



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

PROPUESTA TECNOLÓGICA

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE NEUMATICO DEL POLIURETANO EN
INDUSTRIAS VERTON DE LA CIUDAD DE QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA”**

Autores:

Erazo Caisaguano Juan Carlos

Misse Baldias Yessenia Stefania

Tutor:

Ph.D. Torres Tamayo Enrique

Latacunga – Ecuador

2018



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros Erazo Caisaguano Juan Carlos y Misse Baldias Yessenia Stefania declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE NEUMÁTICO DEL POLIURETANO EN INDUSTRIAS VERTON DE LA CIUDAD DE QUITO PROVINCIA DEL PICHINCHA”**, siendo el Ph.D. Torres Tamayo Enrique tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Erazo Caisaguano Juan Carlos

C.I. 050375889-8

Misse Baldias Yessenia Stefania

C.I. 050364483-3




AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE NEUMÁTICO DEL POLIURETANO TRITURADO EN INDUSTRIAS VERTON DE LA CIUDAD DE QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA”, de Erazo Caisaguano Juan Carlos y Misse Baldias Yessenia Stefania , de la carrera de Ingeniería Electromecánica considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto de investigación que el Consejo Directivo de la FACULTAD de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Febrero del 2018



.....
Ing. Torres Tamayo Enrique; Ph.D



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: Erazo Caisaguano Juan Carlos con C.I. 050375889-8 y Misse Baldias Yessenia Stefania con C.I. 050364483-3 con el título de Proyecto de titulación:

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE NEUMÁTICO DEL POLIURETANO EN INDUSTRIAS VERTON DE LA CIUDAD DE QUITO PROVINCIA DEL PICHINCHA”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Febrero 2018

Para constancia firman:

Lector 1

Nombre: Ing. Cristian Fabián Gallardo Molina
CC: 0502847692

Lector 2

Nombre: Ing. Byron Paul Corrales Bastidas
CC: 0502347768

Lector 3

Nombre: Ing. Yadira Araceli Herrera Martínez
CC: 0502904857



AVAL DE DISEÑO

En calidad de gerente propietario de la industria Ver-ton poliuretanos emito la aprobación para la realización del diseño de un sistema de transporte neumático, en las instalaciones de la empresa para el poliuretano triturado a cargo de los postulantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Erazo Caisaguano Juan Carlos y Misse Baldias Yessenia Stefania, de la carrera de Ingeniería Electromecánica, quienes han desarrollado el mismo tomando en consideración los requerimientos de la empresa.

Doy fe del presente para su correspondiente estudio y calificación

Quito, 22 de enero del 2018

.....
Sr. Tomas Verbik
Gerente General

.....
Erazo Juan
Postulante

.....
Misse Yessenia
Postulante

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a dios por permitirme tan bonita experiencia y concluir mi trabajo. A mi Universidad por haberme abierto las puertas al permitirme estudiar y lograr ser un profesional en lo que tanto me apasiona.

A mi compañera de tesis por ser un pilar fundamental día a día y estar ahí en las buenas y las malas para la realización de este trabajo.

A mi familia por haberme apoyado incondicionalmente brindándome sabios consejos pues sin ello no hubiera sido posible alcanzar este gran logro.

Juan

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios, a mis padres y en especial a mi hija, por la fuerza, voluntad, su tiempo, amor y apoyo incondicional para poder culminar una etapa satisfactoria de mi vida.

Agradezco de manera especial a mi compañero de tesis que gracias a su apoyo incondicional en momentos difíciles y en general a todos mis amigos.

Mi más grato agradecimiento a Industrias Verton, Ing. Carlos Espinel y al Ing. Enrique Torres, pues gracias a sus apoyos académicos y la confianza entregada se pudo concluir el proyecto.

A todos ellos mi eterna gratitud.

Stefania

DEDICATORIA

Este trabajo los dedico a mis padres y mi familia por haberme brindado su apoyo durante la realización de este trabajo

Juan

DEDICATORIA

Mi trabajo está dedicado a todas las mujeres de mi familia, pero sobre todo a mi madre Celinda y a mi hija Eliana, quienes fueron el pilar fundamental para no desmayar durante mi desarrollo académico.

Stefania

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AVAL DE DISEÑO	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA.....	viii
DEDICATORIA.....	ix
ÍNDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
AVAL DE TRADUCCIÓN	xvii
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. RESUMEN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACION DEL PROYECTO.....	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
6. OBJETIVOS	4
6.1. General.....	4
6.2. Específicos	4
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÒN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS:.....	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	6
8.1. Poliuretano	6
8.1.1. Espuma de poliuretano rígido.....	6

8.2.	Transporte neumático.....	7
8.3.	Zonas del transporte neumático	7
8.3.1.	Zona de mezcla.....	8
8.3.2.	Zona de transporte	8
8.3.3.	Zona de separación	9
8.4.	Clasificación del transporte neumático según las fases.	9
8.4.1.	Flujo en fase diluida	9
8.4.2.	Flujo en fase densa	9
8.5.	Transporte vertical y horizontal.....	10
8.5.1.	Transporte vertical.....	10
8.5.2.	Transporte horizontal.....	10
8.6.	Sistemas básicos de transporte neumático en fase diluida.....	10
8.6.1.	Sistemas de presión positiva.....	11
8.6.2.	Sistema por vacío	11
8.7.	Diagrama de estado.....	13
8.8.	Ventajas del transporte neumático.	13
8.9.	Bomba de vacío.....	14
8.10.	Almacenamiento y dosificación.....	15
8.10.1.	Silo.....	15
8.10.2.	Tolva.....	15
8.11.	Dispositivo de alimentación.....	17
8.11.1.	Dispositivo de esclusa	17
8.11.2.	Dispositivo de tornillo sin fin	18
8.12.	Elementos de control.....	19
8.12.1.	Variador de frecuencia.....	19
8.12.2.	Relé térmico.....	19
8.12.3.	Contactor	20

9.	HIPOTESIS.....	20
10.	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	20
10.1.	Caracterización del material.....	21
10.1.1.	Análisis de la forma.....	21
10.1.2.	Ensayo de granulometría	21
10.1.3.	Ensayo de densidad	22
10.2.	Velocidad de flotación	23
10.3.	Cálculos para el diseño del Transporte Neumático.....	24
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	30
11.1.	Resultados de la caracterización del poliuretano	30
11.1.1.	Análisis de forma.....	30
11.1.2.	Ensayo de granulometría	31
11.1.3.	Ensayo de densidad	35
11.2.	Velocidad de flotación	37
11.3.	Cálculos para el diseño del transporte neumático	38
11.4.	Almacenamiento y dosificación.....	43
11.5.	Selección de equipos.....	43
11.6.	Relación económica	44
12.	IMPACTOS	49
13.	PRESUPUESTO.....	49
	Directos.....	49
	Indirectos	51
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
15.	BIBLIOGRAFÍA.....	53
16.	ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Poliuretano proyectado.....	6
Figura 2. Inyección de poliuretano	7
Figura 3. Zonas de transporte neumático.....	8
Figura 4. Flujo en fase diluida	9
Figura 5. Flujo en fase densa	10
Figura 6. Circuito por presión	11
Figura 7. Circuito por vacío.....	12
Figura 8. Diagrama de estado del sistema de transporte neumático para materiales gruesos y finos	13
Figura 9. Bomba de vacío.....	15
Figura 10. Flujo embudo	16
Figura 11 Flujo masa.	16
Figura 12. Dispositivo de esclusa.....	17
Figura 13. Alimentador tornillo sin fin.....	18
Figura 14. Variador de frecuencia.	19
Figura 15. Relé térmico	19
Figura 16. Juego de tamices	22
Figura 17. Instalación experimental para determinar la velocidad de flotación del poliuretano.	23
Figura 18. Porta y cubre objetos.....	30
Figura 19. Microscopio óptico	31
Figura 20. Partícula de: a) (- 1,18 +0,85) mm de diámetro y b) (- 2,36 + 1,18) mm de diámetro.	31
Figura 22. Característica de distribución de tamaño por cernido (ensayo 1).	32
Figura 23. Característica de distribución de tamaño por cernido (ensayo 2).	33
Figura 24. Característica de distribución de tamaño por cernido (ensayo 3).	34
Figura 25. Instalación experimental para la velocidad de flotación	37

Figura 26. Gráfico de la velocidad de flotación y diámetros de partícula.....38

Figura 27. Diseño del sistema de transporte a realizar43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades de los objetivos planteados.....5

Tabla 2. Operacionalización de variables.....20

Tabla 3. Valores del análisis granulométrico (ensayo 1).....32

Tabla 4. Valores del análisis granulométrico (ensayo 2).....33

Tabla 5. Valores del análisis granulométrico (ensayo 3).....34

Tabla 6. Valores obtenidos del cálculo de densidad.....35

Tabla 7. Medidas tomadas de la figura geométrica36

Tabla 8.Cálculo de la densidad.....37

Tabla 9.Resultados de la velocidad de flotación.38

Tabla 10. Características de bomba de vacío.44

Tabla 11. Características del alimentador.....44

Tabla 12. Detalle del salario invertido por plancha, dentro del proceso con material triturado.
.....45

Tabla 13. Detalle del proceso completo con material triturado, lote diario.45

Tabla 14. Proceso por material en cortes por plancha, salario invertido.....46

Tabla 15.Proceso completo con material en cortes, lote diario.46

Tabla 16.Transporte neumático de material triturado47

Tabla 17. Proceso completo por transporte neumático del material triturado, lote diario.47

Tabla 18. Comparación de resultados de los procesos.48

Tabla 19. Material eléctrico.....49

Tabla 20. Materiales para ensamblaje50

Tabla 21. Gastos indirectos51

Tabla 22. Costo Total52

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERA Y APLICADAS

TITULO: “DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE NEUMÁTICO DEL POLIURETANO EN INDUSTRIAS VERTON DE LA CIUDAD DE QUITO PROVINCIA DEL PICHINCHA”

Autores:

Juan Carlos Erazo Caisaguano

Yessenia Stefania Misse Baldias

RESUMEN

Industrias Verton en la fabricación de paneles de poliuretano obtiene material sobrante de cada producción, estos residuos que se generan en cada producción no puede ser desechados en basureros comunes debido que el material no es amigable con el medio ambiente y puede ser reutilizado para nuevos procesos de paneles a inyección, por tanto se considera la reutilización del mismo. En la actualidad dicho proceso se desarrolla manualmente con varios cortes insertados dentro de la inyección de paneles de poliuretano, pero este método no genera un beneficio económico para la empresa, es por ello que optan por realizar la trituración del material sobrante y almacenarlo en sacos de yute, para en un proceso posterior efectuar una dosificación homogénea con la materia prima (Isocianato y Polioliol), sin embargo al emplear este procedimiento se verifica pérdidas significativas de material.

Por lo tanto, mediante esta propuesta tecnológica se considera el uso de un sistema de transporte neumático conforme a la investigación de las propiedades físicas y aerodinámicas del material, pues de esto dependerá la selección del sistema a utilizar y sus elementos, logrando una mayor eficiencia dentro de la producción. Este sistema a implementar ayudará para que el material reciclado pueda ser llevado desde la máquina trituradora hasta su almacenamiento y luego a su respectiva dosificación, utilizando así el 10% del peso total de los paneles con polvo de poliuretano, generando ahorro en el uso de materia prima.

Palabras claves: Poliuretano, sistema de transporte neumático, propiedades físicas y aerodinámicas, almacenamiento y dosificación.

COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY

ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ACADEMIC UNIT

TOPIC: “DESING OF A PNEUMATIC POLYURETHANE TRANSPORT SYSTEM, IN VERTON INDUSTRIES OF QUITO CITY, PROVINCE PICHINCHA”

ABSTRACT

Authors:

Juan Carlos Erazo Caisaguano

Yessenia Stefania Misse Baldias

Verton Industries in the manufacture of polyurethane panels achieves material left over from each production, this waste that is generated in each production can not be discarded into common garbage dumps because the material is not friendly to the environment and it can be reused for new processes of injection panels, therefore the reuse of the same is considered. Currently, this process is done manually with several cuts inside the injection of polyurethane panels, but this method does not generate economic benefits to the company, that is why they choose to perform the crushing of the remaining material and storage in jute bags, in a subsequent process to make a homogeneous dosage with the raw material (Isocyanate and Polyol), however when it is used this procedure presents losses.

Therefore, this technological tool is considered the use of a pneumatic transport system according to the researching of the physical and aerodynamic properties of the material; therefore, this implies the selection of the system to be used and its elements, achieving a greater efficiency within the production. This system helps to the recycled material can be used from the crushing machine to its storage and then to its respective dosage, thus using 10% of the total weight of the panels with polyurethane powder, generating savings in the use of the material.

Keywords: polyurethane, pneumatic transport system, physical properties, aerodynamic properties, storage and dosage.



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor y la señorita Egresados de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: **ERAZO CAISAGUANO JUAN CARLOS Y YESSENIA STEFANIA MISSE BALDIAS**, cuyo título versa “**DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE NEUMÁTICO DEL POLIURETANO TRITURADO EN INDUSTRIAS VERTON DE LA CIUDAD DE QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA**”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Enero del 2018

Atentamente,

Lic. M. Sc. Pacheco Pruna Edison Marcelo
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 0502617350



1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Diseño de un sistema de Transporte Neumático del poliuretano en Industrias Verton de la ciudad de Quito provincia del Pichincha

Fecha de inicio: Octubre 2016

Fecha de finalización: Febrero 2018

Lugar de ejecución:

Sector El Inca – Quito – Pichincha- Zona 9 – Industrias Verton

Facultad que auspicia:

Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia:

Ingeniería Electromecánica

Proyecto de investigación vinculado:

Equipo de Trabajo:

Ing. Enrique Torres Tamayo; Ph.D

Sr. Erazo Caisaguano Juan Carlos

Srta. Misse Baldias Yessenia Stefania

Área de Conocimiento:

Optimizar y automatizar los procesos productivos dentro de la industria.

Línea de investigación:

Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental.

Sub línea de investigación de la Carrera:

Eficiencia energética en sistemas electromecánico y uso de fuentes renovables de energía

2. RESUMEN DEL PROYECTO

Industrias Verton, es una empresa dedicada al trabajo con poliuretano y poliestireno para diferentes áreas, dentro de las cuales el poliuretano es utilizado en la fabricación de paredes para cuartos fríos, contenedores de carga, divisores de cuartos, techos, entre otros. Así también se rige a varios reglamentos relacionados con el medio ambiente, dentro de los que existen restricciones para la eliminación de residuos en los basureros comunes.

Dentro de la línea de fabricación de paneles de poliuretano se obtiene material sobrante, mismo que es triturado y en el caso del poliuretano ha sido reutilizado en cantidades mínimas por medio de cortes rectangulares del material e incrustados dentro de la estructura para el nuevo panel y así también como polvo triturado. Sin embargo al utilizar este último método el polvo de material se desperdicia continuamente dentro del proceso de fabricación de los paneles.

Por lo tanto, mediante esta propuesta tecnológica se diseñará el transporte neumático para el material triturado, y así poder almacenarlo en un silo fabricado de tol que contendrá 3m^3 aproximadamente de polvo, resultado de la trituración de los desperdicios generados en el proceso de fabricación, para posterior a ello pueda ser dosificado según el proceso a realizar. Y de esta manera obtener resultados satisfactorios cumpliendo los estándares de calidad que exige la empresa y los clientes, asegurando una mayor producción e incremento en las ganancias.

3. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

En la actualidad, las industrias al estar ligadas a términos de conservación ambiental procuran reducir la contaminación provocada por sus procesos. Para lo cual, se opta por la reutilización de materia prima en diferentes procesos de fabricación, entre ellas se encuentra el poliuretano, el cual es utilizado en industrias Verton para la fabricación de paneles para cuartos fríos, pero su material de desecho es triturado y reutilizado de manera manual por dos métodos, mismos que al momento de su dosificación generan varios inconvenientes como el desperdicio del material reciclado.

Mediante la siguiente propuesta tecnológica se diseñará el transporte neumático para poliuretano triturado, que permitirá mayor eficiencia en la dosificación del material sobrante dentro del proceso de inyección, obteniendo calidad y confiabilidad en los procesos.

De esta manera se pretende generar un ahorro significativo en la fabricación de paneles de poliuretano, es decir, aumentar la producción de lotes diarios con la disminución de recursos humanos y materia prima.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Directos

Industrias Verton

Sr. Juan Erazo

Srta. Yessenia Misse

Indirectos

Universidad Técnica de Cotopaxi

Proveedores de materia prima de poliuretano

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Actualmente, la fabricación de techos y paredes a base de poliuretano a inyección es importante debido a la demanda de estos productos a nivel nacional, sin embargo el resultado de cada uno de estos procesos generan material de desperdicio, lo cual se ha tratado de reutilizar para posteriores procesos a través de la dosificación manual de dos formas; una de ellas es mediante el corte en forma rectangular del poliuretano sobrante, para posterior a ello colocarlo entre las planchas de tol, lo cual requiere de mano de obra adicional generando gastos a la empresa. Otra forma de reutilizar el poliuretano ha sido por medio del triturado, sin embargo mediante este procedimiento se generan varios inconvenientes, pues el peso del mismo es muy ligero y a la vez volátil, llevando con esto al desperdicio de material y mayor tiempo para su fabricación al momento de combinar la materia prima con el material reciclado.

Por lo que, es necesario la implementación de un sistema que permita reutilizar y dosificar dicho sobrante (material triturado) mediante el transporte neumático, permitiendo así obtener un proceso eficiente de producción, pues disminuirá los gastos en materia prima, aprovechando el 10% de material reciclado del peso total del panel, representando una ganancia significativa para la empresa. Este proyecto se desarrolla en Industrias Verton, en la ciudad de Quito, provincia de Pichincha para el periodo octubre 2017 – febrero 2018.

6. OBJETIVOS

6.1. General

Diseñar un sistema de Transporte Neumático para el poliuretano en Industrias Verton de la ciudad de Quito provincia del Pichincha.

6.2. Específicos

- Compilar información acerca de los tipos de transporte neumático, tomando en cuenta el material a transportar.
- Identificar las propiedades físicas y aerodinámicas del polvo de poliuretano con el cual se realizará el transporte neumático.
- Diseñar el sistema de transporte neumático tomando en cuenta las variables para el uso del poliuretano triturado.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS:

Tabla 1. Actividades de los objetivos planteados

OBJETIVOS	ACTIVIDAD	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	INSTRUMENTOS
<p>Compilar información acerca de los tipos de transporte neumático tomando en cuenta el material a transportar</p>	<p>Definir y establecer el tipo de transporte que se realizara.</p>	<p>Información técnica acerca del funcionamiento y condiciones del tipo de transporte a utilizar.</p>	<p>Datos bibliográficos</p>
<p>Identificar las propiedades físicas y aerodinámicas del polvo de poliuretano con el cual se realizará el transporte neumático</p>	<p>Realizar ensayos de: Forma de la partícula Granulometría Densidad Velocidad de flotación</p>	<p>Información completa y detallada acerca de las partículas del polvo de poliuretano.</p>	<p>Microscopio Juego de tamices Probeta Balanza analítica Placa orificio y manómetros</p>
<p>Diseñar el sistema de transporte neumático para el poliuretano triturado</p>	<p>Compilación de los materiales seleccionados.</p>	<p>Realización del diseño para el transporte neumático utilizando los materiales seleccionados</p>	<p>Datos bibliográficos</p>

Elaborado por: Erazo, Misse

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. Poliuretano

Para la producción del poliuretano es necesario la utilización de materias primas que proceden: del petróleo y el azúcar, para después de un proceso químico obtener dos componentes básicos, llamados genéricamente **isocianato** y **poliol**. Donde la mezcla en las condiciones adecuadas de estos dos componentes nos proporcionará, según el tipo de cada uno de ellos y los aditivos que se incorporen, un material macizo o poroso, rígido o flexible, de celdas abiertas o cerradas (Universidad de Barcelona, 2012).

8.1.1. Espuma de poliuretano rígido

La mezcla de los dos componentes poliol e isocianato, que son líquidos a temperatura ambiente, produce una reacción química exotérmica. Esta reacción química se caracteriza por la formación de enlaces entre el Poliol y el Isocianato, consiguiendo una estructura sólida, uniforme y muy resistente. Si el calor que desprende la reacción se utiliza para evaporar un agente hinchante, se obtiene un producto rígido que posee una estructura celular, con un volumen muy superior al que ocupaban los productos líquidos. Es lo que denominamos espuma rígida de poliuretano (AISLA,2016). En industrias Verton las densidades habituales utilizadas en sus procesos son de 40 hasta 60 kg/m³ aplicando norma NTE – INEN 2021 (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1995).

Existen dos sistemas de fabricación que conducen a dos productos diferenciados:

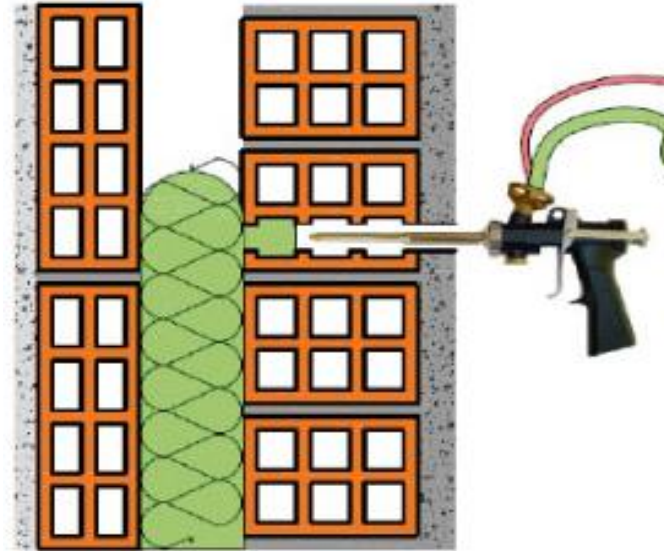
Figura 1. Poliuretano proyectado



Fuente: (AISLA, 2016).

- Espuma rígida de poliuretano aplicada por proyección, o poliuretano proyectado, que se obtiene mediante pulverización simultánea de los dos componentes sobre una superficie denominada sustrato como muestra la figura 1.

Figura 2. Inyección de poliuretano



Fuente: (AISLA, 2016).

