



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LAS INGENIERÍAS Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROPUESTA TECNOLÓGICA

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO TAMIZADOR
TRANSPORTADOR PARA EL PROCESAMIENTO DE
MATERIAL PÉTREO”**

Autor:

Gualpa Toapanta Jonathan Xavier

Tutor:

Ing. Navarrete López Luis Miguel, Mg.

LATACUNGA – ECUADOR

JULIO, 2019



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **GUALPA TOAPANTA JONATHAN XAVIER**, declaro ser autor de la presente propuesta tecnológica: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO TAMIZADOR TRANSPORTADOR PARA EL PROCESAMIENTO DE MATERIAL PÉTREO”**, siendo el Ing. Luis Miguel Navarrete López. Mg. Tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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



GUALPA TOAPANTA JONATHAN XAVIER
C.I.: 0503755811



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de tutor de la propuesta tecnológica sobre el título:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO TAMIZADOR TRANSPORTADOR PARA EL PROCESAMIENTO DE MATERIAL PÉTREO”, del postulante Gualpa Toapanta Jonathan Xavier, Estudiante 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 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, Julio, 2019

Ing. Luis Miguel Navarrete López. Mg.

CI: 180374728-4

Director de propuesta tecnológica



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de propuesta tecnológica 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, el postulante: Gualpa Toapanta Jonathan Xavier, con el título de Proyecto de titulación: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO TAMIZADOR TRANSPORTADOR PARA EL PROCESAMIENTO DE MATERIAL PÉTREO”** ha 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, Julio 2019

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

Ing. Héctor Raúl Reinoso Peñaherrera, Ms.C.
C.I.: 050215089-9

Lector 2

Ing. Segundo Ángel Cevallos Betún Ms.C.
C.I.: 050178243-7

Lector 3

Ing. MSc. Luigi Orlando Freire Martínez

C.I.: 050252958-9

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

Sra.

Rosa Toapanta

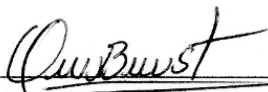
Presente. -

En calidad de presidenta del barrio Cevallos, confirmo la realización del proyecto **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO TAMIZADOR TRANSPORTADOR PARA EL PROCESAMIENTO DE MATERIAL PÉTREO”** implementado por el señor estudiante de la Universidad Técnica de Cotopaxi de la carrera de Ingeniería Electromecánica; Gualpa Toapanta Jonathan Xavier con CI: 050375581-1, bajo la supervisión y coordinación de la Sra. Rosa Toapanta.

Aceptamos conocer y estar conformes con los términos y condiciones de las actividades que se van a realizar en el barrio Cevallos, para la ejecución del proyecto del señor estudiante.

Es cuanto puedo certificar en honor a la verdad, se expide el presente para el interesado pueda hacer uso para los fines que crea conveniente.

Atentamente:



Sra. Rosa Toapanta

CC.: 050241057-4

Presidenta del barrio Cevallos

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo realizado se lo dedico con mucho cariño a mis padres que fueron el sustento en todo momento, del desarrollo de mi tesis por lo cual me ha permitido continuar pese a todo los obstáculos que se presentaron en el trayecto de esta investigación.

También se la dedico a mis hermanos, que han sido el apoyo fundamental para lograr los objetivos propuestos, ya que con su apoyo y amor profundo, me encaminaron a seguir con la propuesta investigativa quienes, siempre me dieron esperanzas y tuvieron fe en mí.

A mis amigos que gracias a su apoyo moral me permitieron permanecer con empeño, dedicación y cariño.

JONATHAN GUALPA

DEDICATORIA

A mi padre Alonso Gualpa quien me brindo todo su apoyo durante el transcurso de mi carrera ya que desde el cielo se sentirá orgulloso de toda la familia.

A mi madre Rosa Toapanta por ser el pilar fundamental a lo largo de mi carrera, por brindarme todo su apoyo.

A todos mis hermanos por creer en mí y brindarme su apoyo incondicional para seguir en adelante, por brindarme sus ayudas en los momentos difíciles los cuales tuve que superar y por darme sus buenos consejos.

JONATHAN GUALPA

ÍNDICE

DECLARACION DE AUTORIA.....	i
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÒN.....	ii
APROBACIÒN DE TRIBUNAL DE TITULACIÒN.....	iii
AVAL DE IMPLEMENTACIÒN.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT.....	xix
AVAL DE TRADUCCIÒN.....	xx
1. INFORMACIÒN BÀSICA.....	1
2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÒGICA.....	2
2.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA.....	2
2.2. TIPO DE ALCANCE.....	2
2.2.1. Tipo de proyecto.....	2
2.3. ÀREA DEL CONOCIMIENTO.....	2
2.4. SINOPSIS DE LA PROPUESTA.....	3
2.5. OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÒN.....	3
2.5.1. Objeto de estudio.....	3
2.5.2. Campo de acciòn.....	3
2.6. SITUACIÒN PROBLÈMICA Y PROBLEMA.....	3
2.6.1. Situaciòn problemàtica.....	3
2.6.2. Problema.....	4
2.7. HIPÒTESIS.....	4
2.8. OBJETIVOS.....	5
2.8.1. Objetivo General.....	5
2.8.2. Objetivos Específicos.....	5

2.9. Descripción del desarrollo de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos.....	5
3. MARCO TEÓRICO	6
3.1. Introducción.....	6
3.1.1. Argumentación.....	6
3.1.2. Definiciones de diseño	6
3.1.3. Definición de máquina	6
3.2. Tamiz.....	7
3.3. Tipos de tamizado.....	7
3.3.1. Tamizado manual	8
3.3.2. Tamizado giratorio.....	8
3.3.2.1. Ventajas	9
3.3.2.2. Desventajas.....	9
3.3.3. Tamizado vibratorio.....	9
3.3.3.1. Ventajas	10
3.3.3.2. Desventajas.....	10
3.3.4. Tamizado centrífugo.....	10
3.3.5. Tamizador horizontal	11
3.3.5.1. Ventajas	11
3.3.5.2. Desventajas.....	12
3.4. Selección de malla o tamiz	12
3.5. Suspensión helicoidal	13
3.5.1. Características del muelle	14
3.6. Clasificación granulométrica.....	14
3.7. Curva Granulométrica	15
3.8. Procedimiento para la obtención de la humedad (ASTM C566).....	16
3.9. Granulometría de agregado pétreo	16

3.10. Densidad de los materiales	17
3.11. Motor eléctrico	18
3.12. Motovibrador.....	19
3.12.1. Características de los motovibradores.....	19
3.13. Método de vibración y de la velocidad de rotación.....	19
3.14. Motovibrador de acuerdo a las zonas	20
3.15. Motorreductores.....	21
3.16. Cinta transportadora	21
3.16.1. Análisis estructural de un transportador de banda	21
3.17. Evaluación del desgaste de la banda transportadora en las minas.....	22
3.18. Procedimiento para seleccionar la velocidad óptima en bandas transportadoras	22
3.19. Diseño conceptual.....	23
3.20. Bosquejo de alternativas.....	23
3.20.1. Método unidireccional	23
3.20.2. Método rotacional.	24
3.21. Tabla morfológica.....	25
3.22. Matriz de selección.....	26
3.23. Estructura soporte	27
3.24. Criterios de selección del conductor	28
3.25. La corriente máxima	28
4. METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO	29
4.1. Declaración de variables.....	29
4.1.1. Variables independientes	29
4.1.2. Variables dependientes.....	29
4.2. Operacionalización de las variables	29
4.3. Diseño conceptual.....	30
4.3.1. Alcance de alternativas de equipos tamizadores transportadores de arena.....	32

4.4. Parámetros para el diseño del equipo tamizador transportador	32
4.5. Cálculo y diseño de la estructura de la máquina	32
4.5.1. Selección del perfil.....	32
4.5.2. Capacidad del equipo tamizador	32
4.5.3. Volumen de carga del equipo tamizador.....	33
4.5.4. Dimensionamiento de la criba y bandeja	33
4.5.5. Volumen del tamiz	33
4.5.6. Área del tamiz	33
4.5.7. Análisis y cálculo de cargas existentes en la bandeja	34
4.6. Cálculos en resortes	34
4.6.1. Cálculo de esfuerzos	34
4.6.2. Momento torsor.....	35
4.6.3. Esfuerzo cortante.....	36
4.6.4. Tensión resultante	36
4.6.5. Factor de corrección de Wahl	36
4.6.6. Cálculo estático	37
4.6.7. Cálculo a fatiga	37
4.6.8. Tensión media	37
4.6.9. Tensión alternada	38
4.6.10. Comparación de tensión media y admisible.....	38
4.6.11. Coeficiente de seguridad	38
4.6.12. Frecuencia propia	38
4.7. Velocidad teórica real.....	38
4.8. Cálculo de la velocidad y caudal del producto	39
4.8.1. Caudal del producto transportado	39
4.9. Aislamiento mecánico del equipo vibrante respecto a la estructura portante.....	40
4.10. Constante de elasticidad K	40

4.10.1. Frecuencia natural	40
4.10.2. Análisis de resonancia.....	41
4.11. Selección del motovibrador	41
4.11.1. Momento estático	41
4.11.2. Fuerza de vibración requerida.....	42
4.12. Selección del motorreductor	42
4.12.1. Eficiencia del motorreductor.....	42
4.12.2. Calculo de torque del motorreductor.....	42
4.13. Selección de la cadena de transmisión	43
4.13.1. Cálculo de la longitud de la cadena.....	43
4.13.2. Velocidad de cadena	43
4.14. Selección de chumaceras	44
4.14.1. Análisis estático	44
4.14.2. Análisis dinámico.....	44
4.14.3. Cálculo del factor de velocidad.....	45
4.14.4. Factor de esfuerzos dinámicos	45
4.14.5. Capacidad de carga dinámica.....	45
4.15. Dimensionamiento de la cinta transportadora	46
4.15.1. Cálculo de la longitud de arco de una circunferencia	46
4.15.2. Cálculo de la longitud total de la banda transportadora.....	46
4.15.3. Cálculo de la velocidad de la banda en función del tiempo.....	46
4.15.4. Factor de faja transportadora.....	47
4.15.5. Volumen total de faja	47
4.16. Cálculo de volumen de material en la cinta.....	48
4.17. Cálculo de la masa de gravilla.....	48
4.17.1. Cálculo del peso del material (gravilla)	48
4.18. Diseño de catarina	48

4.19. Cálculo de la fuerza tangencial de la cinta transportadora	49
4.20. Diseño de ejes.....	49
4.20.1. Diseño mecánico del eje principal	49
4.21. Selección del calibre del conductor	50
4.22. Ingeniería en detalle.....	50
4.23. Procesos de fabricación	50
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	51
5.1. Resultados de la ingeniería de requerimientos	51
5.2. Cálculo y diseño de la máquina.....	51
5.3. Cálculo en resortes.....	52
5.4 Velocidad teórica de avance del producto	52
5.5. Constante de elasticidad K	53
5.6. Selección de la motovibrador	53
5.7. Selección del Motorreductor	54
5.8. Selección de cadena de transmisión	54
5.9. Selección de chumacera.....	55
5.10. Dimensiones de la cinta transportadora.....	55
5.11. Selección de Catalina.....	56
5.12. Reacciones mecánicas del eje.....	56
5.13. Diseño mecánico del eje principal.....	57
5.14. Selección del calibre del conductor	57
5.15. Validación de Hipótesis.....	58
6. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS	59
6.1. Presupuesto.....	59
6.1.1. Costos directos e indirectos.....	59
6.1.6. Consumo eléctrico.....	59
6.2. Análisis de impactos.....	60

6.2.1. Impacto práctico.....	60
6.2.2. Impacto ambiental.....	60
6.2.3. Impacto social.....	60
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
7.1. Conclusiones.....	61
7.2. Recomendaciones.....	61
8. BIBLIOGRAFÍAS	62
9. ANEXOS.....	I
Anexo I (tubo estructural cuadrado 50x50x2)	I
Anexo II (Chumaceras de piso)	II
Anexo III (Acero SAE 304).....	II
Anexo IV (Perfil en C).....	III
Anexo V (Electrodos AWS E-6011 Y AWS E-6018).....	III
Anexo VI (Correa transportadora).....	IV
Anexo VII. (Calibre del conductor de cobre)	IV
Anexo VIII (Cadenas sencillas).....	V
Anexo IX (Motovibrador).....	V
Anexo X. (Motorreductor cilíndrico).....	VI
Anexo XI. (Protección contra sobrecargas y cortocircuito).....	VII
Anexo XII (Costos de materiales mecánicos).....	VII
Anexo XIII. (Costos de elementos para el control eléctrico).....	VIII
Anexo XIV. (Costos de construcción y manufactura).....	IX
Anexo XV. (Costos de elementos de seguridad)	IX
Anexo XVI (Fotos de construcción)	X
Anexo XVII. (Manual de operaciones máquina tamizadora)	XII
Anexo XVIII. (Manual de mantenimiento de máquina tamizadora)	XIII
Anexo XIX. (Manual de operaciones de cinta transportadora)	XIV

Anexo XX. (Manual de mantenimiento de cinta transportadora tamizadora)	XV
Anexo XXI (Memoria de cálculo)	XVI

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Problemática.....	4
Tabla 2.2. Sistemas de tareas por objetivos.....	5
Tabla 3.1. Comparación de mallas.....	13
Tabla 3.2. Clasificación de los suelos usada en diferentes países.....	15
Tabla 3.3. Tamaño de la muestra de áridos.....	16
Tabla 3.4. Densidad de los materiales.....	17
Tabla 3.5. Tamaño de malla nominal.....	17
Tabla 3.6. Datos Nominales de los Motores Eléctricos.....	18
Tabla 3.7. Ángulos de incidencia.....	20
Tabla 3.8. Motovibrador en base a las zonas.....	20
Tabla 3.9. Valores de velocidad de la banda recomendados.....	23
Tabla 3.10. Tabla morfológica.....	26
Tabla 3.11. Matriz de selección.....	27
Tabla 3.12. Cargas a soporta la estructura.....	27
Tabla 4.1. Variable independiente.....	29
Tabla 4.2. Variables dependientes.....	30
Tabla 4.3. Lista de características (C) y Exigencias (E) de la maquina.....	31
Tabla 5.1. Resultados de la metodología para el diseño.....	51
Tabla 5.2. Estructura de máquina.....	51
Tabla 5.3. Memoria de cálculo de resortes (muelles).....	52
Tabla 5.4. Memoria de cálculo de velocidad teórica de producto.....	52
Tabla 5.5. Constante de elasticidad del muelle.....	53
Tabla 5.6. Selección del motovibrador.....	53
Tabla 5.7. Motorreductor.....	54
Tabla 5.8. Cálculo de cadena de transmisión.....	54
Tabla 5.9. Chumaceras.....	55
Tabla 5.10. Cálculo de la cinta transportadora.....	55
Tabla 5.11. Características de Catarina.....	56
Tabla 5.12. Reacciones en el plano X-Y del eje mecánico.....	56
Tabla 5.13. Reacciones en el plano X-Z del eje mecánico.....	57
Tabla 5.14. Diseño del eje.....	57
Tabla 5.15. Calibre del conductor.....	57

Tabla 5.16. Validación de hipótesis.....	58
Tabla 5.17. Comparación de tamizado manual y vibratorio	58
Tabla 6.1. Costos directos e indirectos.....	59
Tabla 6.2. Consumo eléctrico.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Tamizador.	7
Figura 3.2. Tamizado manual.	8
Figura 3.3. Tamizado giratorio.	9
Figura 3.4. Tamizado vibratorio.	10
Figura 3.5. Tamizador centrífugo.	11
Figura 3.6. Tamizador horizontal.	11
Figura 3.7. Muelle helicoidal.	14
Figura 3.8. Fuerzas actuantes.	14
Figura 3.9. Curva granulométrica.	16
Figura 3.10. Motor eléctrico.	18
Figura 3.11. Motovibrador.	19
Figura 3.12. Disposición de los tambores y rodillos en la cuna superior.	21
Figura 3.13. Comportamiento de una partícula de mineral durante el choque con la banda. .	22
Figura 3.14. Método unidireccional.	24
Figura 3.15. Método rotacional.	25

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

TÍTULO: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO TAMIZADOR
TRANSPORTADOR PARA EL PROCESAMIENTO DE MATERIAL PÉTREO”

Autor: Gualpa Toapanta Jonathan Xavier

RESUMEN

La presente tesis tiene por finalidad optimizar el tiempo en el proceso de tamizado mediante la implementación de un equipo tamizador transportador para el procesamiento de material pétreo (granzón) para las personas que se dedican a la albañilería en la parroquia Guaytacama barrio Cevallos, por medio de la máquina se redujo el tiempo en el proceso de tamizado y se aumentó la producción, ya que dicho material tamizado se utiliza para el aplanado (alisado) de paredes entre otros. El equipo tamizador transportador fue construido para ser operado de manera intuitiva, ergonómica, además de ello solventará la capacidad de tamizado en metros cúbicos y tiempo de proceso de producción, es importante mencionar que se tomó en cuenta los diferentes tipos de tamizadores existentes con sus respectivas ventajas y desventajas de cada uno, de la cual se seleccionó mediante una matriz de selección el equipo tamizador rotacional accionado por sistema con transmisión de movimiento por motovibrador, también se incluyó una cinta transportadora de 2,20 metros de largo por 40 centímetros de ancho la cual ayudo a transportar el material a un lugar seguro donde se recopiló el material ya tamizado. Para lo cual también se instaló un gabinete de control para el encendido y apagado del equipo tamizador transportador. Además para la construcción de la máquina se empleó el corte, doblado y soldadura como procesos de operación más importantes.

En el cual la máquina tuvo una producción de 553,35 kg/h realizando el proceso de tamizado con el equipo tamizador transportador.

Palabras claves: tamizador, motovibrador, motorreductor, transmisión, chumacera, catalina.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF ENGINEERING SCIENCE AND APPLIED
ELECTROMECHANICAL ENGINEERING MAJOR

**THEME: “DESIGN AND CONSTRUCTION OF A SIFTER CONVEYOR EQUIPMENT
FOR THE OIL MATERIAL PROCESS.”**

Author: Gualpa Toapanta Jonathan Xavier

ABSTRACT

The present thesis has the purpose of optimizing the time in the sieved process through the implementation of a sifter conveyor equipment to process de oil material (granulation) for the bricklayers of the Guaytacama Parish, Cevallos neighborhood, by the machine, we reduce the time in the sieved process and the production was improved because the sieved material is used to flatten (smoothed) the walls, so on. The sifter conveyor equipment was built to be operated in an intuitive and ergonomic way, in addition to this it will solve the capacity of sieving in cubic meters and the time of the production process. It is important to mention that it was taken in account the different types of sieving in stock with their advantages and disadvantages of each one, from which it was selected through a matrix selection of rotational sifter equipment actuated by the system with movement transmission by a vibrating motor, it was also included a conveyor tape of 2,20 meters of large and 40 centimeters of width which helped to transport the material to a safe place where was compiled the sifted material. For which it was also installed a control cabinet for the turning on and off of the sifter conveyor equipment. Besides for the machine construction it was used the cutting, bending and welding as more important operations processes. In which the machine had a production of 553,35 kg/h doing the sieving process with the sifter conveyor equipment.

Keywords: sifter, vibrating motor, gear motor, transmission, rowlock, oarlock.



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 Egresado de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: **JONATHAN XAVIER GUALPA TOAPANTA** cuyo título versa “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO TAMIZADOR TRANSPORTADOR PARA EL PROCESAMIENTO DE MATERIAL PÉTREO**”, 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 estimare conveniente.

Latacunga, Julio del 2019

Atentamente,

Lic. María Fernanda Aguaiza
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 050345849-9



1. INFORMACIÓN BÁSICA

PROPUESTO POR:

Jonathan Xavier Gualpa Toapanta

TEMA APROBADO:

Diseño y construcción de un equipo tamizador transportador para el procesamiento de material pétreo

FACULTAD:

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

CARRERA:

Ingeniería Electromecánica

DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:

Ing. Luis Miguel Navarrete López. Mg.

EQUIPO DE TRABAJO

ASESOR TÉCNICO DEL PROYECTO TECNOLÓGICO:

Nombre: Ing. Luis Miguel Navarrete López. Mg.

Correo electrónico: lmn1_316@yahoo.com

Cedula: 180374728-4

Celular: 0988556656

LUGAR DE EJECUCIÓN:

Región Sierra, Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, Parroquia Guaytacama, barrio Cevallos.

TIEMPO DE DURACIÓN DE LA PROPUESTA:

Cuatro meses

FECHA DE ENTREGA:

23 de Julio del 2019

LÍNEA Y SUBLÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

De acuerdo a lo establecido por el departamento de investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, línea 4: Procesos industriales.

SUBLÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos.

TIPO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA:

Lo que se pretendió desarrollar con esta investigación es una tecnología conducente a un equipo tamizador para el procesamiento de material pétreo, en el sector de Guaytacama, barrio Cevallos.

2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

2.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA

Diseño y construcción de un equipo tamizador transportador para el procesamiento de material pétreo.

2.2. TIPO DE ALCANCE

Productivo.

2.2.1. Tipo de proyecto

El presente proyecto tecnológico se presentó como un proyecto productivo el cual permite disminuir el tiempo en el proceso de tamizado de material pétreo, para las personas que se dedican a la realización de obras de albañilería del sector de Guaytacama, barrió Cevallos. El disponer de un equipo tamizador proporciona la oportunidad de mejorar los (metros cúbicos /hora) del tamizado de materia pétreo que es el granzón, el mismo que se utiliza para el alisado o aplanada de paredes, pisos entre otros.

2.3. ÁREA DEL CONOCIMIENTO

Ingeniería, industrial y construcción.

Dibujo técnico, mecánica, metalistería, electricidad, electrónica, telecomunicaciones, ingeniería energética y química, mantenimiento de vehículos, topografía.

2.4. SINOPSIS DE LA PROPUESTA

El presente proyecto tecnológico estuvo enfocado al diseño y construcción de un equipo tamizador transportador para el procesamiento de material pétreo, que tuvo como fin disminuir el tiempo que realizan las personas al tamizar manualmente (tradicionalmente), dicho material es utilizado en el área de la construcción para el alisamiento (aplanado) de paredes y techos entre otros, esta máquina será implementada en la parroquia Guaytacama, barrio Cevallos.

La máquina está constituida de un rectángulo hecho de acero, donde se encuentra un tamiz para lo cual la persona que haga uso del equipo tamizador depositará el material a tamizar que será granzón, mediante la vibración generada por un moto vibrador y muelles la máquina vibrará en el cual por la parte inferior existe un recubrimiento de tol, donde caerá el material tamizado y saldrá a un canal de salida en el cual desembocará a una banda transportadora llevándolo a una distancia de dos metros con una velocidad adecuada, donde se almacenará el material en un lugar seguro.

Los beneficiarios directos son las personas que se dedican a la albañilería del barrio Cevallos y el tesista.

