

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECANICA



“IMPLEMENTACIÓN DE UNA ZARANDA VIBRATORIA PARA EL
INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE DESPLOME EN
UNA PLANTA DE FUNDICIÓN DE METALES EN EL CALLAO”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO

AUTORES:

SERGUEI JAVIER JOSEMARIA MORENO VERGARAY

ELMER NILTHON ROMERO CASTRO

ASESOR:

ING. AGAPITO HUACASI SÁNCHEZ

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERIA Y TECNOLOGIA

Callao, 2023

PERÚ

INFORMACION BASICA

FACULTAD:

Ingeniería Mecánica y de Energía

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:

Fime Unac

TÍTULO:

“Implementación de una Zaranda Vibratoria para el Incremento de la Productividad en el Área de Desplome en una Planta de fundición de metales en el callao”

AUTORES:

Serguei Javier Josemaría Moreno Vergaray / ORCID:0009-0001-2126-3251 / DNI:72213760

Elmer Nilthon Romero Castro / ORCID: 0009-0004-3966-5912 / DNI:74643893

ASESOR:

Ing. Agapito Huacasi Sánchez / ORCID: 0000-0001-5464-1784 / DNI: 06038797

LUGAR DE EJECUCIÓN:

Planta de fundición de metales - Oquendo, Callao

UNIDAD DE ANÁLISIS:

Zaranda vibratoria

TIPO / ENFOQUE / DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

Investigación tecnológica / Cuantitativo / Pre-Experimental

TEMA OCDE:

Ingeniería y Tecnología - Ingeniería Mecánica

**ACTA N° 138 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

**LIBRO 001 FOLIO N° 164 ACTA N° 138 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO
TALLER DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO.**

A los 27 días del mes de octubre, del año 2023, siendo las 19:00 horas, se reunieron, en el auditorio "Ausberto Rojas Saldaña", el **JURADO EVALUADOR del I CICLO TALLER DE TESIS 2023** designado con RESOLUCIÓN DE CONSEJO DE FACULTAD N° 163-2023-CF-FIME.- CALLAO, 14 DE AGOSTO DE 2023, para la obtención del **TÍTULO** profesional de **INGENIERO MECÁNICO** de la **Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

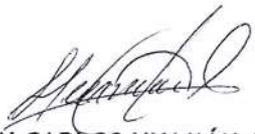
- Dr. JUAN MANUEL PALOMINO CORREA : Presidente
- Mg. JUAN CARLOS HUAMÁN ALFARO : Secretario
- Mg. ANDRÉS COLLANTE HUANTO : Vocal
- Dr. AGAPITO HUACASI SÁNCHEZ : Asesor

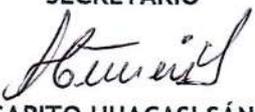
Se dio inicio al acto de sustentación de la tesis del Bachiller **ROMERO CASTRO ELMER NILTHON**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de **INGENIERO MECÁNICO**, sustenta la tesis titulada "**IMPLEMENTACIÓN DE UNA ZARANDA VIBRATORIA PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE DESPLOME EN UNA PLANTA DE FUNDICIÓN DE METALES EN EL CALLAO**", cumpliendo con la sustentación en acto público de acuerdo al Artículo 56° de la RESOLUCIÓN DE CONSEJO UNIVERSITARIO N° 150-2023-CU.- CALLAO, 15 DE JUNIO DE 2023.

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la sustentación de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por **BUENO** en la escala de calificación cualitativa y con calificación cuantitativa de **14 (CATORCE)**, conforme a lo dispuesto en el Artículo 24° del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por RESOLUCIÓN DE CONSEJO UNIVERSITARIO N° 150-2023-CU.- CALLAO, 15 DE JUNIO DE 2023.


Dr. JUAN MANUEL PALOMINO CORREA
PRESIDENTE


Mg. ANDRÉS COLLANTE HUANTO
VOCAL


Mg. JUAN CARLOS HUAMÁN ALFARO
SECRETARIO


Dr. AGAPITO HUACASI SÁNCHEZ
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y DE ENERGIA
I CICLO TALLER DE TESIS 2023
Jurado de Sustentación de Tesis

INFORME

Visto la Tesis “**IMPLEMENTACIÓN DE UNA ZARANDA VIBRATORIA PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE DESPLOME EN UNA PLANTA DE FUNDICIÓN DE METALES EN EL CALLAO**”, presentada por el Bachiller de Ingeniería Mecánica **MORENO VERGARAY SERGUEI JAVIER JOSEMARIA** y **ROMERO CASTRO ELMER NILTHON**.

A QUIEN CORRESPONDA:

El ***presidente del Jurado de Sustentación de Tesis***, informa que la sustentación de la Tesis, se realizó el día Viernes 27 de Octubre del 2023 19:00hrs., no habiendo observaciones ni correcciones que incluir, el mismo que en su oportunidad fue cuidadosamente evaluado por cada uno de los miembros del Jurado de Sustentación, no presentando ninguna observación en se estructura metodológica y contenido temático.

Se emite el presente informe favorable para los fines pertinentes.

Bellavista, 27 de octubre del 2023.



Dr. Juan Manuel Palomino Correa
Presidente

Document Information

Analyzed document	TESIS - MORENO JAVIER Y ROMERO ELMER.docx (D176685283)
Submitted	2023-10-23 19:58:00
Submitted by	
Submitter email	investigacion.fime@unac.pe
Similarity	14%
Analysis address	investigacion.fime.unac@analysis.orkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20771/1/UPS%20-%20TTS477.pdf Fetched: 2021-12-19 15:30:30	 20
W	URL: https://core.ac.uk/download/pdf/250405483.pdf Fetched: 2021-05-07 00:51:14	 13
W	URL: https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8207/1/5151131-2020-2-IP.pdf Fetched: 2022-02-04 22:32:10	 4
W	URL: https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/25870/Sal%20y%20Rosas%20Benites%2C%20Joe... Fetched: 2021-10-31 23:49:55	 9
SA	INFORME DE INVESTIGACIÓN - MURO FACHO.docx Document INFORME DE INVESTIGACIÓN - MURO FACHO.docx (D54530549)	 2
W	URL: https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/13415/PG-1870-Miranda%20Cori%2C%20Willi... Fetched: 2020-07-26 03:18:50	 5
W	URL: https://core.ac.uk/download/pdf/234575759.pdf Fetched: 2020-07-18 19:06:35	 1
SA	Memoria Pulidor-Vibrador- Javier Contreras (1).docx Document Memoria Pulidor-Vibrador- Javier Contreras (1).docx (D120033220)	 2
W	URL: https://es.slideshare.net/gregorynicktoledoveliz/148713792-disenocribavibratoria Fetched: 2020-06-03 04:56:26	 2

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
“IMPLEMENTACIÓN DE UNA ZARANDA VIBRATORIA PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE DESPLOME EN UNA PLANTA DE FUNDICIÓN DE METALES EN EL CALLAO”

DEDICATORIA

A mi madre María Castro Chupillon, por darme la vida, creer en mí y apoyarme siempre, todo esto es el resultado de tu sacrificio.

A mis Hijos Enyehll Yhillian Romero Mogollón y Elmer Matteo Romero Mogollón, por ser siempre ellos mi motivación de salir adelante y seguir creciendo; sé que ustedes más adelante seguirán mis pasos y me superaran, recuerden que sus límites es que no tienen límites para conquistar el mundo.

A mis Hermanos Gianella Romero Castro y Max Romero Castro, por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.

ELMER ROMERO

En esta ocasión especial, deseo dedicar este trabajo a mi madre Angelina Daria Vergaray Navarro por darme la vida, por apoyarme incondicionalmente, por darme la confianza, por acompañarme en ese camino, este resultado no se hubiera logrado sin ti. Gracias por todo querida y adorada madre.

A mis abuelos Javier Vergaray y Angelita Navarro que siempre dieron todo su esfuerzo y dedicación para lograr este objetivo.

A mis tíos Maritza, Jenny, Martin por estar conmigo, apoyarme siempre y sobre todo ser ejemplos de constancia y perseverancia

JAVIER MORENO

AGRADECIMIENTO

Nos gustaría expresar nuestro más profundo nuestro más profundo agradecimiento todos los que nos ayudaron a lograr este objetivo.

En especial a la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional del Callao por formarnos como profesionales con valores y a los docentes que nos brindaron sus conocimientos a través de este proceso de formación académica.

Al Ingeniero Agapito Huacasi, que actuó como mentor guiándonos en cada paso del camino y brindándonos su aporte.

INDICE

RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	16
1.2 Formulación del problema.....	19
1.2.1 Problema general.....	19
1.2.2 Problema Especifico	20
1.3 Objetivos.....	20
1.3.1 Objetivo general.....	20
1.3.2 Objetivo especifico	20
1.4 Justificación	21
1.4.1 Justificación Económica.....	21
1.4.2 Justificación Tecnológica	21
1.5 Delimitantes de la Investigación	21
1.5.1 Teórica.....	21
1.5.2 Temporal.....	21
1.5.3 Espacial	22
II. MARCO TEORICO.....	22
2.1 Antecedentes	22
2.1.1 Antecedentes Internacionales	22
2.1.2 Antecedentes Nacionales.....	25
2.2 Bases teóricas	29
2.2.1 Límite de Resistencia a la Fatiga	29
2.2.2 Factores que modifican el límite de resistencia a la fatiga	29
2.2.3 Factor de temperatura.....	30

2.2.4	Factor Superficial	31
2.2.5	Zaranda Vibratoria	32
2.2.6	Proceso de Separación.....	32
2.2.7	Clasificación de Materiales.....	33
2.2.8	Clasificación de las Zarandas.....	34
2.2.9	Tipos de Movimiento de la Zaranda	36
2.2.10	Efecto de la Inclinación	37
2.2.11	Diseño de una zaranda Vibratoria	38
2.2.12	Cálculo de moto vibrador: Método unidireccional	39
2.2.13	Esfuerzos en resorte helicoidal cilíndrico de compresión	39
2.2.14	Cálculo de la superficie de la vibración	41
2.2.15	Importancia de una zaranda vibratoria para incrementar productividad.	43
2.2.16	Problemas asociados con las intervenciones de limpieza de la malla	44
2.2.17	Componentes de una zaranda vibratoria.....	44
2.2.18	Concepto de tiempos	46
2.2.19	Disponibilidad en producción	47
2.2.20	Productividad	47
2.2.21	Tipos de Productividad.....	48
2.2.22	Medidas Parciales de la Productividad.....	48
2.2.23	Factor para medir la productividad	49
2.2.24	Técnicas de Mejoramiento de la Productividad	50
2.3	Marco conceptual.....	51
2.3.1	Marco normativo	51
2.3.2	Diseño.....	51
2.3.3	Manufactura	51
2.3.4	Tiempos muertos	51
2.3.5	Implementación.....	52

2.3.6	Intervenciones.....	52
2.4	Definición de términos básicos.....	52
2.4.1	Productividad	52
2.4.2	Arena de fundición	52
2.4.3	Selección de arena	53
2.4.4	Tamiz.....	53
2.4.5	Arena de contacto.....	53
2.4.6	Arena de relleno.....	53
2.4.7	Malla	53
2.4.8	Norma ASTM A36.....	53
III.	HIPOTESIS Y VARIABLES	54
3.1.	Hipótesis	54
3.1.1.	Hipótesis general	54
3.1.2.	Hipótesis específicas.....	54
3.2.	Operacionalización de variables.....	55
IV.	METODOLOGIA DEL PROYECTO	56
4.1.	Diseño Metodológico.....	56
4.1.1	Tipo de Investigación	56
4.1.2	Enfoque de Investigación	56
4.1.3	Diseño de la investigación.....	57
4.1.4	Diseño de la investigación.....	57
4.2.	Método de investigación.....	58
4.3.	Población y muestra.....	59
4.4.	Lugar de Estudio	60
4.5.	Técnicas e instrumentos para la recolección de información.....	60
4.6.	Análisis y procesamiento de datos	61
4.6.1.	Parámetros para el Diseño de la Zaranda Vibratoria	61

4.6.2. Generalidades del Diseño de la Zaranda Vibratoria	62
4.6.3. Datos para el Diseño de los Elementos.....	63
4.6.4. Selección del Moto Vibrador.....	64
4.6.5. Cálculo del Resorte.....	67
4.6.6. Cálculo de malla.....	72
4.6.7. Diseño estructural	73
V. RESULTADOS	85
5.1 Resultados Descriptivos.....	85
5.1.1 Incremento de productividad en la zaranda vibratoria implementada	85
5.1.2 Diseño de la zaranda vibratoria implementada.....	86
5.1.3 Fabricación de zaranda vibratoria implementada	87
5.1.4 Reducción de los tiempos de operación.....	89
5.2 Resultados Interferenciales.....	90
VI. DISCUSION DE RESULTADO	93
6.1 Contrastación de hipótesis con los resultados.....	93
6.1.1 Contrastación de hipótesis general	93
6.1.2 Contrastación de hipótesis específicas.....	95
6.2 Contrastación de los resultados con los otros estudios similares	98
6.2.1. Contrastación de los resultados con estudios internaciones	98
6.2.2. Contrastación de los resultados con estudios nacionales	99
6.3 Responsabilidad ética de acuerdo con los reglamentos vigentes.....	100
VII. CONCLUSIONES.....	101
VIII. RECOMENDACIONES.....	102
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	103
X. ANEXOS	106

INDICE DE TABLA

Tabla 1.1 Detalle de tiempo del Área de desplome	19
Tabla 2.1 Efecto de Inclinación.....	38
Tabla 2.2 Parametros de capacidad basica.....	42
Tabla 2.3 Factor de rethazo.....	43
Tabla 2.4 Factor de eficiencia.....	44
Tabla 2.5 Distribución del tiempo	46
Tabla 3.1 Operacionalización de variables	55
Tabla 4.1 Esquema del diseño de la investigación	58
Tabla 4.2 Requerimiento de la zaranda vibratoria	61
Tabla 4.3 Características de material	62
Tabla 4.4 Datos del diseño.....	64
Tabla 4.5 Tipo de proceso según Angulo de incidencia.....	65
Tabla 4.6 Datos de la Ficha técnica.....	65
Tabla 4.7 Selección de material de alambre.....	68
Tabla 4.8 Coeficiente del acero A227.....	69
Tabla 4.9 Diámetro de alambre	69
Tabla 4.10 valores de Resistencia mínima a la tensión	69
Tabla 4.11 Cronograma del proyecto	83
Tabla 4.12 Presupuesto total del proyecto.....	84
Tabla 5.1 tonelaje ejecutado mensual con zaranda anterior	85
Tabla 5.2 tonelaje ejecutado mensual con zaranda actual	85
Tabla 5.3 Disponibilidad con la zaranda anterior	86
Tabla 5.4 Disponibilidad con la actual zaranda vibratoria	86

Tabla 5.5 Tiempo de intervención de limpieza de malla con zaranda anterior	89
Tabla 5.6 Tiempo de intervención de limpieza de malla con zaranda actual.....	89
Tabla 6.1 tonelaje ejecutado por mes antes del montaje	93
Tabla 6.2 tonelaje ejecutado por mes después del montaje de la zaranda	94
Tabla 6.3 Disponibilidad de zaranda anterior.....	95
Tabla 6.4 Disponibilidad de zaranda actualmente instalada	95
Tabla 6.5 Diagrama Análisis de Proceso.....	97
Tabla 10.1: Matriz de consistencia	106

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Forma y tamaño del grano de arena.....	16
Figura 1.2 Vista isométrica de la ubicación de la zaranda vibratoria.....	17
Figura 1.3 Vista isométrica de la zaranda vibratoria empírica.....	17
Figura 1.4 Vista lateral superior de la zaranda vibratoria empírica.....	18
Figura 1.5 Vista lateral inferior de la zaranda vibratoria empírica.....	18
Figura 2.1 Limite de resistencia de fatiga	29
Figura 2.2 Factor de temperatura.	30
Figura 2.3 Factor superficial	31
Figura 2.4 Zaranda de Clasificación Vibratoria	32
Figura 2.5 Clasificación de materiales	34
Figura 2.6 La probabilidad del Zarandeo	34
Figura 2.7 Zaranda Vibratoria Inclinada.....	35
Figura 2.8 Zaranda Vibratoria Horizontal.....	36
Figura 2.9 Zaranda con Movimiento Oscilante.....	36
Figura 2.10 Tipos de movimiento de la zaranda	37
Figura 2.11 Método unidireccional.....	39
Figura 2.12 Resorte helicoidal con carga axial	40
Figura 2.13 Motovibrador	44
Figura 2.14 Cuerpo estructural	45
Figura 2.15 Puente base del motor	45
Figura 2.16 Sistema de amortiguación	45
Figura 4.1 Área de desplome	59
Figura 4.2 Diseño de zaranda vibratoria empírica	62
Figura 4.3 Nuevo diseño de zaranda vibratoria	63

Figura 4.4 Método unidireccional.....	64
Figura 4.5 Análisis estático.....	73
Figura 4.6 Estructura con esfuerzos máximo.....	74
Figura 4.7 Factor de temperatura.	75
Figura 4.8 Factor de Confiabilidad.....	75
Figura 4.9 Factor de superficie	76
Figura 4.10 Factor de tamaño	76
Figura 4.11 Fatiga Amplitud Constante	76
Figura 4.12 Ciclo de vida de la zaranda	77
Figura 4.13 revisión de uniones.....	78
Figura 4.14 Plano de zaranda vibratoria.....	78
Figura 4.15 Registro de inspección en la recepción de materiales	79
Figura 4.16 Tabla de tolerancias	79
Figura 4.17 Armado de elementos estructurales	80
Figura 4.18 Soldeo de elementos.....	80
Figura 4.19 Recubrimiento de estructura metálica.....	81
Figura 4.20 Ensamblaje de zaranda vibratoria	81
Figura 4.21 inicio de ensamblaje de zaranda en planta.....	82
Figura 4.22 fin de ensamblaje de zaranda en planta	82
Figura 4.23 Curva S de la ejecucion del proyecto.....	83
Figura 5.1 Registro de inspeccion visual de soldadura.....	87
Figura 5.2 Inspeccion de liquidos penetrantes.....	88
Figura 5.3 Registro de control dimensional.....	88
Figura 5.4 Prueba de normalidad	90
Figura 5.5 Prueba de no paramétrica para 2 muestras – metales fundido (Kg.).....	91

Figura 6.1 Datos estadísticos mensuales del mes 2022 y 2023	94
Figura 6.2 Zaranda vibratoria anterior	96
Figura 6.3 Zaranda vibratoria nueva.....	96
Figura 6.4 Frecuencia de producción del área de desplome.....	98

INDICE DE ABREVIATURAS

ASTM : American Society for Testing and Materials

RNE: Reglamento Nacional de Edificaciones

AISC: American Institute of Steel Construction, Inc.

AWS: American Welding Society

VSMA: "Vibrating Screen Manufacturer Association"

RESUMEN

El presente trabajo de investigación buscó la Implementación de una zaranda vibratoria; con el objetivo de incrementar la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao.

La realidad problemática en la fundición fue que existía una zaranda vibratoria no estandarizada fabricada empíricamente, ello generaba que la malla clasificadora de arena según su granulometría quedase rápidamente saturada y ello producía intervenciones constantes en el equipo por limpieza generando desperdicios en el proceso, impactando directamente en la producción de la línea de desplome.

Debido a esto la investigación se realizó con el propósito de “Implementar una zaranda vibratoria para el incremento de la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao”. Estando enfocado con el diseño, fabricación e implementación de una zaranda vibratoria. La importancia de este trabajo radica en que se ha implementado una tecnología mejorada como es la zaranda vibratoria, se ha seguido un método de investigación tecnológica, se recurrió a información como antecedentes cuantitativos donde demuestran el incremento de productividad; planteándonos las hipótesis “La implementación de una zaranda vibratoria incrementará la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao.”

Se ha seguido el análisis de los datos de productividad anterior y posterior a la implementación de la zaranda vibratoria quedando demostrado que el uso del equipo significó que la productividad se incremente un 8% (respecto a el hierro fundido por Kg.)

Palabras clave: Zaranda vibratoria, Productividad.

ABSTRACT

The present research work sought the Implementation of a vibrating screen; with the aim of increasing productivity in the collapse area in a metal smelting plant in Callao.

The problematic reality in the foundry was that there was a non-standardized vibrating screen manufactured empirically, this caused the sand classifying mesh according to its granulometry to quickly become saturated and this produced constant interventions in the equipment for cleaning, generating waste in the process, directly impacting in the production of the slump line.

Due to this, the research has been carried out with the purpose of "Implementing a vibrating screen to increase productivity in the collapse area in a metal foundry plant in Callao." Being focused on the design, manufacture and implementation of a vibrating screen. The importance of this work lies in the fact that an improved technology such as the vibrating screen has been implemented, a technological research method has been followed, information such as quantitative background was used which demonstrates the increase in productivity; posing the hypotheses "The implementation of a vibrating screen will increase productivity in the collapse area in a metal foundry plant in Callao."

The analysis of the productivity data before and after the implementation of the vibrating screen has been followed, demonstrating that the use of the equipment meant that productivity increased by 8% (with respect to cast iron per kg.)

Keywords: Vibrating screen, Productivity.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las empresas buscan optimizar sus procesos de producción implementando tecnología y modernizando sus equipos, las opciones de mejora dependen del tipo de proceso a realizarse (Benites, y otros, 2018).

En el contexto actual las fundiciones tratan de mejorar su productividad optando por incrementar la producción obtenida al mismo costo de los recursos utilizados para obtenerla o mantener la producción obtenida a menos costo de recursos utilizados entre ello implica mejorar la productividad de sus procesos de producción (T. Horngren, y otros, 2007), dentro de estos procesos tenemos la línea de fundición en arena con equipos que cumplen satisfactoriamente sus objetivos, la empresa en referencia utiliza equipos para la clasificación de productos sólidos por granulometría, cumple una función importante dentro de los procesos de producción, por ello estos equipos deben de garantizar parámetros como disponibilidad, mantenibilidad, calidad, etc.

La presente investigación “Implementación de una zaranda vibratoria para el incremento de la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao”. trata sobre el diseño, implementación y puesta en marcha de una zaranda vibratoria para incrementar productividad en el área de desplome en la planta de una fundición, se utilizó tecnologías mejoradas como simulación por computadora, cálculos estadísticos y de diseño de ingeniería.

El objetivo del presente trabajo de investigación es implementar una zaranda vibratoria para incrementar la productividad en el área de desplome en la planta de fundición, ya que anteriormente la empresa contaba con una zaranda, esta no contaba con los requerimientos necesarios para una buena producción ya que constantemente se presentaban paralizaciones en la línea de producción que requerían intervenciones en el equipo para limpieza de malla, ya que esta se saturaba constantemente, razón por lo que era necesario la mejora partiendo con el diseño y finalizando con la implementación para reducir las intervenciones en el equipo, al tener menos intervenciones el equipo tiene mayor disponibilidad,

más horas en producción, menos paradas por limpieza, por ende impacta de manera positiva en el incremento la producción.

La presente investigación que pretende mejorar el sistema productivo sigue la siguiente estructura: introducción, descripción y formulación del problema de investigación, los objetivos principales y particulares, justificación e importancia, avance del fundamento teórico, formulación de la hipótesis, metodología de la investigación, relación y operacionalización de las variables con sus indicadores; tipo, diseño y etapas de la investigación; población y muestra; técnicas de recolección de datos, procedimiento estadístico y análisis de datos; elaboración de cronograma de actividades y el presupuesto.

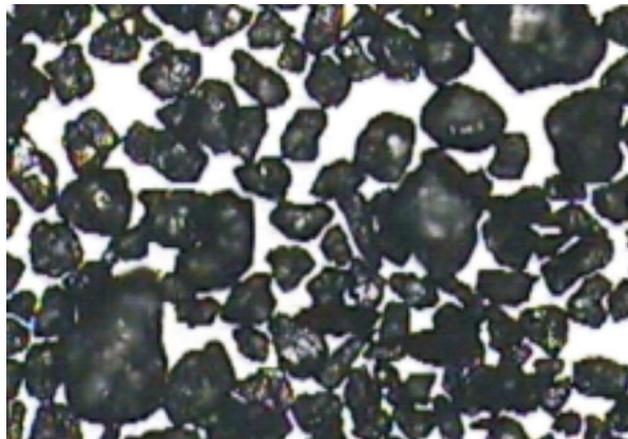
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1 Descripción de la realidad problemática.

Las empresas que realizan procesos de fundición para cumplir una producción acorde con los requerimientos del cliente en cuanto a tiempos de entrega y calidad deben de contar con capacidad de entregar oportunas con uso de tecnologías que faciliten su proceso productivo, en muchas de estas empresas presentan una serie de problemas: disminución de la productividad, retrasos en la entrega de pedidos, principalmente por paradas de equipos como por ejemplo el atascamiento de las zarandas en la línea de producción, por mantenimiento correctivo, Etc.