- Espuma rígida de poliuretano aplicada por colada o poliuretano inyectado, en el que los dos componentes se mezclan físicamente por batido y se introducen en una cavidad donde se realiza la expansión como se observa en la figura 2.

8.2. Transporte neumático

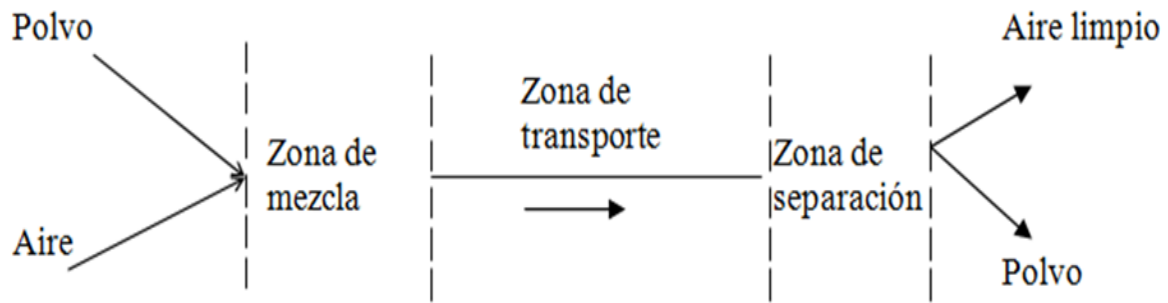
Se define como el desplazamiento de sólidos granulares o polvos secos debido a un flujo de gas, en la mayoría de casos el aire que es utilizado como gas transportador y su movimiento se genera debido a una presión positiva o negativa sobre él.

Un sistema de transporte neumático simple consiste en trasladar material a través de una tubería hacia cierto destino, con el aumento o disminución de aire a partir de la presión atmosférica y cuando se mueve con suficiente velocidad puede transportar objetos en su trayectoria, dependiendo del tipo, peso del material y de otras variables.

8.3. Zonas del transporte neumático

Los sistemas de transporte neumático pueden dividirse en tres zonas fundamentales como se muestra en la figura 3.

Figura 3. Zonas de transporte neumático



Fuente: (Bachir)

8.3.1. Zona de mezcla

En esta zona en particular los sólidos son absorbidos por el flujo de gas, debido a que se encuentran en reposo y se presenta un cambio de ímpetu. Es importante proveer una aceleración en esta zona, pues las partículas se acelerarán en el menor tiempo posible hasta alcanzar la velocidad de aire necesaria para arrastrar la partícula, dicha velocidad es mayor en un tubo horizontal que en uno ascendente (Deaquino Aguirre, 1996).

8.3.2. Zona de transporte

Después de que los sólidos se aceleran, pasan por la zona de transporte, la cual está constituida principalmente por la tubería. La selección de esta se basa en varias variables como los requerimientos de presión, velocidad de transporte, etc. Esta zona puede estar constituida por codos y válvulas las cuales permitirán direccionar el flujo.

Varios factores en la zona de transporte son comunes, y en particular:

- La velocidad del aire de acarreo. Se toma en cuenta el punto de partida desde la zona de mezcla donde su magnitud es la misma. Para un transporte vertical puede bastar una velocidad apenas mayor que la velocidad crítica, pero para el transporte horizontal se requiere una velocidad mayor, para que no exista acumulación por material en las tuberías.
- Las pérdidas de carga por rozamiento y las caídas de presión inducidas por los codos de la tubería, especialmente los de pequeño radio.
- La presión de trabajo debe hallarse un equilibrio económico entre gastos de instalación y explotación.

8.3.3. Zona de separación

En esta zona los sólidos son separados de la corriente de gas por la que fueron transportados.

8.4. Clasificación del transporte neumático según las fases.

Dentro del sistema de transporte neumático al utilizar un gas como medio de transporte para un sólido se obtiene como resultado fluidos no newtonianos, mismos que son aplicados dentro de la industria, que van desde la extracción de petróleo hasta procesos alimenticios. Sin embargo, no es fácil caracterizar y modelar sus propiedades físicas.

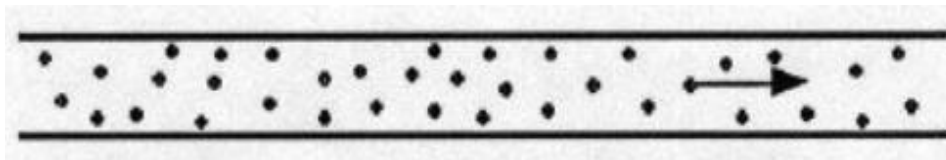
Teniendo las siguientes consideraciones de flujos;

- Flujo en fase diluida o diluta.
- Flujo en fase densa

8.4.1. Flujo en fase diluida

El flujo en fase diluida es el más conocido y se caracteriza por altas velocidades de gas, bajas concentraciones de sólidos menores a 1% en volumen y bajas pérdidas de carga por unidad de longitud de tubería, menores a 5 mbar/m. El transporte neumático en fase diluida (Figura 4.) está limitado a cortas distancias, transporte de sólidos continuo a caudales menores a 10 ton/h y el único sistema capaz de operar bajo presiones negativas. Bajo estas condiciones, las partículas sólidas se comportan como si se encontraran completamente suspendidas en el gas en forma individual, y las fuerzas fluido-partícula predominan.

Figura 4. Flujo en fase diluida



Fuente: (Linder, 2015)

8.4.2. Flujo en fase densa

El flujo en fase densa, caracterizado por bajas velocidades de gas, altas concentraciones de sólidos en volumen mayores a 30% y grandes pérdidas de carga por unidad de longitud de tubería mayores a 20 mbar/m. En el transporte en fase densa (Figura 5), las partículas no se

encuentran completamente suspendidas y la interacción entre ellas es mucho mayor (Paredes Lopez, 2016). Por ejemplo el café en grano, azúcar granulada y legumbres secas.

Las velocidades de transporte están entre 1,5 m/s y 5 m/s y el vacío en el transporte puede llegar a 737 mm Hg (Dynamic Air Inc, 2010).

Figura 5. Flujo en fase densa



Fuente: (Linder, 2015)

8.5. Transporte vertical y horizontal

8.5.1. Transporte vertical

Cuando las partículas de material se intentan transportar de forma vertical, tiende a reducirse la velocidad por la influencia del peso, este efecto se puede vencer localizando zonas de aceleración en la tubería para evitar el apilamiento por acumulación, lo que podría obstaculizar el paso de las partículas. Sin embargo al aumentar la potencia se podrá vencer la gravedad.

8.5.2. Transporte horizontal

En el transporte horizontal llevan relativamente la misma velocidad en todos los puntos y no se dan aglomeraciones, por lo que el flujo es suave (Aguilar Prada, Leira Ortiz, & Saavedra Catañeda, 2014).

8.6. Sistemas básicos de transporte neumático en fase diluida

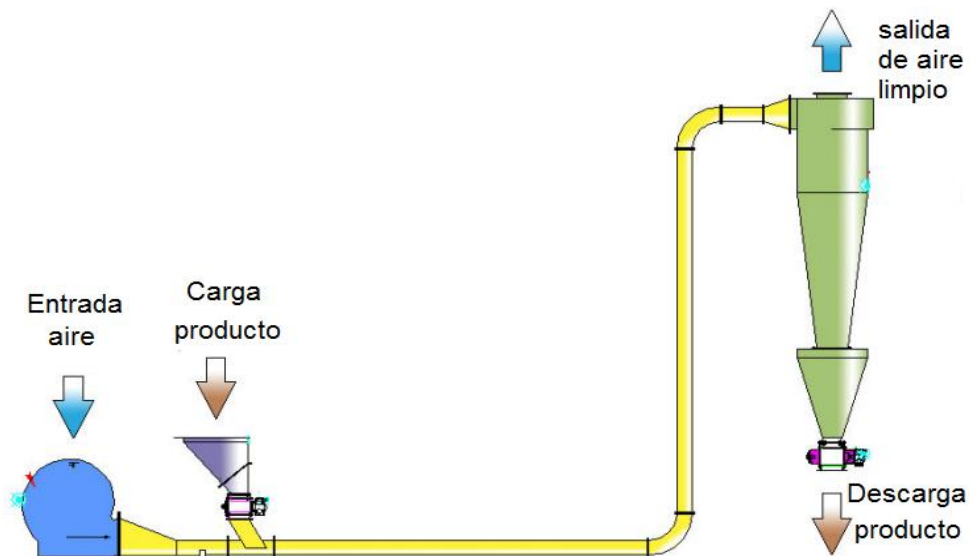
Para la selección de este tipo de transporte se considera el criterio de la tabla que se adjunta en el anexo 3, pues se puede encontrar la clasificación del material y tipo de transportes.

En el análisis técnico productivo de las instalaciones de transporte neumático se distinguen dos tipos fundamentales:

8.6.1. Sistemas de presión positiva

Los sistemas de transporte neumático en fase diluida con presión positiva se emplean normalmente para transportar materiales a granel desde una sola fuente hasta uno o múltiples destinos, sobre distancias más largas y con una capacidad mayor.

Figura 6. Circuito por presión



Fuente: (Gruber Hermanos, 2004)

Estos sistemas utilizan un soplador de desplazamiento positivo con uno o múltiples puntos de entrada de material en flujo descendente, cada uno de los cuales dosifica el producto en las líneas de transporte por medio de una válvula rotativa que mantiene el diferencial de presión entre la atmósfera del ambiente y aquella de la línea de transporte. El material y el aire soplado a través de la línea salen en un solo punto o múltiples puntos de uso donde se separan por medio de un receptor de filtro o separador ciclónico o se alimentan directamente en los recipientes de procesos que se ventilan a los dispositivos de recolección de polvo en flujo descendente.

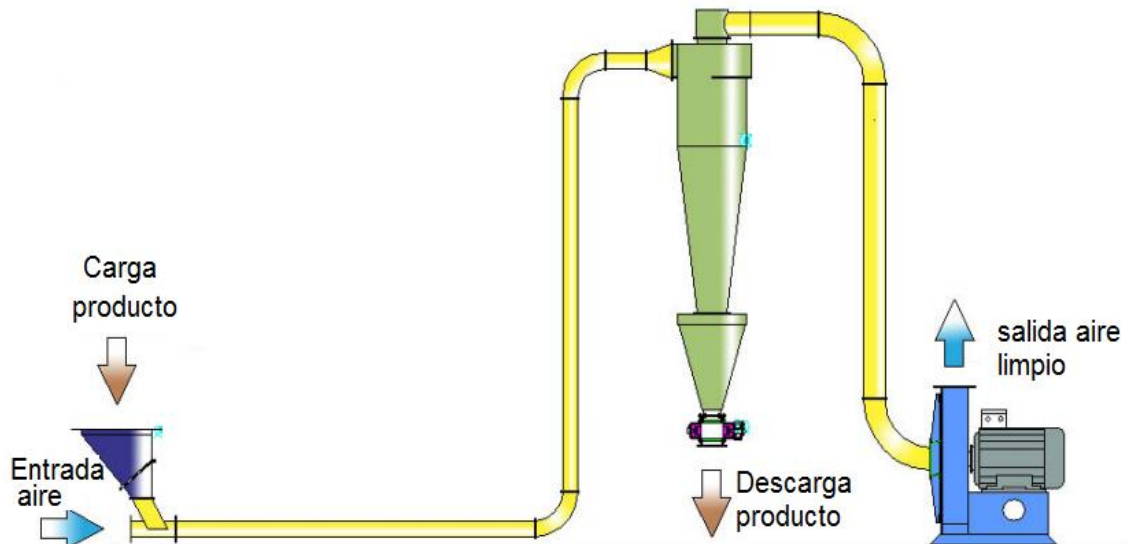
En la utilización de este tipo de transporte neumático tenemos dos esquemas básicos a utilizar que se muestran en la Figura 6.

8.6.2. Sistema por vacío

Los sistemas de transporte neumático en fase diluida por vacío se emplean generalmente para transportar material desde múltiples fuentes como recipientes de almacenamiento. Estos

sistemas ofrecen contención superior de fugas, mayor limpieza al momento del transporte, en particular cuando se manejan materiales peligrosos (Flexicon Corporation, 2015).

Figura 7. Circuito por vacío



Fuente: (Gruber Hermanos, 2004)

La presión negativa se crea por medio de una bomba de vacío con desplazamiento positivo localizada en el extremo del flujo descendente del sistema (PDVSA, 1997). Por lo regular, la fuente de movimiento para este tipo de sistemas es la presión atmosférica. En esta arquitectura se genera vacío por medio de sopladores de lóbulos rotativos los cuales normalmente generan un diferencial de presión equivalente al 50% de la atmosfera del sitio de la instalación del sistema, siendo así estos sistemas son muy sensibles a la altura sobre el nivel del mar donde se implementan.

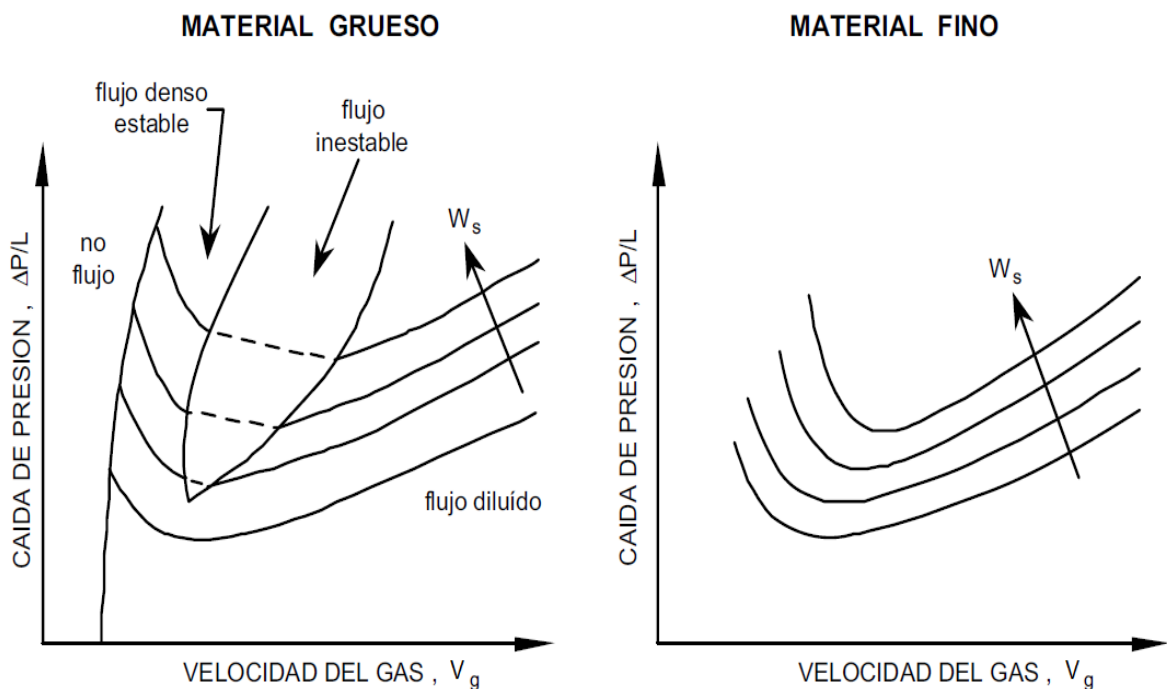
La arquitectura básica comprende una fuente material, una tubería de transporte, un sistema de ingreso de aire atmosférico en el punto de inicio del transporte, un separador de producto solido en el punto final del transporte y una bomba de vacío. Estos sistemas normalmente son usados en distancias menores a 30 metros y alturas de transporte bajas (OGA,2016).

Para emplear este tipo de transporte podemos observar el esquema y sus elementos a utilizar en la figura 7, que posee un ventilador de media o alta presión el cual depende de la capacidad según sección de los conductos, así también recomendamos estas instalaciones de alta eficiencia para el transporte neumático de productos pulverulentos y finamente molidos (Gruber Hermanos, 2004).

8.7. Diagrama de estado

Para describir el funcionamiento de un sistema de transporte neumático es en base al diagrama de estado en el cual se grafica la caída de presión por unidad de largo de la cañería, $\Delta P/L$, en función de la velocidad del gas de transporte, V_g , para curvas de flujo de sólidos constante, W_s , como parámetro (Cabrejos, Jofré. & Rojas, 2004).

Figura 8. Diagrama de estado del sistema de transporte neumático para materiales gruesos y finos



Fuente: (Cabrejos, Jofré, & Rojas, 2004)

La figura 8 muestra el diagrama de estado para materiales gruesos y finos, pues la caída de presión depende de la velocidad del gas de transporte y del flujo de sólidos. Para los sistemas en fase diluida, la caída de presión aumenta al aumentar la velocidad del gas, mientras que en el caso de sistemas en fase densa, la caída de presión aumenta al disminuir la velocidad del gas debido a la mayor fricción de pared y menor área efectiva de la cañería. Existe una zona inestable entre ambos, y una zona bajo la cual ya no es posible transportar un material.

8.8. Ventajas del transporte neumático.

Los sistemas de transporte neumático proporcionan una serie de ventajas sobre los sistemas de transporte mecánico, entre ellos tenemos:

- Más flexibilidad.- Un transportador neumático se puede diseñar para su adaptación en equipos existentes, ocupando menos espacio y brindando más flexibilidad que los sistemas mecánicos de transporte. Se pueden lograr distancias de transporte más largas.
- Menor mantenimiento.- Los sistemas de transporte neumático poseen menos partes móviles que los sistemas mecánicos, por lo que no requiere un mantenimiento frecuente.
- Seguridad mejorada.- Con la disminución de mantenimiento en piezas móviles, los sistemas de transporte neumático presentan riesgos de bajo nivel para el operador. Además, que existe una disminución de ruido dentro de los procesos mejorando las condiciones de trabajo para los empleados.
- Menos derrames y polvo.- Cuentan con una tubería cerrada y contienen polvo mejor que los sistemas mecánicos de transporte.
- Mejor saneamiento.- Debido a que los sistemas de transporte neumático tienen una tubería cerrada, el riesgo de contaminación del producto se reduce enormemente y el lugar de trabajo también se mantiene más limpio (Powder Solutions Group, 2018).

Se debe tener en cuenta que el sistema de transporte neumático no siempre es aplicable a todos los elementos o polvos, pues sus muy bajas densidades o el contenido de grasas pegajosas no permiten una buena conducción del material. Y producto de esto no se obtendrá eficiencia ni ahorro dentro de la producción.

8.9. Bomba de vacío

La bomba de vacío es un equipo diseñado para extraer gases del interior de recipientes, redes de tuberías o en cualquier proceso donde se requiera reducir la presión interior de un sistema, a valores inferiores a la atmosférica (ver figura 9).

Se caracterizan por tres aspectos fundamentales:

- La presión límite o presión mínima de entrada
- La cantidad de gas evacuado por unidad de tiempo
- El tiempo necesario para alcanzarla.

El funcionamiento es similar al de su compresor homólogo, pero con la diferencia de que está pensada para aspirar y no para comprimir el aire o gas que aspira.

El método de trabajo de las bombas de vacío es extraer moléculas de gas de un volumen sellado para generar un vacío parcial. Dado que el rango de trabajo es de una presión limitada, la evacuación de los sistemas de vacío se realiza en varias etapas (López Arenales, 2005).

Figura 9. Bomba de vacío



Fuente: (López Arenales, 2005)

8.10. Almacenamiento y dosificación

8.10.1. Silo

La etapa de almacenamiento es muy importante en la industria para guardar productos intermedios o finales antes de su procesado, sin embargo encontrar la unidad adecuada para el material que poseemos es complejo, por lo que es necesario analizar las características que nos permitan identificar la forma en que estos deben ser almacenados. Tomando en cuenta así almacenamientos fundamentales como depósitos o silos.

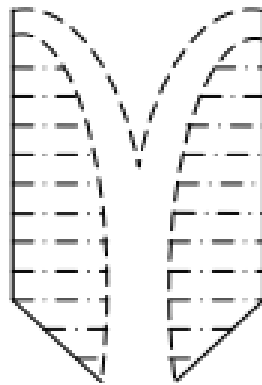
8.10.2. Tolva

Una vez que ya se conoce los requerimientos para el transporte neumático y el almacenamiento, tomando en cuenta ciertas variables se observará, las formas existentes para la dosificación del poliuretano (polvo) reciclado dentro del proceso de fabricación de paneles a inyección.

Flujo en forma de embudo

Se presenta en casi la totalidad de los silos, el canal no está definido por la pendiente o pared del silo, sino por el material que permanece estático dentro de él. Si el material es relativamente grueso y se encuentra seco, el flujo a través de la boca de descarga se efectuará con facilidad (figura 10). La posibilidad de que se formen puentes o arcos de cohesión es mínima.

Figura 10. Flujo embudo

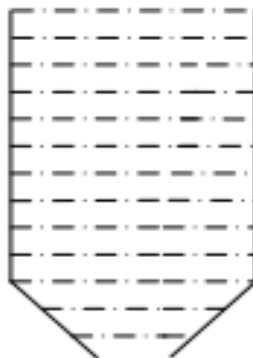


Fuente: (Rodríguez, 2014)

Flujo en masa

Es aquel en el cual toda la masa se mueve dentro del silo con la misma velocidad, de manera similar como lo hace un líquido cuando fluye a través de un orificio en el fondo de un recipiente (figura 11).

Figura 11 Flujo masa.



Fuente: (Rodríguez, 2014)

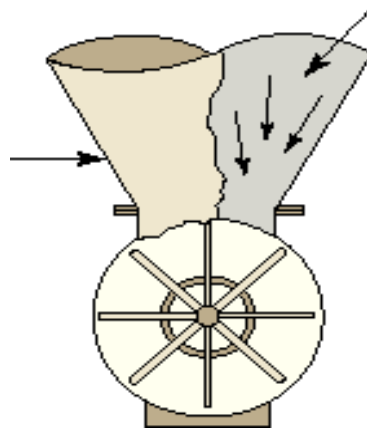
Este modelo de flujo está definido por las paredes del silo. Un diseño con base en este modelo de flujo permite una buena fluidez del material almacenado, inclusive si se trata de materiales altamente cohesivos como polvos muy finos (Rodríguez, 2014).

8.11. Dispositivo de alimentación

La incorporación de un dispositivo de alimentación en un recipiente de almacenado, es quizás la técnica más común de efectuar el control de flujo de sólidos, pues ayudara al control para la dosificación del material según como se requiera (Claudius Peters, 2017).

