire del área estudiada, mediante el equipo Aerocet 513s, el cual determinó que el tamaño de la partícula es de 0,3 micrones y el valor promedio de entrada en ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), es de 79,41 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), para el análisis de la situación actual se tomó como referencia el día que la empresa mantiene prendida la máquina, como puede verse en la tabla 11, y como se especifica en el anexo 1.

Tabla 11: *Medición de material particulado en la empresa ESPATEX*

Medición de Material Particulado (MP) en la empresa ESPATEX	
Número de mediciones	Tamaño de la micra (0,3) Valor de entrada ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	82,03
2	76,01
3	78,00
4	85,05
5	75,00
6	74,06

7	76,30
8	82,21
9	81,06
10	78,20
11	85,58

Fuente: (Carrión, 2020)

3.12.2. Cálculo del caudal de aire -velocidad de captura

Para conocer el caudal necesario, se debe conocer previamente la velocidad de paso del aire, y la sección por donde éste va a circular. De estas dos cuantificaciones, la velocidad del aire es la más difícil de determinar. Por este motivo se suelen establecer previamente diferentes rangos de velocidad teniendo en cuenta la utilización que se le va a dar posteriormente al sistema de ventilación. La velocidad del aire es un parámetro muy significativo, ya que éste nos servirá para obtener datos requeridos en el análisis de los resultados, primero calculamos el área de los dos extractores para poder medir el caudal de aire (S&P, 2017)

$$A = \pi \times r^2 \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde:

A = Área del círculo

$\pi = 3,14159$

r^2 = Radio al cuadrado

Posterior se realiza el cálculo de la velocidad de los extractores, mediante la ecuación (3):

$$\frac{\text{metros}}{\text{minuto}} = \pi \times rpm \times \emptyset \quad \text{Ecuación (2)}$$

Donde:

$\pi = 3,14159$

rpm = revoluciones por minuto

\emptyset = Diámetro

La fórmula general para calcular el caudal de aire, de los extractores, para poder dar paso de aire a la máquina diseñada para resolver el problema en el proceso de lijado es:

$$Q = V \times S \quad \text{Ecuación (3)}$$

Donde:

Q = Es el caudal de aire

V = Velocidad

S = Sección

Para calcular el periodo del diámetro de los extractores tenemos que, el período mide el tiempo que se tarda en dar una vuelta completa los extractores y se lo mide en segundos. Es la inversa de la frecuencia:

$$T = \frac{1}{f} \quad \text{Ecuación (4)}$$

Donde:

T = Periodo (s)

f = Frecuencia (Hz)

3.12.3. Ley de ohm

Esta fórmula, es importante para la relación de corriente medida en amperios que circula por el diseño de filtración sustentable, la cual es igual a la diferencia de voltaje, entre la resistencia que encuentra esa corriente en el conductor. Esto lleva a que, para que exista una corriente eléctrica en el conductor, es importante que haya un diferencial de voltaje entre dos puntos. Mientras la resistencia sea mayor, menos corriente fluye el diseño. (Mecafenix, 2018)

Mediante la siguiente ley de ohm se va a calcular los siguientes datos que son proporcionados por los valores de los extractores que son usados para elaboración del diseño sustentable:

Datos proporcionados:

- 110 voltios
- 100 miliamperios
- 60 Hertz
- 2300 RPM

$$R = \frac{V}{I}$$

Ecuación (5)

Donde:

R = Es la resistencia en ohmios (Ω)

V = Es la tensión en voltios (V)

I = Es la intensidad en amperios (A)

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Desarrollo de la propuesta

El presente diseño se refiere a un sistema de filtración sustentable, para su elaboración se utilizó el programa de diseño 3D CAD Solidworks 2019, este programa de diseño ofrece la posibilidad de crear, diseñar, simular, fabricar, publicar y gestionar los datos del proceso de diseño. Para este diseño se ha tomado como referencia al área de estudio; que es el área de lijado de la empresa textil ESPATEX. Para la preparación de este diseño sustentable se ha tomado en cuenta que debe tener un filtro, para que el material particulado no transite por él y pueda purificarse el aire del área de estudio.

El filtro que se va usar para este diseño, es el no tejido de lana de oveja, ya que es un tipo de textil producido al formar una red con fibras unidas por procedimientos mecánicos y químicos, pero sin ser tejidas y sin que sea necesario convertir las fibras en hilo. Cabe recalcar que este no tejido es un desperdicio que genera el área de cosido, por lo cual es esencial para reutilizarlo, otros filtros como carbón activado, electrostáticos, húmedos o secos para filtraciones de aire no son amigables con el ambiente y sobre todo no son reutilizables, por lo dicho anteriormente el no tejido de lana de oveja al ser una fibra natural, será la mejor opción para este sistema de filtración, porque este material tiene la capacidad de absorber la humedad en forma de vapor sin que produzca sensación de mojado, protección del calor y del frío, repelencia inicial al agua, efecto retardador sobre la llama, etc. Lo cual ayuda a retener material particulado disperso en el aire, y así poder purificarlo. (Alonso Felipe, 2017)

Este prototipo tiene un marco el cual servirá para que puede introducirse el filtro de lana de oveja (ver figura 11).

4.2. Diseño del sistema de filtración de aire

La función que realiza este diseño es, controlar el material particulado que ingresa en el mismo, evitando así que, el aire del área de lijado sea inadecuado para sus trabajadores. La finalidad de este diseño es retener el material particulado, en especial la lana que ingrese y así pueda purificar el aire de esta área de estudio. Cómo puede observarse en la figura 11, se encuentran los extractores que van en los extremos de la caja, cubiertos por un marco, para que sea más fácil el manejo de los datos con el equipo utilizado, para que éstos hagan la función de succionar el material particulado encontrado en el área de estudio, el extractor número uno, es decir el que se encuentra en la parte de la izquierda hará la cuantificación de las partículas que ingresen a este sector, en cambio, el lado derecho dónde se encuentra en segundo extractor hará la cuantificación de las partículas ya controladas mediante el filtro de lana de oveja para renovar el aire del área..

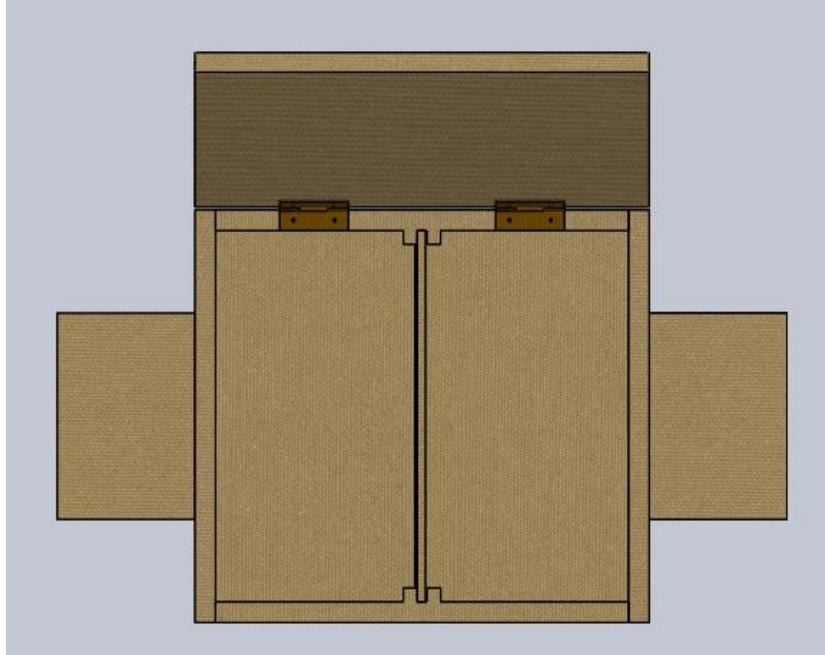


Figura 11: Diseño de un sistema de filtración, vista superior

Fuente: (Carrión, 2020)

En la figura 12, se observa la máquina desde un modo más amplio; es decir, podemos observar mediante una vista isométrica, las piezas del diseño, las cuales se muestran con una rotación del punto de vista de 30° en las tres direcciones principales (x, y, z).

