



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

TESIS

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA TRITURADORA DE
CONCRETO DE CAPACIDAD 500 kg/h, DIRIGIDO A
LA CIUDAD DE CHICLAYO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERÍO MECÁNICO ELÉCTRICISTA**

Autor:

Bach. Olano Neyra Carlos Ernesto

Asesor:

Mg. Vives Garnique Juan Carlos

Línea de Investigación:

Ingeniería de Procesos Productivos

Pimentel – Perú

2017

DISEÑO DE UNA MÁQUINA TRITURADORA DE CONCRETO DE CAPACIDAD 500 kg/h, DIRIGIDO A LA CIUDAD DE CHICLAYO

Ing. Rojas Coronel Ángel Marcelo
Presidente del jurado de tesis

Ing. Gastiaburú Morales Silvia Yvonne
Secretario del jurado de tesis

Ing. Vives Garnique Juan Carlos
Vocal del jurado de tesis

DEDICATORIA

Dedico esta tesis en primer lugar a Dios que me acompaña día a día brindándome la paz, la seguridad y la sabiduría para lograr asumir y vencer cada reto que se me presenta en la vida.

A mis padres Emilio y Cleotídes que se esforzaron por darme todo lo necesario para llegar a este punto de mi vida. Por cada consejo sabio para la toma de decisiones y los buenos deseos que tienen hacia mi persona.

Así mismo a cada persona que forma parte de mi familia que me brinda la fuerza y la confianza de seguir, por pasar buenos y malos momentos conmigo, por el apoyo incondicional y ayudar en cada error de mi vida, mis hermanos Lizetty, Andy y Kristofer que me guiaron y aconsejaron siempre, realizando la labor de padres siempre que los necesitaba. A cada uno de mis sobrinos quien saca lo mejor de mí.

Culminar dedicando esta tesis a todas las personas que confiaron en mí y me estuvieron apoyando siempre, como mis mejores amigos, docentes y personas allegadas que brindaron su apoyo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la bendición de haber podido realizar mis estudios y estar con salud.

A mi madre quien lucho toda su vida para darnos lo mejor que pudo a cada integrante de nuestra familia, por brindarme todo su amor, cariño, su comprensión y apoyo constante. Por cada consejo con sabiduría y apoyo en cada error.

A mi padre quien lucho de la mano con mi madre y aposto todo por mis estudios, quien brinda la fuerza de seguir, quien no cree que lo que haga este mal, quien ayuda a enmendar cada error cometido. El apoyo constante que pude tener y el mejor amigo que se puede desear.

A mi hermano Kristofer, la persona que estuvo siempre que necesitaba algo, quien me cuidaba como un hijo y el mejor consejero que alguien puede tener, darse el tiempo de escucharme y solucionar cada problema que podría tener.

A mi hermana Lizetty quien con su experiencia supo apoyarme para seguir adelante y nunca caer ante las adversidades, Cuidándome y apoyándome día a día para ser alguien mejor.

A mi hermano Andy que apoyo en mi crecimiento personal y me escuchaba siempre que necesite, dando felicidad y alegrías a mi vida y nunca quitando la sonrisa que lo caracteriza.

ÍNDICE

RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
CAPÍTULO I:.....	16
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	16
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	17
1.1.1. A NIVEL INTERNACIONAL	17
1.1.2. A NIVEL NACIONAL	17
1.1.3. A NIVEL LOCAL	19
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	20
1.5. LIMITACIONES	21
1.6. OBJETIVOS.....	21
CAPÍTULO II:.....	23
MARCO TEÓRICO	23
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	24
2.2. ESTADO DEL ARTE	27
2.3. BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS	30
2.3.1. VARIABLES INDEPENDIENTES	30
A. CONCRETO.....	30
2.3.2. VARIABLES DEPENDIENTES	37
B. DISEÑO DE MÁQUINA TRITURADORA DE CONCRETO	37
C. CONCRETO RECICLADO	50
2.3.3. MANUAL DE MANTENIMIENTO	54
2.3.4. NORMATIVA.....	54
2.3.5. GESTIÓN AMBIENTAL	55
2.3.6. GESTIÓN DE SEGURIDAD Y RIESGOS	55
2.3.7. EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	55
2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	58
CAPÍTULO III:.....	60
MARCO METODOLÓGICO	60
3.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	61
3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	61

3.1.2	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	61
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA	61
3.2.1	POBLACIÓN	61
3.2.2	MUESTRA.....	61
3.3	HIPÓTESIS	62
3.4	VARIABLES	62
3.4.1	VARIABLES INDEPENDIENTES	62
3.4.2	VARIABLES DEPENDIENTES	62
3.5	OPERACIONALIZACIÓN.....	62
3.6	MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	65
3.6.1	MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.....	65
3.6.2	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	65
3.7	PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	66
3.7.1	EQUIPOS MATERIALES E INSTRUMENTOS:	71
3.7.2	RECURSOS HUMANOS:	71
3.7.3	FORMULAS Y CÁLCULOS:	71
3.7.4	PLANOS:	72
3.7.5	DISEÑO:.....	72
3.7.6	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO:	72
3.7.7	MANTENIMIENTO:.....	73
3.7.8	COSTOS:	73
3.7.9	MANUAL DE USUARIO:.....	73
3.7.10	NORMATIVA:	74
3.8	PLAN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS	75
3.8.1	ENFOQUE CUALITATIVO:.....	75
3.8.2	ENFOQUE CUANTITATIVO:	75
3.9	CRITERIOS ÉTICOS	75
3.10	CRITERIOS DE RIGOR CIENTÍFICO	76
3.10.1	VALIDEZ:	76
3.10.2	GENERALIZABILIDAD:	76
3.10.3	FIABILIDAD:.....	76
3.10.4	REPLICABILIDAD:.....	76
3.11	LISTA DE EXIGENCIAS	77
3.12	ELABORACIÓN DEL PROYECTO ÓPTIMO	78
3.12.1	ESTRUCTURA DE FUNCIONES.....	78

CAPÍTULO IV:	83
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	83
4.1. PARÁMETROS FUNDAMENTALES DE DISEÑO DE MÁQUINA TRITURADORA.	84
4.1.1. ANÁLISIS DE RESISTENCIA DEL CONCRETO.....	84
4.1.2. ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE MÁQUINA TRITURADORA	86
4.1.3. DIÁMETROS DE PARTÍCULA DE CONCRETO (Di-Df)	89
4.1.4. RELACIÓN DE REDUCCIÓN (Rr).....	89
4.1.5. ANCHO DE LA BOCA DE LA TRITURADORA (A).....	90
4.1.6. LONGITUD DE LA BOCA DE LA TRITURADORA (L)	90
4.1.7. RECORRIDO DE MANDÍBULA MÓVIL (d).....	91
4.1.8. ÁNGULO DE RECEPCIÓN O ÁNGULO DE PELLIZCO	91
4.2. DISEÑO DE MÁQUINA.	95
4.2.1. NÚMERO DE REVOLUCIONES DE ÁRBOL DE TRANSMISIÓN	95
4.2.2. POTENCIA DEL MOTOR	97
4.2.3. CÁLCULO Y SELECCIÓN DE CORREA DE TRANSMISIÓN	99
4.2.4. DIMENSIONADO DE LA MÁQUINA	110
4.2.5. FUERZAS APLICADAS EN EL MECANISMO	112
4.2.6. CÁLCULO DE EJE EXCÉNTRICO	119
4.2.7. CÁLCULO DE EJE DE MANDÍBULA OSCILANTE	153
CAPÍTULO V:	161
PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN	161
5.1 ESTUDIO DE SIMULACIÓN DE COMPONENTES	162
5.1.1 ESTUDIO A ESTRUCTURA DE BLOQUE DE CHAPA.....	162
5.1.2 ESTUDIO DE EJE PRINCIPAL.....	168
5.1.3 ESTUDIO DE ENSAMBLAJE DE BIELA	173
5.1.4 ESTUDIO DE RIOSTRAS.....	178
5.1.5 ESTUDIO DE PIN FUSIBLE DE RIOSTRAS.....	183
5.2 FICHA TECNICA DE EQUIPOS SELECCIONADOS PARA EL PROTOTIPO DE MAQUINA.	188
5.3 PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN	190
5.4 PLANOS	191
5.5 PLAN DE MANTENIMIENTO	192
5.6. EVALUACIÓN ECONOMICA	196
CAPÍTULO VI:	197
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	197

6.1. CONCLUSIONES	198
6.2. RECOMENDACIONES.....	200
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	201
ANEXOS	203
ANEXO 1: Parámetros ISO para Rodamientos	203
ANEXO 2: Fotos Visita al Botadero San José	204
ANEXO 3: Fotos Planta de Trituración de Piedra.....	205
PLANOS	212

Ilustraciones

Ilustración 1. TRITURADORA DE IMPACTO 5256T. FUENTE: (SCREEN, MACHINE INDUSTRIES)	28
Ilustración 2. TRITURADORA DE IMPACTO 4043T. FUENTE: (SCREEN, MACHINE INDUSTRIES)	28
Ilustración 3 TRITURADORA DE MANDÍBULA JXT. FUENTE: (SCREEN, MACHINE INDUSTRIES)	29
Ilustración 4 TRITURADORA DE CONO CST. FUENTE: (SCREEN, MACHINE INDUSTRIES)	29
Ilustración 5. TRITURADORA DE MANDÍBULA. FUENTE: (HONORIO, 2005)	38
Ilustración 6. TRITURADORA GIRATORIA. FUENTE: (HONORIO, 2005).....	39
Ilustración 7. TRITURADORA DE RODILLOS. FUENTE: (HONORIO, 2005)	39
Ilustración 8. TRITURADORA DE IMPACTOS. FUENTE: (HONORIO, 2005).....	40
Ilustración 9. TRITURADORA DE MARTILLOS. FUENTE: (HONORIO, 2005).....	40
Ilustración 10. PUENTE ATIRANTADO. Fuente: (MERINO, 2007)	53
Ilustración 11. LÍNEA 12 DEL METRO DE MÉXICO. Fuente: (NUÑEZ, s.f.)	54
Ilustración 12: Ángulo de Recepción o Pellizco.	92
Ilustración 13. Número de Revoluciones. FUENTE: Universidad de la Cantabria.....	95
Ilustración 14. Sección de Faja Trapezoidal.....	102
Ilustración 15.Trabajos en Posición de Pie para Hombres.....	111
Ilustración 16. Dimensiones del Mecanismo.....	111
Ilustración 17. Dimensiones de Cámara de Trabajo.....	112
Ilustración 18. Tracción Sobre la Biela.	114
Ilustración 19. Presión Ejercida Sobre el Bloque de Concreto.	116
Ilustración 20. Esquema de Eje Excéntrico.	119
Ilustración 21. Fuerzas Aplicadas en Polea Mayor.....	120
Ilustración 22. Diagrama de Cuerpo Libre de Eje Excéntrico.	121
Ilustración 23. Distribución de Fuerzas PLANO XY.....	122
Ilustración 24. Distribución de Fuerzas PLANO XZ.	123
Ilustración 25. Momento Flector Máximo PLANO XY.	124
Ilustración 26. MD Solids PLANO XY.	129
Ilustración 27. Momento Flector Máximo PLANO XY.	130
Ilustración 28. Momento Flector Máximo PLANO XY.	133
Ilustración 29. Resultados de Estudio de Tensiones en Bloque de Chapa mediante Von Misses. Fuente: Propia, Elaboración con programa Solidwords.....	166
Ilustración 30. Resultados de Estudio de Desplazamientos en Bloque de Chapa. Fuente: Propia, Elaboración con programa Solidwords.....	167
Ilustración 31. Resultados de Estudio de Desplazamientos en Bloque de Chapa. Fuente: Propia, Elaboración con programa Solidwords.....	168
Ilustración 32. Resultados de Estudio de Tensiones en Eje Excéntrico Mediante Von Misses. Fuente: Propia, Elaboración con programa Solidwords.....	171
Ilustración 33. Resultados de Estudio de Desplazamientos en Eje Excéntrico. Fuente: Propia, Elaboración con programa Solidwords.....	172
Ilustración 34. Resultados de Estudio de Deformaciones Unitarias en Eje Excéntrico. Fuente: Propia, Elaboración con programa Solidwords.....	173

Ilustración 35. Resultados de Estudio de Tensiones en Biela Mediante Von Mises. Fuente: Propia, Elaboración con programa Solidwords.	176
Ilustración 36. Resultados de Estudio de Desplazamientos en Biela. Fuente: Propia, Elaboración con programa Solidwords.....	177
Ilustración 37. Resultados de Estudio de Deformaciones Unitarias en Biela. Fuente: Propia, Elaboración con programa Solidwords.	178
Ilustración 38. Resultados de Estudio de Tensiones en Riostra Mediante Von Mises. Fuente: Propia, Elaboración con programa Solidwords.....	181
Ilustración 39. Resultados de Estudio de Desplazamientos en Riostra. Fuente: Propia, Elaboración con programa Solidwords.	182
Ilustración 40. Resultados de Estudio de Deformaciones Unitarias en Riostra. Fuente: Propia, Elaboración con programa Solidwords.	183
Ilustración 41. Resultados de Estudio de Tensiones en Pasador de Riostra Mediante Von Mises. Fuente: Propia, Elaboración con programa Solidwords.....	185
Ilustración 42. Resultados de Estudio de Desplazamientos en Pasador de Riostra. Fuente: Propia, Elaboración con programa Solidwords.	186
Ilustración 43. Resultados de Estudio de Deformaciones Unitarias en Pasador de Riostra. Fuente: Propia, Elaboración con programa Solidwords.	187

Ecuaciones

Ecuación 1 Cálculo de Resistencia por Carga Estática.	41
Ecuación 2. Cálculo de Esfuerzo Cortante Máximo	42
Ecuación 3. Teoría de Esfuerzo Cortante Máximo (E.C.M)	42
Ecuación 4. Cálculo de Resistencia por Carga Dinámica (Fatiga)	43
Ecuación 5. Fallo por Cizallamiento.	43
Ecuación 6. Fallo por Aplastamiento.	44
Ecuación 7. Potencia Transmitida.....	44
Ecuación 8. Relación de Transmisión.....	45
Ecuación 9. Distancia entre Centros de Ejes.....	46
Ecuación 10. Longitud de Correa.	46
Ecuación 11. Arco de Contacto.....	47
Ecuación 12. Velocidad Lineal de Correa.....	47
Ecuación 13. Potencia Efectiva por Correa.....	47
Ecuación 14. Cálculo de Número de Correas.....	48
Ecuación 15. Valor Actual Neto (VAN).....	56
Ecuación 16.Tasa Interna De Retorno (TIR).....	57

Tablas

Tabla 1. Definiciones para el concreto. Fuente: (JOSE, 2004)	30
Tabla 3. Desarrollo de la resistencia a compresión de concretos, expreso cono porcentaje de la resistencia los 28 días. FUENTE: (LANGE, 1994).....	37
Tabla 4. Factor de servicio, K.....	45
Tabla 5. Operacionalización de Variables. Variables Independientes. Fuente: Propia	63
Tabla 6. Operacionalización de Variables. Variables Dependientes. Fuente: Propia	64
Tabla 7 Resistencia de Concreto. Fuente: Laboratorio de suelos USS.	85
Tabla 8 Volumen de Concreto en Botadero de San José. Fuente: Propia.....	86
Tabla 9 Peso Específico De Materiales. Fuente: Euroimportadora	87
Tabla 10. Catálogo de Motores Eléctricos WEG. FUENTE: Motores Eléctricos WEG.....	99
Tabla 11. Tipos de Correa de Transmisión. FUENTE: FABRICANTE DUNLOP	99
Tabla 12. Factor de Corrección de Potencia K. FUENTE: Fabricante DUNLOP.....	100
Tabla 13. Diámetros Mínimos de Polea según Norma BS 3790.	101
Tabla 14. Longitudes Primitivas, Sección A.	104
Tabla 15. Factor de Corrección de Longitud.	105
Tabla 16. Factor de Corrección de Arco.	106
Tabla 17. Factor de Corrección de Arco.	108

RESUMEN

La cantidad de desechos de escombros, en las últimas décadas, ha ido aumentando considerablemente y su inadecuada manipulación constituye actualmente uno de los problemas ambientales más serios. Frente a este acontecimiento se propuso crear conciencia del cuidado y respeto al medio ambiente en la comunidad y contribuir con la disminución del impacto negativo del desecho de escombros al ambiente. Para lograr lo mencionado anteriormente, se vio en la necesidad de ejecutar un proyecto con el objeto de reducir la contaminación por parte de estos desechos, reutilizando el concreto como materia prima en agregados de nuevas edificaciones, buscando extender el proyecto a lo largo del país.

El proyecto trata de diseñar una Máquina Trituradora de Concreto con el fin triturar el concreto obtenido de vertederos de basura y lograr reutilizarlos en nuevos trabajos de construcción, se busca triturar hasta 1" de diámetro.

Se debe conocer cada dato importante en el diseño de la máquina para concretar un óptimo diseño y cubra las necesidades de la región, se pudo conocer que la capacidad será de 500 kg/h y La resistencia del concreto a triturar. Conociendo los datos y la información obtenida se puede partir al diseño de la máquina trituradora de concreto, y si esta cubrirá los objetivos planteados y solucione las problemáticas por la que nos planteamos a diseñar esta máquina.

Palabras Clave: Desecho, Riostra, Trituradora, Oscilante, Excentricidad.

ABSTRACT

The quantity of waste of rubbles, in the last decades, has been increasing considerably and his inadequate manipulation constitutes nowadays one of the most serious environmental problems. Opposite to this event it proposed to create conscience of the care and respect to the environment in the community and to contribute with the decrease of the negative impact of the waste of rubbles to the environment. To achieve the mentioned previously, one saw in the need to execute a project in order to reduce the pollution on the part of this waste, re-using the concrete one as raw material in attachés of new buildings, seeking to extend the project along the country.

The project tries to design a Crushing Machine of Concretly with the end to crush the concrete one obtained of dumps of garbage and to manage to re-use in new constructed works, one seeks to crush even 1 " of diameter.

It is necessary to to know every important information in the design of the machine to make concrete an ideal design and cover the needs of the region, it was possible to know that the capacity will be of 500 kg/h and The resistance of the concrete one to crush. Knowing the information and the obtained information can split to the design of the crushing machine of concretly, and if this one will cover the raised aims and solve problematics for that we appear to designing this machine.

Key words: Waste, Riostra, Crushing, Oscillating, Eccentricity

INTRODUCCIÓN

En el Perú ocurre demasiada contaminación por desechos de escombros en demolición de edificaciones. Con esto es que no se encuentra una alternativa de solución para este tipo de contaminación ya que nuestro país y entorno no cuenta con la tecnología adecuada para combatir este problema que se hace cada vez más grande y va generando daños tanto al ambiente como a las personas que habitan el entorno contaminado. Al ver este tipo de problema se brinda un método de solución con el diseño de una trituradora de concreto con fines de reciclado para la reutilización del concreto ya utilizado.

En primer lugar, para el diseño se conoce la problemática que existe concerniente a la contaminación y se presenta los objetivos que se quiere lograr obtener al realizar este diseño.

Se conoce y plantea las variables independientes que viene a ser el estudio del concreto, y las variables dependientes que se presentan como el diseño de la máquina trituradora y el concreto reciclado, conociendo la teoría necesaria para conocer el tema a trabajar.

Planteando las variables se deduce la metodología a utilizar en el diseño, con las técnicas de recolección de datos, el tipo de diseño y conociendo el tipo de máquina a diseñar mediante una matriz morfológica.

Con la información obtenida se realiza los cálculos correspondientes para concretar los objetivos planteados y diseñar el prototipo de máquina de acuerdo a la realidad de la zona, verificando la capacidad, seleccionando materiales para los elementos de máquina. Posteriormente se realiza un estudio de simulación de componentes para comprobar si el material se soporta las cargas a las que será sometido.

Se elabora un plan de mantenimiento para la máquina y una evaluación económica mediante estudio de Van y Tir. Se plantean las conclusiones y recomendación para conocer el resultado del diseño de la máquina trituradora de concreto.

CAPÍTULO I:

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

1.1.1. A NIVEL INTERNACIONAL

a) Holanda, Bélgica y Dinamarca superan la cifra del 90% de reciclaje, concerniente a residuos de Construcción y demolición (en adelante RCD), y en concreto, Holanda y Bélgica, mantienen este altísimo grado de reciclaje, reciclando también el 100% del asfalto procedente del residuo de construcción de carreteras. Este elevado porcentaje de reciclaje se debe principalmente, a la escasez de materias primas para la obtención de áridos vírgenes.

b) Finlandia, Austria y el Reino Unido reciclan el 40 - 45% de los residuos básicos de construcción y demolición. Los factores que en estos países han impulsado el reciclaje, residen en una política de gestión de residuos que ha utilizado instrumentos de tipo económico (impuestos sobre el vertido) y legales (obligación de demoler selectivamente, acuerdos voluntarios, planificación y control).

c) Suecia, Alemania y Francia reciclan el 15 - 20% de los residuos básicos de construcción y demolición.

d) Italia e Irlanda reciclan entre el 6 y el 9% de los RCD básicos y están impulsando el reciclaje de estos residuos.

e) Finalmente, Portugal, Grecia y España presentan una situación de reciclaje de RCD que puede calificarse de marginal.

1.1.2. A NIVEL NACIONAL

Arturo Alfaro Medina, presidente de la ONG Vida, dijo que uno de los principales problemas de contaminación de calles, avenidas, playas y riberas de los ríos es el que ocasiona el arrojo de residuos de la construcción en todo el país.

"Como ejemplo encontramos la gran cantidad de basura marina recogida en la playa Carpayo del Callao, de la cual se obtuvo un aproximado de 70 toneladas de maderas, plásticos, alfombras, y otros residuos provenientes del arrojamiento de desmontes en las playas y acantilados de Magdalena y San Miguel", indicó tras las jornadas de limpieza de ecosistemas acuáticos que se han ido realizando en diferentes lugares del país.

"Igual situación se ha observado en playas de Villa El Salvador, Huanchaco en La Libertad y otras localidades de la costa peruana. Cuando no pueden arrojar los residuos en las playas los dejan en las avenidas o terrenos descampados, exponiendo la salud de la población y ocasionando un costo a los municipios que luego tienen que recoger estos residuos", señaló.

Según el especialista, el problema no está solo en las playas, se ha podido observar a nivel nacional el arrojamiento de estos residuos en las cuencas de los ríos Chili, Amazonas, Urubamba, Rímac, Cieneguilla, Mantaro, Yauli, entre otros, ocasionando el deterioro de los ecosistemas acuáticos, la reducción del cauce del agua con riesgo de desborde e inundación, y que los residuos luego lleguen al mar generando mayor basura marina.

De acuerdo a Arturo Alfaro, la mayoría de los casos son arrojamientos clandestinos, como sucede en zonas de Villa El Salvador o del Callao, pero hay casos donde este arrojamiento de residuos de la construcción ha sido autorizado o consentido como es el caso de Magdalena y San Miguel. Como es conocido en estos distritos **los alcaldes permitían que ingresen cientos de volquetes todos los días para que arrojen de modo informal e ilegal estos residuos.**

"Para solucionar el problema de las constructoras es que mientras no se establecen las escombreras oficiales sus residuos los deben llevar a los rellenos sanitarios lugares autorizados para residuos conforme lo establecen las leyes y reglamentos vigentes", acotó.