(Ferrucho, 2006 pág. 107) Respecto a lo anterior mencionado, uno de estos motivos es el uso de tecnologías no adecuadas para la clasificación o tratamiento de arenas de fundición ya que la forma del grano de la arena tiene influencia sobre la movilidad y sobre la resistencia de las arenas enlazadas; las partículas de arena de forma angular reducen la movilidad. Los granos redondeados producen una mayor resistencia a menores densidades de apisonado. No considerar este efecto produce un resultado negativo en la clasificación de arena de fundición. Este impacto se reduciría con el correcto diseño e implementación de una zaranda vibratoria.

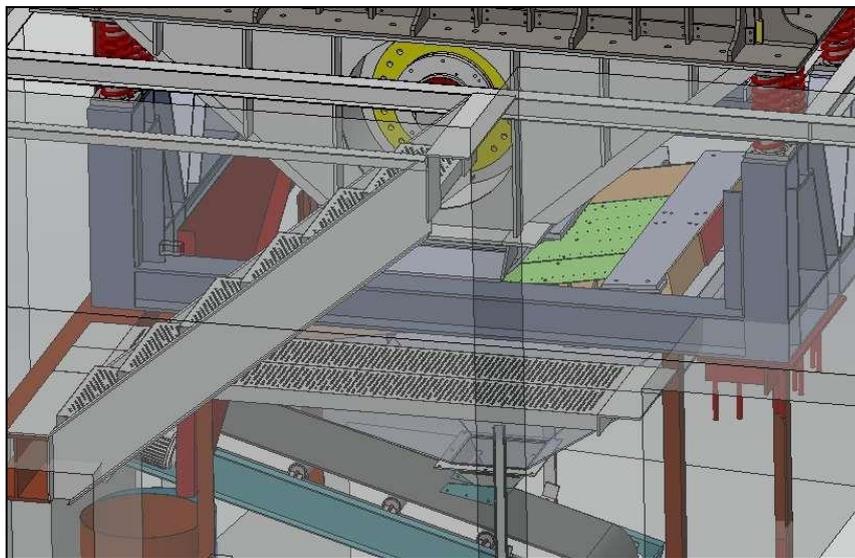
Figura 1.1 Forma y tamaño del grano de arena



Fuente: Tomada de "Comparación técnica de la mezcla de arena para el proceso CO 2 y el sistema de arenas autofraguantes"

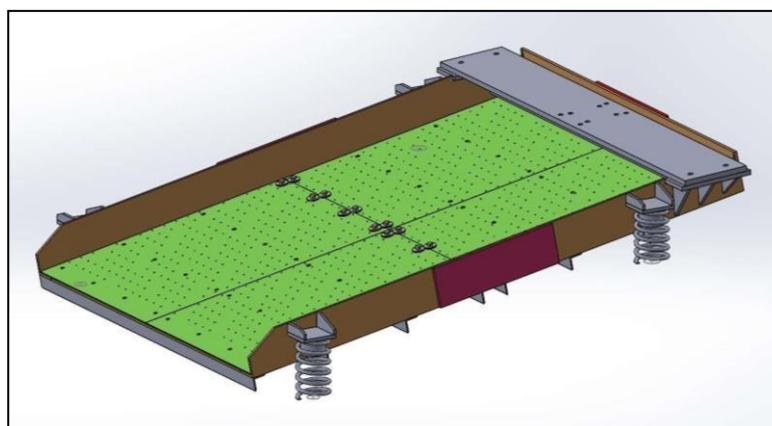
En este caso en particular en la empresa de fundición de metales en la cual se realizará la investigación tiene el problema de las intervenciones constantes en la zaranda vibratoria teniendo como modo de falla la saturación de la malla, esto es debido a que la zaranda existente no cumple los requerimientos para realizar una correcta separación de arena por haber sido fabricado de forma empírica sin cálculos de diseño de ingeniería, resistencia, simulación etc.

Figura 1.2 Vista isométrica de la ubicación de la zaranda vibratoria



Fuente: Área de Desplome en Fundición

Figura 1.3 Vista isométrica de la zaranda vibratoria



Fuente: Equipo del Área de Desplome en Fundición

Figura 1.4 Vista lateral superior de la zaranda vibratoria empírica.



Fuente: Área de Desplome en Fundición

Figura 1.5 Vista lateral inferior de la zaranda vibratoria empírica.



Fuente: Área de Desplome en Fundición

Las constantes intervenciones en los equipos conllevan a que la línea de producción se detenga, estas intervenciones impactan directamente en la capacidad productiva de la empresa como se muestra a continuación:

Tabla 1.1 Detalle de tiempo del Área de desplome

Resumen			
Actividad		Actual	
		Tiempo	%
Operación		05:00:00	57%
Transporte		00:55:00	11%
Espera		02:30:00	29%
Inspección		00:17:00	3%
Almacenamiento		00:00:00	0%
TOTAL:		8:42:00	100 %

Fuente: Elaboración propia, datos de producción

con la presente investigación “Implementación de una zaranda vibratoria para el incremento de la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en callao”. Se logro incorporar una nueva zaranda vibratoria esta vez con un diseño acorde a la necesidad de la planta esta herramienta tecnológica permitiría mejorar su capacidad de operación de esta línea de producción.

1.2 Formulación del problema.

1.2.1 Problema general

¿Cómo implementar una zaranda vibratoria para el incremento de la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao?

1.2.2 Problema Especifico

- ¿Cómo elaborar el diseño de una zaranda vibratoria para el incremento de la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao?
- ¿Cómo elaborar la manufactura de una zaranda vibratoria para el incremento de la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao?
- ¿Cómo reducir los tiempos de operación para incrementar la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Implementar una zaranda vibratoria para el incremento de la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao.

1.3.2 Objetivo especifico

- Elaborar el diseño de una zaranda vibratoria para incrementar la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao
- Elaborar la manufactura e implementación de una zaranda vibratoria para incrementar la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao
- Reducir los tiempos de operación para incrementar la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao.

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación Económica

La presente investigación se justifica en lo económico debido a que los resultados sirvan como referencia para mejorar la productividad de la empresa y también de otras empresas similares.

1.4.2 Justificación Tecnológica

La presente investigación tiene justificación tecnológica que mediante un diseño de una zaranda vibratoria mejorara la capacidad productiva de la empresa que la misma puede ser replicada en empresas similares para mejorar su competitividad.

1.5 Delimitantes de la Investigación

1.5.1 Teórica

El presente informe final de tesis está delimitado por teorías de resistencia de materiales, diseño mecánico y clasificación de arena de moldeo para fundición, a su vez de normas nacionales e internacionales como RNE, AISC, AWS, ASTM.

1.5.2 Temporal

El presente informe final de tesis está delimitado de forma temporal debido a que se tiene presente un cronograma con la fecha tentativa de finalización de actividades de 6 meses para la toma y recolección de información, análisis de información, descripción de resultados, contrastación de los resultados y redacción final.

1.5.3 Espacial

El presente informe final de tesis está delimitado de investigación en mención se realizó dentro las instalaciones de una planta de fundición de metales ubicada en ventanilla.

II. MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes

Como soporte para el presente trabajo de investigación se tomó referencia cuatro (04) Antecedentes internacionales y cuatro (04) antecedentes nacionales como son:

2.1.1 Antecedentes Internacionales

➤ Cevallos y Días (2021), en su investigación de título “DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA ZARANDA MECÁNICA OSCILATORIA CON UNA CAPACIDAD 50 KG/MIN DE ARENA”, el objetivo fue diseñar y simular una zaranda mecánica oscilatoria con una capacidad 50 kg/min de arena, que tiene la finalidad de proponer un diseño favorable para las condiciones de trabajo; analizando cada elemento mecánico crítico para obtener resultados por medio de un software especializado analizando la máquina pueda funcionar correctamente.

El costo será una inversión que generará beneficio a corto plazo. Además, se puede implementar para otros fines con una modificación de la malla utilizando el mismo principio de funcionamiento, estos pueden ser: la separación de granos, tierra, minerales y otros procesos de separación mediante la zaranda que se necesite.

Llego a las siguientes conclusiones: Se seleccionó la zaranda oscilatoria en comparación con las otras dos opciones, ya que supero en valoración (204 frente a 179 y 185) los parámetros establecidos, tales como: el funcionamiento, disponibilidad de materiales, tiempo de construcción, peso y movilidad, mantenimiento y costo de materiales.

El aporte de esta tesis para la presente investigación es la selección de los materiales más adecuados en resistencia, elasticidad y que sean livianos, utilizando las dimensiones adecuadas para lograr un óptimo desempeño y cuidando la estética de toda la máquina. con ayuda del software solidworks 2017 se simularon los elementos más críticos de la zaranda y se verifico deflexiones, factores de seguridad que entran en el rango de tolerancia por lo cual se puede concluir que ningún elemento crítico presentará alguna falla.

➤ Ibáñez y Mariño (2020), en su investigación de título “EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DEL SISTEMA DE ZARANDA MODULAR DOBLE DECK EN EL POZO LIRIA YW-12 PARA SU IMPLEMENTACIÓN EN EL CAMPO LIRIA”, el objetivo fue evaluar el desempeño del sistema de zaranda modular doble deck en el pozo liria yw-12 para su implementación en el campo liria donde se busca demostrar que el sistema de zaranda modular doble deck será más eficiente en campo que las tecnologías de zaranda convencionales usadas actualmente para fluidos de perforación base agua, esto reflejado en una mayor remoción de sólidos, una disminución de la retención de fluido en los recortes, mayor vida útil de las mallas y menores costos de estas.

Llego a las siguientes conclusiones: La zaranda modular doble deck tiene un rendimiento superior con respecto a la zaranda convencional cuando se trata de separar los sólidos de baja gravedad del lodo, esto se ve reflejado en que la zaranda convencional obtuvo un 17% más de solidos de baja gravedad con respecto a la zaranda Modular doble deck en la primera sección (A1 y A2), y en la segunda sección (B1 y B2) un 30% (lodo Clay Trol) y 28% (lodo Per Flex) respectivamente. A nivel de sólidos de alta gravedad, ambas zarandas logran mantener estable el valor de estos durante la perforación.

El aporte de esta tesis para la presente investigación es el desempeño de la zaranda modular doble deck en el ámbito de procesamiento de sólidos es inferior comparado con la zaranda convencional, la cual dio un 22% de mayor volumen de recortes al comparar las secciones a1 y a2. para las segundas secciones la diferencia fue menor, debido a que la zaranda modular doble deck

fue superada por un 16 % en volumen de recortes indicando menor capacidad de remoción de sólidos.

➤ Chinduamba (2019), en su investigación de título “DIMENSIONAMIENTO DE UNA CRIBA VIBRATORIA PARA LA PLANTA METALÚRGICA UEB PRODUCCIONES MINERAS DE PLACETAS”, El objetivo fue dimensionar una criba vibratoria para el procesamiento de minerales auríferos en la UEB Producciones Mineras de Placetas con vista a elevar la eficiencia metalúrgica de la planta para eliminar los finos y evitar la aparición de sobre triturados en las trituradoras y separar por tramos granulométricos para su posterior proceso.

Llego a las siguientes conclusiones: Se logró la selección de una criba vibratoria con tres tamices, siendo: el primer tamiz con 1,0 mm de diámetro, 0,5 mm para el segundo, y 0,074 mm para el tercer tamiz, procesando 3 330 kg/h de minerales auríferos y Con los resultados obtenidos se logra incrementar eficiencia metalúrgica en la planta, superior o igual al 80 %.

El aporte de esta tesis para la presente investigación es mediante el estudio de diferentes métodos de clasificación granulométrica para minerales auríferos, se seleccionó el método mecánico y el más usado en la industria minero-metalúrgica, que es la clasificación granulométrica por criba para la UEB producciones mineras de placetas.

➤ Chavarría y Fonseca (2022), en su investigación de título “PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE RECUPERACIÓN DE CHATARRA EN EL ÁREA DE PROCESAMIENTO DE MATERIA PRIMA DE LA EMPRESA ANDEC S.A.”, el objetivo fue reducir los desperdicios que se encuentran almacenados, recuperando la chatarra para el proceso productivo y el material no ferroso, así como nuevos ingresos de activos para la empresa.

La investigación es de tipo cuantitativos históricos, teniendo en consideración el aprovechamiento y recuperación de desperdicios.

Llego a las siguientes conclusiones: Mediante a la adquisición y utilización de una maquina con cucharon cribador se podrá realizar la clasificación de todos los materiales acumulados que se han obtenido en los procesos de vezzani, a un bajo costo de inversión \$160,000.00 lo cual es accesible y rentable para la empresa.

El aporte de esta tesis para la presente investigación es mediante la metodología planteada que asegura una producción continua de la nueva línea de producción mediante la utilización de las tecnologías de punta reemplazando la anterior forma de trabajo en la empresa.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

➤ Sal Y Rosas (2019), en su investigación de título “DISEÑO DE ZARANDA SEPARADORA PARA INCREMENTAR LA CALIDAD DE SELECCIÓN DE MAÍZ EN LAS PLANTAS DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO EN EL DEPARTAMENTO DE LIMA-2019”, el objetivo fue diseñar e implementar una zaranda separadora para incrementar la calidad de selección de maíz en la plantas de producción de alimento balanceado en el departamento de lima-2019 con el fin de mejorar el proceso de producción para así minimizar las pérdidas y generar mayores ingresos para la empresa. el fin de cada empresa es generar ganancias y desarrollo para esto, el proceso de producción debe mejorar con el tiempo, optimizar significa mejorar y evolucionar.

La población total de la planta de alimento balanceado en Lima es numerosa de las cuales se ha seleccionado de manera conveniente a las personas las que están involucrados en el proceso de producción, entre administradores, operarios, personal de mantenimiento, jefes de planta, en distintas plantas como Avinka, San Fernando entre otras.

La investigación es de tipo correlacional, en consecuencia, esta investigación busca hallar la relación que existe entre las variables, en tanto se modifica alguna variable tiene consecuencias sobre la otra.

Llego a las siguientes conclusiones: Se obtuvo que el diseño del equipo fue favorable en cuanto al objetivo planteado, si es posible crear un sistema de selección variable. La solución buscada tiene relación directa con los resultados obtenidos con el prototipo en la aplicación y pruebas los cuadros obtenidos lo reflejan.

El aporte de esta tesis para la presente investigación es la aplicación del software's y simulación del comportamiento mecánico que facilitan los cálculos de construcción y minimizan los errores, actuando de manera preventiva en los puntos más frágiles de la estructura, determinando la resistencia y durabilidad del equipo. el modelamiento matemático en este caso se aplica para determinar la estabilidad del sistema en el tiempo y evitar la frecuencia de resonancia en el sistema. la aplicación de las fórmulas que refieren como evitar la resonancia se toman en cuenta para preservar la durabilidad de la zaranda.

➤ Muro (2020), en su investigación de título "DISEÑO DE UNA MAQUINA LIMPIADORA Y SELECCIONADORA DE GRANO DE MAÍZ (ZEA MAYS) PARA OPTIMIZAR LA PRODUCCIÓN DE 25QQ/H EN EL DISTRITO DE MÓRROPE", el objetivo fue el diseño de una maquina limpiadora y seleccionadora de grano de maíz para optimizar la producción de 25qq/h en el distrito de mórrope debido a la necesidad de reducir el tiempo de limpieza y clasificación, el diseño de una máquina de limpieza y clasificación de granos de maíz (maíz) para optimizar la producción en el área de mórrope será de mucha importancia, esto debido a que podremos ahorrar recursos económicos y obtener productos de mejor calidad.

La población las hectáreas sembradas de maíz en el distrito de Mórrope.

La investigación es de tipo cuasi experimental y se llevará a cabo en el campo del diseño de sistemas electromecánicos. para llevar a cabo con éxito esta investigación, se utilizarán métodos de análisis, síntesis, deducción e inducción en el proceso de cosecha, y la definición, cálculo y simulación se integrarán para el diseño de la máquina de clasificación y limpieza de granos de maíz.

Llego a las siguientes conclusiones: Utilizando la herramienta CAD/CAE se comprobó la resistencia de los elementos mecánicos principales considerando criterios de von mises para el análisis estático; obteniendo valores satisfactorios para los desplazamientos, deformaciones unitarias, factor de seguridad y tensiones límites, la viabilidad económica es satisfactoria ya que para un VAN $S/.1,052,053.1$ y TIR de 83.93%, la inversión se recuperará en menos de un año.

El aporte de esta tesis para la presente investigación es utilizando los criterios de resistencia de materiales y normas vigentes se dimensionaron los elementos electromecánicos que conforman la máquina seleccionadora y limpiadora de maíz; siendo la potencia de ésta 1 hp.

➤ León (2019), en su investigación de título “DISEÑO DE UN MÓDULO EDUCATIVO A ESCALA DE UNA ZARANDA VIBRATORIA”, el objetivo fue diseñar un módulo educativo de una zaranda vibratoria a escala, en el que se obtienen los parámetros característicos de una zaranda como fuerzas de excitación, frecuencias naturales, desplazamientos, velocidades y aceleraciones. el análisis dinámico como tal, se puede hacer preliminarmente con modelos conceptuales discretos, luego con un modelamiento computacional por elementos finitos y después corroborarse con resultados experimentales, ya con un prototipo.

Llego a las siguientes conclusiones: Se logro adquirir los conocimientos necesarios sobre zarandas vibratorias en cuanto a sus condiciones de trabajo, tipos de zarandas, tipos de movimientos, partes principales, principio de funcionamiento, análisis de frecuencias naturales y modos de vibración y como modelarlas computacionalmente.

El aporte de esta tesis para la presente investigación dado a los conocimientos, se buscó una zaranda a escala real a la que se le haya hecho un análisis dinámico previo, información que fue facilitada por la empresa Makyl Engineering Consulting & Services, la cual realizo un análisis dinámico a la

zaranda de clasificación haber md3660x7320 del proceso de molienda perteneciente a la mina “las bambas”.

➤ Carrión (2018), En Su Investigación De Título:” OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO MOLIENDA – CLASIFICACIÓN MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE UNA ZARANDA DE ALTA FRECUENCIA DE 5 PISOS, EN LA CONCENTRADA LA INMACULADA, MINA EL COFRE – CIEMSA”, el objetivo es optimizar el circuito molienda-clasificación en la planta concentradora, que tiene la finalidad de dar solución al problema que se presenta en la planta concentradora la inmaculada, que es la baja eficiencia de clasificación y esto repercute en todo el proceso de concentración, lo que toda planta busca es bajar los costos de producción, aumentando el tonelaje de tratamiento lo cual genera una mayor productividad en la empresa. como nuestro trabajo se centra en optimizar el proceso de molienda-clasificación el desarrollo de este está justificado.

Llego a las siguientes conclusiones: Se logro la instalación y puesta en marcha de una unidad de zaranda de alta frecuencia de 5 pisos que logró optimizar el circuito de molienda clasificación, mejorando la eficiencia de clasificación reduciendo considerablemente el porcentaje de carga circulante.

El aporte de esta tesis para la presente investigación son los análisis de mallas podemos conocer para la eficiencia de clasificación tanto de los ciclones como de la zaf, con la implementación de una unidad de una zaf de 5 pisos, en el circuito de molienda primaria se logró mejorar la eficiencia de clasificación, el equipo en mención reemplazó a un ciclón d-12 creps que tenía una baja recuperación. cuando se optimizo este circuito, mejoró la eficiencia de clasificación, también se redujo la carga circulante lo que permitió incrementar el tonelaje de tratamiento, incrementado la producción de finos. con la mejora de eficiencia de los equipos, se mejoró el performance metalúrgico referente a la calidad de los concentrados y recuperación de valores.

2.2 Bases teóricas

Este capítulo desarrolla conceptos teóricos útiles para la realización de este trabajo de investigación y como estos se relacionan para fundamentar la implementación de una zaranda vibratoria para el incremento de la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao.

2.2.1 Límite de Resistencia a la Fatiga

El diseño preliminar y de prototipos, así como para algunos análisis de falla, se requiere un método rápido para estimar los límites de resistencia; se estimará el límite de resistencia como : (Shigley, 2012)

Figura 2.1 Limite de resistencia de fatiga

$$S'_e = \begin{cases} 0.5S_{ut} & S_{ut} \leq 200 \text{ kpsi (1 400 MPa)} \\ 100 \text{ kpsi} & S_{ut} > 200 \text{ kpsi} \\ 700 \text{ MPa} & S_{ut} > 1 400 \text{ MPa} \end{cases}$$

Fuente: Diseño en ingeniería mecánica de Shigley

Donde:

S_{ut} : es la resistencia a la tensión mínima.

S_e : ecuación se refiere a la propia muestra de viga rotativa.

2.2.2 Factores que modifican el límite de resistencia a la fatiga

Se Identificó factores que cuantifican los efectos de la condición superficial, el tamaño, la carga, la temperatura y varios otros puntos; Por lo tanto, la ecuación de Marín se escribe. (Shigley, 2012)

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e S_e \quad (2 - 1)$$

Cuando no se dispone de ensayos de resistencia a la fatiga de partes, las estimaciones se hacen aplicando los factores de Marín al límite de resistencia a la fatiga.

2.2.3 Factor de temperatura

Cuando las temperaturas de operación son menores que la temperatura ambiente, la fractura frágil es una posibilidad fuerte, por lo que se necesita investigar primero. Cuando las temperaturas de operación son mayores que la temperatura ambiente, primero se debe investigar la fluencia porque la resistencia a ésta disminuye con rapidez con la temperatura. (Shigley, 2012)

Cualquier esfuerzo inducirá flujo plástico en un material que opera a temperaturas elevadas, por lo que también se sugiere considerar este factor es probable que, a temperaturas elevadas, el límite de la resistencia a la fatiga se relacione con la resistencia a la tensión en la misma forma que a temperatura ambiente a resistencia a la tensión con temperatura corregida que se obtiene mediante el factor de la tabla. (Shigley, 2012)

Figura 2.2 Factor de temperatura

Temperatura, °C	S_T/S_{RT}	Temperatura, °F	S_T/S_{RT}
20	1.000	70	1.000
50	1.010	100	1.008
100	1.020	200	1.020
150	1.025	300	1.024
200	1.020	400	1.018
250	1.000	500	0.995
300	0.975	600	0.963
350	0.943	700	0.927
400	0.900	800	0.872
450	0.843	900	0.797
500	0.768	1 000	0.698
550	0.672	1 100	0.567
600	0.549		

Fuente: Diseño en ingeniería mecánica de Shigley

2.2.4 Factor Superficial

El factor de modificación depende de la calidad del acabado de la superficie de la parte y de la resistencia a la tensión, a fin de determinar expresiones cuantitativas para acabados comunes de parte de máquinas (esmerilada, maquinada o estirada en frío, laminada en caliente y forjada) (Shigley, 2012)

$$k_a = aS_{ut}^b \quad (2 - 2)$$

donde:

S_{ut} : resistencia mínima a la tensión

y los valores de a y b se encuentran en la siguiente tabla

Figura 2.3 Factor superficial

Acabado superficial	$k_a = aS_{ut}^b \text{LN}(1, C)$			Coeficiente de variación, C
	a		b	
	kpsi	MPa		
Esmerilado*	1.34	1.58	-0.086	0.120
Maquinado o laminado en frío	2.67	4.45	-0.265	0.058
Laminado en caliente	14.5	58.1	-0.719	0.110
Como sale de la forja	39.8	271	-0.995	0.145

* Debido a la amplia dispersión de los datos de superficie esmerilada, una función alterna es

$k_a = 0.878\text{LN}(1, 0.120)$.

Nota: S_{ut} en kpsi o MPa.

Fuente: Diseño en ingeniería mecánica de Shigley

El factor de superficie la que se mencionó antes en la forma determinística ahora se da en la forma estocástica como

$$k_a = a\bar{S}_{ut}^b \text{LN}(1, C) \quad (2 - 3)$$

2.2.5 Zaranda Vibratoria

Las zarandas son equipos de clasificación de materiales, esto lo realiza con la ayuda de un excitador que le da movilidad para estratificar material de ingreso, el material va cayendo en una malla separando las que pueden entrar de las que no, el movimiento solo debe afectar al material mas no a la estructura base por ello se usan aisladores de vibración de tipo activo para evitar daños a la estructura o a otros equipos (Leon Paro, 2019).

Figura 2.4 Zaranda de Clasificación Vibratoria



Fuente: Disponible en <http://www.gnsolidsamerica.es/zaranda-de-clasificacion-vibratoria>

2.2.6 Proceso de Separación

Los diferentes procesos de separación dependen de los elementos en los estados que se encuentren, entre ellos tenemos la molienda y tamizado, la filtración y la centrifugación.

- Molienda y Tamizado: Este proceso hace referencia a la reducción de tamaño del material a procesarse, convirtiéndolo en trozos o gránulos de partículas estimados entre límites preestablecidos. Dicho proceso se realiza para cumplir estándares para operaciones determinadas, ya que para un proceso puede ser satisfactorio lo cual ayuda en diferentes zonas, mientras que

para otro resulte inconveniente en procesos productivos y de clasificación (UNAM, 2010).