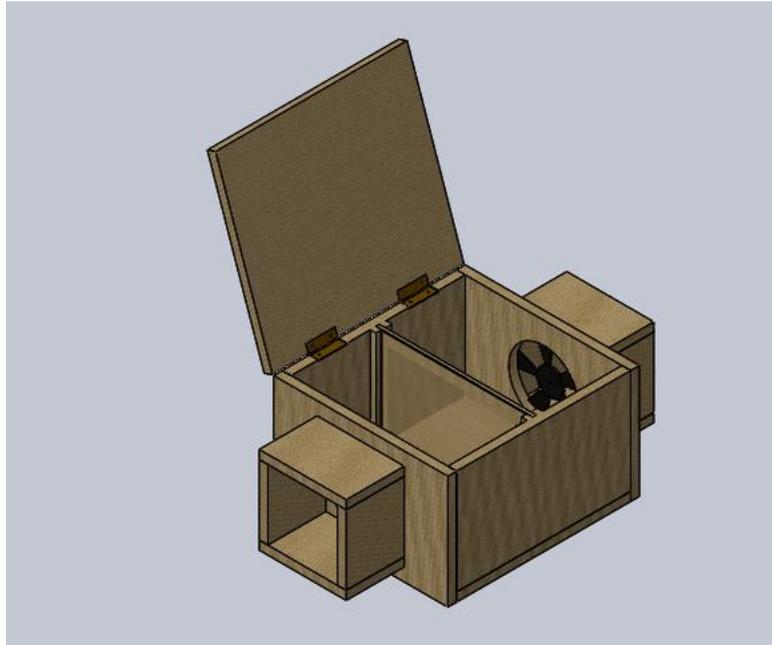


Figura 12: Diseño de un sistema de filtración, vista isométrica

Fuente: (Carrión, 2020)

En la figura 13, tomando en cuenta la vista lateral, se puede observar que el extractor que está a derecha, succiona el material particulado, no permitiendo el paso de este hacia el otro extractor el cual tiene como función purificar el aire del área de estudio, es decir el extractor ubicado a la derecha fue bastante eficiente como se puede ver en el anexo 12.

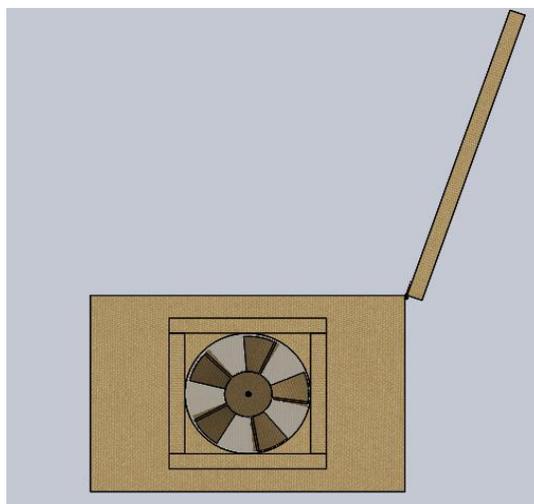


Figura 13: Diseño de un sistema de filtración, vista lateral

Fuente: (Carrión, 2020)

En la figura 14 podemos observar que en la parte trasera del diseño se encuentran 2 bisagras para que pueda sostener la tapa superior del diseño de filtración sustentable, para que sea fácil el acceso al marco el cuál retiene el no tejido de lana de oveja, que sirve como un filtro, este filtro de lana de oveja, fue esencial para las mediciones realizadas, ya que se pudo evidenciar que el filtro retuvo el material particulado del área de estudio como se observa en el anexo 14.

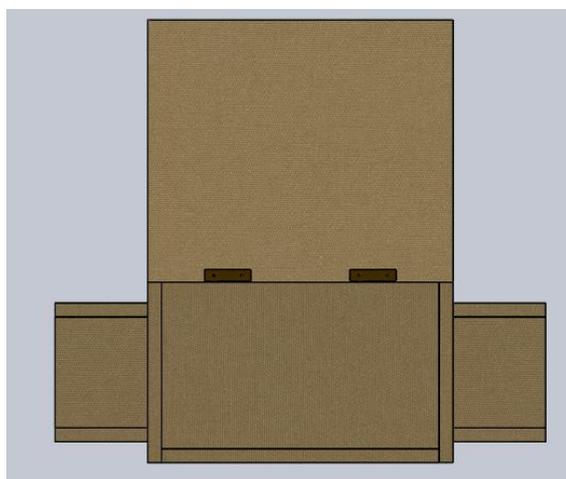


Figura 14: Diseño de un sistema de filtración, vista posterior

Fuente: (Carrión, 2020)

4.3.Resultados de la caracterización del aire

Se caracterizó el material particulado del proceso de lijado, haciendo una comparación de los valores que se obtuvo en el diagnóstico de la situación actual de la empresa con los valores que se obtuvo empleando el diseño de filtración sustentable utilizando el no tejido de lana de oveja, con ayuda del equipo Aerocet 513s, como podemos observar en la tabla 12, los valores de entrada son mayores a los valores de salida, esto quiere decir que, los valores de salida son inferiores al límite permisible de $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como se establece en el TULSMA. El filtro retuvo 28,64 % el material particulado que entraba por el extractor de entrada, y lo purificaba por el de salida, no permitiendo el paso del material particulado y haciendo que éste quede adherido al filtro.

Tabla 12: *Medición de material particulado (PM) en la empresa ESPATEX*

Medición de Material Particulado (MP) en la empresa ESPATEX		
Número de mediciones	Tamaño de la micra (0,3)	
	Valor de entrada ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valor de salida ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	82,03	60,11
2	76,01	60,03
3	78,00	62,15
4	85,05	58,45
5	75,00	59,67
6	74,06	57,08
7	76,30	55,17
8	82,21	54,00
9	81,06	53,39
10	78,20	52,05
11	85,58	51,19

Fuente: (Carrión, 2020)

4.4.Análisis estadístico

Los datos arrojados por el programa “PAST 4” fueron exitosos al saber que los valores de la calidad del aire se encuentran dentro, no dando paso a errores fuera de la distribución normal, se observa que estos valores analizados en el área de estudio redujeron significativamente, haciendo que la propuesta sea viable.