1.1.3. A NIVEL LOCAL

La contaminación en el departamento de Lambayeque por causas de construcción es uno de los problemas que se debe enfrentar con frecuencia, esto se debe por que las empresas constructoras depositan su residuo en las playas o los diferentes centros descampados siempre que hacen la demolición de alguna edificación, llegando a esto con la contaminación de los mares y consiguiendo un aumento de distintas enfermedades sobre la gente que vive cerca de los lugares que utilizan como depósito.

Uno de los problemas a enfrentar es que últimamente existen muchas edificaciones que necesitan ser remodeladas por tiempo de uso. Estas edificaciones ya no sirven y con ello se generará mucho residuo al derribarlas y con eso aumentará la contaminación.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Con el Diseño de la Máquina Trituradora de Concreto se logrará aportar en la sociedad con la reducción de la contaminación ambiental que se viene dando por desechos de concreto y con ello una vista de nueva tecnología si la máquina trituradora se llevase a cabo y se pondría en marcha?

1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Las delimitaciones vienen dadas por los temas que abarcará la investigación, y hasta qué punto se puede llegar en la investigación y desarrollo de actividades, se presenta:

- a. El diseño de nuestra máquina solo será cuasi experimental.
- b. No se pondrá en marcha por falta de tiempo y recursos.
- c. Se trabajará en los sistemas de la máquina, diseño y selección de elementos de máquina.

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

Este proyecto se realiza debido a que contribuye a la obtención de materia prima a partir de concreto reciclado para la reutilización en forma de agregado en la construcción de edificaciones en la región Lambayeque, para lo cual es necesario contar con la tecnología de maquinaria adecuada como es el caso de la Máquina Trituradora de Concreto para realizar el proceso de triturado.

JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

En el diseño de esta máquina se logrará economizar en los gastos de construcción ya que podremos ofrecer una nueva materia como agregado y eso generara un ahorro en la obtención de la materia que se encuentran en ríos, quebradas y otros. Se considera economizar los gastos en la búsqueda de nuevas técnicas concerniente a la lucha con la contaminación existente.

JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Con este proyecto se estará ayudando a la localidad de Chiclayo ya que esta tesis está dirigida a esta ciudad. Con el reciclado de concreto se pretende lograr mejorar la calidad de vida de los pobladores y podremos mejorar la vista de nuestro ornato ya que estos desechos de concreto no se arrojaran en lugares públicos y se utilizará en nuevos fines.

JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL

El diseño de esta máquina se hará considerando toda la normatividad vigente en aspectos del medio ambiente, con el cual se desea disminuir la contaminación que encontramos en los desechos de residuos de las construcciones.

Con el reciclaje del concreto estamos contribuyendo en gran parte con la reducción de la contaminación ambiental.

IMPORTANCIA

Este proyecto es importante porque nos ayuda a reducir la contaminación ambiental, obtener tecnología que puede utilizarse en cualquier parte del Perú y del mundo para fines de aprovechamiento de la reutilización del concreto reciclado, lo cual nos lleva a la reducción de costos en materiales para la construcción de edificaciones en la región Lambayeque.

1.5. LIMITACIONES

Las limitaciones vienen dadas por lo siguiente:

- a. Falta de información de diseño de trituradoras, en la parte de diseño y conocimiento de la tecnología de la reutilización del concreto como agregado. Al ser un nuevo tema de estudio se tuvo que realizar trabajos de campo.
- b. Falta de disponibilidad de especialistas conocedores del tema.

1.6. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

“Diseñar una Máquina Trituradora de Concreto de Capacidad de 500 kg/h para Reciclado del mismo, para la ciudad de Chiclayo”

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 1) Analizar las características del Concreto.
- 2) Realizar la comprobación de la capacidad mediante el balance de materia y energía.
- 3) Diseñar los Sistemas y sub Sistemas de la Máquina Trituradora de Concreto.
- 4) Seleccionar los elementos de máquina adecuados para la operatividad de los subsistemas.

- 5) Modelar la máquina utilizando software CAD.
- 6) Analizar las zonas críticas de los elementos máquina.
- 7) Realizar la Evaluación Económica.
- 8) Elaborar un Plan de Mantenimiento Preventivo de la Máquina Trituradora.
- 9) Elaborar ficha técnica de la máquina para monitoreo y seguimiento de su correcto funcionamiento.

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

"APLICACIÓN DE CONCRETO RECICLADO EN LA PRODUCCIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS DE TRÁNSITO VEHICULAR LIGERO EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"

Presentado por:

Castañeda Cruz Kathereen Jhoanna.

Vásquez Barreto Eder Lenner.

Pimentel, Febrero del 2014

RESUMEN

El presente estudio plantea desarrollar el aprovechamiento de escombros como agregados de concreto en la producción de adoquines para uso en pavimentos destinados al tránsito vehicular ligero en la ciudad de Chiclayo

La propuesta de un nuevo concreto provenientes del reciclado de escombros es totalmente válida, si recordamos que el concreto, dadas las nuevas tecnologías de construcción introducidas en nuestro medio, sigue siendo el protagonista, es por eso que analizamos e investigamos en usar este tipo de concreto en la fabricación de adoquines de concreto.

1. El reciclaje de concreto para la obtención de nuevo agregado grueso a partir del concreto utilizado y reemplazar al agregado natural es una práctica que debe empezar a realizarse a la brevedad posible, ya que la materia prima tanto en bancos de materiales pétreos y el agregado natural no cuenta con mucha disponibilidad hoy en día.
2. El concreto reciclado debe tener un proceso de limpieza para ser reutilizado y no contar con escoria, fierros, cerámicos, madera, etc. Esto podría afectar en su reutilización y sus características.

3. Se debe analizar el uso de polvo de concreto reciclado para otras condiciones de la ingeniería como por ejemplo para la utilización de un nuevo cemento.

Esta investigación se realizará debido a que la situación sobre el manejo y uso del concreto reciclado es incipiente, pues hasta la fecha hay poco conocimiento del uso del concreto reciclado, es por esto que esta investigación surge para establecer y proporcionar una alternativa al manejo del concreto reciclado en la producción de adoquines de concreto.

“ESTUDIO DE DURABILIDAD AL ATAQUE DE SULFATOS DEL CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO”

Presentado por:

Arq. William Garzón Pire.

Universidad Nacional de Colombia

Maestría en Construcción

Bogotá, Colombia

RESUMEN

El ataque químico al concreto es uno de los factores que más perjudican durabilidad de los concretos. Dentro de estos químicos, uno de los que afecta considerablemente es el Sulfato de Magnesio. Este afecta directamente al Aluminato Tricíclico presente en el cemento. Esta acción se puede ver incrementada en concretos con mayores contenidos de cemento, y aún más cuando este, se presenta también en los agregados de la mezcla. Basándose en esta hipótesis, y usando como herramienta las Normas de ensayos de expansión, se realizaron inmersiones de muestras de concreto con agregado reciclado en una solución de sulfato del 5%, teniendo como variables el porcentaje de reemplazo de agregados, la relación agua/material cementante y reemplazo con cenizas.

“CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE CONCRETOS RECICLADOS FABRICADOS CON DESECHOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN”

Dr. Demetrio Nieves Mendoza

Dr. Miguel Ángel Baltazar Zamora

Xalapa, Ver., México ABRIL 2009

RESUMEN

En el presente trabajo se compararan las características de dos concretos, uno elaborado con agregado grueso reciclado producto de la trituración de la capa de rodamiento de pavimentos rígidos y otro realizado con un agregado grueso natural extraído de un banco de materiales, en los cuales el agregado grueso natural de banco es de un (TMA) Tamaño Máximo de Agregado de 19mm (3/4”) y fue reemplazado en un 100% por un agregado grueso reciclado proveniente de la trituración de distintas calles de concreto hidráulico de la ciudad de Xalapa y con un (TMA) de 25mm (1”).

Para que un material de desecho pueda ser utilizado como agregado en la elaboración de un concreto, con la finalidad de reciclar, es necesario conocer sus propiedades físicas y mecánicas, y al igual que cualquier otro agregado natural de banco debe cumplir con las normas oficiales vigentes, las cuales son: granulometría, absorción de agua, masa específica, masa volumétrica seca suelta, masa volumétrica seca compacta y desgaste de los ángeles, una vez conocidas y acreditadas estas normatividades se procederá a la elaboración de un proporcionamiento, donde se planteará una relación agua/cemento (A/C) y un revenimiento de proyecto, ya que está elaborado el concreto y con la finalidad de comparar características, resulta necesario evaluar en el laboratorio el comportamiento de la mezcla fresca, mediante las pruebas mencionadas y en base a las Normas NMX oficiales de nuestro país que son: masa volumétrica, revenimiento y contenido de aire, una vez que los concretos están en estado endurecido y con un correcto curado, se analizó el comportamiento físico mecánico de estos, para lo cual se fabricaron cilindros de 150mm de diámetro por 300mm de altura y luego se probó su resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días de curado, además de elaborar prismas de sección cuadrada de 150 x

150mm y con una longitud de 600mm que se ensayaron a flexión a la edad de 28 días de curado con carga en el tercio medio del claro, todo esto en base a las Normas CARLOS GARCIA LANDA Página 5 Oficiales Mexicanas (NMX) cuya metodología y descripción se verá a fondo durante el desarrollo del trabajo, también se realizó una prueba para conocer la absorción por capilaridad en base a la Norma Cubana, incrementado así los criterios para las conclusiones.

Cabe mencionar que también se hicieron las pruebas para caracterizar el agregado fino (arena) en base a las normas mexicanas vigentes, y que el agua utilizada fue solamente apta para el consumo humano que generalmente es la ocupada en la mayoría de las obras del país.

Las pruebas mecánicas de los agregados y de concreto en estado fresco fueron realizadas en el laboratorio de la Facultad de Ing. Civil de la Universidad Veracruzana campus Xalapa y las pruebas de concreto endurecido fueron realizadas en la empresa GEOTEST. El método de diseño del proporcionamiento fue el de volúmenes absolutos con una relación agua/cemento (A/C) de 0.65 elegida debido a que es una de las más utilizadas en la industria de la construcción y teniendo una correspondencia con una resistencia a la compresión a los 28 días de 250 Kg/cm²

2.2. ESTADO DEL ARTE

En el camino del desarrollo se puede apreciar la evolución que ha tenido la tecnología a lo largo de nuestros tiempos, y con ello encontramos el cambio que ha surgido en el proceso de trituración de las distintas materias que sirven como minerales para los proyectos y las plantas recicladoras que hoy en día son muy necesarias para el cuidado del ambiente y como alternativa de uso de los mismos minerales ya usados.

Con esto podemos encontrar la diferencia que se da en el desarrollo del triturado y la evolución que ha tenido, por ello presentamos las modernas máquinas de trituración con las que cuenta la empresa SCREEN MACHINE INDUSTRIESTM un fabricante americano de equipo portátil de trituración, cribado y apilamiento de material. Cuenta con distintas trituradoras, cada una patentada y equipada con características como sistema de oruga estándar Caterpillar.

Trituradora de Impacto 5256T



Ilustración 1. TRITURADORA DE IMPACTO 5256T. FUENTE: (SCREEN, MACHINE INDUSTRIES)

Trituradora de Impacto 4043T



Ilustración 2. TRITURADORA DE IMPACTO 4043T. FUENTE: (SCREEN, MACHINE INDUSTRIES)

Trituradora de Mandíbula JXT



Ilustración 3 TRITURADORA DE MANDÍBULA JXT. FUENTE: (SCREEN, MACHINE INDUSTRIES)

Trituradora de Cono CST



Ilustración 4 TRITURADORA DE CONO CST. FUENTE: (SCREEN, MACHINE INDUSTRIES)

2.3. BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS

2.3.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

A. CONCRETO

El concreto es el producto resultante de la mezcla de un aglomerante (generalmente cemento, arena, grava o piedra machacada y agua) que al fraguar y endurecer adquiere una resistencia similar a la de las mejores piedras naturales.

En el concreto, la grava y la arena constituyen el esqueleto, mientras que la pasta que se forma con el cemento, que fragua primero y endurece después, rellena los huecos uniendo y consolidando los granos de los áridos.

CONCRETO	= Rellenador	+ Ligante
Concreto de cemento Pórtland	= Agregado (fino + grueso) +	Pasta de cemento
Mortero	= Agregado fino	+ Pasta
Pasta	= Cemento	+ Agua

Tabla 1. Definiciones para el concreto. Fuente: (JOSE, 2004)

A.1 COMPOSICIÓN DEL CONCRETO

El concreto se compone básicamente de es cemento, agua y agregados. El cemento y los agregados representan un 25 % y 65 % del concreto formado respectivamente, estos datos pueden variar dependiendo el uso y destino del concreto. Las propiedades químicas y físicas del concreto dependerán mucho de las propiedades que presenten los materiales y del grado en que el cemento se hidrate. Si el cemento tiene una hidratación pobre, esto conduce a una porosidad alta en el concreto final.

A.1.1 CEMENTO

Material de construcción compuesto de una sustancia en polvo (mezcla de caliza y arcilla calcinadas y molidas), que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua. Al polvo obtenido se le debe agregar yeso ya que este le da la propiedad de que pueda fraguar y endurecerse.

Al mezclarse pasta que se obtiene entre el cemento y el agua con la grava se obtiene una mezcla uniforme que llega a endurecer, denominada hormigón (en España, parte de Suramérica y el Caribe hispano) o concreto (en México, Centroamérica y parte de Suramérica). Su uso está muy generalizado en construcción e ingeniería civil.

A.1.1.1 TIPOS DE CEMENTO:

EL CEMENTO PORTLAND:

Es el cemento más utilizado como aglomerante en la preparación del concreto, este cemento se obtiene por la pulverización del Clinker portland con la adición de una o más formas de yeso (sulfato de calcio). Cuando el cemento portland es mezclado con el agua, se obtiene un producto de características plásticas con propiedades adherentes que solidifica en algunas horas y endurece progresivamente durante un período de varias semanas hasta adquirir su resistencia característica.

El cemento portland tiene dos tipos:

- 1) Portland Férrico.
- 2) Cementos blancos.

CEMENTOS DE MEZCLAS:

Obtenemos este tipo de cementos al agregar puzolana al cemento Portland normal, con este nuevo agregado le da nuevas características al cemento de mezclas diferentes al Portland.

CEMENTO DE FRAGUADO RÁPIDO:

El cemento de fraguado rápido, también conocido como "cemento romano ó prompt natural", se caracteriza por iniciar el fraguado a los pocos minutos de su preparación con agua. Es apropiado para trabajos menores, de fijaciones y reparaciones, no es apropiado para grandes obras porque no se dispondría del tiempo para efectuar una buena aplicación. La ventaja de este cemento es que puede llegar alcanzar una buena resistencia a la compresión.

A.1.1.2 PROPIEDADES DEL CEMENTO:

- a) Buena resistencia al ataque químico.
- b) Resistencia a temperaturas elevadas.
- c) Resistencia inicial elevada que disminuye con el tiempo.
- d) Fraguado: Normal 2-3 horas. Similar al del cemento Portland.
- e) Endurecimiento: muy rápido. En 6-7 horas tiene el 80 % de la resistencia.
- f) Estabilidad de volumen: No expansivo.
- g) Muy resistente a sulfatos y muy buena durabilidad y resistente a compuestos ácidos.
- h) Buenas propiedades refractarias, aguanta 1500-1600°C manteniendo resistencias y propiedades físicas.

A.1.2 AGREGADOS

Los agregados son materiales granulares sólidos que se emplean constantemente dentro de la construcción. Su nombre de agregados nace porque se agregan al cemento y al agua para formar morteros y concretos. Asimismo, son empleados en las bases de las carreteras y la fabricación de productos artificiales resistentes cuando se mezclan con materiales aglomerantes de activación hidráulica o con ligantes asfálticos.

En la composición de concreto los agregados ocupan el 75% del volumen y este conforma el esqueleto granular y representa entre el 80 y 90% del peso del concreto.

A.1.2.1 TIPOS DE AGREGADOS

AGREGADOS NATURALES: Son las rocas, piedras que se utilizan luego de recibir algún cambio en su tamaño para utilizarlos en los distintos trabajos de construcción.

AGREGADOS POR TRITURACIÓN: Se obtienen luego de pasar por un proceso de trituración para adaptarlos al tamaño y el uso que se necesite para cierto trabajo que se necesite realizar.

AGREGADOS ARTIFICIALES: Se obtienen luego de procesos que se realiza para la reutilización tanto de agregado como de concreto reutilizable. Al realizar estudios y ver sus propiedades se sabe que pueden llegar a reutilizarse en trabajos de construcción.

AGREGADO FINO: Representa la arena naturalmente gruesa que puede utilizarse como agregado ya que presenta granos duros y fuertes, para ello necesita estar limpia. El agregado fino presenta un diámetro de entre 0.075 mm y 4.75 mm.

AGREGADO GRUESO: Es el agregado de mayor dimensión y que se utiliza para otros trabajos, presenta cualidades de mayor resistencia y se llega a obtener luego de ser chancada o pasar por un proceso de obtención de agregado grueso. El agregado grueso presenta un diámetro mayor a 4.75 mm.

A.1.2.2 PROPIEDADES DE AGREGADOS

GRANULOMETRÍA:

Representa la distribución de sus partículas en relación de sus tamaños y la cantidad de granos que se encuentran en su composición, por lo general no es muy elevado.

CONTENIDO DE FINOS:

Representa a la suciedad que se encuentra en los agregados que tienen tamaños menores a 0.075 mm, es importante saber el contenido de finos en los agregados ya que a mayor suciedad se quiere mayor cantidad de agua y por lo tanto mayor cantidad de cemento, y si la suciedad está adherida al agregado no permite una buena unión con la pasta de cemento y agua.

RESISTENCIA: Propiedad del agregado que representa la resistencia que este puede soportar a la fuerza o cargas que se le efectúen, el concreto depende mucho de la resistencia del agregado para poder tener una mayor resistencia.

A.1.3 AGUA

Sustancia líquida que no cuenta con color, olor ni sabor. La molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O). El agua cumple un rol en lo que se refiere a temas de construcción ya que forma parte de la composición de concreto siendo está el 10% de la composición del concreto, para ello necesita ser limpia y libre de impurezas, de mejor manera si es potable.

La tecnología de hoy nos presenta una solución mediante los aditivos que ayuda a la mezcla del concreto a llegar a su estado óptimo en el trabajo, ya que la hidratación de la mezcla genera aumento de su temperatura y con ello una expansión volumétrica que podría generar cambios en la mezcla y no poder ser utilizable en distintos trabajos que se realiza en la construcción.

A.2 PROPIEDADES DEL CONCRETO

IMPERMEABILIDAD

Capacidad del concreto para que un fluido pase a través de sus poros, se conoce que este es un sistema poroso y no va ser impermeable totalmente por ello existen aditivos que ayudan a mejorar la impermeabilidad del concreto y no se vea expuesto a distintos fluidos

DURABILIDAD

Refiere a la propiedad de resistir ante los productos químicos y desgaste que sucede a la intemperie que se encuentre cuando esté sometido en el servicio.

ELASTICIDAD

Capacidad que presenta el concreto para deformarse bajo alguna carga que se le atribuya sin tener deformación permanente. Se conoce que el concreto no es un material elástico pero presenta un módulo de elasticidad normalmente estático llamándolo para este tipo de casos ya que no puede variar mucho su deformación.

RESISTENCIA

Capacidad del concreto de poder soportar esfuerzos y cargas que se le atribuyen al momento de estar en servicio, siendo la mayor carga a encontrarse la de compresión. En campo se encuentra diversos trabajos utilizados para mejorar la resistencia a la compresión llegando a tener concretos resistentes de entre 100 a 400 kg/cm² y en los casos especiales se llega a tener 700 kg/cm².

A.3 TIPOS DE CONCRETO

A.3.1 CONCRETO CONVENCIONAL CLASE 2

Concreto que es utilizado en construcciones de magnitudes sencillas y que no va requerir mucho esfuerzo, este tipo de concreto es de fácil trabajabilidad y se puede moldear fácilmente. Se utiliza en pisos, losas, muros, cimentaciones, banquetas, etc.

A.3.2 CONCRETO ESTRUCTURAL CLASE 1

Concreto que es utilizado en construcciones de mayor impacto consideradas como obras tipo A o B1, cumpliendo las mejores normas en lo que se confiere a construcción, presenta una gran calidad y resistencias que pueden alcanzar los 400 kg/cm². Se utiliza en escuelas, teatros, edificios públicos, bibliotecas, cines, centros comerciales, etc.

A.3.3 CONCRETOS RÁPIDOS Y RET

Concreto diseñado para trabajos en construcción de rápido acabado, se presenta este concreto para construcciones que alcancen la resistencia deseada en 14,7 o 3 días.

A.3.4 CONCRETO MR

Este tipo de concreto ha sido creado mayormente para trabajos en construcciones que estarán sujetas a cargas y esfuerzos de flexión, presenta costos menores en lo que concierne a su mantenimiento. Es utilizado en pavimentos, pisos industriales, infraestructura urbana, proyectos carreteros, etc.

A.3.5 RELLENO FLUIDO

Este tipo de concreto es utilizado como relleno para las construcciones, esto se da por su peso que es menor que el de otros concretos, rellenar con facilidad los agujeros que presentan las construcciones y por sus propiedades de relleno que presentan. Es utilizado como relleno en sub-bases y bases, relleno de cepas y zanjas.

A.3.6 CONCRETO LIGERO

Concreto diseñado para acabados secundarios en las construcciones, se emplea suplir al concreto de relleno por motivos que no soportan las cargas a las que estarán sometidas. Ayuda a la reducción de las cargas en la cimentación y en el peso de la estructura. Se utiliza en losas y muros, muros divisorios, capas de nivelación, relleno de nivelación, etc.

A.4 RESISTENCIA DEL CONCRETO

La resistencia del concreto es la capacidad de este para soportar cargas antes de llegar a un punto de ruptura y en el trabajo realizado se somete mayormente a cargas de compresión, se expresa en kilogramos por centímetros cuadrados (kg/cm^2), megapascales (MPa) o en libras por pulgadas cuadradas (lb/pulg^2 o psi) a una edad de 28 días. Se sabe que existen métodos y formas para que se trabaje a menor edad en casos especiales se puede tomar una edad de 7 días

la cual se estima es un 75% comparado con la edad de 28 días, en este tipo de casos se usa para pruebas y en construcciones que pueden ser aptos.

La resistencia a compresión especificada se designa con el símbolo f_c y la resistencia a compresión real del concreto f_{cr} debe excederla.