- **Filtración:** Consiste en la separación de partículas sólidas o semisólidas que se hallan en la superficie de un fluido que pasa a través de un medio o filtro poroso o granular que se denomina medio filtrante y adicionando a esto una fuerza impulsora en un período de tiempo establecido. El objetivo principal de este procedimiento es la clarificación de líquidos, recuperación de sólidos y líquidos y es coadyuvante en procesos de secado y lavado de diversos materiales (Cevallos Cevallos, y otros, 2021).
- **Centrifugación:** También llamada separación centrífuga es utilizada en la concentración de sólidos, clarificación de residuos en la superficie de líquidos y separación de mezclas de líquidos y a su vez eliminación de sólidos, teniendo claros ejemplos como las decantadoras y las separadoras que han servido de manera útil con el pasar de los años en procesos industriales permitiendo que la producción se la realice con más facilidad (UNAM, 2010).

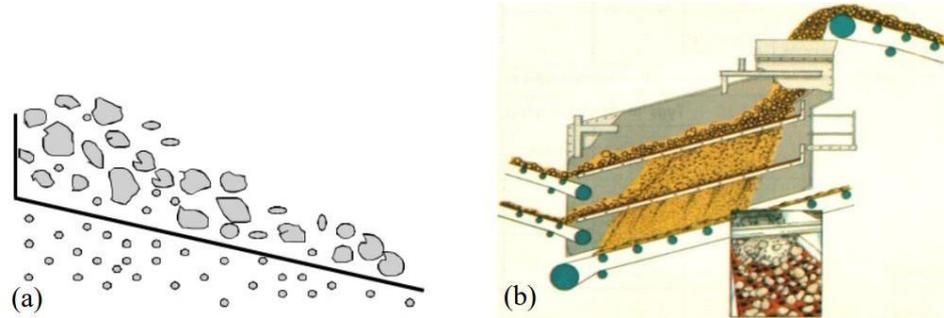
2.2.7 Clasificación de Materiales

Los conceptos de Clasificación en zarandas son la estratificación y la probabilidad.

- **Estratificación:** En la Figura 2.5 (a) se observa que la clasificación de materiales es un método en el cual las partículas de mayor tamaño suben a la superficie y las partículas de menor tamaño atraviesan por los orificios del tamiz hasta llegar al fondo.

En la Figura 2.5(b) se produce debido a que el material es agitado por la zaranda, está a la vez es excitada por un desbalance de una volante o eje (Leon Paro, 2019).

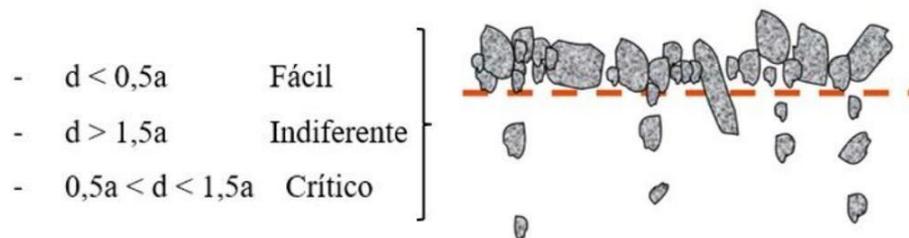
Figura 2.5 Clasificación de materiales (a) Estratificación de material, (b) Estratificación en la zaranda Vibratoria



Fuente: Brochure Vibrating Screens – DEISTER Machine Company, Inc

- Probabilidad: Es el proceso a través del cual el material atraviesa la apertura de la malla, Figura 2.6 El factor de influencia es el tamaño de partícula (d) en relación con la apertura de la malla (a) (Leon Paro, 2019).

Figura 2.6 La probabilidad del Zarandeo



Fuente: Brochure Vibrating Screens – DEISTER Machine Company, Inc

2.2.8 Clasificación de las Zarandas

Los tres tipos de clasificación de la zaranda es la Vibratoria inclinada, horizontal y con Movimiento oscilante.

- Zaranda Vibratoria Inclinada: Para este tipo de zarandas, va a ser de suma importancia el manejo de la inclinación, ya que va de la mano con la velocidad

del flujo del material. En la figura 2.7 se aprecia el mecanismo principal de la zaranda (Cevallos Cevallos, y otros, 2021 pág. 9). Una de las ventajas más relevantes de la criba vibratoria inclinada es la utilización de resortes de aislamiento de vibración para un desempeño confiable, una amplitud estable y la disminución del ruido, mientras que, una de las desventajas es el desgaste de la malla metálica ya que tiene menor vida útil en comparación con el poliuretano y el caucho, el reemplazo de la malla implica cambiar toda la plataforma de la criba (Cevallos Cevallos, y otros, 2021 pág. 10).

Figura 2.7 Zaranda Vibratoria Inclinada



Fuente: McLanahan [fecha de consulta: 05 de Julio del 2023] Disponible en <https://www.dismet.com/portfolio/zarandas-vibratorias-dismet/>

- Zaranda Vibratoria Horizontal: Se denominan clasificadores de corriente horizontal sirven para asentamiento libre, caracterizado por la separación de elementos en movimiento longitudinales, arrastrando partículas finas y dejar de lado las gruesas, contando con elementos adicionales para la remoción de partículas gruesas (Quispe Valeriano, 2018).

Se emplean principalmente para la minería y construcción. Tienen un diseño de doble eje con un ángulo de 45° o de triple eje con un ángulo por lo general de entre 30° y 60° desde la horizontal (Cevallos Cevallos, y otros, 2021 pág. 8).

Figura 2.8 Zaranda Vibratoria Horizontal



Fuente: KPI-JCI and Astec Mobile Screens [fecha de consulta: 05 de Julio del 2023] Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=QymNkpj3Rio&t=205s>.

- Zaranda con Movimiento Oscilante: Sirven principalmente para trabajos de mediana escala. A diferencia de la zaranda vibratoria, que es empleada generalmente en la separación de materiales de minería a gran escala (Cartagena, 2016).

Figura 2.9 Zaranda con Movimiento Oscilante



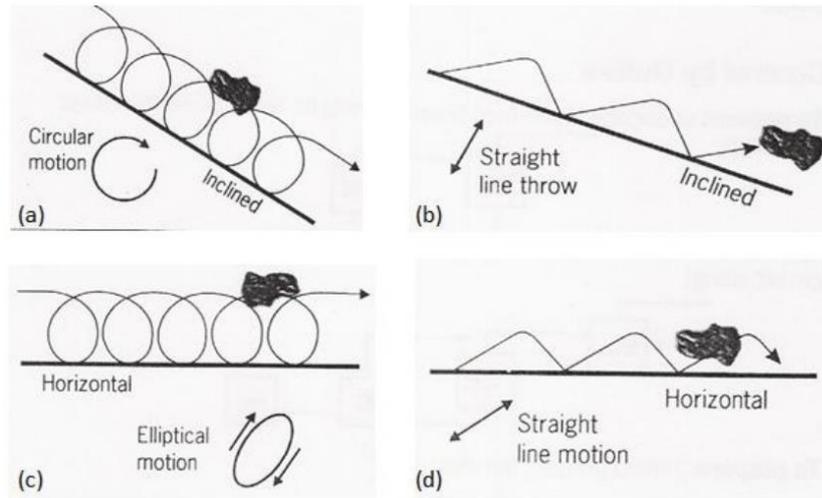
Fuente: [fecha de consulta: 05 de Julio del 2023] Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=kjoxXpTh6fs>

2.2.9 Tipos de Movimiento de la Zaranda

Las zarandas se clasifican en movimiento elípticos, circulares y recto. El movimiento circular o el elíptico (cuando el excitador esta encima de C.G.) es

generalmente preferido en zarandas inclinadas convencionales, en cambio en las zarandas horizontales se prefiere el movimiento lineal, los movimientos lineales también son preferidos en zarandas tipo Banana (Cevallos Cevallos, y otros, 2021).

Figura 2.10 Tipos de movimiento de la zaranda (a) Movimiento circular en una zaranda inclinada, (b) Movimiento recto en una zaranda inclinada, (c) Movimiento elíptico en una zaranda horizontal, (d) Movimiento en línea recta en una zaranda horizontal.

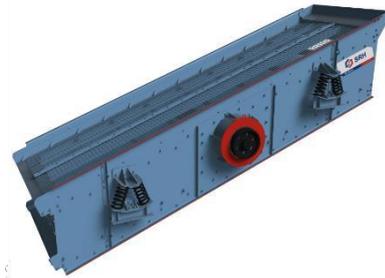


Fuente: VSMA: "Vibrating Screen Manufacturer Association"

2.2.10 Efecto de la Inclinación

Existen muchos tipos de zarandas, pero se pueden reducir a los cuatro tipos más comunes que son simple inclinación, doble inclinación, triple inclinación e inclinación múltiple; aproximadamente el 60% usado a nivel mundial son de inclinación simple y de zarandeo por estratificación. También existen otros tipos como de doble, triple o inclinación múltiple, donde se zarandeo por estratificación y por caída libre o combinándolas para diferentes aplicaciones. La inclinación de la zaranda es muy importante para el rendimiento y la capacidad del zarandeo, normalmente el ángulo recomendado de operación varía entre -5° a 20° . La inclinación gobierna la velocidad del flujo del material, en la Tabla 1.1 se muestra el efecto de la inclinación en la zaranda (Leon Paro, 2019).

Tabla 2.1 Efecto de Inclinación



Zaranda Horizontal	Zaranda Inclinada
Ángulos entre -5° a 10°	Ángulos de 15° a 20°
Capacidad baja a moderada	Alta capacidad
Alta eficiencia	Eficiencia moderada
Baja velocidad de transporte	Alta velocidad de transporte
Mayores problemas de atrapamiento	Menores problemas de atrapamiento
Recomendado en desagüe de minerales	Inadecuados para desagüe de minerales

Fuente: VSMA: "Vibrating Screen Manufacturer Association"

2.2.11 Diseño de una zaranda Vibratoria

Consta de un Marco que contiene una malla con orificios de diferentes tamaños las cuales están sometidas a vibraciones mecánicas generadas por motores vibradores vibratorios que permiten su clasificación y separación de los materiales en función de su tamaño y características.

El momento estático resultante (M_s) es el total necesario para obtener la amplitud de vibración deseada; por lo que, si el método de vibración escogido es el unidireccional, se aplicara la siguiente formula:

$$M_s = e \times P_t \quad (2 - 4)$$

$$P_t = P_s \times P_m \quad (2 - 5)$$

Siendo:

- M_s : Momento estático
- M_d : Momento dinámico

- Pt: Peso total a vibrar
- Ps: Peso de la estructura vibrante.
- Pm: Peso de los moto vibradores

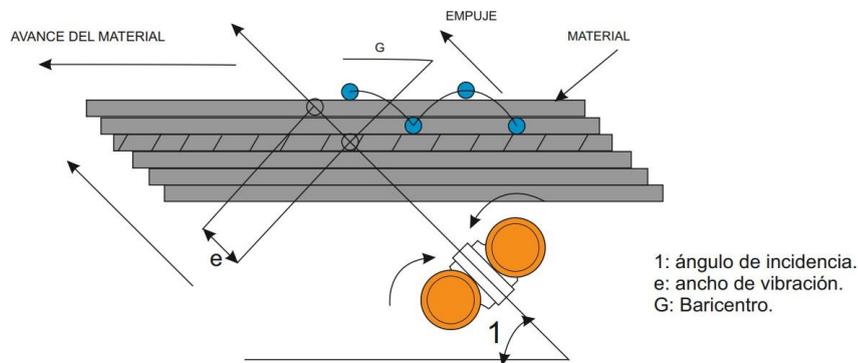
2.2.12 Cálculo de moto vibrador: Método unidireccional

El resultado de la fuerza de vibración se dirige unidireccionalmente en direcciones opuestas.

El método de vibración lo obtenemos utilizando dos vibradores con características electromecánicas similares, junto con su eje de rotación paralelos y direcciones de giros opuestos.

Las principales aplicaciones del método de vibración son separadores, cribas, alimentadores, extractores y calibradores (Vibrotech, 2013).

Figura 2.11 Método unidireccional



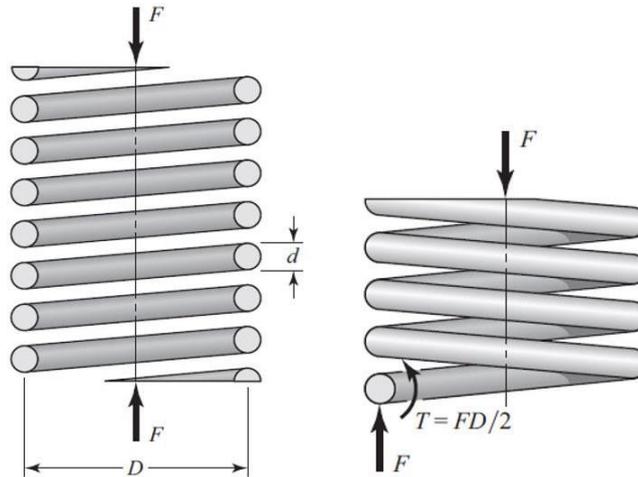
Fuente: Guía para elección de moto vibradores de Vibrotech

2.2.13 Esfuerzos en resorte helicoidal cilíndrico de compresión

Este tipo de resorte es de uso general, utilizándose en válvulas, engrasadores, amortiguadores, etc. Está formado por un hilo de acero de sección redonda, cuadrada u ovalada enrollado en forma de hélice cilíndrica a la izquierda o a la derecha, y a su vez con paso uniforme o variable. Los muelles helicoidales de

sección redonda son los que presentan mejores atributos debido a que soportan tensiones inferiores a los otros tipos de sección (Martinez Lopez, 2013 pág. 4).

Figura 2.12 Resorte helicoidal con carga axial.



Fuente: Diseño en ingeniería mecánica de Shirley 9na edición

Siendo:

- d: Diámetro del alambre
- D: Diámetro medio de la espira
- F: Fuerza Axial

Donde según el libro de "Diseño en ingeniería mecánica de shigley" se obtiene las siguientes formulas:

- Índice del resorte (C):

$$C = \frac{D}{d} \quad (2 - 6)$$

- Esfuerzo del alambre (r):

$$r = K \frac{8FD}{S \pi d^3} \quad (2 - 7)$$

- Factor de corrección del esfuerzo cortante (K_S):

$$K_S = \frac{2C+1}{2C} \quad (2 - 8)$$

2.2.14 Cálculo de la superficie de la vibración

Método pasante, basado en la masa sólida por unidad de tiempo que pasa por una superficie específica de malla de una determinada luz de paso (Calculo de la superficie de cribado, 1999).

Para determinar la superficie de cribado necesaria será el método Bouso o método híbrido.

$$S = \frac{T}{B * f} \quad (2 - 9)$$

Siendo:

- S: Superficie necesaria de cribado, expresada en m²
- T: Masa de sólidos de alimentación o que debe pasar por la malla, expresada en t/h
- B: Capacidad específica o básica bien de alimentación o pasante-, expresada en t/m².h
- *f*: Factor total de corrección de la capacidad básica, sin unidades.

➤ Capacidad básica o específica

Expresada en t/m².h de producto de densidad aparente 1,6 t/m³ que pasa por una malla de luz determinada, de alambre de acero y con área libre del 50 %, colocada en la primera posición de una criba instalada con una inclinación de 20°. El producto de alimentación con un contenido de partículas superiores a la luz de malla, rechazo, del 25 % y de partículas inferiores al tamaño mitad de la malla, semitamaño, del 40 %. Eficiencia de cribado considerada del 94 % (Calculo de la superficie de cribado, 1999).

Tabla 2.2 Parámetros de Capacidad Básica B (t/m²*h)

CAPACIDAD BÁSICA B (t/m².h)			
Luz de malla (mm)	Material		
	Carbón	Triturado	Natural
0,50	2,0	2,7	3,5
0,80	2,6	3,4	4,4
1,00	2,8	3,7	4,9
1,25	3,1	4,1	5,5
2,0	4,0	5,3	7,1
4,0	6,0	8,0	10,5
5,6	7,5	10,0	13,0
6,3	8,1	10,8	14,0
8,0	9,0	12,5	16,0
10,0	10,8	14,4	18,6
12,5	12,5	16,6	21,5
16,0	14,3	19,0	25,1
20,0	16,5	22,0	29,0
25,0	19,5	26,0	33,4
31,5	22,5	30,0	37,9
40,0	26,0	34,7	42,5
50,0	29,3	39,0	47,4
63,0	33,0	44,0	52,0
80,0	36,8	49,0	57,0
100,0	42,0	56,0	63,0
120,0	47,3	63,0	68,0

Fuente: Revista Calculo de la superficie de cribado de Juan Luis BOUSO

- Densidad Especifica Aparente, P_a

Los valores “empíricos” de la capacidad básica están basados en un producto de densidad específica 1,6 t/m³, por loque cualquier otro producto de distinta densidad tendrá una capacidad proporcional a la misma, es decir, el valor de la capacidad básica deberá ser corregido con un factor f_d (Calculo de la superficie de cribado, 1999).

$$f_d = \frac{P_a}{1,6} \quad (2 - 10)$$

- Partículas superiores al tamaño de clasificación, Rechazo R

La capacidad básica considera un producto de alimentación con un 25 % de rechazo, por lo que cualquier otro porcentaje, significa que debe corregirse la capacidad básica con un factor f_r , lógicamente $f_r = 1$ para un valor del rechazo $R = 25\%$ (Calculo de la superficie de cribado, 1999).

Tabla 2.3 Factor de Rechazo

FACTOR DE RECHAZO										
R	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Factor f_r	1,10	1,08	1,06	1,04	1,02	1,00	0,98	0,96	0,94	0,92
R	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95

Fuente: Revista Calculo de la superficie de cribado de Juan Luis BOUSO

➤ Eficiencia de Clasificaciones

Los valores de capacidad básica fueron calculados en base a una eficiencia o rendimiento de cribado, E , del 94 %, es decir, el 6 % de las partículas finas que debería haber pasado por la luz de la malla no pasaron, por lo que cualquier divergencia con esta hipótesis debe ser corregida con un factor de eficiencia, f_e , que será $f_e = 1$ para una eficiencia $E = 94\%$ (Calculo de la superficie de cribado, 1999).

Tabla 2.4 Factor de Eficiencia

FACTOR DE EFICIENCIA							
E	98	96	94	92	90	85	80
Factor	0,60	0,85	1,00	1,05	1,12	1,26	1,41
E	75	70	65	60	55	50	45

Fuente: Revista Calculo de la superficie de cribado de Juan Luis BOUSO

2.2.15 Importancia de una zaranda vibratoria para incrementar productividad.

La importancia de una buena zaranda vibratoria define la capacidad de productividad de todo un proceso el cual interviene, disminuyendo las intervenciones de limpieza y así obteniendo la mayor disponibilidad del

equipo. Recurriendo el método ordinal corregido de criterios ponderados y proformas de las distintas máquinas que cumpla con las siguientes características: construcción, costo, cantidad de producto, manejo y dimensiones. De acuerdo con esto se optó el sistema de limpieza con zarandas.

2.2.16 Problemas asociados con las intervenciones de limpieza de la malla

Los principales problemas asociados con las intervenciones de limpieza de malla son en relación con la disponibilidad del equipo, sucede que las intervenciones de limpieza de la malla demandan que el sistema tenga una parada cada cierto tiempo que la malla este saturada o tupida afectando a capacidad disponible del Equipo.

2.2.17 Componentes de una zaranda vibratoria

La zaranda Vibratoria se compone de cuatro tipos de elementos básicos:

- Motor vibrador: Máquina electromecánica que convierte la energía eléctrica en energía mecánica, utiliza la electricidad para mover un eje con masas desequilibradas.

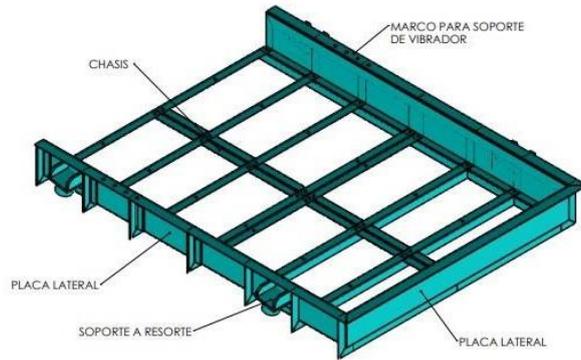
Figura 2.13 Moto vibrador



Fuente: Catalogo OLI Disponible en <https://app.olivibra.com/open/public/documents/535>
Cat_IndustrialVibr_CIV_ES_0523_rev25.pdf

- Cuerpo estructural: Marco o esqueleto de cualquier estructura cuyos componentes en su mayoría son columnas y vigas de acero.

Figura 2.14 Cuerpo estructural



Fuente: Elaboración propia

- **Puente Base del Moto vibrador:** Es la viga que tiene implementada el motor vibrador.

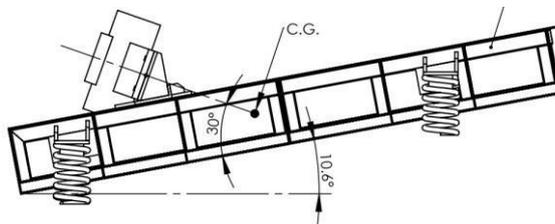
Figura 2.15 Puente base del motor



Fuente: Elaboración propia

- **Sistema de amortiguación:** Tiene la finalidad de absorber la energía generada por la vibración.

Figura 2.16 Sistema de amortiguación



Fuente: Elaboración propia

2.2.18 Concepto de tiempos

El control de tiempos puede ser aplicado para un equipo (máquina), para un proceso o para una célula (conjunto de procesos / equipos).

La tabla muestra, de modo genérico, los diversos TIEMPOS que son considerados en el "control de tiempos".

Tabla 2.5 Distribución del tiempo

Tiempo calendario (c)					
Tiempo programado total (pt)				Causas externas	Tiempo libre
Tiempo programado p/ producción (pp)				(e)	(l)
Tiempo útil (u)	Quiebre ritmo (r)	Interrupción (i)	Retraso de parada prog. (r)	Paradas programadas (p)	

Fuente: Gerdau "CONCEPTO DE TIEMPOS"

- Tiempo calendario (C): es el período calendario considerado en horas, eso es, los días del mes multiplicados por 24 horas.
- Causas externas (E): Son las horas paradas debido a motivos que no están bajo el control del área o unidad que se ha parado de una manera no programada.
- Tiempo libre (L): son las horas en que el equipo, aunque apto para operar, no fue utilizado en la producción por decisión de la empresa, y no se realizó cualquier actividad operacional o de mantenimiento en este periodo.
- Tiempo programado total (PT): son las horas programadas para la producción y para las paradas programadas.
- Tiempo Programado Total = Tiempo Calendario - Causas Externas - Tiempo Libre.
- Tiempo programado para producción (PP): son las horas del Tiempo Programado Total, programadas para producción.

- Tiempo Programado para Producción = Tiempo Programado Total – (Paros Programados + Retrasos).
- Paros programados (P): son caracterizadas por su previsibilidad, es decir, la programación anticipada y/o sistemática.
- Retraso (R): Es el tiempo que excede el tiempo planeado para las Paros Programados como Reformas, Paros Semanales de mantenimiento/operación y Paradas de Horario de Pico. Por lo tanto, el tiempo excedente no es considerado como interrupción de operación o mantenimiento.
- Interrupciones (I): Son las paradas que interrumpen la operación de la línea de forma imprevista.
- Quiebre de ritmo (r): lo quiebre de ritmo es caracterizada por una operación del equipo por debajo o sobre el Estándar de Producción Horaria (EPH) definido para el binomio equipo/producto.
- Tiempo útil (U): son las horas en que el equipo opera sin interrupciones y en su RITMO y PRODUCCIÓN HORARIA estándares.

2.2.19 Disponibilidad en producción

La disponibilidad es un término probabilístico exclusivo de los “equipos reparables” que se define como la probabilidad de que el equipo este operando (es decir que no este en reparación) a un tiempo “t”. (Yañez Medina, y otros, 2004)

2.2.20 Productividad

“la productividad calcula la relación de los factores o recursos que intervienen para la transformación de materias primas en productos terminados, entre menor se empleen los factores o recursos y se produzca mayores o iguales cantidades entonces será considerada un incremento de productividad”. (T. Horngren, y otros, 2007).

$$Productividad = \frac{Productos\ Obtenidos}{Insumos\ Invertidos} \quad (2 - 11)$$

2.2.21 Tipos de Productividad

- **Productividad Parcial**

“la productividad parcial, es la relación del número de unidades fabricadas o bienes prestadas entre el recurso utilizado que puede ser mano de obra, maquinaria, etc.