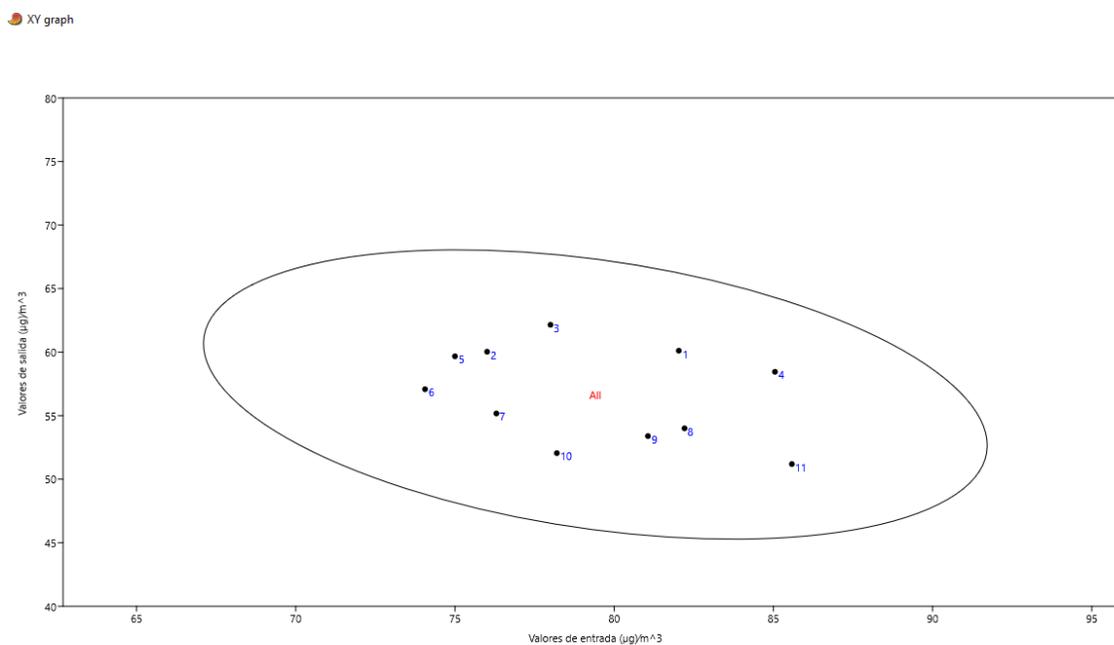


Figura 15: Gráfico de todas las muestras analizadas

Fuente: (Statistics, 2020)

Se realizó el test de normalidad, el cual arrojó que por los métodos Shapiro-Wilk W, se puede realizar la distribución normal al igual que por Anderson-Darling, mediante Lilliefors L y Jarque-Bera JB, se realiza la distribución normal y la distribución de Monte Carlo. Llegando a inferir que existe normalidad para todas las pruebas realizadas y que los datos pueden seguir un procedimiento estadístico, existiendo así una confiabilidad del 95%.

Tests for normal distribution

	Valores de entrada (μ)	Valores de salida (μ g)
N	11	11
Shapiro-Wilk W	0.9328	0.9406
p(normal)	0.4396	0.5275
Anderson-Darling A	0.31	0.3013
p(normal)	0.505	0.5187
p(Monte Carlo)	0.5222	0.5526
Lilliefors L	0.1642	0.1554
p(normal)	0.5504	0.6391
p(Monte Carlo)	0.5601	0.6375
Jarque-Bera JB	0.855	0.869
p(normal)	0.6521	0.6476
p(Monte Carlo)	0.382	0.3718

Figura 16: Datos estadísticos por autores

Fuente: (Statistics, 2020)

En la figura 17, se indica mediante la estadística univariante, que las muestras calculadas para ambas muestras tanto a la entrada como salida del sistema de filtración sustentable nos sirve para comparar que los valores de entrada son totalmente mayores a los valores de la salida. Se observa que en la varianza de entrada tenemos un 16,00 y el los valores de salida nos arroja una varianza de 13,70; haciendo hincapié que, cuanto mayor sea la varianza, mayor serán la dispersión de los datos, la varianza permite que la empresa textil ESPATEX, pueda trabajar con precisión en su producción y reduzca su índice de errores, permitiendo así, la prevención de posibles errores, siendo una propuesta factible.

Univariate statistics

	Valores de entrada	Valores de salida
N	11	11
Min	74.06	51.19
Max	85.58	62.15
Sum	873.5	623.29
Mean	79.40909	56.66273
Std. error	1.206273	1.116006
Variance	16.00603	13.70016
Stand. dev	4.000754	3.701373
Median	78.2	57.08
25 prcnil	76.01	53.39
75 prcnil	82.21	60.03
Skewness	0.2792367	-0.1011566
Kurtosis	-1.298247	-1.443298
Geom. mean	79.31805	56.55218
Coeff. var	5.038156	6.532289

Figura 17: Medidas de variación

Fuente: (Statistics, 2020)

4.5. Resultados del cálculo del caudal de aire -velocidad de captura

Como nos podemos dar cuenta, el área de los extractores nos dio como resultado 0,011 metros cuadrados; es decir es la cantidad que servirá para obtención del caudal de aire.

$$A = \pi \times r^2$$

$$A = 3,14 \times (0,06 \text{ m})^2$$

$$A = 0,011 \text{ m}^2$$

El cálculo del caudal del aire, en este caso de estudio nos indica la cantidad de aire que estamos renovando en el área de estudio, que es el área de lijado, pero para obtener la velocidad que se necesita para calcular el caudal, en metros sobre minuto, tenemos que:

$$\frac{\text{metros}}{\text{minuto}} = \pi \times rpm \times \emptyset$$

$$\frac{\text{metros}}{\text{minuto}} = \pi \times 2300 \text{ rpm} \times 0.12 \text{ m}$$

$$V = 867,08 \frac{m}{min} \times 60 \frac{min}{hora}$$

$$V = 52024,77 \frac{m}{hora}$$

Una vez obtenida la velocidad, analizamos en la fórmula del caudal cuánto es lo que necesitamos para saber cuántas veces circula el aire del área de estudio por la caja, dando un resultado de 572,27 metros cúbicos sobre hora; es decir las veces que circula el aire en esa área de estudio.

$$Q = V \times S$$

$$Q = 52024,77 \frac{m}{hora} \times 0,011 m^2$$

$$Q = 572,27 \frac{m^3}{hora}$$

Mediante la fórmula del período podemos observar que los extractores ubicados en el sistema de filtración sustentable da como resultado 0,016 segundo; es decir, los extractores ubicados a los extremos del diseño se demoran en realizar un ciclo, dicha cantidad mencionada.

$$T = \frac{1}{60 Hz}$$

$$T = 0,016 s$$

4.6. Resultados del cálculo de la ley de ohm

La resistencia proporcionada por los extractores es de 1, 100 ohmios, lo cual es la resistencia adecuada para que el prototipo pueda funcionar perfectamente en el área de estudio.