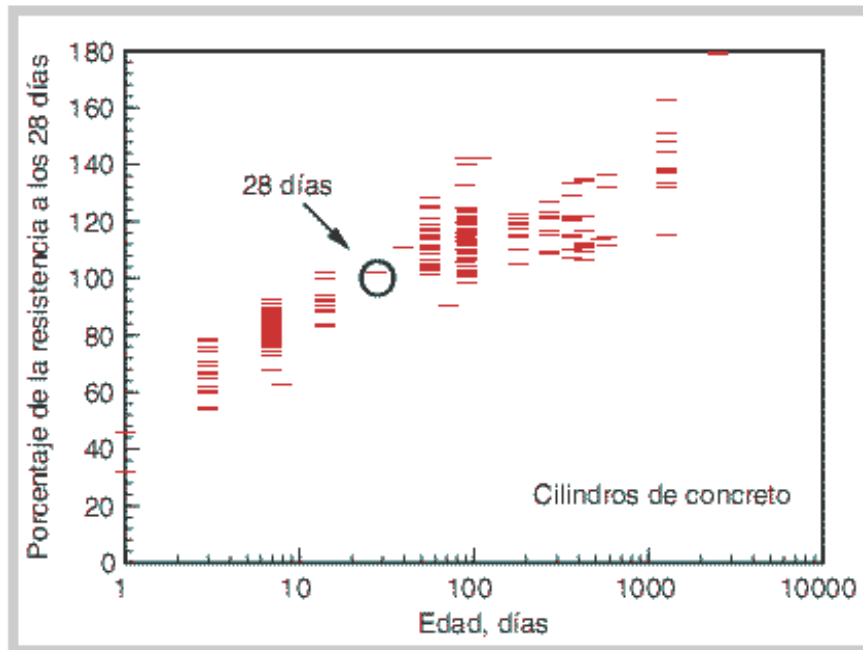


Tabla 2. Desarrollo de la resistencia a compresión de concretos, expresado como porcentaje de la resistencia los 28 días. FUENTE: (LANGE, 1994)

2.3.2. VARIABLES DEPENDIENTES

B. DISEÑO DE MÁQUINA TRITURADORA DE CONCRETO

El diseño de una máquina trituradora de concreto consiste en obtener todos los parámetros necesarios que necesite un determinado equipo para que pueda triturar el concreto y obtener una nueva materia que pueda utilizarse como materia prima en el mundo de la construcción.

Si se quiere llegar a un diseño óptimo se debe determinar el proceso más aceptable en la elaboración del diseño y poder obtener una máquina eficiente que cubra con la demanda requerida. El paso será buscar toda la información adecuada y la aplicación de las bases que ayuden a conocer y elegir la mejor forma para un buen y adecuado funcionamiento en el estudio.

Al conocer los datos necesarios que se necesiten para poder triturar podremos definir el tipo de material y conocer cada elemento correspondiente a la máquina, llegando a desarrollar un diseño con los nuevos y mejores instrumentos al alcance.

B.1 TIPOS DE TRITURADORAS

B.1.1 TRITURADORAS DE MANDÍBULA

Esta trituradora trabaja con dos placas en las mandíbulas, una de ellas oscilante montada sobre un eje excéntrico que permite hacer el recorrido y pueda comprimir el material que ingresa. Cuenta con manejo fácil para su mantenimiento.

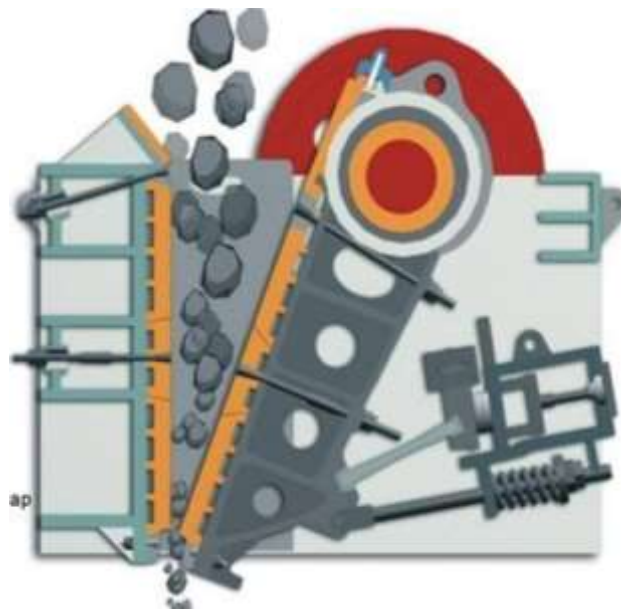


Ilustración 5. TRITURADORA DE MANDÍBULA. FUENTE: (HONORIO, 2005)

B.1.2 TRITURADORAS GIRATORIAS

Este tipo de trituradoras realiza el trabajo por medio de dos conos, uno invertido y el otro más pequeño en su forma normal pero con una excentricidad para que al momento de ingresar el material este gire de una forma alrededor del cono más grande de manera que lleguen a triturar el material por medio de compresión entre sus paredes. Las trituradoras giratorias son esencialmente usadas como primarias y operan en un grado de reducción alrededor de 5 o 6. Las trituradoras

giratorias cuentan con una mayor capacidad de 2 o 3 veces mayor que las de mandíbulas.



Ilustración 6. TRITURADORA GIRATORIA. FUENTE: (HONORIO, 2005)

B.1.3 TRITURADORAS DE RODILLOS

El trabajo que realiza este tipo de trituradoras es mediante el paso del material por medio de dos rodillos girando en sentido contrario cada uno del otro, existen diversas formas de rodillos lisas como dentadas y dependiendo de la distancia para saber el tamaño de partículas que salen trituradas. La placa también está montada sobre resortes con el fin de permitir el paso de materiales no triturables.

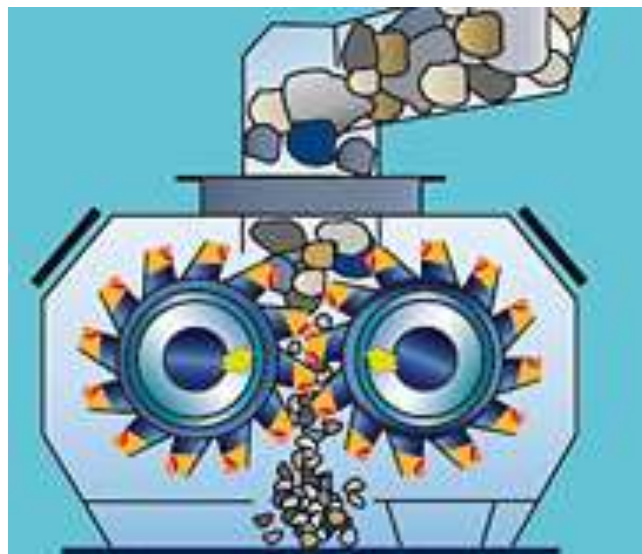


Ilustración 7. TRITURADORA DE RODILLOS. FUENTE: (HONORIO, 2005)

B.1.4 TRITURADORAS DE IMPACTOS

Este tipo de trituradoras es llamado de impactos porque sobre un eje está montado unas paletas que toman el material y al girar las hacen chocar sobre otras placas que se encuentran dentro del sistema de trituración, con esto se logra la reducción del material. Se puede apreciar en la figura el trabajo que se realiza. Existen diferentes tipos de trituradoras de impacto, con ello se logra los diferentes tamaños para el agregado que se necesita.

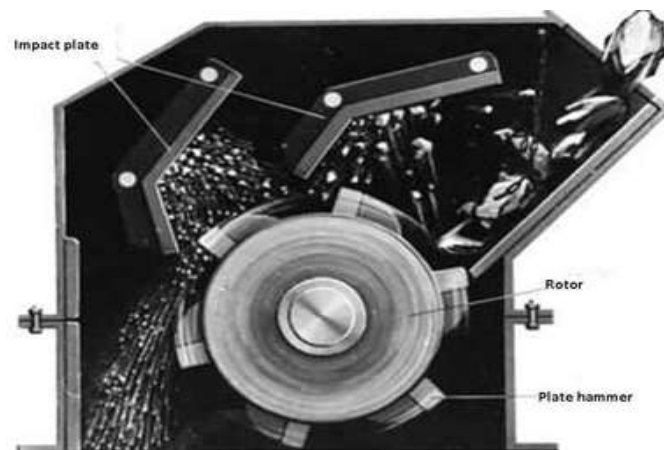


Ilustración 8. TRITURADORA DE IMPACTOS. FUENTE: (HONORIO, 2005)

B.1.6 TRITURADORAS DE MARTILLOS

Tiene un parecido con la trituradora de impactos solo que en esta ocasión tienen martillos que están sueltos y no fijos, con eso se genera que pivoteen en la periferie del rotor y al introducir el material este se comprima con unas placas llamadas cribas que cuentan con distintos tamaños para permitir el paso del material triturado.

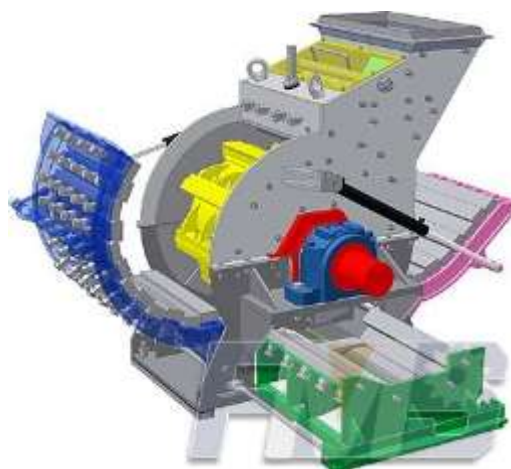
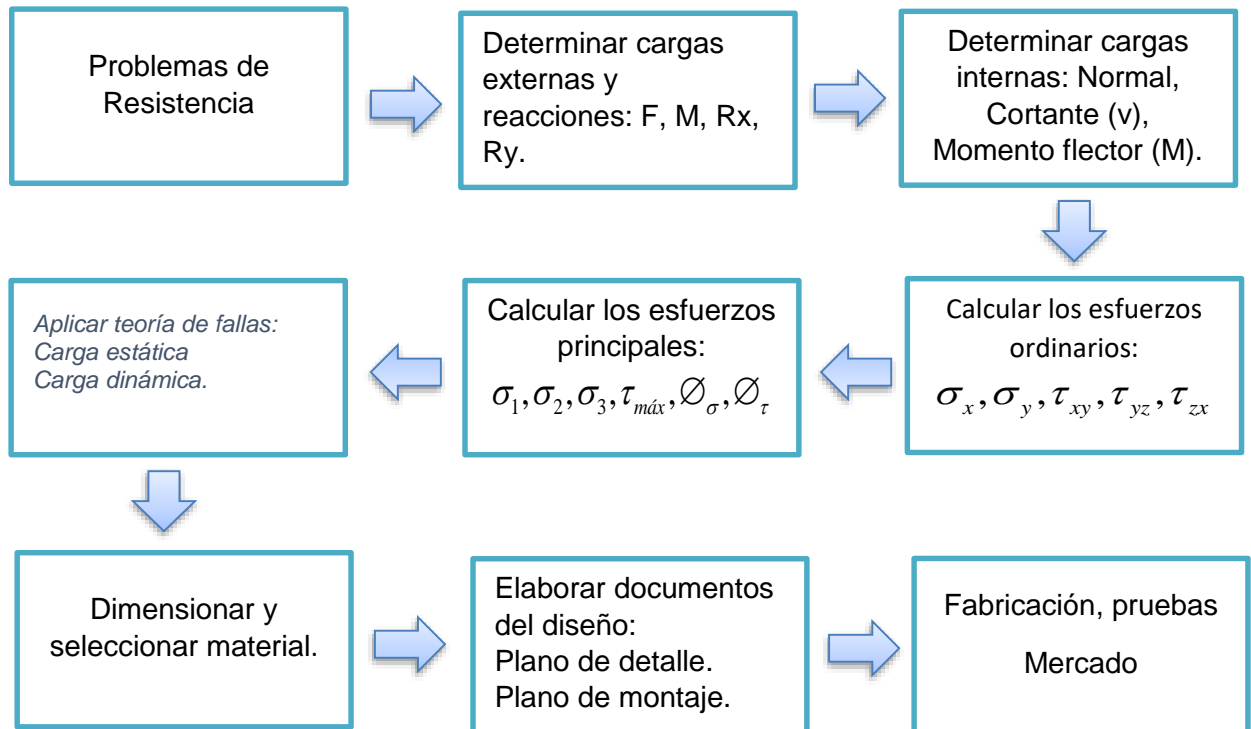


Ilustración 9. TRITURADORA DE MARTILLOS. FUENTE: (HONORIO, 2005)

B.2 PROCESO DEL DISEÑO POR RESISTENCIA



B.3 CÁLCULOS A REALIZAR

B.3.1 CÁLCULO DE COMPONENTES DE MÁQUINA

En este punto vamos a aplicar las diferentes tipos de fórmulas aplicables en el diseño de máquina, entre los principales componentes podemos encontrar:

a. Cálculo de Eje Principal:

Cálculo de Resistencia por Carga Estática.

Ecuación 1 Cálculo de Resistencia por Carga Estática.

$$\text{FLEXIÓN} \quad \sigma_x = \frac{M \cdot d / 2}{I} = \frac{32 \cdot M}{\pi \cdot d^3}$$

$$\text{TORSIÓN} \quad \tau_v = \frac{T \cdot d / 2}{J} = \frac{16 \cdot T}{\pi \cdot d^3}$$

σ_x = Tensión de flexión (esfuerzo normal según la dirección x).

τ_{xy} = Tensión de torsión (esfuerzo tangencial en el plano xy).

M = Momento flector en la sección crítica.

I = Momento de inercia transversal del eje = $\frac{\pi \cdot d^4}{64}$

T = Momento torsor en la sección crítica.

J = Momento de inercia polar del eje = $\frac{\pi \cdot d^4}{32}$

d = Diámetro del eje.

Cálculo del Esfuerzo Cortante Máximo.

Ecuación 2. Cálculo de Esfuerzo Cortante Máximo

$$\tau_{\max} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

↓

$$\tau_{\max} = \frac{16}{\pi \cdot d^3} \sqrt{M^2 + T^2}$$

Teoría del Esfuerzo Cortante Máximo (E.C.M).

Ecuación 3. Teoría de Esfuerzo Cortante Máximo (E.C.M)

Si se establece n:

$$d = \left[\frac{32 \cdot n}{\pi \cdot S_y} (M^2 + T^2)^{\frac{1}{2}} \right]^{\frac{1}{3}}$$

Si se establece d:

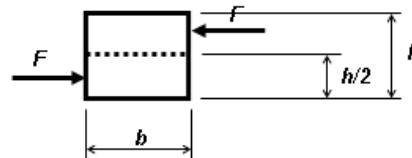
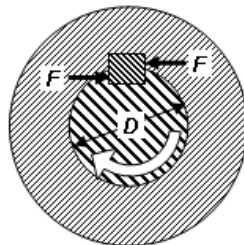
$$\frac{1}{n} = \frac{32}{\pi d^3 S_y} (M^2 + T^2)^{\frac{1}{2}}$$

Cálculo de Resistencia por Carga Dinámica (Fatiga).

	TEORÍA DE SODERBERG	TEORÍA DE GOODMAN
EXPRESION GENERAL	$d = \left[\frac{16 \cdot n}{\pi} \left(\left(\frac{T}{S_y} \right)^2 + \left(\frac{M}{S_{se}} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \right]^{\frac{1}{3}}$	$d = \left[\frac{16 \cdot n}{\pi} \left(\left(\frac{T}{S_{su}} \right)^2 + \left(\frac{M}{S_{se}} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \right]^{\frac{1}{3}}$
T.C.M. ($S_{sy} = 0,5 S_y$) ($S_{se} = 0,5 S_e$)	$d = \left[\frac{32 \cdot n}{\pi} \left(\left(\frac{T}{S_y} \right)^2 + \left(\frac{M}{S_e} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \right]^{\frac{1}{3}}$	$d = \left[\frac{32 \cdot n}{\pi} \left(\left(\frac{T}{S_u} \right)^2 + \left(\frac{M}{S_e} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \right]^{\frac{1}{3}}$
T.V.M. ($S_{sy} = 0,577 S_y$) ($S_{se} = 0,577 S_e$)	$d = \left[\frac{27.7 \cdot n}{\pi} \left(\left(\frac{T}{S_y} \right)^2 + \left(\frac{M}{S_e} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \right]^{\frac{1}{3}}$	$d = \left[\frac{27.7 \cdot n}{\pi} \left(\left(\frac{T}{S_u} \right)^2 + \left(\frac{M}{S_e} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \right]^{\frac{1}{3}}$

Ecuación 4. Cálculo de Resistencia por Carga Dinámica (Fatiga)

b. Cálculo de Chaveta:



Fallo por Cizallamiento.

Ecuación 5. Fallo por Cizallamiento.

$$F = \frac{2 \cdot M}{D}$$

Así las tensiones en la sección de corte serán:

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{2 \cdot M}{D \cdot A}$$

Utilizando el Criterio de Tresca para encontrar longitud con un coeficiente de seguridad n_s :

$$l \geq \frac{4 \cdot M \cdot n_s}{D \cdot b \cdot S_y}$$

Fallo por Aplastamiento.

Ecuación 6. Fallo por Aplastamiento.

La tensión de compresión sobre las caras laterales será:

$$\sigma_{apl} = \frac{F}{A_{apl}} = \frac{2 \cdot M}{D \cdot \frac{h}{2} \cdot l}$$

La tensión de aplastamiento no debe superar la tensión admisible a compresión, con lo que la longitud debe ser:

$n_s = 3$ en ambos casos.

$$l \geq \frac{4 \cdot M \cdot n_s}{D \cdot h \cdot S_y}$$

c. Cálculo de Poleas y Bandas:

Procedimiento de Cálculo:

Potencia Transmitida

Ecuación 7. Potencia Transmitida.

$$P_c = P \cdot K$$

Donde:

P_c = es la potencia corregida;

P = es la potencia transmitida del motor conductor;

K = es el factor de corrección de la potencia de acuerdo a la siguiente tabla:

Máquinas motrices	Motores eléctricos cd = 2 cn Motores térmicos multicilindros > 600 rpm			Motores eléctricos c maxi > 2 cn Monocilindro < 600 rpm		
	< 6 h/d	6 a 16 h/d	16 a 24 h/d	< 6 h/d	6 a 16 h/d	16 a 24 h/d
<i>Cargas uniformes ligeras:</i> Agitadores para líquidos, bombas y compresores centrifugos-ventiladores hasta 7,5 Kw Pequeños transportadores	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3
<i>Cargas uniformes medias:</i> Transportadores de cinta (arena, grano) Ventiladores superiores 7,5 Kw Generadores-alternadores, máquinas herramientas Maquinaria artes gráficas, prensas, cizallas, lavadoras, bombas rotativas.	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4
<i>Cargas irregulares con sobrecargas:</i> Maquinaria para ladrillos y cerámica Elevadores con canchales. Compresores y bombas de pistones. Maquinaria papel. Pulverizadores, Maquinaria textil.	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
<i>Cargas irregulares y sobrecargas importantes:</i> Molinos, machacadoras, laminadoras, calandras mezcladoras. Gruas, dragas.	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,8
Cargas muy irregulares y grandes sobrecargas.	2	2	2	2	2	2

Tabla 3. Factor de servicio, K

En ocasiones:

$$P = (n * T) / 973.8$$

Donde:

P = potencia transmitida en kW.

n = revoluciones por minuto (rpm).

T = par motor en kg fuerza · metro.

Relación de Transmisión

Ecuación 8. Relación de Transmisión.

$$R = \frac{N}{n} = \frac{D}{d}$$

Donde:

R = es la relación de transmisión;

N = son las revoluciones por minuto (rpm) de la polea menor;

n = son las revoluciones por minuto (rpm) de la polea mayor;

D = es el diámetro de la polea mayor;

d = es el diámetro de la polea menor.

Distancia entre Ejes

Si la relación de transmisión R está comprendida entre 1 y 3:

Ecuación 9. Distancia entre Centros de Ejes.

$$E \geq \frac{(R+1)*d}{2} + d$$

Si $R \geq 3$:

Para este caso bastaría que se cumpliera que $E \geq D$

Donde:

E = la distancia entre ejes de poleas;

R = la relación de transmisión;

d = el diámetro de la polea menor;

D = el diámetro de la polea mayor.

Longitud de la Correa

Ecuación 10. Longitud de Correa.

$$Lp = 2E + \frac{\pi}{2}(D+d) + \frac{(D-d)^2}{4E}$$

Donde:

E = es la distancia entre ejes de poleas;

d = es el diámetro de la polea menor;

D = es el diámetro de la polea mayor;

Arco de Contacto

Ecuación 11. Arco de Contacto.

$$A = 180 - 57 \frac{(D - d)}{E}$$

Donde:

A = es el ángulo de contacto sobre la polea menor, en $^{\circ}$

E = es la distancia entre ejes de poleas;

d = es el diámetro de la polea menor;

D = es el diámetro de la polea mayor.

Velocidad Lineal de la Correa

Ecuación 12. Velocidad Lineal de Correa.

$$V_t = \frac{\pi \cdot d \cdot N}{60 \cdot 1000}$$

Donde:

v_t = es la velocidad lineal o tangencial de la correa, en m/s .

d = es el diámetro de la polea menor, en mm .

N = son las revoluciones por minuto (r.p.m.) de la polea menor.

Potencia Efectiva por Correa

Ecuación 13. Potencia Efectiva por Correa.

$$P_e = P_b \cdot F_{cl} \cdot F_{cA}$$

Donde:

P_e = Potencia Efectiva por Correa.

P_b = Potencia Base.

F_{cl} = Coeficientes Correctores por longitud de correa.

F_{cA} = Arco de Contacto.

Cálculo de Número de Correas

Ecuación 14. Cálculo de Número de Correas.

$$\text{N}^\circ \text{ de correas} = \frac{P_c}{P_e}$$

Los cálculos se realizarán siguiendo el formato adecuado en la realización del diseño aplicando velocidades, fuerzas, esfuerzos, criterio de fallas.

B.4 PARTES DEL DISEÑO A REALIZAR

Se realizará el diseño de la máquina trituradora de concreto en los distintos sistemas que son parte de la máquina los cuales hablaremos en lo siguiente:

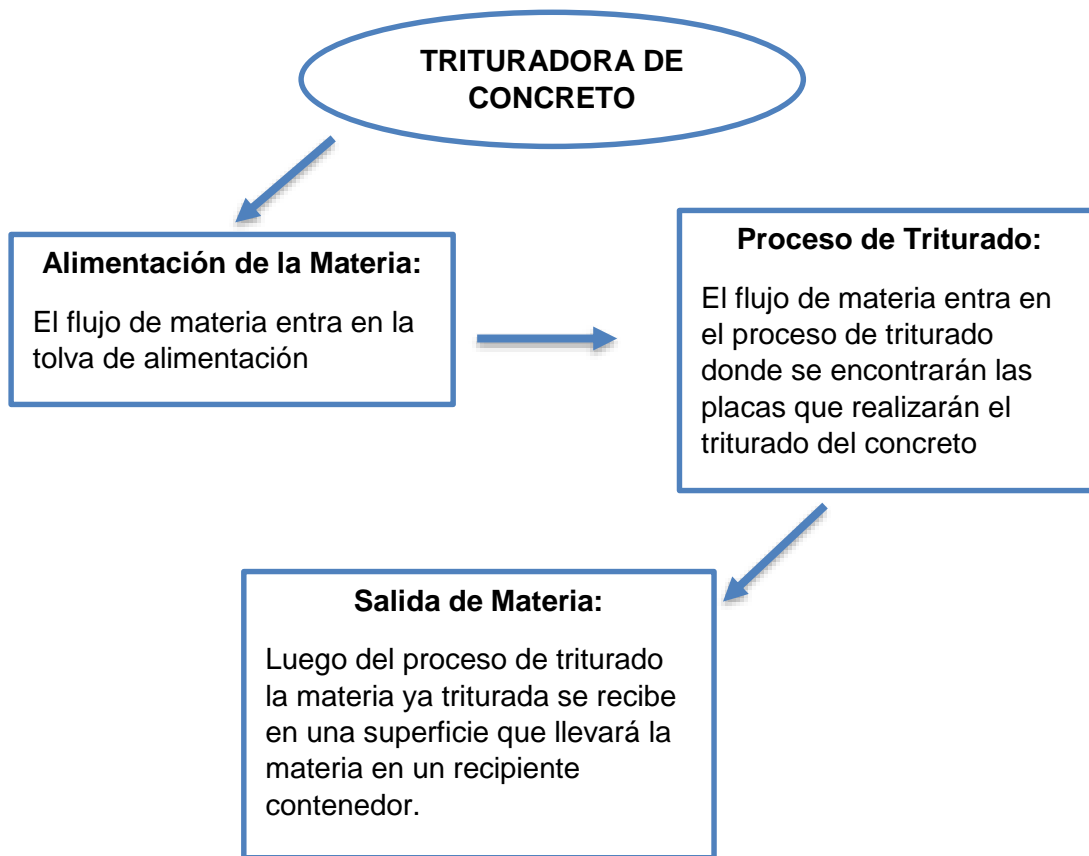
Sistema de Alimentación: Es el encargado de permitir el flujo de materia de nuestra máquina que será el concreto, este entra en la tolva que se encarga de alimentar al sistema de trituración.