- **Productividad Global**

La productividad global o total de una empresa, es la relación del número de unidades fabricadas o bienes prestadas entre el total de recursos que interviene en todo el proceso de transformación. (T. Horngren, y otros, 2007)

2.2.22 Medidas Parciales de la Productividad

La productividad parcial es una de las de mayor utilización debido a que mide un solo factor o recurso de que tan aprovechada este siendo esta de su totalidad, es decir el total producido entre el recurso empleado, para obtener una minimización de los costos de fabricación de una empresa, se debe buscar incrementos de productividades a través del mejor aprovechamiento de los recursos.

La medida de productividad que se utiliza con mayor frecuencia compara la cantidad de la producción elaborada con la cantidad de un insumo individual utilizado. En su forma más común, la productividad parcial se expresa como una relación:

$$Productividad\ Parcial = \frac{Cantidad\ de\ Produccion\ Obtenida}{Cantidad\ de\ Insumos\ Utilizados} \quad (2 - 12)$$

Para lograr una reducción de los costos de operación de la industria manufacturera, resulta bastante convincente que se busque un aumento de la productividad a través de la utilización más eficiente de la planta existente. Eso se logra con una mejor utilización de la máquina, de cada operario calificado, de las materias primas y de la misma organización administrativa.

2.2.23 Factor para medir la productividad

Estos son los factores de productividad los cuales sirven para determinar las productividades parciales. (Diaz, y otros, 2007)

- **Factor Materia Prima**

La materia prima son componentes fundamentales sustraídos del medio ambiente para producir bienes o servicios. (Diaz, y otros, 2007).

$$Productividad = \frac{Productos Logrados}{Materia Prima Utilizada} \quad (2 - 13)$$

- **Factor Maquinaria y Herramientas**

Se precisa como el recurso tecnológico que cambia la materia prima en producto terminado.

$$Productividad = \frac{Productos Logrados}{Horas Maquina} \quad (2 - 14)$$

- **Factor Capital**

Es la parte principal para la instalación y mejora de una fábrica. En el cual se obtiene los recursos, equipos y se paga a los operarios. (Diaz, y otros, 2007).

$$Productividad = \frac{Productos Logrados}{Costos de Produccion} \quad (2 - 15)$$

- **Factor de Mano de Obra**

La mano de obra es la fuerza laboral con la cual se logra transformar materias primas en productos terminados, así como también brindar servicios. (Diaz, y otros, 2007).

$$Productividad = \frac{Productos Logrados}{Horas Hombre} \quad (2 - 16)$$

2.2.24 Técnicas de Mejoramiento de la Productividad

- **Estudio de tiempos**

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos de trabajo y actividades correspondientes a las operaciones de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, con el fin de analizar los datos y poder calcular el tiempo requerido para efectuar la tarea según un método de ejecución establecido. (Cruelles, 2012)

- **Análisis de Pareto**

El Principio de Pareto se persigue alcanzar un gran rendimiento con el menor esfuerzo posible con el fin de evitar invertir demasiado tiempo en tareas con escasa prioridad: estableciendo prioridades y gestionando mejor el tiempo, se puede trabajar de forma más eficiente y centrada en los objetivos. (El costo beneficio como herramienta de decision en la inversion en actividades cientificas., 2017)

- **Análisis Costo Beneficio**

Es importante señalar que tomar una decisión implica elegir entre dos o más cursos de acción alternativos, por lo que el costo de oportunidad es otro factor a tener en cuenta, pues representa lo que se deja de ganar por haber rechazado el valor de la siguiente mejor opción. (El costo beneficio como herramienta de decision en la inversion en actividades cientificas., 2017)

- **Balance de líneas**

El balanceo de línea busca eficiencia en la producción en todos los sentidos y la reducción de residuos durante los procesos es una alternativa para lograrlo. La sobreproducción, las anomalías en las estaciones de trabajo y los productos con defectos son casos en los que se pueden generar desperdicios de fábrica. (Díaz, y otros, 2007)

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Marco normativo

- RNE: Reglamento Nacional de Edificaciones
- AISC: American Institute of Steel Construction, Inc.
- AWS: American Welding Society
- ASTM: American Society for Testing and Materials

2.3.2 Diseño

Diseñar es formular un plan para satisfacer una necesidad específica o resolver un problema particular. (Shigley, 2012).

Definición personal: Diseño es el procedimiento que involucra, cálculos de ingeniería, análisis de material, simulación con software con el fin de satisfacer una necesidad.

2.3.3 Manufactura

Aplicación de procesos físicos y químicos para alterar la geometría, propiedades o apariencia de un material de inicio dado para fabricar piezas o productos. (Groover, 2007).

Definición personal: Manufactura es proceso en el cual un material se transforma, siendo este último un material con condiciones específicas solicitadas.

2.3.4 Tiempos muertos

Se puede definir como tiempo muerto a aquel periodo de tiempo en el que algún sistema se encuentra fuera de operación debido a alguna falla o por estar en mantenimiento. (Barajas, 2017).

Definición personal: Periodo de tiempo que el equipo no se encuentra en operación y tampoco se encuentra en mantenimiento.

2.3.5 Implementación

Poner en funcionamiento, aplicar métodos, medidas, etc.; para llevar algo a cabo. (RAE, 2018)

Definición personal: Realizar el diseño, manufactura e instalación de un equipo o metodología.

2.3.6 Intervenciones

Se realizan cuando se detectan las fallas, y las consecuencias de su operación en la condición de riesgo calculado. (Palencia, 2006).

Definición personal: Cuando la fuerza de trabajo ingresa a el equipo a levantar condiciones subestándares en un equipo.

2.4 Definición de términos básicos

2.4.1 Productividad

Se define como una metodología que tiene su base en métodos y leyes científicas que permiten aprovechar, de una mejor forma, la jornada laboral evitando pérdidas de tiempo y dinero en el proceso de producción.

2.4.2 Arena de fundición

La arena de sílice (SiO_2), encontrada en muchos depósitos naturales, es adecuada para el moldeo, porque puede resistir altas temperaturas sin descomponerse. Esta arena es de bajo costo, tiene gran duración y se consigue en una amplia variedad de tamaños y formas de granos. Por otra parte, tiene

una alta relación de expansión cuando se le sujeta al calor y tiene cierta tendencia a fusionarse con el metal. Si contiene un alto porcentaje de polvo fino, puede ser un peligro para la salud. (Padilla, 1992)

2.4.3 Selección de arena

Es el proceso de separación de arena que va a ser útil en el siguiente proceso.

2.4.4 Tamiz

Para tamizar la tierra o arena generando una capa de contacto con el modelo y alrededor del mismo, seleccionando una granulometría adecuada, de acuerdo con el tejido que posea el mismo. (Intelángelo, 2019).

2.4.5 Arena de contacto

Es la que se utiliza para generar una primera capa para cubrir el modelo siendo de granos finos para obtener una superficie lisa en la pieza colada. (Intelángelo, 2019).

2.4.6 Arena de relleno

Es la empleada para rellenar las cajas de moldeo y por razones de utilidad se utiliza arena de granos más gruesos sin tamizar (Intelángelo, 2019).

2.4.7 Malla

Filtro que permite clasificar elementos sólidos según su granulometría.

2.4.8 Norma ASTM A36

Según la norma indica que es una aleación de hierro, estas son usadas para hacer estructuras de acero atornilladas o soldadas, esta aleación cuenta con hierro 98% como mínimo, carbono 0,29% como máximo y otras cantidades de elementos químicos como silicio y manganeso.

III. HIPOTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

La implementación una zaranda vibratoria incrementa la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao.

3.1.2. Hipótesis específicas

- El diseño de una zaranda vibratoria de incrementa la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao.
- La manufactura de una zaranda vibratoria de incrementa la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao.
- La reducción de los tiempos de operación incrementa la productividad en el área de desplome en la planta de fundición de metales en el callao.

3.2. Operacionalización de variables

Tabla 3.1 Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICE	MÉTODO Y TÉCNICA
INDEPENDIENTE				Memoria de calculo	Documento	
ZARANDA VIBRATORIA	Las zarandas vibratorias también conocidas como cribas o harrereros, son equipos que se utilizan para la clasificación de productos sólidos por granulometría y también para separar sólidos de líquidos. (LEON, 2019)	Elaborar el diseño, manufactura y operación de la zaranda vibratoria para incrementar productividad.	Diseño	Simulación	Documento	
				Planos	Documento	
			Manufactura	Cuerpo estructural	Control dimensional	
				Motor	Capacidad	
				Tratamiento térmico estructural	Resistencia a fatiga	
			Operación	Diámetro de grano	mm	
				Vibración	Hz	
DEPENDIENTE	Se define como una metodología que tiene su base en métodos y leyes científicas que permiten aprovechar, de una mejor forma, la jornada laboral evitando pérdidas de tiempo y dinero en el proceso de producción. (TAYLOR,2019)	Reducir tiempos muertos y cantidad de intervenciones en el equipo por limpieza	Tiempos muertos	Reducción de tiempos de inactividad	Numero de intervenciones por día	Investigación Tecnológica Cuantitativa Pre Experimental
PRODUCTIVIDAD		Intervenciones	Intervención por saturación	Horas		

Fuente: Elaboración propia

IV. METODOLOGIA DEL PROYECTO

4.1. Diseño Metodológico

4.1.1 Tipo de Investigación

En línea con la teoría (Ezpinoza Montes, 2014 pág. 90), el tipo de investigación es tecnológica y tiene como propósito aplicar el conocimiento científico para solucionar los diferentes problemas que beneficien a la sociedad; nuestro diseño de investigación aplica conocimientos científicos para mejorar la productividad de un Proceso de producción en una planta de fundición de metales.

El nivel de esta investigación según Espinoza Montes, es de tipo aplicada, pues “tiene como propósito aplicar los resultados de la investigación experimental para diseñar tecnologías de aplicación inmediata en la solución de los problemas de la sociedad, buscando eficiencia y productividad”, en este caso particular mejorar el diseño de la zaranda secundaria para reducir las intervenciones de limpieza en la malla incrementara la productividad del área de desplome en una planta de fundición de piezas anti desgaste.

4.1.2 Enfoque de Investigación

En línea con la teoría de Bernal Torres, El enfoque del presente trabajo de investigación es de tipo cuantitativo pues fundamenta en la medición de las características de los fenómenos sociales, lo cual supone derivar de un marco conceptual pertinente al problema analizado, una serie de postulados que expresen relaciones entre las variables estudiadas de forma deductiva. Este método tiende a generalizar y normalizar resultados. (Bernal Torres, 2010 pág. 60)

4.1.3 Diseño de la investigación

En línea con la teoría de Espinoza Montes, el tipo de diseño de investigación es pre – experimental pues se utilizan estos diseños cuando se sabe que existen variables extrañas que pueden influir en la variable dependiente, pero no se sabe qué variables son y por lo tanto no se pueden controlar. Al utilizar este diseño corremos el riesgo de que la validez interna y externa sea mínima o nula. Pero ilustran la forma en que las variables extrañas pueden influir en la validez interna. Nos muestra lo que se debe y no debe hacer (Ezpinosa Montes, 2014 pág. 98).

Diseño de un grupo con preprueba y post prueba

Se evalúa los efectos del tratamiento comparándolo con una medición previa, su diseño es:

$$O1 \rightarrow X \rightarrow O2$$

X: Tratamiento aplicado al grupo experimental (VI).

O1: Observación de la variable dependiente antes de tratamiento.

O2: Observación de la variable dependiente después de tratamiento.

4.1.4 Diseño de la investigación

En línea con la teoría de Bernal Torres, el presente trabajo de investigación es de tipo experimental pues se caracteriza porque en ella el investigador actúa conscientemente sobre el objeto de estudio, en tanto que los objetivos de estos estudios son precisamente conocer los efectos de los actos producidos por el propio investigador como mecanismo o técnica para probar sus hipótesis (Bernal Torres, 2010 pág. 117).

En línea con la teoría de Bernal Torres el presente trabajo de investigación es de tipo retrospectivo pues es necesario determinar cuál será el período, sea retrospectivo o prospectivo, dentro del cual se realizará el estudio del hecho, la situación, el fenómeno o población investigados” (Bernal Torres, 2010 pág. 107)

4.2. Método de investigación

En línea con la teoría de Espinoza Montes, el presente trabajo de investigación presenta un enfoque de investigación sistémico pues el propósito del método sistémico es estudiar el objeto mediante la determinación de sus elementos, sus relaciones y límites para observar su estructura y la dinámica de su funcionamiento. El enfoque sistémico enfrenta el problema en su complejidad a través de un pensamiento basada en la totalidad, en el estudio de la relación entre las partes y de las propiedades emergentes resultantes (Espinoza Montes, 2014 pág. 91).

Tabla 4.1 Esquema del diseño de la investigación

Tipo de Investigación	Nivel de Investigación	Diseño de la Investigación	Método de Investigación
Investigación tecnológica:	Investigación aplicada:	Experimental – pre experimental:	Método sistémico
Mediante el análisis de datos estadísticos de la productividad en el área de desplome, se diseñó una zaranda vibratoria que reduce las operaciones de limpieza de malla para incrementar la disponibilidad del proceso.	Se diseñó una nueva zaranda vibratoria que permite reducir las operaciones de limpieza de la malla que generan indisponibilidad de producción en el área de desplome en una planta de fundición de piezas anti-desgaste.	O1 → X → O2 Dónde: O1: Observación de la productividad en el área de desplome antes de la implementación. X: Implementación de la Zaranda Vibratoria O2: Observación de la productividad en el área de desplome después de la implementación.	A través del histórico de la producción, se analizó los tiempos de operación por limpieza de malla saturada que intervienen en la producción como parada del proceso y se identificó la indisponibilidad que estos generan en el área de desplome en una planta de fundición de piezas anti-desgaste.

Fuente: Elaboración propia

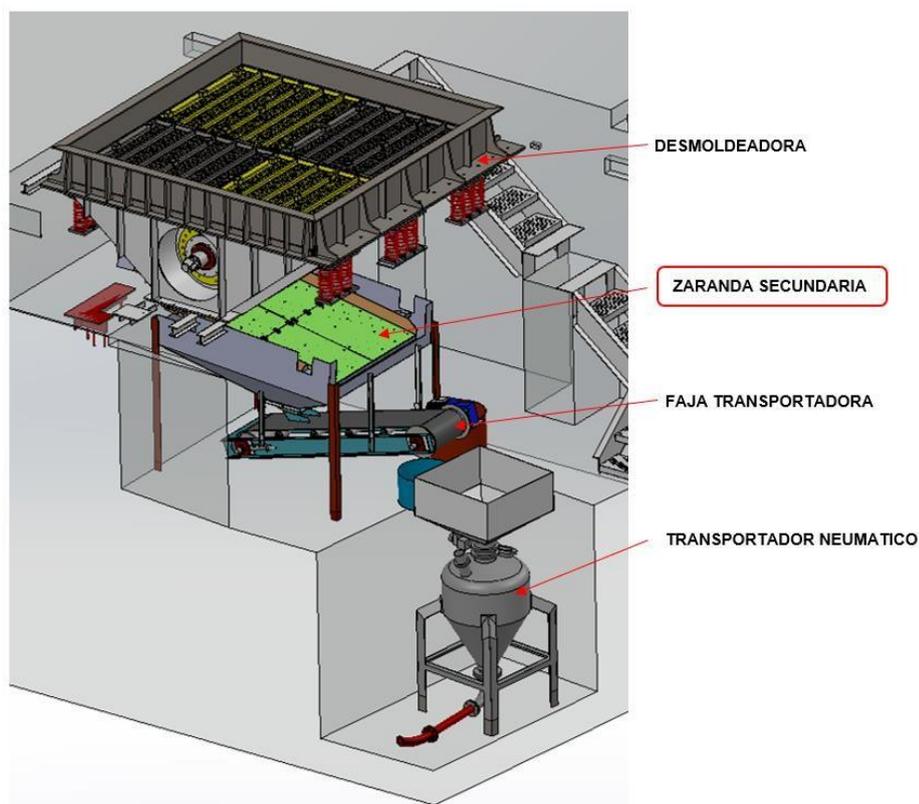
4.3. Población y muestra

- **Población:**

La población, “es el conjunto completo de todos los elementos (puntuaciones, personas, medidas, etcétera) que se va a estudiar. El conjunto es completo porque incluye a todos los sujetos que se estudiarán.” (Triola, 2009)

Para la presente investigación la población es el área de desplome en una Planta de fundición de metales.

Figura 4.1 Área de desplome



Fuente: Fundición Ventanilla S.A.

- **Muestra:**

Según (HERNANDEZ, y otros, 2014 pág. 173) la muestra es un “subgrupo del universo o población del cual se recolectan los datos y que debe ser representativo de esta”, para la presente investigación la muestra representa

es la zaranda vibratoria del área de desplome área de desplome en una Planta de fundición de metales.

4.4. Lugar de Estudio

El lugar donde se realizó la implementación de la zaranda vibratoria para incrementar la productividad en el área de desplome fue en la planta de fundición de metales ubicada en ventanilla con un periodo de 6 meses del año 2023.

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de información

En línea con la teoría de Espinoza Montes, la técnica de recolección de información utilizada en el presente trabajo de investigación es de tipo documental pues la técnica documental permite la recopilación de evidencias para demostrar las hipótesis de investigación. Está formada por documentos de diferente tipo: revistas, memorias, actas, registros, datos e información estadísticas y cualquier documento de instituciones y empresas que registran datos de su funcionamiento (Espinoza Montes, 2014 pág. 107).

Para la recolección de la información teórica, la cual consiste en realizar la implementación de una zaranda vibratoria para el incremento de la productividad, permite la búsqueda de la información en libros, informes y tesis con el mismo objetivo de estudio.

Para la recolección de datos del diseño de la zaranda vibratoria se realizó las simulaciones en el programa SOLIDWORK y para los datos de la productividad, se recopiló la información de la producción mensual del área de desplome.

Los instrumentos utilizados en el presenta trabajo fue el reporte de producción diario del área de desplome en el programa Excel, con el fin de monitorear nuestra variable independiente que es la productividad.

4.6. Análisis y procesamiento de datos

4.6.1. Parámetros para el Diseño de la Zaranda Vibratoria

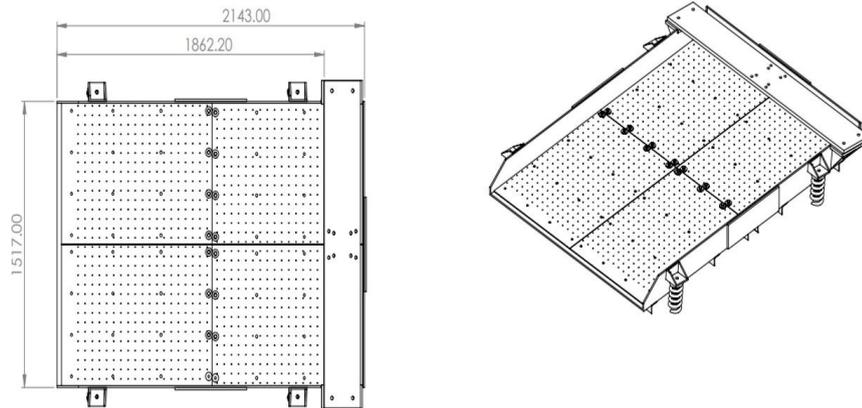
Tabla 4.2 Requerimiento de la zaranda vibratoria

Ítem	Descripción	Especificaciones
1	Capacidad	Proyectada 20 Ton/h
2	Clasificación	Ingresa arena semiprocesada con partículas de 6mm y se quiere clasificar solo arena con partículas menor a 2.5mm
3	Dimensiones	1.5 m x 1.8 m
4	Ingeniería	<ul style="list-style-type: none">- Fabricar Nuevo diseño con memoria de cálculo considerando la infraestructura actual.- Si hay soldadura debe ser tratada de acuerdo con norma.- El ángulo debe ser entre 7° y 12° dependiendo de diseño de evacuación.- Considerar 4 malla empernadas extraíbles para método de mantenimiento y limpieza.- Seleccionar y habilitar resortes diseñados para la zaranda- Pintado epóxido gris entre 8 a 10 Mills Moto vibrador 440 v – 60 hz

Fuente: Elaboración propia

Zaranda empírica existente, como referencia para considerar las dimensiones del marco y respetar en perímetro existente.

Figura 4.2 Diseño de zaranda vibratoria empírica



Fuente: Fundación Ventanilla S.A.

Características de material a filtrar.

Tabla 4.3 Características de material

Ítem	Descripción	Parámetro
1	Material	Arena sílice Recuperada
2	Tipo	Fase Densa
3	Temperatura Máxima	120°C
4	Humedad	0.20%
5	Densidad	2000 kg/m ³

Fuente: Elaboración propia, datos de producción

4.6.2. Generalidades del Diseño de la Zaranda Vibratoria

El presente análisis es para sustentar el diseño propuesto en el plano general para realizar de manera factible el diseño propuesto de la zaranda con una moto vibradora intermedio, produciendo el avance de las partículas por micro saltos a lo largo del tamiz y su posterior clasificación, garantizando la capacidad de producción requerida.

La estructura vibratoria está conformada por una plataforma bastidor donde descansan las mallas, en la parte inferior cuentan con refuerzos en perfiles angulares, dicha plataforma descansa sobre 04 apoyos para los resortes y en su parte intermedia cuenta con base para el apoyo de los moto vibradores.

La zaranda vibratoria se encuentra dentro del área de desplome, en las instalaciones de Fundición Ventanilla.

4.6.3. Datos para el Diseño de los Elementos

La estructura vibratoria está conformada por una plataforma bastidor de armadura en ángulos L2"x2"x3/16" donde descansan las mallas de plancha agujereada de 3/16", en la parte superior cuentan con refuerzos en perfiles angulares L2 1/2"x2 1/2"x3/16", dicha plataforma descansa sobre 04 apoyos para los resortes en plancha de a2mm y tubo de Ø3" sch40 y en su parte intermedia cuenta con base para el apoyo de los moto vibradores conformado básicamente en plancha de 12mm reforzada con Platinas de 3/8"x1 1/2".

Según normal ASTM A36, Tenemos:

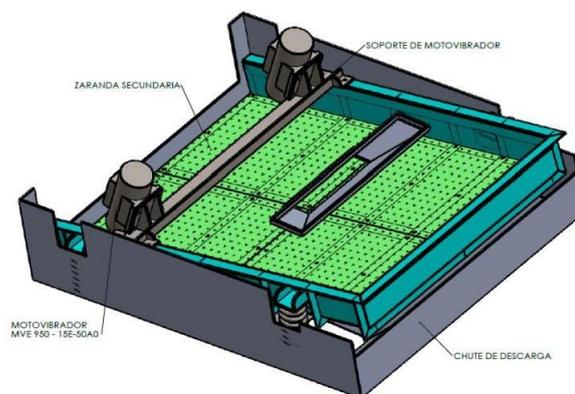
- Esfuerzo de fluencia

$$F_y = 36 \text{ Ksi} = 25.30 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$$

- Esfuerzo último

$$F_y = 58 \text{ Ksi} = 41 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$$

Figura 4.3 Nuevo diseño de zaranda vibratoria



Fuente: Elaboración propia

4.6.4. Selección del Moto Vibrador

Se necesita seleccionar un moto vibrador con una fuerza centrífuga mayor a 911Kgf.

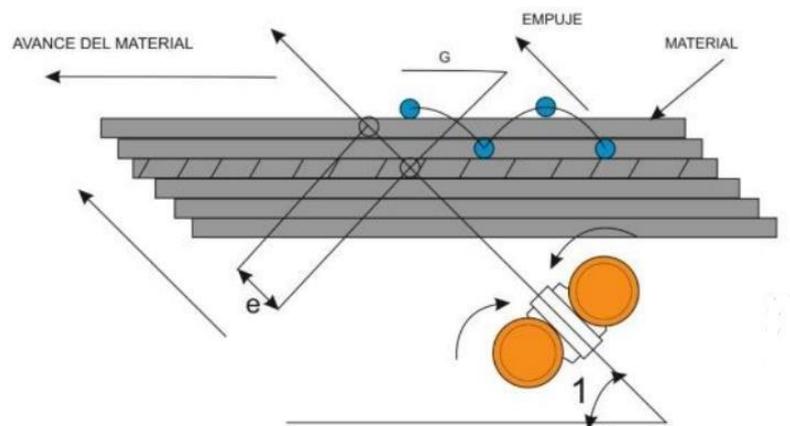
Tabla 4.4 Datos del diseño

Datos	Peso (kgf)
Peso Producto Disgregado	400
Peso vibrador (2 unid)	66
Peso de Zaranda Vibratoria	445
Peso Total	911

Fuente: Elaboración propia

Método Unidireccional del moto vibrador con relación a las partículas y la zaranda.