$$R = \frac{V}{I}$$

$$R = \frac{110 v}{0,1 A}$$

$$R = 1,100 \Omega$$

CONCLUSIONES

- Se realizó el estado del arte referente a metodologías existentes para la solución del problema de material particulado existente en el área de producción de la empresa textil Espatex, que permita la mejora de la calidad del aire en el área de estudio, logrando cumplir con cada uno de los objetivos.
- El Análisis de la situación actual de la empresa textil muestra datos relevantes, tales como: la existencia de material particulado en el área de producción, incumpliendo con lo establecido en la norma TULSMA, teniendo como resultado promedio 79,41 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) existente en el área de lijado, haciendo que esta área de estudio sea perjudicial para los obreros que se encuentran en dicha área.
- Para la propuesta del diseño de un sistema de filtración sustentable se utilizó el programa de diseño 3D CAD SolidWorks 2019, permitiendo ensayar algunos prototipos mediante el análisis, cálculo y validación de los datos.
- De acuerdo con los resultados en el monitoreo de la calidad del aire en el área de estudio, mostrados en la tabla 11, demuestran que, existe un alto nivel de material particulado generado en ese proceso de producción que está contaminando el área de trabajo para los obreros, lo cual representa un riesgo ambiental a la empresa textil, pero con la implementación del no tejido de lana de oveja, el filtro retiene el 28,64 % de material particulado, cumpliendo con los principios de calidad del aire según los valores establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria de Legislación del Ministerio Del Ambiente, haciendo viable al proyecto de investigación, generando un aporte de solución.

RECOMENDACIONES

- Es fundamental realizar la implementación del sistema de filtración sustentable para disminuir el riesgo ambiental en la empresa textil ESPATEX, con los métodos propuestos para que permita la mejora de la calidad del aire y así evitar que el aire que se encuentra en el área de estudio vaya en cumplimiento con la norma de calidad del aire, y lo establecido en el TULSMA.
- Se recomienda que una vez implementado el diseño de filtración sustentable, se tenga en cuenta su mantenimiento continuo dependiendo de qué cantidad de aire haya sido tratada, cabe recalcar que su mantenimiento se puede hacer de una forma manual por la facilidad de acceso al diseño propuesto.
- Se sugiere a la empresa continuar con la realización de estudios de calidad del aire cada que se requiera para poder saber el grado de contaminación de aire y asegurarse de cumplir con la Norma de calidad Ambiental vigente.
- Profundizar más el estudio de los filtros de lana de oveja con el fin de promover nuevos y distintos usos de dicho filtro por su capacidad de retener agentes contaminantes, en este caso de material particulado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 480, T. (2015). *Medidor de climitización multifuncional*. Obtenido de <https://static-int.testo.com/media/47/a7/f2c033801a81/testo-480-Manual-de-instrucciones.pdf>
- Acevedo Bohórquez, J., Bocarejo Suescún, J., Velásquez, J. M., Peroza Daza, A. M., & Galarza, D. C. (2013). *Caracterización de la contaminación atmosférica en Colombia*. Bogotá.
- Al horr, Y., Arif, M., Katafygiotou, M., Mazroei, A., Kaushik, A., & Elsarrag, E. (24 de marzo de 2016). Impacto de la calidad ambiental interior en el bienestar de los ocupantes. *Revista Internacional de Construcción Sostenible del Medio Ambiente*, 2.
- Alonso Felipe, J. V. (2017). *Manual control de calidad en productos textiles y afines*. Obtenido de <http://oa.upm.es/38763/1/Binder1.pdf>
- Álvarez Crespo, J. A., Crespo Almeida, V. A., & Henríquez Hernández, E. (2016). Influencia de la actitud postural en la ergonomía ambiental durante la realización de las actividades físicas del hombre. *PODIUM: Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 11, 3. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6174072>
- Ambiente, Q. (2018). *Norma Ecuatoriana de la Calidad el Aire*. Obtenido de <http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/index.php/norma-ecuatoriana-de-la-calidad-del-aire>
- Aranguren, W., Delgado, Y., Hamidiam, B., & Correa, D. (2017). *Venezuela en la mira de Ciencias Económicas y Sociales encuentro de saberes*. Valencia: Ediciones Universidad de Carabobo.
- Arciniégas Suárez, C. A. (2012). Diagnóstico y control de material particulado: partículas suspendidas totales y fracción respirable PM10. *Luna Azul ISSN*.
- Asfhal, R. (2016). *Seguridad Industrial y Salud* (4 ed.). México: Prentice Hall.

- Baca Urbina, G., Romero Vallejo, S., & Cruz Valderrama, M. (2014). *Proyectos ambientales en la industria* (1 ed.). México: Patria.
- Castañeda, E. R. (2003). Determinación de la calidad microbiológica del aire en una industria textil. *Revista Latinoamericana de la Salud en el Trabajo*, 21.
- Fuentes Freixanet, V. A., & Rodríguez Viqueira, M. (2004). *Ventilación natural cálculos básicos para arquitectura*. (E. Herrera, Ed.) Azcapotzalco, México: Nopase.
- Guapo Suárez, J. C. (2016). *Seguimiento y evaluación del cumplimiento normativo ambiental de las tintorerías del sector textil de la localidad de puente aranda seleccionadas en un proceso de inversión de producción más limpia*. Obtenido de [http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5025/1/GuapoSu%
c3%a1rezJuanCamilo2016.pdf](http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5025/1/GuapoSu%c3%a1rezJuanCamilo2016.pdf)
- instruments, M. o. (2012). *Aerocet 531S Handheld Particle Counter*. Obtenido de <https://metone.com/products/aerocet-531s-handheld-particle-counter/>
- Lidén, H. &. (2007). Material Particulado Respirable. 119.
- Lillo, D. D. (Septiembre de 2015). *Evaluación de los efectos agudos en la función pulmonar por exposición a material particulado fino (MP2,5)*.
- Maestre, D. G. (2015). *Ergonomía y Psicología*. FC Editorial.
- Mecafenix, I. (18 de octubre de 2018). *¿Que es la ley de ohm y como se utiliza?* Obtenido de <https://www.ingmecafenix.com/electronica/ley-de-ohm/>
- Prieto, C., Marcas, A., & Escobar, P. (2016). *Simulación con SolidWorks*. Lima, Perú: Macro EIRL.
- Romero Placeres, M., Diego Olite, F., & Álvarez Toste, M. (2006). La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*.

- Rosales, C., Viteri, J., Rivera, N., & Comas, R. (junio de 2015). Determinantes de exposición a material particulado en el área textil. *Scielo*, 3. Obtenido de <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/enfoqueute/v6n2/1390-6542-enfoqueute-6-02-00001.pdf>
- Ruiz Ruiz, L., & García Sanz, M. (2015). *Calidad del ambiente interior*. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/509319/CalidadambinteriorDTECAI.pdf/6f7cfa1c-215d-4f56-9e39-2869a23d8892>
- S&P. (22 de marzo de 2017). *Fórmula para calcular el caudal*. Obtenido de <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/formula-caudal/>
- Solá, X. G. (2012). *Riesgos Generales*. Obtenido de Calidad del Aire Interior: <https://www.insst.es/documents/94886/162520/Cap%C3%ADtulo+44.+Calidad+del+aire+interior>
- Solé Busquet, J. (2018). *Ventilación en la Industria* (1 ed.). Madrid: AMV EDICIONES.
- Solfa, F. D., & Lagunas, F. (2011). *Diseño sustentable: la industria, los consumidores y los profesionales del diseño industrial en el desarrollo de productos y en la preservación del medio ambiente*. Fundació Càtedra Iberoamericana.
- Statistics, P. (3 de junio de 2020). *SOFTPEDIA*. Obtenido de <https://www.softpedia.com/get/Science-CAD/PAST.shtml>
- TULSMA. (2017). *Texto unificado de legislación secundaria de medio ambiente*. Quito: Lexis Finder.
- TULSMA. (2017). *Texto unificado de legislación secundaria de medio ambiente*. Quito: Lexis Finder.
- Van Hoof, B., Monroy, N., & Saer, A. (2018). *Producción más limpia paradigma de gestión ambiental* (1 ed.). Colombia: Alfaomega.