Los beneficiarios indirectos son todos los contratistas para las obras de construcción (civiles).

2.5. OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.5.1. Objeto de estudio

Equipo tamizador transportador para el procesamiento de material pétreo.

2.5.2. Campo de acción

Diseño y construcción.

2.6. SITUACIÓN PROBLÉMICA Y PROBLEMA

2.6.1. Situación problemática

En la parroquia Guaytacama, barrio Cevallos, existen personas que se dedican a realizar obras de albañilería por lo cual, en la actualidad realizan el proceso de tamizado tradicionalmente el mismo que requiere de tiempo y espacio, en algunos casos las personas que realizan este trabajo han tenido problemas de trastorno muscular esquelético por los movimientos repetitivos que realizan al tamizar el material manualmente o tradicionalmente.

Mediante la implementación de un equipo tamizador transportador para el procesamiento de material pétreo, que ayudo a separar el material de manera eficiente se logró disminuir el tiempo en el proceso de tamizado.

La máquina fue construida en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga Parroquia Guaytacama, barrio Cevallos en un periodo de 4 meses, para resolver el problema que tienen las personas en el proceso de tamizado del material pétreo (granzón).

Tabla 2.1. Problémica

Situación actual	Las personas que se dedican a la realización de obras de albañilería, en la actualidad realizan el proceso de tamizado de manera manual en el barrio Cevallos.
Identificación del problema	Las personas que se dedican a las obras de albañilería realizan el proceso de tamizado del material pétreo de forma tradicional (manual), lo cual conlleva en el proceso de tamizado.
Situación futura deseada	Con el proyecto planteado se trata de optimizar el tiempo, que realizan las personas en el proceso de tamizado de material pétreo en el barrio Cevallos.
Propuesta de solución	Implementar un equipo tamizador transportador para el procesamiento de material pétreo (granzón) en el sector de Guaytacama, barrio Cevallos.

2.6.2. Problema

Se planteó la siguiente pregunta científica.

¿Cómo optimizar el tiempo que se demoran las personas en el proceso de tamizado de material pétreo (granzón) en el sector de Guaytacama, barrio Cevallos mediante la implementación de un equipo tamizador transportador de material?

2.7. HIPÓTESIS

Como hipótesis se utilizó.

La falta de un equipo tamizador vibratorio, transportador para el procesamiento de material pétreo en el barrio Cevallos, incide en la optimización del tiempo en el proceso de tamizado de material (granzón).

2.8. OBJETIVOS

2.8.1. Objetivo General

Reducir el tiempo en el proceso de tamizado mediante la implementación de un equipo tamizador transportadora para el procesamiento de material pétreo (granzón), para las personas que se dedican a la albañilería en la parroquia Guaytacama, barrio Cevallos.

2.8.2. Objetivos Específicos

- Investigar la fundamentación teórica y los parámetros necesarios para la construcción de un equipo tamizador.
- Optimizar el tiempo en el proceso de tamizado con la implementación de un equipo tamizador, para mejorar la producción en el proceso de tamizado.

2.9. Descripción del desarrollo de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos

Tabla 2.2. Sistemas de tareas por objetivos

Objetivo	Actividades	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad
Investigar la fundamentación teórica y los parámetros necesarios para la construcción de un equipo tamizador.	Recopilar información acerca del funcionamiento y componentes que tiene un equipo tamizador transportador.	Selección de forma adecuada y económica del equipo tamizador a construir.	Investigación documental y de campo
Optimizar el tiempo en el proceso de tamizado de material pétreo.	Buscar alternativas de tipos de máquinas tamizadoras con sus respectivas ventajas y desventajas.	Selección del equipo tamizador vibratorio.	Investigación documental y de campo

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Introducción

El marco teórico conceptual investigado mediante bibliografías referentes a la máquina a construir permitió el estudio de las teorías y las investigaciones precedentes que contribuyen al análisis y solución del problema encontrado. El presente proyecto aborda los elementos teóricos fundamentales que hacen factible la construcción del equipo tamizador transportador para material pétreo, en el cual se realiza análisis de la estructura de la máquina, resistencia de los materiales, capacidad de producción en metros cúbicos por hora, potencia del motor vibrador, motor reductor, sistemas electromecánicos y elementos de control necesarios para el encendido y apagado del equipo.

3.1.1. Argumentación

Existen diferentes tipos de tamizadores de acuerdo a las necesidades de elaboración del producto, por lo que en esta sección se determinan las ventajas y desventajas, para seleccionar cual es la máquina que cubre las expectativas del proyecto. Además es importante conocer los beneficios del tamizado manual y tamizado vibratorio, así como las propiedades del material a tamizara.

3.1.2. Definiciones de diseño

Diseñar es formular un plan para satisfacer una necesidad específica o resolver un problema. Si el plan resulta en la creación de algo físicamente real, entonces el producto debe ser funcional, seguro, confiable, competitivo, útil, que pueda fabricarse y comercializarse. Los ingenieros mecánicos están relacionados con la producción y el procesamiento de energía y con el suministro de los medios de producción, las herramientas de transporte y las técnicas de automatización [1].

3.1.3. Definición de máquina

Una máquina es un mecanismo o conjunto de mecanismos que transmiten fuerza desde la fuente de energía hasta la resistencia que se debe vencer [2].

La idea de trabajo útil es fundamental a la función de una máquina, ya que en ello casi siempre habrá alguna transferencia de energía. La mención de fuerzas y movimiento también es vital para nuestros intereses ya que, al convertir la energía de una forma a otra, las máquinas crean movimiento y generan fuerzas [3].

3.2. Tamiz

El tamizado es un método físico para separar mezclas de material pétreo fino o grueso, el cual consiste en hacer pasar una mezcla de partículas de diferentes tamaños por un tamiz, cedazo o cualquier equipo con el que se pueda colar. Las partículas de menor tamaño pasan por los poros del tamiz o colador atravesándolo y las grandes quedan retenidas por el mismo. También parte del cuerpo o radicación sobre ella. Un ejemplo podría ser, si se saca tierra del suelo y se espolvorea sobre el tamiz, las partículas finas de tierra caerán y las piedritas y partículas grandes de tierra quedarán retenidas en el tamiz [4].

En el tamizado industrial los sólidos se sitúan sobre la superficie del tamiz. Los de menor tamaño o finos pasan a través del tamiz, mientras que los de mayor tamaño o colas, no pasan. Un solo tamiz puede realizar una separación en dos fracciones. Dichas fracciones se dice que no están dimensionadas, ya que si bien se sabe cuáles son los límites superior e inferior de los tamaños de partícula de cada una de las fracciones, no se conocen los demás límites de tamaños.

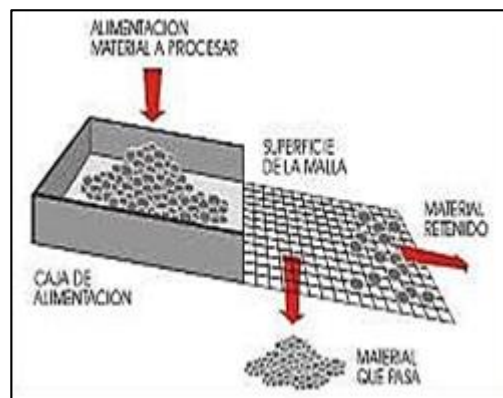


Figura 3.1. Tamizador.

Fuente: [4].

3.3. Tipos de tamizado.

Existe una gran variedad de procesos de tamizado para distintas finalidades en este caso solamente se considerarán los tipos más representativos. En la mayoría de las tamizadoras las partículas pasan a través de las aberturas por gravedad, pero en algunos casos las partículas son forzadas a través del tamiz por medio de un cepillo o mediante fuerza centrífuga.

Existen partículas que pasan fácilmente a través de aberturas grandes en una superficie estacionaria, pero otras precisan de alguna forma de agitación, tal como sacudidas, giro, vibración mecánica o eléctrica.

3.3.1. Tamizado manual

Tamiz manual simple o también llamado zaranda a una especie de instrumento cuadrangular, compuesto de cuatro tablas que se estrechan hacia el suelo el cual está compuesto de una red hecha de lías delgadas.

La pendiente y el camino que sigue el material son generalmente paralelos a la longitud de las barras. La alimentación de partículas muy gruesas, como la procedente de un triturador primario, se deja caer sobre el extremo más elevado de la parrilla.

Los trozos grandes ruedan y se deslizan hacia el extremo de los rechazos mientras que los trozos pequeños pasan a través de la parrilla y se recogen en un colector.



Figura 3.2. Tamizado manual.

Fuente: [5].

3.3.2. Tamizado giratorio.

En casi todos los tamices que producen fracciones clasificadas por tamaños, el material grueso es el primero que se separa mientras que el más fino es el último.

Estos aparatos constan de varios tamices, acoplados unos encima de otros, formando una caja o carcasa. El tamiz más grueso se sitúa en la parte superior y el más fino en la inferior todos ellos están provistos de las adecuadas conducciones para permitir la separación de

Las distintas fracciones. La mezcla de partículas se deposita sobre el tamiz superior, los tamices y la carcasa se hacen girar para forzar el paso de las partículas a través de las aberturas de los tamices.

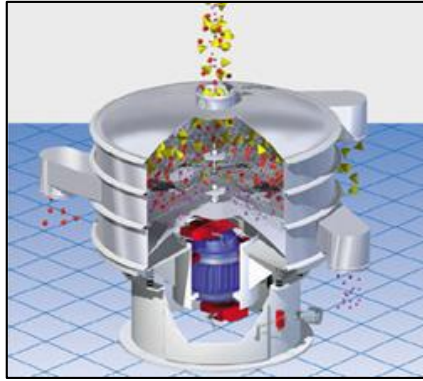


Figura 3.3. Tamizado giratorio.

Fuente: [6].

3.3.2.1. Ventajas

- Trabaja de forma continua
- La clasificación se realiza en forma rápida
- La capacidad del producto es mayor ya que la zaranda abastece un gran volumen
- Fácil construcción y montaje

3.3.2.2. Desventajas

- La construcción de las cribas es más complejas ya que son de forma cilíndrica.
- Será un sistema incomodo de manejar por su sistema de gran robustez
- Ocupa un gran espacio físico
- Difícil acceso del producto a la criba

3.3.3. Tamizado vibratorio.

Son tamices que vibran con rapidez y pequeña amplitud se obstruyen con menos facilidad que los tamices giratorios. Las vibraciones se pueden generar mecánica o eléctricamente. Las vibraciones mecánicas generalmente se transmiten desde excéntricas de alta velocidad hasta la carcasa de la unidad y desde ésta hasta los tamices inclinados.

Las vibraciones eléctricas generadas por grandes solenoides se transmiten a la carcasa o directamente a los tamices.



Figura 3.4. Tamizado vibratorio.

Fuente: [6].

3.3.3.1 Ventajas

- Reduce el tiempo de trabajo y disminuye los esfuerzos del operario
- Fácil mantenimiento y operación
- Capacidad del producto es mayor ya que la zaranda abastece un gran volumen
- No produce daños al producto por su tipo de clasificado.
- Reducción de ruido debido al sistema de amortiguamiento.

3.3.3.2. Desventajas

- Requiere un gran espacio físico
- Mecanismo más complejo
- Limitación de altura

3.3.4. Tamizado centrífugo.

El tamiz centrífugo consiste en un cilindro horizontal de tela metálica o de material plástico, palas helicoidales de alta velocidad dispuestas sobre un eje central impelen los sólidos contra la parte interior del tamiz estacionario, con lo cual las partículas finas pasan a través del tamiz mientras que el rechazo es transportado hasta el lugar de descarga.

Los tamices de materiales plásticos se expansionan algo durante la operación y los pequeños cambios que se producen en las aberturas tienden a impedir la obstrucción o cegado. Algunos equipos incluyen cepillos adosados a las palas que colaboran con la acción centrífuga en hacer pasar los sólidos a través del tamiz.

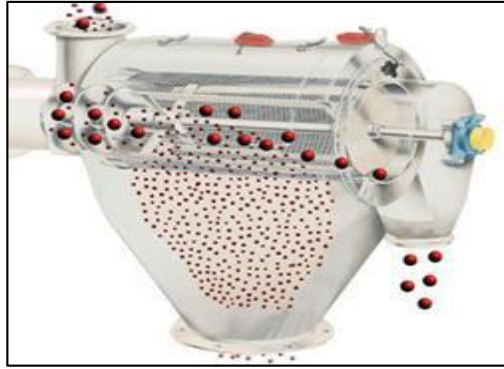


Figura 3.5. Tamizador centrífugo.

Figura 3.5. Tamizador centrífugo

Fuente: [6].

3.3.5. Tamizador horizontal

Esta alternativa tiene el motor eléctrico que transmite el movimiento mediante el mecanismo de poleas y bandas (reductor de velocidades), el cual se encuentra conjugado a un mecanismo biela-manivela, y este a su vez a una mesa que se desplaza horizontalmente en la que se encuentra la zaranda, produciéndose así la tamización del material que será desalojado en la bandeja recolectora de material, teniendo así la clasificación en dos tipos de material como se muestra en la figura

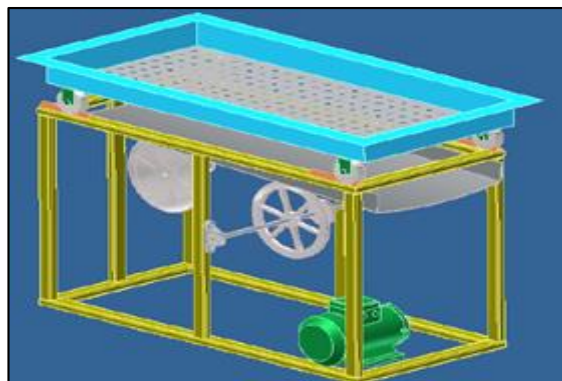


Figura 3.6. Tamizador horizontal.

Fuente: [6].

3.3.5.1. Ventajas

- Reduce los costos de fabricación
- Mantenimiento sencillo y económico
- Bajo costo de fabricación
- Fácil construcción, mantenimiento y montaje

3.3.5.2. Desventajas

- Existen posibilidades de atascamiento del material en su flujo a través de la criba
- Requiere un gran espacio físico
- Existe mucho ruido debido al sistema biela-manivela
- Necesita de soportes con sujeción con el piso
- Ruido excesivo en el momento del trabajo
- Zarandas cambiables
- Necesita de una pequeña inclinación para el flujo de material.

3.4. Selección de malla o tamiz

Las telas y mallas son tejidos metálicos de cualquier tipo de acero inoxidable, estas son utilizadas para la fabricación de cribas vibratorias, filtros y tamizadoras. La malla de acero inoxidable es un medio de filtración eficaz utilizada para separar, cribar o tamizar diferentes tipos de productos y puede ser utilizada en cualquier industria.

Para la construcción de un tejido metálico, se realiza mediante el entrelazamiento de alambres que forman entre sí las mallas, estos alambres se identifican como urdimbre y trama. La distancia entre los ejes de las mallas la representa el espacio entre la línea central de un alambre y la del otro de la misma malla.

Se entiende por luz de la malla a la abertura útil de pasaje, y la superficie de paso es la relación al tanto por ciento entre la superficie total de los ojos de las mallas y la superficie total de la tela. Para elegir la malla y para optar por alguna opción en caso de no poder conseguir o no existir en el mercado el que se necesita, se da a continuación una tabla que correlaciona los números de mesh y la apertura de malla en tres sistemas distintos de normas utilizados internacionalmente [7].

Mesh: lo representa el número de mallas dentro de una pulgada inglesa equivalente a 25,4 mm en la siguiente tabla se puede observar la comparación entre la abertura de malla y número de mesh en los sistemas ASTM, Tyler y British Estándar.

Tabla 3.1. Comparación de mallas

Abertura en (mm)	USA standard ASTM E 11-61	Número de mesh de tyler (mesh/in.)	British standard (mesh/in.)
0,0037	400	400	----
0,044	325	325	----
0,045	-----	-----	350
0,053	270	270	300
0,063	230	250	240
0,074	200	200	----
0,075	----	----	200
0,088	170	170	----
0,090	----	----	170
0,105	140	150	150
0,125	120	115	120
0,149	100	100	----
0,150	----	----	100
0,177	80	80	----
0,180	----	----	85
0,210	70	65	72
0,250	60	60	60
0,297	50	48	----
0,300	----	----	52
0,354	45	42	----
0,355	----	----	44
0,420	40	35	35
0,500	35	32	30
0,595	30	28	----
0,600	----	----	25
0,707	25	24	----
0,710	----	----	22
0,841	20	20	----
1,00	18	16	16
1,19	16	14	----
1,20	----	----	14
1,41	14	12	----
1,68	12	10	10
2,00	10	9	8

Fuente: [7].

3.5. Suspensión helicoidal

Un resorte helicoidal también conocido como un muelle helicoidal, es un dispositivo mecánico que se utiliza normalmente para almacenar energía que posteriormente es liberada para absorber los golpes, es decir mantienen una fuerza entre superficies de contacto.

En otras palabras, se pueden definir como elementos mecánicos que se montan entre dos partes mecánicas de una máquina, con el fin de amortiguar impactos o almacenar energía y devolverla cuando sea requerida [8].

Estos están elaborados mediante un hilo metálico normalmente circular o elíptico, enrollados en caliente o frío sobre un cilindro, en los lineales el diámetro del hilo se conserva constante en

todas las espiras del muelle, en tanto que los variables el diámetro del hilo varía de unas espiras a otras.

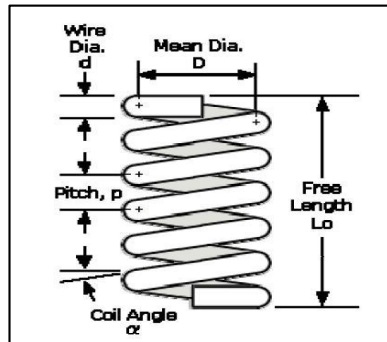


Figura 3.7. Muelle helicoidal.

Fuente: [8].

3.5.1. Características del muelle

No pueden transmitir esfuerzos laterales y requieren por tanto en su montaje bielas de empuje lateral y transversal para la absorción de las reacciones.

Trabajan a torsión, retorciéndose proporcionalmente al esfuerzo que tienen que soportar, acortando su longitud y volviendo a su posición de reposo cuando cesa el efecto que produce la deformación.

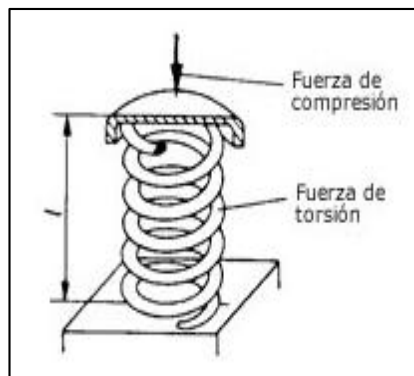


Figura 3.8. Fuerzas actuantes.

Fuente: [8].

3.6. Clasificación granulométrica

Se denomina clasificación granulométrica o granulometría, a la medición y graduación que se lleva a cabo de los granos de una formación sedimentaria, de los materiales sedimentarios, así como de los suelos, con fines de análisis, tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas,

y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica [9].

Tabla 3.2. Clasificación de los suelos usada en diferentes países

Dimensión de la partícula elemental (mm)	Attemberg – (Sistema Internacional)	U.S. Dep. De Agricultura	Ex – U.R.S.S.
<0,001	Arcilla	Arcilla	Arcilla
<0,002			Limo fino
0,005	Limo	Limo	Limo medio
0,01			Limo grueso
0,02			Arena muy fina
0,05	Arena fina	Arena muy fina	Arena fina
0,1		Arena fina	Arena media
0,25		Arena gruesa	Arena gruesa
0,2	Arena gruesa	Arena muy gruesa	Arena gruesa
0,5		Grava fina	Grava
1,0		Grava	Grava
2,0	Grava gruesa y piedras	Grava gruesa y piedras	Grava gruesa y piedras
3,0		Grava gruesa y piedras	Grava gruesa y piedras
5,0	Grava gruesa y piedras	Grava gruesa y piedras	Grava gruesa y piedras
10,0		Grava gruesa y piedras	Grava gruesa y piedras
20,0	Grava gruesa y piedras	Grava gruesa y piedras	Grava gruesa y piedras
>20,0		Grava gruesa y piedras	Grava gruesa y piedras

Fuente: [9].

3.7. Curva Granulométrica

Se denomina clasificación granulométrica o granulometría, a la medición y graduación que se lleva a cabo de los granos de material. Teniendo en cuenta el peso total y los pesos retenidos, se procede a realizar la curva granulométrica, con los valores de porcentaje retenido que cada diámetro ha obtenido. Esta curva permite visualizar la tendencia homogénea o heterogénea que tienen los tamaños de grano (diámetros) de las partículas. Se representa gráficamente en un papel denominado “log-normal” por tener en la horizontal una escala logarítmica, y en la vertical una escala natural [10].

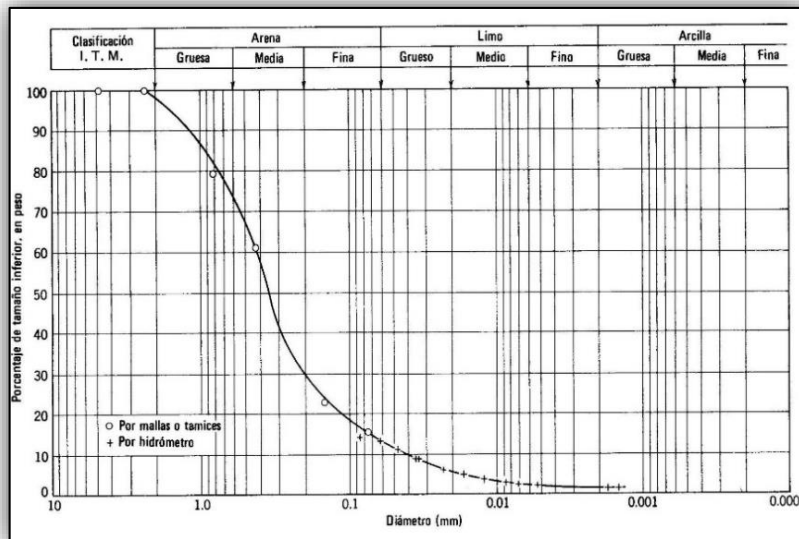


Figura 3.9. Curva granulométrica.

Fuente: [10].

3.8. Procedimiento para la obtención de la humedad (ASTM C566)

Tomar una muestra representativa de acuerdo a procedimiento de muestreo de áridos y en las cantidades que muestra la tabla:

Tabla 3.3. Tamaño de la muestra de áridos

Tamaño nominal Máximo [mm]	Peso mínimo de muestra [Kg]
4,75	0,5
9,0	1,5
12,5	2
19,0	3
25,0	4
37,5	6
50,0	8

Fuente: [11]

3.9. Granulometría de agregado pétreo

La granulometría de un agregado pétreo es el procedimiento manual o mecánico que se realiza para clasificarlo mediante su cribado por mallas o cedazos de diferentes aberturas, las cantidades en peso que cada tamaño constituyen el total, estas cantidades se acostumbra expresar como porcentajes retenidos por cada malla, del total del material cribado. Los

porcentajes calculan tanto parciales como acumulados, se procede a trazar en una gráfica de valores límites granulométricos, la curva que adopta la granulometría del material [6] [7].