8.11.1. Dispositivo de esclusa

Figura 12. Dispositivo de esclusa



Fuente: (Powder/Bulk Solids, 2017)

La esclusa se utiliza en el sistema neumático de molienda para descargar cualquier tipo de producto para moler ayudando su estructura para que no exista ningún tipo de fugas de material (figura 12), su uso es tanto después de separadores ciclónicos como en filtros. Se puede utilizar como esclusa individual o como grupo de esclusas, ya sea con presión positiva o negativa.

Ventajas

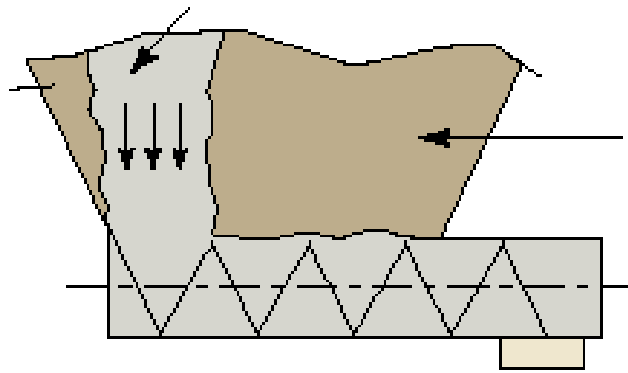
- Las esclusas se pueden instalar fácilmente en la mesa de esclusas.
- Gracias al flexible diseño de accionamiento, la esclusa se puede integrar fácilmente en las plantas existentes.

- Se reduce la cantidad de aire de fugas, por lo que también disminuyen los gastos de energía.

8.11.2. Dispositivo de tornillo sin fin

Se trata de un tornillo sin fin construido en aleaciones de acero, laminadas en frío y resistentes al uso; también se construyen en acero inoxidable. Carece de eje central lo que hace imposible su bloqueo y carece de cojinetes de los que preocuparse (figura 13). Permite el paso de sólidos gruesos para ser transportados con rapidez (Hidrometalica, 2016).

Figura 13. Alimentador tornillo sin fin.



Fuente: (Hidrometalica, 2016).

Ventajas

- Los materiales transportados no entran directamente en contacto con el motor.
- Pueden ser conectados dos tornillos en ángulo horizontal o con ángulos de inclinación vertical de hasta 40°.
- Puede trabajar empujando y el otro tirando, consiguiendo instalaciones muy compactas en espacios reducidos.
- Pueden trabajar a pequeñas velocidades con la misma capacidad de transporte que las transportadoras convencionales

En la investigación realizada en base a las teorías y experimentos realizados por cada uno de los autores bibliográficos, se toma en consideración un transporte neumático en vacío de fase diluida, pues este tipo de sistema cumple con todas las características para el polvo de poliuretano.

8.12. Elementos de control

8.12.1. Variador de frecuencia

El variador de frecuencia regula la velocidad de motores eléctricos para que la electricidad que llega al motor se ajuste a la demanda real de la aplicación, reduciendo el consumo energético del motor entre un 20 y un 70% (ABB, 2015).

Figura 14. Variador de frecuencia.



Fuente: (ABB, 2015)

8.12.2. Relé térmico

Es considerado un mecanismo que sirve como elemento de protección para el motor. Sin embargo, no todos los relés térmicos son de utilidad para todos los motores, es por esto que es necesario tomar en cuenta ciertos parámetros básicos para su elección y regulación.

Figura 15. Relé térmico



Fuente: (Rodríguez, 2013)

Su funcionamiento consiste en desconectar el circuito cuando la intensidad consumida por el motor, es superada durante un tiempo corto, evitando que el bobinado del motor se quemara. De esta manera protege a los motores contra sobrecargas, fallo de alguna fase y diferencias de carga excesiva entre fases (Rodríguez, 2013).

8.12.3. Contactor

El contactor funciona básicamente como un interruptor, ya que deja pasar o no la corriente, pero con una peculiaridad, ya que tiene la capacidad de ser activado a distancia, mediante un mecanismo electromagnético.

El principal componente que posee, es un electro-imán con forma de una bobina, que genera un campo magnético tal que permite accionar elementos mecánicos en el dispositivo, y una carcasa que contiene el contactor como tal, con un elemento móvil que cierra y abre el circuito, que se llama armadura, cuyas características deben permitir un rápido accionar del mismo (Martínez, 2013).

9. HIPOTESIS

Dentro del sistema de transporte neumático diseñado, se especifica el uso de ciertas variables como; la longitud de transporte, pérdidas mínimas en tuberías y accesorios, concentración del material, entre otros ensayos realizados, para conseguir mayor eficiencia dentro de la producción de paneles del mismo material.

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se muestra a continuación el cuadro de variables empleadas.

Tabla 2. Operacionalización de variables

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES				
Variable		Indicador	Unidad de medida	Instrumentos
Independiente	Transporte neumático	Longitud equivalente	metros (m)	Flexómetro
		Pérdidas de presión	Pa	Manómetro de presión

Tabla 2. Continuación

Dependiente	Polvo de poliuretano	Concentración de material a transportar	kg de material / m ³ de aire	Cronómetro
				Flujómetro
				Balanza
	Velocidad de flotación	m/s	Flujómetro	

Fuente: Erazo, Misse

10.1. Caracterización del material

Los siguientes ensayos y datos recogidos son de gran importancia para el diseño de un sistema de transporte neumático, puesto que gracias a estos resultados se garantizara una producción de calidad dentro de la industria. Y basados en la literatura se procede a realizar los siguientes ensayos (Matos Hernández, 2000).

10.1.1. Análisis de la forma

Para la descripción de la forma de las partículas de material triturado de poliuretano, utilizamos el método experimental basado en el análisis microscópico del material en cuestión.

10.1.2. Ensayo de granulometría

Para el análisis de granulometría es necesario conocer acerca del tamizado y tamices, pues son conceptos necesarios para la ejecución dicho análisis.

Tamizado

Consiste en separar las distintas fracciones que componen un sólido granular o pulverulento, por el diferente tamaño que poseen sus partículas, utilizando para ello los tamices según la escala incompleta de Tyler (Facultad de Química, 2015).

Tamices.- En principio se puede considerar como un tamiz toda superficie agujerada. Para que la operación pueda efectuarse es necesario que el sólido a tamizar y el tamiz encargado de ello se encuentren en movimiento relativo, para con ello dar oportunidad a las partículas del solido a que coincidan con las aberturas del tamiz y que pasen a través de estas las de menor tamaño. En la figura 16 se muestra el juego de tamices norma ASTM E – 11/95.

Figura 16. Juego de tamices



Fuente: (Nacional, 2017).

10.1.3. Ensayo de densidad

Densidad aparente

La densidad es una propiedad que influye en la velocidad de transporte de las partículas de polvo y en los sistemas de alimentación y de filtrado, por lo que al estudiar el comportamiento de los sistemas de transporte neumático del material de poliuretano, es necesario investigar la densidad de este.

Para determinar la misma utilizamos dos métodos conocidos, el primero en una probeta, balanza analítica y el segundo mediante la fórmula de la densidad tomando en cuenta la forma geométrica para los respectivos cálculos (Salvador, 2017).

$$\delta = \frac{m}{v}$$

[1]

Dónde:

δ : Densidad del material ($\frac{g}{cm^3}$)

m: masa de la muestra (g).

v: volumen de la muestra en la probeta (cm^3).

Para el método de experimento en base a la figura geométrica es necesario conocer el volumen de la misma y para lo cual ocuparemos la fórmula especificada a continuación:

$$v = l * a * e$$

[2]

Dónde:

l : largo (cm)

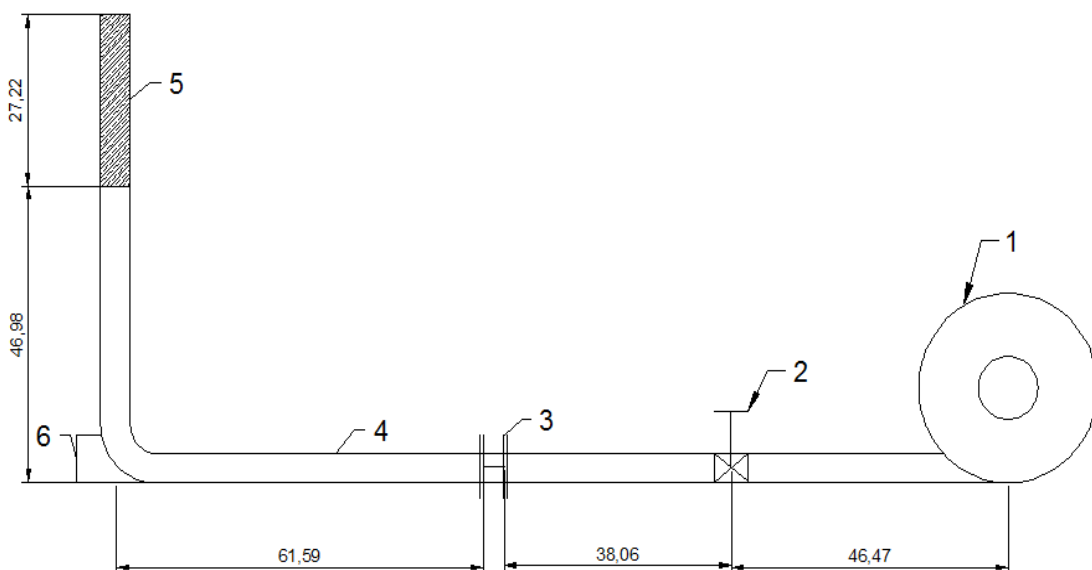
a : ancho (cm)

e : espesor (cm)

10.2. Velocidad de flotación

En base a la literatura (Torres Tamayo, Tomacén Gámez, Fernández Columbie, & Reyes de la Cruz, 2005), para la determinación de este parámetro se construyó una instalación experimental como se muestra en la figura 16, mediante la cual podremos obtener datos de la velocidad de flotación, velocidad máxima, velocidad mínima, concentración del material, con respecto al diámetro de la partícula, según lo tamizado en el análisis de granulometría.

Figura 17. Instalación experimental para determinar la velocidad de flotación del poliuretano.



Elaborado por: Erazo, Misse

Dónde:

1. Fuente de aire (Ventilador)
2. Válvulas para la regulación del flujo de aire
3. Cámara con platillo orificio para la conexión del flujometro
4. Tubería horizontal
5. Tubería transparente
6. Cámara contenedora de material

10.3. Cálculos para el diseño del Transporte Neumático

En lo referente al diseño de la instalación, debido a la cantidad de parámetros diferentes que intervienen en el proceso, el cálculo riguroso de un sistema de transporte neumático (ya sea en fase densa o diluida) es de enorme complejidad, ya que, además de tener en cuenta variables como la densidad del producto, el caudal a transportar y la longitud de la tubería de transporte, es necesario considerar las características físico-mecánicas del material a transportar. Así pues, en las fórmulas del cálculo para determinar las condiciones de la tubería (caudal, velocidad, presión, etc.), intervienen una serie de parámetros específicos (Perez Manso, 2003).

- **Índice inicial de Transporte**

$$\varphi_0 = v_{min} * \varepsilon_{max}$$

[3]

Dónde:

$$\varphi_0 = \text{Índice de Transporte } (Kg/m^2s)$$

$$v_{min} = \text{Velocidad mínima de Transporte } (m/s)$$

$$\varepsilon_{max} = \text{Densidad de la mezcla } (Kg/m^3)$$

- **Diámetro Interior**

$$\phi_0 = \sqrt{\frac{\omega}{15 * \pi * \varphi_0}}$$

[4]

Dónde:

ϕ_0 = Diámetro interior de la tubería (m)

ω = Capacidad de transporte (Kg/s)

φ_0 = Índice de Transporte (Kg/m^2s)

- **Corrección del índice de transporte**

Esta ecuación se utilizara solamente en el caso de que el diámetro interno de la tubería no se encuentre normalizado.

$$\varphi = \frac{\omega}{15 * \pi * \phi^2}$$

[5]

- **Índice de Transporte**

$$\varphi \cong v_m * \varepsilon_m$$

[6]

Dónde:

φ = Índice de Transporte (Kg/m^2s)

v_m = Velocidad de Transporte (m/s)

ε_m = Densidad de la mezcla (Kg/m^3)

$$v_m = 2 * v_{min}$$

[7]

Dónde:

v_m = Velocidad de Transporte (m/s)

v_{min} = Velocidad mínima de Transporte (m/s)

- **Densidad media de la mezcla aire/ polvo**

$$\varepsilon_m = \frac{\varphi}{2 * v_{min}}$$

[8]

Dónde:

ε_m = Densidad de la mezcla (Kg/m^3)

- **Aceleración de la mezcla en la tubería (E_1)**

$$E_1 = \lambda_1 * v_m * \varphi$$

[9]

Dónde:

E_1 : Aceleración de la mezcla en la tubería (Pa)

λ_1 : Coeficiente experimental indicado en la tabla II.1.

- **Rozamiento de las partículas con la tubería o perdidas en la tubería (E_2)**

$$E_2 = \lambda_2 * v_m * \varphi * \frac{L}{\varnothing}$$

[10]

Dónde:

E_2 : Rozamiento de las partículas con la tubería (Pa)

λ_2 : Coeficiente experimental indicado en la figura II.1

L : Longitud de la tubería en el transporte neumático (m)

- **Cambio de dirección o pérdidas en codos (E_3)**

$$E_3 = \lambda_3 * v_m * \varphi * \kappa$$

[11]

Dónde:

E_3 : Cambio de dirección (Pa)

λ_3 : Coeficiente experimental indicado en la tabla 2

κ : Número de cambios de dirección de 90°

- **Fuerzas Gravitacionales (E_4)**

$$E_4 = \varepsilon_m * \delta * g$$

[12]

Dónde:

E_4 : Fuerzas Gravitacionales (Pa)

ε_m = Densidad de la mezcla (Kg/m^3)

δ : Diferencia de las cotas a salvar durante el transporte

g : Gravedad (m/s^2)

- **Pérdidas de carga**

$$\Delta P = E_1 + E_2 + E_3 + E_4$$

[13]

- **Cálculo de condiciones de salida**

$$\Delta P = P_1 - P_2$$

[14]

Dónde:

ΔP : Diferencia de presiones (Pa)

P_1 : Presión Inicial (Pa)

P_2 : Presión final (Pa)

Suponiendo que la presión final del recorrido es la atmosférica obtenemos:

$$P_1 = P_{atm} = 101293 Pa$$

$$P_2 = 101293 Pa - \Delta P$$

- **Presión Media**

$$P_m = \frac{P_1 - P_2}{2}$$

[15]

Dónde:

P_m : Presión Media (Pa)

- **Densidad de la mezcla aire/polvo**

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_m \frac{P_1}{P_m}; \varepsilon_2 = \varepsilon_m \frac{P_2}{P_m}$$

[16]

Dónde:

ε_1 : Densidad inicial de la mezcla (Kg/m^3)

ε_2 : Densidad final de la mezcla (Kg/m^3)

ε_m : Densidad de la mezcla (Kg/m^3)

- **Velocidad del material en la Tubería**

$$v_1 = \frac{\varphi}{\varepsilon_1}; v_2 = \frac{\varphi}{\varepsilon_2}$$

[17]

Dónde:

v_1 : Velocidad inicial de transporte (m/s)

v_2 : Velocidad final de transporte (m/s)

φ = Índice de Transporte (Kg/m^2s)

ε_1 = Densidad inicial de la mezcla (Kg/m^3)

ε_2 = Densidad final de la mezcla (Kg/m^3)

- **Velocidad Media**

$$v_m = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

[18]

Dónde:

v_m : Velocidad media de transporte (m/s)

- **Cálculo de la bomba de vacío**

$$\dot{W} = \frac{\Delta P * \frac{\pi * \phi^2}{4} * v_2}{10^3}$$

$$\dot{W} = 7,85 * 10^{-4} * \Delta P * \phi^2 * v_2$$

[19]

Dónde:

\dot{W} : Potencia Consumida (KW)

- **Caudal**

$$\dot{V} = \pi * \frac{\phi^2}{4} * v_2 * 60$$

[20]

Dónde:

\dot{V} : Caudal de aire libre (m^3/min)

- **Margen de seguridad para asegurar el abastecimiento continuo**

$$P \text{ salida} \cong 1,5\Delta P$$

$$\text{Caudal} \cong 1,15\dot{V}$$

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la actualidad el poliuretano es un material que muy poco se lo conoce, al igual que sus características físicas. Es por ello que se toma como referencia varios trabajos publicados y mediante experimentos realizados se ha obtenido resultados de gran valor académico los cuales detallamos a continuación.

11.1. Resultados de la caracterización del poliuretano

11.1.1. Análisis de forma

Para la observación se empleó el microscopio óptico, facilitado por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales del campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi (ver figura 19).

Figura 18. Porta y cubre objetos



Elaborado por: Erazo, Misse

Figura 19. Microscopio óptico

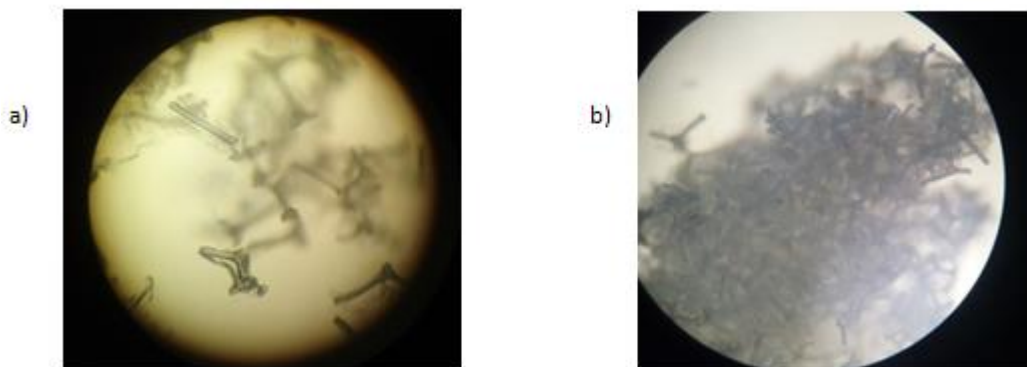


Elaborado por: Erazo, Misse

El material para realizar el análisis de forma es tomado desde el tanque recolector de la máquina trituradora de poliuretano.

En la figura 20, se observa la forma de la partícula desde el microscopio, según los diámetros tomados como muestra.

Figura 20. Partícula de: a) $(- 1,18 +0,85)$ mm de diámetro y b) $(- 2,36 + 1,18)$ mm de diámetro.



Elaborado por: Erazo, Misse

Como resultado de las observaciones llegamos a la conclusión que la forma predominante de las partículas es irregular.

11.1.2. Ensayo de granulometría

Para conocer la granulometría del material a transportar, se realiza tres diferentes ensayos con muestras de material triturado, el cernido es realizado en cinco tamices de distinto número de malla. Tomando en cuenta la escala incompleta de Tyler, además de obtener las gráficas de distribución de material según la muestra y tamaño obtenido durante este proceso.

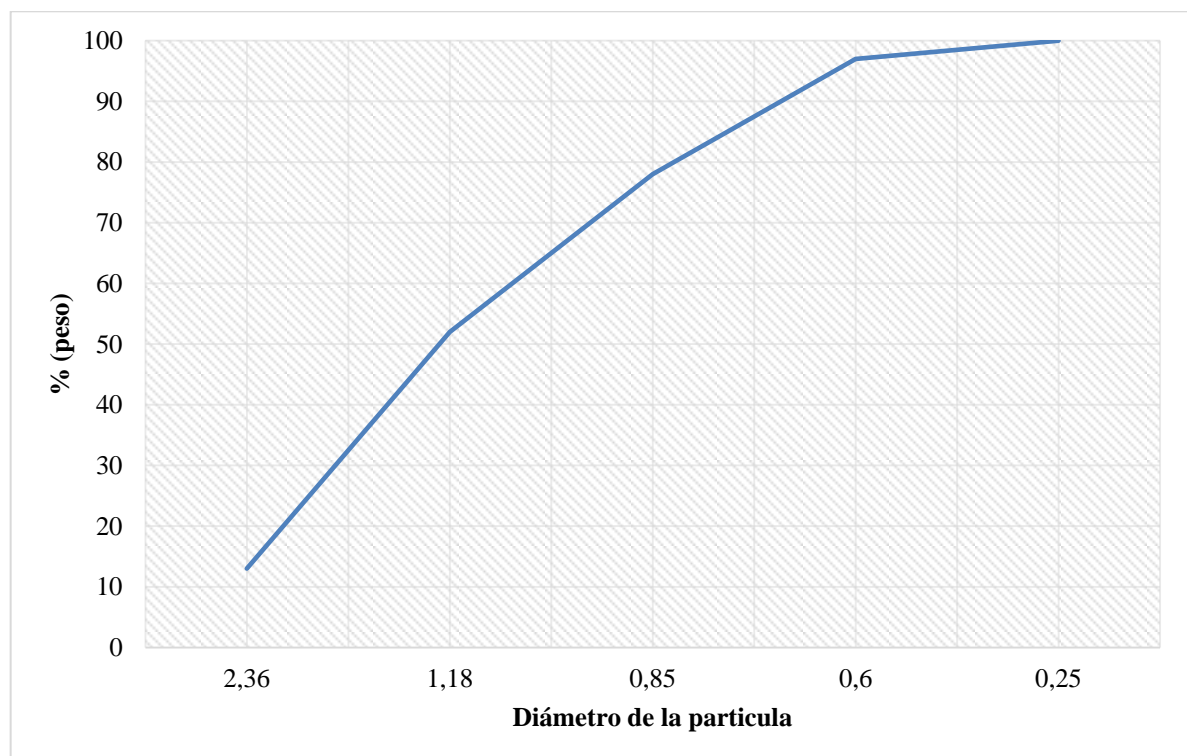
Ensayo 1

Tabla 3. Valores del análisis granulométrico (ensayo 1).

Composición granulométrica			
Tamaño de partícula (mm)	% en peso	Tamaño de partícula (mm)	% en peso
+ 2,36	13	- 0,85 + 0,6	19
- 2,36 + 1,18	39	- 0,6 + 0,25	3
- 1,18 + 0,85	26	- 0,25	0

Elaborado por: Erazo, Misse

En la figura 22 se expone la característica de distribución de tamaño por cernido, donde se observa que el 39% de la muestra tiene granulometría entre - 2,36 + 1,18 mm.