Vida, P. N. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida*. Obtenido de www.planificación.gob.ec

ANEXOS

Anexo 1: Planilla de campo- Monitoreo de material particulado

PLANILLA DE CAMPO- MONITOREO DE MATERIAL PARTICULADO

Fecha de muestreo:

Nombre del equipo de medición:

Hora inicial:

Hora final:

Volumen inicial:

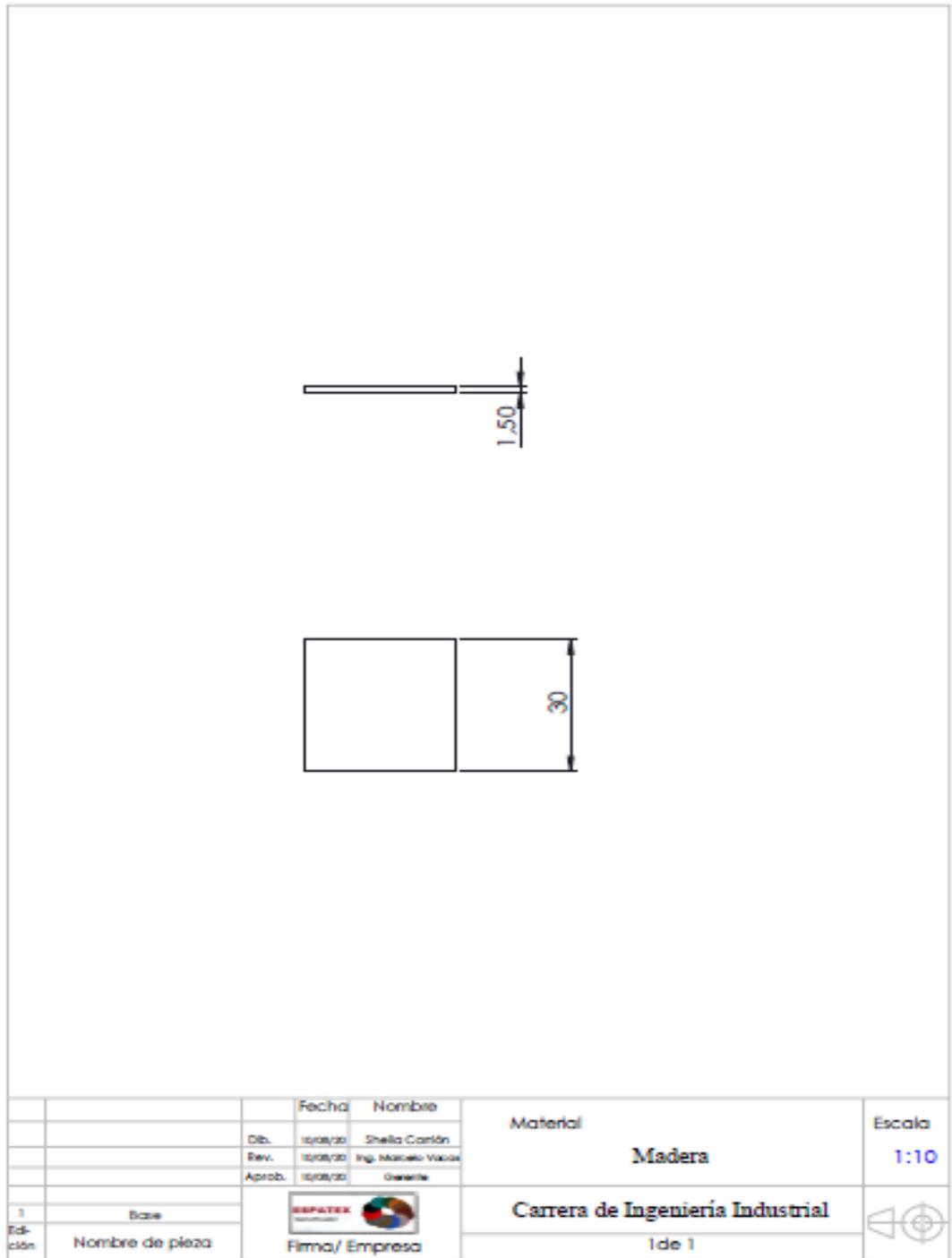
Volumen final:

Nombre del área de trabajo:

Observaciones: _____

Fuente: (Carrión, 2020)

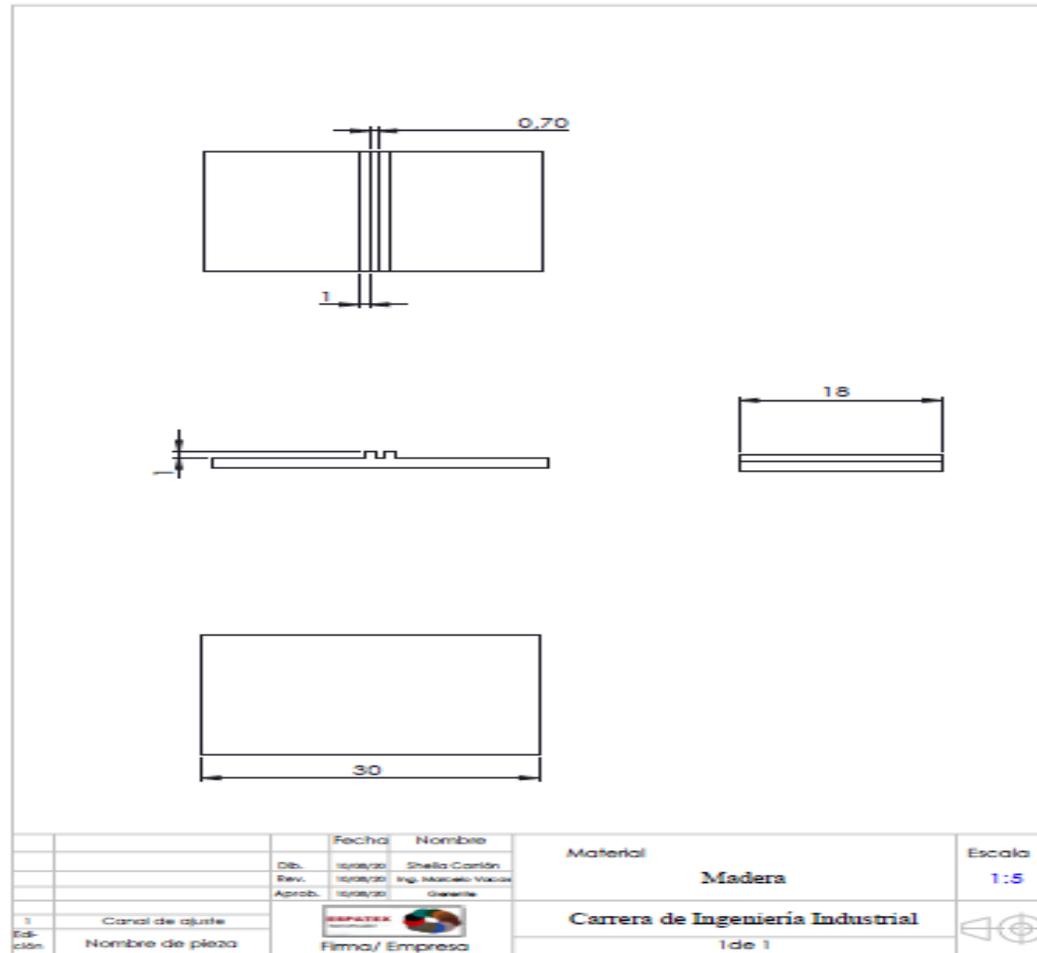
Anexo 2: Plano base del diseño



Fuente: (Carrión, 2020)