Figura 4.4 Método unidireccional



Fuente: Guía para elección de moto vibradores de Vibrotech

Siendo:

- 1: Angulo de incidencia
- e: Ancho de vibración
- G: Baricentro

Los ángulos de incidencia (I) se determinan según el tipo de mecanizado y se resumen en la Sgte. tabla:

Tabla 4.5 Tipo de proceso según Angulo de incidencia

I	Tipo de proceso
5° - 15°	Separadores
25° - 30°	Transporte, alimentación, extracción, clasificación
30° - 45°	Cribado, separación

Fuente: Elaboración propia, datos de selección

Para nuestro caso de clasificación tenemos un ángulo de 25°-30°, por comodidad elegimos 30° como se muestra en la figura siguiente:

- Cálculo de la Aceleración de los moto vibradores

Para los moto vibradores la aceleración recomendable está en el rango de 2 – 4g por lo que si seleccionamos el moto vibrador MVE 950/18E-50A0:

Tabla 4.6 Datos de la Ficha técnica

Unbalance (Desequilibrio)	37.8 kg*cm
Centrifugal forcé (Fuerza Centrifuga)	957 kg

Fuente: Elaboración propia

Para calcular la excentricidad de la máquina vibratoria seleccionada, utilice la siguiente fórmula, de la ecuación (2-1):

$$M_s = e \times P_t \quad (4 - 1)$$

$$37.8 \text{ kg} * \text{cm} = e \times 957 \text{ kg}$$

$$0.39 \text{ mm} = e$$

Para calcular la aceleración de la máquina vibratoria seleccionada utilice la siguiente fórmula:

$$a = 0.00285 \times e \times f^2 \quad (4 - 2)$$

$$a = 0.00285 \times 0.39\text{mm} \times 60 \text{ hz}^2$$

$$a = 4.05 \text{ g}$$

lo que está en el rango máximo y nos da margen para regular el moto vibrador por ejemplo a un 80% teniendo 3.25g.

Verificación del momento necesario

El momento estático resultante (M_s) es el total necesario para obtener la amplitud de vibración deseada; por lo que, si el método de vibración escogido es el unidireccional, con 2 vibradores eléctricos aplicados a la máquina vibradora, el vibrador eléctrico necesario tendrá un momento estático equivalente a la mitad del M_s .

$$P_t = P_s + P_m \quad (4 - 3)$$

$$P_t = 445 \text{ kgf} + 66\text{kgf}$$

$$P_t = 511 \text{ kgf}$$

De la tabla tenemos a 1800 RPM:

$$e = 0.8\text{mm (min)} - 3.4\text{mm (máx.)}$$

$$M_s = e \times P_t \quad (4 - 4)$$

$$M_s = 40.88 \text{ kg.cm (min)} - 173.74 \text{ kg.cm(max)}$$

Pero como tenemos dos moto vibradores entonces dividimos entre dos.

$$M_s = 20.44 \text{ kg.cm (min)} - 86.87 \text{ kg.cm(max)}$$

El moto vibrador produce un momento de trabajo dinámico de 75. 59Kg.cm por lo está dentro del rango a un 87% del valor máximo.

4.6.5. Cálculo del Resorte

- **Análisis estático**

Tenemos que la máxima fuerza sobre el resorte sería:

$$F = \frac{957 \times 2 \text{ kgf} + 911 \text{ kgf}}{4} = 706.25 \text{ kgf} = 6.92 \text{ kN} \quad (4 - 5)$$

cuando la fuerza centrífuga tiene la dirección de peso.

Siendo:

- Carga máxima de trabajo: $F = 6928.31 \text{ N}$
- Valor de índice de resorte: $(D/d) = 6.3$ ($4 \text{ min} \leq C \leq 12 \text{ máx.}$)
- Factor de seguridad de diseño: $n=1.2$
- Diámetro estimado del alambre: $d=19 \text{ mm}$
- Diámetro medio del resorte: $D=119 \text{ mm}$

Donde:

$$\frac{S_{SY}}{n} = K \frac{8FC}{\pi d^2} \quad (4 - 6)$$

$$r_{max} = K \frac{8FC}{\pi d^2} \quad (4 - 7)$$

Relación de esfuerzos:

$$\alpha = \frac{S_{SY}}{S_{ut}} \quad (4 - 8)$$

Resistencia mínima a la tensión:

$$S_{ut} = \frac{A}{d^m} \quad (4 - 9)$$

Donde A y m son constantes que dependen del material despejando "d":

$$d = \left(\frac{K 8 F C n_{-1}}{\alpha \pi A} \right)^{\frac{1}{2-m}} \quad (4 - 10)$$

- Constante de Wahl: $K_W = 1.24069$

$$K_W = \frac{4C - 1}{4C - 4} + \frac{0.615}{C} \quad (4 - 11)$$

- Constante de Bergsträsser (sin pre esforzado): $K_B = 1.22673$

$$K_B = \frac{4C + 2}{4C - 3} \quad (4 - 12)$$

- Constante de corrección (pre esforzado): $K_S = 1.07983$

$$K_S = \frac{2C + 1}{2C} \quad (4 - 13)$$

Los coeficientes A y m para Shigley los obtenemos de la siguiente tabla:

Tabla 4.7 Selección de material de alambre

Material	ASTM num.	Exponente m	Diámetro, pulg	A, kpsi. Pulg	Diámetro, mm	A, Mpa. Mm	Costo relativo del alambre
Alambre de piano*	A228	0.145	0.004 - 0.56	201	0.10 - 6.5	2211	2.6
Alambre T y R en aceite	A229	0.187	0.020 - 0.500	147	0.5 - 12.7	1855	1.3
Alambre estirado duro	A227	0.190	0.028 - 0.500	140	0.7 - 12.7	1783	1.0
Alambre al cromo vanadio	A232	0.168	0.032 - 0.437	169	0.8 - 11.1	2005	3.1
Alambre al cromo silicio	A401	0.108	0.063 - 0.375	202	1.6 - 9.5	1974	4.0
Alambre inoxidable 302	A313	0.146	0.013 - 0.10	169	0.3 - 2.5	1867	7.6-11
		0.263	0.10 - 0.20	128	2.5 - 5	2065	
		0.478	0.20 - 0.40	90	5 - 10	2911	
Alambre de bronce fosforado**	B159	0	0.004 - 0.022	145	0.1 - 0.6	1000	8.0
		0.028	0.022 - 0.075	121	0.6 - 2	913	
		0.064	0.075 - 0.30	110	2 - 7.5	932	

Fuente: Shigley

Para los coeficientes de los otros métodos tenemos la siguiente tabla para acero A227:

Tabla 4.8 Coeficiente del acero A227

	Rango de tamaños (mm)	Módulo Elast. E (Gpa)	Módulo Elast G (Gpa)	Temp. Máx (°C)	A	m
Shigley (1)	0.8-12	Tabla 4.1	Tabla 4.1	120	Tabla 1	Tabla 1
Hamrock(3)	0.7-12	206.7	79.23	120	1750	0.192
Norton (5)	0.5-16	207	-	120	1753.3	0.182
Faires (8)	0.71-14	200	79.29	-	1784	0.19

Fuente: Elaboración propia

Reemplazando valores tenemos los resultados en la siguiente tabla, los valores de K tomados son BB y Ks.

Tabla 4.9 Diámetro de alambre

Autor	S_{ut}		$a = S_{sy} / S_{ut}$		Diámetro alambre, d		Diámetro alambre	
	A	m	Con pre esforzado	Sin pre esforzado	Con pre esforzado	Sin pre esforzado	óptimo	estándar
Shigley	1783	0.19	0.65	0.45	14.31	18.82	14.31	16
Hamrock	1750	0.192	0.4	0.4	18.97	20.49	18.97	22
Norton	1753.3	0.182	0.65	0.65	14.28	18.86	14.28	16
Faires	1784	0.19	0.6	0.6	14.95	16.15	14.95	19

Fuente: Elaboración propia

En resumen, tenemos la siguiente tabla con los valores del diámetro calculados, para el caso de Mott usamos los valores tentativos de la gráfica nro. 03, para todos los casos el valor de n es mayor a 1.2.

Tabla 4.10 valores de Resistencia mínima a la tensión (Sut), Resistencia a la fluencia (ssy) Esfuerzo máximo (tmax)

	d(mm)	S_{ut} (Mpa)	S_{sy} (Mpa)	T_{max} (Mpa)	n
Shigley	16	1052.85	684.36	466.10	1.47
Hamrock	22	991.04	396.42	246.53	1.61
Norton	16	1052.85	684.36	466.10	1.47
Faires	19	1019.03	611.42	330.53	1.85
Mott	19		620	379.77	1.63

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, el diámetro del alambre (d) es 19mm y diámetro medio del resorte (D) es 119mm.

• Análisis Dinámico

Tenemos que la fuerza oscilatoria del vibrador se transmite al resorte tanto sumando como restando el peso total por lo que:

Datos:

- Carga máxima: $F_{\text{máx.}} = 6928.31 \text{ N}$
- Carga mínima: $F_{\text{min}} = 2459.86 \text{ N}$
- Precarga inicial: $F_i = 2234.23 \text{ N}$
- Valor de índice de resorte: $C = 6.3$
- Factor de seguridad del diseño: $n = 1.2$
- Ciclos de vida: $N = 30000000$

Se obtiene lo siguiente:

- Fuerza alternante: $F_a = 2234.23 \text{ N}$
- Fuerza media: $F_m = 4694.09 \text{ N}$
- Constante de Bergsträsser: $K_b = 1.2267$
- Constante de corrección: $K_s = 1.07989$
- Constante A: $A = 1783$
- Constante m: $m = 0.19$
- Constante de Wahl: $k_w = 1.2407$
- Diámetro se cable calculado: $d_c = 15.64 \text{ mm}$
- Esfuerzo de fluencia: $S_{ust} = 101903$
- Resistencia a la cortadura: $SSU = 682.752 \text{ Mpa}$
- Resistencia a la fatiga: $S_{se} = 387.252 \text{ Mpa}$
- Esfuerzo máximo: $t_{\text{max}} = 379.768 \text{ Mpa}$
- Factor de diseño calculado: $n = 1.79781$
- Diámetro Calculado: $d_{\text{cal}} = 15.64 \text{ mm}$

Verificación por el criterio de Goodman:

- Esfuerzo alternante: $t_a = 121.088 \text{ Mpa}$

- Esfuerzo medio: $t_m = 254.405 \text{ Mpa}$
- Razón de esfuerzo: $R = 0.48$
- Resistencia a la fatiga vida infinita alternante: $S_{sa} = 241 \text{ Mpa}$.
- Resistencia a la fatiga vida infinita media: $S_{sm} = 379 \text{ Mpa}$
- Resistencia a la fatiga: $S_{se} = 541.703 \text{ Mpa}$
- Amplitud de la resistencia: $S_{sa} = 268.179 \text{ Mpa}$
- Factor de seguridad: $n = 2.215$

Verificación por el criterio de Hamrock:

- Resistencia a la fatiga sin modificar vida infinita: $S'_{se} = 465 \text{ Mpa}$
- Resistencia a la fatiga vida infinita modificada: $S_{se} = 418.5 \text{ Mpa}$
- Resistencia a la cortadura para mil ciclos: $S_{sl} = 355.03 \text{ Mpa}$
- Resistencia a la fatiga por cortante modificada: $S_{sf} = 429.591 \text{ Mpa}$
- Factor de seguridad: $n = 3.548$

Verificación por el criterio de Hamrock

- Esfuerzo alternante: $t_a = 121.088 \text{ Mpa}$
- Esfuerzo medio: $t_m = 223.941 \text{ Mpa}$
- Esfuerzo inicial: $T_i = 106.588 \text{ Mpa}$
- Esfuerzo límite de resistencia a la fatiga: $S_{fw} = 387.232 \text{ Mpa}$
- Esfuerzo totalmente alternante: $S_{fs} = 646.449 \text{ Mpa}$
- Factor de Seguridad: $n = 2.35 \quad ok > 1.2$

Verificación por el criterio de Mott

- Esfuerzo admisible: $t_{adm} = 620 \text{ Mpa}$
- Fuerza máxima: $F_o = 6928.31 \text{ N}$
- Esfuerzo del resorte: $t_o = 379.768 \text{ Mpa}$
- Factor de seguridad: $n = 1.63 \quad ok > 1.2$

Verificación por el criterio de Faies

- Esfuerzo alternante: $S_{as} = 121.088 \text{ Mpa}$
- Fuerza medio: $S_{ms} = 223.941 \text{ Mpa}$
- Resistencia a la fluencia: $S_{sy} = 684.937 \text{ Mpa}$

- Resistencia a la fatiga: $S_{no} = 360.686 \text{ Mpa}$
- Factor de Seguridad: $N = 1.21714$ ok > 1.2

Al tener todos los factores de seguridad mayor que 1.2 para tiempos de vida infinitos tenemos que el diámetro del resorte de 19mm cumple con los esfuerzos de fatiga.

4.6.6. Cálculo de malla

- Factor de Densidad: $f_d = \frac{\rho_a}{1.6} = \frac{2}{1.6} = 1.25$ **(4 - 14)**
- Factor de rechazo: 5% fr: 1.08
- Factor de semitamaño 75% fs: 1.95
- Factor de eficiencia: De la figura nro. 04 tenemos % finos antes del transportador es de 2% y luego de ser transportados 0.3% lo cual es: $0.3/2 = 0.15$ por lo que la eficiencia es $1 - 0.15 = 85\%$
85% fe=1.26
- Factor de humedad: según tabla $0.2\% < 3\%$ fh=1
- Factor de la malla: fm= 0.8
- Factor de lajas: Fl = 1
- Factor de posición de paño: fp=1
- Factor de inclinación de cribas: fi= 0.94
- Factor de área libre de paso: fo=0.5

Dentro del área de la plancha dibujamos un cuadrado para ver el porcentaje de área que representa el área libre:

$$St = 19.05 \times 16.46 = 314.28 \text{ mm}^2,$$

$$Sc = \pi \times 4.76^2 = 71.25$$

entonces , % área libre = $71.25/314.28 = 22.6\%$ lo cual fo = 0.5 aprox.

Factor de corrección: $(f_d \cdot f_r \cdot f_s \cdot f_e \cdot f_h \cdot f_m \cdot f_l \cdot f_p \cdot f_i \cdot f_o) = 0.998$

- **Capacidad Básica:**

De la tabla nro.10 interpolando con 4.7mm tenemos la capacidad para material natural de 11.69 t/m2.h

Superficie del cribado:

(4 - 15)

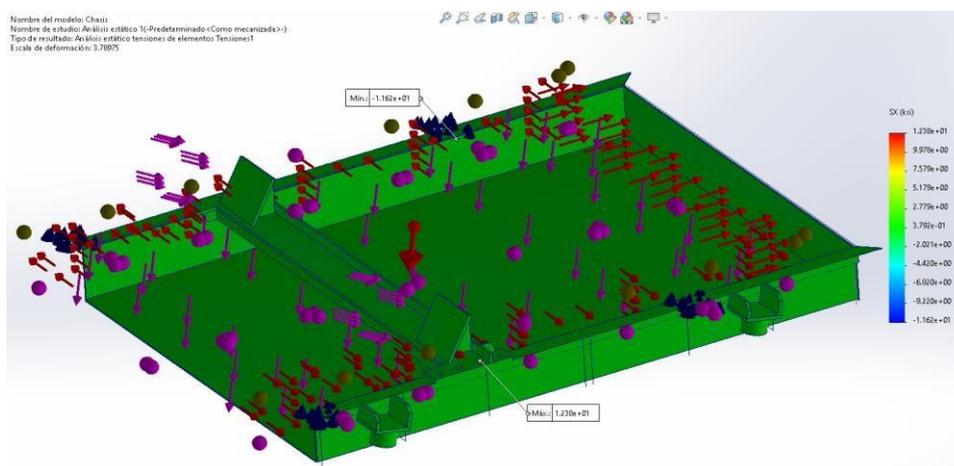
$$\text{Superficie de cribado } (S) = \frac{\text{Tonelaje a cribar } (T)}{\text{Capacidad basica } (B) \times \text{Factores } (ft)}$$

$$S = \frac{T0.95 \times 20t. h}{11.69t/m2. h \times 0.998} = 1.955 m^2$$

Tenemos un área total de diseño de malla de 1.5mx1.8m = 2.7m2 lo cual es mayor a lo calculado por lo que la maya cumple con la producción requerida.

4.6.7. Diseño estructural

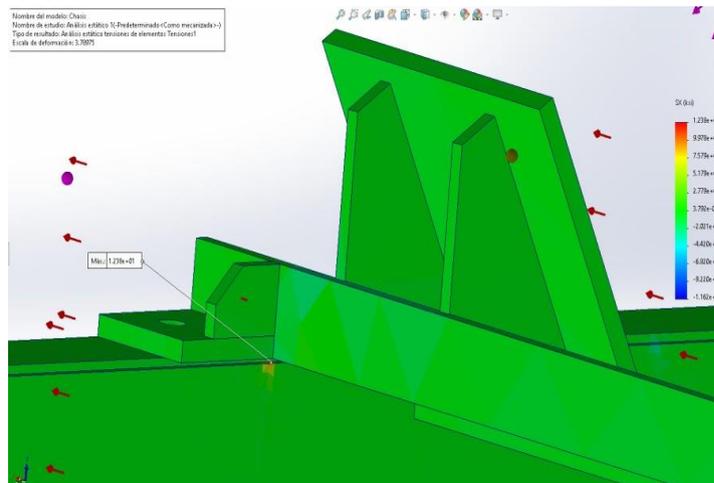
Figura 4.5 Análisis estático



Fuente: Simulación en Solidworks, Elaboración propia

Tenemos la estructura en casi su totalidad tiene un esfuerzo máximo de Von Mises de 2.77Ksi por lo que el FS estructural sería $36/2.77 = 13$.

Figura 4.6 Estructura con esfuerzos máximo



Fuente: Simulación en Solidworks, Elaboración propia

Para el análisis estático se recomienda el factor de diseño sea mayor a 3 en concentración de esfuerzos.

- **Verificación Dinámica**

Para el diseño estructural en acero A36, el material debe resistir altas frecuencias por el factor k que varía de 0.2 a 0.8, consideramos $k = 0.2$:

$$S_e = k \cdot S'_e \rightarrow (0,2 - 0,8) \cdot S'_e \quad (4 - 16)$$

La ecuación de Martin sobre el límite de fatiga modificado.

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e S_e \quad (4 - 17)$$

Donde:

S_e : Limite de resistencia a la fatiga del elemento mecánico.

S'_e : Limite de fatiga experimental en condiciones ideales.

k_a : Factor de superficie

k_b : Factor de tamaño

k_c : Factor de carga

k_d : Factor de temperatura

k_e : Factor de efectos diversos

tenemos un predominio del esfuerzo de flexión en la viga del moto vibrador por lo que el factor $K_c = 1$.

Utilizamos una temperatura de diseño por lo que $K_d = 1$.

Figura 4.7 Factor de temperatura

Temperatura, °C	S_T/S_{RT}	Temperatura, °F	S_T/S_{RT}
20	1.000	70	1.000
50	1.010	100	1.008
100	1.020	200	1.020
150	1.025	300	1.024
200	1.020	400	1.018
250	1.000	500	0.995
300	0.975	600	0.963
350	0.943	700	0.927
400	0.900	800	0.872
450	0.843	900	0.797
500	0.768	1 000	0.698
550	0.672	1 100	0.567
600	0.549		

Fuente: Diseño en ingeniería mecánica de shigley

Tomamos una confiabilidad de 99%, $K_e=0.814$

Figura 4.8 Factor de confiabilidad

Confiabilidad, %	Variación de transformación z_α	Factor de confiabilidad k_e
50	0	1.000
90	1.288	0.897
95	1.645	0.868
99	2.326	0.814
99.9	3.091	0.753
99.99	3.719	0.702
99.999	4.265	0.659
99.9999	4.753	0.620

Fuente: Diseño en ingeniería mecánica de shigley

Para un factor de superficie tomamos planchas laminadas en caliente por lo que $a=14.5$ y $b=-0.719$ y $S_{ut}= 58\text{ksi}$ por lo que $K_a = 0.78$.

Figura 4.9 Factor de superficie

Acabado superficial	$k_a = aS_{ut}^b \text{LN}(1, C)$			Coeficiente de variación, C
	kpsi	MPa	b	
Esmerilado*	1.34	1.58	-0.086	0.120
Maquinado o laminado en frío	2.67	4.45	-0.265	0.058
Laminado en caliente	14.5	58.1	-0.719	0.110
Como sale de la forja	39.8	271	-0.995	0.145

* Debido a la amplia dispersión de los datos de superficie esmerilada, una función alterna es $k_a = 0.878\text{LN}(1, 0.120)$.
Nota: S_{ut} en kpsi o MPa.

Fuente: Diseño en ingeniería mecánica shigley

Para el factor de tamaño K_b tomando la viga como una sección cuadrada de 50mmx140mm

Tenemos el área de la sección cuadrada: 50mm x 140mm

Vamos a reemplazar la Sgte. ecuación:

$$d_e = 0.808 \times \sqrt[3]{b \times h} \quad (4 - 18)$$

$$d_e = 0.808 \times \sqrt[3]{0.05 \times 0.14} = 67.6 \text{ mm}$$

por lo que tomamos:

$$k_b = 1.51 \times \frac{1}{67.6^{0.157}} = 0.78$$

Figura 4.10 Factor de tamaño

$$k_b = \begin{cases} (d/0.3)^{-0.107} = 0.879d^{-0.107} & 0.11 \leq d \leq 2 \text{ pulg} \\ 0.91d^{-0.157} & 2 < d \leq 10 \text{ pulg} \\ (d/7.62)^{-0.107} = 1.24d^{-0.107} & 2.79 \leq d \leq 51 \text{ mm} \\ 1.51d^{-0.157} & 51 < d \leq 254 \text{ mm} \end{cases}$$

Fuente: Diseño en ingeniería mecánica shigley

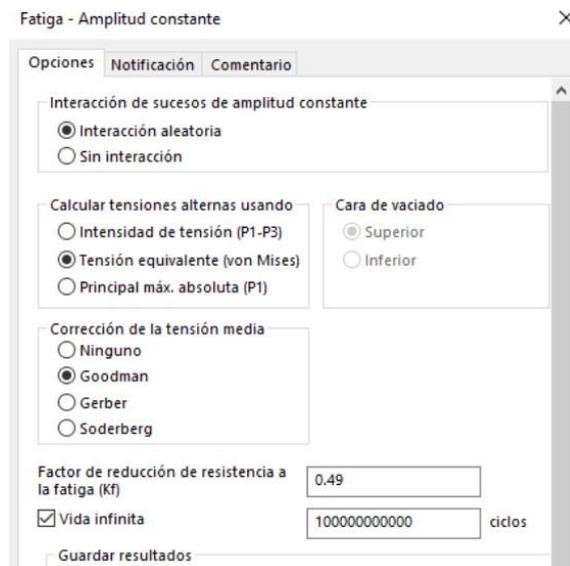
Tenemos un factor total $K = 0.49$

$$S_e = 0.49 \times (0.5 \times 58) \text{ksi} = 14.21 \text{ksi} \quad (4 - 19)$$

Este valor es mayor a lo verificado en el análisis estático de 12 ksi.

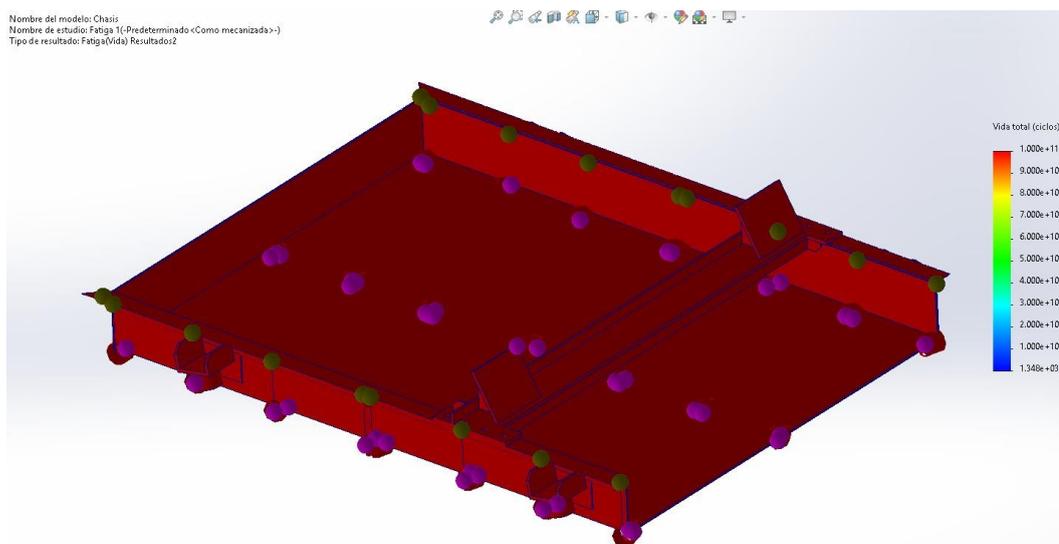
Tomamos el valor para el análisis de fatiga.