Figura 21. Característica de distribución de tamaño por cernido (ensayo 1).

Elaborado por Erazo, Misse

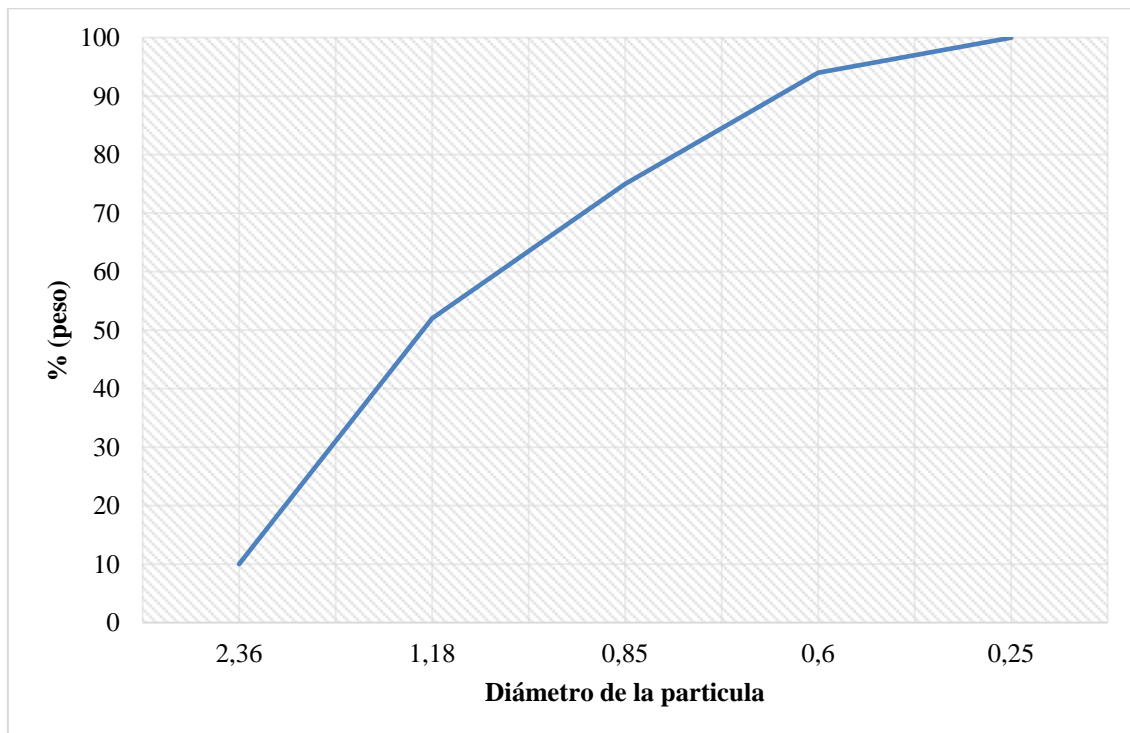
Ensayo 2

Tabla 4. Valores del análisis granulométrico (ensayo 2).

Composición granulométrica			
Tamaño de partícula (mm)	% en peso	Tamaño de partícula (mm)	% en peso
+ 2,36	10	- 0,85 + 0,6	19
- 2,36 + 1,18	42	- 0,6 + 0,25	6
- 1,18 + 0,85	23	- 0,25	0

Elaborado por: Erazo, Misse

En la figura 23, se expone la característica de distribución de tamaño por cernido, donde se observa que el 42% de la muestra tiene granulometría entre - 2,36 + 1,18 mm.

Figura 22. Característica de distribución de tamaño por cernido (ensayo 2).

Elaborado por: Erazo, Misse

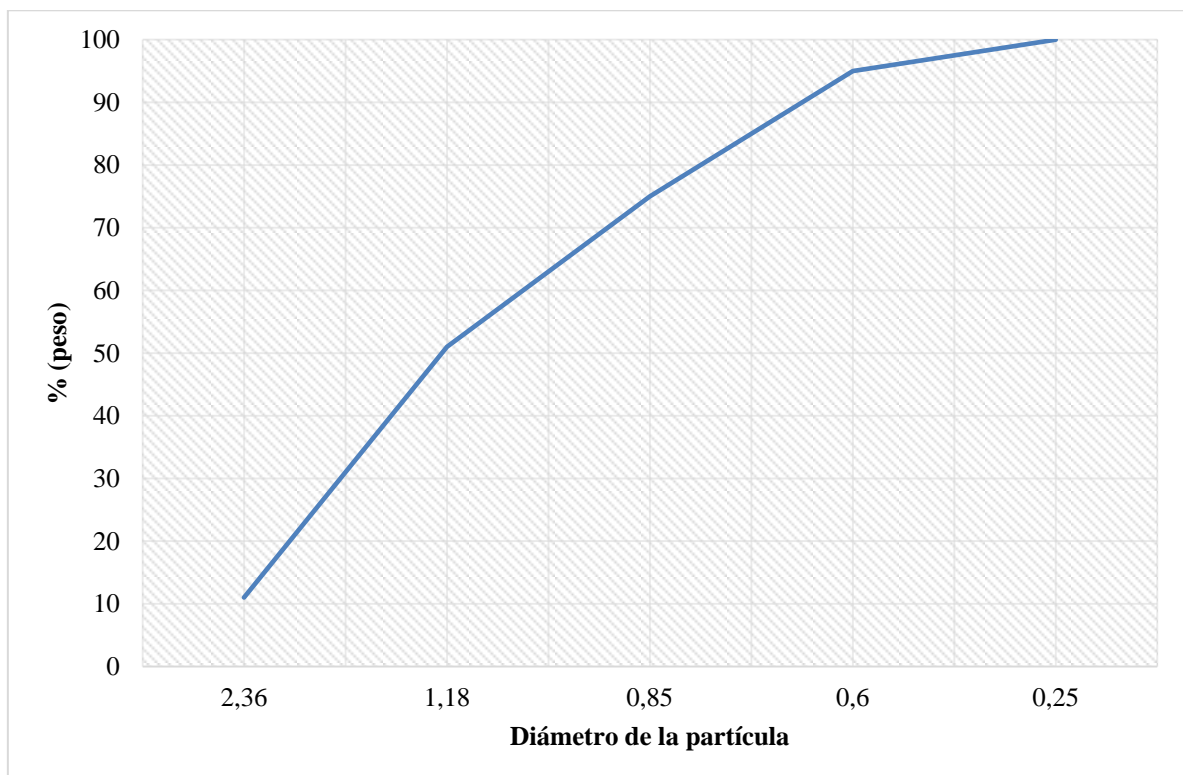
Ensayo 3

Tabla 5. Valores del análisis granulométrico (ensayo 3).

Composición granulométrica			
Tamaño de partícula (mm)	% en peso	Tamaño de partícula (mm)	% en peso
+ 2,36	11	- 0,85 + 0,6	20
- 2,36 + 1,18	40	- 0,6 + 0,25	5
- 1,18 + 0,85	24	- 0,25	0

Elaborado por: Erazo, Misse

En la figura 24 se expone la característica de distribución de tamaño por cernido, donde se observa que el 40% de la muestra tiene granulometría entre - 2,36 + 1,18 mm.

Figura 23. Característica de distribución de tamaño por cernido (ensayo 3).

Elaborado por: Erazo, Misse

11.1.3. Ensayo de densidad

Su realización se efectuó en el laboratorio de procesos unitarios perteneciente a la Escuela Politécnica Nacional.

Experimento 1

Materiales y reactivos a utilizar para ejecución

- Probeta de 250 cc³.
- Balanza analítica
- Calculadora

Técnica experimental empleada

1. Pesar la probeta vacía en la balanza analítica
2. Agregar el polvo de poliuretano, en la probeta sin compactar.
3. Pesar nuevamente la probeta, para con ello obtener la masa contenida en la misma.
4. Realizar el cálculo correspondiente con la ecuación (1).

Tabla 6. Valores obtenidos del cálculo de densidad.

Cálculo mediante utilización de probeta				
peso de la probeta (g)	peso de la probeta con polvo(g)	cantidad de polvo (g)	volumen (cm³)	densidad (g/cm³)
251	261	10	250	0,04
densidad aparente (g/cm³)			0,0400	
densidad aparente (kg/m³)			40,00	

Elaborado por: Erazo, Misse

Experimento 2

Materiales y reactivos

- Poliuretano expandido de forma prismática
- Balanza analítica
- Calibrador
- Calculadora

Técnica experimental empleada

1. Recortar el poliuretano con una forma prismática o rectangular.
2. Pesar el material ya recortado con las medidas predeterminadas.
3. Realizar el cálculo con las ecuaciones (1) y (2)

Tabla 7. Medidas tomadas de la figura geométrica

Cálculo mediante figura geométrica					
N° medidas	dimensiones (mm)			Volumen (mm)	Volumen (cm3)
	largo	ancho	espesor		
1	79,6	58,05	49,35		
2	79,9	57,7	49,25		
3	80,2	57,7	49,6		
4	79,2	57,7	49,4		
5	79,85	58	49,5		
media	79,75	57,83	49,42		

Elaborado por: Erazo, Misse

peso del cubo (g) 9,0936 (dato conocido)

Tabla 8. Cálculo de la densidad.

densidad aparente (g/cm³)	0,0399
densidad aparente (kg/m³)	39,90

Elaborado por: Erazo, Misse

11.2. Velocidad de flotación

Para el desarrollo de esta técnica experimental nos basamos en la literatura, pues mediante el sistema implementado y el uso del flujometro como instrumento de medición podemos obtener el valor del caudal de aire en el sistema, mismo que eleva las partículas del polvo de poliuretano.

Figura 24. Instalación experimental para la velocidad de flotación



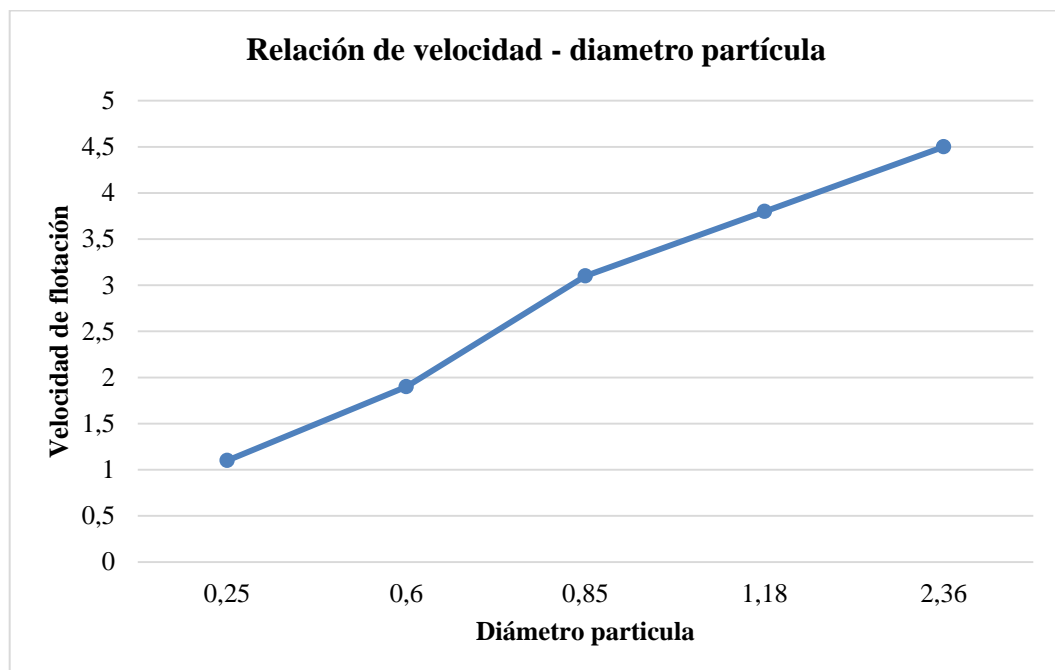
Elaborado por: Erazo, Misse

Los valores obtenidos mediante el experimento se los recopila en la tabla 9, para la utilización posterior de estos datos en el cálculo de tubería.

Tabla 9. Resultados de la velocidad de flotación.

Tamaño de partícula (mm)	Velocidad de flotación
0,25	2,2
0,6	2,8
0,85	3,3
1,18	3,8
2,36	4,5

Elaborado por: Erazo, Misse

Figura 25. Gráfico de la velocidad de flotación y diámetros de partícula.

Elaborado por: Erazo, Misse

11.3. Cálculos para el diseño del transporte neumático

- **Índice inicial de Transporte**

Los valores de v_{min} y ϵ_{max} del poliuretano tomamos como dato del anexo 4, siguiendo como referencia la harina puesto que es el material con características similares, tanto en la granulometría como la velocidad mínima.

$$\varphi_0 = v_{min} * \varepsilon_{max}$$

$$\varphi_0 = 4,5 * 80$$

$$\varphi_0 = 360 \text{ Kg}/m^2s$$

- **Diámetro Interior**

$$\varnothing_0 = \sqrt{\frac{\omega}{15 * \pi * \varphi_0}}$$

$$\varnothing_0 = \sqrt{\frac{12}{15 * \pi * 360}}$$

$$\varnothing_0 = 0,026 \text{ (m)}$$

- **Corrección del índice de transporte**

$$\varphi = \frac{\omega}{15 * \pi * \varnothing^2}$$

$$\varphi = \frac{12}{15 * \pi * (0,05)^2}$$

$$\varphi = 101,85 \text{ Kg}/m^2s$$

Obtenido ya el valor correcto del índice de transporte aplicaremos la ecuación;

$$v_m = 2 * v_{min}$$

$$v_m = 2 * 4,5$$

$$v_m = 9 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

- **Densidad media de la mezcla aire/ polvo**

$$\varepsilon_m = \frac{\varphi}{2 * v_{min}}$$

$$\varepsilon_m = \frac{101,85}{2 * 4,5}$$

$$\varepsilon_m = \frac{159,15}{9}$$

$$\varepsilon_m = 11,31 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

- **Aceleración de la mezcla en la tubería (E₁)**

$$E_1 = \lambda_1 * v_m * \varphi$$

$$E_1 = 1 * 9 * 101,85$$

$$E_1 = 916,65 \text{ (Pa)}$$

- **Rozamiento de las partículas con la tubería o pérdidas en la tubería (E₂)**

$$E_2 = \lambda_2 * v_m * \varphi * \frac{L}{\phi}$$

$$E_2 = 0,08 * 9 * 101,85 * \frac{10,5}{0,04}$$

$$E_2 = 15379,72 \text{ (Pa)}$$

- **Cambio de dirección o pérdidas en codos (E₃)**

$$E_3 = \lambda_3 * v_m * \varphi * \kappa$$

$$E_3 = 0,47 * 9 * 101,85 * 5$$

$$E_3 = 2154,12 \text{ (Pa)}$$

- **Fuerzas Gravitacionales (E₄)**

$$E_4 = \varepsilon_m * \delta * g$$

$$E_4 = 11,31 * 1,5 * 9,8$$

$$E_4 = 166,25 \text{ (Pa)}$$

- **Pérdidas de carga.**

$$\Delta P = E_1 + E_2 + E_3 + E_4$$

$$\Delta P = 916,65 + 15379,72 + 2154,12 + 166,25$$

$$\Delta P = 18616,74 \text{ (Pa)}$$

- **Cálculo de condiciones de salida**

$$\Delta P = P_1 - P_2$$

Suponiendo que la presión final del recorrido es la atmosférica obtenemos:

$$P_1 = P_{atm} = 101293 \text{ Pa}$$

$$P_2 = 101293 \text{ Pa} - 18616,74$$

$$P_2 = 82676,26 \text{ (Pa)}$$

- **Presión Media**

$$P_m = \frac{P_1 - P_2}{2}$$

$$P_m = \frac{101293 - 82676,26}{2}$$

$$P_m = 9308,37 \text{ (Pa)}$$

- **Densidad de la mezcla aire/polvo**

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_m \frac{P_1}{P_m}; \varepsilon_2 = \varepsilon_m \frac{P_2}{P_m}$$

$$\varepsilon_1 = 11,31 * \frac{101293}{9308,37}$$

$$\varepsilon_1 = 123,07 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

$$\varepsilon_2 = 11,31 * \frac{82676,26}{9308,37}$$

$$\varepsilon_2 = 100,45 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

- **Velocidad del material en la tubería**

$$v_1 = \frac{\varphi}{\varepsilon_1}; v_2 = \frac{\varphi}{\varepsilon_2};$$

$$v_1 = \frac{101,85}{123,07}$$

$$v_1 = 0,82 \text{ (m/s)}$$

$$v_2 = \frac{101,85}{100,45}$$

$$v_2 = 1,01 \text{ (m/s)}$$

- **Velocidad Media**

$$v_m = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

$$v_m = \frac{0,82 + 1,01}{2}$$

$$v_m = 0,92 \text{ (m/s)}$$

- **Cálculo de la bomba de vacío**

$$\dot{W} = \frac{\Delta P * \frac{\pi * \phi^2}{4} * v_2}{10^3}$$

$$\dot{W} = \frac{18616,74 * \frac{\pi * (0,05)^2}{4} * 1,01}{10^3}$$

$$\dot{W} = 0,04 \text{ Kw}$$

- **Caudal**

$$\dot{V} = \pi * \frac{\phi^2}{4} * v_2 * 60$$

$$\dot{V} = \pi * \frac{(0,05)^2}{4} * 1,01 * 60$$

$$\dot{V} = 0,11 \text{ (m}^3/\text{min)}$$

- **Margen de seguridad**

$$P \text{ salida} \cong 1,5\Delta P$$

$$P \text{ salida} \cong 1,5 * 18616,74$$

$$P \text{ salida} \cong 27925,11 \text{ (Pa)}$$

$$\text{Caudal} \cong 1,15\dot{V}$$

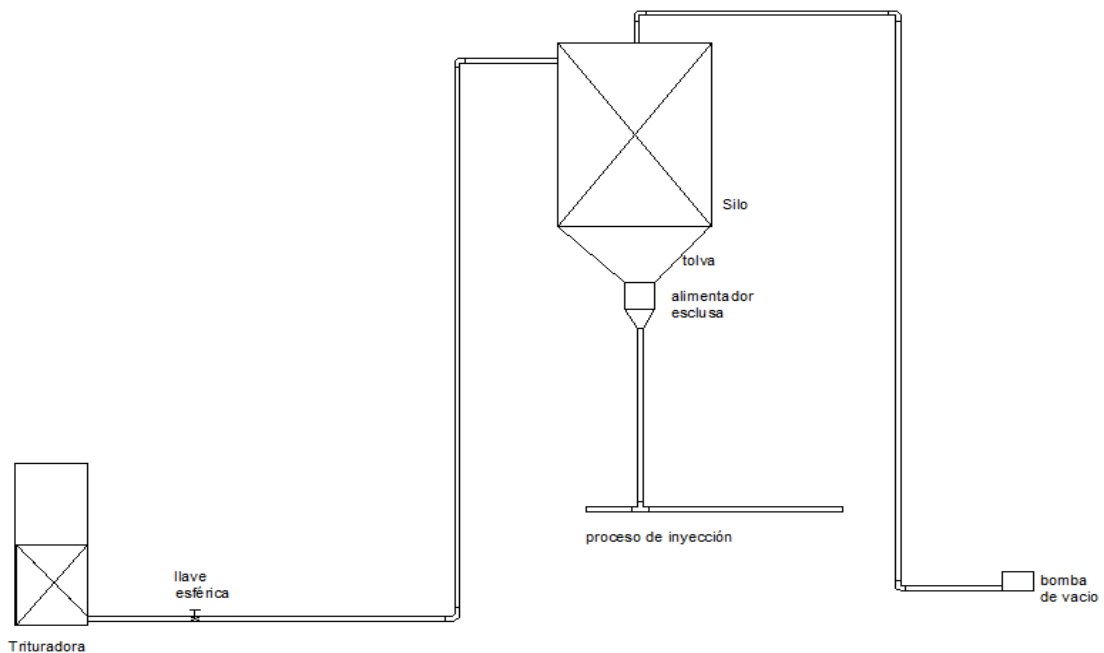
$$\text{Caudal} \cong 1,15 * 0,11$$

$$\text{Caudal} \cong 0,13 \text{ (m}^3/\text{min)}$$

11.4. Almacenamiento y dosificación

Para el almacenamiento del material se toma en consideración el requerimiento de la empresa, un silo construido en tol de forma esférica y salida cónica para su dosificado y con una capacidad de 3m^3 . Mismo que contendrá un dispositivo de alimentación tipo esclusa para que su dosificación sea homogénea y pueda reutilizarse en forma eficiente el poliuretano.

Figura 26. Diseño del sistema de transporte a realizar



Fuente: Erazo, Misse

11.5. Selección de equipos.

La bomba de vacío se seleccionará según los valores obtenidos y comparados en la tabla del anexo 5 sección 1 y mediante el mismo anexo 6 seleccionaremos en la siguiente tabla un tipo de esclusa necesario para el sistema de dosificado.

Tabla 10. Características de bomba de vacío.

Características de bomba de vacío	Potencia de bomba (min)	Presión de salida (min)	Caudal (min)	Bomba seleccionada Marca: Bush	tipo de conductor (conexión)
	0,04 kW	82676,26 Pa	0,13 m ³ /min	(R 5 RA 0016 C)	12 AWG

Elaborado por: Erazo, Misse

Además, para la etapa de dosificación es necesaria la utilización de un dispositivo de alimentación, mediante el cual se realizara una dosificación homogénea de material triturado con la materia prima (ver tabla 11).

Tabla 11. Características del alimentador.

Características del alimentador	Cantidad de material a dosificar	Tipo de alimentador	motor de esclusa	Variador de frecuencia	Relé térmico / contactor
	1,44kg	Esclusa	1/2 hp	Siemens	RW17-1D / CW07 -10A

Elaborado por: Erazo, Misse

En el diseño de este sistema se hace uso del programa Inventor, en el cual modelaremos los elementos calculados y seleccionados, de acuerdo a las normas establecidas y en conjunto el requerimiento de la empresa para la cual se desarrolla este proyecto.

11.6. Relación económica

Para determinar los costos realizados durante los procesos de dosificación del material triturado y por residuos en forma rectangular, se detalla las siguientes tablas;

Considerando el costo/hora del trabajador de 1,6 USD.