3.10. Densidad de los materiales

Tabla 3.4. Densidad de los materiales

GRUPO DE MATERIALES	DENSIDAD (PESO/VOLUMEN)	DENSIDAD MATERIAL COMPACTADO
Arenas lavadas	De 1550 a 1600 kg/m^3	
Arena G 0/3	De 1500 a 1550 kg/m^3	
Mezclas	De 1600 a 1700 kg/m^3	
Sablo cribado G 0/6	De 1450 a 1500 kg/m^3	De 2000 a 2100 kg/m^3
Zahorra Z 25	De 1600 a 1700 kg/m^3	De 2160 a 2200 kg/m^3
Gravillas	De 1500 a 1550 kg/m^3	De 1500 a 1550 kg/m^3
Grava 30/60	1450 kg/m^3	1450 kg/m^3

Fuente: [11].

A continuación se va a hacer una descripción de los requisitos que Debe cumplir el agregado fino o arena El agregado fino deberá de cumplir con ciertos requisitos de tamaños de las diferentes partículas que lo constituyen.

Esos requisitos vienen fijados por las especificaciones y de acuerdo con los de la ASTM son los siguientes:

Tabla 3.5. Tamaño de malla nominal

Tamaño de malla nominal	Porcentajes pasando		Retenidos
3/8	100		0
No.4 (4760micras)...95	A	100	0 A 5
No.8 (2380 micras)...80	A	100	0 A 20
No.16 (1190 micras)...50	A	85	15 A 50
No.30 (590 micras)...25	A	60	40 A 75
No.50 (297 micras)... 10	A	30	70 A 90
No. 100 (149 micras)...2	A	10	98 A 98

Fuente: [12]

3.11. Motor eléctrico

Los motores de inducción son máquinas eléctricas, las cuales han tenido mayor aplicación en la industria y artefactos electrodomésticos. Estas máquinas son los principales convertidores de energía eléctrica en mecánica (actualmente los motores de inducción consumen casi la mitad de la energía eléctrica generada). Su uso es, principalmente, en calidad de mando eléctrico en la mayoría de los mecanismos, ello se justifica por la sencillez de su fabricación, su alta confiabilidad y un alto valor de eficiencia [13].

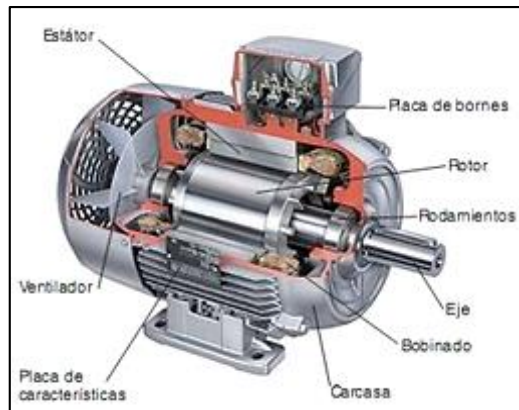


Figura 3.10. Motor eléctrico.

Fuente: [13].

Hay 2 tipos de motores de inducción; los de rotor de jaula de ardilla y los de rotor de anillos rasantes.

En la siguiente tabla se muestra los Datos Nominales de los Motores Eléctricos.

Tabla 3.6. Datos Nominales de los Motores Eléctricos

Datos	Unidades
Potencia	KW ó HP
Tensión de servicio	KV ó V
Frecuencia	Hz
Corriente nominal	Amp.
Corriente de arranque	Amp.
Factor de potencia	Cos φ
Eficiencia	%

Fuente: [14].

3.12. Motovibrador

Los motovibradores externos son aparatos accionados por un motor eléctrico, que por medio de un desequilibrio definido generan vibraciones mecánicas de diferente frecuencia y amplitud dependientes de los caballos de fuerza del motor [15].

Los motovibradores rotativos ofrecen el medio más efectivo y económico para mantener el flujo constante y uniforme de materiales.

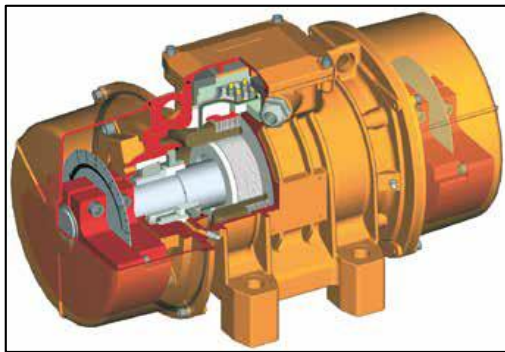


Figura 3.11. Motovibrador.

Fuente: [15].

3.12.1. Características de los motovibradores

Dentro de las características principales de los motovibradores podemos citar las siguientes:

- Cuerpo y escudos de hierro fundido de alta calidad y robusto diseño.
- Estator tropical izado con bobinado especial anti vibratorio.
- Rotor en cortocircuito armado con barras de cobre.
- Eje de acero aleado.
- Rodamientos lubricados de por vida están preparados para soportar altas velocidades de giro.
- Contrapesos fácilmente regulables en cinco posiciones.
- Cubierta de aluminio fundido altamente resistente a la torsión.

3.13. Método de vibración y de la velocidad de rotación

La elección del método de vibración y de la frecuencia de vibración para obtener el máximo rendimiento para cada tipo de proceso, depende del peso específico y de la granulometría (o tamaño) del material empleado en el proceso (**ANEXO IX**). Los motovibradores, independientemente del método de vibración elegido, pueden ser montados en el equipo,

aislado elásticamente con eje central en posición horizontal o vertical, o si es necesario, también en posición intermedia entre las citadas. En la aplicación de motovibradores con método “unidireccional” se debe tener en cuenta el ángulo de incidencia “i” (medido en grados) de la línea de acción de fuerzas respecto a la horizontal [16].

La determinación del ángulo de incidencia de la línea de acción de fuerzas está subordinada al tipo de proceso de elaboración y debe estar comprendido dentro de la gama abajo indicada.

Tabla 3.7. Ángulos de incidencia

Ángulo de incidencia de la línea de acción de fuerzas	
“i”	Procesos/utilizaciones
De 6° a 12°	Para especiales separadores (por ej. Industria de la molinería)
De 25° a 30°	Para transporte, extracción, alimentación, orientación y clasificación
De 31° a 45°	Para cribado, calibración y separación
De 45° a 80°	Para lechos fluidos

Fuente: [16].

3.14. Motovibrador de acuerdo a las zonas

El tipo de motovibrador adecuado al uso específico, es preciso clasificar el ambiente en el cual el motovibrador trabaja, definiendo la zona, la temperatura máxima y, en caso de necesidad, el tipo de protección requerido. Para efectuar este análisis es posible seguir las normas EN específicas (ANEXO 1,2). Una vez clasificada la zona, las tablas adjuntas permiten individualizar el motovibrador Italtvibras más idóneo.

Tabla 3.8. Motovibrador en base a las zonas

Elección del motovibrador en base a las zonas	
Tipo de zona	Productos indicados para la zona
1, 2, 21, 22. Ex e	MVSI-E, M3-E, MTF-E, VB-E, MVB-E, MVB-E-FLCV
21, 22	MVSI, M3, MVSI-TS, MTF, VB, MVB, MVB-FLC, MVSS-P
1,2,21,22. Ex d	CDX, MVTX
1, 2 ex d	CDX-G, CDX gr. 110, MVTX-G

Fuente: [16].

3.15. Motorreductores

Los reductores y motorreductores mecánicos de velocidad se pueden contar entre los inventos más antiguos de la humanidad y aún en estos tiempos del siglo XXI se siguen utilizando prácticamente en cada máquina que tengamos a la vista, desde el más pequeño reductor o motorreductor capaz de cambiar y combinar velocidades de giro en un reloj de pulsera, cambiar velocidades en un automóvil, hasta enormes motorreductores capaces de dar tracción en buques de carga, molinos de cemento, grandes máquinas cavadoras de túneles o bien en molinos de caña para la fabricación de azúcar [17].

3.16. Cinta transportadora

Es el elemento más importante de una banda, el porcentaje de sus costo total puede llegar a representar hasta el 60 % la cinta transportadora consiste en un tejido de alambre o textil (armadura o carcasa) que es la encargada de absorber las fuerzas de tracción generadas, para lograr la unión de muchas capas de tejido y para la protección contra daños mecánicos y humedad, los tejidos textiles, en la mayoría de los casos son vulcanizados con una capa de goma o plástico. A consecuencia de su íntima unión, los alargamientos son iguales en la carcasa y en los recubrimientos, y puesto que las tensiones específicas son proporcionales a los módulos de elasticidad la armadura soporta prácticamente todo el esfuerzo, al ser pequeño el módulo de elasticidad de la goma respecto al del textil o alambre; los cálculos, por lo tanto se hacen sobre esta base, despreciando la resistencia de la goma [18].

3.16.1. Análisis estructural de un transportador de banda

La máquina transportadora de banda objeto de este trabajo, es un medio de transporte continuo que se ha diseñado con el objetivo de transportar mercancías en forma de bultos, fundamentalmente sacos de alimentos, permitiendo una carga instantánea sobre ambas cunas de 5886 N (600 Kgf) en un rango de alturas de 0,3 a 8,0 metros y una longitud máxima de trabajo de 12 metros.

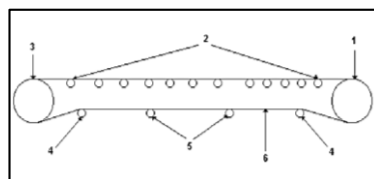


Figura 3.12. Disposición de los tambores y rodillos en la cuna superior.

Fuente: [19].

3.17. Evaluación del desgaste de la banda transportadora en las minas

El fundamento teórico está en que con el aumento de la velocidad de la banda, su resultante (fuerza o cantidad de movimiento) sobre las partículas es mayor. El choque de las partículas sobre la banda se comporta como una percusión; la dirección de movimiento de la carga en este caso es perpendicular al movimiento de la banda y esta última se considera como un cuerpo de gran masa, al no permitir su desplazamiento vertical y tener gran longitud [18].

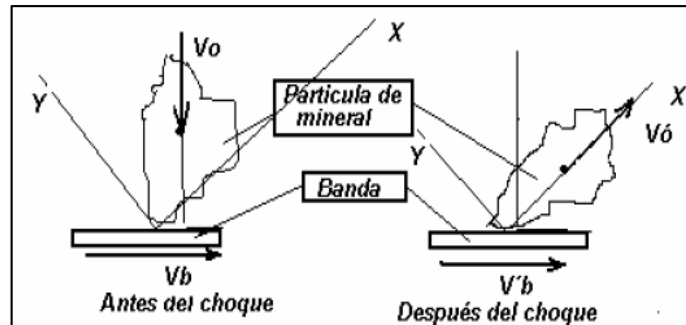


Figura 3.13. Comportamiento de una partícula de mineral durante el choque con la banda.

Fuente: [19].

3.18. Procedimiento para seleccionar la velocidad óptima en bandas transportadoras

Para determinar la velocidad de la banda en el caso del transportador de minerales hay que considerar el grado de movilidad de las partículas de la carga. Aquí es importante tomar en cuenta la relación entre el ángulo del talud estático y el ángulo del talud dinámico φ_d de la carga transportada a granel; el tamaño de las partículas también debe ser considerado. Estos parámetros, aún no están determinados para el mineral laterítico y los áridos cubanos.

Al aumentar la velocidad de la banda, aumenta también su desgaste, principalmente en los apoyos de rodillos y tambores. Aunque este autor ofrece criterios para la selección de la velocidad de movimiento de la banda sobre la base de la experiencia y las condiciones de trabajo o explotación, y considera el aspecto económico como criterio importante, no establece un procedimiento que permita evaluar el valor de velocidad más racional, tampoco analiza materiales poco movedizos como el mineral laterítico ni realiza los análisis energéticos [19].

De acuerdo con las normas GOST 22645-77, los valores de velocidad se establecen según la serie: 0,5; 0,63; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3. Se pueden seleccionar con margen de más menos un 10 %. Los valores de velocidad recomendados se exponen en la siguiente tabla.

Tabla 3.9. Valores de velocidad de la banda recomendados

B, mm	400	650	800	1000	1200	1400	1600	2000
v, m/s	1-1,6	1-2,5	1-3,15	1-4,0	1-4,0	1-5,0	1,25-5,0	

Fuente: [20]; [21].

En este análisis no se establece procedimiento o metodología para determinar la velocidad y seleccionarla de acuerdo con los valores de la serie establecida. Tampoco se cuestiona el comportamiento energético, aspecto importante que no puede obviarse.

3.19. Diseño conceptual

Ante la necesidad de diseñar una máquina denominada tamizadora vibratoria para arenas de moldeo que permita optimizar el tamaño de grano y disminuir el esfuerzo humano en el proceso de tamizado, se requiere establecer requerimientos que se deben satisfacer en el diseño a realizar por lo tanto se tomará en cuenta todos los detalles para su construcción.

La máquina debe cumplir con las siguientes características:

- La estructura debe estar diseñada para soportar el peso del material a cernir y los componentes que la conforman.
- La máquina debe ser diseñada con cierto grado de inclinación para facilitar la salida del material cernido.
- El diseño de la tamizadora debe ser ergonómico y seguro.
- El motovibrador debe ser el adecuado para generar las vibraciones requeridas por el sistema.

3.20. Bosquejo de alternativas

Al analizar las posibles alternativas de diseño, es necesario realizar un bosquejo que permita mostrar una idea clara de los diferentes elementos que posiblemente formen el diseño final, dentro de las posibles alternativas se seleccionó el método unidireccional y el método rotacional

3.20.1. Método unidireccional

La fuerza vibrante se dirige en todas las direcciones, es decir 360° a lo largo de la horizontal rotativamente en sentido horario o anti horario.

Este sistema es conocido como unidireccional porque su movimiento se obtiene por medio de un solo eje giratorio con masas excéntricas fijas a él, utilizando como suspensión intermedia

masas móviles en este caso fuelles neumáticos que por una simple variación de presión en el llenado hace variar las características del resorte.

- Para regular las vibraciones se debe tener en cuenta:
- Parar la máquina.
- Soltar los pernos y quitar piezas
- Sustituir las masas excéntricas
- Volver a sujetar las piezas

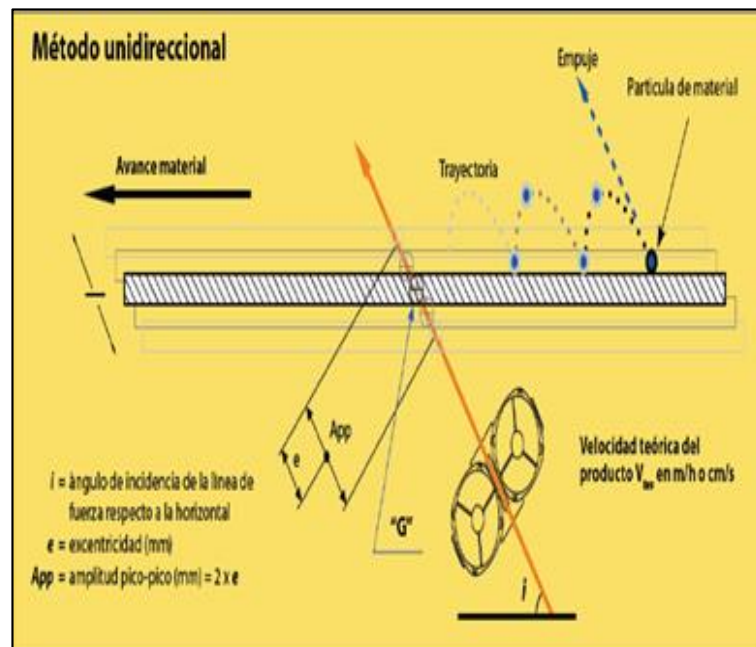


Figura 3.14. Método unidireccional.

Fuente: [16].

Una de las desventajas y no utilización de este sistema es la obturación de la malla y el pandeo que se genera durante el proceso de tamizado de las arenas de molde.

3.20.2. Método rotacional.

En este método la fuerza vibrante se dirige a lo largo de una sola dirección en modo alternativo sinusoidal a través del tiempo, lo que permite una mejor salida del material tamizado y que se obstruya con menor facilidad la malla y se genere el pandeo de la misma

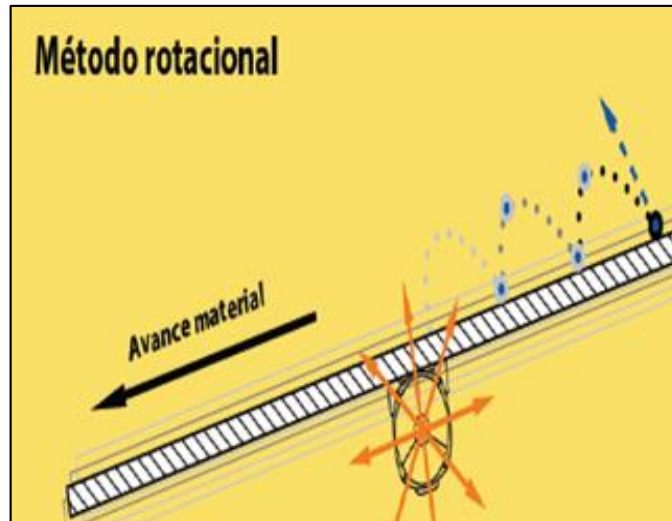


Figura 3.15. Método rotacional.

Fuente: [16].

Para la elección de este sistema de debe tener en cuenta factores importantes como son:

- El ángulo de incidencia de la máquina con respecto a la horizontal
- Velocidad de incidencia
- Factor correctivo
- Excentricidad

Las vibraciones producidas son generadas por un motovibrador transmitidas por resortes helicoidales a la carcasa y son directas, la pendiente formada con el ángulo de incidencia con respecto a la horizontal permite que el material ya cernido sea vertido en la caja donde se desarrollara el moldeo.

3.21. Tabla morfológica.

Una vez analizadas las alternativas de diseño generadas anteriormente, acerca de los métodos de vibración se ha considerado tomar en cuenta los métodos de vibración unidireccional y rotacional, ya que estos son los más óptimos para la fabricación del producto deseado.

Se incluye en la siguiente tabla los principales componentes de la tamizadora para determinar el diseño más adecuado del cual se realizará el análisis correspondiente, donde

S= Satisfactorio y Ns= No satisfactorio.

Tabla 3.10. Tabla morfológica

TABLA MORFOLÓGICA		Tamizado Vibratorio	
		Tamizado vibratorio rotacional	Tamizado vibratorio unidireccional
Sistema de transmisión de movimiento	Motovibrador	S	S
	Motor, banda, polea	S	Ns
Suspensión	Neumática	Ns	S
	Resorte (muelle)	S	S

Fuente: Autor

En base a la tabla se ha encontrado diferentes alternativas de solución las que se describen a continuación.

Tamizado vibratorio rotacional con sistema de transmisión de movimiento por motovibrador y suspensión con resorte.

3.22. Matriz de selección.

Se requiere elaborar una matriz de evaluación en donde se encuentra todas las opciones antes mencionadas de las matrices morfológicas. En esta matriz de evaluación realizaremos las comparaciones todas las opciones presentes que se contemplaron y de acuerdo a diversos criterios se les va asignar un valor en una escala de 1 a 10 a cada una de las opciones dichos valores conceden un puntaje a cada una de las opciones y este puntaje final nos deja claramente que opción conviene seleccionar. Para esta matriz se tomó en cuenta detalles de fabricación:

- Función a realizar. Aquí se identificó claramente la función que la máquina va a cumplir, que es tamizar arena de moldeo.
- Calidad. Debe ser compatible con el propósito, ya que una calidad insuficiente podría dar lugar a reclamos.
- El costo de fabricación no debe ser excesivo en cuanto al beneficio brindado. Tamaño y forma. Debe ser compatible con la función y ser aceptable por el usuario final. Seguridad que ofrece la máquina al usuario.
- Producción. Considerar como se va a fabricar simultáneamente.
- Impacto ambiental. No debe dañar el ambiente.

Tabla 3.11. Matriz de selección

Tipo de tamizado Características	Rotacional Motovibrador	Rotacional Banda polea
Seguridad	10	8
Peso	10	8
Costos	10	10
Ergonomía	10	10
Vibración	10	7
Mantenimiento	10	7
Transmisión de movimiento	10	7
Disponibilidad de material	9	8
TOTAL	79	65

Fuente: Autor

En base a los diferentes detalles de fabricación comparados en la matriz de selección, hemos optado por el tamizado rotacional accionado por sistema con transmisión de movimiento por motovibrador ya que reúne las mejores condiciones, requerimientos y funciones del producto que se desea fabricar.

3.23. Estructura soporte

Se diseñó de tal forma que soporte las cargas de todos los elementos constitutivos del prototipo, el material utilizado para la estructura es de tubo cuadrado de 50mm y un espesor de 2mm.

En la figura podemos observar la deformación que va a sufrir la estructura considerando las siguientes cargas.

Tabla 3.12. Cargas a soportar la estructura

CARGA A SOPORTAR	CANTIDAD	PESO (Kg)
Malla	1	0,70
Porta tamiz	1	5,8
Base de motovibrador	2	2,1
Motovibrador	1	18,2
Pernos	12	0,43
Bocas de salida	2	7,92

Bandejas de alimentación	1	6,56
Muelles	5	0,31
Palanca	1	0,28
Compuerta	1	0,20
TOTAL	79	42,5 Kg

Fuente: Autor

3.24. Criterios de selección del conductor

Para seleccionar el conductor adecuado para el sistema eléctrico de potencia de la se considera lo siguiente:

3.25. La corriente máxima

Seleccionado el tipo de conductor, es necesario precisar el calibre del conductor y para esto se debe conocer la corriente máxima que va pasar por el conductor en base a la potencia de demanda que el cable deberá alimentar a la máquina, considerando las necesidades futuras.

4. METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO

Para iniciar el diseño de la máquina se debió establecer los parámetros funcionales de la misma, como:

- Resistencia de la cinta transportadora.
- Velocidad y potencia de tamizado
- Elementos constitutivos de la máquina, esquema cinemático.
- Capacidad de tamizado de la máquina;

4.1. Declaración de variables

4.1.1. Variables independientes

- Granulometría del material
- Velocidad a la que opera el equipo tamizador
- Dimensiones del equipo tamizador.

4.1.2. Variables dependientes

- Tiempo
- Capacidad de producción de tamizado

4.2. Operacionalización de las variables

La operacionalización de variables es un contexto del diseño de investigación que permite el trascender el título de la propuesta a una síntesis de variables que promulgan la evaluación del contenido en una estructura más detallada y medible para estipular indicadores, dimensiones, técnicas y/o instrumentos de cualificación y cuantificación de dichas variables específica [13].