Sistema de Trituración: Recibe la materia que viene de la tolva de alimentación y se encarga de realizar el trabajo de la máquina por medio de las placas de triturado, el concreto ya triturado pasará al sistema de salida.

Sistema de Salida: Parte de la máquina que se encarga de la materia ya trabajada, recibe y la ubica en el contenedor de concreto triturado.

Sistema de Transmisión: Encargado de transmitir la fuerza proveniente del motor y convertir en fuerza mecánica para la realización del trabajo e triturado con la ayuda del sistema de trituración.

B.5 ESQUEMA DE LA MÁQUINA



B.6 BALANCE DE MATERÍA Y ENERGÍA

Se realizará el balance de materia y energía con el fin de comprobar la capacidad de la trituradora de concreto el cual se optó con una capacidad de 500 kg/h.

Para ello realizaremos los estudios e investigaciones adecuadas como la cantidad de flujo de masa de concreto desechado que se arrojan en los vertederos de basura mensualmente. La información será provista por las empresas dedicadas al rubro de la construcción y demolición de edificaciones y podremos conocer si la capacidad propuesta para nuestra máquina es la adecuada.

Con la capacidad ya establecida y conociendo la resistencia del concreto se logrará obtener la potencia del motor y el dimensionado de la estructura.

B.7 PLAN DE MANTENIMIENTO

Es necesario en el diseño de una máquina contar con un buen plan de mantenimiento que nos asegure la disponibilidad de la máquina y poder conocer los niveles de criticidad de cada subsistema de dicha máquina y de cada uno de sus componentes.

Para ello es necesario conocer cada tipo de mantenimiento que existe con el fin de encontrar el adecuado para aplicar en nuestro diseño y no tener problemas posteriormente en el trabajo de nuestra máquina y tenerla activa en la mayor parte de su tiempo de vida.

Mencionaremos los diferentes trabajos que se debe tener en cuenta en el mantenimiento de la trituradora de concreto:

- a. Inspección y Verificación.
- b. Prueba y Ajuste.
- c. Limpieza.
- d. Lubricación.

Llevar un control en la actividad también forma parte del mantenimiento.

- a. Control de equipos y planta física.
- b. Control de trabajos.
- c. Control de inventarios y materiales.
- d. Control de costos y calidad.

C. CONCRETO RECICLADO

El concreto reciclado es todo tipo de concreto que ha sido obtenido de alguna demolición y ha pasado por un proceso de trituración con el fin de reducir su tamaño a la forma de los agregados y reutilizarlos en alguna nueva construcción.

C.1 ETAPAS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE AGREGADOS RECICLADOS

- 1) Los RCDs llegan a la planta que vienen transportado desde el lugar donde se haya realizado una demolición de alguna edificación o de un botadero de escombros.
- 2) Se realiza la separación y el preparado del concreto para ser triturado.
- 3) Empieza el trabajo de triturado, introduciendo el concreto preparado en la trituradora por medio de la tolva de alimentación, luego sale a por el ducto de salida de la máquina.
- 4) El concreto triturado se separa por tamaño y se apila para el orden adecuado y separado o colocado en un ambiente que sirve como almacén de concreto triturado.

C.2 CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO RECICLADO

MORTERO ADHERIDO

Es la capacidad de adherirse al mortero en comparación con los agregados naturales. Presenta una deferente absorción de agua, una menor densidad y en algunos casos menor resistencia.

GRANULOMETRÍA

La granulometría se puede observar de acuerdo al tipo de trituración que haya tenido, se presentan en algunas ocasiones de manera distinta al agregado natural ya que estas pasan por un proceso de trituración distinto.

ABSORCIÓN

En su absorción presenta una mayor cantidad que el de la absorción de los agregados naturales debido a que estas no son solo el agregado natural sino que ya cuenta con cemento y agua el cual hace de está un diferente mortero adherido por lo cual presenta mayor absorción.

C.3 PROPIEDADES DEL CONCRETO RECICLADO ENDURECIDO

DENSIDAD

El concreto reciclado presenta una menor densidad que el concreto convencional por la presencia del agregado reciclado que presenta nuevas propiedades que el agregado natural, según estudios si se reduce la cantidad de agregado natural solo de 20% no se nota mucho la diferencia, sin embargo si se reduce el 50% se nota un cambio de densidad más alto.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Se sabe que al cambiar la densidad y el mortero adherido disminuye la resistencia también del concreto reciclado, por ello este tipo de concreto se utiliza en construcciones de menor esfuerzos,

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

De igual manera se presenta en la resistencia a la tracción, se sabe que el concreto convencional no es muy resistente a la tracción, lo mismo pasa con el concreto reciclado el cual presenta similitudes con respecto a la resistencia por tracción, siendo esta no muy tolerable a este tipo de cargas por ello su uso se maneja en tipos de construcciones que no cuenten mucho con este tipo de cargas.

DURABILIDAD

Depende mucho de la cantidad de concreto reciclado que se utilice en algún tipo de construcción, en el caso que se utilice no más de 20% de concreto reciclado no presenta cambios en comparación con el concreto convencional, sin embargo si se utilizan mayores porcentajes de concreto reciclado la durabilidad cambiaria considerablemente por las propiedades que estos presentan.

C.4 OBRAS CON CONCRETO RECICLADO

PUENTE ATIRANTADO SOBRE EL RÍO TURIA (ESPAÑA)

La experiencia piloto, que finalizó en el año 2008, propuso la utilización de concreto reciclado en un puente atirantado de concreto armado, situado en Manises (Valencia), propiedad de la Diputación de Valencia.

Este puente se ejecutó como sustitución de una estructura de concreto existente de 22 metros de ancho y 150 metros de longitud, con una inversión de 12 millones de euros. El objetivo del proyecto era reciclar el material de concreto procedente de esta estructura para la fabricación de parte del concreto de la nueva estructura, utilizando una sustitución del 20% del agregado natural por agregado reciclado en el concreto de un tramo de la losa.



Ilustración 10. PUENTE ATIRANTADO. Fuente: (MERINO, 2007)

CONSTRUCCIÓN LÍNEA 12 DEL METRO (MÉXICO)

Aprovechando la cercanía a la planta de Concretos Reciclados (3km en el punto más próximo), la empresa encargada de la construcción de este tramo, transportó el escombros y producto de excavación generado en la obra; Concretos Reciclados recibió y recicló el material que posteriormente fue utilizado para la construcción de plataformas, fabricación de pilotes, relleno en zapatas, sub-bases y bases.

Lo interesante de este proyecto, fue que la empresa logro reducir considerablemente los costos de transportación, aprovechando traer el escombros y cargando material reciclado en el mismo viaje.



Ilustración 11. LÍNEA 12 DEL METRO DE MÉXICO. Fuente: (NUÑEZ, s.f.)

2.3.3. MANUAL DE MANTENIMIENTO

Es necesario generar un buen plan de mantenimiento en todo tipo de máquina, y más si esta está en constante uso. La trituradora de concreto es una máquina desarrollada que cuenta con varios sistemas y subsistemas los cuales tienen que estar integrados a un plan de mantenimiento y así nuestra máquina esté operativa y a disponibilidad.

El plan con el que contaremos será el de mantenimiento preventivo con el cual tendremos nuestra máquina operativa. Los diferentes trabajos a realizar constará de:

- 1) Limpieza de las piezas integradas en la máquina.
- 2) Lubricación de sistemas requeridos.
- 3) Revisión de cada sistema con un periodo de tiempo.
- 4) Cambio de rodamientos y diferentes piezas que requieran cambio por tiempo de vida útil.
- 5) Revisiones de motor y mantener disponibilidad de sistema eléctrico.

2.3.4. NORMATIVA

La norma a tener en cuenta es la norma técnica peruana para conocer los valores de aplicación y resistencia del concreto así como el conocimiento de su composición entre otros. En el diseño se deberá tener en cuenta seguir los pasos y normas aplicativas al diseño de máquina y poder concretar un buen diseño siguiendo los pasos adecuados.

2.3.5. GESTIÓN AMBIENTAL

La gestión ambiental representa uno de los fundamentales puntos para la realización del diseño de nuestra máquina ya que representa el impacto ambiental que esta representaría al ser diseñada y con eso conocer cuánto estaríamos aportando en la reducción de la contaminación global.

Si llevamos una buena gestión ambiental en nuestro diseño podremos cumplir con todas las normas de ambiente para el desarrollo de nuestro diseño de máquina trituradora de concreto.

2.3.6. GESTIÓN DE SEGURIDAD Y RIESGOS

Para nuestra gestión de seguridad y riesgos tomamos en cuenta elaborar un sistema de seguridad donde podamos tener en cuenta la seguridad de los operarios y de la máquina en su totalidad para no tener problemas con los operarios y con ello evitar riesgos futuros para la máquina y los operarios.

El sistema consta de capacitación a dichos operarios para que cuenten con toda la información necesaria de la máquina y el plan de mantenimiento que esta cuenta.

2.3.7. EVALUACIÓN ECONÓMICA

La metodología establecida para decidir sobre la conveniencia o no de financiar un determinado proyecto se denomina evaluación. Como su nombre lo indica pondera los principales elementos de un proyecto y en función de su análisis se toma una decisión respecto al financiamiento.

Un proyecto involucra el uso de recursos para la obtención de beneficios, por lo que la evaluación deberá contestar la siguiente pregunta: ¿La inversión requerida permitirá generar beneficios que justifiquen el uso de los recursos en este fin? (EROSSA MARTIN, 1987, pág. 182)

El objetivo de la evaluación económica de proyectos es optimizar la asignación de recursos disponibles mediante la selección de aquellos proyectos que generen mayor valor.

Toda evaluación económica deberá resolver algunas de estas cuestiones:

- a. Establecer si un proyecto es conveniente, o no, y el momento óptimo para ejecutarlo.
- b. Determinar qué proyectos deben ser eliminados.
- c. Entablar en qué orden se deben ejecutar los proyectos más convenientes en función de la disponibilidad de recursos.
- d. Identificar los parámetros o variables más relevantes en el desarrollo de un proyecto.

VALOR ACTUAL NETO (VAN)

“El método del valor presente se basa en el concepto del valor equivalente de todos los flujos de efectivo relativos a alguna base o punto de inicio en el tiempo, llamado presente. Es decir todos los flujos de entrada y salida de efectivo se descuentan al momento presente del tiempo con una tasa de interés. (SULLIVAN, 2004). El método de valor presente establece la relación de rentabilidad, y toma en consideración el valor actual de las futuras utilidades.

“El valor presente de una alternativa de inversión es una medida de cuánto dinero podría dedicar un individuo o empresa a una inversión, adicional a su costo. O, bien dicho de otra forma, un valor presente positivo de un proyecto de inversión es la cantidad de dinero de utilidad por encima de la cantidad mínima que requieren los inversionistas. (SULLIVAN, 2004)

Este método se sustenta en el criterio de que las inversiones deben aumentar el valor total de la empresa, como parte de una sana y productiva política administrativa. “Para encontrar el valor presente como función de $i\%$ (por periodo de interés) de una serie de flujos de entrada y salida de efectivo, es necesario descontar al presente las cantidades futuras usando la tasa de interés durante el periodo de estudio apropiado. (SULLIVAN, 2004)

$$VP(i\%) = F_0(1+i)^0 + F_1(1+i)^{-1} + \dots + F_k(1+i)^{-k} + \dots + F_N(1+i)^{-N}$$

$$VP(i\%) = \sum_{k=0}^N F_k(1+i)^{-k}$$

Ecuación 15. Valor Actual Neto (VAN)

Dónde:

i = Tasa efectiva de interés o TREMA, por periodo de interés.

k = Índice de cada periodo de composición.

Fe = Flujo de efectivo futuro al final del periodo k.

N = Número de periodos de capitalización en el horizonte de planeación.

Cuando se están analizando proyectos únicos, si el valor presente es mayor a cero, el proyecto es factible; si el valor presente es igual a cero, el proyecto es indiferente; y si valor presente es menor que cero, el proyecto no es factible.

Cuando se están analizando proyectos múltiples excluyentes, se escoge el proyecto con el mayor valor presente.

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

En todos los criterios de decisión, se utiliza alguna clase de índice, medida de equivalencia, o base de comparación capaz de resumir las diferencias de importancia que existe entre las alternativas de inversión. (COSS BU, 1981)

La tasa interna de retorno de un proyecto de inversión es la tasa de descuento que hace que el valor actual de los flujos de beneficio (positivos) sea igual al valor actual de los flujos de inversión negativos. (FERNANDEZ ESPINOZA, 2007)

$$I_0 = \sum_{n=1}^n \frac{R_n}{(1 + TIR)^n}$$

Ecuación 16. Tasa Interna De Retorno (TIR)

Dónde:

TIR = Tasa interna de retorno

Rn = Flujo de efectivo anual

I0 = Inversión inicial

La tasa interna de retorno mide la factibilidad financiera de un proyecto determinado al considerar la inversión y beneficios o utilidades que obtienen quienes aportan el capital. Desde luego que el indicador será ajustado por los niveles de precios que afecten a los insumos y con ello a la inversión durante el

tiempo de materialización del proyecto, una vez que ha cumplido su función como elemento de decisión en la evaluación financiera. (EROSSA MARTIN, 1987, pág. 208)

Para proyectos individuales, es necesario calcular la tasa de interés que satisface la ecuación anterior y compararla con la tasa de recuperación mínima atractiva (TREMA). Cuando i sea mayor a la TREMA, conviene que el proyecto sea emprendido.

Para proyectos mutuamente excluyentes, el criterio de selección que se recomienda usar, implica determinar la TIR del incremento de inversión. Esta tasa puede ser encontrada por cualquiera de las siguientes alternativas:

- a. Encontrar la tasa de interés para la cual los valores anuales equivalentes de las 2 alternativas son iguales.
- b. Encontrar la tasa de interés para la cual los valores presentes de las 2 alternativas son iguales.
- c. Encontrar la tasa de interés para la cual el valor presente del flujo de efectivo neto de la diferencia entre las 2 alternativas es cero.

2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

TRITURAR: La trituración consiste en procesar un material. Por lo general implica una reducción del tamaño del elemento, machacando y moliendo sus partículas. Es posible triturar muchos materiales con el fin de reciclar.

CONCRETO: El concreto es el producto resultante de la mezcla de un aglomerante (generalmente cemento, arena, grava o piedra machacada y agua) que al fraguar y endurecer adquiere una resistencia similar a la de las mejores piedras naturales.

AGREGADOS: Los agregados son materiales granulares sólidos que se emplean constantemente dentro de la construcción. Su nombre de agregados nace porque se agregan al cemento y al agua para formar morteros y concretos. Asimismo, son empleados en las bases de las carreteras y la fabricación de

productos artificiales resistentes cuando se mezclan con materiales aglomerantes de activación hidráulica o con ligantes asfálticos.

GRANULOMETRÍA: La granulometría es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado tal como se determina por análisis de tamices (norma ASTM C 136). El tamaño de partícula del agregado se determina por medio de tamices de malla de alambre aberturas cuadradas. Los siete tamices estándar ASTM C 33 para agregado fino tiene aberturas que varían desde la malla No. 100(150 micras) hasta 9.52 mm.

TRABAJABILIDAD: Es aquella propiedad del mortero o del concreto recién mezclado que determina la facilidad y homogeneidad con que puede ser mezclado, transportado, colocado, compactado y acabado.

RESISTENCIA: Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento.

DURABILIDAD: El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgaste, a los cuales estará sometido en el servicio. Gran parte de los daños por intemperie sufrido por el concreto pueden atribuirse a los ciclo de congelación y descongelación. La resistencia del concreto a esos daños puede mejorarse aumentando la impermeabilidad incluyendo de 2 a 6% de aire con un agente incluso de aire, o aplicando un revestimiento protector a la superficie.

FRAGUADO: Es el proceso de endurecimiento y pérdida de plasticidad del hormigón (o mortero de cemento), producido por la desecación y recristalización de los hidróxidos metálicos procedentes de la reacción química del agua de amasado con los óxidos metálicos presentes en el Clinker que compone el cemento.

CAPÍTULO III:

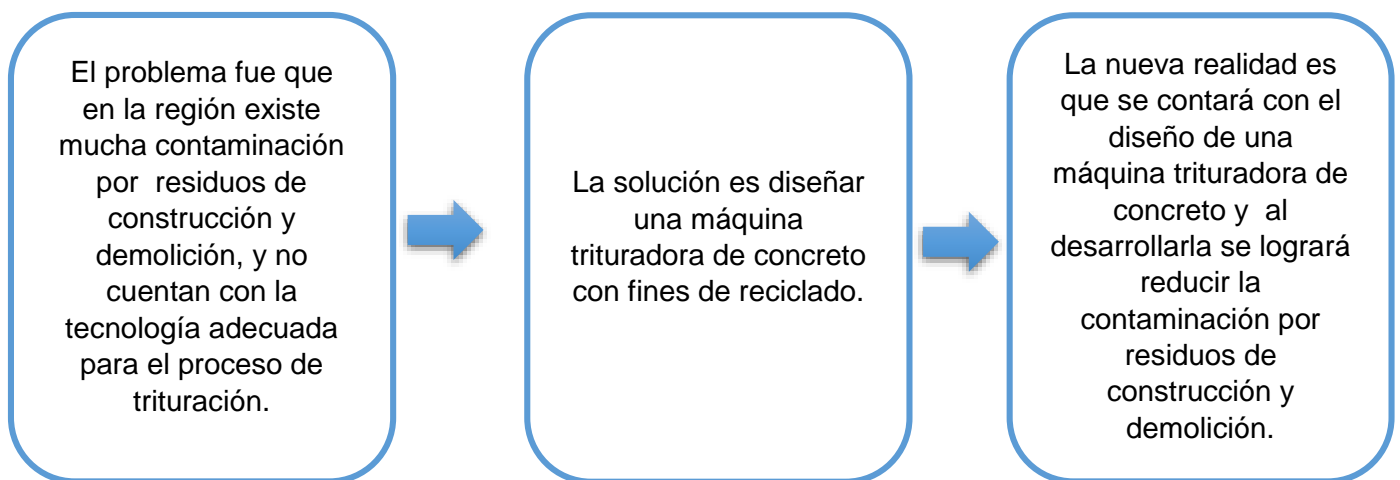
MARCO METODOLÓGICO

3.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Es del tipo CUASI EXPERIMENTAL, ya que no se realizó la máquina, sin embargo el diseño quedará listo para desarrollarse en un futuro si se deseara llevar a cabo.

3.1.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN



3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 POBLACIÓN

Constituye a las empresas dedicadas a la construcción de edificaciones y demolidos de estas.

3.2.2 MUESTRA

Representa los datos obtenidos de las empresas y el conocimiento de donde arrojan los desperdicios, o conocer que hacen con ese desperdicio.

3.3 HIPÓTESIS

Con el diseño de la máquina trituradora de concreto con fines de reciclado se logrará reducir la contaminación por residuos de construcción y demolición, y aportará nueva tecnología en la región de Lambayeque, si esta se llevase a cabo.

3.4 VARIABLES

3.4.1 VARIABLES INDEPENDIENTES

Representa la variable que se tuvo al comienzo de la investigación y esta variable representa el estudio del concreto y donde lo encontramos, con el estudio de este conocimos su composición entre cemento, agregados y agua. Fue de suma importancia conocer la resistencia del concreto ya que con este empezamos el diseño de la máquina trituradora de concreto.

3.4.2 VARIABLES DEPENDIENTES

Es la variable que necesita de las variables independientes para llevarse a cabo, con esto se representa que la variable dependiente es el diseño de la máquina trituradora de concreto con los cálculos necesarios y siguiendo un buen plan de mantenimiento. Otro tipo de variable dependiente se encontró en el resultado de nuestra investigación que será el concreto triturado y con esto se representó la cantidad a utilizarse como agregado en una nueva mezcla para nuevo concreto de construcción.

3.5 OPERACIONALIZACIÓN

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	SUB INDICADOR	ÍNDICE	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
Independiente CONCRETO	Cemento	Cantidad de cemento	Cantidad de cemento que se utilizara en la mezcla de concreto	Lt, Kg	Análisis de Documentos Observación Entrevista	Guías de análisis de documentos Guía de observación Cuestionario	Balanza, Depósitos medidor de Lt.
	Agregados	Cantidad de agregados	Cantidad de agregados que se utiliza en la mezcla de concreto	Kg	Análisis de Documentos Observación Entrevista	Guías de análisis de documentos Guía de observación Cuestionario	Balanza. Prensa hidráulica
		Resistencia de agregados	Resistencia a la compresión o tracción del concreto	Mpa, Psi			
	Agua	Cantidad de agua	Cantidad de agua que se utilizara en la mezcla de concreto	Lt	Análisis de Documentos Observación Entrevista	Guías de análisis de documentos Guía de observación Cuestionario	Depósitos medidores de Lt.
	Resistencia de concreto			Resistencia a la compresión o tracción del concreto	Mpa, Psi (120 a 180 Mpa)	Análisis de Documentos Observación Entrevista	Guías de análisis de documentos Guía de observación Cuestionario

Tabla 4. Operacionalización de Variables. Variables Independientes. Fuente: Propia

VARIABLE	DIMENSION	INDICADOR	SUB INDICADOR	INDICE	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
Dependiente DISEÑO DE TRITURADORA	Diseño de Máquina	Sistema de transmisión	Elegir el sistema adecuado de transmisión que poseerá la máquina trituradora de concreto.	Fuerza (F)	Análisis de Documentos Observación	Guías de análisis de documentos Guía de observación Cuestionario	
		Tolva de alimentación	Dimensiones y forma de tolva de alimentación.	Mm ² , mm	Entrevista		
Potencia del Motor		Elección de Motor.	Hp				
Dependiente CONCRETO RECICLADO	Resistencia del concreto reciclado	Sistema de Transmisión	Brindar Mantenimiento como lubricar, limpieza y control de equipos.	Kg, Lt.	Análisis de Documentos Observación	Guías de análisis de documentos Guía de observación Cuestionario	Balanza, Medidor de Lt. Voltímetro.
		Sistema Eléctrico.	Revisión de componentes de Sistema Eléctrico.	V, A, W	Entrevista		
			Representa la resistencia a la compresión o tracción que se da en el concreto reciclado luego de prepararlo		Análisis de Documentos Observación Entrevista	Guías de análisis de documentos Guía de observación Cuestionario	Prensa Hidráulica

Tabla 5. Operacionalización de Variables. Variables Dependientes. Fuente: Propia

3.6 MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.6.1 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

a. MÉTODO INDUCTIVO

Este tipo de método se realizó a partir de lo ya conocido en cosas particulares a cosas generales. En la máquina trituradora es de importancia ya que deducimos términos y sistemas que ya son conocidos y aplicamos en el diseño de nuestra máquina.

b. MÉTODO DEDUCTIVO

Este tipo de método es lo contrario a lo inductivo ya que va de lo general a lo particular. En nuestra máquina aplicamos este método ya que con lo conocido en la parte general lo aplicaremos particularmente a nuestra máquina.

c. MÉTODO ANALÍTICO

Utilizamos este método ya que analizamos cada parte o subsistema de nuestra máquina para el diseño, así como también analizamos cada componente del concreto a realizar la investigación.

d. MÉTODO SINTÉTICO

Se utiliza este tipo de método ya que a cada componente se le realizara el estudio y posteriormente se considerará como un solo componente, en este caso la máquina trituradora y ver el esfuerzo que realiza como sistema.