En la tabla 12 se detalla el proceso, tiempo y personal, que requiere la empresa para que los residuos de poliuretano sean transformados en polvo y posterior a ello ser dosificado, así también el costo de la mano de obra invertida.

Tabla 12. Detalle del salario invertido por plancha, dentro del proceso con material triturado.

Material sobrante	Tiempo que tarda por plancha (min)	Cantidad de personal
Corte sobrante la plancha	10	2
Enfundar	15	2
Triturar	25	1
Enfundar material triturado	20	1
Dosificación	15	2
Tiempo total (min)	85	-
Costo de mano de obra (USD)	2,27	

Elaborado por: Erazo, Misse

Mientras que, en la tabla 13, 15 y 17 detallaremos el proceso, tiempo y personal que se emplea para la fabricación de paneles de poliuretano, así también como el lote diario.

Tabla 13. Detalle del proceso completo con material triturado, lote diario.

Proceso	Tiempo	Personal
Ensamble de estructura	20	3
Colocación de plástico	5	3
Reutilización de material (5%)	15	3
Inyección materia prima	15	3
Prensado	40	3
Tiempo total	95	
Planchas al día (8h)	5	

Elaborado por: Erazo, Misse

En la tabla 14 se detalla el proceso, tiempo y personal, que requiere la empresa para que los residuos de poliuretano puedan ser recortados y colocados dentro de la estructura, para posterior a ello realizar la inyección de la materia prima, así también el costo de la mano de obra invertida.

Tabla 14. Proceso por material en cortes por plancha, salario invertido.

Material sobrante	Tiempo que tarda por plancha (min)	Cantidad de personal
Corte sobrante la plancha	10	2
Enfundar	15	2
Seleccionar sobrantes de mayor tamaño	20	2
Recortar y ubicar y asegurar dentro de la estructura para el nuevo panel.	20	2
Tiempo total (min)	80	-
Salario invertido (USD)	2,13	

Elaborado por: Erazo, Misse

Tabla 15. Proceso completo con material en cortes, lote diario.

Proceso	Tiempo	Personal
Ensamble de estructura	20	3
Colocación de plástico	5	3
Reutilización de material (3%)	35	3
Inyección materia prima	15	3
Prensado	40	3
Tiempo total	115	
Planchas al día	4	

Elaborado por: Erazo, Misse

En la tabla 16 se detalla el proceso, tiempo y personal, que realizará la empresa al implementar el sistema de transporte neumático para el poliuretano triturado, en conjunto con la dosificación e inyección de la materia prima, así también el costo de la mano de obra invertida.

Tabla 16. Transporte neumático de material triturado

Material sobrante	Tiempo que tarda x plancha (min)	Cantidad de personal
Corte sobrante la plancha	10	2
Enfundar	15	2
Triturar	25	1
Almacenaje	5	1
Dosificación	10	1
Tiempo total	65	-
Salario invertido (USD)	1,73	

Elaborado por: Erazo. Misse

Tabla 17. Proceso completo por transporte neumático del material triturado, lote diario.

Proceso	Tiempo	Personal
Ensamble de estructura	20	2
Colocación de plástico	5	2
Reutilización de material (10%)	10	1
Inyección materia prima	10	1
Prensado	40	2
Tiempo total	85	
Planchas al día	6	

Elaborado por: Erazo, Misse

Al utilizar el sistema de transporte neumático se reducirá el tiempo de trabajo de los obreros y la inversión económica, además de aumentar la producción diaria de planchas de poliuretano. En la tabla 18, se muestra una breve comparación de los distintos procesos que realiza la empresa con relación al tiempo, personal y lote diario, entre los procesos de fabricación y el diseño propuesto.

Tabla 18. Comparación de resultados de los procesos.

Proceso de fabricación	Tiempo invertido	Personal	lote de paneles al día
Paneles de poliuretano con dosificación de material triturado.	95	3	5
Paneles de poliuretano con dosificación de material por cortes.	115	3	4
Paneles de poliuretano con sistema de transporte neumático para su dosificación.	85	1 a 2	6

Elaborado por: Erazo, Misse

La determinación del costo con relación a la materia prima empleada, se deduce el ahorro por medio de la siguiente ecuación;

$$\text{Ahorro por panel elaborado} = \frac{(10\% \text{ del peso total de la panel} * \text{costo}/\text{m}^2 \text{ del panel})}{\text{peso total de la plancha}} \text{ (USD)}$$

[21]

Como ejemplo, deducimos que un panel de dimensiones 6 x 3 x 0,04 m se obtiene un costo de 234 USD, en el cual si optamos por la dosificación mediante el transporte neumático obtendremos un ahorro de 23,40 USD por panel. Mismo que representa ganancias significativas pues al plazo de un mes de producción obtenemos un ahorro de 2808 USD.

12. IMPACTOS

- Impacto práctico: La ejecución de la propuesta tecnológica permitirá almacenar el polvo de poliuretano aproximadamente 3m³ permitiendo de esta manera aprovechar el espacio físico que dispone la empresa y reduciendo los tiempos dentro del proceso de dosificación del polvo triturado en la fabricación de paneles para cuartos fríos.
- Impacto ambiental: Nuestra propuesta tecnológica permitirá la reutilización del poliuretano de forma triturada para la elaboración de paneles nuevos. La cantidad de polvo a reutilizar será el 10% del peso total del panel nuevo permitiendo de esta manera reducir la utilización de materia prima, disminuyendo gastos y además evitando desechar el material hacia los contenedores de basura.
- Impacto económico: Esta Propuesta tecnológica causara un impacto económico al dueño del sistema de transporte, pues al elaborar nuevos paneles con polvo poliuretano reduce la utilización de la materia prima (isocianato y polioli) y de esta manera bajar los costos de importación de los mismos.

13. PRESUPUESTO

- **Directos**

Tabla 19. Material eléctrico

Equipos	Características	Cant.	Unidad	Costo p/u (USD)	IVA 12% (USD)	Costo total (USD)
Bomba de vacío	Bomba de canal lateral VHCL VHCL-40M 200w (Ref:441680)	1	u	700,00	84,00	784,00
Alimentador de esclusa	Modelo 6	1	u	500,00	60,00	560,00
Motor	1/4 HP	1	u	113,00	13,56	126,56

Tabla 18. Continuación

Variador de frecuencia	SINAMICS	1	u	390,00	46,80	436,80
Relé Térmico	C120- circuit breaker - 1P -63A	1	u	8,50	1,02	9,52
Contactador		1	u	39,00	4,68	43,68
Total (USD)						1960,56

Elaborado por: Erazo, Misse

Tabla 20. Materiales para ensamblaje

Materiales	Características	Cant.	Unidad	Costo p/u (USD)	IVA 12% (USD)	Costo total (USD)
Manguera de succión	plástico anillado 40 mm	2	rollos (6m c/u)	116,42	13,97	260,78
Unión	codo 90° de 2plg	5	u	0,70	0,08	3,92
Llave esférica	plástico 2plg	1	u	10,00	1,20	11,20
Planchas acero A36	espesor de 2mm	2	plancha (1,22x2,44)	40,00	4,80	89,60
Pegamento	para pvc	3	u	8,00	0,96	26,88
Tubo pvc	2plg	1	tubo (6m)	4,70	0,56	5,26
Unión	tipo "T" 2plg	1	u	1,25	0,15	1,40
Total (USD)						399,04

Elaborado por: Erazo, Misse

- **Indirectos**

Tabla 21. Gastos indirectos

Recursos	Cant.	Costo p/u (USD)	Costo total (USD)
Internet	30	\$ 0,70	\$ 21,00
Transporte a Riobamba	4	\$ 15,00	\$ 60,00
Transporte a Quito	10	\$ 20,00	\$ 200,00
Ensayo de Granulometría	1	\$ 11,20	\$ 11,20
Ensayo de densidad	1	\$ 11,20	\$ 11,20
Análisis de forma	1	\$ 10,00	\$ 10,00
Copias b/n	80	\$ 0,02	\$ 1,60
Copias color	20	\$ 0,10	\$ 2,00
Impresiones b/n	80	\$ 0,05	\$ 4,00
Impresiones color	20	\$ 0,15	\$ 3,00
Anillado	3	\$ 2,50	\$ 7,50
Esferos	2	\$ 0,40	\$ 0,80
Empastado	2	\$ 17,00	\$ 34,00
Resmas de papel	1	\$ 3,80	\$ 3,80
Alimentación	14	\$ 20,00	\$ 280,00
Total			\$ 650,10

Elaborado por: Erazo, Misse

10% imprevistos	65,01
------------------------	-------

Tabla 22. Costo Total

Componentes del costo	Costo total (USD)
Equipos eléctricos	1960,56
Materiales para ensamble	399,04
Instalación del sistema	1100,00
Recursos	650,00
10% de imprevistos	65,01
Total de costo (USD)	4174,61

Elaborado por: Erazo, Misse

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- Compilamos información acerca de los tipos de transporte neumático que son más utilizados en el campo industrial, para lo que es necesario conocer el tipo de material a transportar, pues su selección influye en la eficiencia del sistema y su proceso.
- Identificamos las propiedades físicas y aerodinámicas del polvo de poliuretano, mismo que influye para las condiciones dentro del cálculo y diseño del sistema.
- Diseñamos el sistema de transporte neumático para el poliuretano triturado basado en los resultados obtenidos de los ensayos y en base a los requerimientos de la empresa.
- Mediante el análisis de diseño propuesto en base a los cálculos de costos realizados, se genera un ahorro estimado de 2808 USD mensualmente, mismo que cubrirá los gastos de implementación del sistema en un plazo máximo de tres meses.

Recomendaciones:

- El diseño del transporte neumático esta realizado para el polvo de poliuretano, en el caso de querer transportar otro tipo de material se deberá realizar un estudio previo de las propiedades y características que posea el mismo.
- El manejo de un material volátil es complejo, más aun si este no ha sido estudiado a profundidad, es por ello que consideramos importante el uso de equipo e instrumentos adecuados para conocer las características físicas y aerodinámicas, puesto que de estos datos dependerá el tipo de sistema a diseñar.
- Para lograr una eficiencia en el transporte neumático la máquina trituradora debe estar llena de poliuretano, no se recomienda mezclar con otro tipo de material pues puede provocar inconvenientes dentro del proceso de dosificación y en la producción de nuevos paneles.

15. BIBLIOGRAFÍA

- ABB. (Marzo de 2015). Obtenido de ABB Corporation: <http://new.abb.com/drives/es/que-es-un-variador>
- Aguilar Prada, L., Leira Ortiz, A., & Saavedra Castañeda, C. (2014). *Transporte Nuemático, silos y tolvas*. Investigación, Universidad del Atlántico, Barranquilla.
- AISLA. (2016). Libro blanco del Poliuretano proyectado e inyectado. En AISLA, *Libro blanco del Poliuretano proyectado e inyectado* (págs. 6 - 7). Madrid, España: IPUR.
- Bachir, H. A. (s.f.). *Cálculo verificativo de las instalaciones de transporte neumático de la empresa Che Guevara*. Trabajo de diploma, Instituto Superior Minero Metalurgico, Moa - Holgin.
- Cabrejos, F., Jofré, M. I., & Rojas, J. (2004). *Transporte neumático de materiales sólidos a granel*. Investigación, Universidad Técnica Federico Santa María, Valaraíso.
- Claudius Peters. (2017). Obtenido de Claudius Peters: <http://www.claudiuspeters.com/es-ES/documents/358/cp-pneumatic-spanish-0412-web-es.pdf>
- Costa Cañizares, F. X., & Barriga Riera , A. (2002). *Diseño de un sistema de transporte neumatico para material suelto (polvo de cal) recuperado por el filtro principal del proceso de fabricación de cal*. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil.
- Deaquino Aguirre, E. T. (1996). *Desgaste en transporte neumático*. Tesis maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León.

- Dynamic Air Inc. (2010). *16 Conceptos del Transporte Neumático*. Obtenido de Dynamic Air: <http://www.dynamicair.com/pdf/9906-7-es.pdf>
- Facultad de Química. (2015). *Procesos de separación*. Practicas de laboratorio, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Fernandez Arévalo, M. (2015). *Sólidos pulvulentos*. Trabajo de investigación.
- Flexicon Corporation. (2015). Obtenido de Flexicon: <http://www.flexicon.es/Equipos-y-Sistemas-de-Manejo-de-Materiales-a-Granel/Transportadores-Neumaticos/Tipos-de-Sistemas.html>
- Gruber Hermanos. (Febrero de 2004). Obtenido de Gruber Hermanos S.A.: <http://www.gruberhermanos.com/images/Catalogos/18-Transporte-Neumatico.pdf>
- Hidrometalica. (2016). Obtenido de Hidrometalica: <http://hidrometalica.com/transportador-sinfin/>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (Junio de 1995). Obtenido de INEN: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2021.1995.pdf>
- Linder, H. J. (2015). *Sistemas de transporte neumático*. (S. S. group, Ed.)
- López Arenales, J. C. (2005). *Sistemas de vacío*. Obtenido de Proyectos de ingeniería mecánica: <http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2013/ing/pim/14.pdf>
- Martínez, E. (Julio de 2013). Obtenido de Como funciona- El contactor Electrico: <http://dinoalatele.blogspot.com/2013/07/como-funciona-el-contactor-electrico.html>
- Matos Herandez, N. (2000). *Propiedades físicas del material laterítico*. Trabajo de diploma, Instituto Superior Minero Metalúrgico, Moa - Holguin.
- Nacional, E. P. (2017). Lab. de operaciones unitarias.
- OGA. (2016). Obtenido de OGA Transporte Neumático: <http://www.oga.com.co/>
- Paredes Lopez, J. J. (2016). *Diseño de las redes de aire comprimido y transporte neumático en un astillero*. Tesis, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Naval y Oceánica, Cartagena.
- PDVSA. (1997). *Sistemas Transportadores: Transporte Neumático*. Manual de diseño, PDVSA, Caracas.
- Pérez Manso, A. (Febrero de 2003). Calculo básico de una instalación de transporte neumático de sólidos. *Ingeniería Química*, 113-116.
- Powder Solutions Group . (2018). Obtenido de Powder Solutions Group: <https://www.powder-solutions.com/processing/main/pneumatic-conveying/>
- Powder/Bulk Solids. (Abril de 2017). Obtenido de Powder/Bulk Solids: Applying Gate Valves with Rotary Airlocks in Pneumatic Conveying
- Ravanet, J. (1992). *Silos*. Barcelona, España: IMGESA.

- Rodríguez. (2014). *MATERIAL DE APOYO PARA LAS OPERACIONES FÍSICO-MECÁNICAS* . Investigación, Universidad Mayor Real y Pontificia San Francisco Xavier de Chuquisaca, Sucre.
- Rodríguez, M. (Abril de 2013). *Aprendemos la composición, selección y regulación del relé térmico para nuestros motores*. Obtenido de Revista digital INESEM: <https://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/composicion-seleccion-regulacion-rele-termico-motores/>
- Salvador, M. (2017). *Relacion masa - volumen*. Practica de laboratorio, Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- Torres Tamayo, E., Tomacén Gámez, T. O., Fernández Columbie, T., & Reyes de la Cruz, J. L. (2005). *Propiedades Físicas y aerodinamicas del mineral laterítico para uso en transporte neumático*. Artículo Científico, Instituto Superior Minero Metalúrgico de Cuba, Moa.
- Universidad de Barcelona. (Abril de 2012). Obtenido de MATERIALS: <http://www.ub.edu/cmematerials/es/content/poliuretano>.

ANEXOS

ANEXO 1	Hoja de vida del tutor	1/6
----------------	------------------------	------------

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

Nombre: Enrique Torres Tamayo

Nacionalidad: Cubana

Fecha de nacimiento: 15-07-1966

No. de Cédula: 1757121940

No. de Pasaporte: I731909

E-mail: etorrest2014@gmail.com

Teléfono Celular Ecuador: 0987800156



RESUMEN

Doctor en Ciencias Técnicas (Ph.D). Master en Electromecánica. Ingeniero Mecánico. 22 años de experiencia en la formación de Ingenieros Electromecánicos y Mecánicos. Desarrolla investigaciones relacionadas con procesos térmicos y transporte de fluidos. Ha publicado 24 artículos en revistas indexadas en bases de datos de prestigio internacional. Ha presentado más de 30 ponencias en eventos científicos internacionales. En la actualidad es Profesor de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Ha trabajado en varias Universidades de América Latina y África: Universidad de Moa en Cuba, Universidad de ARBAMINCH en Etiopía, Instituto Superior Federico Rivero Palacios en Venezuela. Instituto Superior Mariscal Sucre en Venezuela, Universidad Nacional de Loja en Ecuador.

TÍTULOS OBTENIDOS

Títulos Académicos Recibidos	Emitido por	Número de registro en La SENESCYT
Doctor en Ciencias Técnicas (PhD)	Academia de Ciencias, Cuba. 2003.	CU-15-14911
Master en Electromecánica	Instituto Superior Minero Metalúrgico, Cuba. 1999.	---
Ingeniero Mecánico	Instituto Superior Minero Metalúrgico (ISMMM), Cuba. 1993.	CU-15-14987

ANEXO 1	Hoja de vida del tutor	2/6
----------------	------------------------	------------

**ACTIVIDAD LABORAL
EXPERIENCIA DOCENTE**

Cursos y Materias Impartidas	Instituciones	Fecha
Nivel de Pregrado:		
Termoaplicada	Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador	2016
Análisis Matemático III	Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador	2015 - 2016
CAD	Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador	2016
Transferencia de Calor	Instituto Superior Minero-Metalúrgico de Moa, Cuba. Universidad de ARBAMINCH, Etiopía.	1993 – 2015 2006 - 2008
Equipos de transferencia de calor	Instituto Superior Minero-Metalúrgico de Moa, Cuba. Universidad de ARBAMINCH, Etiopía.	1993 – 2015 2006 - 2008
Termodinámica	Universidad de ARBAMINCH, Etiopía.	2006 - 2008
Mecánica de los fluidos	Universidad de ARBAMINCH, Etiopía.	2006 - 2008
Investigación de Operaciones	Universidad de ARBAMINCH, Etiopía.	2006 - 2008
Máquinas Térmicas	Universidad de ARBAMINCH, Etiopía.	2006 - 2008
Proyecto de Ingeniería Térmica	Instituto Superior Minero-Metalúrgico de Moa, Cuba.	2009 - 2014
Nivel de Postgrado:	Instituciones	Fecha
Eficiencia de los sistemas energéticos en la industria y los servicios.	Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador	06/2014 07/2015
Análisis Avanzados de Sistemas Térmicos	Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador. Instituto Universitario Tecnológico de Maracaibo, Zulia, Venezuela. Instituto Superior Minero-Metalúrgico de Moa, Cuba.	05/2013 03/2013, 02/2014 2009 - 2015
Conversión y Conservación Energética	Instituto Universitario Tecnológico de Maracaibo, Zulia, Venezuela. Instituto Superior Minero-Metalúrgico de Moa, Cuba.	2013, 2014 2009 - 2015
Termodinámica aplicada	Universidad Nacional de Loja, Ecuador.	09/2010

ANEXO 1	Hoja de vida del tutor	3/6
<p>PUBLICACIONES EN REVISTAS REFERENCIADAS</p> <p>La revista Minería y Geología está indexada en las siguientes bases de datos de prestigio internacional: CAB Abstracts Database, ULRICH'S PERIODICALS DIRECTORY, REDALYC, EBSCO Fuente Académica, Actualidad Iberoamericana, ACADEMIC SEARCH COMPLETE, Directory of Open Access Journals, JournalTOCs, LATINDEX.</p> <p>La revista Ingeniería Mecánica está indexada en las siguientes bases de datos de prestigio internacional: SciELO Citation Index WoS, SciELO, Inspec, Redalyc, DIALNET, Latindex, EBSCO, QUALIS-CAPES, e-revistas, Chinese Directory of open Access, Directory of open Access Journals-DOAJ, Ulrich´s Periodical Directory, Directorio de Google-Ciencia y Tecnología, Open Science Directory.</p> <p>La revista Ingenierías, de México, está indizada en: Latindex, Periódica, CREDI, DOAJ, Dialnet, Actualidad Iberoamericana, LivRe, NewJour</p> <p>La revista International Journal of Mechanics, está indexada en: SCOPUS, Engineering Village, Cobiss, Inspec - The IET, Index Copernicus.</p> <p>La revista International Journal of Systems Applications, Engineering & Development, está indexada en: Inspec - The IET, Index Copernicus.</p> <p>Publicaciones en Revistas Referenciadas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Overall heat transfer coefficients, pressure drop and power demand in plate heat exchangers during the ammonia liquor cooling process. <u>International Journal of Mechanics</u>. Vol. 10, 342 – 348, 2016. North Atlantic University Union. United States. ISSN: 19984448. http://www.naun.org/cms.action?id=12113. 2. Heat transfer coefficients and efficiency loss in plate heat exchangers during the ammonia liquor cooling process. <u>International Journal of Theoretical and Applied Mechanics</u>. Volume 1, 2016. ISSN: 2367-8984. http://www.iaras.org/iaras/journals/ijtam. 3. Levels of similarity in user profiles based cluster techniques and multidimensional scaling. <u>International Journal of Systems Applications, Engineering & Development</u>. Vol. 10, 56 – 64, 2016. ISSN: 2074-1308. http://naun.europment.org/systems-applications-engineering-development2016.html. 4. Consideration about lateritic mineral pneumatic conveying in dense phase. <u>International Journal of Mechanics</u>. Vol. 9, 343 – 348, 2015. North Atlantic University Union. United States. ISSN: 19984448. http://www.naun.org/cms.action?id=10208. 5. Presión de saturación del licor amoniacal y su relación con el fenómeno de la cavitación en bombas centrífugas. <u>Revista Minería & Geología</u>. 31(1): 111 – 129, 2015. Cuba. ISSN 1993-8012. 6. Velocidad de secado en pilas de mena laterítica almacenadas a la intemperie. <u>Revista Minería & Geología</u>. 31(3): 45-61, 2015. Cuba. ISSN 1815-5944. 		