Figura 4.11 Fatiga Amplitud Constante



Fuente: Simulación en Solidworks, Elaboración propia

Figura 4.12 Ciclo de vida de la zaranda



Fuente: Simulación en Solidworks, Elaboración propia

Se indica una pequeña área a fatiga entre la unión de la placa lateral con el ángulo, esta concentración debe de ser absorbida en su mayoría por el cordón de soldadura que no fue incluido en la simulación.

Figura 4.13 Revisión de uniones

Fuente: Propia, Simulación en Solidworks, Elaboración propia

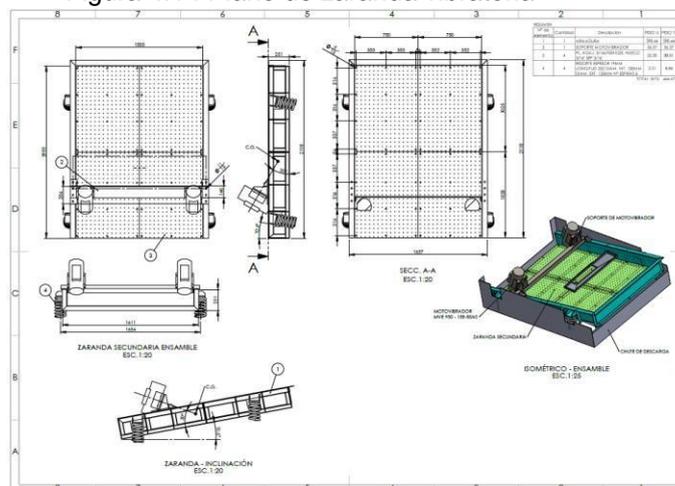
4.6.8. Manufactura de zaranda vibratoria

Se procedió a elaborar la manufactura de la zaranda, los trabajos de se realizaron de la siguiente manera:

- **Elaboración de planos de ingeniería**

Se desarrollo los planos de la zaranda vibratoria con los cálculos mencionados anteriormente, lo que nos permitió reflejar de forma precisa el equipo diseñado

Figura 4.14 Plano de zaranda vibratoria



Fuente: Propia, diseño en Solidworks

- **Inspecciones de materiales**

Luego de la compra de materiales en el momento de ingresar a planta se revisó que lo elementos no tengan marcas, oxidación - corrosión, perforaciones y falta de limpieza en la superficie.

Figura 4.15 Registro de inspección en la recepción de materiales

"FABRICACION DE ZARANDA VIBRATORIA SECUNDARIA"						TAG:GAF:002	
REGISTRO DE INSPECCION EN LA RECEPCION DE MATERIALES						REVISION	0
						FECHA	10/10/2012
						HORA	1:08:1
CLIENTE: FUNDICION VENTANILLA S.A				ELEMENTOS: ZARANDA VIBRATORIA:		REGISTRO N°: 001	
EQUIPO / ESTRUCTURA: FABRICACION DE ZARANDA VIBRATORIA				SUB-AREA: ...		FECHA: ...	
AREA: ...				PLANO: TC-P027-001-FV-REV0			
TAG / CODIGO: ...							
ITEM	DESCRIPCION DEL MATERIAL	IDENTIFICACION LOTE (CON MARCA DE ORIGEN)	CERTIFICADO DE CALIDAD N°	INSPECCION	RESULTADO FINAL	COMISION	RESULTADO FINAL
1	Alpaca ASTM A 36 de 2" x 1/2" x 1/2"	200701	E-0788-000008 2171428701-00000-1-1	OK	C	C	C
2	Alpaca ASTM A 36 de 2" x 1/2" x 1/2"	200601	E-0788-000008 2171428701-00000-2-1	OK	C	C	C
3	Plancha ASTM A 36 de 4 x 6 mm	8020011	JE 20100410200	OK	C	C	C
4	Plancha ASTM A 36 de 6 x 6 mm	8040002	201011000000000000	OK	C	C	C
5	Plancha ASTM A 36 de 10 x 6 mm	8020003	201011000000000000	OK	C	C	C
6	Plancha ASTM A 36 de 10" x 1/2"	200001	E-0788-000008 2171428701-00000-1-1	OK	C	C	C
7	Tubo redondo ASTM A 36 SCH40 de 2"	2010017	2000017	OK	C	C	C
8	Elemento ASTM A 36 de 2 x 2 mm	10000	2001-20000000-0010000004	OK	C	C	C
9	OTOMASTIC 80 SECURASE 1/2 GA	0700040004	80	OK	C	C	C
10	OTOMASTIC 80 CB	0700041003	80	OK	C	C	C
11	PERNOS DE COMPRESION	02000-00000	02000-00001	OK	C	C	C
12	PERNOS TUERCAS Y ARANDELAS	10000	10000	OK	C	C	C

Fuente: Elaboración propia

- **Armado de elementos estructurales**

Se armaron los elementos uniendo piezas habilitadas en anterior proceso de corte, se armó en posición y dimensiones conforme a planos aprobados, la unión de las piezas se realizó apuntalando con soldadura. Las tolerancias dimensionales estarán de acuerdo con las normas ASTM, AISC, AWS, DIN. Para las fabricaciones en nuestra planta la tolerancia de fabricación en Armado fue de acuerdo con Norma ISO 13920 Clase B (medio) y C (grueso).

Figura 4.16 Tabla de tolerancias

Tableau 1 : Tolérances relatives aux dimensions linéaires

Classe de tolérance	Dimensions nominales / (en mm)										
	2 à 30	> 30 à 120	> 120 à 400	> 400 à 1 000	> 1 000 à 2 000	> 2 000 à 4 000	> 4 000 à 8 000	> 8 000 à 12 000	> 12 000 à 16 000	> 16 000 à 20 000	> 20 000
	Tolérances t (en mm)										
A	-	± 1	± 1	± 2	± 3	± 4	± 5	± 6	± 7	± 8	± 9
B	± 1	± 2	± 2	± 3	± 4	± 6	± 8	± 10	± 12	± 14	± 16
C		± 3	± 4	± 6	± 8	± 11	± 14	± 18	± 21	± 24	± 27
D		± 4	± 7	± 9	± 12	± 16	± 21	± 27	± 32	± 36	± 40

Fuente: Norma ISO 13920

Figura 4.17 Armado de elementos estructurales



Fuente: Elaboración propia

- **Soldeo de elementos**

Se realizó el soldeo de elementos con aplicación de soldadura en las juntas de elementos armados de acuerdo con “Especificación de Procedimiento de Soldadura” (WPS) Precalificados o Calificados con Procedimiento de Calificación de Soldadura (PQR).

Figura 4.18 Soldeo de elementos

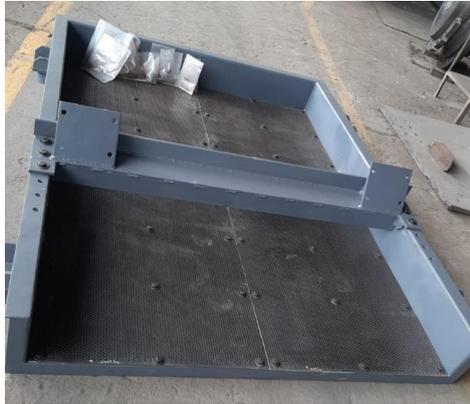


Fuente: Elaboración propia

- **Recubrimiento de estructura**

Se realizó el recubrimiento de la estructura metálica

Figura 4.19 Recubrimiento de estructura metálica



Fuente: Elaboración propi

- **Ensamblaje de zaranda vibratoria**

Se realizó el ensamblaje de los motovibradores en la zaranda vibratoria

Figura 4.20 Ensamblaje de zaranda vibratoria



Fuente: Elaboración propia

4.6.9. Implementación de zaranda vibratoria

Con el equipo correctamente instalado procedimos a realizar el montaje de la zaranda vibratoria en planta.

Figura 4.21 inicio de ensamblaje de zaranda en planta



Fuente: Elaboración propia

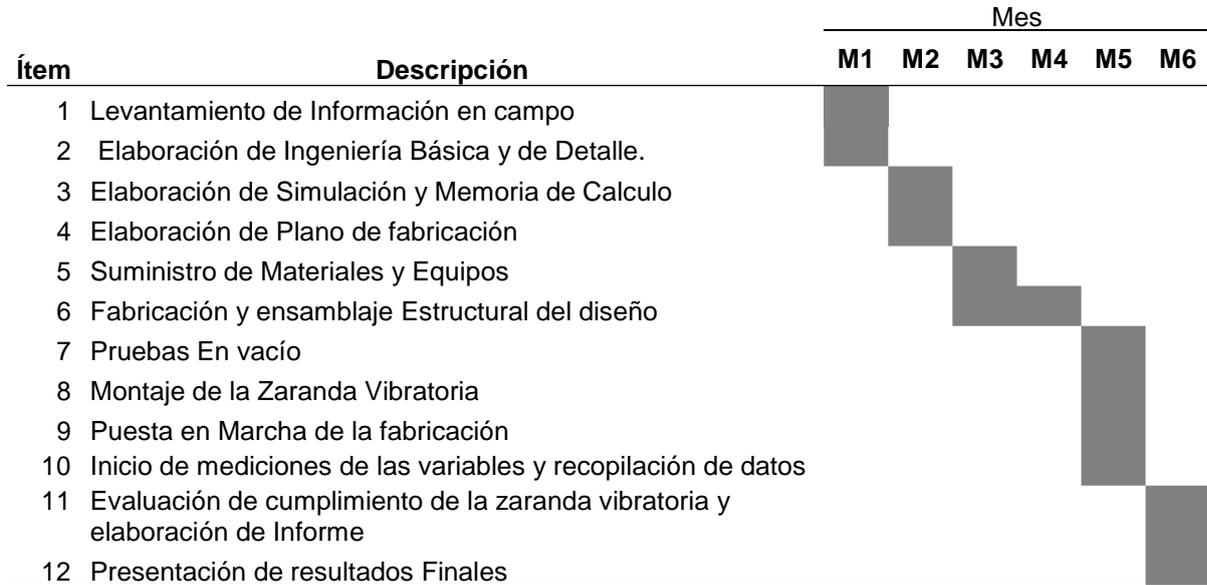
Figura 4.22 fin de ensamblaje de zaranda en planta



Fuente: Elaboración propia

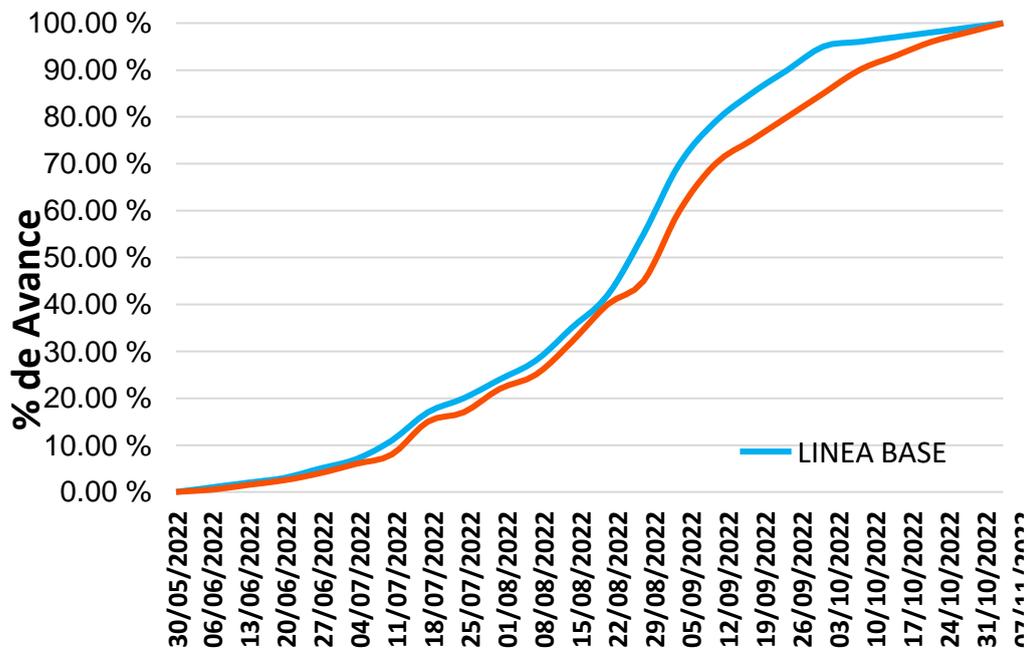
4.6.10. Cronograma de Ejecución y Curva S

Tabla 4.11 Cronograma del proyecto



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.23 Curva S de la ejecución del proyecto



Fuente: Elaboración propia

4.6.11. Presupuesto de Inversión

Tabla 4.12 Presupuesto total del proyecto

Ítem	Descripción	Unid.	Cant.	Costo Unit.	Costo Total.
1	Ingeniería				\$ 1,800.00
1.1	Levantamiento de Información en campo	Glb	1	\$ 500.00	\$ 500.00
1.2	Ingeniería básica y de detalle	Glb	1	\$ 600.00	\$ 600.00
1.3	Memoria de Calculo y planos de fabricación	Glb	1	\$ 700.00	\$ 700.00
2	Fabricaciones Mecánicas				\$ 3,100.00
2.1	Fabricación del cuerpo de la zaranda vibratoria	Glb	1	\$1,500.00	\$ 1,500.00
2.2	Fabricación del puente base de los moto vibradores	Glb	1	\$ 700.00	\$ 700.00
2.3	Suministro de moto vibrador	Unid.	2	\$ 250.00	\$ 500.00
2.4	suministro de los resortes	Unid.	4	\$ 100.00	\$ 400.00
3	Obras Mecánicas				\$ 1,000.00
3.1	Desmontaje de la zaranda antigua	Glb	1	\$ 500.00	\$ 500.00
3.2	Montaje de la zaranda fabricada	Glb	1	\$ 500.00	\$ 500.00
4	Supervisión y Comisiona miento				\$ 250.00
4.1	Puesta en marcha y comisiona miento	Glb	1	\$ 250.00	\$ 250.00
Presupuesto Total sin IGV					\$ 6,150.00

Fuente: Elaboración propia

4.7. Aspectos éticos en investigación

El presente trabajo de investigación se realizó efectuando la ética profesional, principios morales y transparencia en los resultados. Los datos empleados para la realización del presente trabajo de investigación son verdaderos.

La presente investigación no pretende indicar que la implementación de la zaranda vibratoria sea la única o mejor metodología de incremento de la productividad, puesto que cada método es importante.

V. RESULTADOS

5.1 Resultados Descriptivos

5.1.1 Incremento de productividad en la zaranda vibratoria implementada

A continuación, procedimos a detallar el aumento de la producción con la zaranda vibratoria anterior y la actual, obtuvimos los siguientes resultados:

Tabla 5.1 tonelaje ejecutado mensual con zaranda anterior

Año	Mes	Total (Ton)
2022	Enero	368.57
	Febrero	356.71
	Marzo	366.04
	Abril	361.85
	Mayo	383.35
	Junio	380.35
	Julio	375.51
	Agosto	384.26
	Setiembre	357.59
	Octubre	367.66
Promedio de Tonelaje		370.13

Fuente: Elaboración propia, datos de producción

Se revisó el aporte del diseño y el incremento de capacidad del equipo para una mayor carga de producción e incremento en el proceso de desplome, como se puede apreciar en la tabla 15 se visualiza el reporte del programa de producción después de la implementación.

Tabla 5.2 tonelaje ejecutado mensual con zaranda actual

Año	Mes	Total (Ton)
2022	Noviembre	399.90
	Diciembre	397.01
	Enero	431.27
	Febrero	393.94
2023	Marzo	405.03
	Abril	394.45
	Mayo	405.86

Junio	404.86
Julio	400.48
Promedio de Tonelaje	403.64

Fuente: Elaboración propia, datos de producción

5.1.2 Diseño de la zaranda vibratoria implementada

En este apartado procedemos a detallar como el correcto diseño de la zaranda vibratoria genero aumento en la disponibilidad en el equipo.

Tabla 5.3 Disponibilidad de la anterior zaranda vibratoria

Mes	Disponibilidad de equipo
Ene-22	81.23%
Feb-22	79.25%
Mar-22	79.63%
Abr-22	78.92%
May-22	80.65%
Jun-22	78.90%
Jul-22	82.69%
Ago-22	81.23%
Set-22	79.79%
Oct-22	80.20%
Nov-22	79.10%
Promedio	80.14%

Fuente: Elaboración propia, datos de mantenimiento

Tabla 5.4 Disponibilidad de la actual zaranda vibratoria

Mes	Disponibilidad de equipo
Dic-22	98.28%
Ene-23	97.60%
Feb-23	99.25%
Mar-23	98.22%
Abr-23	96.07%
May-23	97.97%
Jun-23	99.26%
Jul-23	98.50%
Ago-23	97.80%
Promedio	98.11%

Fuente: Elaboración propia, datos de mantenimiento

5.1.3 Fabricación de zaranda vibratoria implementada

A continuación, mostramos los resultados de la fabricación de la zaranda vibratoria, los siguientes controles:

- **Inspección visual**

Se realizó inspección visual a los cordones de soldadura al 100% de juntas soldadas y se registró en el registro de inspección visual de Soldadura.

Figura 5.1 Registro de inspección visual de soldadura

		"FABRICACIÓN DE ZARANDA VIBRATORIA SECUNDARIA"						T&C-QA-FT-004			
		REGISTRO DE INSPECCION VISUAL DE SOLDADURA						REVISION:	0		
								FECHA:	1/01/2022		
								HOJA:	1 de 1		
CLIENTE: FUNDICION VENTANILLA S.A						REGISTRO N°: 001					
EQUIPO/ESTRUCTURA: ZARANDA VIBRATORIA						FECHA:					
ELEMENTO: ARMADURA						AREA:					
PLANO: 1° PL. 1-002-FV REV.0						SISTEMA/SUB-SISTEMA: ...					
ESQUEMA DE JUNTAS Y PUNTOS DE INSPECCION											
Identificación de Juntas en plano adjunto.											
FECHA	IDENTIFICACION N DE JUNTA	TIPO DE JUNTA	PROCESO DE SOLDEO	WPS	CODIGO DEL SOLDADOR	CATEDO DE SOLDADURA mm.		GARGANTA DE SOLDADURA mm.		DEFECTOS	RESULTADO
8/08/2022	J1	TOPE	SMAW	T&C-WPS-002	W-001	...	...	...	...	...	C
8/08/2022	J2	TOPE	SMAW	T&C-WPS-002	W-001	...	...	...	...	...	C
8/08/2022	J3	FILETE	SMAW	T&C-WPS-002	W-001	4	4	2.8	2.8	...	C
8/08/2022	J4	FILETE	SMAW	T&C-WPS-002	W-001	4	4	2.8	2.8	...	C
8/08/2022	J5	FILETE	SMAW	T&C-WPS-002	W-001	4	4	2.8	2.8	...	C
8/08/2022	J6	FILETE	SMAW	T&C-WPS-002	W-001	4	4	2.8	2.8	...	C
8/08/2022	J7	FILETE	SMAW	T&C-WPS-002	W-001	4	4	2.8	2.8	...	C
8/08/2022	J8	FILETE	SMAW	T&C-WPS-002	W-001	4	4	2.8	2.8	...	C
8/08/2022	J9	FILETE	SMAW	T&C-WPS-002	W-001	4	4	2.8	2.8	...	C
8/08/2022	J10	FILETE	SMAW	T&C-WPS-002	W-001	4	4	2.8	2.8	...	C
8/08/2022	J11	FILETE	SMAW	T&C-WPS-002	W-001	4	4	2.8	2.8	...	C
8/08/2022	J12	FILETE	SMAW	T&C-WPS-002	W-001	4	4	2.8	2.8	...	C
8/08/2022	J13	FILETE	SMAW	T&C-WPS-002	W-001	4	4	2.8	2.8	...	C
8/08/2022	J14	FILETE	SMAW	T&C-WPS-002	W-001	4	4	2.8	2.8	...	C
8/08/2022	J15	FILETE	SMAW	T&C-WPS-002	W-001	4	4	2.8	2.8	...	C
8/08/2022	J16	FILETE	SMAW	T&C-WPS-002	W-001	4	4	2.8	2.8	...	C
8/08/2022	J17	FILETE	SMAW	T&C-WPS-002	W-001	4	4	2.8	2.8	...	C
8/08/2022	J18	FILETE	SMAW	T&C-WPS-002	W-001	4	4	2.8	2.8	...	C
8/08/2022	J19	FILETE	SMAW	T&C-WPS-002	W-001	4	4	2.8	2.8	...	C
8/08/2022	J20	FILETE	SMAW	T&C-WPS-002	W-001	4	4	2.8	2.8	...	C
8/08/2022	J21	FILETE	SMAW	T&C-WPS-002	W-001	4	4	2.8	2.8	...	C
8/08/2022	J22	FILETE	SMAW	T&C-WPS-002	W-001	6	6	4.2	4.2	...	C
8/08/2022	J23	FILETE	SMAW	T&C-WPS-002	W-001	6	6	4.2	4.2	...	C
8/08/2022	J24	FILETE	SMAW	T&C-WPS-002	W-001	6	6	4.2	4.2	...	C
8/08/2022	J25	FILETE	SMAW	T&C-WPS-002	W-001	4	4	2.8	2.8	...	C

Fuente: Elaboración propia

- **Inspección líquidos penetrantes**

Se realizó la inspección de líquidos penetrantes con el fin de detectar discontinuidades en las superficies de los materiales o en las juntas

Figura 5.2 Inspección de líquidos penetrantes



Fuente: Elaboración propia

- **Control dimensional**

Fue necesario habilitar los materiales, los cuales se cortarán con equipo oxiacetilénico compuesto de gases como oxígeno, acetileno, propano, etc. después del corte de cada pieza se comprobará las dimensiones según plano y requerimiento

Figura 5.3 registro de control dimensional

"FABRICACIÓN DE ZARANDA VIBRATORIA SECUNDARIA"										T° C° A-1 T-003					
REGISTRO DE CONTROL DIMENSIONAL										REVISION:	0				
										FECHA:	1/01/2022				
										HOJA:	1 de 1				
CLIENTE: FUNDICION VENTANILLA S.A										REGISTRO N°:			003		
EQUIPO/ESTRUCTURA: ZARANDA VIBRATORIA										FECHA:			...		
ELEMENTO: HABILITADO DE PLANCHAS										AREA:			...		
PLANO: TC-VL-7-005-FV (RE'3)										SISTEMA/SUB-SISTEMA:			...		
PUNTOS DE INSPECCION															
Número de Medida	Medida Nominal (mm)	Medida Real (mm)	Diferencia (mm)	Ø Aprobado Nominal	Resultado	Número de Medida	Medida Nominal (mm)	Medida Real (mm)	Diferencia (mm)	Ø Aprobado Nominal	Resultado	ITEM	Descripción	Comentario	Resultado
PLANCHAS 1						PLANCHAS 2						1	Conexión, Ubicación de Elementos	...	C
A	750	750	0	...	C	A	750	750	0	...	C	2	Reparación de Elementos Principales	...	C
B	1025	1025	0	...	C	B	1025	1025	0	...	C	3	Reparación de Elementos Principales	...	C
C	315	315	0	...	C	C	315	315	0	...	C	4	Ubicación de Clips	...	C
D	315	317	2	...	C	D	315	315	0	...	C	5	Cables	...	C
E	327	327	0	...	C	E	327	327	0	...	C	6	Calibración	...	C
F	352	351	-1	...	C	F	352	352	0	...	C				
G	352	352	0	...	C	G	352	351	-1	...	C				
PLANCHAS 3						PLANCHAS 4									
A	750	751	1	...	C	A	750	750	0	...	C				
B	1025	1027	2	...	C	B	1025	1025	0	...	C				
C	315	315	0	...	C	C	315	315	0	...	C				
D	315	315	0	...	C	D	315	317	2	...	C				
E	327	327	0	...	C	E	327	327	0	...	C				
F	352	352	0	...	C	F	352	351	-1	...	C				
G	352	352	0	...	C	G	352	352	0	...	C				
DETALLES DIMENSIONALES / COMENTARIOS															
Identificación de cotas en plano adjunto. Tolerancia dimensional de acuerdo a Tabla 1 de la Norma ISO 15002 que se encuentra en "Procedimiento de Fabricación de Estructuras Metálicas" T&C-GA-PRO-005.															
Leyenda: C = CONFORME															
RESULTADO DE LA INSPECCION FINAL															
CONFORME <input checked="" type="checkbox"/> RECHAZADO <input type="checkbox"/>															
Comentarios															

Fuente: Elaboración propia

5.1.4 Reducción de los tiempos de operación

A continuación, procedemos a detallar la disminución de los tiempos de intervenciones de limpieza en la malla de la zaranda vibratoria anterior y la actual, obtuvimos los siguientes resultados:

Tabla 5.5 Tiempo de intervención de limpieza de malla con zaranda anterior

Mes	Tiempo de Producción	Tiempo de operación	Intervenciones de limpieza en la malla de la zaranda
Ene-22	69%	20%	11%
Feb-22	69%	15%	16%
Mar-22	69%	18%	13%
Abr-22	64%	20%	16%
May-22	68%	20%	12%
Jun-22	72%	15%	13%
Jul-22	71%	13%	16%
Ago-22	71%	13%	16%
Set-22	73%	15%	12%
Oct-22	69%	17%	14%
Nov-22	64%	20%	16%

Fuente: Elaboración propia, datos de producción

Se revisó el aporte del diseño y el incremento de capacidad del equipo para disminuir los tiempos de intervenciones de limpieza en la malla de la zaranda, como se puede apreciar en la tabla 17 se visualiza el reporte de los tiempos de intervenciones de limpieza en la malla de la zaranda vibratoria actual.