Escala 1:10

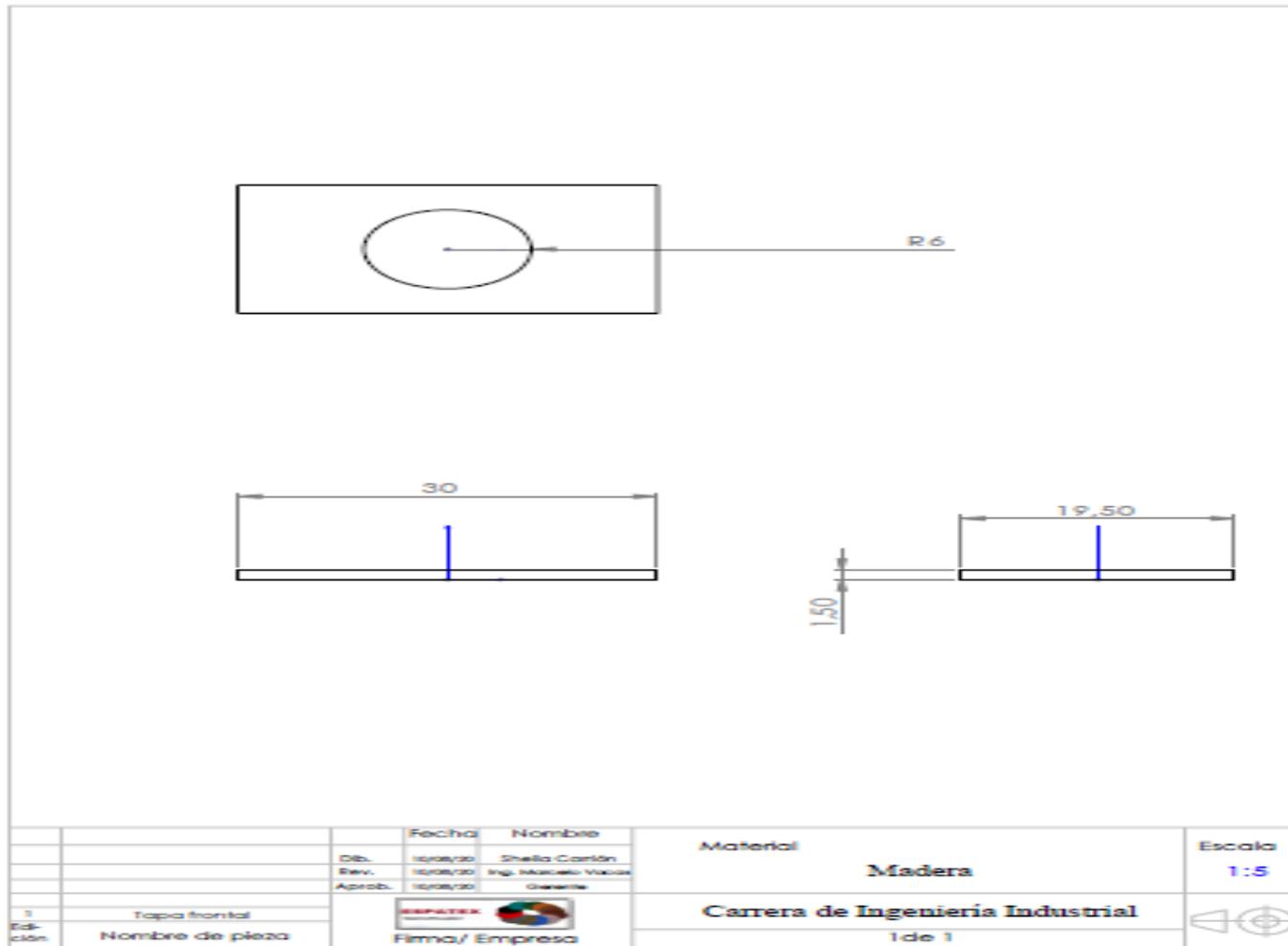
Anexo 3: Plano canal de ajuste



Fuente: (Carrión, 2020)