ANEXO 1	Hoja de vida del tutor	4/6
<p>7. Coeficientes de transferencia de calor experimental para el enfriamiento de licor en intercambiadores de placas. <u>Revista Ingeniería Mecánica</u>. 17(1): 68 – 77, 2014. Cuba. ISSN 1815-5944.</p> <p>8. Distribución de temperatura en pilas de mena laterítica expuestas a secado natural. <u>Revista Minería & Geología</u>. 30(1): 33 – 50, 2014. Cuba. ISSN 1993-8012.</p> <p>9. Selección del espesor de aislamiento térmico para tuberías de petróleo con traza de vapor. <u>Revista Minería & Geología</u>. 30(1): 62 – 79, 2014. Cuba. ISSN 1993-8012.</p> <p>10. Optimización del secado solar de la mena laterítica en la industria cubana del níquel. <u>Revista Minería & Geología</u>. 28(2): 30 – 46, 2012. Cuba. ISSN 1993-8012.</p> <p>11. Modelación y simulación del proceso de secado natural de la mena laterítica. <u>Revista Minería & Geología</u>. 28(4): 01 – 19, 2012. Cuba. ISSN 1993-8012.</p> <p>12. Coeficientes de transferencia de calor y pérdida de eficiencia en intercambiadores de calor de placas durante el enfriamiento del licor amoniacal. <u>Revista Minería & Geología</u>. 27(2): 67 – 83, 2011. Cuba. ISSN 1993-8012.</p> <p>13. Transferencia de calor en el secado solar a la interperie de menas lateríticas ferroniquelíferas. <u>Revista Minería & Geología</u>. 27(1): 01 – 19, 2011. Cuba. ISSN 1993-8012.</p> <p>14. Simulación del transporte neumático del mineral laterítico en fase densa. <u>Revista Minería & Geología</u>. 25(3): 1 – 22, 2009. Cuba. ISSN 1993-8012.</p> <p>15. Comportamiento de la adherencia en menas lateríticas sometidas a secado solar natural. <u>Revista Minería & Geología</u>. 25(1): 1 – 12, 2009. Cuba. ISSN 1993-8012.</p> <p>16. Modelación matemática del transporte neumático del mineral laterítico en fase densa. <u>Revista Minería & Geología</u>. 23(1): 1 – 31, 2007. ISSN 1993-8012.</p> <p>17. Comportamiento de la humedad durante el secado solar del mineral laterítico. <u>Revista Minería & Geología</u>. 23(3): 1 – 19, 2007. ISSN 1993-8012.</p> <p>18. Propiedades de materiales polidispersos para sistemas de transporte neumático. <u>Revista Ingenierías</u>, Vol.VIII, No. 27, Abril-Junio, 2005. México. http://ingenierias.uanl.mx. ISSN 1405-0676.</p> <p>19. Análisis de la influencia del régimen de temperatura en el secado del mineral laterítico. <u>Revista Minería & Geología</u>. 15(2): 70 – 75, 2003. ISSN 1993-8012.</p> <p>20. Resultados investigativos de los parámetros del mineral laterítico durante su transportación neumática. <u>Revista Hidráulica y Neumática</u> (en Ruso). No.7 y 8, Rusia, 2003.</p> <p>21. Propiedades físicas y aerodinámicas del mineral laterítico utilizado en los sistemas de transporte neumático. <u>Revista Minería & Geología</u>. 24 (1): 71 – 76, 2003. ISSN 1993-8012.</p> <p>22. Comportamiento del transporte neumático de partículas en los gases durante el proceso de secado en la empresa Comandante Ernesto Che Guevara. <u>Revista Minería & Geología</u>. 17(2): 73 – 77, 2000. ISSN 1993-8012.</p> <p>23. Humedad de equilibrio y coeficiente de transferencia de masa para el secado y transporte neumático del mineral laterítico de la empresa Comandante Ernesto Che Guevara. <u>Revista Minería & Geología</u>. 18 (3): 66 – 71, 2001. ISSN 1993-8012.</p> <p>24. Características reológicas para el transporte de fluidos bifásicos utilizados en la empresa Comandante Ernesto Che Guevara. <u>Revista Minería & Geología</u>. 15 (2): 70 – 75, 1998. ISSN 1993-8012.</p>		

ANEXO 1	Hoja de vida del tutor	5/6
----------------	------------------------	------------

PONENCIAS EN EVENTOS CIENTÍFICOS EN LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS

1. Evaluación térmica de intercambiadores de calor de placas para el enfriamiento de licores. Memorias de la VIII conferencia Internacional de Aprovechamiento de Recursos Minerales CINAREM' 15. ISBN 978-959-16-2244-0.
2. Evaluación térmica de intercambiadores de calor de placas para el enfriamiento de licor amoniacal. Memorias del V evento Nacional ENERMOA 2014. Moa, Holguín, Cuba. ISBN 978-959-16-2407-9.
3. Optimización de la geometría de la sección transversal de pilas de menas lateríticas expuestas a secado natural. Memorias del V evento Nacional ENERMOA 2014. Moa, Holguín, Cuba. ISBN 978-959-16-2407-9.
4. Regularidades de la distribución de temperatura en pilas de menas lateríticas expuestas a secado natural. Memorias del V evento Nacional ENERMOA 2014. Moa, Holguín, Cuba. ISBN 978-959-16-2407-9.
5. Automatización del cálculo de parámetros del proceso de secado natural de las menas lateríticas. Memorias de la VII Conferencia Internacional de Aprovechamiento de Recursos Minerales CINAREM' 13. ISBN 978-959-16-2244-0.
6. Evaluación térmica de intercambiadores de calor de placas para el enfriamiento de licor amoniacal. Memorias de la VII Conferencia Internacional de Aprovechamiento de Recursos Minerales CINAREM' 13. ISBN 978-959-16-2244-0.
7. Evaluación energética para el proceso de generación de vapor en calderas acuotubulares en el complejo petroquímico Ana María Campos. Memorias de la VII Conferencia Internacional de Aprovechamiento de Recursos Minerales CINAREM' 13. ISBN 978-959-16-2244-0.
8. Modelación y simulación del proceso de generación de vapor a partir de energía solar térmica, usando un colector parabólico. Memorias de la VII Conferencia Internacional de Aprovechamiento de Recursos Minerales CINAREM' 13. ISBN 978-959-16-2244-0.
9. Espesor de aislamiento térmico para tuberías de transporte de combustible con trazas de vapor. Memorias de la VII Conferencia Internacional de Aprovechamiento de Recursos Minerales CINAREM' 13. ISBN 978-959-16-2244-0.
10. Eficiencia de secadores cilíndricos horizontales de mineral laterítico en la empresa "comandante Ernesto che Guevara". Memorias de la VII Conferencia Internacional de Aprovechamiento de Recursos Minerales CINAREM' 13. ISBN 978-959-16-2244-0.
11. Lubricación de rodamientos en bombas de circulación de agua de mar. Memorias de la VII Conferencia Internacional de Aprovechamiento de Recursos Minerales CINAREM' 13. ISBN 978-959-16-2244-0.
12. Modelación y simulación del proceso de secado natural de menas lateríticas. Memorias del IV evento Nacional ENERMOA 2012. Moa, Holguín, Cuba. ISBN 978-959-16-2067-5.
13. Coeficientes de transferencia de calor y pérdida de eficiencia en intercambiadores de calor de placas. Memorias del IV evento Nacional ENERMOA 2012. Moa, Holguín, Cuba. ISBN 978-959-16-2067-5.
14. Producción del biogás como energía alternativa a partir de desechos residuales de los vertederos urbanos en Venezuela. Memorias del IV evento Nacional ENERMOA 2012. Moa, Holguín, Cuba. ISBN 978-959-16-2067-5.
15. Evaluación de los sistemas de transporte neumático del cacao en la empresa bolivariana de producción socialista "Cacao Oderi". Memorias de la VI Conferencia Internacional de Aprovechamiento de Recursos Minerales CINAREM' 11. Cuba. ISBN 978-959-16-1053-1.

ANEXO 1	Hoja de vida del tutor	6/6
<p>16. Coeficientes de transferencia de calor y pérdida de eficiencia en intercambiadores de calor de placas durante el proceso de enfriamiento del licor amoniacal. <u>Memorias de la VI Conferencia Internacional de Aprovechamiento de Recursos Minerales CINAREM' 11</u>. Cuba. ISBN 978-959-16-1053-1.</p> <p>17. Sistema de calentamiento para minimizar el uso de metanol en el gas de arranque de las plantas compresoras de occidente. <u>Memorias de la VI Conferencia Internacional de Aprovechamiento de Recursos Minerales CINAREM' 11</u>. Cuba. ISBN 978-959-16-1053-1.</p> <p>18. Evaluación termoenergética de los generadores de vapor de la empresa “Comandante Ernesto Che Guevara”. <u>Memorias de la VI Conferencia Internacional de Aprovechamiento de Recursos Minerales CINAREM' 11</u>. Cuba. ISBN 978-959-16-1053-1.</p> <p>19. Fase densa, realidad en el transporte neumático del mineral laterítico. <u>Memorias de la V Conferencia Internacional de Aprovechamiento de Recursos Minerales CINAREM' 09</u>. Cuba.</p> <p>PRINCIPALES PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DESARROLLADOS EN LOS ÚLTIMOS CINCO AÑOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Renewable Energies Education Network. Universidad Carlos III, Madrid, España e Instituto Superior Minero-Metalúrgico de Moa, Cuba. 2014-2015. 2. Coeficientes de transferencia de calor y pérdida de eficiencia en intercambiadores de calor de placas durante el enfriamiento del licor amoniacal. Instituto Superior Minero-Metalúrgico de Moa- Empresa Ernesto Che Guevara, Cuba. 2013 - 2014. 3. Modelación y Simulación del proceso de secado del mineral laterítico. Instituto Superior Minero-Metalúrgico de Moa- Empresa Ernesto Che Guevara, Cuba. 2013-2014. 4. Humedad de equilibrio y coeficiente de transferencia de masa en el proceso de secado. Instituto Superior Minero-Metalúrgico de Moa- Empresa Ernesto Che Guevara, Cuba. 2011. 5. Comportamiento del arrastre de partículas en los gases durante el proceso de secado. Instituto Superior Minero-Metalúrgico de Moa- Empresa Ernesto Che Guevara, Cuba. 2011. 6. Estudio del comportamiento de los parámetros de trabajo de las instalaciones de transporte neumático de la empresa Comandante Ernesto Che Guevara y René Ramos Latour. Instituto Superior Minero-Metalúrgico de Moa- Empresa Ernesto Che Guevara y René Ramos Latour, Cuba. 2010. 7. Estudio de las características físicas y aerodinámicas del mineral laterítico con fines del transporte neumático. Instituto Superior Minero-Metalúrgico de Moa- Empresa Ernesto Che Guevara, Cuba. 2010. 8. Modelación matemática y simulación de los sistemas de transporte neumático del mineral laterítico en tuberías horizontales y verticales. Instituto Superior Minero-Metalúrgico de Moa- Fábricas de Níquel “Che Guevara” y René Ramos”, Cuba. 2009. 9. Diagnóstico de los consumos energético en los hoteles LTI costa verde y Río de Mares. Instituto Superior Minero-Metalúrgico de Moa, Cuba. 2009. 10. Selección de los sistemas de transporte neumático del carbón en la planta CIS de Nicaro. Empresa Siderúrgica de Nicaro. Cuba. 2009. 		

ANEXO 2	Hoja de vida postulantes.	1/2
----------------	---------------------------	------------

DATOS INFORMATIVOS

NOMBRES : YESSENIA STEFANIA
 APELLIDOS : MISSE BALDIAS
 ESTADO CIVIL : DIVORCIADA
 EDAD : 26 AÑOS
 PROVINCIA : COTOPAXI
 CANTÓN : LATACUNGA
 PARROQUIA : ELOY ALFARO
 TELÉFONO : 032252753
 MÓVIL : 0992923448
 CÉDULA DE IDENTIDAD : 050364483-3
 E-MAIL : yessenia.misse3@utc.edu.ec



ESTUDIOS PRIMARIOS

ESCUELA : CLUB ROTARIO
 PROVINCIA : COTOPAXI
 CANTÓN : LATACUNGA

ESTUDIOS SECUNDARIOS

COLEGIO : UNIDAD EDUCATIVA “HERMANO MIGUEL”
 TÍTULO : TECNICO INDUSTRIAL
 ESPECIALIDAD : ELECTRONICA
 PROVINCIA : COTOPAXI
 CANTÓN : LATACUNGA

ESTUDIOS SUPERIORES

UNIVERSIDAD : UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
 CARRERA : INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
 PROVINCIA : COTOPAXI
 CANTÓN : LATACUNGA

ANEXO 2	Hoja de vida postulantes.	2/2
---------	---------------------------	-----

DATOS INFORMATIVOS

NOMBRES : JUAN CARLOS
 APELLIDOS : ERAZO CAISAGUANO
 ESTADO CIVIL : SOLTERO
 EDAD : 24 AÑOS
 PROVINCIA : COTOPAXI
 CANTÓN : LATACUNGA
 PARROQUIA : LA MATRIZ
 TELÉFONO : 032385259
 MÓVIL : 0998323009
 CÉDULA DE IDENTIDAD : 050375889-8
 E-MAIL : juan.erazo8@utc.edu.ec



ESTUDIOS PRIMARIOS

ESCUELA : JORGE ICAZA
 PROVINCIA : COTOPAXI
 CANTÓN : LATACUNGA

ESTUDIOS SECUNDARIOS

COLEGIO : DR. CAMILO GALLEGOS DOMINGUEZ
 BACHILLER : ADMINISTRACION Y CONTABILIDAD
 ESPECIALIDAD : ADMINISTRACION EN SISTEMAS
 PROVINCIA : COTOPAXI
 CANTÓN : LATACUNGA

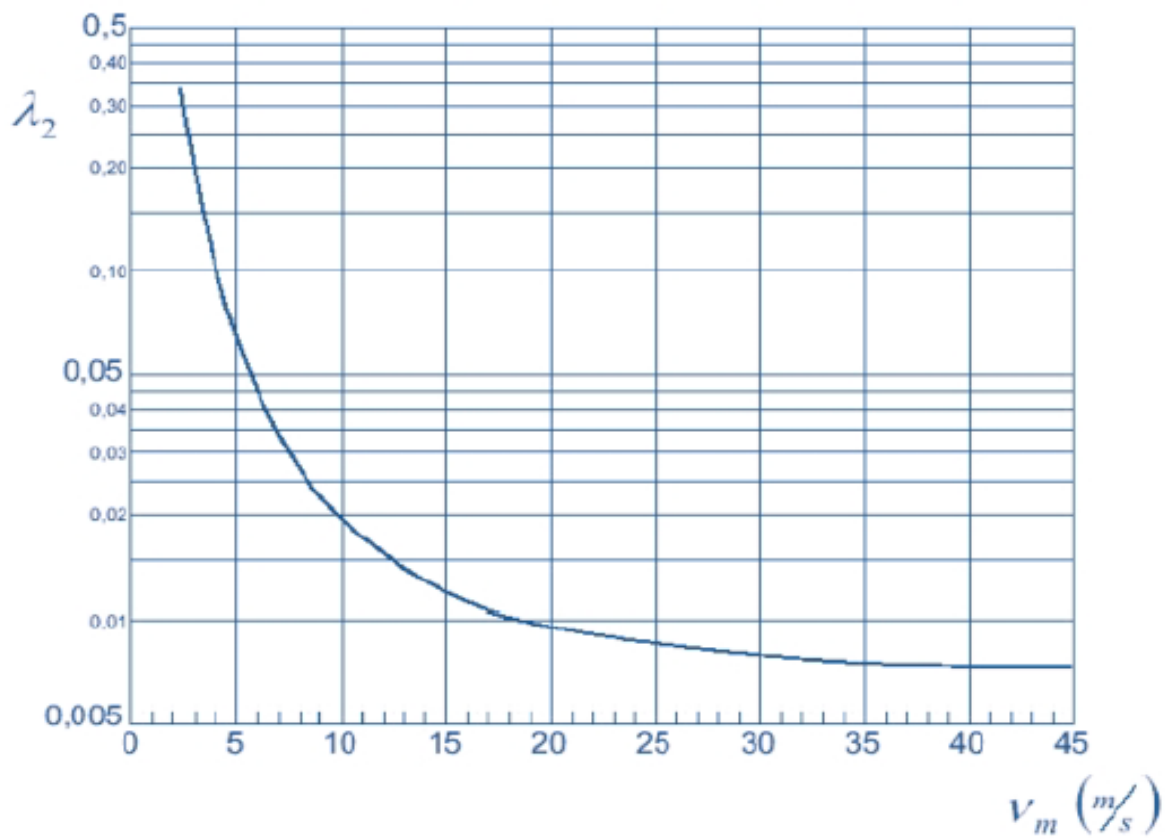
ESTUDIOS SUPERIORES

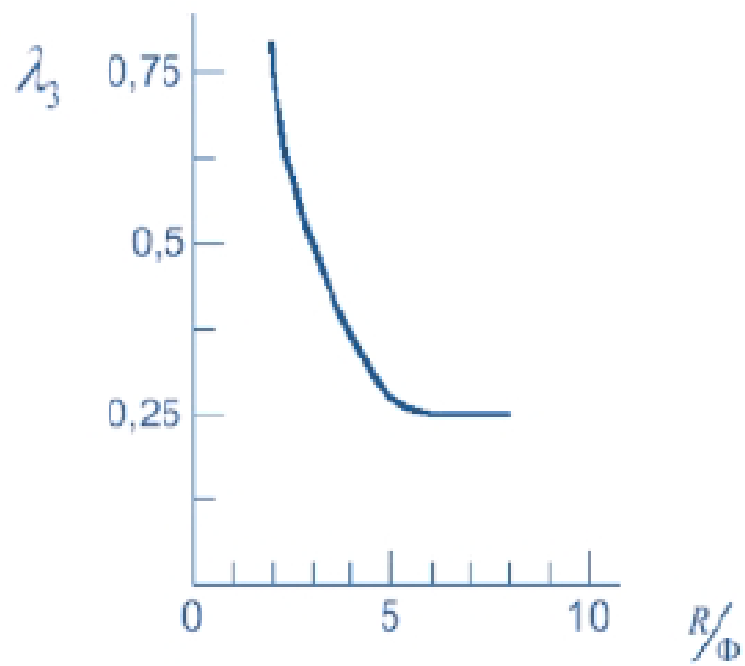
UNIVERSIDAD : UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
 CARRERA : INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
 PROVINCIA : COTOPAXI
 CANTÓN : LATACUNGA

Productos de referencia	Descripción	Clasificación según Celdart	Clasificación según Jenike	Procedimientos de Transporte
Carbonato cálcico, Cemento, Cal, PVC	Bien fluidificable Buena capacidad de retención de aire	Grupo A: Granulometría fina y/o ligero materia	Fluidificado $10 \leq FFC < \infty$, fluyendo libremente No fluidificado $2 \leq FFC < 4$, cohesivo	Transporte en fase diluida Transporte en fase densa Transporte en fase densa por vacío y baches
Arena, cenizas de lecho fluido, granulados	Mal fluidificable Mala capacidad de retención de aire	Grupo B: Granulometría media y/o pesado	$4 \leq FFC < 10$ fluyendo	Transporte en fase diluida Transporte por empuje de cartuchos Transporte por vacío en cartuchos
Creta, bióxido de titanio, óxidos, metálicos, leche en polvo	Desde cohesivo hasta muy cohesivo Ninguna capacidad de retención de aire Agujero de ratones	Grupo C: Granulometría fina y/o pesado	$2 \leq FFC < 4$ cohesivo $1 \leq FFC < 2$ muy cohesivo	Transporte por empuje en cartuchos con válvula de impulsos y estación relé Transporte en fase densa con tubería auxiliar Transporte por vacío en cartuchos
Azúcar, nueces, sal, almendras, sémola, verdura congelada, granulados	Desde cristalino hasta granulado Ninguna capacidad de retención de aire No fluidificables	Grupo D: Granulometría gruesa y/o pesado	$4 \leq FFC < 10$ fluyendo	Transporte por empuje de cartuchos Transporte por empuje en cartuchos con válvula de impulsos y estación relé Transporte por vacío en cartuchos

Productos de referencia	Descripción	Clasificación según Geldart	Clasificación según Jenike	Procedimientos de Transporte
Mezclas finales, composición de vidrio, sílice pirogénica mezcladas	Mala capacidad de retención de aire La fluidificación produce segregación	Grupo C hasta D. Fino y/o pesado hasta grueso y/ pesado	Depende de finos 2 $SFFC < 4$ Cohesivo hasta fluyendo	Transporte por empuje en cartuchos con válvula de impulsos y estación relé Transporte por vacío en cartuchos
Arenas húmedas, mezcladas, productos centrifugados en húmedo	Ninguna capacidad de retención de aire No fluidificables Conformarles	Comparable con Grupo C, fino hasta grueso y húmedo	$FFC < 1$ No fluyendo hasta pegajoso	Transporte por empuje en cartuchos con válvula de impulsos y estación relé
Productos atomizados, chips, perborato, percarbonato, ácidos adipinos, píldoras	Productos sensibles, aglomerados, Ninguna capacidad de retención de aire No fluidificables	Grupo B y D: Granulometría media hasta gruesa y/o pesado	$4 \leq FFC < 10$ Fluyendo	Transporte por empuje en cartuchos con válvula de impulsos y estación relé Transporte por vacío en cartuchos
Productos abrasivos	Todos los productos desde una dureza Mohs de aprox. 4	No clasificables	$1 \leq FFC < 10$ Dependiendo de la granulometría	Transporte en fase densa con tubería auxiliar Transporte por empuje en cartuchos con válvula de impulsos y estación relé Transporte por vacío en cartuchos
Material reciclado, cascotes	No fluidificables Ninguna capacidad de retención de aire	Comparable con Grupos B-D	$2 \leq FFC < 4$ No fluyendo	Transporte en fase diluida Transporte por empuje en cartuchos con válvula de impulsos y estación relé