3.6.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En el estudio se realiza las siguientes técnicas de investigación:

ANÁLISIS DE DOCUMENTOS: Se efectuará un análisis de los documentos obtenidos en la investigación tales como las normas de diseño, en cuanto a seguridad y medio ambiente se aplicarán normas ISO e ISA, se tendrán en

cuenta datos extraídos de catálogos de los instrumentos y equipos seleccionados para el diseño.

Esto se realizará mediante guías de análisis de documentos los cuales nos ayudarán a analizar cada punto detallado.

OBSERVACIÓN: Se diseña una guía de observación sobre las variables que intervienen en el diseño de la máquina trituradora con el fin de evaluar los componentes o subsistemas que se encuentran dentro de la máquina y hacer un seguimiento de cada componente.

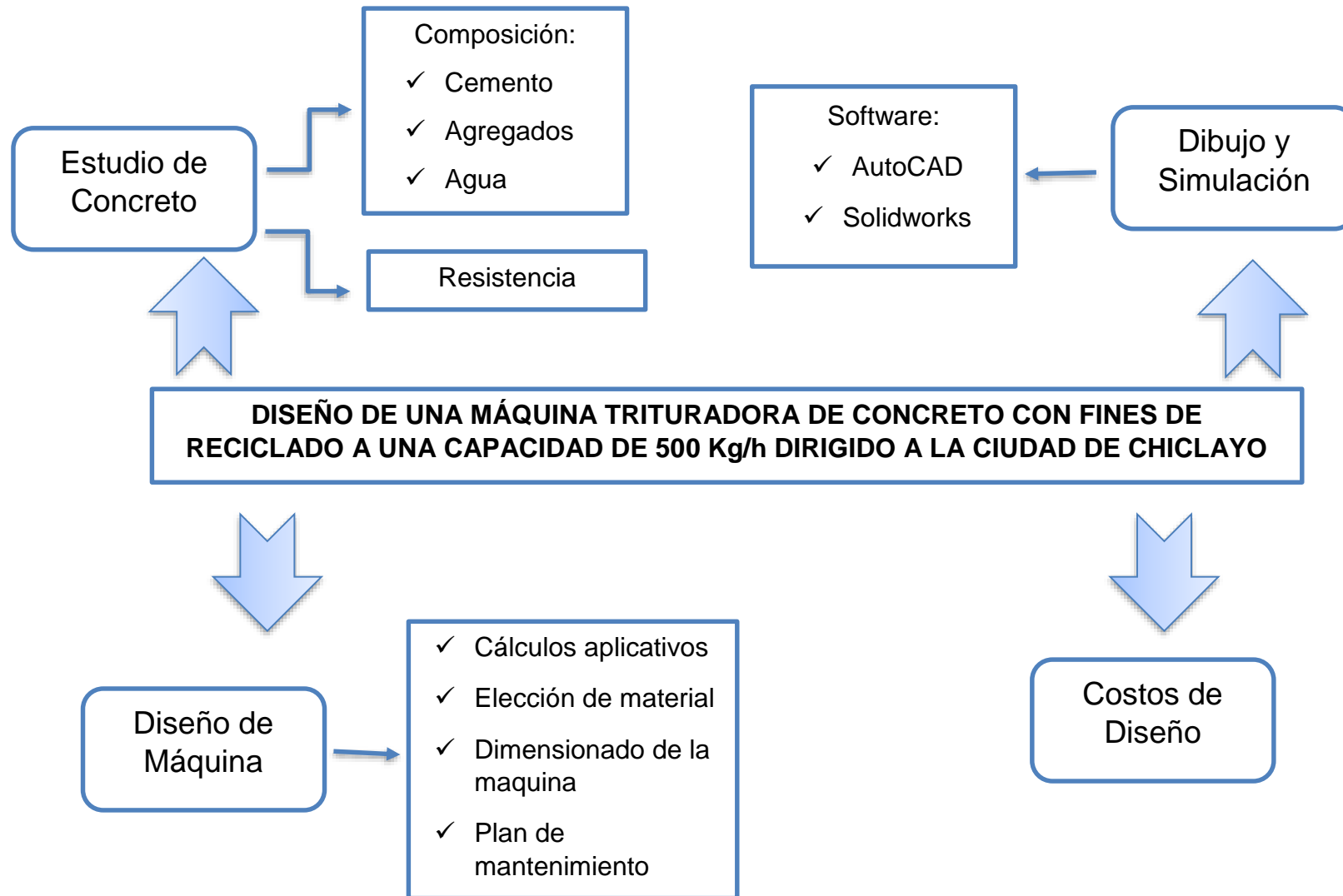
ENTREVISTA: Se entrevistará a las personas conocedoras y especialistas sobre el tema de diseño de máquina y a las personas afectadas por la contaminación de los residuos por construcción y demolición. Las entrevistas tienen por finalidad recaudar la información adecuada para el buen desarrollo del diseño de la trituradora de concreto y conocer los problemas existentes por este concreto arrojado.

Esto se realizará mediante un cuestionario elaborado para conocer la información adecuada para nuestro diseño.

3.7 PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Se explicará el procedimiento de métodos y técnicas utilizadas para la recolección de datos necesarios, en el cual se incluirá la metodología y el diagrama de procesos que se llevará a cabo para la solución del problema fundamentado en el marco teórico.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO:

ESTUDIO DE CONCRETO

Fuente de Consulta:

- a. Manual de composición del concreto, tesis de composición y estudios realizados como guía.
- b. Guías de realización de pruebas de resistencia del concreto, revistas y manuales con las cargas y resistencia que soporta el concreto.

Datos a Conseguir:

- a. Cantidad de cemento, agregado y agua utilizados en la mezcla del concreto.
- b. Conocer la resistencia del agregado y posteriormente del concreto.

Materiales y Herramientas

- a. Hoja de apuntes.
- b. Lapicero.
- c. Internet.
- d. Computadora.

Técnicas de Recolección de Datos:

- a. Entrevista a Ingenieros Especialistas.
- b. Análisis de documentos obtenidos del estudio de concreto y aplicarlos en nuestro estudio.
- c. Observación de datos obtenidos de estudio.

DISEÑO DE MÁQUINA

Fuente de Consulta:

- a. Formatos de diseño de máquina, especificando análisis de sistemas.
- b. Tesis de diseño de máquina con guías de cálculos necesarios.
- c. Manual de diseño de máquina con normas y proceso adecuado.

- d. Cotizaciones de material y características.
- e. Dimensiones de los diferentes tipos de máquina trituradoras.
- f. Manual de plan de mantenimiento de máquinas trituradoras.

Datos a Conseguir:

- a. Potencia de motor.
- b. Sistema de Trituración.
- c. Selección de material utilizado en la máquina.
- d. Tipo de sistema de transmisión y resistencia.
- e. Dimensiones de la máquina.
- f. Tipo de plan de mantenimiento a realizarse sobre la máquina trituradora.

Materiales y Herramientas:

- a. Hojas de cálculo.
- b. Lapiceros.
- c. Libros de fórmulas aplicables.
- d. Calculadora.
- e. Computadora.

Técnicas de Recolección de Datos:

- a. Análisis de documentos obtenidos en nuestras fuentes de consulta y ponerlos en proceso.
- b. Observar los tipos de documentos obtenidos en plan de mantenimiento y comparar para elegir el más adecuado en nuestra máquina.

DIBUJO Y SIMULACIÓN

Fuente de Consulta:

- a. Manual de dibujo y simulación de esfuerzos y resistencias que soporta la máquina antes de falla.
- b. Ejemplos de ensamble y montaje de piezas en software Solidworks.

- c. Métodos de dimensiones en AutoCAD y normas.
- d. Tutoriales de dibujo en software.

Datos a Conseguir:

- a. Planos de máquina (Planta, Frontal y Lateral)
- b. Dimensiones de cada pieza de la máquina y sistema.
- c. Tamaño total de máquina.
- d. Apremiar acabado de máquina.

Materiales y Herramientas:

- a. Hoja de dibujo de guía.
- b. Lápiz y regla de dibujo.
- c. Computadora.

Técnicas de Recolección de Datos:

- a. Observación de tutoriales obtenidos y aprendizaje.
- b. Análisis de documentos como ejemplos de dibujos y métodos de uso.

COSTOS DE DISEÑO

Fuente de Consulta:

- a. Cotizaciones de diferentes tipos de materiales.
- b. Guías de costos de diseño de diferentes tipos de máquina.
- c. Tesis elaboradas de diseño de máquina (sección de costos)

Datos a Conseguir:

- a. Costos de cada pieza de la máquina y sistema.
- b. Costo total de máquina ensamblada.
- c. Costo por diseño de máquina.

Materiales y Herramientas:

- a. Lapiceros.
- b. Calculadora.
- c. Computadora.

Técnicas de Recolección de Datos:

- a. Análisis del costo de cada pieza de máquina y sistema.
- b. Entrevista a concedores de costos de máquina y si es factible el costo que brindamos a nuestro diseño.

3.7.1 EQUIPOS MATERIALES E INSTRUMENTOS:

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	
Equipos	Computadora	
	Calculadora	
Materiales	Planos	
	Hoja de nota	
	Lapicero	
	Fuentes bibliográficas	
	Manuales	
Herramientas	Software	AutoCAD
		Solidworks
		Excel

3.7.2 RECURSOS HUMANOS:

PERSONAL	NÚMERO
Asesor Especialista	1
Asesor Metodológico	1
Ingeniero Mecánico – Eléctrico	1
Técnicos Mecánicos	1
Tesista	1

3.7.3 FORMULAS Y CÁLCULOS:

Las fórmulas a utilizar para el diseño de la trituradora de concreto se apreciarán en el desarrollo de tesis que se especificarán en las diferentes partes que debemos realizar un cálculo, entre ellos podemos observar los diferentes puntos a tomar en cuenta.

- 1) Potencia de Motor.
- 2) Calculo de eje.
- 3) Elegir sistema de transmisión.
- 4) Fuerzas que soportara.
- 5) Entre otros cálculos para elección de material.

3.7.4 PLANOS:

Los planos se desarrollarán utilizando el software AutoCAD y Solidworks en los cuales se apreciaran:

- 1) Plano de Lateral, Frontal y Planta de máquina.
- 2) Plano de cada pieza.
- 3) Plano de máquina ensamblada.

3.7.5 DISEÑO:

Se realizará la simulación del diseño de cada componente de la máquina trituradora de concreto con el fin de conocer a los esfuerzos que puede soportar cada componente y la máquina como conjunto. Esto se realizará por medio del software Solidworks el cual nos permite analizar cada componente con el método de análisis de elemento finito.

3.7.6 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO:

Una vez realizado el diseño de la trituradora de concreto y la estructura de soporte, se llevará a cabo la simulación:

Solidworks
Análisis estático
Deformación
Factor de seguridad

3.7.7 MANTENIMIENTO:

Nuestro plan de mantenimiento está previsto a cubrir las necesidades de la máquina en cuanto a su estado actual y futura evolución, a cada uno de sus componentes principales y secundarios se realizara un estudio donde se programara su revisión por medio de un manejo de criticidad.

Será de vital importancia seguir al paso el plan de mantenimiento y no perjudicar el trabajo de máquina y una para en la realización de trabajo y por consecuente tener una larga vida útil de nuestra máquina.

3.7.8 COSTOS:

El costo que encontramos en este proyecto se realizará en el proceso de diseño ya que es un proyecto cuasi-experimental. Para la parte de realización del proyecto se realizará un planteamiento de viabilidad haciéndose el cálculo del TIR y del VAN.

El costo por diseño lo detallaremos en el punto de presupuesto, donde encontraremos cada punto y costo unitario.

3.7.9 MANUAL DE USUARIO:

Se realizará un manual de usuario para el operario que realice los trabajos y supervisión del trabajo de la máquina trituradora, entre ellos encontramos:

- 1) Pasos y recomendaciones para puesta en marcha y parado de trituradora de concreto.
- 2) Descripción de cada componente de la máquina.
- 3) Esquemas y planos de máquina.
- 4) Modo de realización del trabajo adecuado de la máquina.
- 5) Indicaciones de máquina e indicaciones de mantenimiento.
- 6) Restricciones de operación en la máquina trituradora de concreto.

3.7.10 NORMATIVA:

Ley 29783 – Ley de Seguridad y Salud en el trabajo

La ley de Seguridad y Salud en el Trabajo tiene como objetivo promover una cultura de prevención de riesgos laborales en el país.

Ley 294/93:

Define como “Impacto Ambiental” a “toda modificación del medio ambiente provocada por obras o actividades humanas que tengan como consecuencia positiva o negativa, directa o indirecta, afectar la vida en general, la biodiversidad, la calidad o una cantidad significativa de los recursos naturales o ambientales y su aprovechamiento, el bienestar, la salud, la seguridad personal, los hábitos y costumbres, el patrimonio cultural, los medios de vida legítimos”.

Decreto 14.281/96:

Reglamenta la ley 294 y define a la “Evaluación de Impacto Ambiental” (EVIA) como un conjunto de procedimientos que aseguran desde el inicio del proyecto un examen sistemático, desde una acción propuesta (proyecto, programa, plan o política) y de sus alternativas. Uno de los instrumentos de la EVIA es el “Estudio de Impacto Ambiental” (EIA), que consiste en un documento técnico de los métodos, procesos y actividades que pueden causar importante alteración en el ambiente.

LEY N° 28611 LEY GENERAL DEL AMBIENTE.

Objetivo General.

De acuerdo al artículo 9º de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, el objetivo de la Política Nacional del Ambiente es mejorar la calidad de vida de las personas, garantizando la existencia de ecosistemas saludables, viables y funcionales en el largo plazo; y el desarrollo sostenible del país, mediante la prevención, protección y recuperación del ambiente y sus componentes, la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, de una manera responsable y congruente con el respeto de los derechos fundamentales de la persona.

3.8 PLAN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS

3.8.1 ENFOQUE CUALITATIVO:

Mediante este enfoque se analiza las entrevistas realizados a expertos en el tema de investigación que se va a realizar para conocer y establecer las ideas obtenidas y aplicarlas a nuestro diseño de máquina, así mismo analizamos las guías obtenidas para el desarrollo de nuestro proyecto y seguir los pasos adecuados.

3.8.2 ENFOQUE CUANTITATIVO:

A través de este enfoque se realiza el análisis de las encuestas aplicadas a nuestra población del cual obtendremos una muestra, esto ayudara a saber cuál es la problemática que ocurre a nivel personal para cada encuestado, la encuesta se realizará al mismo tiempo a los especialistas del tema para conocer un punto de vista más detallado y la problemática que puedan encontrar.

El análisis de las encuestas servirán determinar si nuestro proyecto es factible y definir el tipo de problemática que se presenta en el entorno.

3.9 CRITERIOS ÉTICOS

Para el desarrollo del proyecto se considera principalmente como criterio el código de deontológico del CIP (Colegio de Ingenieros del Perú). Según el código deontológico, de la relación con la sociedad artículo 98, los ingenieros reconocerán que la seguridad de la vida, la salud, los bienes y el bienestar de la población y del público en general, así como el desarrollo tecnológico del país dependen de los juicios, decisiones incorporados por ellos o por su consejo, en dispositivos, edificaciones, estructuras, máquinas, productos y procesos. Por ninguna razón pondrán sus conocimientos al servicio de todo aquello que afecta la paz y la salud.

3.10 CRITERIOS DE RIGOR CIENTÍFICO

3.10.1 VALIDEZ:

Uno de los principales criterios para la realización de nuestro tema de investigación ya que se trata de la validez de los datos de nuestras variables en la operacionalización y que estas sean de vital importancia para la realización del diseño. Cuando las variables sean de validez en la recolección de datos se llevará a cabo la realización de nuestro diseño de la trituradora de concreto.

3.10.2 GENERALIZABILIDAD:

Llevar a cabo el muestreo de nuestra población a una cantidad considerable de manera aleatoria y los datos obtenidos analizarlos de manera adecuada y poder conocer de una parte representativa la muestra realizada de nuestra población.

3.10.3 FIABILIDAD:

Para el proyecto se realiza la obtención de datos para el buen diseño de nuestra máquina trituradora de concreto, el diseño se debe realizar siguiendo paso a paso el proceso de esta manera tendremos una fiabilidad adecuada en nuestros datos obtenidos y con esto obtendremos una buena fiabilidad de nuestra diseño y posteriormente de la máquina.

3.10.4 REPLICABILIDAD:

Representa el criterio de una nueva investigación que se puede realizar acerca de este tema de estudio e investigación que se realiza, y que en los futuros estudios no se lleguen a contradecir el tema y los datos obtenidos sean legibles.

3.11 LISTA DE EXIGENCIAS

Se elaboró una lista de exigencias para conocer las exigencias y deseos que debe cumplir el diseño de la máquina trituradora.

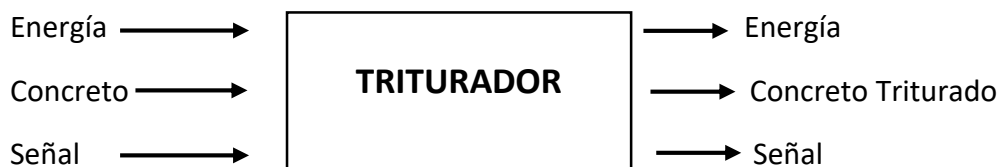
LISTA DE EXIGENCIAS			Pág. 1 de 2
Proyecto: DISEÑO DE UNA MÁQUINA TRITURADORA DE CONCRETO			
N°	Deseo ó Exigencia	DESCRIPCIÓN	Responsable
1	E	FUNCIÓN PRINCIPAL: Triturar el concreto de tal forma que este reduzca su tamaño para volver a ser reutilizado como agregado.	Carlos Olano
2	E	GEOMETRÍAS: Conexiones simples, fáciles de hallar en la industria y seguras.	Carlos Olano
3	E	FUERZAS: La fuerza de triturado debe ser la necesaria para conseguir que el concreto llegue a dividirse en varias partes al tamaño del agregado.	Carlos Olano
4	E	MATERIAL: a) El flujo de material es concreto obtenido de alguna demolición. b) Se prepara el concreto separando algún otro residuo y haciendo que este tenga el tamaño adecuado para entrar a la máquina. c) Al salir del proceso de triturado saldrá el concreto dividido en varias partes, no sufrirá cambios químicos pero si físicos en su forma.	Carlos Olano
5	D	CINEMÁTICA: El proceso de triturado no debe ser tan rápido.	Carlos Olano
6	E	FABRICACIÓN: La fabricación y ensamblaje debe ser fácil, los procesos de manufactura que se realizarán podrán ser llevados a cabo en un taller local	Carlos Olano
7	E	SEÑALES: Se contará con botones de encendido y apagado. Serán de fácil comprensión y manejo para el operador y usuarios (para el caso de energía eléctrica).	Carlos Olano
8	E	SEGURIDAD: a) El diseño no pondrá en peligro al usuario bajo ninguna circunstancia, esto se entiende tanto en relación a la integridad física como emocional. b) El ingreso de la materia prima se encontrará cerrado mientras no sea usado. c) En cuanto al medio ambiente esta máquina será amistosa sin ningún tipo de emisión de contaminantes.	Carlos Olano
9	E	ERGONOMÍA: a) El manejo de la máquina es amigable y sencillo. b) El ingreso de la materia prima estará una altura adecuada para el trabajo del usuario.	Carlos Olano

		c) El color de la máquina será claro y el modelo sin ninguna sorpresa para no provocar distracciones en el operador. Nota: Se coordinará con el área de diseño industrial.	
10	E	MONTAJE: El montaje de la máquina debe ser de rápida instalación y de fácil comprensión para los operarios; asimismo, el desmontaje deberá ser rápido y simple para el posterior traslado y así poder usarla en diferentes lugares.	Carlos Olano
11	E	MANTENIMIENTO: a) El mantenimiento de la máquina será factible y sin complicaciones gracias a su diseño (disposición de componentes). El tiempo estimado de mantenimiento lo determinará el desgaste de las piezas involucradas. La pintura exterior será protectora (anticorrosivo). b) Para conseguir los repuestos se podrá buscar en el mercado nacional como en el internacional, dependiendo de la calidad del producto y el precio.	Carlos Olano
12	E	COSTO: a) Precio de diseño: b) Precio de fabricación:	Carlos Olano

3.12 ELABORACIÓN DEL PROYECTO ÓPTIMO

3.12.1 ESTRUCTURA DE FUNCIONES

La función total de la trituradora de concreto se puede representar en forma de una caja negra, en donde se tiene en cuenta tres magnitudes de entrada y de salida.



Se define el ingreso y la salida de: la materia, energía y señales.

INGRESO:

- a) **Material:** Concreto obtenido de una demolición.
- b) **Energía:** Fuerza humana y fuerza desconocida.
- c) **Señal:** Señal de tipo visual para inicio del proceso.

SALIDA:

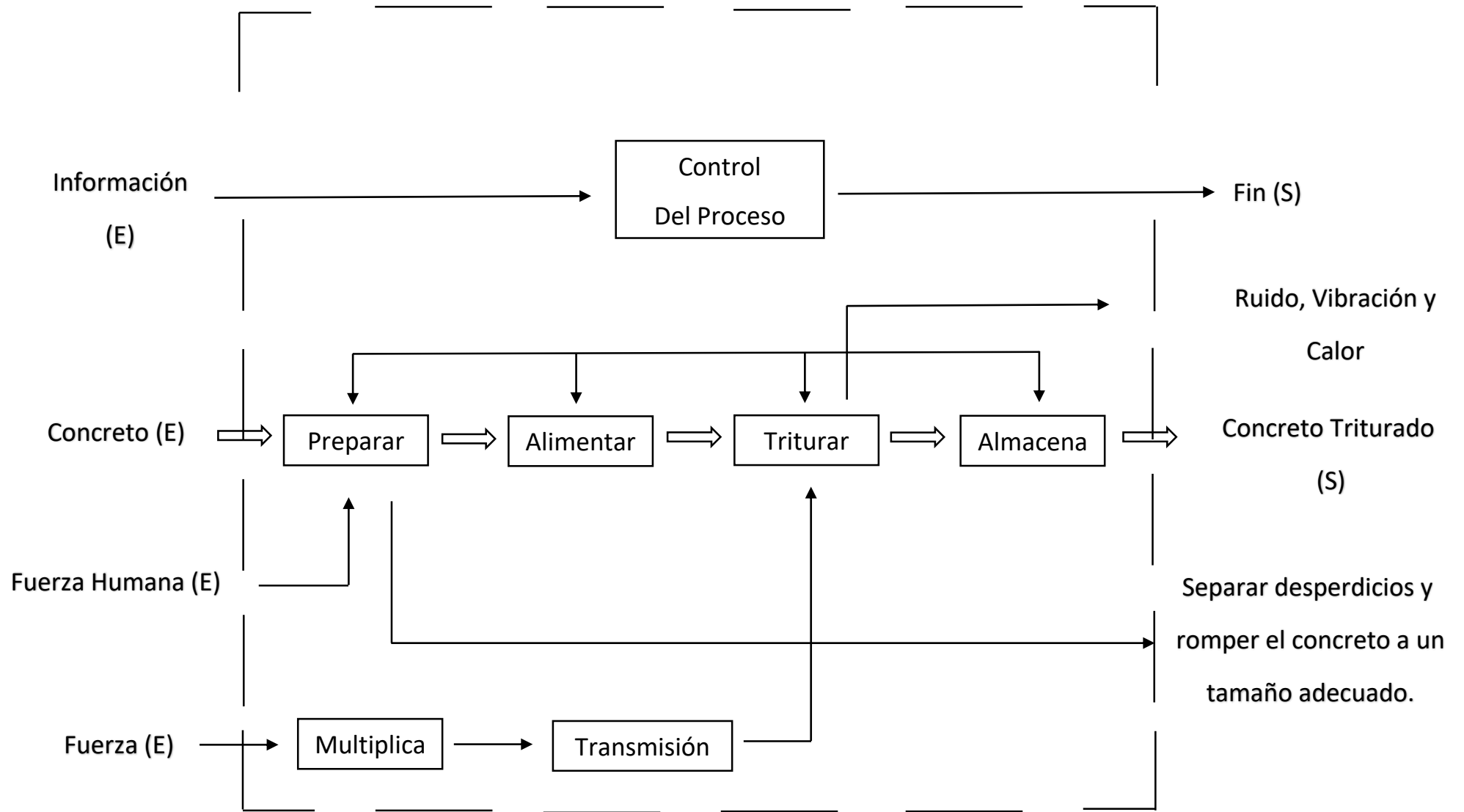
- a) **Material:** Concreto triturado.
- b) **Energía:** Calor, vibraciones, sonidos.
- c) **Señal:** Señal de tipo visual de finalización del proceso.