Escala 1:5

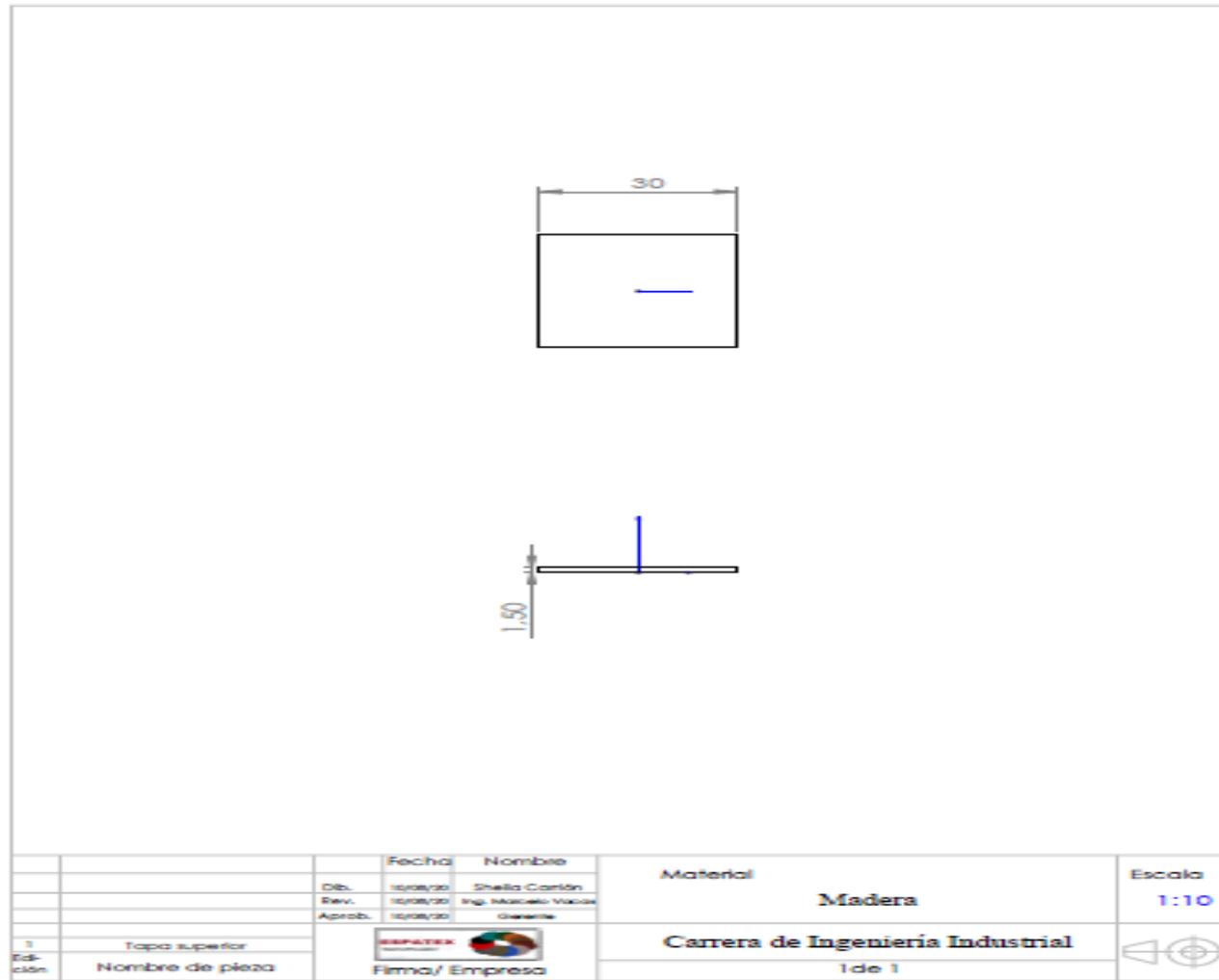
Anexo 4: Plano tapa frontal



Fuente: (Carrión, 2020)

Escala 1:5

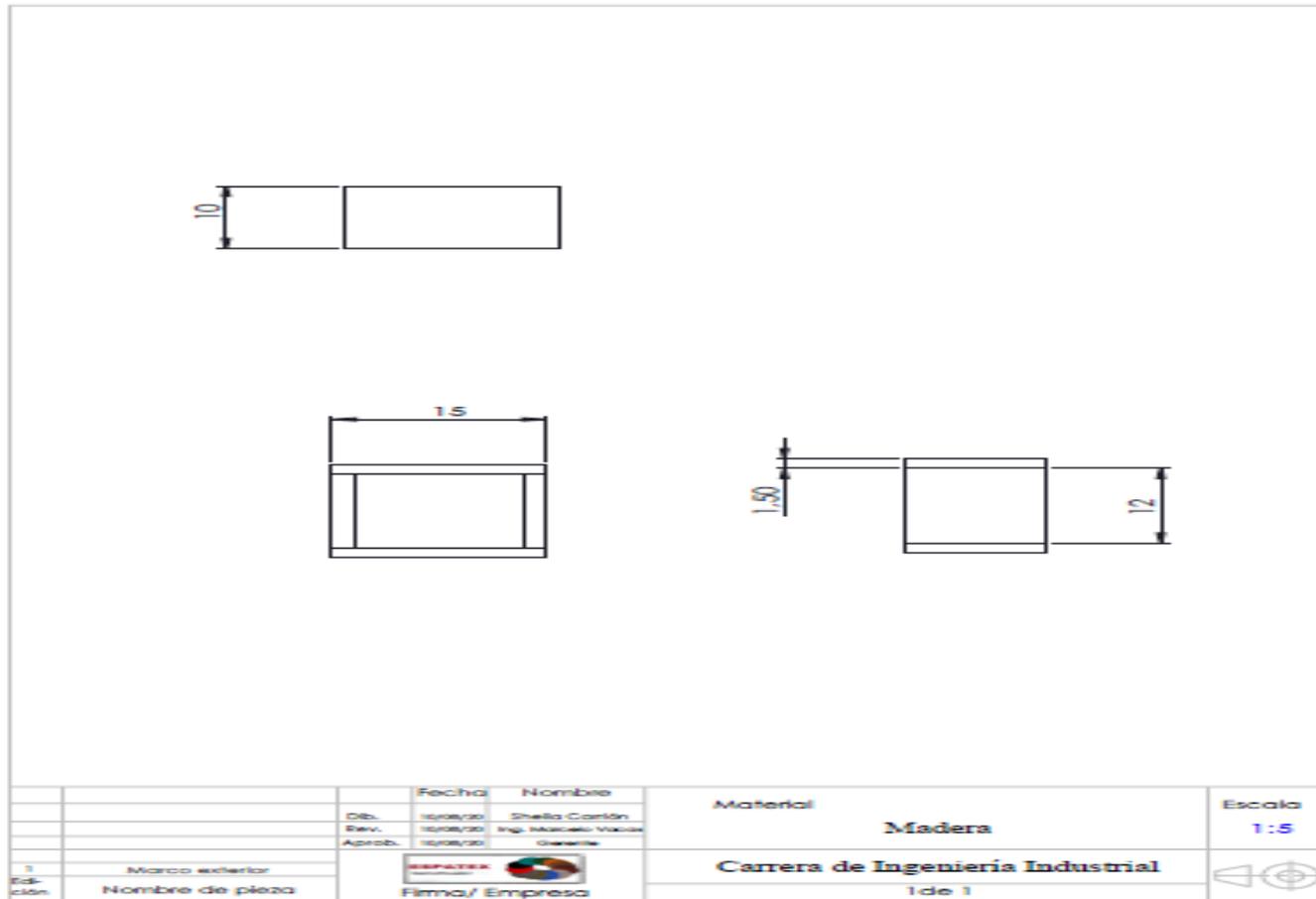
Anexo 5: Plano tapa superior



Fuente: (Carrión, 2020)