Las tablas 4.1 y 4.2 muestran la variable independiente y la variable dependiente.

Tabla 4.1. Variable independiente

Variable General	Unidad	Técnica o Instrumentos
Dimensiones del equipo tamizador	milímetros	Instrumentos de medición: Cinta flexométrica. Software CAD de diseño mecánico “INVENTOR”

Tabla 4.2. Variables dependientes

Variable General	Unidad	Técnica o Instrumentos
Tiempo de tamizado	Minutos	Cronómetro

4.3. Diseño conceptual

En esta parte nos referiremos a las características (C) y exigencias (E) que debería tener el equipo tamizador transportador, por lo que se considera realizar la ingeniería de requerimientos en la cual se trata de recopilar información por medio de una lluvia de ideas.

Tabla 4.3. Lista de características (C) y Exigencias (E) de la máquina

FUNCIONES	
El equipo tamizador debe tamizar el material a una velocidad de 21,65 pies/min aproximadamente.	E
La cinta transportadora resistirá un peso de 97,02 N en cada rodillo sin tender a deformarse.	E
El equipo tamizador tamizara el material de gravilla 553,35 kg/h	E
El equipo tamizador no sobre pasa de los 100kg por lo cual puede ser movido de un lugar a otro	C
El flujo de material a tamizar que en este caso es gravilla deberá de ser constante.	E
La estructura de la cinta transportadora será regulable a distintas alturas hasta 60cm de alto con respecto al piso.	C
ENERGÍA	
El equipo tamizador transportador debe tener eficiencia energética (W/h)	E
El equipo tamizador deberá tener un sistema de protección de sobrecarga	E
El equipo tamizador deberá ser operado por un control de mando	E
El equipo tamizador transportador deberá trabajar en la línea de tensión pública 220V/60 Hz	E
Mínimizar las pérdidas de energía en la transmisión de potencia.	C
SEGURIDAD	
El equipo tamizador transportador tendrá Instrucciones de montaje uso y mantenimiento.	E
El equipo tamizador transportador deberá manejar aislamientos eléctricos	E
El equipo tamizador transportador deberá tener protección a cortocircuitos	E
El equipo tamizador tiene que ser de un tamaño eficaz a su ingeniería	E
Nivel de seguridad suficiente a fin de preservar a las personas y a los bienes, derivados de la instalación, funcionamiento, mantenimiento y reparación de la máquina.	E
ERGONOMÍA	
El acceso a los distintos elementos de máquina deberá ser cómodo para las operaciones de mantenimiento montaje y desmontaje.	C
La posición del equipo, controles y banco de trabajo, deben permitir una postura y control correcto.	C

No tener efecto contaminante sobre el medio ambiente.	C
FABRICACIÓN	
La máquina deberá ser de fácil ensamblaje y anclaje.	E
Los materiales y elementos se seleccionarán de acuerdo a las exigencias de resistencia y calidad.	E
La máquina deberá tener una buena estabilidad y rigidez.	E
Los elementos móviles de transmisión deben concebirse, construirse y protegerse de forma que prevengan todo peligro de contacto que pueda originar accidentes.	E
La transmisión de las fuerzas se realizará por medio de sistemas mecánicos.	E
Las piezas que forme parte de la máquina, serán de fácil manufactura y de formas sencillas.	C
Los materiales y elementos utilizados deben encontrarse disponibles en el mercado nacional.	C
Los componentes de la máquina deben permitir un ensamblaje y funcionamiento en espacio reducido.	C
El equipo tamizador transportador debe tener un rango de tolerancia en la capacidad de tamizado.	E
El equipo tamizador transportador debe tener excelente fuerza y potencia	E
SEÑALES	
Etiquetas de advertencia para la prevención de accidentes.	E
El equipo tamizador transportador realizará el proceso de amasado en forma visible	C
Contar con señales sonoras y/o visibles para indicar que la máquina se encuentra funcionamiento.	C
CONTROL	
Se deberá verificar la calidad del material empleado para la fabricación de los elementos de la máquina.	E
Los niveles de ruido producido por la máquina no serán muy elevados.	C
FUNCIONAMIENTO	
La puesta en marcha de la máquina solo será posible cuando estén garantizadas las condiciones de seguridad para las personas que operen la máquina.	C
No generar ruidos molestos para el operador.	C
El medio ambiente no afecta al proceso de tamizado ya que todos los elementos eléctricos están sellados herméticamente.	C
MANTENIMIENTO	
El equipo tamizador transportador deberá contar con un instructivo de mantenimiento	E
Las piezas deben ser fácilmente reemplazadas y deben encontrarse en stock en el mercado nacional.	C
La máquina deberá estar diseñada para que las operaciones de verificación, regulación, engrase y limpieza se puedan efectuar desde lugares fácilmente accesibles; y sin necesidad de eliminar los sistemas de protección.	E
La unión de la cinta transportadora es mediante una grapa que facilita el montaje y desmontaje de la estructura de la cinta transportadora.	C

4.3.1. Alcance de alternativas de equipos tamizadores transportadores de arena

Mediante la investigación de los tipos de equipos tamizadores industriales existentes en el mercado sus características varían según su volumen, peso, dimensiones, velocidad, potencia de motovibrador, torque de motorreductor y características de la cinta transportadora por lo cual se realizan la comparación de cada uno, para así realizar un diseño adecuado de un equipo tamizador transportador.

4.4. Parámetros para el diseño del equipo tamizador transportador

En esta parte del proyecto tecnológico se detalla todos los pasos en el proceso de diseño iniciando con la forma estructural del equipo tamizador transportador, cálculos de los componentes mecánicos y eléctricos, así como también los planos de construcción para el equipo tamizador.

4.5. Cálculo y diseño de la estructura de la máquina

Selección de material para el diseño de la estructura del equipo tamizador vibratorio

4.5.1. Selección del perfil

Se calcula el área permisible para la selección del perfil adecuado de acuerdo a la siguiente formula.

$$A_{min} = \frac{P(Fs)}{S_y} \quad (4.1)$$

Donde:

A_{min} = Area minima permisible: (cm^2)

P = Fuerza de trabajo: (N)

S_y = limite elastico: ($\frac{N}{m^2}$)

4.5.2. Capacidad del equipo tamizador

Para determinar la capacidad de trabajo del equipo tamizador en una hora.

$$m = \left(\frac{T}{1dia} \cdot \frac{1000kg}{Ton} \cdot \frac{dia}{8h} \right) \quad (4.2)$$

Donde:

$m = \text{masa: (kg)}$

$T = \text{cantidad de toneladas: (T)}$

Densidad del material que es gravilla

$$\rho = \frac{1500\text{kg}}{\text{m}^3} \quad (4.3)$$

4.5.3. Volumen de carga del equipo tamizador

Se utilizara esta fórmula para determinar el volumen de carga del equipo tamizador

$$V_c = \frac{m}{\rho} \quad (4.4)$$

Donde:

$V_c = \text{volumen de carga: (m}^3\text{)}$.

$m = \text{masa: (kg)}$

$\rho = \text{densidad del material: (}\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\text{)}$

4.5.4. Dimensionamiento de la criba y bandeja

Ahora se tendrá el tamiz y la bandeja donde caerá el material ya tamizado.

4.5.5. Volumen del tamiz

$$V_t = \frac{V_c}{3} \quad (4.5)$$

Donde:

$V_t = \text{volumen del tamiz: (m}^3\text{)}$

$V_c = \text{volumen de carga: (m}^3\text{)}$

4.5.6. Área del tamiz

Se realizara el cálculo del área del tamiz si se tiene como dato de altura de 0,05m

$$A = a \cdot l \quad (4.6)$$

Donde:

$A = \text{área: (m}^2\text{)}$.

$a = \text{ancho: (m)}$

$l = \text{largo: (m)}$.

Ahora se debe de sumar a la altura que se tiene inicialmente por un rango de prevención del 15% aproximando , debido a que puede suceder que caiga más material tamizado en poco tiempo esto varía de acuerdo a las características del material.

Teniendo una altura final

$$h = 0,05m + 15\%(0,05) = 0,0575 \cong 0,058m$$

4.5.7. Análisis y cálculo de cargas existentes en la bandeja

Con la masa y el área se encuentra la carga distribuida en la bandeja del equipo tamizador.

$$q = \frac{m}{A} \quad (4,7)$$

Donde:

$$q = \text{carga: } \left(\frac{kg}{m^2} \right)$$

$A = \text{área de la bandeja: (m}^2\text{)}$

$M = \text{masa: (kg)}$

4.6. Cálculos en resortes

Los resortes seleccionados son los helicoidales a compresión, para el cálculo de la rigidez axial partiremos de la siguiente fórmula.

$$k = \frac{G.d^4}{8.D^3.N_a} \quad (4.8)$$

Donde:

$$K = \text{rigidez axial: } \left(\frac{kg}{mm} \right)$$

$D = \text{Diámetro del resorte: (mm)}$

$d = \text{Diámetro del alambre: (mm)}$

$N_a = \text{Número de espiras activas}$

$p = \text{Paso: (mm)}$

$G = \text{Módulo de cizalladura; (kg)}$

4.6.1. Cálculo de esfuerzos

Para el cálculo de los esfuerzos partiremos analizando las cargas que actúan sobre el resorte.

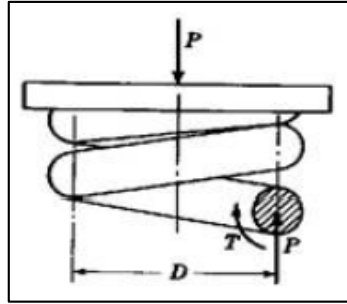


Figura 4.1. Esfuerzos

Fuente: [8]

Los esfuerzos que tendremos bajo la carga P, aplicando sumatorias de fuerzas en los ejes serán los siguientes:

$$\Sigma f_x = 0 \quad (4.9)$$

$$\Sigma f_y = P \quad (4.10)$$

$$M_{tx} = \frac{PD}{2} \quad (4.11)$$

Donde:

Σf_x = sumatoria de fuerzas en el eje x del resorte.

Σf_y = sumatoria de fuerzas en el eje y que están en el resorte.

M_{tx} = momento torsor en el eje x.

4.6.2. Momento torsor

$$\tau_t = \frac{M_{tx}}{\left(\pi \cdot \frac{d^3}{16}\right)} \quad (4.12)$$

Donde:

M_{tx} = momento torsor en el eje x

d = Diámetro del alambre: (mm)

$\pi = 3,14$

τ_t = Momento torsor: $\left(\frac{kg}{mm^2}\right)$

Si $M_{tx} = \frac{PD}{2}$ reemplazando obtenemos:

$$\tau_t = \frac{8PD}{(\pi \cdot d^3)} \quad (4.13)$$

Donde:

$\tau_t =$ Momento torsor.

$P =$ peso a soportar: (kg)

$D =$ diámetro del resorte: (mm).

$d_r =$ Diámetro del alambre del resorte: (mm).

4.6.3. Esfuerzo cortante

Siendo $c = \frac{D}{d}$ obtenemos

$$\tau_c = \frac{1,23.(P)}{\frac{\pi.d^2}{4}} \quad (4.14)$$

$$\tau_c = \frac{0,615}{c} \cdot \frac{8PD}{\pi.d^3} \quad (4.15)$$

Donde:

$\tau_c =$ Esfuerzo cortante

$d =$ diámetro del alambre del resorte: (mm)

$P =$ peso a soportar: (kg)

$\pi = 3,14$

4.6.4. Tensión resultante

$$\tau = \left(1 + \frac{0,615}{c}\right) \cdot \frac{8PD}{\pi.d^3} \quad (4.16)$$

$$\tau = k_s \cdot \left(\frac{8PD}{\pi.d^3}\right) \quad (4.17)$$

Donde:

$\tau =$ Tensión resultante: $\left(\frac{kg}{mm^2}\right)$

$D =$ Diámetro del resorte: (mm)

$P =$ Peso a soportar: (kg)

$d =$ diámetro del cable del resorte: (mm)

4.6.5. Factor de corrección de Wahl

Debido a la curvatura aumenta la tensión en la parte inferior de las espiras es por ello que tenemos K_w es el factor de corrección de Wahl.

$$\tau = \left[\left(\frac{4c-1}{4c-4}\right) + \frac{0,615}{c}\right] \cdot \frac{8PD}{\pi.d^3} \quad (4.18)$$

$$\tau = K_W \cdot \frac{8PD}{\pi \cdot d^3} \quad (4.19)$$

Donde:

K_W = factor de corrección de Wahl.

D = Diámetro del resorte: (mm)

P = Peso a soportar: (kg)

d = diámetro del cable del resorte: (mm)

π = 3,14

4.6.6. Cálculo estático

Para hallar el cálculo estático debemos partir de la expresión hallada anteriormente utilizando el factor de corrección de Wahl, luego de eso debe cumplir la siguiente condición.

$$\tau \leq \tau_{adm} \quad (4.20)$$

$$\tau_{adm} = \alpha \cdot S_R \quad (4.21)$$

Donde:

τ_{adm} = Tensión admisible

α = Coeficiente de tipo de rotura

S_R = Carga de rotura a tracción

4.6.7. Cálculo a fatiga

Para el cálculo a fatiga es necesario conocer la carga media y la carga alternada, de la resistencia a la fatiga retenida **SFR** y de resistencia a la deformación permanente **ST**. Para el cálculo utilizamos la tabla de propiedades del resorte la cual podemos observar en el Anexo A.

4.6.8. Tensión media

$$\tau_m = K_S \cdot \frac{8 \cdot P_m \cdot D}{\pi \cdot d^3} \quad (4.22)$$

Donde:

τ_m = Tensión media: $\left(\frac{kg}{mm^2}\right)$

D = Diámetro del resorte: (mm)

P_m = Peso medio: (kg)

d = diámetro del cable del resorte: (mm)

π = 3,14

4.6.9. Tensión alternada

$$\tau_{\alpha} = K_w \cdot \frac{8 \cdot P_a \cdot D}{\pi \cdot d^3} \quad (4.23)$$

Donde:

$$\tau_{\alpha} = \text{Tensión alternada: } \left(\frac{kg}{mm^2} \right)$$

K_w = factor de corrección de Wahl.

d = diámetro del cable del resorte: (mm)

π = 3,14

4.6.10. Comparación de tensión media y admisible

Una vez hallado estos valores realizamos la siguiente comparación:

$$\tau_m > \tau_a \text{ O } \tau_m < \tau_a \quad (4.24)$$

4.6.11. Coeficiente de seguridad

$$\frac{2\tau_a}{S_{FR}} = \frac{1}{CS} \quad (4.25)$$

4.6.12. Frecuencia propia

Es importante saber que si un resorte a compresión está sometido a cargas dinámicas debemos conocer su frecuencia propia, para el cálculo de esta partimos de la siguiente fórmula:

$$\omega = \frac{d}{D^2 \cdot N_a} \cdot \sqrt{\frac{G}{2P}} \quad (4.26)$$

Donde:

ω = Frecuencia propia

N_a = Número de espiras activas

D = diámetro del resorte: (mm)

P = peso a soportar: (kg)

4.7. Velocidad teórica real

Una vez obtenido este valor mediante formula obtenemos la velocidad teórica real su unidad es m/h o cm/s

$$V_{TEOC} = \frac{V_{teo} + V_l}{F_{\alpha}} \quad (4.27)$$

Donde:

V_{TEOC} = Velocidad teórica correcta de la inclinación de la máquina.

V_{teo} = Velocidad teórica del producto; $\left(\frac{m}{h}\right)$

V_l = velocidad de incidencia: $\left(\frac{m}{h}\right)$

α = Ángulo de inclinación de la máquina respecto a la horizontal.

i = Ángulo de incidencia = $90 - \alpha$ velocidad de incidencia (cm/s o m/h).

F α = Factor correctivo para el cálculo de la velocidad teórica correcta V_{TEOC} .

e = excentricidad: (mm)

Se procede a determinar el valor de la velocidad teórica aplicando un factor correctivo por el grado de inclinación.

4.8. Cálculo de la velocidad y caudal del producto

Para realizar este cálculo se debe de partir de la siguiente formula:

$$V_p = V_{TEOC} \cdot K_r \quad (4.28)$$

Donde:

V_{TEOC} = velocidad teórica del producto.

K_r = Factor de reducción que depende del tipo de producto a transportar.

V_p = velocidad del producto: $\left(\frac{m}{h}\right)$

4.8.1. Caudal del producto transportado

$$Q = V_p \cdot L \cdot S \quad (4.29)$$

Donde:

Q = caudal: $\left(\frac{m^3}{h}\right)$

V_p = velocidad del producto: $\left(\frac{m}{h}\right)$

L = ancho del caudal: (m)

Capa del material: (m)

4.9. Aislamiento mecánico del equipo vibrante respecto a la estructura portante

El elemento anti vibrante debe tener la capacidad adecuada, tal de poder soportar un peso igual al peso total es decir suma de los pesos del equipo aislado elásticamente, del o de los motovibradores y del material que descansa sobre el equipo multiplicado por un coeficiente de seguridad con valor comprendido entre 2:2,5.

Por lo tanto la capacidad del elemento vibrante será:

$$K_{kg} = \frac{P_v + P_s}{N} \cdot 2,5 \quad (4.30)$$

Donde:

P_v = *Peso total del grupo vibrante: (kg)*

P_s = *Peso estático del material sobre el equipo: (kg)*

N = *Número de elementos estáticos*

K_{kg} = *Aislamiento vibrante: (kg)*

4.10. Constante de elasticidad K

Fórmula para encontrar la constante de elasticidad del muelle.

$$K = \frac{m \cdot g}{d} \quad (4.31)$$

Donde

K = *Constante de elasticidad: $\left(\frac{N}{m}\right)$*

M = *Masa del resorte: (kg)*

g = *Gravedad: $\left(\frac{m}{s^2}\right)$*

d = *Distancia: (m)*

4.10.1. Frecuencia natural

Aplicando la siguiente formula se puede encontrar la frecuencia natural del muelle.

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (4.32)$$

Donde;

K = *Constante de elasticidad: $\left(\frac{N}{m}\right)$*

$m = \text{masa: (kg)}$

$\omega_n = \text{frecuencia natural: } \left(\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right)$

4.10.2. Análisis de resonancia

El efecto de la resonancia está ligado con la razón de frecuencia de todo sistema (ω/ω_n), ya que de ello depende que no existan fracturas en la estructura.

$$r = \frac{\omega}{\omega_n} \quad (4.33)$$

Donde:

$\omega = \text{frecuencia forzada de moto – vibrador: } \left(\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right)$

$\omega_n = \text{frecuencia natural: } \left(\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right)$

4.11. Selección del motovibrador

Conocido la excentricidad “e” es posible determinar el valor del momento estático M_t (kg.mm) del motovibrador.

$$P_v = P_c + P_o \quad (4.34)$$

$P_v = \text{peso total de la maquina vibrante: (kg)}$

$P_c = \text{Peso de la estructura de la máquina vibrante: (kg)}$

$P_o = \text{Peso del motovibrador, peso hipotético a confrontar sucesivamente con el del motovibrador que se determine: (kg)}$

4.11.1. Momento estático

Remplazando este valor de P_v en la ecuación

$$M_t = e \cdot P_v \quad (4.35)$$

Donde:

$M_t = \text{momento estático: } \left(\frac{\text{kg}}{\text{mm}}\right)$

$e =$ excentricidad: (mm)

$P_v =$ peso total de la maquina vibrante: (kg)

4.11.2. Fuerza de vibración requerida

Se aplica el cálculo de la fuerza de vibración requerida para el equipo tamizador.

$$F_v = \text{Amp. } 0,56 \cdot \left(\frac{F_{pm}}{1000}\right)^2 \cdot p \quad (4.36)$$

Donde:

$F_v =$ fuerza de vibración requerida: (kg)

Amp: Amplitud de vibración: (mm).

F_{pm} : Frecuencia de vibración = velocidad de régimen: (rpm)

P : Peso de la estructura + vibrador + producto a vibrar: (kg)

4.12. Selección del motorreductor

Para hacer una elección correcta, se debe examinar si el reductor está sometido a cargas alternativas, con arranques y paradas frecuentes durante el período de trabajo. El factor de servicio fsu tiene en cuenta todas estas condiciones:

$$f_{su} = C_d \cdot C_f \quad (4.37)$$

$C_d =$ horas diarias de trabajo

$C_f =$ número de arranques horarios

4.12.1. Eficiencia del motorreductor

Fórmula para el cálculo de la eficiencia del motorreductor.

$$\eta = \frac{P_s}{P_e} \cdot 100 \quad (4.38)$$

Donde:

$\eta =$ eficiencia del motorreductor: (%)

$P_s =$ potencia de salida: (Kw)

$P_e =$ potencia de entrada: (Kw)

4.12.2. Calculo de torque del motorreductor

Se utiliza la siguiente fórmula para calcular el torque del motorreductor.

$$T = \frac{HP.716}{RPM} \quad (4.39)$$

Donde:

$T = \text{torque: (kg - m)}$

$Hp = \text{potencia del motorreductor: Hp}$

$RPM = \text{revoluciones por minuto de motorreductor: (rpm)}$

4.13. Selección de la cadena de transmisión

Para la selección de la cadena se debe tomar en cuenta las revoluciones por minuto de la catalina menor y la potencia del motor para encontrar mediante una tabla la cadena adecuada para el sistema de transmision [23].

4.13.1. Cálculo de la longitud de la cadena.

Según [24] para determinar el número de eslabones de la cadena se puede emplear la siguiente ecuación:

$$N_e = 2D + \frac{C_2 + C_1}{2} + \frac{(C_2 - C_1)}{4.D.\pi^2} \quad (4.40)$$

Donde:

N_e : Numero de eslabones de la cadena; (adimensional)

D : Distancias entre centros de los ejes expresada en pasos; (mm)

C_2, C_1 : Numero de distes de la catalina mayor y menor respectivamente; (adimensional)

4.13.2. Velocidad de cadena

La velocidad de la cadena se define como el número de pies que sale de la catarina en una unidad de tiempo entre la catalina conducida y conductora, para lo cual se utiliza la siguiente formula.

$$V = \frac{Npm}{12} \quad (4.41)$$

Donde:

$V = \text{velocidad de cadena: (pies. minuto)}$

$m = \text{revoluciones por minuto: (rpm)}$

$p = \text{diametro: (in)}$

$n = \text{numero de dientes de la catalina}$

4.14. Selección de chumaceras

De acuerdo al diseño de la máquina solo se encuentran presentes cargas radiales, sin existencia de cargas axiales.