Material	ρ (kg/m ³)	Malla	Tamaño partícula (μ m)	V_{min} (m/s)	ϵ_{max} (kg/m ³)	λ_1
Alúmina	930	150	104	7,5	96	1,25
Barita	1.340 ÷ 2.160	240	64	7,5	160	1,25 ÷ 1,5
Bauxita molida	1440	150	104	7,5	128	1,25
Bentonita	770 ÷ 1050	200	74	7,5	64	1 ÷ 1,25
Carbón en polvo	720	200	74	4,5	112	1
Cemento	1.050 ÷ 1.440	170	92	7,5	160	1 ÷ 1,25
Ceniza en polvo	720	100	140	4,5	160	1,25
Ceniza sódica	560	150	104	9	80	1
Ceniza sódica	1.050	85	170	12	48	1,25
Dióxido de uranio	3.500	200	74	18	160	1,5
Fluorita	1.760	200	74	9	160	1,25
Fosfato mineral	1.280	100	140	9	112	1,25
Harina	560	100	140	4,5	80	1
Magnesita	1.600	200	74	9	160	1,25
Perborato de sodio	865	85	170	9	48	1
Cloruro sódico (seco)	1.360	100	140	9	80	1,25
Sílice	800 ÷ 960	150	104	6	80	1
Sulfato de sodio	1.280 ÷ 1.440	150	104	12	80	1,25
Tierra de Batán	560 ÷ 880	150	104	6	80	1



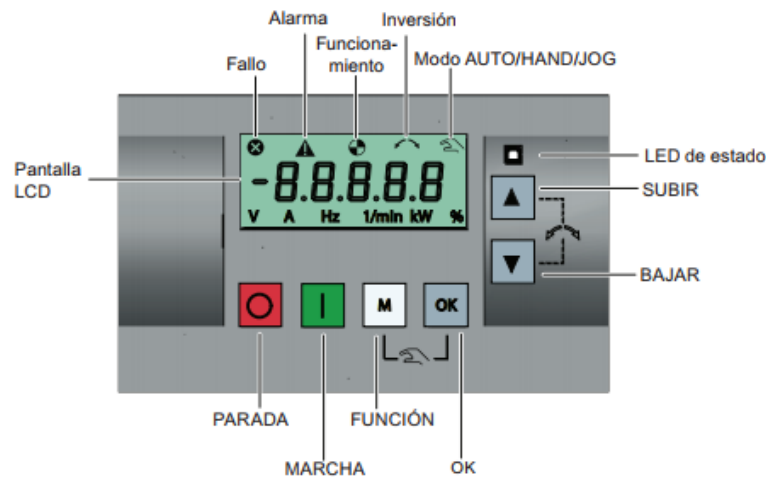


Modelo	KW	RPM	PRESION FINAL (ABS) mbar							
			0,5	1	2	10	100	400	600	1000
			CAUDAL METROS CUBICOS/HORA							
VLB-3 M	0,12	2800	-	-	0	2,6	2,9	2,96	2,97	3
VLB-6 M/T	0,25	2800	-	-	0	4,8	5,5	5,7	5,8	6
VLC-12 M	0,45	2800	-	-	0	9,6	11,5	11,7	11,8	12
VLB-18 M	0,75	2800	-	-	0	15	17,3	17,6	17,8	18
VLC-25 M	0,75	1400	-	-	0	22	23,5	24,2	24,5	25
VLB-40 M/T	1,1	1400	-	-	0	36	38	38,8	39,2	40
VLB-60 T	1,5	1400	-	-	0	50	55	57	58	60
VLC-105 T	2,2	1400	0	50	65	88	100	102	103	105
VLC-150 T	3	1400	0	70	90	120	140	146	148	150
VLC-205 T	4	1400	0	65	100	170	198	202	203	205
VLC-305 T	5,5	1400	0	100	150	260	298	302	303	305

Características técnicas		R 5 RA 0010 C	R 5 RA 0016 C
Caudal nominal	m ³ /h	10	16
Vacío límite	hPa (mbar)	0,5	0,5
Potencia nominal del motor	kW	0,37	0,55
Velocidad nominal de rotación	min ⁻¹	1500	1500
Nivel sonoro (ISO 2151)	dB(A)	53	54
Capacidad de aceite	l	0,4	0,4
Peso aproximado	kg	19	19
Dimensiones (L x W x H)	mm	398 x 209 x 211	422 x 209 x 220
Aspiración / escape		G 3/4" / G 3/4"	G 3/4" / G 3/4"

VOLUMETRIC CAPACITIES @ 80% POCKET FILL									
MODEL	6"	8"	10"	12"	14"	16"	1420	1824	2830
C.F.R	0.12	0.24	0.42	0.76	1.18	1.84	1.04	2.40	7.76
	DISPLACEMENT IN CUBIC FEET/ HR								
5	36	72	126	228	354	552	312	720	2328
6	43	86	151	274	425	662	374	864	2794
7	50	101	176	319	496	773	437	1008	3259
8	58	115	202	365	566	883	499	1152	3725
9	65	130	227	410	637	994	562	1296	4190
10	72	144	252	456	708	1104	624	1440	4656
11	79	158	277	502	779	1214	686	1584	5122
12	86	173	302	547	850	1325	749	1728	5587
13	94	187	328	593	920	1435	811	1872	6053
14	101	202	353	638	991	1546	874	2016	6518
15	108	216	378	684	1062	1656	936	2160	6984
16	115	230	403	730	1133	1766	998	2304	7450
17	122	245	428	775	1204	1877	1061	2448	7915
18	130	259	454	821	1274	1987	1123	2592	8381
19	137	274	479	866	1345	2098	1186	2736	8846
20	144	288	504	912	1416	2208	1248	2880	9312





Puesta en marcha



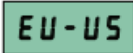


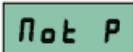

Funciones de los botones



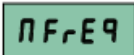
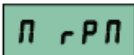

	Detiene el convertidor	
	Una pulsación	Reacción parada OFF1: El convertidor hace que el motor pase a una parada en el tiempo de deceleración definido en el parámetro P1121. Nota: Si está configurado para que sea una parada OFF1, este botón está inactivo en el modo AUTO.
	Pulsación doble (<2 s) o pulsación larga (>3 s)	Reacción parada OFF2: El convertidor permite que el motor haga una parada natural sin emplear ningún tiempo de deceleración.
	Arranca el convertidor Si el convertidor arranca en modo HAND/JOG, se muestra el icono de convertidor en funcionamiento (). Nota: Este botón está inactivo si el convertidor está configurado para el control desde bornes (P0700 = 2, P1000 = 2) y está en modo AUTO.	
	Botón multifunción	
	Pulsación breve (<2 s)	<ul style="list-style-type: none"> • Entra en el menú de ajuste de parámetros o pasa a la pantalla siguiente. • Reinicia la edición dígito a dígito del elemento seleccionado. • Si se pulsa dos veces en la edición dígito a dígito, vuelve a la pantalla anterior sin cambiar el elemento que se está editando.
	Pulsación larga (<2 s)	<ul style="list-style-type: none"> • Vuelve a la pantalla de estado. • Entra en el menú de configuración.
	Pulsación breve (<2 s)	<ul style="list-style-type: none"> • Cambia entre los valores de estado. • Entra en el modo de edición de valores o cambia al dígito siguiente. • Borra los fallos.
	Pulsación larga (<2 s)	<ul style="list-style-type: none"> • Edición rápida de valores o números de parámetro.

ANEXO 7	Variador de frecuencia	2/3
---------	------------------------	-----

	<ul style="list-style-type: none"> Al desplazarse por un menú, mueve la selección hacia arriba por las pantallas disponibles. Al editar un valor de parámetro, aumenta el valor mostrado. Cuando el convertidor está en modo RUN, aumenta la velocidad. La pulsación larga (>2 s) de la tecla sirve para desplazarse rápidamente hacia arriba por números, índices o valores de parámetros.
	<ul style="list-style-type: none"> Al desplazarse por un menú, mueve la selección hacia abajo por las pantallas disponibles. Al editar un valor de parámetro, reduce el valor mostrado. Cuando el convertidor está en modo RUN, reduce la velocidad. La pulsación larga (>2 s) de la tecla sirve para desplazarse rápidamente hacia abajo por números, índices o valores de parámetros.
 + 	Invierte la dirección de rotación del motor. Al pulsar las dos teclas una vez activa la rotación inversa del motor. Al pulsar las dos teclas otra vez desactiva la rotación inversa del motor. El icono de reserva (↺↻) de la pantalla indica que la velocidad de salida es opuesta a la consigna.

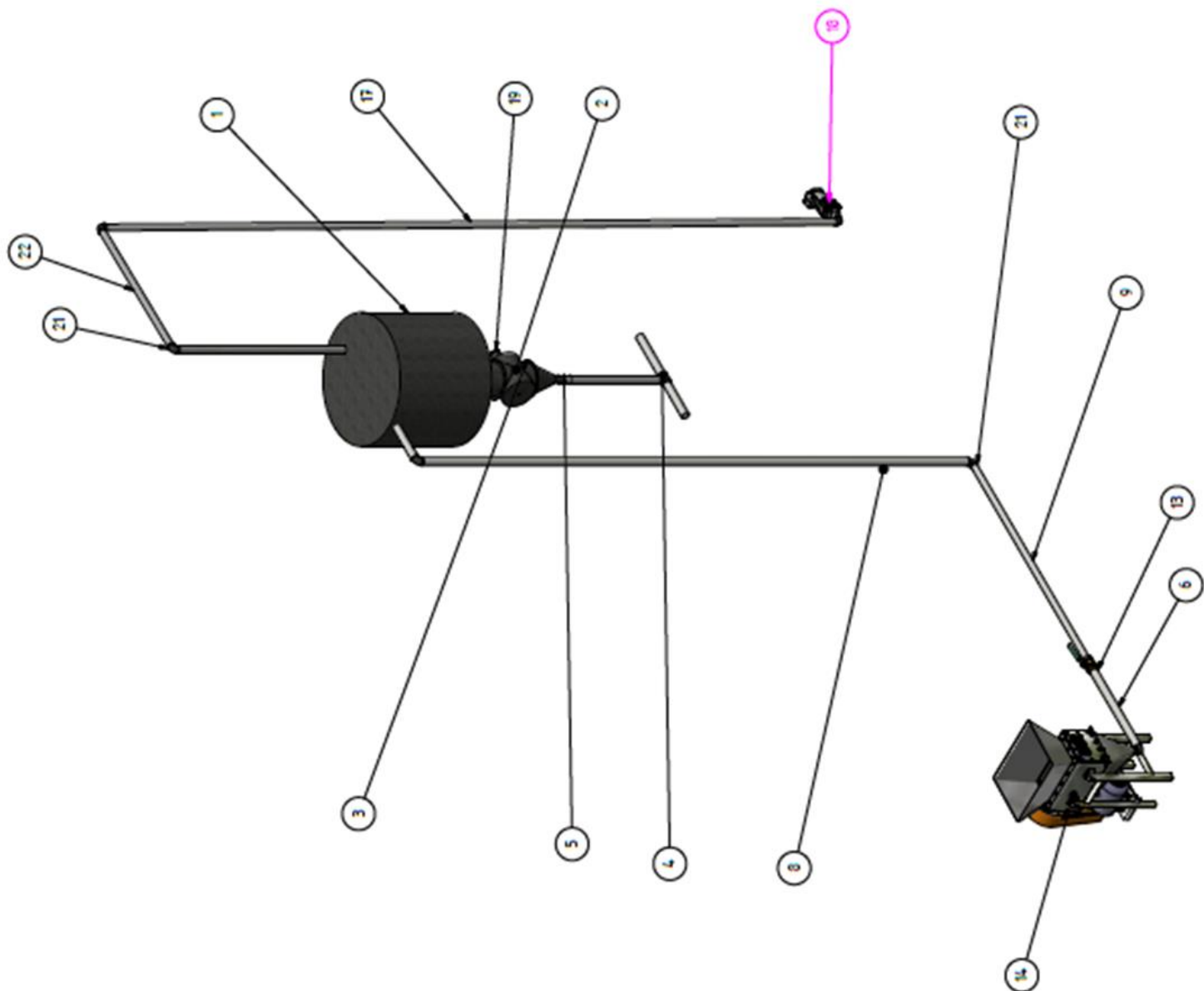
Configuración de parámetros

Parámetro	Nivel de acceso	Función	Menú de texto (si P8553 = 1)
P0100	1	Selección de 50/60 Hz =0: Europa [kW], 50 Hz (valor predeterminado de fábrica) =1: Norteamérica [hp], 60 Hz =2: Norteamérica [kW], 60 Hz	 (EU - US)
P0304[0] •	1	Tensión nominal del motor [V] Tenga en cuenta que la entrada de los datos de la placa de características tiene que corresponder con el cableado del motor (en estrella/triángulo).	 (MOT V)
P0305[0] •	1	Corriente nominal del motor [A] Tenga en cuenta que la entrada de los datos de la placa de características tiene que corresponder con el cableado del motor (en estrella/triángulo).	 (MOT A)
P0307[0] •	1	Potencia nominal del motor [kW/hp] Si P0100 = 0 o 2, unidad de potencia del motor = [kW] Si P0100 = 1, unidad de potencia del motor = [hp]	P0100 = 0 o 2:  (MOT P) P0100 = 1:  (MOT HP)

Parámetro	Nivel de acceso	Función	Menú de texto (si P8553 = 1)
P0308[0] •	1	Factor de potencia nominal del motor ($\cos\phi$) Visible solamente cuando P0100 = 0 o 2	 (M COS)
P0309[0] •	1	Eficiencia nominal del motor [%] Visible solamente cuando P0100 = 1 El ajuste 0 produce el cálculo interno del valor.	 (M EFF)
P0310[0] •	1	Frecuencia nominal del motor [Hz]	 (M FREQ)
P0311[0] •	1	Velocidad nominal del motor [RPM]	 (M RPM)
P1900	2	Selección de la identificación de datos del motor = 0: Deshabilitada = 2: Identificación de todos los parámetros en parada	 (MOT ID)

ANEXO 8	Instrucciones para la operación del sistema de transporte neumático	1/2
<p>El poliuretano triturado en Industrias Verton, es utilizado con frecuencia para la fabricación de paneles para cuartos fríos, refrigeraciones, naves industriales, entre otros.</p> <p>Para la utilización del sistema de transporte neumático es necesario tomar las siguientes recomendaciones antes de su operación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Seguridad Personal <p>El/los trabajadores deben usar calzado y vestimenta adecuada (camisa manga larga, pantalón jean, zapatos de protección, guantes, protección auditiva, protección respiratoria).</p> <p>Leer el manual de operaciones antes de utilizar el sistema.</p> <p>Verificar que no existan líquidos o lubricantes sobre o debajo de los equipos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trituradora <ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar si existe material de poliuretano triturado dentro del tanque de reserva de la máquina trituradora. Caso contrario triturar o no poner en marcha el sistema. <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de transporte al silo <ol style="list-style-type: none"> 2. Abrir la válvula de control de flujo, que se encuentra posterior a la máquina trituradora. 3. Encender la bomba de vacío. 4. Después de 15 minutos apagar la bomba de vacío. <p>Una vez que el material se encuentre almacenado en el silo;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de dosificación <ol style="list-style-type: none"> 5. Conectar el motor del dispositivo de esclusa 		

ANEXO 8	Instrucciones para la operación del sistema de transporte neumático	2/2
<p>6. Configuramos la programación del variador con los siguientes datos, según sea el requerimiento del mismo;</p> <p>Frecuencia: 60hz</p> <p>Voltaje: 110 V</p> <p>Corriente: 1,5 A</p> <p>Potencia: 0,75 Hp</p> <p>Rpm: 1700</p> <p>Tiempo de arranque: 5s</p> <p>7. Poner en marcha el motor.</p> <p>8. Encender la máquina de inyección de poliuretano.</p> <p>9. Finalizar el proceso transcurridos 10 minutos desde que arranca el motor, apagar el motor del dispositivo esclusa.</p> <p>10. Apagar la máquina de inyección.</p> <p>Limpiar los cabezotes de la maquina inyectora.</p>		



ELEMENTO	CANTIDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	SLO	
2	1	excluye	
3	1	Adaptador de tubería	
4	1	ASME B16.11 Tee - Class 3000 2 1/2	Forged Fittings, Socket-Welding, Tee - Class 3000
5	1	tubo 2	
6	3	tubo L-1	
8	1	Tubo de succión de 6 m	
9	1	tubo L-2	
13	1	Válvula de bola de latón XY520P de Parker XY520P-40	Válvula de bola de latón
14	1	ensamble total	
16	1	tubo 3	
17	1	tubo 2	
18	1	Bomba al vacío	
19	1	Motor	
21	6	ASME B16.11 Codo de 90 grad - Clase 3000 2	Accesorios forjados, soldadura con boquilla, codo de 90º - Clase 3000
22	1	TUBO DE 1.5M	

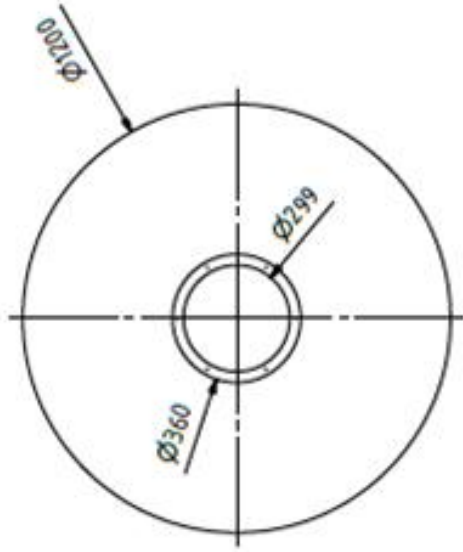
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE NEUMÁTICO DE POLIURETANO

LUGAR: INDUSTRIAS VERTON POLIURETANOS DE LA CIUDAD DE QUITO SECTOR EL INCA

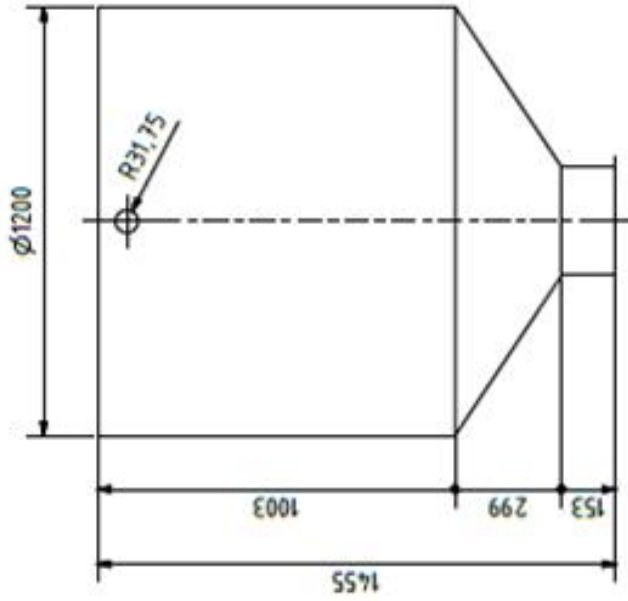
	Proyecto: AZEEL ASIS Diseño: FICSE STEFANIA BRAZO JUAN	Precio: \$11.000,00 Revisado: PNO. ENRIQUE TORRES	Fecha: 20/12/2018 Aprobado: PNO. ENRIQUE TORRES
--	--	--	--

Contiene: Ensambleje 2

INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA



lamina de 2 mm



PROYECTO:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE NEUMÁTICO DE POLIURETANO

LUGAR:

INDUSTRIAS VERTON POLIURETANOS DE LA CIUDAD DE QUITO SECTOR EL INCA



Material:
ACERO A36
Dibujo:
MISSE STEFANIA
ERAZO JUAN

Anexos: 10
Revisado:
PESO: 89.342 kg
Aprobado:

Fecha:
30/01/2018

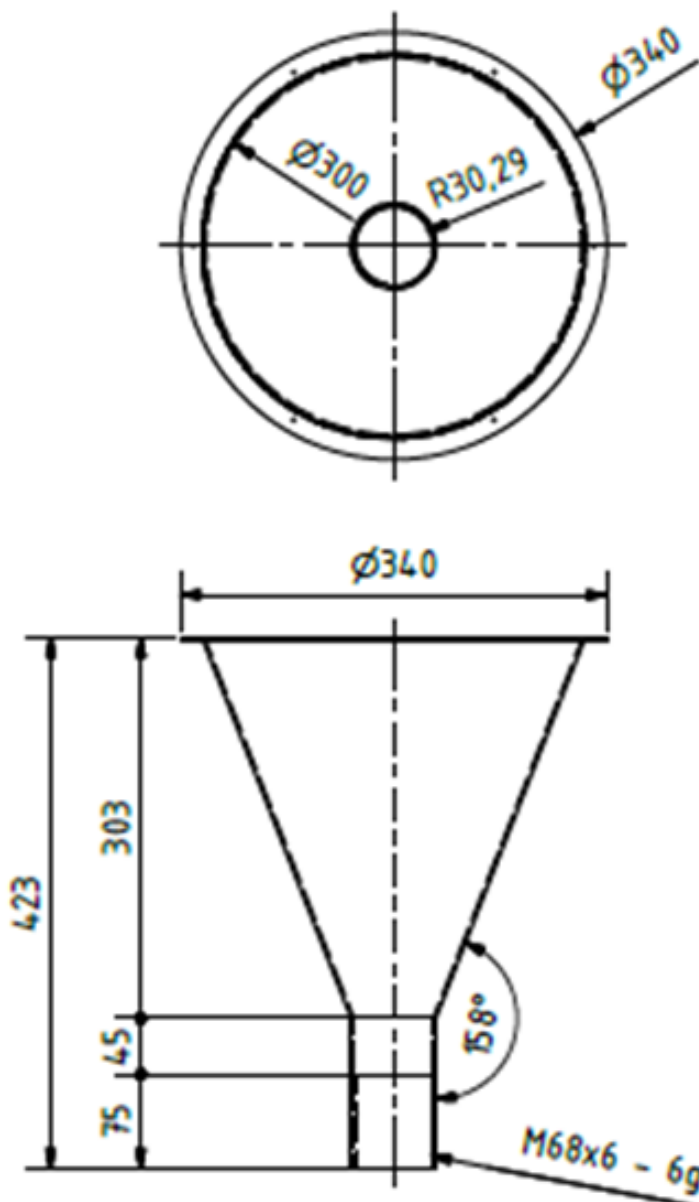
PHD. ENRIQUE TORRES
PHD. ENRIQUE TORRES

Contiene: SILO

Escala: 1:5
Lamina: 2


A3

INGENIERIA ELECTROMECANICA



PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE NEUMÁTICO DE POLIURETANO

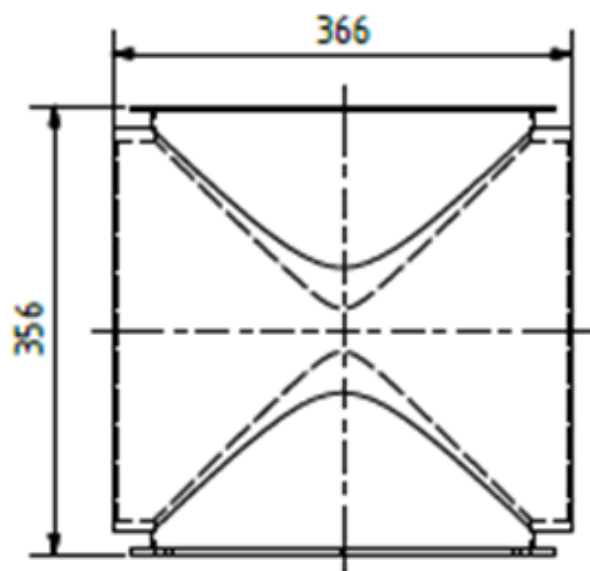
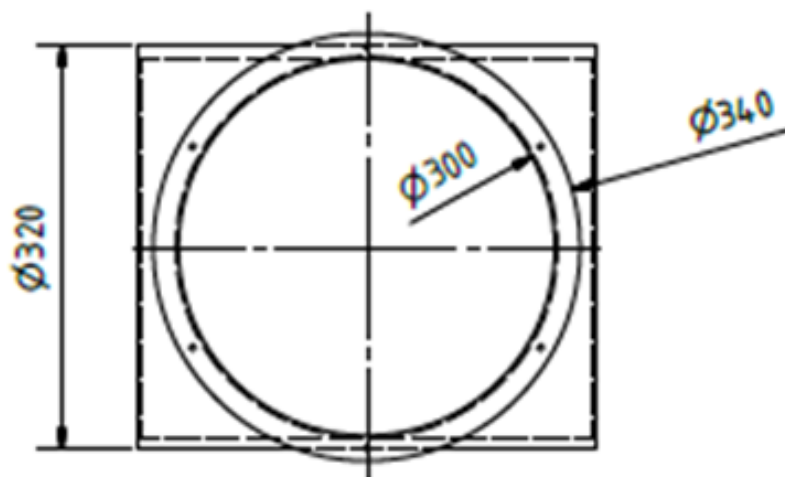
LUGAR: INDUSTRIAS VERTON POLIURETANOS DE LA CIUDAD DE QUITO SECTOR EL INCA