Escala 1:10

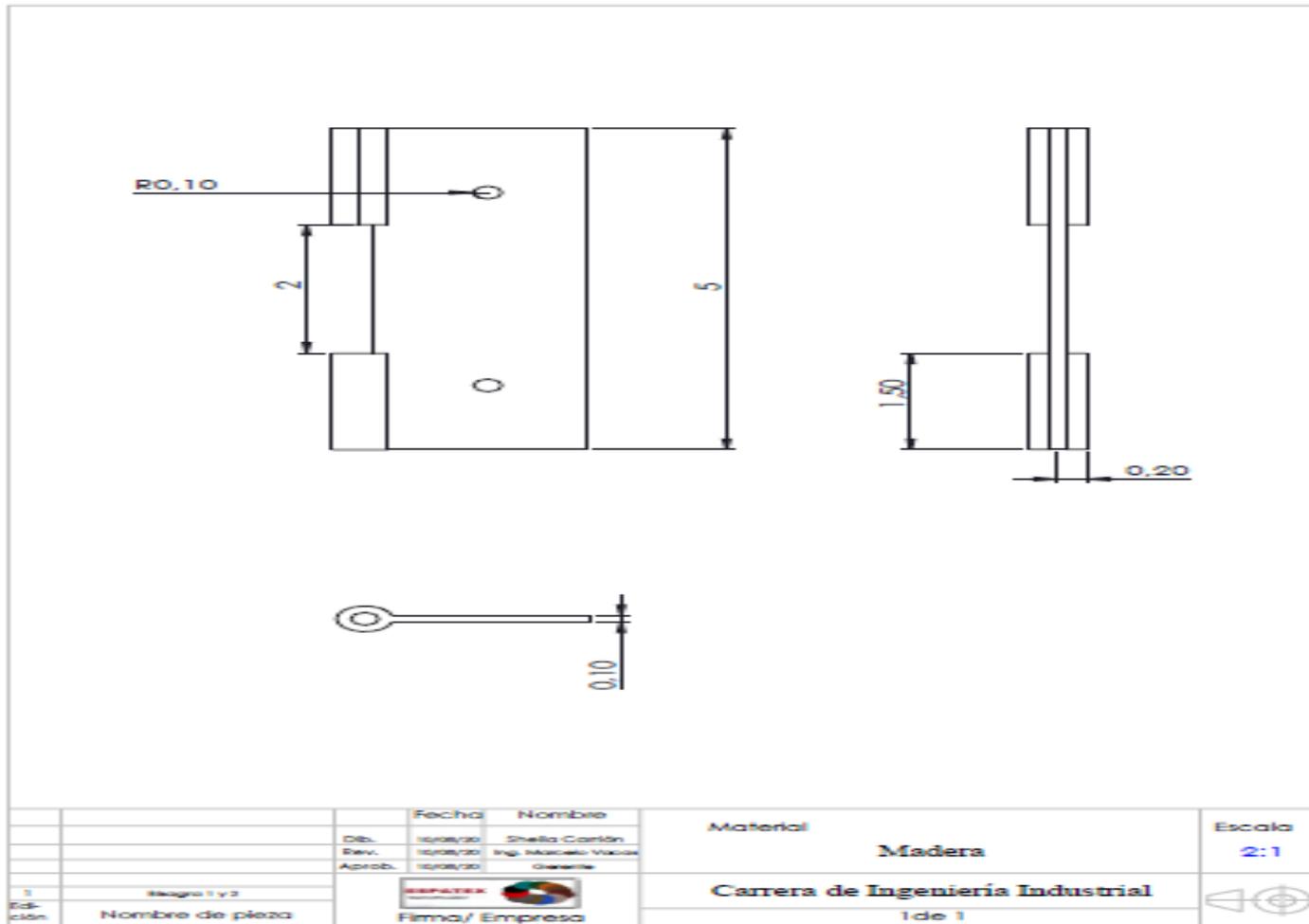
Anexo 6: Plano marco exterior



Fuente: (Carrión, 2020)

Escala 1:5

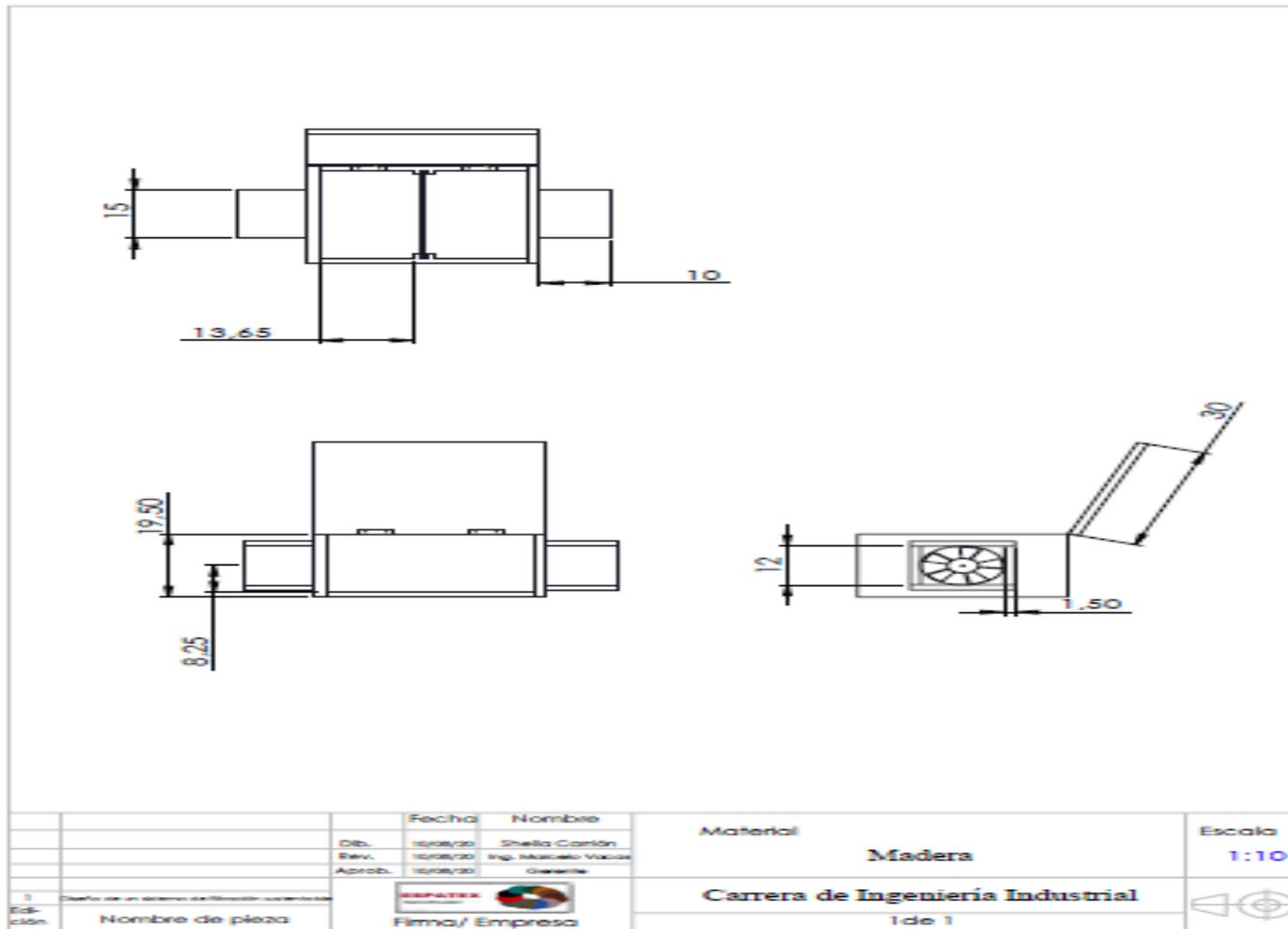
Anexo 7: Plano bisagra 1 y 2



Fuente: (Carrión, 2020)

Escala 2:1

Anexo 8: Plano diseño de un sistema de filtración sustentable



Fuente: (Carrión, 2020)

Escala 1:10

Anexo 9: Construcción de las piezas para el diseño

Fuente: (Carrión, 2020)

Anexo 10: Construcción del diseño de filtración sustentable



Fuente: (Carrión, 2020)

Anexo 11: Diseño del sistema incluido el no tejido de lana de oveja



Fuente: (Carrón, 2020)

Anexo 12: Mediciones a la entrada con el equipo Aerocet 513s



Fuente: (Carrión, 2020)

Anexo 13: Mediciones a la salida con el equipo Aerocet 513s



Fuente: (Carrión, 2020)

Anexo 14: Filtro después de las mediciones



Fuente: (Carrión, 2020)