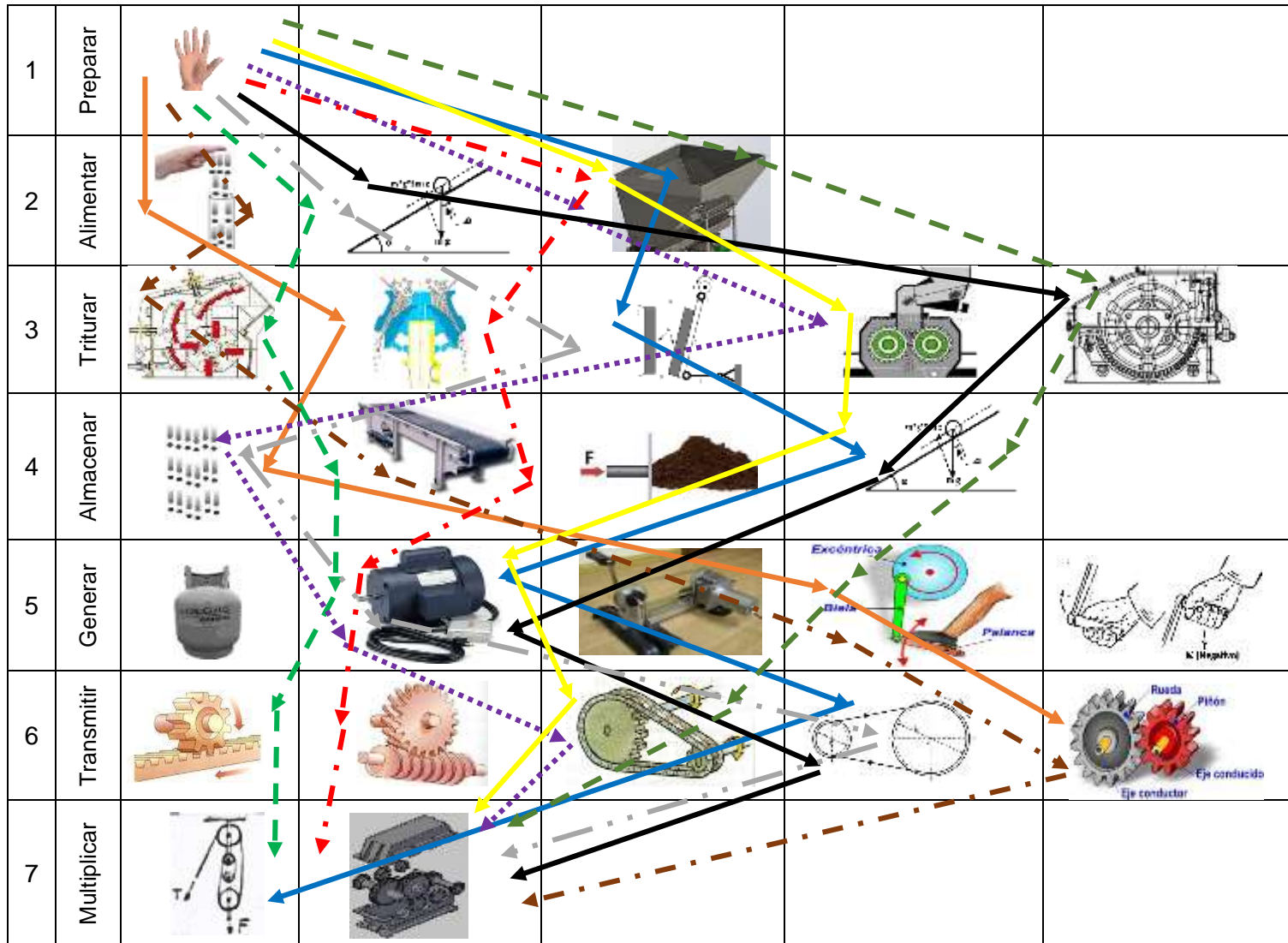
3.12.2 DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES

- a) **Preparar:** Se prepara el material para introducirlo a la máquina, esto consiste en separar algunos desechos que se encuentran con el concreto y ponerlo a un tamaño adecuado para el ingreso por la tolva.
- b) **Alimentar:** Se introduce el concreto ya preparado en la tolva de alimentación.
- c) **Transmitir Fuerza:** Consiste en transmitir la fuerza desde el lugar donde se genera hasta el lugar de triturado.
- d) **Multiplicar Fuerza:** Se amplifica la fuerza que se le entrega a la máquina hasta la fuerza requerida para triturar el concreto.
- e) **Triturar:** Se tritura el concreto dividiéndolo en varias partes que servirán como un nuevo agregado.
- f) **Almacenar:** Una vez terminado el trabajo de triturado de concreto se lleva a un espacio que sirve de almacén para el concreto ya triturado.

3.12.3 MATRIZ MORFOLÓGICA

Para obtener diferentes soluciones se ordena las funciones en la matriz morfológica de Zwicky. Las mejores formas de realizar cada función para una solución están unidas por flechas del mismo tipo. A continuación presentamos la matriz morfológica para escoger nuestra trituradora de concreto más adecuada.





Concepto de Solución	Tipo de Línea
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

3.12.4 CONCEPTO DE SOLUCIÓN

Se realiza una evaluación de los distintos esquemas de los conceptos de solución que se puede encontrar en nuestra matriz morfológica, tomamos valores de 0 a 4 para realizar la evaluación, en donde:

0: No Aceptable 2: Suficiente 4: Muy satisfactorio
 1: Poco satisfactorio 3: Satisfactorio

La calificación se muestra en la siguiente tabla.

N°	CRITERIOS TÉCNICOS Y ECONÓMICOS	Soluciones									
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
1	Estabilidad	2	3	4	4	3	3	4	4	4	3
2	Número de operarios	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2
3	Facilidad de manejo	1	2	3	3	3	3	3	3	3	2
4	Buen uso de fuerzas	1	2	3	4	3	2	4	4	3	2
5	Costo de Tecnología	2	3	2	3	3	2	3	3	3	2
6	Costo de operación	3	2	2	2	3	2	2	3	2	3
7	Seguridad	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3
8	Rapidez	1	1	3	3	3	3	4	4	3	2
9	Facilidad de montaje	3	2	3	2	2	3	4	4	3	3
10	Posibilidad de automatización	1	1	2	3	4	4	3	4	4	2
	Suma total	17	21	28	30	29	30	33	35	31	24

El concepto con mayor puntaje fue el número 8. Que se puede interpretar como una trituradora de mandíbulas.

CAPÍTULO IV:

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. PARÁMETROS FUNDAMENTALES DE DISEÑO DE MÁQUINA TRITURADORA.

4.1.1. ANÁLISIS DE RESISTENCIA DEL CONCRETO

El concreto tiene una composición de agua, cemento y agregados los cuales representan un 10%, 25% y 65% respectivamente. Estos valores pueden variar de acuerdo al uso y al tipo de trabajo que este dirigido el concreto.

Conociendo esto se realiza la investigación de la resistencia del concreto mediante las entrevistas a especialistas conocedores del tema de concreto y los resultados obtenidos en estudios realizados en el laboratorio de ensayos de concreto de la UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN que fueron brindados por la Escuela de Ingeniería Civil

A continuación se presentan los datos obtenidos en el laboratorio de suelos y concreto, se representa los resultados de algunas empresas que realizaron algún tipo de obra en la región Lambayeque.

METALES, INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C				
OBRA: Olmos Nodo de Acceso.				
Parte	Vaciado	Ensayo	Edad (días)	F´c (kg/cm²)
Columna	31/12/15	18/12/15	7	146
		25/12/15	14	186
		08/01/16	28	233
Losa Generador	31/12/15	07/01/16	7	141
		14/01/16	14	181
		28/01/16	28	215
Vigas	26/01/16	02/02/16	7	149
		09/02/16	14	182
		16/02/16	28	217

CORPORACIÓN MONTAYMA PERÚ S.A.C				
OBRA: Fitel Collique Alto				
Parte	Vaciado	Ensayo	Edad (días)	F´c (kg/cm²)
Pedestal de Torre	17/02/16	18/04/16	61	229
				288

CORPORACIÓN MONTAYMA PERÚ S.A.C				
OBRA: Fitel Cerezo				
Parte	Vaciado	Ensayo	Edad (días)	F'c (kg/cm²)
Pedestal de Torre	13/03/16	18/04/16	36	259
Zapata de Torre	13/03/16	18/04/16	36	222
Losa de Equipos	13/03/16	18/04/16	36	218

INTEEGRA TELECOMUNICACIONES PERÚ S.A.C				
OBRA: Illimo Nodo				
Parte	Vaciado	Ensayo	Edad (días)	F'c (kg/cm²)
Losa Aligerada	18/01/16	11/04/16	84	230
Viga Peraltada	18/01/16	11/04/16	84	220

INTEEGRA TELECOMUNICACIONES PERÚ S.A.C				
OBRA: Culpón Alto (Site)				
Parte	Vaciado	Ensayo	Edad (días)	F'c (kg/cm²)
Site Culpón Alto	13/11/15	11/04/16	150	222
				221

CORPORACIÓN MONTAYMA PERÚ S.A.C				
OBRA: Fitel Pampa de Limo				
Parte	Vaciado	Ensayo	Edad (días)	F'c (kg/cm²)
Pedestal de Torre	20/11/15	14/04/16	146	224
Zapata de Torre	20/11/15	14/04/16	146	216
Losa de Equipos	20/11/15	14/04/16	146	213

REUMAN CONSTRUCCIONES S.A.C				
OBRA: El Horcón				
Parte	Vaciado	Ensayo	Edad (días)	F'c (kg/cm²)
Losa	26/01/16	23/02/16	28	144

Tabla 6 Resistencia de Concreto. Fuente: Laboratorio de suelos USS.

Según los resultados obtenidos en laboratorio de la Universidad Señor de Sipán USS, el concreto utilizado en la obras de edificación en la región Lambayeque presenta una resistencia máxima de 288 kg/cm².

Para llevar a cabo un eficiente estudio en el diseño de la máquina hemos optado por dar un 10 % adicional de resistencia por motivos que existen casos especiales en los que se excede, según información de profesionales especialistas en el tema de concreto.

Con el análisis antes mencionado se configura el incremento de la resistencia del concreto para nuestra máquina de:

$$288 \text{ kg/cm}^2 \times (1.1), = 317 \text{ Kg/cm}^2.$$

4.1.2. ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE MÁQUINA TRITURADORA

COMPROBACIÓN DE CAPACIDAD MEDIANTE BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA

Se realizó la comprobación de la capacidad de la máquina trituradora de concreto, con el trabajo de campo, asistiendo al botadero de basura que está ubicado en la salida a San José tomándose las fotos respectivas y las medidas del volumen que encontramos en él botadero de basura, a continuación se presenta los resultados obtenidos:

VOLUMEN DE CONCRETO (BOTADERO DE SAN JOSÉ)				
Longitud (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Resultado Teórico (m3)	Resultado Real según geometría (m3)
9	4	2.5	90	45
4	3	2	24	12
5	3.5	2	35	17.5
3	2	2	12	6
3.5	3	2	21	10.5
4	2.5	2.5	25	12.5
5	3.5	1.5	26.25	13.125
6	4	2	48	24
TOTAL				140.625

Tabla 7 Volumen de Concreto en Botadero de San José. Fuente: Propia

Se calcula un volumen promedio del botadero ubicado en la salida a San José llegando a un volumen de:

$$140.625/8 \text{ (n° de datos)}$$

$$17.578 \text{ m}^3$$

A este volumen promedio se le multiplica el peso específico que tiene, considerándolo como escombros, el cual se obtiene de la siguiente tabla:



PESO ESPECIFICO DE MATERIALES

MATERIALES	densidad en Kg/dm3	densidad en Kg/m3
Arena fina y seca 1,4 a 1,65	1.5	1500
Arena fina y húmeda 1,9 a 2,05	1.99	1990
Arena gruesa 1,4 a 1,5	1.45	1450
Arenisca natural 2,4 a 2,7	2.65	2650
Arenisca artificial 2,7 a 3,2	2.8	2800
Asfalto 1,5	1.5	1500
Asfalto apisonado 2,3	2.3	2300
Asfalto en placas 2,0	2	2000
Asfalto fundido 1,4	1.4	1400
Basalto 2,7 a 3,2	2.89	2890
Caliza 2,86 a 2,84	2.85	2850
Cal viva (en terron) 0,9 a 1,3	1.1	1100
Cal apagada 1,15 a 1,25	1.2	1200
Cal mortero en pasta 1,75 a 1,80	1.78	1780
Cal mortero fraguado 1,6 a 1,65	1.62	1620
Cal de córdoba en pasta 1,3	1.3	1300
Cal hidráulica apagada en polvo 1,8	1.8	1800
Cal hidráulica viva en polvo 1,15	1.15	1150
Canto rodado 1,8	1.8	1800
Cemento en polvo 1,5	1.5	1500
Cemento fraguado 3,0	3	3000
Caolín 2,2	2.2	2200
Creta 1,8 a 2,7	2.25	2250
Cuarzo 2,5 a 2,8	2.7	2700
Escombros 1,4	1.4	1400
Gabro 2,9 a 3,0	2.95	2950

Tabla 8 Peso Específico De Materiales. Fuente: Euroimportadora

$$17.578 \text{ m}^3 \times 1400 \text{ kg/m}^3$$

$$24,609.2 \text{ kg}$$

Al conocer el peso del concreto se determina la capacidad de nuestra máquina, se logra dividiendo este resultado entre los 30 días del mes y luego dividiendo entre las 8 horas diarias de una jornada de trabajo según las leyes laborales. Entonces el resultado de la capacidad es:

$$24,609.2 \text{ kg} / 30$$

820.31 kg, se debe triturar esa cantidad en un día.

$$820.31 \text{ kg} / 8 \text{ h}$$

102.54 kg/h, se debe triturar esa cantidad en una hora.

Para el trabajo de la máquina se asume la cantidad de 4 botaderos por ello esa capacidad se multiplica por 4, entonces:

$$102.54 \text{ kg/h} \times 4$$

$$410.16 \text{ kg/h.}$$

En el presente cálculo se considerara un Incrementando del 20% de demanda debido a que al existir la tecnología para la reutilización de concreto, las empresas constructoras optaran por el uso de nuestra máquina, por lo tanto se obtendrá:

492.192 Kg/h, por lo tanto se trabaja con una capacidad estándar de:

500Kg/h.

4.1.3. DIÁMETROS DE PARTÍCULA DE CONCRETO (Di-Df)

Se conocerán los diámetros de la partícula de concreto para lograr obtener las dimensiones de ancho y longitud de la boca de nuestra trituradora.

Para conocer los diámetros iniciales y finales se debe conocer el tipo de triturado que se a ejercer en nuestro concreto y la geometría de esta porción de concreto, en el caso de trituración fina consideramos el concreto de una forma definida rectangular, por lo tanto tenemos:

$$Diametro\ de\ partícula = \frac{Ancho+Espesor+Largo}{3}$$

$$Diametro\ de\ partícula = \frac{10\ cm+2cm+20cm}{3}$$

$$Diamatro\ Inicial = 4''$$

El resultado de la trituración fina con el diámetro inicial de 4", nos arrojará en la salida medidas de partes de concreto entre ½ "y 1". Consideramos:

$$Diametro\ final = 1''$$

4.1.4. RELACIÓN DE REDUCCIÓN (Rr)

En las operaciones de reducción de tamaño, se conoce por relación de reducción a la relación existente entre el tamaño máximo del material suministrado a la máquina en la alimentación (entrada) y el tamaño máximo que pueden tener los productos después de la operación de reducción a la salida.

Esta relación de reducción está comprendido entre 4 a 8 normalmente, siendo el valor de trabajo habitual una relación de 4 o 5.

Entonces tenemos los valores de Rr para nuestra máquina de:

$$Rr = \frac{4''}{1''} = 4''$$

4.1.5. ANCHO DE LA BOCA DE LA TRITURADORA (A)

Según metodología del diseño relacionado a máquinas trituradoras, considera que el ancho de la boca de la trituradora debe ser un 15% mayor que el tamaño de la partícula al ingresar a la máquina.

$$A = 4'' * 1.15 = 4.6''$$

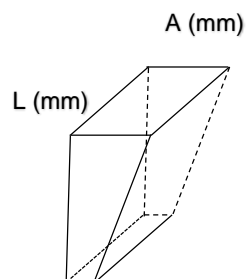
Convirtiendo a centímetros (cm):

Sabiendo que 1 pulg = 2.54 cm.

$$A = 4.6'' * 2.54 \text{ cm} = 12 \text{ cm} = 120 \text{ mm}$$

4.1.6. LONGITUD DE LA BOCA DE LA TRITURADORA (L)

La boca de la trituradora suele ser cuadrada o rectangular siendo el largo de la boca entre 1 y 1.5 veces el ancho.



Entonces:

$$L = A * 1.5$$

$$L = 120 \text{ mm} * 1.5$$

$$L = 180 \text{ mm} = 18 \text{ cm}$$

4.1.7. RECORRIDO DE MANDÍBULA MÓVIL (d)

La longitud de recorrido de la mandíbula móvil viene dada por la expresión:

$$d = 0.06 * A^{0.85} \text{ [m]}$$

$$d = 0.06 * 0.12^{0.85}$$

$$d = 0.00989 \text{ m} = 9.89 \text{ mm}$$

$$d = 10 \text{ mm}$$

4.1.8. ÁNGULO DE RECEPCIÓN O ÁNGULO DE PELLIZCO

El ángulo de recepción o pellizco, se define como el formado entre las caras de las superficies de trituración, en los puntos en que pinzan un trozo de mineral (concreto en nuestro caso). Si las caras son planas, el ángulo será definido por el ángulo que formen las rectas tangentes en el punto de pellizco.

El efecto de la presión de las mandíbulas sobre el bloque a triturar (consideraremos esférico para el estudio teórico y de radio r) crea unas reacciones de bloque sobre la mandíbula. Estas reacciones se descomponen en dos, una componente perpendicular a la mandíbula (F) y otra en dirección de la mandíbula (T). Véase la fig. nº 13.

El rozamiento del bloque sobre la mandíbula es proporcional a la fuerza perpendicular que actúa sobre ella y se determina por la expresión $R = \mu F$ y está relacionado con la tangente del ángulo característico o ángulo propio de los materiales ($\mu = \text{tg}\varphi$).

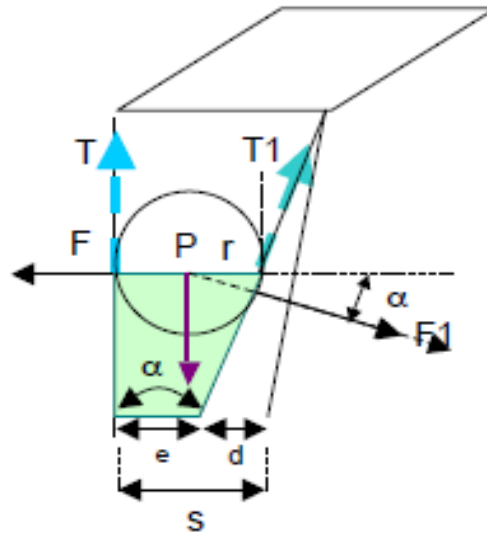


Ilustración 12: Ángulo de Recepción o Pellizco.

FUENTE: Universidad de la Cantabria.

El coeficiente de rozamiento entre el concreto con el acero se encuentra entre 0.2 – 0.4. La fuerza de rozamiento que impide al bloque ser despedido por las componentes T y T_1 , paralelas a las mandíbulas, deben cumplir la condición de ser mayor o igual que el rozamiento, siendo la condición de igualdad el caso límite:

- a) $R = \mu F \geq T$
- b) $R = \mu F_1 \geq T_1$

Para el sistema de fuerzas que actúan en el equipo (ver figura anterior), se plantea el sistema de equilibrio dado por:

$$\sum F_x = 0 : \quad F - T_1 \sin \alpha - F_1 \cos \alpha = 0$$

$$\sum F_y = 0 : \quad T - T_1 \cos \alpha - F_1 \sin \alpha = 0$$

$$\sum M = 0 : \quad T * r - T_1 * r$$

De la ecuación de momentos se deduce la igualdad:

$$T * r = T_1 * r \Rightarrow T = T_1$$

En el caso limite, condición de igualdad, como $T = T_1$, se deduce:

$$R = \mu F = T \quad \text{y} \quad R = \mu F_1 = T_1$$

$$F = F_1;$$

y del planteamiento del equilibrio de las fuerzas en x se obtiene:

$$\sum F_x = 0 : \quad F - T_1 \sin \alpha - F_1 \cos \alpha = 0$$

$$F - \mu F_1 \sin \alpha - F_1 \cos \alpha = 0 \quad \Rightarrow \quad F - \mu F \sin \alpha - F \cos \alpha = 0$$

De donde se deduce la condición:

$$\mu = \frac{(1 - \cos \alpha)}{\sin \alpha}$$

Aplicando las igualdades trigonométricas adecuadas se obtiene:

$$\mu = \frac{(1 - \cos \alpha)}{\sin \alpha} = \frac{2 \sin^2 (\alpha/2)}{(2 \sin (\frac{\alpha}{2})) * \cos(\alpha/2)}$$

$$\mu = \frac{\sin (\alpha/2)}{\cos (\alpha/2)} = \tan (\alpha/2)$$

Sustituyendo el coeficiente de rozamiento por su equivalente de la tangente del ángulo propio se obtiene que el ángulo de las mandíbulas, en su

posición más cerrada, debe ser inferior a dos veces el ángulo propio que define el rozamiento entre el mineral y la mandíbula.

$$\mu = \tan (\alpha/2) \Rightarrow \tan \left(\frac{\alpha}{2}\right) = \tan \varphi$$

$$\alpha = 2 \varphi$$

El ángulo de las mandíbulas, en su posición más cerrada, debe ser inferior a dos veces el ángulo propio que define el rozamiento entre el material y la mandíbula.

$$\alpha \leq 2 \varphi$$

Entonces para la máquina se emplea un coeficiente de rozamiento de 0.4, entonces:

$$\mu = \tan \varphi \Rightarrow 0.4 = \tan \varphi$$

$$\varphi = \arctan 0.4 = 22^\circ$$

El ángulo de recepción o pellizco está dado por:

$$\alpha = 2 \varphi \Rightarrow \alpha = 2 (22)$$

$$\alpha = 44^\circ$$

Sin embargo el ángulo de recepción debe ser menor que el doble del ángulo propio. Se sabe que α tiene una variación entre 22° a 34° pero en la práctica se utiliza un valor de 26° como valor absoluto máximo que no se debe superar como ángulo mayor entre las dos mandíbulas. Los fabricantes recomiendan que se tomen valores inferiores a 24° y de forma preferente usar el rango de 20° a 22° .

$$\alpha \leq 44^\circ$$

Entonces para cumplir lo indicado en nuestro caso tomamos un ángulo de:

20°.