4.14.1. Análisis estático

Bajo una sollicitación a carga estática, se calcula el factor de esfuerzos estáticos f_s , para demostrar que se ha elegido un rodamiento con suficiente capacidad de carga, para lo cual se aplica la siguiente ecuación:

$$f_s = \frac{C_o}{P_o} \quad (4.42)$$

Donde:

f_s : Factor de esfuerzos estáticos; (adimensional)

C_o : Capacidad de carga estática; (kN)

P_o : Carga estática equivalente; (kN)

El factor de esfuerzos f_s es un valor de seguridad contra deformaciones elevadas en los puntos de contacto de los cuerpos rodantes. Para que el rodamiento gire con mayor facilidad, se elige un factor de esfuerzos alto. Si las exigencias de suavidad de giro son más reducidas, bastan valores bajos. En general se pretende conseguir los siguientes valores:

$f_s = 1,5 - 2,5$ para exigencias elevadas.

$f_s = 1,0 - 1,5$ para exigencias normales

$f_s = 1,0 - 1,5$ para exigencias reducidas.

La carga equivalente P_o es un valor teórico. Es una carga radial en rodamientos y una carga axial y centrada en los rodamientos axiales.

4.14.2. Análisis dinámico

El comportamiento de un rodamiento, se determina por la carga dinámica equivalente P , la misma que se evaluará por la siguiente ecuación:

Cálculo del comportamiento de un rodamiento.

$$P_o = X \cdot F_r + Y \cdot F_a \quad (4.43)$$

Donde:

X : Factor radial

Y : Factor de empuje

F_r : Carga radial aplicada; (kN)

F_a : Carga de empuje; (kN)

4.14.3. Cálculo del factor de velocidad

$$f_n = \sqrt[p]{\frac{33}{n}} \quad (4.44)$$

Donde:

p : El exponente de vida

n : La velocidad; (rpm)

f_n : Factor de seguridad

4.14.4. Factor de esfuerzos dinámicos

$$f_L = \sqrt[p]{\frac{L_h}{500}} \quad (4.45)$$

Donde:

p : El exponente de vida

L_h : Vida nominal

f_l = factor de esfuerzos dinámicos

4.14.5. Capacidad de carga dinámica

$$C = P \cdot \frac{f_1}{f_n} \quad (4.46)$$

Donde:

f1: Factor de esfuerzos dinámicos

C: Capacidad de carga dinámica; (kN)

p: Carga dinámica equivalente; (kN)

fn: Factor de velocidad.

4.15. Dimensionamiento de la cinta transportadora

A continuación se detalla las dimensiones y características de la banda transportadora.

4.15.1. Cálculo de la longitud de arco de una circunferencia

Se utiliza para encontrar la longitud que existe en una circunferencia.

$$Lac = \frac{2\pi.r.\alpha}{360} \quad (4.47)$$

Donde:

L = longitud: (m)

$\Pi = 3,14$

r = Radio de la circunferencia: (m)

α = Angulo de la longitud del arco: (°)

4.15.2. Cálculo de la longitud total de la banda transportadora

Para determinar la longitud total de la banda se utiliza la siguiente formula:

$$L_{tb} = 2.L + 2Lac \quad (4.48)$$

Donde:

L_{tb} = Longitud total de la banda: (m)

l = Longitud de rodillo a rodillo de los extremos: (m).

Lac = Longitud de arco de circunferencia (rodillo): (m)

4.15.3. Cálculo de la velocidad de la banda en función del tiempo

Para poder encontrar la velocidad de la banda transportadora en un tiempo determinado se utilizara puntos de referencia para lo cual se utilizara la siguiente ecuación:

$$V = \frac{d}{t} \quad (4.49)$$

Donde:

$V =$ velocidad de la banda en: (pies/min)

$d =$ distancia en: (m)

$t =$ tiempo en: (s)

4.15.4. Factor de faja transportadora

$$K = V \left(\frac{\text{pies}}{\text{min}} \right) \cdot 60 \left(\frac{\text{min}}{\text{h}} \right) \cdot \% S \quad (4.50)$$

Donde:

$K =$ su unidad de medida es: $\frac{\text{pies}}{\text{h}} \cdot \frac{\text{ton}}{\text{kg}}$

$V =$ la velocidad de la cinta en (pies/min).

$60 =$ el tiempo de una hora.

$\%S =$ es el porcentaje de sólidos.

4.15.5. Volumen total de faja

Volumen total de material que circula por la cinta transportadora cuando el equipo se encuentra encendido.

$$V_T = K \cdot W \text{ peso de faja} \quad (4.51)$$

Donde:

$V_T =$ volumen total: (ton/h).

$K =$ factor de faja.

$W =$ peso de la faja cuando se encuentra el material: (kg)

4.16. Cálculo de volumen de material en la cinta

$$v = L \cdot h \cdot A \quad (4.52)$$

Donde:

$V = \text{volumen en: } (cm^3)$

$L = \text{largo: } (m)$

$h = \text{ancho de la cinta: } (m)$

$A = \text{Alto de material a transportar: } (m)$

4.17. Cálculo de la masa de gravilla

$$m = \rho \cdot v \quad (4.53)$$

Donde:

$m = \text{masa del material en: } (kg)$

$V = \text{Volumen en: } (cm^3).$

$\rho = \text{Densidad del material: } \left(\frac{kg}{m^3}\right)$

4.17.1. Cálculo del peso del material (gravilla)

$$w = m \cdot g \quad (4.54)$$

Donde:

$W = \text{peso en: } N \text{ (newton).}$

$m = \text{masa del material: } (kg).$

$g = \text{gravedad en: } (m/s^2).$

4.18. Diseño de catarina

Para designar el paso de diámetro de la catarina (D) se designa por la fórmula:

$$D = \frac{p}{\text{sen } (180^\circ/N)} \quad (4.55)$$

Donde:

N = número de dientes de la catarina

p = paso de la cadena: (mm)

4.19. Cálculo de la fuerza tangencial de la cinta transportadora

Fórmula para el cálculo de fuerza tangencial en [N]

$$F_U = \mu_T \cdot g \cdot \left(m + \frac{m_B}{2} \right) + \mu_R \cdot g \cdot \left(\frac{m_B}{2} + m_R \right) \quad (4.56)$$

Donde:

μ_T : coeficiente de fricción para marcha sobre mesa

g : aceleración de la gravedad ($9,81 \text{ m/s}^2$)

m : masa de la carga total a transportar

m_B : masa de la banda

μ_R : coeficiente de fricción para marcha sobre rodillo

m_R : masa de todo los tambores

4.20. Diseño de ejes

El término eje se refiere por lo común a un elemento relativamente largo de sección transversal redonda que gira y transmite potencia. Por lo general, uno o más partes como engranes, ruedas dentadas para cadenas, poleas y levas o excéntricos están fijos al eje por medio de pasadores, cuñas, estrías, anillos de cierre rápido y otros dispositivos [26].

Las ecuaciones utilizadas para el cálculo del eje y parte de la fundamentación teórica serán tomadas del libro [26].

4.20.1. Diseño mecánico del eje principal

Con base en la teoría de la Energía de Distorsión, el diámetro del eje se calcula con la siguiente ecuación.

$$D = \left(\frac{32 \cdot n}{\pi \cdot S_y} * \left(M^2 + \frac{3 \cdot T^2}{4} \right)^{\frac{1}{2}} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (4.57)$$

Donde:

S_y : Esfuerzo de fluencia.

M : Momento flector máximo en el punto considerado.

T : Momento torsor en el punto considerado.

n : Factor de seguridad.

4.21. Selección del calibre del conductor

El conductor lo seleccionamos de acuerdo a la corriente. Para determinar la corriente en un circuito eléctrico tenemos:

Corriente Alterna.

$$\text{Monofasica} = \frac{hp*746}{E*N*f.p.} \quad (4.58)$$

Donde:

E : Tensión en voltios.

N : Eficiencia expresada en decimales.

hp : Potencia en caballos de fuerza.

f.p : Factor de potencia ($\cos \emptyset$).

4.22. Ingeniería en detalle

Para la construcción del equipo tamizador transportador se utilizó el diseño mecánico como Solidwork, el cual permite visualizar el diseño en tres dimensiones, detallando las medidas con las que se realizó la construcción a la vez, el diseño respectivo del equipo tamizador.

4.23. Procesos de fabricación

Una vez concluido con la etapa de diseño del equipo tamizador transportador para el procesamiento de material pétreo se procedió a la construcción con planchas de acero A-36 de 2mm, doblados, torneados y soldadura SMAW E6011, para lo cual el equipo tamizador tendrá una bandeja donde se ubica la malla del tamiz, la misma que se encuentra sujeta además contiene 4 muelles que absorben las vibraciones del motor vibrador, a la vez está compuesta por una cinta transportadora de 5 rodillos con una longitud de banda de 2,20 metros de largo por 0,40 metros de ancho, la banda se mueve por un sistema de transmisión por cadena.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Resultados de la ingeniería de requerimientos

Los resultados para el diseño destacan el desarrollo de los requisitos en su mayoría, pero de manera particular establecen que la maquina tamizadora transportadora de material pétreo (granzón), tiene las dimensiones de: funciones, energía, seguridad, fabricación, funcionamiento y control como requisitos primordiales. La tabla 5.1. Muestra los resultados obtenidos en el diseño de ingeniería de requerimientos del equipo tamizador.

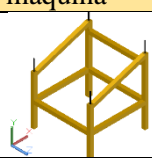
Tabla 5.1. Resultados de la metodología para el diseño

Dimensiones		Requisitos (R)	Necesidades (N)	Ideal
1	Funciones	4	0	4
2	Energía	2	2	4
3	Seguridad	2	3	5
4	Ergonomía	2	2	4
5	Fabricación	6	1	7
6	Señales	1	1	2
7	Control	2	1	3
8	Funcionamiento	2	1	3
9	Mantenimiento	2	2	4
Total = $\sum(R) \sum(N)$		23	13	36
Coeficiente para el diseño = P Total/Puntaje ideal		64%	36%	100%

5.2. Cálculo y diseño de la máquina

Para el diseño del equipo tamizador vibratorio, a continuación se realizó la selección del perfil de la viga principal donde reposan los resortes (muelles) de amortiguamiento, y la capacidad del equipo tamizador.

Tabla 5.2. Estructura de máquina

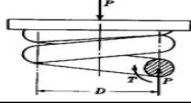
Selección de perfil y capacidad de la máquina		
Datos: $P = 730 N$ $F_s = 1,5$ $S_y = 248 \times 10^6 N/m^2$		$\rho = 1500 kg/m^3$ $\alpha = 1 m$ $l = 0,69 m$
		
Ecuaciones utilizadas		
Ec: 4.1	Ec: 4.2	Ec: 4.3
Selección del perfil	Capacidad del equipo tamizador	Volumen del equipo tamizador
$A_{min} = 0,044 cm^2$	$m = \frac{553,35 kg}{h}$	$V_c = 0,3689 m^3$

Para lo cual se utilizó tubo cuadrado de 50x50x2mm para la estructura de la máquina.

5.3. Cálculo en resortes

De acuerdo a los datos del resorte (muelle) se realizó en una tabla el cálculo del mismo con las siguientes variables que a continuación se detalla.

Tabla 5.3. Cálculo de resorte (muelle)

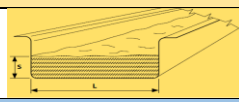
Muelle					
Datos: $d = 5 \text{ mm}$		$G = 8050 \text{ Kg}$			
$D = 50 \text{ mm}$		$\pi = 3,14$			
$N_a = 6$		$p = 10 \text{ mm}$			
Ecuaciones utilizadas					
Ec: 4.8	Ec: 4.11	Ec: 4.12	Ec: 4.14	Ec: 4.17	Ec: 4.18; 4.19
Rigidez axial (Kg/mm)	Momento torsor en el eje x (kg/mm)	Momento torsor (kg/mm ²)	Esfuerzo cortante (kg/mm ²)	Tensión resultante (kg/mm ²)	Factor de corrección (kg/mm ³)
$K = 0,838$	$M_{tx} = 1062,5$	$\tau_t = 43,29$	$\tau_c = 2,95$	$\tau = 46,05$	$kw = 50,91$
Cálculo estático					
Ecuaciones utilizadas					
Ec: 4.20; 4.21	Ec: 4.22	Ec: 4.23	Ec: 4.25	Ec: 4.26	
Tensión admisible (kg/mm ²)	Tensión media (kg/mm ²)	Tensión alternada (kg/mm ²)	Coefficiente de seguridad	Frecuencia propia	
$\tau_{adm} = 56,67$	$\tau_m = 26,22$	$\tau_a = 35,1$	$CS = 0,55$	$\omega = 0,0032$	

Es de suma importancia saber si un resorte a compresión está sometido a cargas dinámicas, se debe conocer su frecuencia propia en la cual se obtuvo que es: $\omega = 0,0032$ la cual es una frecuencia aceptable para que el muelle o resorte no se obstruya en funcionamiento.

5.4 Velocidad teórica de avance del producto

Para determinar la velocidad teórica de avance del producto en (m/h o cm/s) como esta máquina posee un grado de inclinación se propuso un valor de excentricidad amplitud pico-pico medida en mm, necesaria para obtener la velocidad teórica de avance del producto.

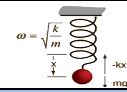
Tabla 5.4 Memoria de cálculo de velocidad teórica de producto

Velocidad teórica		
Datos: $V_{teo} = 150 \text{ m/h}$		
$Vl = 80 \text{ m/h}$		
$Kr = 0,70$	$l = 0,30 \text{ m}$	
$F_a = 0,80$	$S = 0,006 \text{ m}$	
Ecuaciones utilizadas		
Ec: 4.27	Ec: 4.28	Ec: 4.29
Velocidad teórica real	Velocidad del producto	Caudal del producto
$V_{TEOC} = 291,13 \frac{\text{m}}{\text{h}}$	$V_p = 203,79 \frac{\text{m}}{\text{h}}$	$Q = 7,33 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$

Se tuvo como resultado final un caudal de producto, $Q = 7,33m^3/h$ con las dimensiones del canal de salida, $L= 0,30m$; $S= 0,006 m$ tomando en cuenta que el factor de reducción de producto transportado es arena.

5.5. Constante de elasticidad K

Tabla 5.5. Constante de elasticidad del muelle

Constante de elasticidad K		
Datos: $M = 0,838 Kg$ $d = 0,001m$ $g = 9,8 m/s^2$ $\omega_{mv} = 110 rad/s$		
Ecuaciones utilizadas		
Ec: 4.31	Ec: 4.32	Ec: 4.33
Constante de elasticidad	Frecuencia natural	Análisis de resonancia
$K = 8212,4 \frac{N}{m}$	$\omega_n = 98 \frac{rad}{s}$	$r = 2$


En efecto, el análisis de las averías de las estructuras demostró que precisamente las oscilaciones de amplitudes crecientes son muy a menudo.

Para este caso en la estructura del equipo tamizador las frecuencias ω y ω_n indican que no existe peligro de resonancia por lo que el sistema es efectivo.

5.6. Selección de la motovibrador

Conocido la excentricidad “e” fue posible determinar el valor de: momento estático M_t (kg.mm) y fuerza de vibración requerida, dichos valores se encontró con el siguiente cálculo realizado en la tabla.


Tabla 5.6. Selección del motovibrador

Motovibrador		
Datos: $P_c=34,2 kg$ $e = 1mm$ $Amp = 0,4$ $P_o=18,2 kg$ $p = 460$		
Ecuaciones utilizadas		
Ec: 4.34	Ec: 4.35	Ec: 4.36
Peso total de la máquina vibrante	Momento estático	Fuerza de vibración requerida
$p_v = 52,4 kg$	$M_t=52,4 (\frac{Kg}{mm})$	$F_v = 334 kg$
Características del motovibrador utilizado		
Voltaje: 220 V-440 V 60Hz	Zonas de trabajo: 21, 22	
4 polos 1800 rpm		

Una vez conocido el momento estático se recurrió al catálogo de Italvibras, donde se determinó el tipo de motovibrador a utilizar **ANEXO IX**, se pudo observar en el catálogo las características mecánicas y eléctricas.

5.7. Selección del Motorreductor

Tabla 5.7. Motorreductor


Motorreductor		
Datos: $Cf = 1,25$ $Ps = 0,746 \text{ KW}$ $P = 1 \text{ HP}$ $Cd = 1,15$ $Pe = 0,79 \text{ KW}$ $RPM = 3324 \text{ rpm}$		
Ecuaciones utilizadas		
Ec: 4.37	Ec: 4.38	Ec: 4.39
Factor de servicio de motorreductor	Eficiencia del motorreductor	Torque de motorreductor
$f_{su} = 1,43$	$\eta = 94,43 \%$	$T = 0,21 \text{ kg} - \text{m}$

Una vez conocido los resultados de tabla se selecciona el motovibrador paralelo con las siguientes especificaciones: 4 polos, 1750 rpm, 220 V, velocidad de salida en la flecha de 3324 rpm y un torque de 0,21 Kg- m, el cual es necesario para realizar el giro de la cinta transportadora.

5.8. Selección de cadena de transmisión

Para la selección de la cadena se tomó en cuenta las revoluciones por minuto de la catalina y la potencia el motor de acuerdo a estos datos revisamos el **ANEXO VIII** en el cual se seleccionó la cadena de rodillos de transmisión 16 A según el sistema americano con una distancia de paso de 25,4 mm con una capacidad de carga de ruptura de 7500 Kgf.


Tabla 5.8. Cálculo de cadena de transmisión

Cadena de transmisión		
Datos: $C_2=C_1=14$ $n = 3324 \text{ rpm}$ $N = 14$ $D = 25,40 \text{ mm}$ $\pi = 3,14$ $p = 0,61$		
Ecuaciones utilizadas		
Ec: 4.40	Ec: 4.41	
Longitud de la cadena	Velocidad de la cadena	
$Ne = 64$	$V = 2365,58 \text{ pies. minuto}$	

5.9. Selección de chumacera

De acuerdo al diseño de la máquina las cargas radiales se encuentran en las reacciones de los ejes principales que se encuentran en la estructura de la cinta transportadora, para lo cual se tomó en cuenta por cuestiones de seguridad $F_c = 500N$

Tabla 5.9 Chumaceras


Chumacera				
Datos: $F_s = 500 N$ $n = 65$ $X = 1$ $P_0 = 1,5$ $Lh = 20000$ $P = 500N$ $Y = 0$ $p = 3$ $p = 0,61$				
Ecuaciones utilizadas				
Ec: 4.42	Ec: 4.43	Ec: 4.44	Ec: 4.45	Ec: 4.46
Análisis estático	Análisis dinámico	Factor de velocidad	Esfuerzos dinámicos	Capacidad de carga dinámica
$C_0 = 750 N$	$P = Fr$	$f_n = 0,79$	$f_l = 3,42$	$C = 2,164KN$

Las chumaceras a utilizar de acuerdo a los cálculos realizados y cumpliendo las condiciones necesarias se selecciona en el **ANEXO II** siendo la chumacera de piso de $\frac{3}{4}$.

5.10. Dimensiones de la cinta transportadora

A continuación se detalla los parámetros que tuvo la cinta transportadora de material pétreo (granzón).

Tabla 5.10. Cálculo de la cinta transportadora

Cinta transportadora		
Datos: $r = 2,5 cm$ $l = 2,20 m$ $L = 255 cm$ $\rho = 1500kg/m^3$ $\alpha = 180^\circ$ $t = 20 S$ $a = 20cm$ $\pi = 3,14$ $S = 0,99\%$ $h = 1 cm$		
Ecuaciones utilizadas		
Ec: 4.47	Ec: 4.48	Ec: 4.49
Longitud de arco de circunferencia	Longitud de cinta transportadora	velocidad de la cinta en función del tiempo
$l = 7,97 = 0,0797 m$	$L_{tb} = 4,55 = 4,60 m$	$V = \frac{501,96 \text{ pies}}{\text{min.}}$
Ecuaciones utilizadas		
Ec: 4.50	Ec: 4.51	Ec: 4.52
Factor de faja transportadora	Volumen total de faja	Volumen en la cinta
$K = 29,81 \frac{\text{pies} \cdot \text{ton}}{h \cdot \text{kg}}$	$VT = \frac{229,23 \text{ ton}}{h}$	$V = 0,0051 m^3$
Ecuaciones utilizadas		
Ec: 4.53	Ec: 4.54	
Masa de gravilla	Peso del material de la gravilla	
$m = 7,65 kg$	$W = 74,97 N$	

Fuerza tangencial de la cinta transportadora		
Datos: $\mu T = 0,20$	$m = 7,65 \text{ Kg}$	$\mu R = 0,68$
$g = 9,81 \text{ m/s}^2$	$mb = 28,9 \text{ Kg}$	$mR = 24,8 \text{ kg}$
		$Ec = 4.56$
		$Fv = 304,878 \text{ N}$

5.11. Selección de Catalina

Para la selección de la catalina del sistema de transmisión de la cinta transportadora se tomó las siguientes características.

Tabla 5.11 Características de Catalina

Catarina de transmisión		
Datos:	$N = 14$	$p = 15,57 \text{ mm}$
Diámetro de Catalina	Catalina conducida	Catalina conductora
$D = 70 \text{ mm}$	$N = 14$ $De = 10 \text{ cm}$ $Di = 3 \text{ cm}$	$N = 14$ $De = 10 \text{ cm}$ $Di = 3 \text{ cm}$

Las características que se muestra en la tabla son de cada una de las catalinas, ya que para lo cual se ocupó 2 iguales, por la razón que el motorreductor tenía la velocidad adecuada y torque necesario para el sistema de transmisión de la cinta transportadora.

5.12. Reacciones mecánicas del eje

De acuerdo a los datos se diseñó el eje de transmisión de la cinta transportadora.

Tabla 5.12 Reacciones en el plano X-Y del eje mecánico

Diseño de eje	
Datos:	$F_c = 304,87 \text{ N}$ $T_z = 490,5 \text{ N}$ $T_y = 490,5 \text{ N}$
Esquema de cargas	
$Ec = 4.9; 4.10; 4.11$	Diagrama de cargas
Reacciones plano X-Y	
$RB_y = 765,56 \text{ N}$	Diagrama de fuerza cortante
$RA_y = -459,33 \text{ N}$	
Momentos	Diagrama de momento flector
Sección 1 – 1 ($0 \leq x \leq 0,2$)	
$Mc = 0 \text{ N.m}$ $Mc = -91,86 \text{ N.m}$	
Sección 2 – 2 ($0,2 \leq x \leq 0,2$)	
$Mc = -91,86 \text{ N.m}$ $Mc = -91,86 \text{ N.m}$	
Sección 3 – 3 ($0,2 \leq x \leq 0,5$)	
$Mc = -91,86 \text{ N.m}$ $Mc = 0 \text{ N.m}$	

Tabla 5.13 Reacciones en el plano X-Z del eje mecánico

Reacciones plano X-Z	
Datos:	$F_c = 304,87\text{ N}$ $T_z = 490,5\text{ N}$ $T_y = 490,5\text{ N}$
Esquema de cargas	
Ec: 4.9; 4.10; 4.11	<p>Diagrama de cargas</p> <p>Diagrama de fuerza cortante</p> <p>Diagrama de momento flector</p>
Reacciones plano X-Z	
$RB_z = 613,125\text{ N}$ $RA_z = -122\text{ N}$	
Momentos	
Sección 1 – 1 ($0 \leq x \leq 0,40$)	
$Mc = 0\text{ N.m}$ $Mc = -49,05\text{ N.m}$	
Sección 2 – 2 ($0,40 \leq x \leq 0,50$)	
$Mc = -110,36\text{ N.m}$ $Mc = -0\text{ N.m}$	

5.13. Diseño mecánico del eje principal

Una vez que se obtuvo las reacciones y momentos en el eje principal se recurre al diseño del eje.