Tabla 5.6 Tiempo de intervención de limpieza de malla con zaranda actual

Mes	Tiempo de producción	tiempo de operación	Intervenciones de limpieza en la malla de la zaranda
Dic-22	82%	15%	3%
Ene-23	79%	18%	3%
Feb-23	81%	16%	3%
Mar-23	82%	15%	3%
Abr-23	78%	19%	3%
May-23	80%	17%	3%
Jun-23	79%	18%	3%
Jul-23	77%	20%	3%
Ago-23	78%	19%	3%

Fuente: Elaboración propia, datos de producción

5.2 Resultados Interferenciales

Como resultados, estos cálculos se llevaron a cabo para verificación de la hipótesis general, dado que la hipótesis específicas fueron validadas en los resultados descriptivos en el capítulo 5.1.

5.2.1 Prueba de Normalidad

Iniciando el proceso de validación, se realizó una prueba de normalidad para los valores de la productividad en el área de desplome, el valor utilizado fue los Kg. De hierro fundido producidos.

Teniendo en consideración lo siguiente:

- Nivel de significancia del 5%, $\alpha = 5\% = 0.05$
- Prueba de normalidad mediante Shapiro Wilk ($n < 30$)

Regla de decisión:

- $\text{Sig} < \alpha$, los datos no presentan una distribución normal.
- $\text{Sig} > \alpha$, los datos presentan una distribución normal.

Figura 5.4 Prueba de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Hierro fundido (Kg) - Zaranda existente	,317	262	<.001	,355	262	<.001
Hierro fundido (Kg) - Zaranda implementada	,336	262	<.001	,745	262	<.001

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Datos obtenidos del SPSS versión 27

Se evidencio en ambas situaciones (Con la zaranda existente y la zaranda implementada), que el nivel de significancia.

(Sig.) < 0.05

0.001 < 0.05

5.2.2 CONTRASTACION DE HIPOTESIS GENERAL

los datos no tienen una distribución normal, por lo tanto, aplicaremos estadística no paramétrica. Procederemos a usar la prueba Mann-Whitney de 2 muestras.

Teniendo en cuenta lo siguiente:

- se rechaza la **H₀**: (Significancia) < a (0.05)
- se acepta la **H₀**: (Significancia) > a (0.05)

Donde

- **H₀**: Hipótesis Nula
- **H_i**: Hipótesis del Investigador

H₀: “La implementación una zaranda vibratoria no incrementará de la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao”

H_i: “La implementación una zaranda vibratoria incrementará de la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao”

Por lo tanto, aplicando la prueba Mann-Whitney, se obtuvieron los siguientes valores:

Figura 5.5 Prueba de no paramétrica para 2 muestras – metales fundidos (Kg

Prueba de Mann-Whitney				
Rangos				
	grupo	N	Rango promedio	Suma de rangos
total	0	262	288,19	75506,00
	1	264	239,00	63095,00
	Total	526		

Estadísticos de prueba ^a	
	total
U de Mann-Whitney	28115,000
W de Wilcoxon	63095,000
Z	-3,712
Sig. asin. (bilateral)	<.001

a. Variable de agrupación:
grupo

Fuente: Datos obtenidos del SPSS versión 27

Dado que el nivel de significancia (Sig.) es menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula, confirmando nuestra hipótesis general “La implementación una zaranda vibratoria incrementará de la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao”.

VI. DISCUSION DE RESULTADO

6.1 Contrastación de hipótesis con los resultados

6.1.1 Contrastación de hipótesis general

En base a la hipótesis general de la investigación: La implementación de una zaranda vibratoria para el incremento de la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao.

Se realizó un análisis de la productividad (Ton/mes) en el área de desplome entre enero y octubre del 2022, para luego mediante la implementación de la zaranda vibratoria de 20 TPH se pudo demostrar en los meses posteriores que la productividad aumento con respecto al promedio de meses de evaluación; tal como se puede apreciar en la figura 44.

Tabla 6.1 tonelaje ejecutado por mes antes del montaje.

Año	Mes	Total (Ton)
2022	Enero	368.57
	Febrero	356.71
	Marzo	366.04
	Abril	361.85
	Mayo	383.35
	Junio	380.35
	Julio	375.51
	Agosto	384.26
	Setiembre	357.59
	Octubre	367.66
Promedio de Tonelaje		370.13

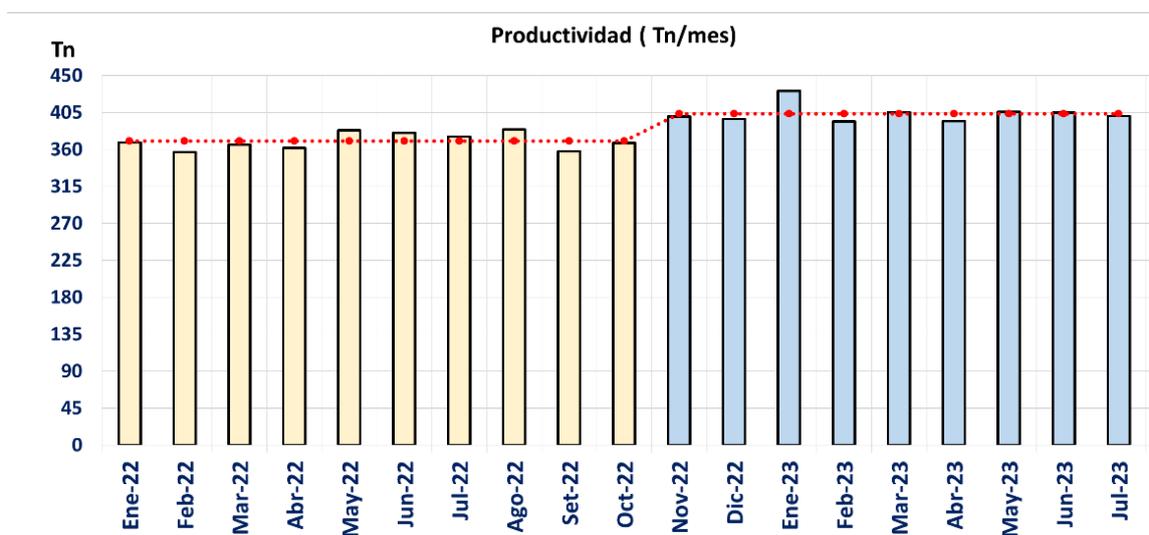
Fuente: Elaboración propia, datos de producción

Tabla 6.2 tonelaje ejecutado por mes después del montaje de la zaranda

Año	Mes	Total (Ton)
2022	Noviembre	399.90
	Diciembre	397.01
	Enero	431.27
	Febrero	393.94
	Marzo	405.03
2023	Abril	394.45
	Mayo	405.86
	Junio	404.86
	Julio	400.48
Promedio de Tonelaje		403.64

Fuente: Elaboración propia, datos de producción

Figura 6.1 Datos estadísticos mensuales del mes 2022 y 2023



Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar el incremento de la productividad en un 8% en promedio de tonelaje para el área de desplome, obteniendo como productividad final de 400 ton/mes.

6.1.2 Contrastación de hipótesis específicas

a) El diseño de una zaranda vibratoria de incrementará la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao. Esta hipótesis se logró debido a que se demostró debido a que con el nuevo diseño implementado aumento la disponibilidad respecto a la zaranda anterior

Tabla 6.3 Disponibilidad de zaranda anterior:

Mes	Disponibilidad de equipo
Ene-22	81.23%
Feb-22	79.25%
Mar-22	79.63%
Abr-22	78.92%
May-22	80.65%
Jun-22	78.90%
Jul-22	82.69%
Ago-22	81.23%
Set-22	79.79%
Oct-22	80.20%
Nov-22	79.10%
Promedio	80.14%

Fuente: Elaboración propia, datos de producción

Tabla 6.4 Disponibilidad de zaranda actualmente instalada anterior:

Mes	Disponibilidad de equipo
Dic-22	98.28%
Ene-23	97.60%
Feb-23	99.25%
Mar-23	98.22%
Abr-23	96.07%
May-23	97.97%
Jun-23	99.26%
Jul-23	98.50%
Ago-23	97.80%
Promedio	98.11%

Fuente: Elaboración propia, datos de producción

Podemos apreciar un crecimiento porcentual de un 17.97% en la disponibilidad de la zaranda vibratoria, este resultado mencionado se comprende debido a que con la zaranda actual tenemos menos intervenciones en el equipo por la malla saturada, por este motivo la disponibilidad aumenta.

b) La manufactura de una zaranda vibratoria de incrementará la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao. Esta hipótesis se pudo lograr mediante la instalación sin inconvenientes del diseño propuesto, los correctos controles en el proceso de manufactura permitieron que el equipo fabricado sea el esperado de acuerdo a los planos de ingeniería.

Se presenta el resultado.

Figura 6.2 Zaranda vibratoria anterior



Fuente: Área de desplome fundición ventanilla S.A.

Figura 6.3 Zaranda vibratoria nueva



Fuente: Área de desplome fundición ventanilla S.A.

Dando un mayor enfoque al diseño, manufactura y montaje de la zaranda vibratoria se pudo lograr el incremento de la productividad en el área de desplome de una planta de fundición de metales en el callao.

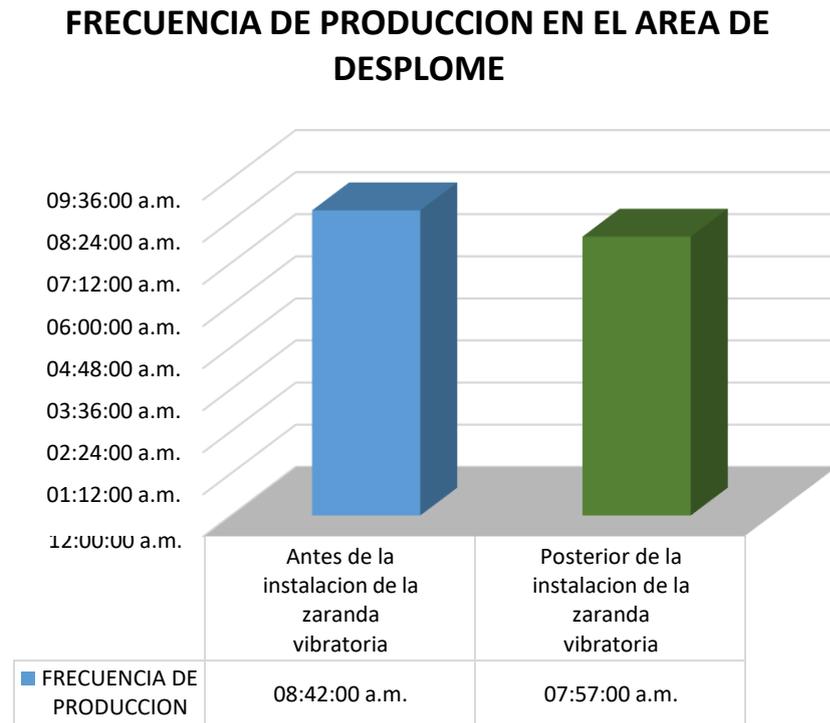
- c) La reducción de los tiempos de operación incrementará la productividad en el área de desplome en la planta de fundición de metales en el callao. La determinación del tiempo de intervención optimo en la operación, se pudo lograr al tener un mejor diseño de la zaranda vibratoria donde la malla no se sature con frecuencia al uniformizar la vibración en todo el cuerpo estructural, considerando una reducción en los tiempos de 8%.

Tabla 6.5 Diagrama Análisis de Proceso

Diagrama de Análisis de Proceso					
R sumen					
Actividad		Actual		Propuesto	
		Tiempo	%	Tiempo	%
Operación		05:00:00	57%	04:15:00	53%
Transporte		00:55:00	11%	00:55:00	12%
Espera		02:30:00	23%	02:30:00	31%
Inspección		00:17:00	30%	00:17:00	40%
Almacenamiento		00:00:00	0%	00:00:00	0%
TOTAL:		08:42:00	100%	07:57:00	100%

Fuente: Elaboración propia, datos de producción}

Figura 6.4 Frecuencia de producción del área de desplome



Fuente: Fundición ventanilla S.A.

Aplicando esta frecuencia de producción óptima se pudo reducir en un 8% del tiempo anterior de operación en el área de desplome, logrando el incremento de la productividad.

6.2 Contratación de los resultados con los otros estudios similares

6.2.1. Contratación de los resultados con estudios internaciones

En la tesis de Cevallos y Días (2021), concluyó que la selección de la zaranda oscilatoria supero en los parámetros establecidos a otras 2 opciones, lo cual este proyecto demostró en los mismos parámetros ser más eficiente que el diseño anterior.

A si mismo Ibáñez y Mariño (2020), concluyó que la zaranda modular doble deck tiene un rendimiento superior con respecto convencional, lo cual este proyecto demostró la eficiencia de la zaranda vibratoria en mejorar su clasificación sin atoro o saturación de la malla.

A sí mismo Chinduamba (2019), concluyo que la clasificación de material se logró al diámetro deseado incrementando una eficiencia superior a 80 %, lo cual el diseño de esta zaranda nos permitió a ser eficientes en la clasificación del grano y poder ser distribuida la vibración evitando cualquier saturación en la malla.

En la tesis de Chavarría y Fonseca (2022), tuvo como objetivo la reducción de los desperdicios en la recuperación de chatarra el mismo modo en el proceso de desplome se logró reducir los tiempos muertos en el sistema con la intervención de la zaranda secundario lo cual permitió tener más productividad.

6.2.2. Contrastación de los resultados con estudios nacionales

En su investigación de Sal y Rosas (2019), concluyó que el diseño del equipo fue favorable en cuanto al objetivo planteado, pudiendo crear un sistema de selección variable utilizado como referencia para la ingeniería aplicada en el equipo vibratoria y así la selección sea eficiente.

A sí mismo en el trabajo de Muro (2020), concluyó utilizando la herramienta CAF/CAE se comprobó la resistencia de los elementos mecánicos principales considerando criterios de von moisés para el análisis estático, en este proyecto también se utilizó simulación de carga para el análisis estructural en carga dinámica y estática y así tener la confiabilidad del diseño con las mismas teorías aplicables.

A sí mismo en el trabajo de León (2019), concluyo que se adquiere los conocimientos necesarios sobre zaranda vibratorias en cuanto a condiciones de trabajo y concepto de tipo de zaranda lo cual se utilizó como base para en análisis de la propuesta del diseño del equipo y fabricación de este.

A sí mismo en el trabajo de Carrión (2018), concluyo el logro de la instalación y puesta en marcha de una unidad de la zaranda en un sistema de clasificación lo cual respaldo la instalación de la zaranda vibratoria de este proyecto respetando los datos de montaje para que cumpla la capacidad estipulada y eficiencia.

6.3 Responsabilidad ética de acuerdo con los reglamentos vigentes

En esta investigación se respetó el derecho de citación de los autores referenciándolos en la bibliografía, según la propuesta de norma ISO-690 sugerida por el instituto de investigación de la facultad de ingeniería mecánica y de energía; asimismo se respetó el esquema de desarrollo propuestos el mismo instituto de investigación, desarrollando todos los puntos con responsabilidad ética y autenticidad que debe tener este presente informe de tesis.

A su vez se ejecutó la implementación de la zaranda vibratoria centrado en el incremento de la productividad siguiendo los pasos dictados en la metodología, la cual especifica los procedimientos para la implementación de zaranda vibratoria centrado en la productividad.

VII. CONCLUSIONES

1. En base a los resultados obtenidos en esta investigación, se concluye que con la implementación de la zaranda vibratoria se pudo lograr el incremento de productividad en un 8%, con respecto al promedio de la productividad obtenida de los meses de evaluación.
2. El diseño e implementación del equipo fueron favorable en cuanto al objetivo planteado, la solución buscada tiene relación directa con los resultados obtenidos.
3. La instalación y puesta en marcha de la zaranda vibratorio reflejo que el diseño y fabricación del equipo fue optimo, cumpliendo la hipótesis general del incremento de la productividad.
4. Se evidencio la reducción de los tiempos de operación respecto a la limpieza de la malla de la zaranda vibratoria en un 8%, con respecto a los tiempos obtenido en los meses de evaluación.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda no realizar fabricación sin garantizar la eficiencia de la producción, para ello se debe contemplar una ingeniería adecuada que abale la capacidad a desear.
2. En el funcionamiento es posible que el centro de masa cambie cuando se tenga gran cantidad de material por lo que se recomienda graduar la fuerza del motor vibrador y su desplazamiento.
3. El montaje del equipo debe acercarse a una distancia optima que permita que el caudal de ingreso a la zaranda vibratoria no exceda la capacidad la cual esta diseñada el equipo, ya que ello implicaría una gran saturación de la malla misma.
4. Cumplir el programa de limpieza y mantenimiento del equipo para prolongar lo máximo posible su vida útil.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Hernández Sampieri , Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar. 2014. *Metodología de la investigacion.* Mexico D.F. : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, 2014. 978-1-4562-2396-0..

Barajas, Paulina Esther Vázquez. 2017. *PROTOTIPO DE APLICACIÓN PARA LA GESTIÓN DE DATOS DE TIEMPOS MUERTOS EN UNA EMPRESA.* JUÁREZ : UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ, 2017.

Benites, Rosa y Víctor Sal, Joel. 2018. *Diseño de una zaranda separadora para el incremento de la calidad de alimentos balanceados.* Lima : UPN, 2018.

Bernal Torres, Cesar Augusto. 2010. *Metodología de la Investigacion.* Colombia : Pearson Educacion, 2010. ISBN: 978-958-699-128-5.

Calculo de la superfcie de cribado. **Bouso, Juan Luis. 1999.** s.l. : Eral, Equipos y Procesos, S.A, 1999.

Carrasco Huamán, Nils Patrick. 2017. *CALCULOS Y DISEÑO PARA LA FABRICACION DE UNA HIDRO-ZARANDA PARA LA RECUPERACION DE FINOS EN LA MINERIA.* Arequipa : s.n., 2017.

Cartagena, Universidad Politecnica de Cartagena. 2016. *Operacion de Preparacion.* Cartagena : s.n., 2016.

Cartagena, Universidad Politecnica de. 2016. *Operacion de Preparacion.* Cartagena : s.n., 2016.

Centeno Vásconez, Cesar . 1997. *Diseño y calculo de una zaranda cladificadora de piedras.* Guayaquil : ESPOL, 1997.

Cevallos Cevallos, Alexis Esteban y Dias Yupangui, Lourdes Marlene. 2021. *Diseño y Simulacion de una Zaranda Mecanica Oscilatoria con una Capacidad 50kg/min de Arena.* Quito : s.n., 2021.

Cruelles, José Agustín. 2012. *Mejora de metodos y tiempo de fabricacion.* Marcombo : s.n., 2012.

Diaz, Bertha, Jarufe, Benjamin y Noriega, Maria Teresa. 2007. *Disposicion de Planta.* Lima : Editorial de la Universidad de Lima, 2007.

El costo beneficio como herramienta de decision en la inversion en actividades cientificas. **Aguilera Diaz, Anailys. 2017.** Cuba : s.n., 2017.

Espinoza Montes, Ciro. 2014. *Metodología de Investigación Tecnológica Pensando en Sistemas.* Huancayo : UNCP, 2014.

Ezpinoza Montes, Ciro. 2014. *Metodologia de investigación tecnológica.* Lima : Soluciones Gráficas S.A.C, 2014. 2014. 978-612-00-1667-1..

Ferrucho, Sandra Patricia Chaparro. 2006. *COMPARACIÓN TÉCNICA DE LA MEZCLA DE ARENA .* Nueva granada : CIENCIA E INGENIERÍA NEOGRANADINA, 2006. 0124-8170.

Groover, Mikell P. 2007. *FUNDAMENTOS DE MANUFACTURA MODERNA.* México, D. F. : Mc Graw Hill, 2007. 978-970-10-6240-1.

Intelángelo, Roque. 2019. *Fundición y moldeo.* Coudad de santa Fé : Universidad nacional de Rosario, 2019. 9201-19.

Jaramillo Mora, Roberto Carlos. 2004. *DISEÑO DE UNA ZARANDA CLASIFICADORA DE MATERIAL PETREO PARA.* Loja : Universidad nacional de loja, 2004.

Leon Paro, Luis Isaac. 2019. *DISEÑO DE UN MÓDULO EDUCATIVO A ESCALA DE UNA ZARANDA VIBRATORIA.* Lima : PUCP, 2019.

Martinez Lopez, Enrique. 2013. *Calculo de resortes helicoidales de compresion.* Cartagena : s.n., 2013.

Padilla, Marco Vazquez. 1992. *Antologia metodos y procesos de fundicion de metales.* MEXICO DF : Azcapotzalco, 1992. 02200.

Palencia, Oliverio García. 2006. *El Mantenimiento General.* Boyacá : Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2006.

Quispe Valeriano, Ernesto Agustin. 2018. *Mantenimiento de la zaranda vibratoria por la empresa empresa P&S proseger S.R.L.* Arequipa : s.n., 2018.

Quispe Valeriano, Ernesto Agustin. 2018. *Mantenimiento de la Zaranda Vibratoria por la Empresa P&S Proserge S.R.L.* Arequipa : s.n., 2018.

RAE. 2018. *Diccionario de la lengua española.* Madrid : RAE, 2018.

Rodriguez, A. Y Pérez, A. 2017. *Métodos científicos de indagación y de.* Artemisa : Revista EAN, 2017.

Shigley. 2012. *Diseño en ingeniería mecánica.* México, D.F. : Mc Graw Hill, 2012. 978-607-15-0771-6.

T. Horngren, Charles, M. Datar, Srikant y V. Rajan, Madhav. 2007. *Contabilidad de Costos : Un Enfoque Gerencial.* Mexico : Pearson Educacion, 2007.

Triola, Mario F. 2009. *ESTADISTICA.* Mexico : PEARSON EDUCACIÓN, 2009. 9780321460929.

UNAM, Laboratorio de Ingenieria Quimica. 2010. *Proceso de Separacion.* Ciudad de Mexico : s.n., 2010.

—. 2010. *Proceso de Separacion.* Ciudad de Mexico : s.n., 2010.

Vibrotech. 2013. *Guia para la eleccion de motovibrador.* Buenos Aires : Vibrotech, 2013.

Yañez Medina, Medardo, Gomez de la Vega, Hernando y Valbuena Chourio, Genebelin. 2004. *Ingenieria de Confiabilidad y Analisis Probabilistico de Riesgo.* s.l. : Reliability and Risk Management, S. A. , 2004.