4.2. DISEÑO DE MÁQUINA.

4.2.1. NÚMERO DE REVOLUCIONES DE ÁRBOL DE TRANSMISIÓN

La carga dentro de la trituradora se desplaza, en la dirección vertical, por el efecto de la gravedad. Existe un desplazamiento forzado por el movimiento de las mandíbulas, más acusado en las de simple efecto con accionamiento giratorio en la propia mandíbula móvil, que describen en su movimiento una elipse con componente horizontal y componente vertical.

La cámara se divide en volúmenes prismáticos A_1, A_2, \dots, A_n de tal forma que los volúmenes asociados en su descenso a lo largo de la cámara son iguales, y en una rotación, la carga que ocupa un área de forma prismática A_n , último prisma teórico formado, debe ser evacuada por el efecto de caída libre y ser ocupado este volumen por el prisma inmediato superior, A_{n-1} .

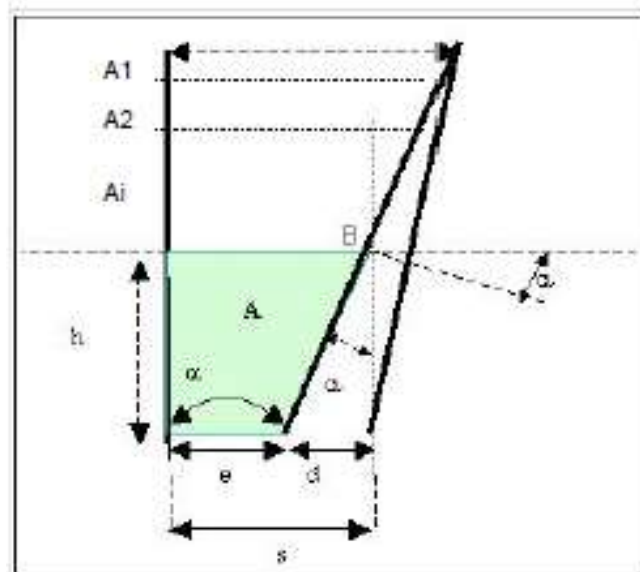


Ilustración 13. Número de Revoluciones. FUENTE: Universidad de la Cantabria.

El último prisma se considera el correspondiente al área lateral formado por la base inferior en posición cerrada de la mandíbula, y la base superior correspondiente a la proyección de la base en coincidencia con la mandíbula en posición abierta, según el esquema que se adjunta (punto B proyectado), y cuya amplitud, abertura máxima, es igual a:

$$s = e + d$$

Cuando la excéntrica gira a “n” (r.p.m.), el tiempo para un desplazamiento de dimensión “d” es el correspondiente a ½ vuelta, se corresponde a:

$$t(s) = 30 / n$$

El material se desplaza mediante un movimiento uniformemente acelerado de aceleración $a = g$, luego $h = \frac{1}{2} \cdot gt^2$, y en este tiempo el material se debe desplazar la distancia: $h = d / \tan(\alpha)$. En el caso límite se tiene la igualdad:

$$h = \frac{1}{2} gt^2 = \frac{d}{\tan(\alpha)} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{2} g(30/n)^2 = \frac{d}{\tan(\alpha)} ;$$

de donde se obtiene:

$$n^2 = 30^2 * g * \tan(\alpha) / 2d$$

Considerando: $g: 9,81 \text{ m/s}^2$, y d en cm, se tiene la expresión:

$$n = 664.4 * \sqrt{(\tan \alpha / d)}$$

Expresión que relaciona la velocidad de rotación de la excéntrica (r.p.m.) con el desplazamiento de las mandíbulas (cm) y el ángulo ($^\circ$) entre mandíbulas en la posición más cercana. Particularizada para ángulos normales de las trituradoras de mandíbulas se obtiene las expresiones de utilidad práctica:

$$\alpha = 20^\circ \Rightarrow n = 400.8 / \sqrt{d}$$

$$\alpha = 22^\circ \Rightarrow n = 422.3 / \sqrt{d}$$

Entonces para la máquina tenemos un $\alpha = 20^\circ$ y un $d = 1 \text{ cm}$

$$\alpha = 20^\circ \Rightarrow n = 400.8 / \sqrt{1}$$

$$\mathbf{n = 400.8 \text{ Rpm}}$$

4.2.2. POTENCIA DEL MOTOR

Se utiliza en el cálculo de la potencia necesaria de accionamiento la fórmula de Bond con los pasos de malla del producto identificados para el 80%, (D80 y d80), y utilizando los coeficientes de mayoración, por el trabajo alternativo y la irregularidad de la carga, siguientes:

Fórmula de Bond:

$$W_B = 10 * w_i \left(\frac{1}{\sqrt{d_{80}}} - \frac{1}{\sqrt{D_{80}}} \right) [KWh/ton]$$

Para la máquina se utiliza:

$$W_B = 13.33 * w_i * \frac{Q}{\Omega} \left(\frac{1}{\sqrt{d_{80}}} - \frac{1}{\sqrt{D_{80}}} \right) KW$$

Donde:

W_i: Índice de trabajo de Bond; el índice recomendado por Bond para trituración hasta de 4 ton/h es de 35 [KWh/ton].

Q: Capacidad de la máquina trituradora en toneladas (0.5 ton/h).

D₈₀ y d₈₀: Dimensiones de alimentación y salida respectivamente y deben estar en micras.

Ω: Valor de eficiencia mecánica supuesto; tomamos una eficacia de 35 % (Propuesto por Bond)

Bond determino que K para el proceso de trituración era igual a

$$13.33 \mu\text{m}^{1/2}.$$

Entonces:

En aplicación de las consideraciones de las formula convertimos las dimensiones de entrada y salida de la partícula a triturar, en unidades de micras.

Sabiendo que 1" = 25400 micras.

Dato de entrada de la partícula: 4" * 25400 = 101600.00 micras.

Dato de salida de la partícula: 1" * 25400 = 25400.00 micras.

$$W_B = 13.33 * 35 * \frac{0.5}{0.35} \left(\frac{1}{\sqrt{25400}} - \frac{1}{\sqrt{101600}} \right)$$

$$W_B = 2.09 [KW] = \mathbf{2.8 HP}$$

Se determina la potencia real multiplicando por el factor de seguridad, considerando:

Fs:

1,0 Potencia base de cálculo (teórica).

1,4 Trituradoras de mandíbulas.

1,6 Trituradoras giratorias y de percusión.

1,3 Conos trituradores, trituradoras de cilindros.

1,3 Molinos de barras y molinos de bolas.

Entonces:

$$P = W_B * 1.4$$

$$P = 4 HP$$

Se selecciona el motor con el catálogo de motores eléctricos WEG:

W22 – IE1 Standard Efficiency – 60 HZ

Potencia		Carcasa	Par nominal (kgm)	Corriente con rotor trabajado (A)	Par con rotor trabajado (kgm)	Par máximo (kgm)	Momento de inercia J (kgm²)	Tiempo máximo con rotor trabajado (s)		Peso (kg)	Nivel de ruido (dB(A))	220V						Corriente nominal (A)	
								Calef.	Frio			% de la potencia nominal			RPM				
												Rendimiento		Factor de potencia					
KW	HP	50	75	100	50	75	100												
N Poles																			
0,09	0,12	63	0,051	5,2	3,2	3,4	0,0003	22	48	7,0	48	1725	45,0	53,0	55,0	0,44	0,52	0,61	0,704
0,12	0,16	63	0,068	4,5	2,1	2,4	0,0004	25	55	7,0	48	1710	49,0	55,0	58,0	0,45	0,57	0,66	0,830
0,18	0,25	63	0,103	4,7	2,2	2,4	0,0004	16	35	7,5	48	1710	51,0	58,0	62,0	0,45	0,58	0,67	1,14
0,25	0,33	63	0,142	4,5	2,3	2,5	0,0006	20	44	8,0	48	1720	50,0	58,0	62,0	0,44	0,55	0,64	1,65
0,37	0,5	71	0,215	4,3	2,1	2,2	0,0007	12	26	10,0	47	1680	60,0	66,0	67,0	0,46	0,59	0,69	2,10
0,55	0,75	71	0,317	5,3	2,5	2,5	0,0008	12	26	11,5	47	1690	65,0	68,0	69,0	0,46	0,67	0,69	3,05
0,75	1	80	0,422	6,8	2,4	2,7	0,0032	9	20	12,5	48	1730	75,0	78,0	78,2	0,63	0,76	0,82	3,07
1,1	1,5	80	0,627	6,4	2,5	2,8	0,0030	9	20	14,0	48	1710	76,0	79,0	79,2	0,61	0,74	0,81	4,50
1,5	2	90S	0,845	6,4	2,1	2,6	0,0049	10	22	18,5	51	1730	80,5	81,5	82,0	0,59	0,71	0,79	6,08
2,2	3	90L	1,25	5,7	2,1	2,4	0,0060	9	20	22,0	51	1720	82,0	83,0	83,1	0,62	0,74	0,81	8,58
3	4	100L	1,78	6,8	2,4	2,7	0,0097	7	15	30,0	54	1720	83,5	84,0	84,1	0,63	0,77	0,83	11,3
3,7	5	100L	2,11	6,4	2,7	2,9	0,0097	11	24	33,0	54	1710	85,0	85,5	85,5	0,63	0,75	0,81	14,0
4,5	6	112M	2,50	7,2	2,1	2,8	0,0182	8	18	42,0	58	1750	84,5	86,0	86,2	0,63	0,75	0,81	16,6
5,5	7,5	112M	3,08	6,0	2	2,7	0,0167	11	24	43,0	58	1740	86,0	87,0	87,0	0,61	0,74	0,80	20,6
7,5	10	132S	4,15	7,2	2	2,8	0,0528	8	18	63,0	61	1780	86,5	88,0	87,5	0,67	0,78	0,83	27,2
9,2	12,5	132M	5,11	6,4	1,9	2,5	0,0642	8	18	70,0	61	1755	88,0	88,5	88,0	0,69	0,79	0,84	33,0

Tabla 9. Catálogo de Motores Eléctricos WEG. FUENTE: Motores Eléctricos WEG.

Se elige un motor con potencia de 4 hp y 3 KW el motor W22 y **1720 RPM**.

4.2.3. CÁLCULO Y SELECCIÓN DE CORREA DE TRANSMISIÓN

Para realizar el cálculo y selección de la correa, se elige el tipo de correa o faja a emplear en la máquina. Se presenta una tabla detallando las características de los distintos tipos de correa que existen y criterios comparativos de cada uno de los tipos.

Criterio	Plana	Trapezoidal	Eslabonada	Dentada	Poly V	Redonda
Carga en los árboles	muy grande	pequeña	pequeña	minima	grande	muy grande
Trabajo a $V = 25$ m/s	aceptable	aceptable	malo	bueno	aceptable	regular
Resistencia a los choques	muy buena	bucna	regular	aceptable	muy buena	bucna
Eficiencia %	97 ... 98	96 ... 97	95 ... 96	98 ... 99	96 ... 97	96 ... 95
Longitud de correa.	libre	normalizada	libre	dependiente	normalizada	libre
Tolerancia a la desalineación	pequeña	grande	grande	pequeña	pequeña	muy grande
Nivel de ruido	muy bajo	muy bajo	bajo	bajo	bajo	bajo
Sincronismo	no	no	no	si	no	no
Costo inicial	bajo	bajo	bajo	moderado	moderado	mínimo
Necesidad de control del tensado	alguna	escasa	alguna	escasa	alguna	alguna
Facilidad de montaje entre apoyos	si	no	si	no	no	si
Ancho reducido	no	si	si	si	no	si
Diámetro reducido	si	no	no	no	si	no

Tabla 10. Tipos de Correa de Transmisión. FUENTE: FABRICANTE DUNLOP

De lo apreciado en la tabla se escogió una correa trapezoidal tipo v ya que representa una mejor opción y facilidad en el mercado. Sabiendo el tipo de correa se procede con los cálculos y la elección de correa.

4.2.3.1. POTENCIA TRANSMITIDA (Pc)

$$P_c = P * k$$

Donde:

P: Potencia de motor = 4 Hp

K: Factor de corrección de potencia = 1,4

Máquinas motrices	Motores eléctricos cd = 2 cn Motores térmicos multicilindros > 600 rpm			Motores eléctricos c maxi > 2 cn Monocilindro < 600 rpm		
	< 6 h/d	6 a 16 h/d	16 a 24 h/d	< 6 h/d	6 a 16 h/d	16 a 24 h/d
<i>Cargas uniformes ligeras:</i> Agitadores para líquidos, bombas y compresores centrifugos-ventiladores hasta 7,5 Kw Pequeños transportadores	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3
<i>Cargas uniformes medias:</i> Transportadores de cinta (arena, grano) Ventiladores superiores 7,5 Kw Generadores-alternadores, máquinas herramientas Maquinaria artes gráficas, prensas, cizallas, lavadoras, bombas rotativas.	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4
<i>Cargas irregulares con sobrecargas:</i> Maquinaria para ladrillos y cerámica Elevadores con canchales. Compresores y bombas de pistones. Maquinaria papel. Pulverizadores. Maquinaria textil.	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
<i>Cargas irregulares y sobrecargas importantes:</i> Molinos, machacadoras, laminadoras, calandras mezcladoras. Gruas, dragas.	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,8
Cargas muy irregulares y grandes sobrecargas.	2	2	2	2	2	2

Tabla 11. Factor de Corrección de Potencia K. FUENTE: Fabricante DUNLOP

$$P_c = 4 * 1.4$$

$$P_c = 5.6 \text{ HP}$$

4.2.3.2. RELACIÓN DE TRANSMISIÓN (R):

$$R = \frac{N}{n}$$

Siendo:

N: Número de revoluciones del motor.

n: Número de revoluciones de polea mayor.

$$R = \frac{1720}{400.8}$$

$$R = 4.29$$

4.2.3.3. DIÁMETRO MÍNIMO DE POLEA:

La elección del diámetro correcto de las poleas es sumamente importante, dado que un diámetro excesivamente pequeño para una sección de correa determinada significaría una flexión excesiva de ésta, lo que terminaría reduciendo su vida útil. Como norma general, al aumentar el diámetro de la polea aumentará la vida útil de la correa.

A continuación se incluye una tabla donde se indica los diámetros mínimos de polea, según la norma BS 3790, los diámetros de polea válidos para cada sección de correa.

Diámetro polea (mm)	Z	A	B	C	D	E
60	V					
63	R					
67	V					
71	R	V				
75	V	V				
80	R	V				
90	V	R				
95		V				
100	R	R				
106		V				
112	V	R	V			
118		V	V			
125	R	R	V			
132		V	V			
140	V	R	R			
150	V	V	V			

Tabla 12. Diámetros Mínimos de Polea según Norma BS 3790.

FUENTE: Fabricante DUNLOP

Siendo:

V: Diámetro valido de polea.

R: Diámetro de polea especialmente recomendado.

Se escoge la faja trapezoidal tipo V en la sección A al realizar el estudio con nuestra potencia corregida y el número de revoluciones del motor seleccionado. Para seleccionar la sección se requiere la ayuda la tabla de secciones de correas, tenemos una potencia de 5.6 HP y 1720 RPM

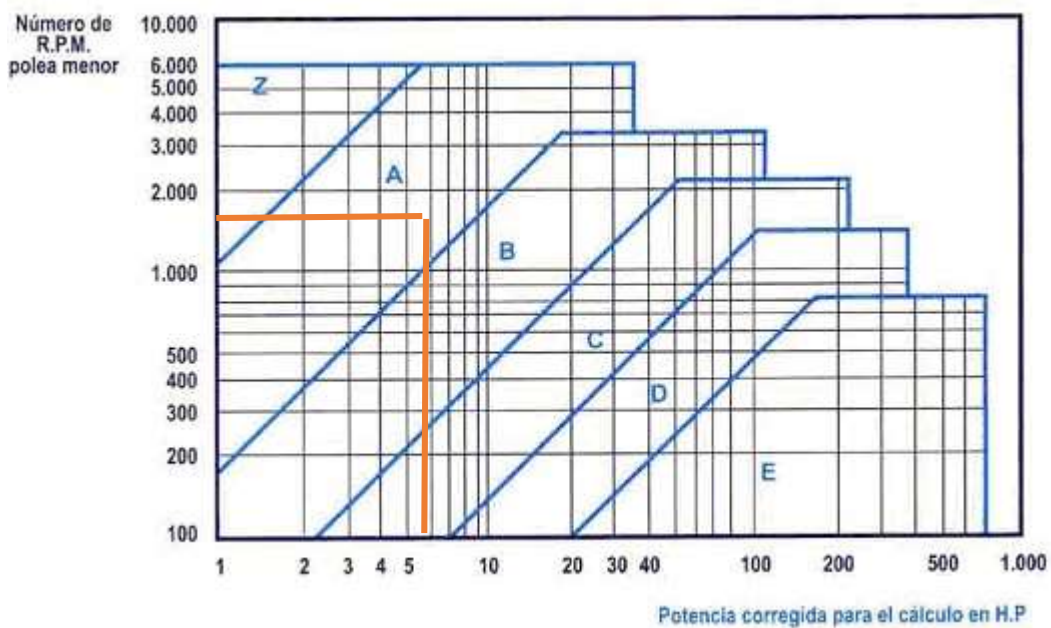


Ilustración 14. Sección de Faja Trapezoidal.

FUENTE: Fabricante DUNLOP.

Entonces tenemos:

Diámetro de polea menor (d) = **100 mm**

Diámetro de polea mayor (D)

$$D = d * R$$

$$D = 100 * 4.29$$

$$D = 429 \text{ mm}$$

4.2.3.4. DISTANCIA ENTRE CENTRO DE EJES DE LAS POLEAS (E):

La distancia entre ejes (E) de las poleas suele estar establecida en la transmisión que debe calcularse. No obstante, puede que en algunos casos este dato no esté decidido, quedando a mejor criterio calcular esta distancia.

De acuerdo a la experiencia de las empresas fabricantes, y con el objetivo de optimizar el rendimiento de la transmisión, la distancia entre ejes de poleas (E) mínima se puede obtener a partir de la siguiente expresión:

$$E \geq \frac{(R + 1) * d}{2} + d$$

Donde:

E : distancia entre ejes de poleas.

R : relación de transmisión = 4.29

d : diámetro de polea menor = 100 mm

Entonces:

$$E \geq \frac{(4.29 + 1) * 100}{2} + 100$$

$$E \geq 364.5 \text{ mm}$$

De teoría se sabe que la distancia E debe ser mayor a la distancia obtenida por ello se eligió una distancia válida entre ejes siendo mayor que la encontrada, tomamos:

$$E = 500 \text{ mm}$$

4.2.3.5. LONGITUD DE LA CORREA:

La longitud primitiva de la correa (L_p) de una transmisión se calcula directamente a partir de la siguiente expresión:

$$Lp = 2E + \frac{\pi}{2}(D + d) + \frac{(D - d)^2}{4E}$$

Donde:

E : Es la distancia entre ejes de poleas = 500 mm

d : Es el diámetro de la polea menor = 100 mm

D : Es el diámetro de la polea mayor = 429 mm

Entonces:

$$Lp = 2(500) + \frac{\pi}{2}(429 + 100) + \frac{(429 - 100)^2}{4(500)}$$

$$Lp = 1885$$

Comparando la longitud con las longitudes primitivas normales del fabricante Dunlop en la sección A se tiene:

Longitud primitiva nominal						
Curso (n)	Sección Z (mm)	Sección A (mm)	Sección B (mm)	Sección C (mm)	Sección D (mm)	Sección E (mm)
41	1066	1075	1086	-	-	-
42	1092	1106	1100	-	-	-
43	1117	1134	1140	-	-	-
44	1143	1153	1156	1191	-	-
45	1168	1186	1184	1217	-	-
46	1193	1199	1204	1242	-	-
47	1219	1232	1237	1267	-	-
48	1244	1262	1268	1293	-	-
49	1270	1280	1288	1318	-	-
50	1295	1306	1318	1344	-	-
51	1320	1330	1328	1357	-	-
52	1346	1354	1367	1394	-	-
53	1371	1381	1382	1429	-	-
54	1397	1405	1410	1442	-	-
55	1422	1429	1443	1480	-	-
56	1447	1459	1480	1497	-	-
57	1473	1492	1491	1527	-	-
58	1498	1507	1512	1550	-	-
59	1524	1532	1541	1576	-	-
60	1549	1556	1556	1598	-	-
61	-	1584	1601	1623	-	-
62	-	1605	1626	1648	-	-
63	-	1633	1641	1674	-	-
64	-	1658	1674	1699	-	-
65	-	1683	1695	1725	-	-
66	-	1714	1724	1745	-	-
67	-	1742	1743	1775	-	-
68	-	1767	1770	1788	-	-
69	-	1785	1794	1826	-	-
70	-	1813	1818	1847	-	-
71	-	1841	1846	1877	-	-
72	-	1862	1878	1897	-	-
73	-	1887	1900	1928	-	-
74	-	1913	1924	1953	-	-
75	-	1937	1947	1979	-	-
76	-	1963	1973	1989	-	-
77	-	1989	1999	2015	-	-
78	-	2013	2024	2042	-	-
79	-	2033	2043	2062	-	-

Tabla 13. Longitudes Primitivas, Sección A.

FUENTE: Fabricante DUNLOP

Entonces se selecciona una correa de perfil A con una longitud 1887 mm

A73 (1887 mm)

Se determina el factor de corrección de longitud de número 73 con la tabla:

Longitud correa	Sección de la correa					
	Z	A	B	C	D	E
16	0.80	-	-	-	-	-
24	0.83	-	-	-	-	-
26	0.84	0.81	-	-	-	-
31	0.89	0.84	-	-	-	-
35	0.92	0.87	0.81	-	-	-
38	0.93	0.88	0.83	-	-	-
42	0.95	0.90	0.85	-	-	-
46	0.97	0.92	0.87	-	-	-
51	0.99	0.94	0.89	0.80	-	-
55	1.00	0.96	0.90	0.81	-	-
60	-	0.98	0.92	0.82	-	-
66	-	1.00	0.95	0.85	-	-
75	-	1.02	0.97	0.87	-	-
80	-	1.04	0.98	0.89	-	-
81	-	1.04	0.98	0.89	-	-
85	-	1.05	0.99	0.90	-	-
90	-	1.06	1.00	0.91	-	-
96	-	1.08	1.02	0.92	-	-
97	-	1.08	1.02	0.92	-	-

Tabla 14. Factor de Corrección de Longitud.