Tabla 5.14 Diseño del eje

Cálculo de diámetro de eje mecánico	
Datos:	$M = 104,4\text{ N.m}$ $T = 60,02\text{ Pa}$ $S_y = 220\text{ MPa}$ $M_{fres} = 104,04\text{ N.m}$
Ecuación utilizada	
Ec: 4.57	
$d = 0,019\text{ m} = 19\text{ mm}$	

5.14. Selección del calibre del conductor

Tabla 5.15. Calibre del conductor

Calibre del conductor	
Datos:	
$P = 1\text{ Hp}$ $E = 220\text{ V}$	$f_p = 0,78$ $\eta = 0,923$
Ecuación utilizada	
Ec: 4.58	
Bifásica = 4,70 A	calibre de cable= AWG N°12
Soporta una intensidad de 15 A véase en el ANEXO VII	

5.15. Validación de Hipótesis

Para completar el análisis de resultados se realizó las pruebas respectivas en relación a la cantidad de material a tamizar de forma manual así como también de forma vibratoria, en la cual se toma en cuenta el tiempo y cantidad de material pétreo (granzón) tamizado.

Tabla 5.16. Validación de hipótesis

Comparación tamizado manual y vibratorio		
Tamizado	Arena seca ($1m^3$)	Arena húmeda ($1m^3$)
Manual	40 min	100 min
Vibratorio	18 min	25 min

En este cuadro se representa a los procesos de tamizado en relación al número de personas que se utiliza para la realización del proceso.

Tabla 5.17. Comparación de tamizado manual y vibratorio

Tamizado	Número de personas
Manual	8-10
Vibratorio	2-4

Una vez realizada la tabla comparativa se cumple con lo propuesto en la hipótesis que es la reducción de tiempo en el proceso de tamizado de material pétreo (granzón) que realizan las personas que se dedican a la albañilería en el sector de Guaytacama barrio Cevallos.

6. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS

Este numeral de la propuesta tecnológica detalla el aspecto financiero del diseño y construcción de un equipo tamizador transportador de material pétreo (granzón).

6.1. Presupuesto

6.1.1. Costos directos e indirectos

En la tabla 6.5 se muestra los gastos directos e indirectos detallados cada uno con un total.

Tabla 6. 1. Gastos directos e indirectos.

COSTOS DIRECTOS	
Componente del gasto	Costo total (\$)
Elementos mecánicos	\$ 778,09
Elementos eléctricos y electrónicos	\$ 726,91
TOTAL COSTOS DIRECTOS	\$ 1505,00
COSTOS INDIRECTOS	
Transporte	50,00
Mano de obra	978,00
Alimentación	25,00
Gastos varios	30,00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	\$1083,00
TOTAL COSTOS	\$2588,00

Para poder observar las características de los costos directos e indirectos véase en **ANEXO XIV-XVII**.

Como se puede observar se tiene un gasto total de 2588,00 dólares (*dos mil quinientos ochenta y ocho dólares*) para la construcción del equipo tamizador transportador de material pétreo (granzón).

6.1.6. Consumo eléctrico

En la tabla 6.6 se muestra el consumo eléctrico que tiene la maquina tamizadora transportadora de material pétreo (granzón) durante el tiempo que se muestra en la misma.

Tabla 6.2. Consumo eléctrico

DETALLE	WATTS	HORAS DE TRABAJO/ MES	kW·h al mes
Motor	1500	100	150

Hay que considerar que el valor de la energía eléctrica en nuestro país es de \$0.095 usd por kW·h, por ende el valor mensual es de \$14,25 usd

6.2. Análisis de impactos

6.2.1. Impacto práctico

La máquina está diseñada para cumplir los requerimientos y necesidades que tienen las personas al momento de realizar el proceso de tamizado de material pétreo (granzón), también reduce el tiempo en el proceso de tamizado ya que cuenta con un motovibrador de 0,5 Hp y una área de 0,72 metros cuadrados de bandeja de alimentación, además consta con un sistema de control eléctrico de encendido y apagado de la máquina.

6.2.2. Impacto ambiental

El equipo tamizador cumple con los niveles de decibelios de ruido bajos en comparación con otros tipos de máquinas tamizadoras industriales de arena que existen en el mercado, así reduciendo la contaminación ambiental por el ruido en el medio.

6.2.3. Impacto social

Con la implementación de la máquina tamizadora transportadora de material pétreo se logra disminuir el tiempo en el proceso de tamizado.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

- El equipo tamizador reduce el tiempo y número de personas en el proceso de tamizado de 8 a 4 personas y de 40 a 18 minutos utilizando el equipo tamizador vibratorio, tamizando un metro cubico de granzón representando ahorro de dinero en el ámbito económico.
- El equipo tamizador transportador consume un total de 150 Kw.h utilizando 100 horas al mes pagando una tarifa de \$14,25 usd.

7.2. Recomendaciones

- Para la operación de la máquina se recomienda primero leer el manual de operación del equipo tamizador transportadora y así evitar accidentes.
- Se recomienda tamizar material solo el especificado que es granzón ya que la maquina está diseñada para dicho material mas no para otros materiales pétreos.
- Realizar un mantenimiento preventivo cada 6 meses para así evitar fallas en el sistema mecánico y sistemas de control eléctrico.

8. BIBLIOGRAFÍAS

- [1] J. K. N. Richard G. Budynas, Diseño en ingeniería mecánica de Shigley, Mexico: The McGraw-Hill, 2008.
- [2] H. H. Mabie, Mecanismos Y Dinámica De Maquinaria, limusa Wiley, 2013.
- [3] R. L. Norton, Diseño de Maquinaria, México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, 2009.
- [4] M. Jose, «Proceso de tamizado,» Madrid , 2012.
- [5] V. Yepes , Ingñieria de caminos, España , 2015.
- [6] W. T. B, «Tecnología de Procesamiento,» de *Introduccion a los aspectos practicos del tratamiento del mineral y la recuperacion mineral* , España , 2015.
- [7] E. NUÑEZ, «seleccion de tamices,» pp. 35-40, 15 08 2013.
- [8] Ondina, «Resortes helicoidales,» 06 junio 2012. [En línea]. Available: <http://www.slideshare.net/romeliamp/resorte-o-muelle-helicoidal>.
- [9] A. Centeno, «humedad de aridos,» España , Tercera edicion , 2015, pp. 3-5.
- [10] T. N. Wills, «tecnologia de mineral de wills,» *introduccion a los aspectos practicos del tratamiento del mineral*, p. 50, 2015.
- [11] R. Perry, Manul del Ingeniero Quimico, Sexta Edicion , 2009.
- [12] N. Standish, «La cinetica del lote de tamizado,» *Polvo Technol*, pp. 57-67, 1985.
- [13] B. Almeida , «Sistemas de motores de efincia energetica en el industrial y en los servision de la union europea,» Europa, 2003.
- [14] E. C, Parlamento Europeo y del Consejo con respecto a los requisitos de diseño ecologico para mototores electricos, Bruselas , 2009.
- [15] I. D. J., «Engineering vibrations,» USA , Segunda edicion , 2015, pp. 102-200.
- [16] S. Rao, Mechanical Vibration, USA: Pearson Prentice Hall, 2008.
- [17] Echesa, de *Transmision industrial* , España , Segunda edición , 2007, pp. 34-201.
- [18] P. P. H, «Transporte minero,» Moscú, 1999.
- [19] T. U, «Dispositivos y calculos de las maquinas minerales de carga y transporte,» Leningrado , 2013.

- [20] V. K, Maquinas de carga y transporte de las plantas de beneficio de minerales, HAYKA: Cuarta, 2010.
- [21] R. J. Sierra Perez , Características físico mecánicas del mineral laterítico acarreado por transportador de banda, Moscú, 2006.
- [22] R. HERNÁNDEZ, C. FERNÁNDEZ y P. BAPTISTA, Metodología de la Investigación, Quinta edición ed., México: McGRAW-HILL, 2010, pp. 33-82.
- [23] R. Mott, Diseño de elementos de máquinas, Mexico: Prentice Hall, 1996.
- [24] R. Juvenall, Fundamentos de diseño para Ingeniería Mecánica, Mexico linusa : Prentice Hall, 1996.
- [25] A. RACINES, Octubre 2011. [En línea]. Available:
«http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11638/1/45590_1.pdf».
- [26] S. DIPAC, de *Catalogo Dipac S.A.*, Manta, 2017.

9. ANEXOS

Anexo I (tubo estructural cuadrado 50x50x2)

DIMENSIONES			AREA	EJES X-Xe Y-Y		
A	ESPESOR	PESO	AREA	I	W	i
mm	mm	Kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm
20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	0,77
20	1,5	0,88	1,05	0,58	0,58	0,74
20	2,0	1,15	1,34	0,69	0,69	0,72
25	1,2	0,90	1,14	1,08	0,87	0,97
25	1,5	1,12	1,35	1,21	0,97	0,95
25	2,0	1,47	1,74	1,48	1,18	0,92
30	1,2	1,09	1,38	1,91	1,28	1,18
30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,46	1,15
30	2,0	1,78	2,14	2,71	1,81	1,13
40	1,2	1,47	1,80	4,38	2,19	1,25
40	1,5	1,82	2,25	5,48	2,74	1,56
40	2,0	2,41	2,94	6,93	3,46	1,54
40	3,0	3,54	4,44	10,20	5,10	1,52
50	1,5	2,29	2,85	11,06	4,42	1,97
50	2,0	3,03	3,74	14,13	5,65	1,94

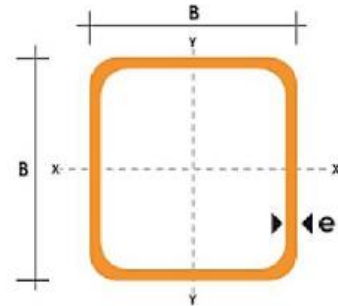


Figura I. (Características del tubo estructural cuadrado)

Especificaciones Generales:

- **Calidad:** ASTM A366, JIS3141 SPCC, SAE 1008, SAE1010
- **Espesores:** 0,45mm a 1,90mm
- **Rollos:** X 1219mm
- **Planchas:** 4x8 pies y medidas especiales

Calidad	Designación	Carbón	Manganeso	Fósforo	Azufre	Aluminio
Calidad Comercial	CS TIPO A	0,10	0,6	0,03	0,035	
	CS TIPO B	0,02 a 0,15	0,6	0,03	0,035	
	CS TIPO C	0,08	0,6	0,10	0,035	
Embutido leve	FS TIPO A	0,10	0,5	0,02	0,035	
	FS TIPO B	0,02 to 0,10	0,5	0,02	0,030	
Embutido profundo	DDS	0,06	0,5	0,02	0,025	0,01
	EDDS	0,02	0,4	0,02	0,020	0,01
Estructural SS Grd	30 (230)	0,20		0,040	0,040	
	37 (255)	0,20		0,10	0,040	
	40(275)	0,25		0,10	0,040	
	50(340)	0,40		0,20	0,040	
	50(340)	0,50		0,040	0,040	
	80 (550)	0,20		0,040	0,040	

Figura II (Características de plancha de acero laminada al frío)

Anexo II (Chumaceras de piso)

Chumacera de piso


Datos Técnicos																		
																		
CÓDIGO IBCA	Diám. del eje		Dimensiones (mm)										Perno	Tipo de rodami.	Soporte	Masa kg		
	mm	pulg	h	a	e	b	s ₁	s ₂	g	w	Bi	n						
UCP 204 204-12	20 19,05	3/4	33.3	127	95	38	13	19	15	63	31	12.7	M10 (W3/8)	UCP 204 204-12	P 204	P 204		
UCP 205 205-14 205-16	25 22.225 25.4	7/8 1	36.5	140	105	38	13	19	16	70	34	14.3	M10 (W3/8)	UCP 205 205-14 205-16	P 205	P 205		
UCP 206 206-18	30 28.575	1 1/8	42.9	165	121	48	17	21	17	83	38.1	15.9	M14 (W1/2)	UCP 206 206-18	P 206	P 206		
UCP 207 207-20 207-22	35 31.75 34.925	1 1/4 1 3/8	47.6	167	127	48	17	21	19	92	42.9	17.5	M14 (W1/2)	UCP 207 207-20 207-22	P 207	P 207		
UCP 208 208-24	40 38.1	1 1/2	49.2	184	137	54	17	21	19	98	49.2	19	M14 (W1/2)	UCP 208 208-24	P 208	P 208		

Figura III. (Características de las chumaceras de piso)

Anexo III (Acero SAE 304)



Composición Química						
%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Ni	%Cr
0 - 0.08	0 - 1	0 - 2	0 - 0.045	0 - 0.03	8 - 10.5	18 - 20

Propiedades Mecánicas			
Resistencia Mecánica (N/mm ²)	Punto de Fluencia (N/mm ²)	Elongación %Min.	Dureza ROKWELL B
520	220	20	249 - 278

Figura IV (Características del Acero SAE 304)

► Cód. IBCA: SAE 1018 - Tolerancias h10 - h11



Información general				
Acero de bajo contenido de carbono.				
Análisis típico %	C	Mn	P	S
SAE 1018	0,15 - 0,20	0,60	0,040	0,050
Código de color	Azul			

Aplicaciones	Propiedades mecánicas												
<p>Donde se requiera aplicaciones con cargas mecánicas no muy severas, pero con ciertos grados de tenacidad importantes, como por ejemplo: pernos y tuercas, piezas de máquinas pequeñas, ejes, bujes, pasadores, grapas, etc.</p> <p>Facilite de cementación con buena profundidad de penetración debido a su alto contenido de manganeso.</p> <p>Excelente soldabilidad.</p>	<p>Suministrado laminado en frío (medidas pequeñas 2 1/2" o torneado (medidas hasta 6"). Las medidas 7", 8", 9" y 10" son suministradas laminadas en caliente o torneado de desbaste.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Diámetro, mm</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Esfuerzo de cedencia (kg/mm²)</td> <td>min 31</td> </tr> <tr> <td>Resistencia a la tracción (kg/mm²)</td> <td>51 - 71</td> </tr> <tr> <td>Elongación, A5</td> <td>20 %</td> </tr> <tr> <td>Reducción de área, Z</td> <td>57 %</td> </tr> <tr> <td>Dureza (HB)</td> <td>163</td> </tr> </tbody> </table>	Diámetro, mm		Esfuerzo de cedencia (kg/mm ²)	min 31	Resistencia a la tracción (kg/mm ²)	51 - 71	Elongación, A5	20 %	Reducción de área, Z	57 %	Dureza (HB)	163
Diámetro, mm													
Esfuerzo de cedencia (kg/mm ²)	min 31												
Resistencia a la tracción (kg/mm ²)	51 - 71												
Elongación, A5	20 %												
Reducción de área, Z	57 %												
Dureza (HB)	163												

Figura V. (Características del acero SAE 1018)

Anexo IV (Perfil en C)

Geometría de perfil correa tipo C										
I= Momento de inercia W= Módulo de resistente I= radio de giro D= Distancia del centro de gravedad a la cara exterior						Xm= Distancia del centro de esfuerzos cortantes M al eje Y-Y It= Modulo de torsión. Ia= Modulo de alabeo				
PERFIL	H mm	e mm	S cm ²	Peso Kg/ml	Ixx cm ⁴	Iyy cm ⁴	Wxx cm ³	Wyy cm ³	Ix cm	Iy cm
100x2	100	2,0	4,44	3,49	69,26	15,01	13,85	5,22	4,00	1,86
100x2,5	100	2,5	5,55	4,36	84,05	17,95	16,81	6,46	3,97	1,83
100x3	100	3,0	6,66	5,23	97,87	20,60	19,57	7,68	3,94	1,81
125x2	125	2,0	4,94	3,88	116,44	16,19	18,63	5,32	4,91	1,83
125x2,5	125	2,5	6,18	4,85	141,74	19,38	22,68	6,58	4,88	1,80
125x3	125	3,0	7,41	5,82	165,57	22,25	26,49	7,81	4,84	1,78
150x2	150	2,0	5,44	4,27	178,73	17,16	23,83	5,40	5,79	1,79
150x2,5	150	2,5	6,80	5,34	218,07	20,54	29,08	6,67	5,75	1,77
150x3	150	3,0	8,16	6,41	255,34	23,59	34,05	7,91	5,72	1,74
175x2	175	2,0	5,94	4,66	257,69	17,95	29,45	5,45	6,64	1,75
175x2,5	175	2,5	7,43	5,83	314,99	21,50	36,00	6,73	6,61	1,73

Figura VI. (Características del perfil en C)

Anexo V (Electrodos AWS E-6011 Y AWS E-6018)

AWS E-6011						AWS E-7018																																																																							
Características: <ul style="list-style-type: none"> Electrodo para acero dulce y al carbono Con hierro en polvo Toda posición Corriente continua, electrodo positivo Corriente alterna Revestimiento blanco Punto azul 						Características: <ul style="list-style-type: none"> Electrodo para aceros al carbono y de baja aleación Con hierro en polvo Toda posición Corriente continua, electrodo positivo Excelentes propiedades de impacto a temperaturas bajo cero 																																																																							
Aplicaciones Típicas: <ul style="list-style-type: none"> Marcos de ventanas Fabricación de rejas Estanques Planchas galvanizadas Estructuras Reparaciones generales Aceros ASTM A36, A53 						Aplicaciones Típicas: <ul style="list-style-type: none"> Aceros Cor-Ten, Mayari-R, Lukens 45 y 50, Yoloy y otros aceros estructurales de baja aleación Aceros para recipientes a presión A515, A516, A537 Construcción y reparación de buques, equipos de minería, plataformas petroleras 																																																																							
Amperajes Recomendados: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>Diam. Elect. pulg</th> <th>Long. Elect. mm</th> <th>Amperaje mín.</th> <th>Amperaje máx.</th> <th>Electrodo x kg aprox.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2000383</td> <td>3/32</td> <td>2.4</td> <td>12</td> <td>300</td> <td>50 90 70</td> </tr> <tr> <td>2000384</td> <td>1/8</td> <td>3.2</td> <td>14</td> <td>350</td> <td>80 130 35</td> </tr> <tr> <td>2000385</td> <td>5/32</td> <td>4.0</td> <td>14</td> <td>350</td> <td>120 160 25</td> </tr> <tr> <td>2000386</td> <td>3/16</td> <td>4.8</td> <td>14</td> <td>350</td> <td>140 220 17</td> </tr> </tbody> </table>						Código	Diam. Elect. pulg	Long. Elect. mm	Amperaje mín.	Amperaje máx.	Electrodo x kg aprox.	2000383	3/32	2.4	12	300	50 90 70	2000384	1/8	3.2	14	350	80 130 35	2000385	5/32	4.0	14	350	120 160 25	2000386	3/16	4.8	14	350	140 220 17	Amperajes Recomendados: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>Diam. Elect. pulg</th> <th>Long. Elect. mm</th> <th>Amperaje mín.</th> <th>Amperaje máx.</th> <th>Electrodo x kg aprox.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2000121</td> <td>3/32</td> <td>2.4</td> <td>12</td> <td>300</td> <td>70 120 65</td> </tr> <tr> <td>2000122</td> <td>1/8</td> <td>3.2</td> <td>14</td> <td>350</td> <td>120 150 32</td> </tr> <tr> <td>2000123</td> <td>5/32</td> <td>4.0</td> <td>14</td> <td>350</td> <td>140 200 19</td> </tr> <tr> <td>2000124</td> <td>3/16</td> <td>4.8</td> <td>14</td> <td>350</td> <td>200 275 14</td> </tr> <tr> <td>2000125</td> <td>1/4</td> <td>6.4</td> <td>18</td> <td>450</td> <td>275 400 7</td> </tr> </tbody> </table>						Código	Diam. Elect. pulg	Long. Elect. mm	Amperaje mín.	Amperaje máx.	Electrodo x kg aprox.	2000121	3/32	2.4	12	300	70 120 65	2000122	1/8	3.2	14	350	120 150 32	2000123	5/32	4.0	14	350	140 200 19	2000124	3/16	4.8	14	350	200 275 14	2000125	1/4	6.4	18	450	275 400 7
Código	Diam. Elect. pulg	Long. Elect. mm	Amperaje mín.	Amperaje máx.	Electrodo x kg aprox.																																																																								
2000383	3/32	2.4	12	300	50 90 70																																																																								
2000384	1/8	3.2	14	350	80 130 35																																																																								
2000385	5/32	4.0	14	350	120 160 25																																																																								
2000386	3/16	4.8	14	350	140 220 17																																																																								
Código	Diam. Elect. pulg	Long. Elect. mm	Amperaje mín.	Amperaje máx.	Electrodo x kg aprox.																																																																								
2000121	3/32	2.4	12	300	70 120 65																																																																								
2000122	1/8	3.2	14	350	120 150 32																																																																								
2000123	5/32	4.0	14	350	140 200 19																																																																								
2000124	3/16	4.8	14	350	200 275 14																																																																								
2000125	1/4	6.4	18	450	275 400 7																																																																								
Almacenamiento: Temperatura ambiente																																																																													
Mantenimiento: No recomendado																																																																													
Reacondicionamiento: No recomendado																																																																													

Figura VII. (Características de los Electrodos AWS E-6011 Y AWS E-6018)

Anexo VI (Correa transportadora)



SERIE EP 500 PLYLON EP PRODUCTOS DE INGENIERIA

INFORMACIONES TECNICAS SOBRE LAS CORREAS TRANSPORTADORAS POLIESTER / NYLON

Tipo PLYLON®		EP 1000/2	EP 1500/3	EP2000/4	EP 2500/5	EP 3000/6
Número de telas		2	3	4	5	6
Empalmes mecánicos	K/m de ancho	70,0	-	-	-	-
	lb/pul de ancho	400,0	-	-	-	-
Empalmes vulcanizados	K/m de ancho	100,0	150,0	200,0	250,0	300,0
	lb/pul de ancho	571,0	840,0	1142,0	1400,0	1713,0
Peso aproximado de la carcasa	Kg/m ²	8,6	10,5	12,0	15,3	18,5
	Lb/m ²	1,7	2,1	2,4	3,1	3,8
Peso de Cubierta 1/32 pul						
Esesor B o stacker	Kg/m ²	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Esesor de la carcasa	mm	6,5	7,6	9,3	11,8	14,2
	pul	0,2	0,3	0,3	0,4	0,6
Índice de impacto	Lb -pul	10900	12300	13000	13800	14500

Obs. Para empalmes mecánicos, recomendamos las grampas Flexco, Minet, Farpa, Mastin, Steelace, Haydon y Nilos, apropiadas para el servicio mencionado.