 Universidad Técnica de Cotopaxi	Material: ACERO A36	Anexo 11	Peso: 3,820 kg	Fecha: 30/01/2018
	Dibujo: MISSE STEFANIA ERAZO JUAN	Revisado PhD. ENRIQUE TORRES	Aprobado: PhD. ENRIQUE TORRES	

Contiene: Adaptador de tubería

Escala: 1:5 Láminas: 3 A4

INGENIERIA ELECTROMECÁNICA



PROYECTO:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE NEUMÁTICO DE POLIURETANO

LUGAR:

INDUSTRIAS VERTÓN POLIURETANOS DE LA CIUDAD DE QUITO SECTOR EL INCA



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

Material:
ACERO A36

Anexo:
12

Peso:
19,259 kg

Fecha:
30/01/2018

Dibujo:
MISSE STEFANIA

Revisado

Aprobado:

ERAZO JUAN

PH.D. ENRIQUE TORRES

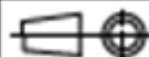
PH.D. ENRIQUE TORRES

Contiene: exclusiva

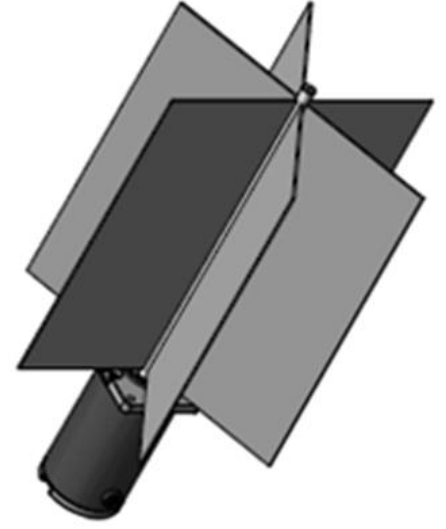
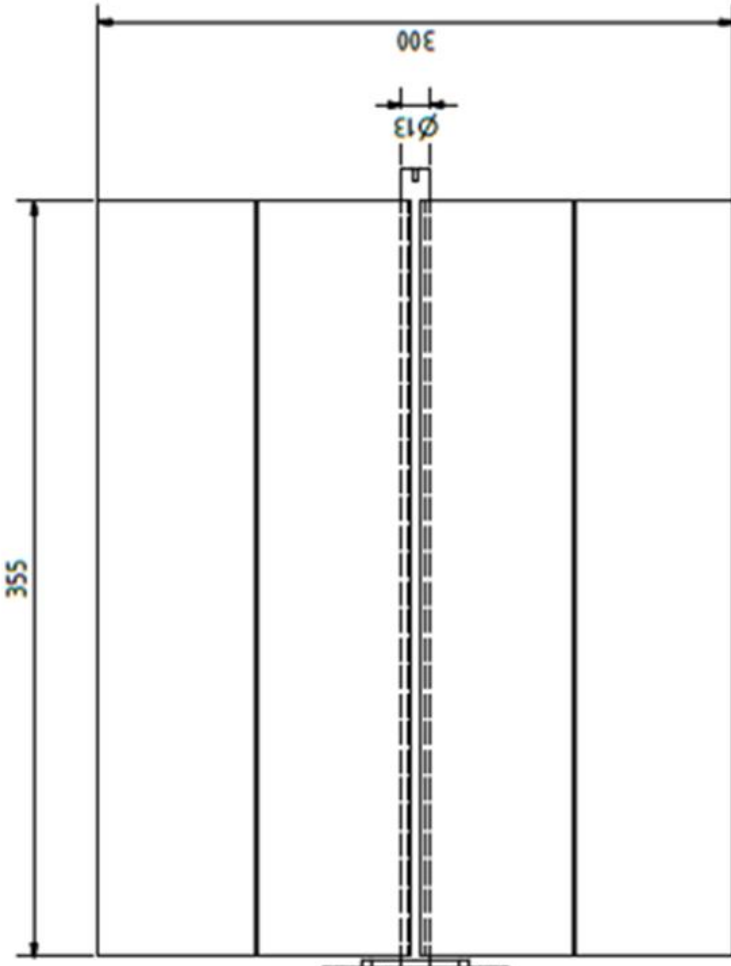
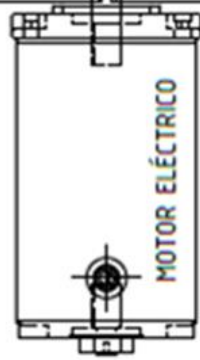
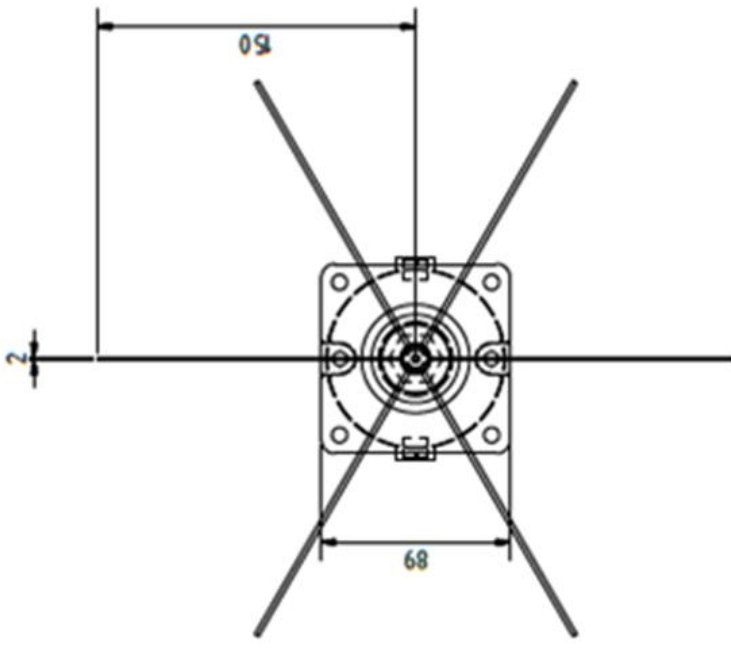
Escala:
1:5

Lamina:
4

A4



INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA



PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE NEUMÁTICO DE POLIURETANO

LUGAR: INDUSTRIAS VERTON POLIURETANOS DE LA CIUDAD DE QUITO SECTOR EL INCA



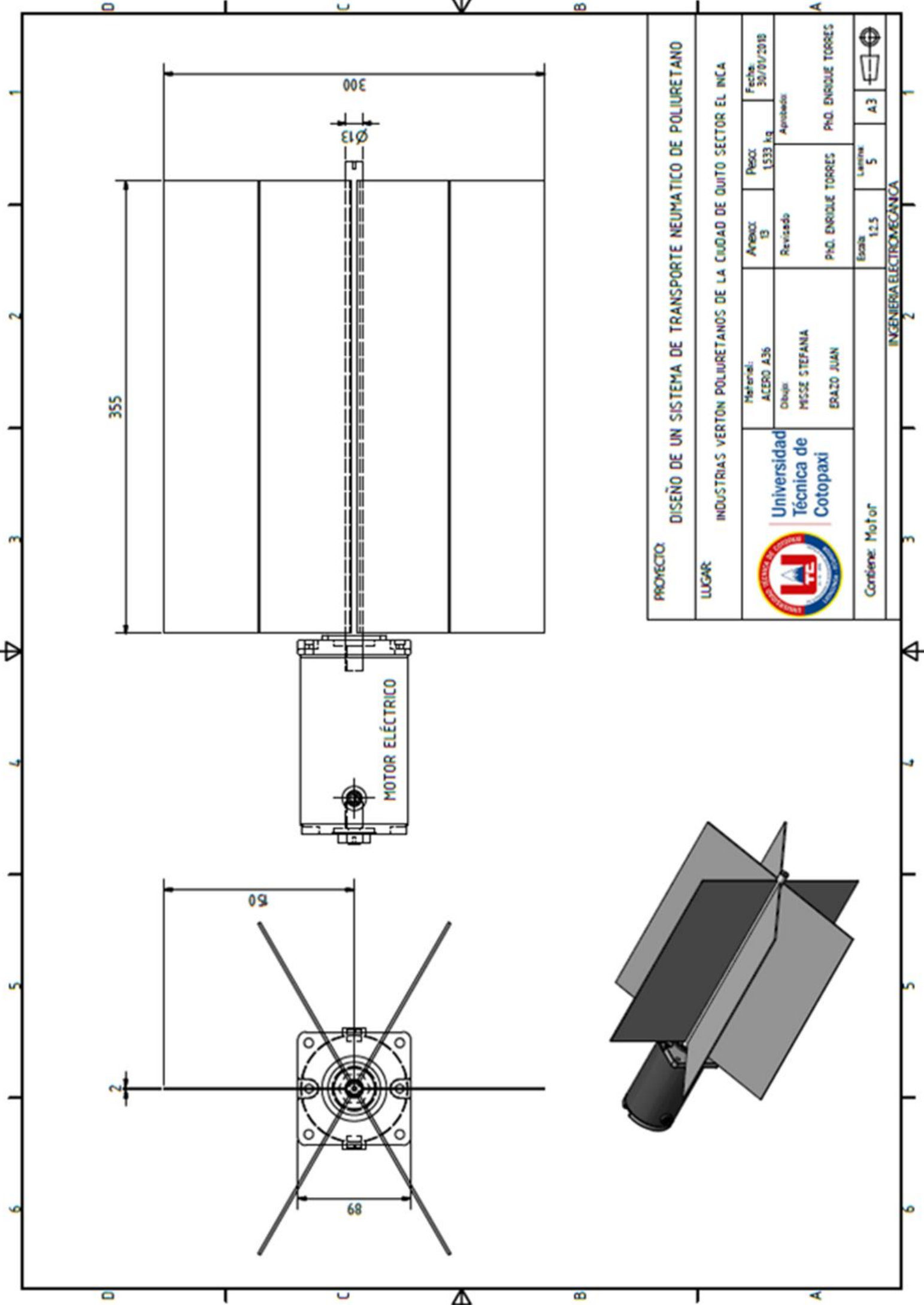
Materia: ACERO A36
 Dibuja: MISSE STEFANIA
 ERAZO JUAN

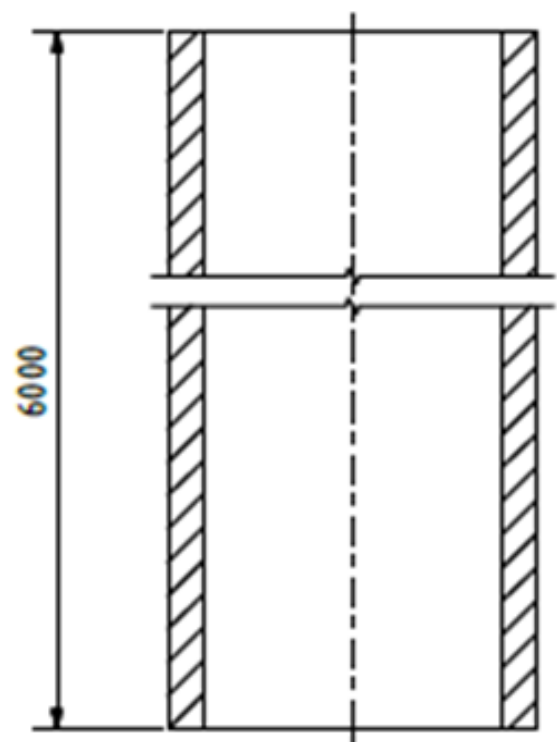
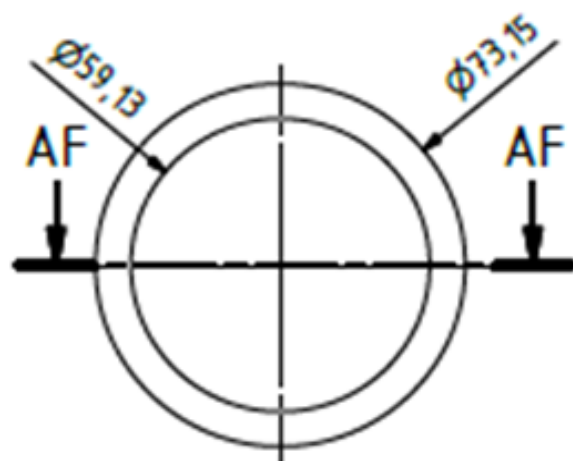
Anexo: 13
 Revisado: PNO. ENRIQUE TORRES
 Escala: 1:2.5
 Lámina: 5

Peso: 1333 kg
 Fecha: 30/09/2010
 Aprobado: PNO. ENRIQUE TORRES

Contiene: Motor

INGENIERIA ELECTROMECANICA





PROYECTO:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRASPORTE NEUMATICO DE POLIURETANO

LUGAR:

INDUSTRIAS VERTON POLIURETANOS DE LA CIUDAD DE QUITO SECTOR EL INCA



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

Materia:
TUBO PVC

Anexo:
14

Peso:
12,236 kg

Fecha:
30/01/2018

Dibujo:
MISSE STEFANIA
ERAZO JUAN

Revisado
Ph.D. ENRIQUE TORRES

Aprobado:
Ph.D. ENRIQUE TORRES

Contiene: Tubo de succión de 6 m

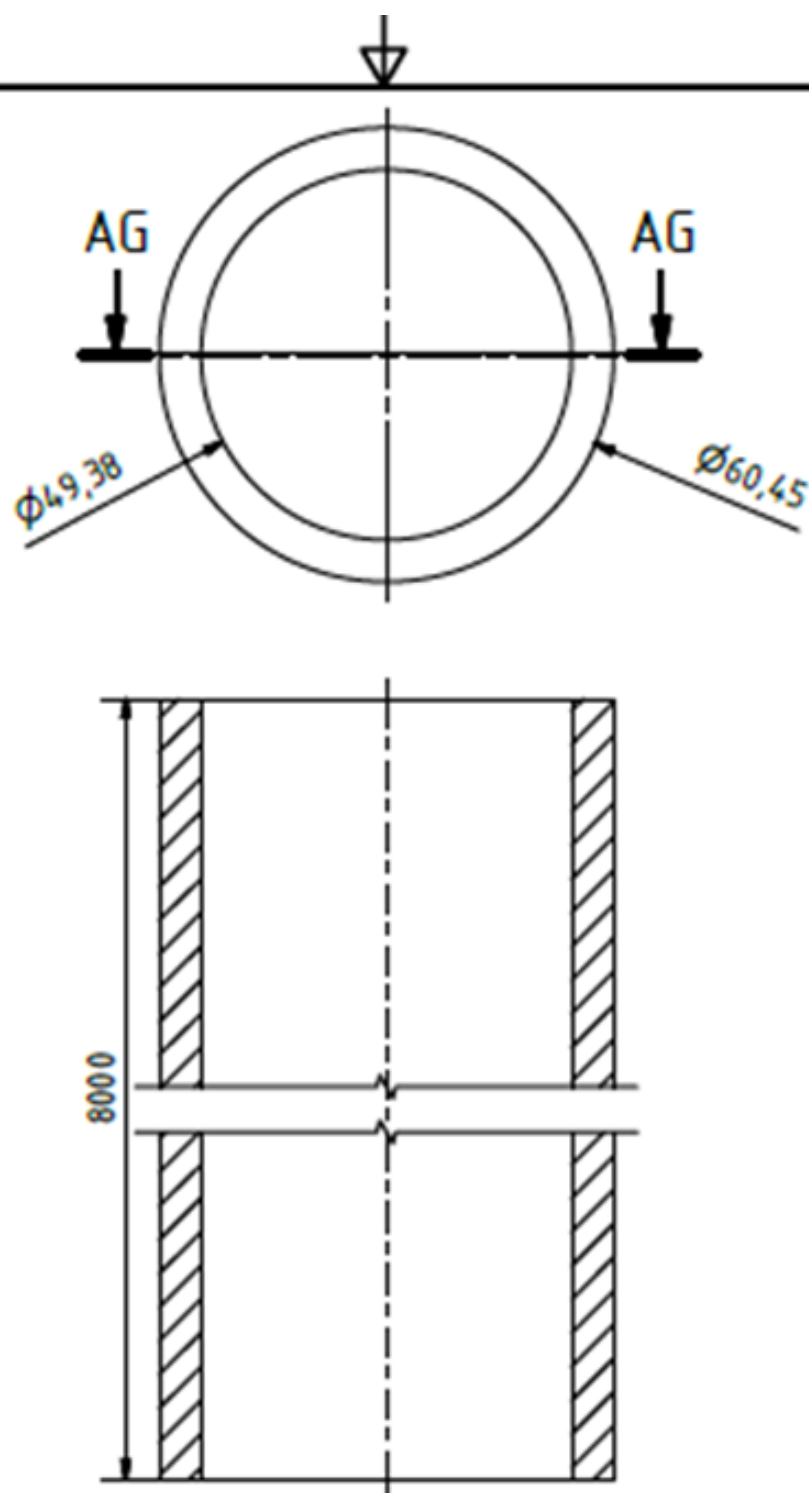
Escala:
1:1

Lamina:
6

A4



INGENIERIA ELECTROMECHANICA



PROYECTO:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE NEUMÁTICO DE POLIURETANO

LUGAR:

INDUSTRIAS VERTÓN POLIURETANOS DE LA CIUDAD DE QUITO SECTOR EL INCA



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

Material:
TUBO PVC

Anexo:
15

Peso:
59,991 kg

Fecha:
30/01/2018

Dibujó:
MISSE STEFANIA
ERAZO JUAN

Revisado:
PhD. ENRIQUE TORRES

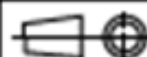
Aprobado:
PhD. ENRIQUE TORRES

Contiene: tubo2

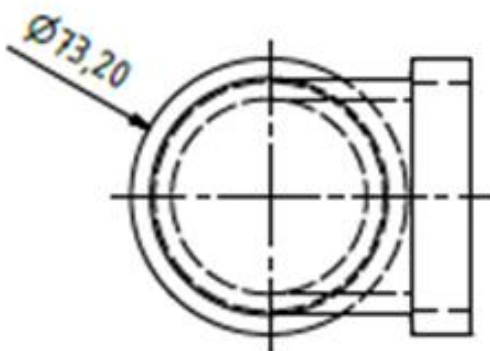
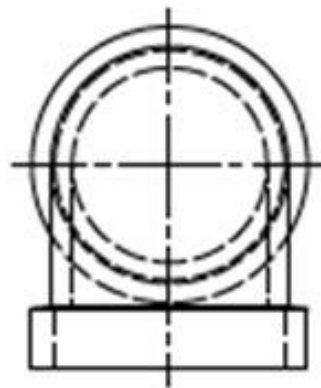
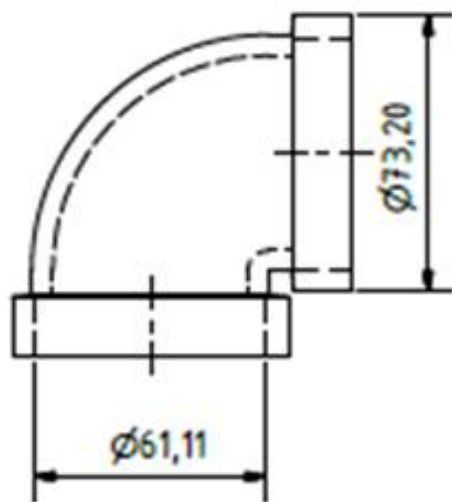
Escala:
1:1

Laminas:
7

A4



INGENIERIA ELECTROMECÁNICA



PROYECTO:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE NEUMÁTICO DE POLIURETANO

LUGAR:

INDUSTRIAS VERTON POLIURETANOS DE LA CIUDAD DE QUITO SECTOR EL INCA



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

Materia:
PVC

Anexo:
15

Peso:
1,786 libras

Fecha:
30/01/2018

Dibujo:
MISSE STEFANIA
ERAZO JUAN

Revisado:
PhD. ENRIQUE TORRES

Aprobado:
PhD. ENRIQUE TORRES

Contiene: ASME B16.11 Codo de 90 grad - Clase

Escala:
1:1

Laminas:
8

A4



3000 2

INGENIERIA ELECTROMECHANICA