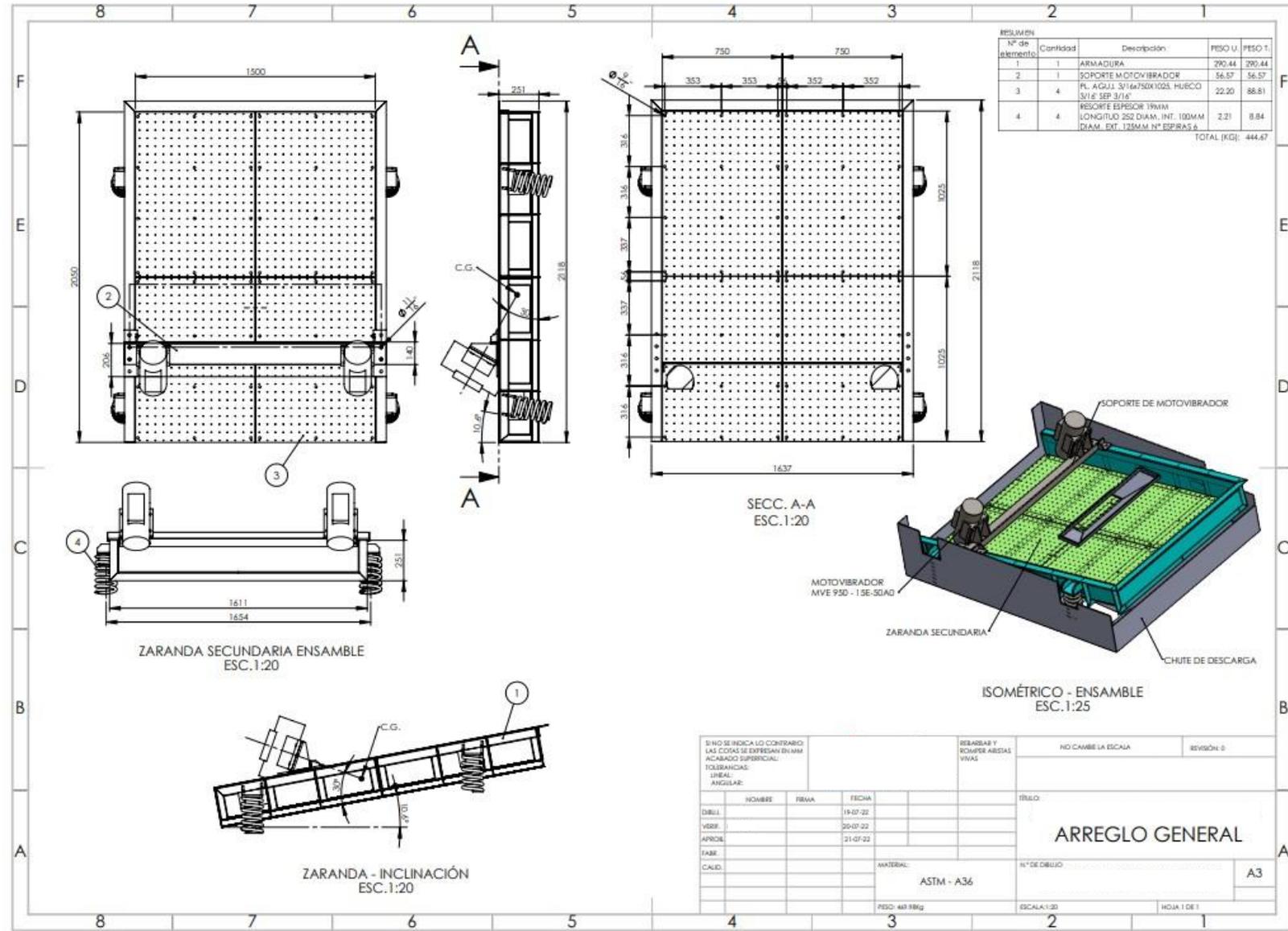
X. ANEXOS

ANEXO N°1- MATRIZ DE CONSISTENCIA

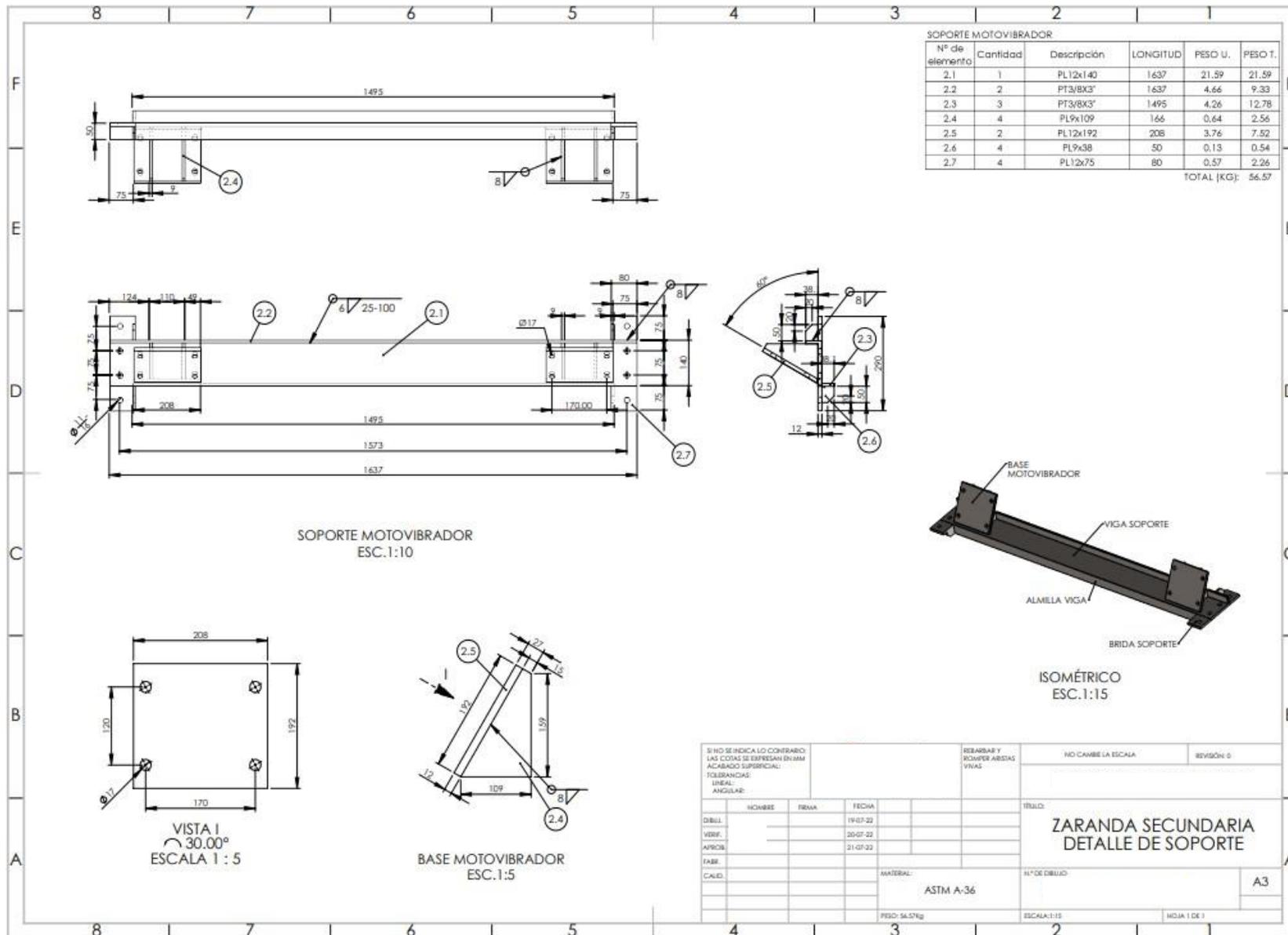
Tabla 10.1 Matriz de consistencia

TITULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
	PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	V. INDEPENDIENTE	
	¿Cómo implementar una zaranda vibratoria para el incremento de la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao?	Implementar una zaranda vibratoria para el incremento de la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao.	La implementación una zaranda vibratoria incrementa de la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao	ZARANDA VIBRATORIA	
	PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICA	V. DEPENDIENTE	Tipo de investigacion: Tecnologica Aplicada
IMPLEMENTACIÓN DE UNA ZARANDA VIBRATORIA PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE DESPLOME EN UNA PLANTA DE FUNDICIÓN DE METALES EN EL CALLAO	¿Cómo elaborar el diseño de una zaranda vibratoria para el incremento de la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao?	Elaborar el diseño de una zaranda vibratoria para incrementar la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao	El diseño de una zaranda vibratoria de incrementa la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao.		Enfoque de investigacion: Cuantitativa
	¿Cómo elaborar la manufactura de una zaranda vibratoria para el incremento de la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao?	Elaborar la manufactura e implementación de una zaranda vibratoria para incrementar la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao	La manufactura de una zaranda vibratoria de incrementa la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao.	PRODUCTIVIDAD	Nivel de investigacion: Explicativa
	¿Cómo reducir los tiempos de operación para incrementar la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao?	Reducir los tiempos de operación para incrementar la productividad en el área de desplome en una planta de fundición de metales en el callao.	La reducción de los tiempos de operación incrementa la productividad en el área de desplome en la planta de fundición de metales en el callao.		Diseño de investigacion: Pre experimental

ANEXO N°2 - Arreglo General de la Zaranda Vibratoria

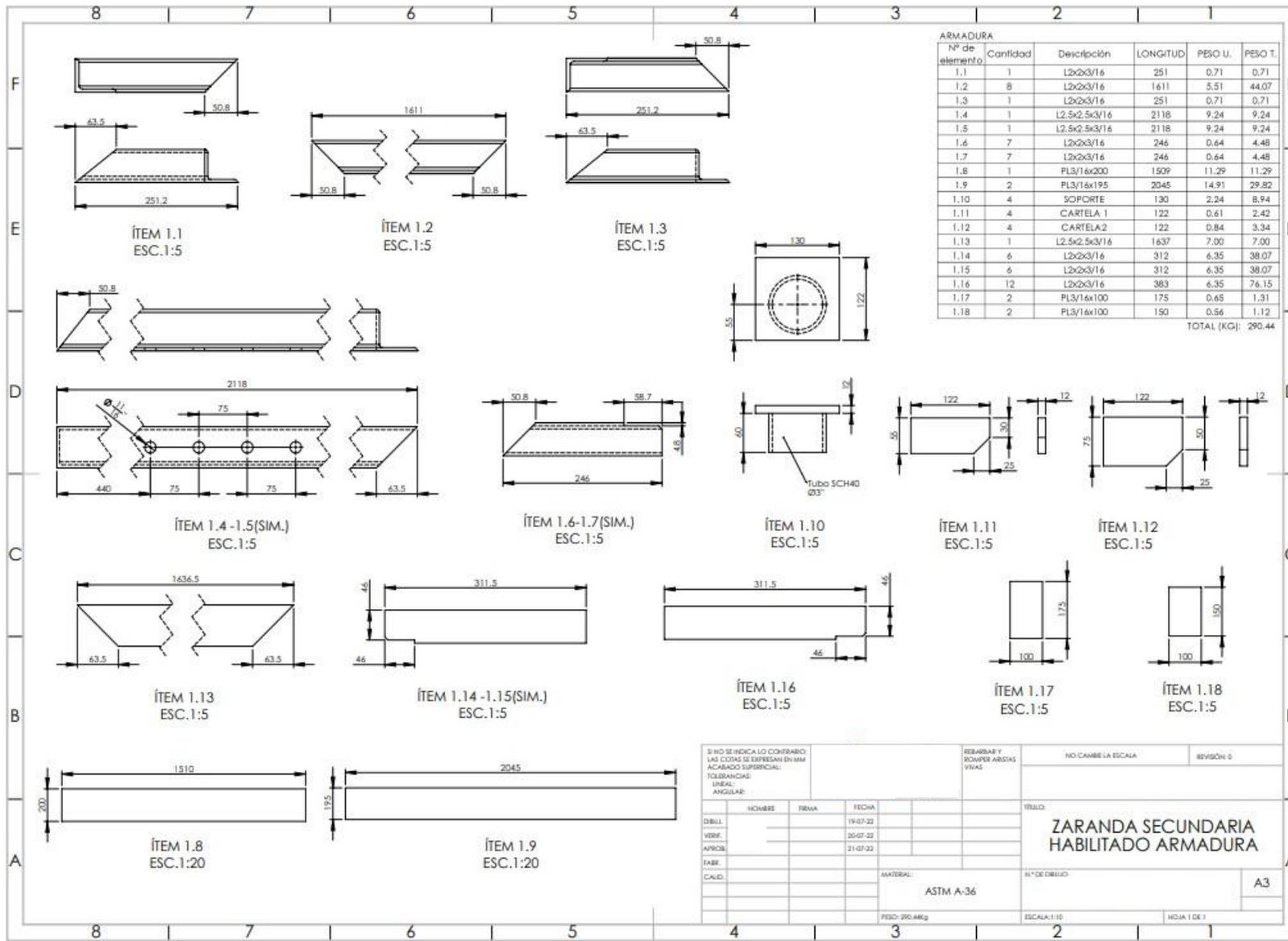


ANEXO N°4 - Detalle de soporte de la moto vibradores de la Zaranda Vibratoria

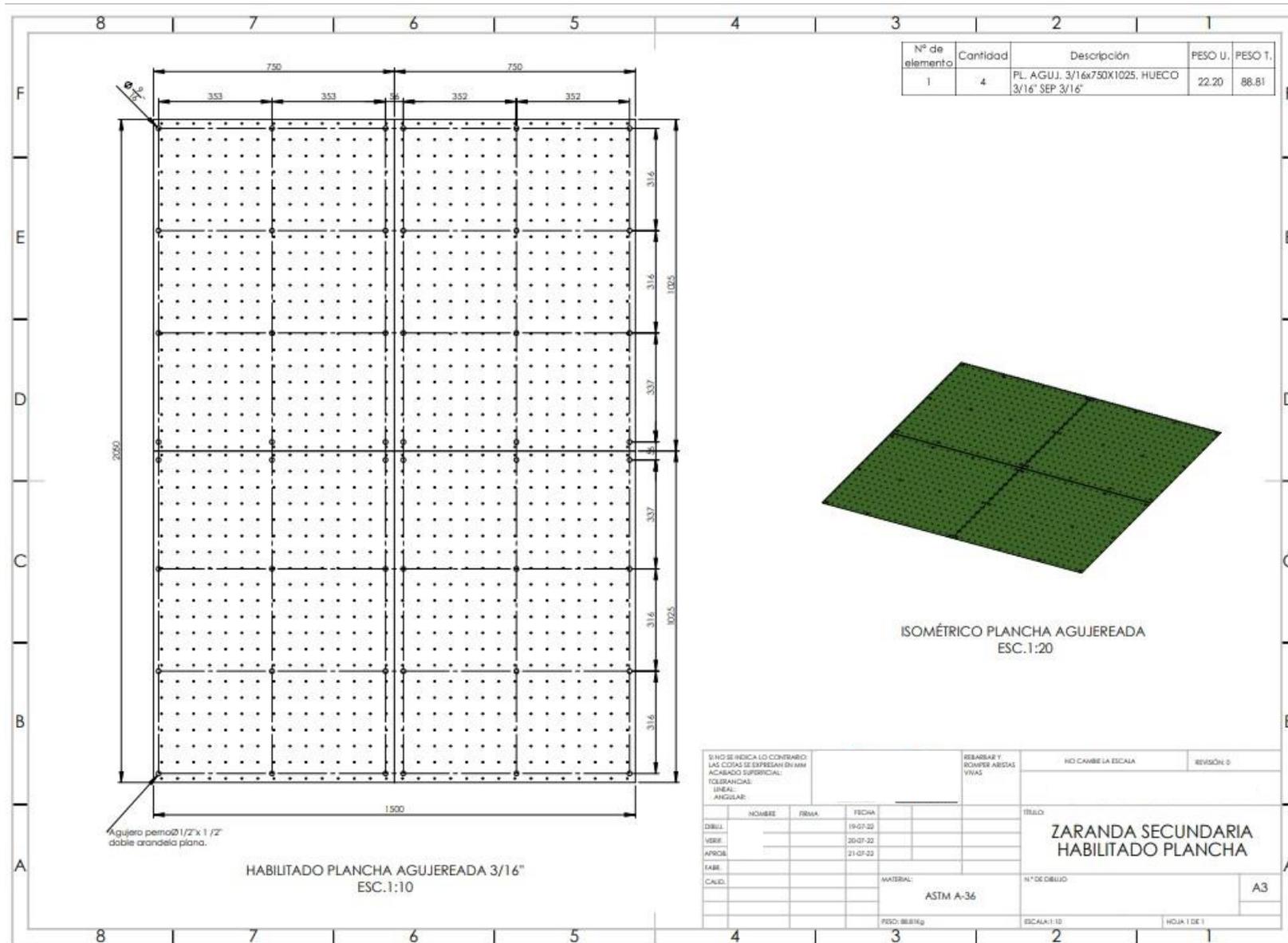


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO LAS COTAS SE ESPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL:			REBARBAR Y ROMPER ABASTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN: 0
TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:					
DIBUJ.	FECHA	19-07-22	TÍTULO: ZARANDA SECUNDARIA DETALLE DE SOPORTE		
VERIF.	FECHA	20-07-22			
APROB.	FECHA	21-07-22			
FABR.					
CALED.					
MATERIAL:			ASTM A-36	Nº DE DIBUJO	A3
PESO: 56.57kg			ESCALA: 1:15	HOJA 1 DE 1	

ANEXO N°5 - Detalle despiece de la Zaranda Vibratoria



ANEXO N°6 - Malla de la Zaranda Vibratoria



ANEXO N°7 - PLAN DE MANTENIMIENTO

1. Actividades Preliminares:

Antes del inicio de los trabajos, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Reunión de coordinación entre el supervisor de mantenimiento y el personal de mantenimiento mecánico, soldador para la distribución de tareas y responsabilidades.
- Realizar el ATS para el traslado de equipos y herramientas, en esta se debe de considerar el traslado manual solo de herramientas menores, los equipos, los materiales y demás se debe realizar con la grúa puente, considerando para ello el apoyo en instalación de maniobras y como venteros de la carga suspendida. El Grúa puente será operado por personal autorizado. También se debe considerar el transito desde el almacén hasta el ingreso de la nave, se debe considerar caída de material de la zaranda y equipos, por lo cual deben de transitar solo por el área autorizada.
- Verificar en Campo los equipos y materiales que se van a usar para desarrollar el trabajo.
- Recepción los materiales, verificar el buen estado de los equipos y herramientas.
- Inspeccionar los equipos y herramientas a utilizar y debe estar con la cinta del mes.
- Delimitar el área de trabajo e instalar biombos en caso haya actividades en paralelo en el área, transito de personas pro el área o riesgo de proyección de partículas fuera del área de trabajo.
- Realizar el orden y limpieza del área designando para realizar la actividad "Mantenimiento de Zaranda Vibratoria"

2. Actividades Operacionales:

- Desmontaje de la desmoldeadora con el puente grúa N°2.
- Prueba en vacío para medición de vibración del equipo en distintos puntos de la estructura.
- Inspección visual estructural de la carcasa, soldadura de perno y presencia de fisura.
- Inspección visual puente base de los moto vibradores, presencia de fisura, etc.
- Limpieza de material acumulado en la malla.
- Revisión Integral del equipo vibratorio en los contrapesos, presencia de fisuras, etc.
- Revisión integral de resorte y presencia de desgaste, deformación, corrosiones, etc.
- Orden y limpieza al finalizar el mantenimiento-

3. Detalle de Actividades de la Zaranda vibratoria

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	DURACIÓN horas	Nº TRABAJADOR	HORAS /HOMBRE	FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIPO ACTIVIDAD
MANTENIMIENTO INTEGRAL Y CAMBIO DE RODAMIENTOS	16.00	2.00	32.00	ANUAL	ELECTRICO	CAMBIO REPUESTO
CAMBIO DE RESORTES	6.00	2.00	12.00	ANUAL	MECANICO	CAMBIO REPUESTO
INSPECCION DE FISURAS CON LIQUIDO PENETRANTE	2.00	2.00	4.00	MENSUAL	MECANICO	INSPECCION
LIMPIEZA Y/O CAMBIO DE MALLA	4.00	2.00	8.00	MENSUAL	MECANICO	LIMPIEZA
VERIFICACION Y AJUSTE DE PERNOS	0.50	1.00	0.50	QUINCENAL	MECANICO	VERIFICAR
VERIFICACION DE JEBE DE SALIDA	0.30	1.00	0.30	QUINCENAL	MECANICO	VERIFICAR
LUBRICACION DE MECANISMOS	0.30	1.00	0.30	QUINCENAL	MECANICO	LUBRICACION
VERIFICACION Y AJUSTE DE PERNOS DE FIJACION	0.30	1.00	0.30	QUINCENAL	MECANICO	VERIFICAR

ANEXO N°9 - Ficha técnica del resorte

CERTIFICADO DE CALIDAD

Fecha: 04/08/2022

C2202-00034

Cliente: T & C ENGINEERING S.A.C

PRODUCTO :

RESORTE DE COMPRESIÓN

ESPECIFICACIONES PARA EL PEDIDO

- Diámetro del alambre: 19MM
- Diámetro exterior: 93MM
- Longitud: 255MM
- Vueltas: 7.1/2"
- Giro: Lado derecho
- Material: 4140
- Resorte con carga: 145MM

CARACTERÍSTICAS

Los resortes de compresión son resortes helicoidales de espira abierta formados o contruidos para oponerse a la compresión a lo largo del eje del enrollado. Los Resortes Helicoidales de Compresión son la configuración de resorte más común.

RESORTES DE TRACCION - IMAGENES DE EJEMPLO



AV. ARGENTINA CDRA. 6 CRUCE JR. CARCAMO C.C. UDAMPE CALLE 10TDA. E066. EMAIL: ind.
igalheiasac@gmail.com / 983 471 873 - 985 831 629

INDUSTRIAL JH ALHEIA S.A.C.
20608013521

ANEXO N°10 - certificado de validez de instrumentos

Certificado de Validez del instrumento

Evaluación del Instrumento

Indicadores		Valores				
Ítem	Descripción	5	4	3	2	1
1	Los datos obtenidos demuestran el incremento de Productividad.	X				
2	El instrumento evidencia el problema a solucionar.	X				
3	La cantidad de datos registrados son los suficientes para cubrir la totalidad del área de estudio.	X				
4	El instrumento permite un mapeo ágil de lo requerido.		X			
5	El instrumento facilita la comprobación de la hipótesis general que se plantea en la investigación.		X			
6	Los indicadores del instrumento son los adecuados para comparar resultados.	X				
7	El instrumento está acorde con el tipo de investigación a realizarse.	X				
8	El instrumento le parece útil o beneficioso según lo que se plantea en la investigación.	X				
9	El instrumento guarda relación con los objetivos propuestos en la investigación.	X				
10	La redacción de los ítem es clara y apropiada para cada elemento		X			

- 40 a 50 ptos: "Muy Bueno"
- 30 a 40 ptos: "Bueno"
- Menor a 30 ptos: "Desaprobado"

➤ **Observaciones:**

Los Instrumentos son los adecuados y cumple con los requerimientos básicos.

➤ **Opinión de Aplicabilidad:**

Aplicable (X)

Aplicable después de corregir ()

No Aplicable ()

➤ **Juez Evaluador**

Apellidos y Nombres Completos:

HUACASI SANCHEZ AGAPITO TIBURCIO

DNI:

06038797

Especialidad del validador:

Ing. Mecánico

Certificado de Validez del instrumento

Evaluación del Instrumento

Indicadores		Valores				
Ítem	Descripción	5	4	3	2	1
1	Los datos obtenidos demuestran el incremento de Productividad.	X				
2	El instrumento evidencia el problema a solucionar.		X			
3	La cantidad de datos registrados son los suficientes para cubrir la totalidad del área de estudio.	X				
4	El instrumento permite un mapeo ágil de lo requerido.		X			
5	El instrumento facilita la comprobación de la hipótesis general que se plantea en la investigación.		X			
6	Los indicadores del instrumento son los adecuados para comparar resultados.	X				
7	El instrumento está acorde con el tipo de investigación a realizarse.	X				
8	El instrumento le parece útil o beneficioso según lo que se plantea en la investigación.	X				
9	El instrumento guarda relación con los objetivos propuestos en la investigación.	X				
10	La redacción de los ítem es clara y apropiada para cada elemento	X				

- 40 a 50 pts: "Muy Bueno"
- 30 a 40 pts: "Bueno"
- Menor a 30pts: "Desaprobado"

➤ **Observaciones:**

La evaluación a los instrumentos es adecuada y cumple con los requerimientos básicos

➤ **Opinión de Aplicabilidad:**

Aplicable ()

Aplicable después de corregir ()

No Aplicable ()

➤ **Juez Evaluador**

Apellidos y Nombres Completos:

Sánchez Valverde, Victoriano

DNI:

25401990

Especialidad del validador:

Ing. Mecánica - Electromecánica

Certificado de Validez del instrumento

Evaluación del Instrumento

Indicadores		Valores				
Ítem	Descripción	5	4	3	2	1
1	Los datos obtenidos demuestran el incremento de Productividad.	X				
2	El instrumento evidencia el problema a solucionar.		X			
3	La cantidad de datos registrados son los suficientes para cubrir la totalidad del área de estudio.	X				
4	El instrumento permite un mapeo ágil de lo requerido.	X				
5	El instrumento facilita la comprobación de la hipótesis general que se plantea en la investigación.	X				
6	Los indicadores del instrumento son los adecuados para comparar resultados.	X				
7	El instrumento está acorde con el tipo de investigación a realizarse.	X				
8	El instrumento le parece útil o beneficioso según lo que se plantea en la investigación.	X				
9	El instrumento guarda relación con los objetivos propuestos en la investigación.	X				
10	La redacción de los ítems es clara y apropiada para cada elemento	X				

- 40 a 50 pts: "Muy Bueno"
- 30 a 40 pts: "Bueno"
- Menor a 30pts: "Desaprobado"

➤ **Observaciones:**

NINGUNA

➤ **Opinión de Aplicabilidad:**

Aplicable (X)

Aplicable después de corregir ()

No Aplicable()

➤ **Juez Evaluador**

Apellidos y Nombres Completos:

DAVIS ALBERTO ESPINO PENA

DNI:

41362677

Especialidad del validador:

ING. INDUSTRIAL