Figura VIII. (Características de la correa transportadora)

Anexo VII. (Calibre del conductor de cobre)

INSTALACIONES EN TUBO			INSTALACIONES AL AIRE LIBRE			
Calibre del conductor	Sección transversal	3 conductores unipolares o un cable tripolar	Un cable bipolar	Un cable unipolar	Un cable bipolar	3 conductores unipolares o un cable tripolar
AWG - MCM	mm ²	Amperios	Amperios	Amperios	Amperios	Amperios
22	0.324	3	3	5	4	4
20	0.0517	5	6	8	7	6
18	0.821	7	8	10	9	8
16	1.31	10	11	15	14	13
14	2.08	15	27	20	18	17
12	3.31	20	21	25	23	22
10	5.26	30	30	40	35	33
8	8.37	40	40	55	48	45
6	13.30	55	55	80	68	63
4	21.15	70	---	105	---	87
2	33.63	95	---	140	---	119
1	42.41	110	---	165	---	145
1/0	53.51	125	---	195	---	155
2/0	67.44	145	---	225	---	180
3/0	85.02	165	---	260	---	210
4/0	107.2	195	---	300	---	240
250	126.7	215	---	340	---	265
300	152.0	240	---	375	---	300
350	177.4	260	---	420	---	330
400	202.7	280	---	455	---	360
500	253.4	320	---	515	---	415
600	304.0	355	---	575	---	450
750	380.0	400	---	655	---	515
1000	506.7	455	---	780	---	600

Figura IX. (Características del calibre del conductor de cobre)

Anexo VIII (Cadenas sencillas)

Información general														
														
Cadenas sencillas														
CÓDIGO IBCA	Cadena		Paso		Entre placas interiores		Diámetros del rodillo		Diámetros del pasador (PIN)		Longitud del pasador (PIN)		Carga de ruptura	
	ANSI No.	DIN ISO Nr.	P		W máx		R máx		D máx		L máx		min	min
			In	mm	In	mm	In	mm	In	mm	In	mm	Lbs	Kg

RS-41-1	41	085	1/2	12.70	0.251	0.38	0.305	7.77	0.141	3.59	0.557	14.20	2630	1200
RS-50-1	50	10A	5/8	15.875	0.375	0.53	0.400	10.16	0.200	5.09	0.856	21.75	7040	3200
RS-60-1	60	12A	3/4	19.05	0.500	0.70	0.460	11.91	0.234	5.96	0.099	26.90	9080	4400
RS-80-1	80	16A	1	25.40	0.625	0.88	0.625	15.87	0.312	7.94	1.300	35.30	16500	7500

Figura X. (características de cadenas sencillas)

Anexo IX (Motovibrador)

	Descripción	Motovibradores
	Clase I, Grupos CD. Clase II, Grupos EFG. Clase de temperatura T4 (135°C). Temperatura ambiente -20°C++40°C	CDX FS 35-40-50-60-70-80, MVTX
	Clase I, Grupos CD. Clase de temperatura T2C (230°C). Temperatura ambiente -20°C++60°C	CDX-G FS35-40-50-60-70-80
	Clase I, Grupos CD. Clase de temperatura T3 (200°C). Temperatura ambiente -20°C++60°C	MVTX-G
	Clase I, Grupos CD. Clase II, Grupos EFG. Clase de temperatura T4 (135°C). Temperatura ambiente -20°C++40°C	CDX-G FS 110
	Clase I, Grupos CD. Clase II, Grupos EFG. Clase de temperatura T4 (135°C). Temperatura ambiente -20°C++40°C	CDX FS 10-20-30
	Clase II, Div. 1, Grupos EFG. Clase de temperatura: T3 (200°C) por grupos EF, T3B (165°C) por grupos G	MVSI-F
	Certificado n. LR100948 Part B. Clase 4211 01 - Motores y generadores	MVSI, MTF, MVB, MVB-FLC, VB, MICRO, M3
	Clase I, Div. 2, Grupos ABCD. Clase de temperatura: T3C (160°C), T3A (180°C) o T3 (200°C).	MVSI-C, MTF-C, MVB-C, MVB-C-FLC, VB-C

4 polos - 1500/1800 rpm

Descripción				Características mecánicas								Características eléctricas			
Código	Tipo	TAM	H2D Clase temp.	Momento estático* kgmm		Fuerza centrífuga kN				Peso kg		Potencia absorb. máx W		Corriente máx A	
				50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	400 V 50 Hz	460 V 60 Hz
601340	MVSI 15/35-S02	00	• 120°C	12.0	12.0	30.2	43.5	0.30	0.43	5.60	5.60	85	95	0.21	0.20
601341	MVSI 15/80-S02	01	• 120°C	31.0	21.0	77.9	76.1	0.76	0.75	6.70	6.40	85	95	0.21	0.20
601366	MVSI 15/100-S02	01	• 120°C	38.9	31.0	97.9	112	0.96	1.10	7.10	6.70	85	95	0.21	0.20
601367	MVSI 15/200-S02	10	• 120°C	84.2	58.8	213	214	2.09	2.10	12.5	11.7	170	170	0.41	0.40
601372	MVSI 15/400-S02	20	• 120°C	163	113	412	411	4.04	4.03	19.0	18.2	300	350	0.60	0.60
601373	MVSI 15/850-S02	20	• 120°C	219	163	552	592	5.42	5.81	20.4	19.0	300	350	0.60	0.60
601408	MVSI 15/700-S02	30	• 120°C	286	209	720	760	7.06	7.46	27.5	26.2	525	665	0.92	0.98
601513	MVSI 15/900-S02	30	• 120°C	357	286	900	1037	8.83	10.2	30.0	27.5	525	665	0.92	0.98
601524	MVSI 15/1100-S02	35	• 120°C	415	271	1045	982	10.3	9.63	35.0	30.5	550	680	0.95	0.95
601217	MVSI 15/1410-S02	40	• 120°C	561	400	1413	1449	13.9	14.2	44.0	41.0	900	1050	1.45	1.50
601219	MVSI 15/1710-S02	50	• 150°C	715	485	1798	1757	17.6	17.2	51.0	48.5	1100	1200	2.00	1.90
601267	MVSI 15/2000-S02	50	• 170°C	817	561	2054	2033	20.1	19.9	55.5	51.5	1350	1450	2.50	2.30
601220	MVSI 15/2410-S08	60	• 150°C	962	674	2420	2444	23.7	24.0	71.0	66.0	1600	1700	3.20	3.00

Figura XI. (Características del motovibrador)

Anexo X. (Motorreductor cilíndrico)

Designazione				Classification			
U	F..	U/F..	G				
RIDUTTORE / GEARBOX							
ITHIS	12	2	H	26.28	D40	M1	
Tipo Type	Grandezza Size	Stadi Stages	Versione Version	Rapporto Ratio	Albero uscita Output shaft	Pos. di montaggio Mounting position	
	11 12 13 14	2 3	U F.. U/F.. G	vedi tabella see tables	vedi tabella see tables	M1 (B3) M2 (V6) M3 (B8) M4 (V5) M5 (B7) M6 (B6)	
MOTORE / MOTOR							
5.5kW	4p	3ph	230/400V	50Hz	T1		
Potenza Power	Poli Poles	Fasi Phases	Tensione Voltage	Frequenza Frequency	Pos. morsettiere Terminal box pos.		
vedi tabella see tables	2p 4p 6p 8p	1ph 3ph	230/400V 220/380V ... 230V	50Hz 60Hz			

Figura XII. (Características de motorreductor cilíndrico)

Anexo XI. (Protección contra sobrecargas y cortocircuito)

hp (POTENCIA)	KW (POTENCIA)	PROTECCIÓN			PROTECCIÓN			PROTECCIÓN		
		I (A)	FUSIBLE (A)	TÉRMICA (A)	I (A)	FUSIBLE (A)	TÉRMICA (A)	I (A)	FUSIBLE (A)	TÉRMICA (A)
		115	115	115	220	220	220	440	440	440
1/6	0.12	4.4	8	16						
1/4	0.19	5.8	10	16						
1/3	0.25	7.2	16	20						
1/2	0.37	9.8	20	25	2.2	4	6	1.1	2	4
3/4	0.56	13.8	25	40	3.2	6	10	1.6	4	4
1	0.75	16	32	40	4.2	8	10	2.1	4	6
1.5	1.12	20	40	50	6	10	16	3	6	10
2	1.49	24	50	63	6.8	16	20	3.4	6	10

Figura XIII. (Tabla de protección contra sobrecargas y cortocircuito)

Anexo XII (Costos de materiales mecánicos)

Material mecánico				
Descripción	Material	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Soportes	Angulo de 2x3/16" L= 6 m	1	12	12
Estructura de tamizador	Tubo cuadrado estructural 50x50 e=2mm L=12m	2	25	50
Estructura de banda	Tubo cuadrado estructural 40x40 e=2mm L=12m	2	18	36
Porta tamiz	Platina de 2x1/4" l=6m	1	10,50	10,50
Bandeja	Correa en C100x50x2; L=6m	1	22	22
Malla	Malla 0,625 A=4	1	7	7
Soportes	Correa en C150x50x2; L=6m	1	25	25
Canal de banda	Correa en C 200x50x2 ; L=6m	2	30	60
Rodillos	Cedula 80x2" L=6m	1	100	100
Tapas de rodillos	Plancha ; e=1cm	1	20	20
Eje central	Chumaceras de piso UCP-204	10	5	50
	Diámetro 3/4" SAE 1080; L= 10m	1	10	10
Pernos para sujeción de chumaceras	Perno de acero de 1/2 x 2" con tuercas y rodela de presión	20	0,25	5
Pernos para sujeción de estructura de banda	Perno de acero de 9/16 x 6" con tuercas y rodela plana	6	0,35	2,10
Pernos para porta tamiz	Pernos de acero de 5/16 x 1" con tuercas y rodela de presión	6	0,15	0,90
Pernos para sujeción del tamizador	Pernos de acero de 9/16 x 5" con tuercas y rodela de presión	4	1,10	4,40

Pernos para fijación de la boca de salida de material	Pernos de acero de 3/8 x2" con tuercas y rodela de presión	4	0,20	0,80
Salida del producto	Plancha de acero e=2mm; 4m ²	1	20	20
Muelles	Muelle de acero de compresión: Ø 5mm; h = 10 cm; d= 5mm	4	6	24
Banda	Banda e= 7mm; l=4,67m; A= 0,40m; con grapa y pasador	1	256,58	256,58
Resortes	Resorte de tracción: l=15cm	1	2,50	2,50
Soldadura	Paquete de Electrodo E6011 y E7018	1	26,80	26,80
Acabados	Fondo y pintura	1	32,50	32,50
			Subtotal	684,72
			IVA	93,37
			Total	778,09

Anexo XIII. (Costos de elementos para el control eléctrico)

Material eléctrico				
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Motorreductor 1hp 1750 rpm 220v	1	200	200	
Motovibrador 0,37hp 1800rpm 220V	1	350	350	
Pulsador NA color verde	2	1,58	3,16	
Pulsador NC color rojo	2	1,88	3,76	
Luz piloto color rojo	2	1,30	2,60	
Luz piloto color verde	2	1,48	2,96	
Contactador LS S/bobina 9 AMP	2	10,50	20,50	
Bobina LS Para MC9 220VAC	2	6,7956	12,23	
Relé térmico LS MT-32 2,5-4AMP	1	28,30	28,30	
Relé térmico LS MT-32 1-1,6AMP	1	28,30	28,30	
Riel DIM 1m	1	1,80	1,80	
Gabinete metálico liviano 300x200x150	1	25,60	25,60	
Enchufe pata de gallina 50 Amp	1	7,30	7,30	
Breaker ls riel DIM 2 polos 10 Amp	1	14,50	14,50	
Tubo corrugado	10	0,50	5,00	
Conductor # 12 AWG para control	30m	0,58	17,40	
Correa de platico 30cm	10	0,25	2,50	
Cinta 3M	1	1	1,00	
			Subtotal	639,69
			IVA	87,22
			Total	726,91

Anexo XIV. (Costos de construcción y manufactura)

Costos de construcción o manufactura				
Cantidad	Unidad	Proceso	Valor unitario	Valor total
3	HHM	Torneado de tapas de rodillos	16	48
4	HHM	Construcción de rodillo	20	80
5	HHM	Construcción del bastidor de cinta transportadora	20	100
4	HHM	Construcción de apoyos de bastidor de cinta	12	48
5	HHM	Construcción de estructura de tamizador	15	75
2	HHM	Construcción de bandeja de tamizador	12	24
2	HHM	Construcción de porta tamiz	13	26
5	HHM	Construcción de bandejas de material tamizado	17	85
4	HHM	Construcción de bandeja de material no tamizado	15	60
2	HHM	Construcción de compuerta de bandeja	10	20
2	HHM	Construcción de bases de motovibrador	12	24
2	HHM	Fabricación de base de motorreductor	16	32
1	HHM	Torneado de catalinas	16	16
2	HHM	Construcción sistema de transmisión	15	30
16	HHM	Montaje de los elementos de la máquina	10	160
7	HHM	Pintura y acabados	8	70
8	HHM	Construcción e implementación de caja control	10	80
			Subtotal	860,64
			IVA	117,36
			Total	978,00

Anexo XV. (Costos de elementos de seguridad)

En la tabla 6.4 se aprecia los costos por la utilización de implementos de seguridad.

Tabla 6.4. Costos de implementos de seguridad

Máquinas	CANTIDAD	COSTO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Overol	2	---	---
Casco	2	5,00	10,00
Tapones de oído	2	1,00	2,00
Guantes	2	3,00	6,00
Gafas	2	1,50	3,00
Mascarillas	2	0,50	1,00
SUBTOTAL			22,00

Anexo XVI (Fotos de construcción)



Figura XVI.1. (Soldadura de la bandeja del equipo tamizador)



Figura XVI.2. (Colocación de muelles en la estructura del equipo tamizador)



Figura XVI.3. (Ensamblaje de la bandeja de salida de material en la cinta)



Figura XVI.4. (Sujeción del motovibrador)



Figura XVI.5. (Ubicación del gabinete de control)



Figura XVI.6. (Ensamblaje de la parte de transmisión de cadena de la cinta)

Anexo XVII. (Manual de operaciones máquina tamizadora)

MANUAL DE OPERACIÓN DE MÁQUINA TAMIZADORA	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	PARTES
<ul style="list-style-type: none">• Máquina tamizadora de arena construido con plancha de acero A-36 de 2mm• Sistema vibratorio con muelles• Alimentación con 220V• Operación para tamizado de arena.• Malla tamizadora 50 micras• Bandeja tamizadora (100*60*10)mm	<ul style="list-style-type: none">• Estructura de tubo cuadrado de 2” acero estructural AISI 1020• Sistema de control eléctrico.
INSTRUCCIONES DE USO	
<ul style="list-style-type: none">• Se debe de enchufar a una fuente de 220V para la alimentación del sistema eléctrico de la máquina tamizadora.• Luego se deberá de encender la cinta transportadora, para después encender la máquina tamizadora.• A continuación se pondrá continuamente (alimentara granzón) a la máquina tamizadora en la bandeja de entrada del material a tamizar.	
CARACTERÍSTICAS DE USO	
<ul style="list-style-type: none">• La máquina está diseñada para operar en el campo de la minería así como también en el área de la construcción de obras de albañilería.• Apague la máquina tamizadora desde el sistema de control eléctrico luego desenchufe de la alimentación.	
FUNCIÓN	
<p>La máquina tamizadora ofrece un tamizado rápido y con menor esfuerzo a realizar por el usuario el mismo que a la vez podrá realizar este proceso con un consumo eléctrico bajo ya que el moto-vibrador es de 1HP.</p>	

Anexo XVIII. (Manual de mantenimiento de máquina tamizadora)

MÁQUINA TAMIZADORA
Se debe de realizar un mantenimiento preventivo cada 4 meses y correctivo cada vez que el equipo no funcione correctamente.
PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN PERIÓDICA
<ul style="list-style-type: none">• Apagar la máquina tamizadora• Desconecte de la fuente eléctrica• Revise la malla tamizadora• Desmonte la parte de la bandeja tamizadora• Revise los 4 muelles de acuerdo a las especificaciones de diseño que fueron tomadas.• Revise la estructura metálica.• Limpie la parte eléctrica de control con un soplete de aire.• Reajuste los pernos de la máquina tamizadora.
PRECAUCIÓN
<ul style="list-style-type: none">• No ponga material a tamizar que no sea para el cual fue diseñada la máquina tamizadora.• No moje el gabinete metálico de control de la máquina.• No golpee la estructura de la maquina tamizadora.• No exceder el volumen de la bandeja tamizadora.
ADVERTENCIA
Para evitar daños materiales, lesiones físicas graves: <ul style="list-style-type: none">• No operar por personas que no estén capacitadas.• Nunca limpiar el gabinete eléctrico cuando la maquina se encuentre operando.• No trabajar con la puerta del gabinete abierto ya que pueden dañarse los componentes eléctricos del sistema de control.• En caso de una sobrecarga eléctrica cuando la maquina se encuentre operando y se detenga abrir el gabinete de control y resetear el relé térmico.
CONTROL DURANTE EL MANEJO
Asegúrese que la tapa del gabinete de control eléctrico se encuentre asegurado antes de su funcionamiento.

Anexo XIX. (Manual de operaciones de cinta transportadora)

MANUAL DE OPERACIÓN DE CINTA TRANSPORTADORA	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	PARTES
<ul style="list-style-type: none">• Canal de banda transportadora C150x50x2• Motorreductor de 1750 rpm• Alimentación con 220V• Operación para transportado de arena.• Cinta transportadora de 2 lonas de 7mm x400mm con grapa y pasador.	<ul style="list-style-type: none">• Estructura de tubo cuadrado de 40x40x2 acero estructural AISI 1020• Bandeja de alimentación y salida de material de acero A-36 e=2mm• Rodillos de acero cedula 80x2"• Ejes de 3/4" SAE 1080• Sistema de control eléctrico.
INSTRUCCIONES DE USO	
<ul style="list-style-type: none">• Se debe de enchufar a una fuente de 220V para la alimentación del sistema eléctrico de la máquina tamizadora.• Luego se deberá de encender la cinta transportadora, para después encender la maquina tamizadora.• A continuación se pondrá continuamente (alimentara granzón) a la máquina tamizadora en la bandeja de entrada del material a tamizar.	
CARACTERÍSTICAS DE USO	
<ul style="list-style-type: none">• La máquina está diseñada para operar en el campo de la minería así como también en el área de la construcción de obras de albañilería.• Apague la cinta transportadora desde el sistema de control eléctrico luego desenchufe de la alimentación.	
FUNCIÓN	
La cinta transportadora ofrece una velocidad de 1.0 m/s el cual es un valor establecido para el proceso de transportación de material pétreo que es granzón	

Anexo XX. (Manual de mantenimiento de cinta transportadora tamizadora)

MANUAL DE MANTENIMIENTO DE CINTA TRANSPORTADORA
Se debe de realizar un mantenimiento preventivo cada 4 meses y correctivo cada vez que el equipo no funcione correctamente.
PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN PERIÓDICA
<ul style="list-style-type: none">• Apagar la cinta transportadora• Desenchufe de la alimentación eléctrica• Engrase las chumaceras de piso y cadena del sistema de transmisión• Cambie de aceite del moto- reductor• Revise la estructura metálica.• Limpie la parte eléctrica de control con un soplete de aire.• Reajuste los pernos de la máquina tamizadora.
PRECAUCIÓN
<ul style="list-style-type: none">• No ponga material a transportar que no sea para el cual fue diseñada la máquina.• No moje el gabinete metálico de control de la máquina.• No golpee la estructura de la máquina.• No exceder el volumen de la cinta transportadora.
ADVERTENCIA
Para evitar daños materiales, lesiones físicas graves: <ul style="list-style-type: none">• No operar por personas que no estén capacitadas.• Nunca limpiar el gabinete eléctrico cuando la maquina se encuentre operando.• No trabajar con la puerta del gabinete abierto ya que pueden dañarse los componentes eléctricos del sistema de control.• En caso de una sobrecarga eléctrica cuando la maquina se encuentre operando y se detenga abrir el gabinete de control y resetear el relé térmico.
CONTROL DURANTE EL MANEJO
Asegúrese que la tapa del gabinete de control eléctrico se encuentre asegurado antes de su funcionamiento.

Anexo XXI (Memoria de cálculo)

Cálculo y diseño de la estructura de la máquina

Para el diseño de la estructura del equipo tamizador vibratorio, a continuación se realizara la selección del perfil de la viga principal donde reposarán los resortes (muelles) de amortiguamiento

Selección del perfil

$F_{trabajo} = 730$ (N); corresponde a la carga dividida para los cuatro apoyos que tiene la estructura del equipo tamizador de acuerdo a [26].

Por la longitud de la columna se seleccionara un perfil como un elemento sometido a compresión:

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Donde se trabajara con el esfuerzo permisible

$$\frac{S_y}{F.S} = \frac{P}{A}$$

Para un factor de seguridad de 1.5, se calcula el área mínima permisible:

Se utilizó la (Ec. 4.1)

$$A_{min} = 0,044cm^2$$

Como se puede observar el tubo estructural cuadrado más pequeño es 20x20x1,2 por factibilidad de encontrar el tubo en el mercado y sobre todo por estética de la máquina se seleccionará del mismo catalogo un tubo estructural cuadrado de las siguientes dimensiones 50x50x2. Por lo cual se utilizara este perfil para toda la estructura del equipo tamizador.

Capacidad del equipo tamizador

Se tiene como dato que las toneladas a tamizar serán de 0,553 T en una hora diaria, para lo cual se calcula la cantidad de masa de arena tamizada en una hora.

Se utilizó la (Ec. 4.2)

$$m = \left(\frac{T}{1dia} \cdot \frac{1000kg}{Ton} \cdot \frac{dia}{8h} \right)$$
$$m = \frac{553,35kg}{h}$$

Densidad del material que es gravilla

$$\rho = \frac{1500kg}{m^3}$$

Volumen de carga del equipo tamizador

Se utilizara esta fórmula para determinar el volumen de carga del equipo tamizador

Se utilizó la (Ec. 4.4)

$$V_c = \frac{m}{\rho}$$

$$V_c = 0,3689m^3$$

Dimensionamiento de la criba y bandeja

Ahora se tendrá el tamiz y la bandeja donde caerá el material ya tamizado.

Volumen del tamiz

Se utilizó la (Ec. 4.5)

$$V_t = \frac{V_c}{3}$$

$$V_t = 0,122m^3$$

Área del tamiz

Se realizara el cálculo del área del tamiz si se tiene como dato de altura de 1,05m y L=0,69 m

Se utilizó la (Ec. 4.6)

$$A = a.l$$

$$A = 0,7245m^2$$

Ahora se debe de sumar a la altura que se tiene inicialmente por un rango de prevención del 15% aproximando, debido a que puede suceder que caiga más material tamizado en poco tiempo esto varía de acuerdo a las características del material.

Altura final

$$h = 0,05m + 15\%(0,05) = 0,0575 \cong 0,058m$$

Análisis y cálculo de cargas existentes en la bandeja

Con la masa y el área se encuentra la carga distribuida en la bandeja del equipo tamizador.

Se utilizó la (Ec. 4.7)

$$q = \frac{m}{A}$$

$$q = 763,76 \frac{kg}{m^2}$$

Cálculo en resortes

Para el cálculo de los resortes, Se utilizó la (Ec. 4.8)

Teniendo como datos lo siguiente: $D=50\text{mm}$; $d= 5\text{mm}$; $N_a=6$; $p= 10\text{mm}$; $G= 8050 \text{ kg}$

$$k = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot N_a}$$

$$k = \frac{0,838\text{kg}}{\text{mm}}$$

Esta es la capacidad máxima de elasticidad que van a tener los resortes $0,838\text{kg/mm}$, permitiendo que se mantenga estable la maquina estando en movimiento.

Cálculo de esfuerzos

Para el cálculo de los esfuerzos partiremos analizando las cargas que actúan sobre el resorte.

Los esfuerzos que tendremos bajo la carga P, aplicando sumatorias de fuerzas en los ejes serán los siguientes:

Se utilizó la (Ec. 4.11)

$$\Sigma f_x=0$$

$$\Sigma f_y=P$$

$$\Sigma f_y=42,5\text{kg}$$

$$M_{tx} = \frac{PD}{2}$$

$$M_{tx} = \frac{1062,5\text{kg}}{\text{mm}}$$

Momento torsor

Para lo cual, Se utilizó la (Ec. 4.12)

$$\tau_t = \frac{M_{tx}}{\left(\pi \cdot \frac{d^3}{16}\right)}$$

Si $M_{tx} = \frac{PD}{2}$ reemplazando obtenemos:

$$\tau_t = \frac{43,29kg}{mm^2}$$

Esfuerzo cortante

Para lo cual se tiene los siguientes datos del muelle: $P = (42,5kg)$; $D=50mm$; $dr=5mm$

Se utilizó la (Ec. 4.14)

Siendo $c = \frac{D}{d}$ obtenemos

$$\tau_c = \frac{1,23 \cdot (P)}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}}$$

$$\tau_c = \frac{2,95kg}{mm^2}$$

Tensión resultante

Para calcular la tensión resultante del muelle se utiliza los datos del muelle anteriormente mencionados

Se utilizó la (Ec. 4.17)

$$\tau = \left(1 + \frac{0,615}{c}\right) \cdot \frac{8PD}{\pi \cdot d^3}$$

$$\tau = k_s \cdot \left(\frac{8PD}{\pi \cdot d^3}\right)$$

$$\tau = \frac{46,05kg}{mm^3}$$

Factor de corrección de Wahl

Debido a la curvatura aumenta la tensión en la parte inferior de las espiras es por ello que tenemos K_w es el factor de corrección de Wahl.

Para lo cual, se utilizó la (Ec. 4.18; 4.19))

$$\tau = \left[\left(\frac{4c-1}{4c-4}\right) + \frac{0,615}{c}\right] \cdot \frac{8PD}{\pi \cdot d^3}$$

$$\tau = K_w \cdot \frac{8PD}{\pi \cdot d^3}$$

$$\tau = \frac{50,216kg}{mm^3}$$

Cálculo estático

Para hallar el cálculo estático debemos partir de la expresión hallada anteriormente utilizando el factor de corrección de Wahl, luego de eso debe cumplir la siguiente condición.

Se utilizó la (Ec. 4.20; 4.21)

$$\tau \leq \tau_{adm}$$

$$\tau_{adm} = \alpha \cdot S_R$$

$$\tau_{adm} = 0,405 \cdot \frac{190}{(5)^{0,19}}$$

$$\tau_{adm} = \frac{56,67kg}{mm^2}$$

En este caso se cumple la condición por lo que resistirá a los esfuerzos sometidos

$$\tau \leq \tau_{adm}.$$

$$\frac{50,216kg}{mm^3} \leq \frac{56,67kg}{mm^2}$$

Cálculo a fatiga

Para el cálculo a fatiga es necesario conocer la carga media y la carga alternada, de la resistencia a la fatiga retenida **SFR** y de resistencia a la deformación permanente **ST**. Para el cálculo utilizamos la tabla de propiedades del resorte la cual podemos observar en el Anexo A.

Tensión media

Se calcula la tensión media que puede soportar el muelle tomando en cuenta los datos anteriormente mencionados del muelle.

Se utilizó la (Ec. 4.22)

$$\tau_m = K_s \cdot \frac{8 \cdot P_m \cdot D}{\pi \cdot d^3}$$

$$\tau_m = 1,0683 \cdot \frac{(8) \cdot 24,1kg \cdot (50mm)}{\pi \cdot (5)^3}$$

$$\tau_m = \frac{26,22kg}{mm^2}$$

Tensión alternada

En este punto se relaciona el factor de corrección de Wahl con el diámetro del cable del resorte, para así calcular la tensión alternada.

Se utilizó la (Ec. 4.23)

$$\tau_{\alpha} = 1,16 \cdot \frac{8 \cdot (34,5\text{kg}) \cdot (50\text{mm})}{\pi \cdot (5)^3}$$
$$\tau_{\alpha} = \frac{35,14\text{kg}}{\text{mm}^2}$$

Comparación de tensión media y admisible

Una vez hallado estos valores realizamos la siguiente comparación:

$$\tau_m > \tau_a \text{ O } \tau_m < \tau_a$$

Coefficiente de seguridad

Se calcula el coeficiente de seguridad que posee el muelle.

Se utilizó la (Ec. 4.25)

$$\frac{2\tau_a}{S_{FR}} = \frac{1}{CS}$$
$$CS = 0,55$$

Frecuencia propia

Es importante saber que si un resorte a compresión está sometido a cargas dinámicas debemos conocer su frecuencia propia, para el cálculo de esta partimos de la siguiente fórmula:

Se utilizó la (Ec. 4.26)

$$\omega = \frac{d}{D^2 \cdot N_a} \cdot \sqrt{\frac{G}{2P}}$$
$$\omega = 0,0032$$

Velocidad teórica real

Una vez obtenido este valor mediante formula obtenemos la velocidad teórica real su unidad es m/h o cm/s el cálculo de la velocidad correctiva se tomó de la tabla 3.2

Se utilizó la (Ec. 4.27)

$$V_{TEOC} = \frac{V_{teo} + Vl}{F \propto}$$

$$V_{TEOC} = \frac{291,13m}{h}$$

Cálculo de la velocidad y caudal del producto

Para realizar este cálculo se debe de partir de la siguiente formula:

El factor de reducción de producto se lo obtuvo de la tabla 5.2 que se muestra a continuación.

Tabla 5.2. Factor de reducción de producto transportado

Factor de reducción de producto transportado			
Verdura en hojas	0,70	Virutas de madera	0,75-0,83
Grava	0,95	Arena	0,70
Carbón fino	0,80	Azúcar	0,85
Carbón grueso	0,85	Sal	0,95

Se utilizó la (Ec. 4.28)

$$V_p = V_{TEOC} \cdot K_r$$

$$V_p = \frac{203,79m}{h}$$

Caudal del producto transportado

Para encontrar el caudal del producto transportado, se utilizó la (Ec. 4.29).

$$Q = V_p \cdot L \cdot S$$

$$Q = \frac{7,33m^3}{h}$$

En este cálculo se tomó en cuenta las dimensiones del canal como son ancho y alto para lograr determinar el caudal del producto transportado.

Constante de elasticidad K

Se utilizó la siguiente fórmula para encontrar la constante de elasticidad del muelle teniendo como datos del muelle: K= Constante de elasticidad $\frac{N}{m}$; M= 0,838 kg; g= 9,8 $\frac{m}{s^2}$; d= 0,001m

Se utilizó la (Ec. 4.31)

$$K = \frac{m \cdot g}{d}$$

$$K = 8212,4 \frac{N}{m}$$

Frecuencia natural

Aplicando la siguiente formula se puede encontrar la frecuencia natural.

Se utilizó la (Ec. 4.32)

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\omega_n = 98 \left(\frac{rad}{s} \right)$$

La frecuencia forzada o de funcionamiento es la que genera el movimiento vibratorio y está dada por el moto-vibrador.

$$\omega = 110 \left(\frac{rad}{s} \right)$$

Análisis de resonancia

El efecto de la resonancia está ligado con la razón de frecuencia de todo sistema (ω/ω_n), ya que de ello depende que no existan fracturas en la estructura y en elementos de la máquina.

Se utilizó la (Ec. 4.33)

Donde la relación de frecuencia es:

$$r = \frac{\omega}{\omega_n}$$

$$r = 2$$

En efecto, el análisis de las averías de las estructuras demuestra que precisamente las oscilaciones de amplitudes crecientes son muy a menudo.

Para este caso en las estructura del equipo tamizador las frecuencias ω y ω_n indica que no existe peligro de resonancia por lo que el sistema es efectivo.

Selección del motovibrador

Conocido la excentricidad “e” es posible determinar el valor del momento estático Mt (kg.mm) del motovibrador, dicho valor lo obtenemos por la siguiente:

Se utilizó la (Ec. 4.34)

$$P_v = P_c + P_o$$

$$P_v = 52,4 \text{ kg}$$

Momento estático

Remplazando este valor de P_v en la ecuación se obtiene M_t el cual es:

Se utilizó la (Ec. 4.35)

$$M_t = e \cdot P_v$$

$$M_t = \frac{52,4 \text{ kg}}{\text{mm}}$$

Fuerza de vibración requerida

Se aplica el cálculo de la fuerza de vibración requerida

Se utilizó la (Ec. 4.36)

$$F_v = \text{Amp. } 0,56 \cdot \left(\frac{F_{pm}}{1000} \right)^2 \cdot p$$

$$F_v = 334 \text{ kg}$$

Una vez conocido el momento estático se recurre al catálogo de Italvibras donde se determina el tipo e motovibrador a utilizar en el **ANEXO XI**, se puede observar el catálogo de selección con sus características mecánicas y eléctricas.

En el cual se determinó el siguiente motovibrador con las siguientes características:

- Debe de ser de 220-440 V 60 Hz
- 4 polos 1800 rpm
- Zonas de trabajo 21,22

Selección del motorreductor

Para determinar el fsu (factor de servicio de un motorreductor es necesario conocer el empeño del reductor durante el día y el número de intervenciones horarias en relación a la carga, tomando en cuenta que el tipo de carga es moderada y se aplica en una cinta transportadora

$C_f =$ número de arranques horarios

$C_d =$ Horas diarias de trabajo

Se utilizó la (Ec. 4.37)

$$f_{su} = C_d \cdot C_f$$

$$f_{su} = (1,15) \cdot 1,25$$

$$\mathbf{f_{su} = 1,43}$$

Eficiencia del motorreductor

Tomando en cuenta los datos del motorreductor que a continuación se detalla se calculan la eficiencia del motorreductor, teniendo una $P_s = 0,746$ Kw y una $P_e = 0,79$ Kw.

Se utilizó la (Ec. 4.38)

$$\eta = \frac{P_s}{P_e} \cdot 100$$

$$\mathbf{\eta = 94,43 \%}$$

Cálculo de torque del motorreductor

Con los datos obtenidos del motorreductor seleccionado se tiene lo siguiente:

Una potencia de 1Hp, 4 polos, 1750 rpm y una velocidad de salida en la flecha de 3324 rpm, con lo cual se calcula el torque del motorreductor.

Se utilizó la (Ec. 4.39)

$$T = \frac{HP \cdot 716}{RPM}$$

$$\mathbf{T = 0,21 Kg - m}$$

Este es el torque necesario que es de 0,21Kg-m, para realizar el giro del eje conductor hacia el eje conducido el cual realiza a través de un sistema de transmisión de cadena para así mover la cinta transportadora de material el mismo que funciona a 220 V.

Selección de cadena de transmisión

Para la selección de la cadena se debe tomar en cuenta las revoluciones por minuto de la catalina y la potencia del motor 0,74kW en la cual se selecciona a cadena de rodillos de transmisión 16 A según el sistema americano con una distancia de paso de 25,4 mm, obteniendo todas las características en el **ANEXO VIII** con un capacidad de carga de ruptura de 7500 kgf que cumple con las condiciones necesarias.

Cálculo de la longitud de la cadena.

Para determinar el número de eslabones de la cadena se puede emplear la siguiente ecuación:

Se utilizó la (Ec. 4.40)

$$N_e = 2D + \frac{C_2 + C_1}{2} + \frac{(C_2 - C_1)}{4 \cdot D \cdot \pi^2}$$
$$N_e = 64$$

Velocidad de cadena

La velocidad de la cadena se define como el número de pies que sale de la catarina en una unidad de tiempo, teniendo en cuenta los siguientes datos: $N = 14$; $p = 0,61$ "; $n = 3324 \text{ rpm}$.

Se utilizó la (Ec. 4.41)

$$V = \frac{Npm}{12}$$

$$V = 2365,58 \text{ pies. minuto}$$

Selección de chumaceras

De acuerdo al diseño de la máquina las cargas radiales se encuentran en las reacciones de los ejes principales que se encuentran en la estructura de la cinta transportadora, para lo cual se tomara en cuenta por cuestiones de seguridad $F_c = 500N$

Análisis estático

Se calcula el factor de esfuerzos estáticos de rodamiento con la suficiente capacidad de carga

Se utilizó la (Ec. 4.42)

$$C_0 = f_s \cdot P_0$$

$$C_0 = 750 = 0,75KN$$

Análisis dinámico

El comportamiento de un rodamiento, se determina por la carga dinámica equivalente P.

Se utilizó la (Ec. 4.43)

Donde encontramos las siguientes condiciones:

X: Factor radial =1

Y: Factor de empuje =0

F_r : Carga radial aplicada; (kN)

F_a : Carga de empuje=0 (kN)

Por lo cual:

$$P = Fr$$

Cálculo del factor de velocidad

Se utilizó la (Ec. 4.44)

$$f_n = 0,79$$

Factor de esfuerzos dinámicos

Se utilizó la (Ec. 4.45)

$$f_t = \sqrt[3]{\frac{L_h}{500}}$$

$$f_t = 3,42$$

Capacidad de carga dinámica

Para el cálculo de la carga dinámica de la chumacera, se toma en cuenta con un peso de 500N.

Se utilizó la (Ec. 4.46)

$$C = P \cdot \frac{f_1}{f_n}$$

$$C = 2164,55N = 2,164KN$$

Las chumaceras a utilizar de acuerdo a los cálculos realizados y cumpliendo las condiciones necesarias se selecciona en el **ANEXO II** siendo la chumacera de piso de (3/4)

Dimensionamiento de la cinta transportadora

Se determina las dimensiones de la banda transportadora a adquirir para ensamblar en la estructura de la banda transportadora.

Cálculo de la longitud de arco de una circunferencia

Se utilizó esta fórmula para poder encontrar el arco de circunferencia de los rodillos de la banda transportadora, para lo cual se tiene que el radio del rodillo es de: $r=3\text{cm}$.

Se utilizó la (Ec. 4.47)

$$L_{ac} = \frac{2\pi \cdot r \cdot \alpha}{360}$$

$$L_{ac} = 9,42\text{cm} = 0,0942\text{m}$$

La longitud de arco de un rodillo de diámetro de 6cm es de 0,0942 m, esta longitud es necesaria para encontrar la longitud total de la banda.

Cálculo de la longitud total de la banda transportadora

Para poder adquirir la banda transportadora se necesita saber la longitud total la misma que se puede calcular sumando la distancia de los rodillos que se encuentran a los extremos más el arco de los rodillos, como resultado se tiene que la distancia de extremo a extremo es de 2,20 m.

Se utilizó la (Ec. 4.48)

$$L_{tb} = 2 \cdot L + 2 \cdot L_{ac}$$

$$L_{tb} = 4,60 \approx 4,62$$

Por cuestiones que existen al momento de tensionar la banda se dimensiona la banda a 4,62m que es la longitud total.

Cálculo de la velocidad de la banda en función del tiempo

Se señala un punto de referencia de partida denominado "A" en la cinta transportadora así como también un punto final denominado "B", luego se mide la distancia entre los dos puntos, después encendemos el sistema y con la ayuda de un cronometro medimos el tiempo que se demora en llegar el punto de partida "A" antes señalado al punto "B" como se muestra en la figura.

La distancia señalada entre el punto AB es de 2,20m y el tiempo que se demora en llegar del punto A al B es de 20 segundos

Se utilizó la (Ec. 4.49)

La distancia que recorrerá en un segundo será:

$$V = \frac{2.55m}{s}$$

Velocidad de banda transportadora en pies/min

$$V = \frac{2.55m}{s} \cdot \frac{100cm}{1m} \cdot \frac{1pie}{30,48cm} \cdot \frac{60s}{1min}$$

$$V = 501,96 \frac{pies}{min}$$

Factor de faja transportadora

Se utilizó la (Ec. 4.50)

$$K = V \left(\frac{pies}{min} \right) \cdot 60 \left(\frac{min}{h} \right) \cdot \% S$$

$$K = \frac{501,96pies}{s} \cdot \frac{60min}{h} \cdot \frac{1ton}{1000kg} \cdot 0,99\%$$

$$k = \frac{29,81pies}{h} \cdot \frac{ton}{kg}$$

Volumen total de faja

Es el volumen que de material que se encontrara en la faja (cinta transportadora)

Se utilizó la (Ec. 4.51)

$$V_T = K \cdot W \text{ peso de faja}$$

$$V_T = \frac{29,81pies}{h} \cdot \frac{ton}{kg}$$

El peso de faja se lo determina con el sistema encendido y el material que se encuentre circulando por la faja, se saca 5 muestras durante 4 horas para luego sacar un valor promedio en el cual la unidad de muestreo será en kg/pie donde la unidad de pies será la anchura del recipiente y la unidad de kg es el peso del material.

Se utilizó la (Ec. 4.52)

$$V_T = \frac{29,81 \text{pies}}{h} \cdot \frac{\text{ton}}{\text{kg}} \cdot \frac{6,01 \text{kg}}{\text{pies}}$$

$$V_T = \frac{229,23 \text{ton}}{h}$$

Este volumen se lograría alimentando constantemente el equipo tamizador vibratorio durante una hora.

Cálculo de volumen de material en la cinta

La cantidad de material pétreo que se encontrara en la cinta transportadora cuando esta esté en funcionamiento.

Se utilizó la (Ec. 4.52)

$$V = l \cdot a \cdot h$$

$$v = 255 \text{cm} \cdot 20 \text{cm} \cdot 1 \text{cm}$$

$$v = 5100 \text{cm}^3$$

$$v = 5100 \text{cm}^3 \cdot 1 \text{m}^3 / (100 \text{cm})^3$$

$$v = \mathbf{0,0051 \text{m}^3}$$

Cálculo de la masa de gravilla

Se utilizó la (Ec. 4.53)

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

$$m = \rho \cdot v$$

$$m = \mathbf{7,65 \text{kg}}$$

Cálculo del peso del material (gravilla)

Se utilizó la (Ec. 4.54)

$$w = m \cdot g$$

$$w = \mathbf{74,97 \text{N}}$$

Diseño de catarina

Para designar el paso de diámetro de la catarina (D) se designa por la fórmula tomando en cuenta los siguientes datos como es N=14 y p= 15.57mm.

Se utilizó la (Ec. 4.55)

$$D = \frac{p}{\text{sen} (180^\circ/N)}$$

$$D = 70\text{mm.}$$

Selección de catarina

Para la selección de la catarina del sistema de transmisión se tomó las siguientes características:

Catarina conductora

Número de dientes: 14

Diámetro exterior de catarina 10cm

Diámetro interior de catarina 3cm

Catarina conducida

Numero de dientes: 14

Diámetro exterior de catarina 10cm

Diámetro interior de catarina 2cm

Estos son los datos para las dos catarinas que se utilizó en el sistema ya que para obtener la velocidad necesaria se ocupó un motorreductor el mismo que proporciono un torque adecuado y redujo el número de elementos en el sistema de transmisión.

Calculo de la fuerza tangencial de la cinta transportadora

Fuerza tangencial a la cual está sometido el eje principal de la cinta transportadora, para lo cual se tiene los siguientes datos $\mu_T: 0,20$; $g: (9,81\text{m/s}^2)$; $m: 7,65\text{kg}$; $m_B: 28,9\text{kg}$; $\mu_R: 0,68$; $m_R: 24,8\text{kg}$

Se utilizó la (Ec. 4.56)

Remplazamos los datos en la fórmula:

$$F_U = \mu_T \cdot g \cdot \left(m + \frac{m_B}{2}\right) + \mu_R \cdot g \cdot \left(\frac{m_B}{2} + m_R\right)$$

$$F_U = 304,878 N$$

Diseño mecánico del eje

Se tienen las siguientes cargas para el cálculo del eje:

F_c : Carga total en la cinta transportadora 304,87N

T_y : componentes de cadena cinemática 490,5N

T_z : componentes de cadena cinemática 490,5N

Para el cálculo de reacción es necesario realizar el diagrama de cuerpo libre del eje.

Se utilizó la (Ec. 4.9; 4,10; 4.11)

Diseño mecánico del eje principal

Ecuación 0.1. Cálculo para el diseño estático del eje

$$d = \left(\frac{32 \cdot N}{\pi \cdot S_y} \sqrt{M^2 + T^2} \right)^{1/2} \quad (4.14)$$

N : 2

d : diámetro del eje; (mm)

M : 104,4 (N · m)

T : 60,02 Pa)

S_y : 220 (MPa)

Se determina un momento resultante de los dos planos:

$$M_{fres} = 104,04 N \cdot m$$

Para el diseño estático del eje se aplicará la **ecuación 4.57**:

Tomando en cuenta las características del acero AISI 304 que se indican en el **ANEXO III**

S_y : resistencia a la fluencia 220MPa

Reemplazando los valores en la ecuación se obtiene:

$$d = \left[\frac{32(2)}{\pi \cdot (220 \times 10^6 Pa)} \cdot \sqrt{(104,04 Pa)^2 + (60,02 Pa)^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d = \left[\frac{96}{691,15 \times 10^6 Pa} \cdot (120,11 Pa) \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d = 0,020m = 20mm$$

El diámetro seleccionado será de $\frac{3}{4}$ de pulgada

Selección del calibre del conductor

Se utilizó (Ec.4.58)

$$\text{Monofásica} = \frac{hp * 746}{E * N * f. p.}$$

$$\text{Monofásica} = \frac{1 * 746}{220 * 0.923 * 0.78}$$

$$\text{Monofásica} = 4,70 \text{ A}$$

El calibre del conductor según la corriente obtenida es AWG N°12 que soporta una intensidad de (15) A, véase en el (**Anexo IX**).