FUENTE: Fabricante DUNLOP

Se deduce un factor de corrección de longitud (Fcl): 1.02

4.2.3.6. CÁLCULO DEL ARCO DE LA CORREA (A):

La polea determinante en el diseño y en la duración de la vida útil de la correa será la de menor diámetro. Por ello, es necesario conocer el ángulo de contacto sobre esta polea. La determinación del ángulo de contacto (A) de la correa sobre la polea menor se realiza aplicando la siguiente expresión:

$$A = 180 - 57 \frac{(D - d)}{E}$$

Donde,

A: es el ángulo de contacto sobre la polea menor, en grados sexagesimales.

E : es la distancia entre ejes de poleas;

d : es el diámetro de la polea menor;

D : es el diámetro de la polea mayor.

$$A = 180 - 57 \frac{(429 - 100)}{500}$$

$$A = 142.5^\circ$$

Se determina el factor de corrección del arco con la tabla:

Factor de corrección		
Arco de contacto sobre polea menor	Poleas acanaladas	Poleas acanaladas/plano
180°	1.00	0.75
175°	0.99	0.76
170°	0.98	0.77
167°	0.97	0.78
164°	0.96	0.79
160°	0.95	0.80
157°	0.94	0.81
154°	0.93	0.81
150°	0.92	0.82
147°	0.91	0.83
144°	0.90	0.83
140°	0.89	0.84
137°	0.88	0.85
134°	0.87	0.85
130°	0.86	0.86

Tabla 15. Factor de Corrección de Arco.

FUENTE: Fabricante DUNLOP

Se deduce un factor de corrección del arco (F_{cA}) = 0.90

4.2.3.7. VELOCIDAD DE LA CORREA (V_t):

Para el cálculo de la velocidad lineal de la correa se emplea la siguiente expresión:

$$V_t = \frac{\pi * d * N}{60 * 1000}$$

Donde,

v_t : es la velocidad lineal o tangencial de la correa, en m/s ;

d : es el diámetro de la polea menor, en mm ;

N : son las revoluciones por minuto (r.p.m.) de la polea menor;

$$Vt = \frac{\pi * 100 * 1720}{60 * 1000}$$

$$Vt = 9 \text{ m/s}$$

4.2.3.8. VELOCIDAD ANGULAR (ω):

Se determina la velocidad angular para cada polea dado que esta expresado por:

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

r : representa el radio de polea = 0.05 m y 0.2145 m

Entonces la velocidad angular en la polea mayor y menor es:

$$\omega_1 = \frac{9 \text{ m/s}}{0.2145 \text{ m}} = 41.96 \text{ rad/s}$$

$$\omega_2 = \frac{9 \text{ m/s}}{0.05 \text{ m}} = 180 \text{ rad/s}$$

4.2.3.9. POTENCIA BASE (Pb):

La prestación base o potencia base que puede transmitir una correa, según su perfil, están tabuladas en las tablas de cualquier fabricante de correas. En dichas tablas, para acceder a la información de la potencia base de la correa, habrá que entrar con las revoluciones por minuto (rpm) y diámetro de la polea menor.

Sección A		Sección A																						
Nº R.P.M. De la polea menor	Prestación Base (en HP)													Prestación adicional por relación de transmisión (en HP)										
	Diámetro primitivo de la polea menor (mm)													1.00	1.02	1.05	1.09	1.13	1.19	1.25	1.35	1.52	2.00	
	66	71	76	81	86	91	95	102	107	112	117	122	127	al 1.01	al 1.04	al 1.08	al 1.12	al 1.18	al 1.24	al 1.34	al 1.51	al 1.99	2.00 y score	
1160	0.54	0.69	0.84	0.99	1.13	1.28	1.42	1.56	1.70	1.84	1.98	2.12	2.26	0.00	0.02	0.04	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	0.20	
1750	0.68	0.90	1.11	1.32	1.53	1.73	1.93	2.13	2.33	2.53	2.72	2.91	3.10	0.00	0.03	0.07	0.10	0.13	0.16	0.20	0.23	0.26	0.29	
3450	0.85	1.21	1.57	1.91	2.25	2.57	2.88	3.19	3.48	3.76	4.02	4.28	4.52	0.00	0.06	0.13	0.19	0.26	0.32	0.39	0.45	0.52	0.58	
200	0.16	0.19	0.22	0.25	0.28	0.31	0.34	0.37	0.40	0.43	0.46	0.48	0.51	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	
400	0.26	0.32	0.38	0.43	0.49	0.55	0.60	0.66	0.71	0.77	0.82	0.88	0.93	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	
600	0.35	0.43	0.52	0.60	0.68	0.76	0.84	0.92	1.00	1.08	1.16	1.23	1.31	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	
800	0.43	0.53	0.64	0.75	0.85	0.95	1.06	1.16	1.26	1.37	1.47	1.57	1.67	0.00	0.01	0.03	0.04	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13	
1000	0.49	0.62	0.75	0.88	1.01	1.14	1.26	1.39	1.51	1.64	1.76	1.88	2.00	0.00	0.02	0.04	0.06	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	
1200	0.55	0.71	0.86	1.01	1.16	1.31	1.46	1.60	1.75	1.89	2.04	2.18	2.32	0.00	0.02	0.04	0.07	0.09	0.11	0.13	0.16	0.18	0.20	
1400	0.61	0.78	0.96	1.13	1.30	1.47	1.64	1.81	1.97	2.14	2.30	2.46	2.62	0.00	0.03	0.05	0.08	0.10	0.13	0.16	0.18	0.21	0.24	
1600	0.65	0.85	1.05	1.24	1.43	1.62	1.81	2.00	2.18	2.37	2.55	2.73	2.90	0.00	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15	0.18	0.21	0.24	0.27	
1800	0.69	0.91	1.13	1.34	1.56	1.77	1.97	2.18	2.38	2.58	2.78	2.97	3.17	0.00	0.03	0.07	0.10	0.13	0.17	0.20	0.24	0.27	0.30	
2000	0.73	0.97	1.21	1.44	1.67	1.90	2.12	2.35	2.57	2.78	2.99	3.20	3.41	0.00	0.04	0.07	0.11	0.15	0.19	0.22	0.26	0.30	0.34	
2200	0.76	1.02	1.28	1.53	1.78	2.02	2.26	2.50	2.74	2.97	3.19	3.42	3.64	0.00	0.04	0.08	0.12	0.16	0.21	0.25	0.29	0.33	0.37	
2400	0.79	1.07	1.34	1.61	1.88	2.14	2.39	2.65	2.89	3.14	3.38	3.61	3.84	0.00	0.04	0.09	0.13	0.18	0.22	0.27	0.31	0.36	0.40	

Tabla 16. Factor de Corrección de Arco.

FUENTE: Fabricante DUNLOP

Se toma el diámetro y las RPM aproximadas que son 1750 RPM y 102 mm. Entonces la potencia base:

$$P_b = \text{Potencia Base} + \text{Prestación adicional} \quad (HP)$$

$$P_b = 2.13 + 0.29$$

$$P_b = 2.42 \text{ HP}$$

4.2.3.10. POTENCIA EFECTIVA POR CORREA (Pe):

La potencia efectiva por correa (P_e) se calcula a partir de la potencia base (P_b) afectada de los coeficientes correctores por longitud de correa (F_c) y por arco de contacto (F_cA). De esta forma la expresión que proporciona la potencia efectiva es la siguiente:

$$Pe = Pb * FcL * FcA$$

$$Pe = 2.42 * 1.02 * 0.90$$

$$Pe = 2.22 \text{ HP}$$

4.2.3.11. CÁLCULO DEL NÚMERO DE CORREAS:

El cálculo del número de correas necesaria para mover la transmisión es inmediato y resulta de dividir la potencia corregida (Pc) y que constituye el total de la potencia a transmitir, entre la potencia efectiva (Pe) por correa. Es decir, que:

$$N^{\circ} \text{ de correas} = \frac{Pc}{Pe} = \frac{5.6}{2.22}$$

$$N^{\circ} \text{ de correas} = 2.52 = 3$$

Se necesitan 3 correas para la transmisión de nuestra máquina.

4.2.3.12. MOMENTOS TORSORES Y ESFUERZOS DE LA CORREA:

En las fórmulas de esfuerzos y momentos tenemos las siguientes.

Torque en polea mayor:

$$T = 63000 * \frac{HP}{\text{Rev polea mayor}}$$

$$T = 63000 * \frac{4}{400.8} = 628.74 \text{ lb in} = 71.05 \text{ Nm}$$

Torque en polea menor:

$$T = 63000 * \frac{HP}{\text{Rev polea menor}}$$

$$T = 63000 * \frac{4}{1140} = 221.05 \text{ lb in} = 24.98 \text{ Nm}$$

Esfuerzo cortante en cada polea:

$$\tau = \frac{Tc}{J} \quad (psi)$$

C: radio de polea mayor y menor = 1.97 pul y 8.44 pul.

J: momento polar de inercia = $J = \frac{\pi \cdot D^4}{32} = 23.6 \text{ pul}^4$ y 7970.58 pul^4 .

Entonces:

$$\tau_1 = \frac{628.74 * 8.44}{7970.58} = 0.67 \text{ psi} = 4.62 \text{ Kpa}$$

$$\tau_2 = \frac{221.05 * 1.97}{23.6} = 18.45 \text{ psi} = 127.21 \text{ Kpa}$$

4.2.4. DIMENSIONADO DE LA MÁQUINA

Para realizar el dimensionamiento de la máquina trituradora de concreto primero encontraremos la altura de la pared delantera y con ello se encontrará las demás longitudes del mecanismo.

La fórmula empleada para el cálculo de pared delantera está dada por la expresión:

$$H = \frac{A - df}{\tan 20} = \frac{120 - 25.4}{\tan 20}$$

$$H = 260 \text{ mm} = 26 \text{ cm}$$

Las dimensiones de las demás componentes se asumieron de manera ergonómica con la razón de trabajo de una persona promedio ya que el trabajo se realizará de manera manual y se estableció un tamaño adecuado para un buen trabajo.

Considerando este criterio y analizando las alturas de trabajos en posición de pie para hombres definidas según Stier se escoge la altura máxima de trabajo de 1500mm para el diseño de la máquina.

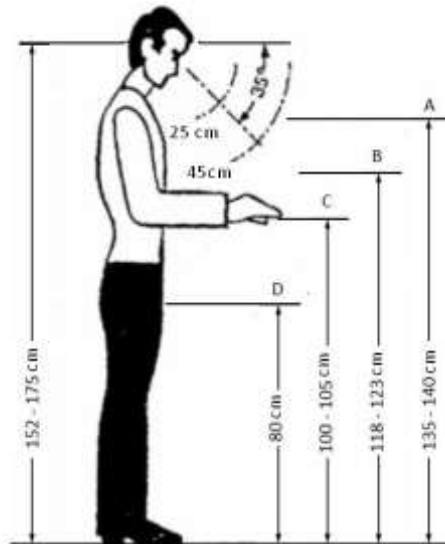


Ilustración 15. Trabajos en Posición de Pie para Hombres.

FUENTE: Guía de STIER.

Conociendo partimos a establecer las dimensiones en Milímetros (mm) de los componentes del mecanismo apoyados por el software AUTOCAD que complementará el estudio con el desplazamiento de mecanismo para conocer la longitud de la excéntrica. Entonces se tiene.

Dimensiones en mm.

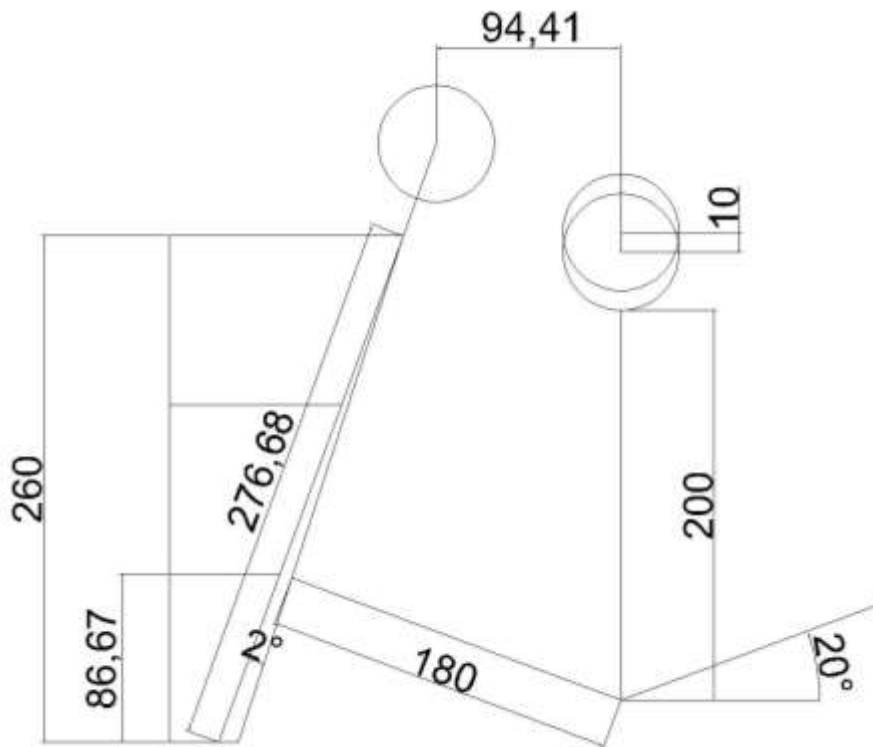


Ilustración 16. Dimensiones del Mecanismo.

FUENTE: Propia.

En el esquema se aprecia las dimensiones asignadas ergonómicamente para cada componente del mecanismo, se trabajó con el principio de dimensionado según David Myszka que en su libro de Máquinas y Mecanismos hace referencia mediante desplazamiento y velocidades con lo que deducimos una excéntrica de 10 mm.

4.2.5. FUERZAS APLICADAS EN EL MECANISMO

Para determinar las fuerzas que se aplican en cada componente se debe conocer la resistencia del material a triturar en componente de fuerza y contar con la cantidad de material que se tritura en determinado trabajo entonces tenemos.

Dimensiones en mm.

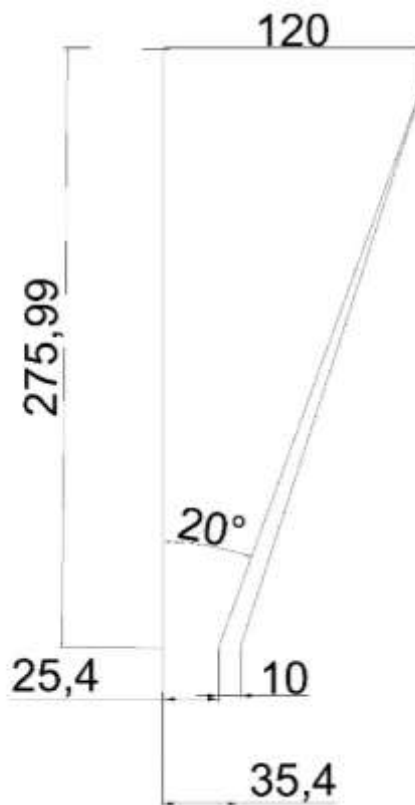


Ilustración 17. Dimensiones de Cámara de Trabajo..

FUENTE: Propia.

Cálculo del área del prisma trabajando las dimensiones en cm.

$$A = \frac{(\text{Ancho de la boca} + \text{Diámetro de salida}) * H}{2}$$

$$A = \frac{(12 + 2.54) * 26}{2}$$

$$A = 189.02 \text{ cm}^2$$

Encontrando el volumen con la expresión.

$$V = A * L$$

Siendo:

A: Área del prisma.

L: Longitud de boca = 18 cm

$$V = 189.02 * 18$$

$$V = 3402.36 \text{ cm}^3 = 0.00340236 \text{ m}^3$$

Peso del material en un instante de trituración. Tenemos:

$$P = V * \rho_a$$

Siendo:

ρ_a : Densidad aparente del concreto en escombros= 1400 kg/m³

$$P = 0.00340236 * 1400$$

$$P = 4.76 \text{ kg}$$

TRACCIÓN SOBRE LA BIELA

Cuando gira la excéntrica, la mandíbula móvil se acerca a la mandíbula fija en la subida de la biela, se ejerce una fuerza de tracción P sobre la biela, segmento CB , que se descompone según las direcciones de las placas de arriostamiento en $P1$ y $P2$.

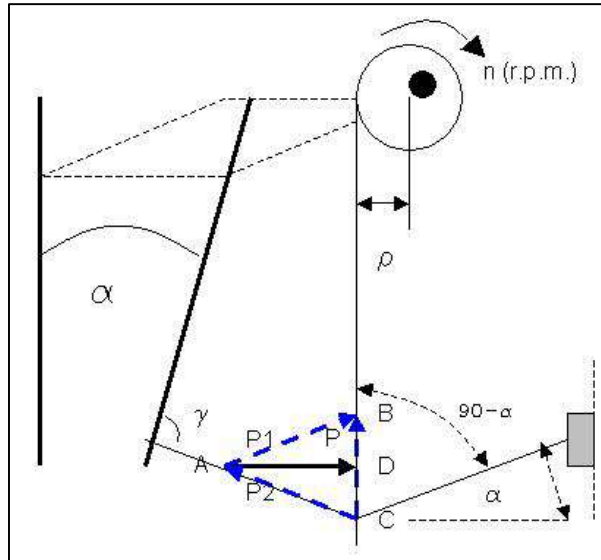


Ilustración 18. Tracción Sobre la Biela.

FUENTE: Universidad de la Cantabria.

Considerando que la altura de anclaje de las placas de arriostamiento está a la misma altura, las componentes $P1$ y $P2$ en la dirección de las varillas, forma un triángulo isósceles, $BACB$, y se tiene:

- γ , se considera para el cálculo que es de aproximadamente 90° .
- AC , perpendicular a la mandíbula móvil.
- AD ; perpendicular a la mandíbula fija.
- α : Ángulo $DAC =$ ángulo BAD .
- $2 \cdot \alpha$: Ángulo BAC .
- $|\text{vector } P1| = |\text{vector } P2|$.

Del triángulo de fuerzas que se forma durante la rotación de la excéntrica, se obtiene la igualdad dada por la ecuación siguiente:

$$\text{vector_CB} = \text{vector_CA} + \text{vector_AB}$$

$$P1 \cdot \text{sen}(\alpha) + P2 \cdot \text{sen}(\alpha) = 2 \cdot P1 \cdot \text{sen} \alpha = P;$$

$$\mathbf{P1 = P / 2 \cdot \text{sen}(\alpha) \rightarrow P1 = P / 0,7 (\alpha = 20,5^\circ)}$$

Que es la fuerza sobre cada arriostamiento cuando se aplica una fuerza P sobre la biela.

Para determinar la fuerza P y así la fuerza P1 se sabe que existe una transmisión de la potencia aplicada al eje excéntrico, dice que Cuando se aplica una potencia W al eje de la excéntrica, se produce un trabajo que es igual al producto de la fuerza por el camino recorrido, y así el trabajo en un giro completo, con una excentricidad ρ será:

$$T(\text{trabajo}) = F(\text{fuerza}) \cdot e(\text{espacio})$$

$$T(\text{N} \cdot \text{m}) = P(\text{Newton}) \cdot 2\pi\rho(\text{m}); \text{ y la potencia como } W(\text{vatio}) = T / t \text{ será:}$$

$W = P \cdot 2\pi\rho / t$; el valor de t, en segundos, en una revolución cuando se gira a n(r.p.m.) es de $t(\text{s}) = 60 / n$, y sustituyendo en la expresión anterior se tiene:

$W = P \cdot 2\pi\rho \cdot n / 60$, y la fuerza de tracción sobre la biela será entonces:

$$\mathbf{P = 60 \cdot W / 2\pi\rho \cdot n ; P = 9,55 \cdot W / \rho \cdot n}$$

Siendo:

P: Fuerza de tracción sobre la biela en N.

W: Potencia sobre el eje de la trituradora en $W = 3000$ del motor.

ρ : Excentricidad en m. = 0.01 m

n: r.p.m.= 400.8

Encontrando la fuerza de tracción sobre la biela:

$$P = \frac{9.55 * 3000}{0.01 * 400.8}$$

$$P = 7148.2 \text{ N}$$

Reemplazando en la fórmula de riostras:

$$P1 = \frac{7148.2 \text{ N}}{2 \sin(20)}$$

$$P1 = 10449.97 \text{ N}$$

Por consideración del mecanismo tenemos que $P1 = P2$

PRESIÓN QUE SE EJERCE SOBRE EL BLOQUE DE CONCRETO

Para identificar la presión ejercida sobre un bloque se analiza la distribución de fuerzas en los diferentes elementos del equipo que transmiten el esfuerzo del motor al bloque a triturar. La posición del bloque, dentro de la trituradora, puede ser cualquiera entre la boca de admisión y la boca de descarga.

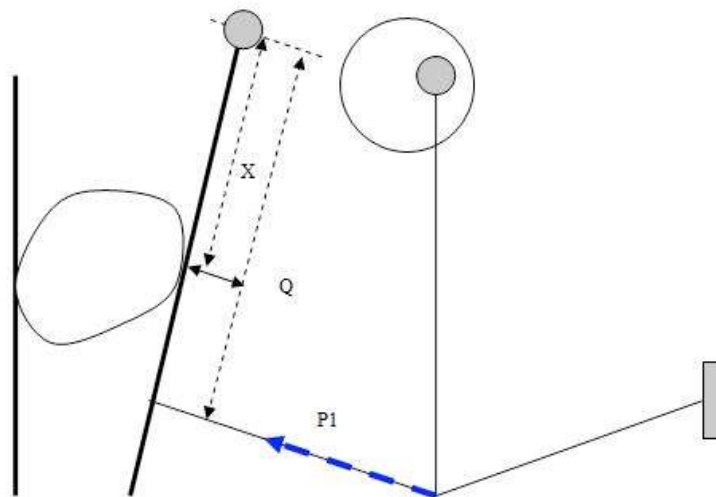


Ilustración 19. Presión Ejercida Sobre el Bloque de Concreto.

FUENTE: Universidad de la Cantabria.

Se analiza el desplazamiento de la mandíbula móvil y se aplica la ley del equilibrio de fuerzas. Se aplica la ley de los momentos al punto de giro de la mandíbula móvil y se obtiene:

P1: Fuerza aplicada a la riostra.

Q: Reacción del bloque.

L: Distancia entre el eje de giro y el punto de acoplamiento de la riostra.

X: Posición variable del bloque, distancia desde el eje de la mandíbula al punto de contacto del bloque.

Se tiene la igualdad, aplicando la ley de momentos, dada por la ecuación:

$$P1 * L = Q * x$$

$$Q = \frac{P1 * L}{x}$$

Trabajamos las presiones en una hoja de Excel con la finalidad de escoger la distancia más adecuada desde el punto de arriostamiento y el eje de la mandíbula móvil. Sabiendo que la pared de la mandíbula móvil tiene una longitud de 27.668 cm y la riostra está ubicada a una altura de 9.22 cm.

Se propone distintas longitudes de distancia entre el eje y el punto de arriostamiento. Tenemos:

Presión sobre el bloque a diferentes longitudes			
P1	L	X	Q
10449.97	22	15	15326.62267
10449.97	23	15	16023.28733
10449.97	24	15	16719.952
10449.97	25	15	17416.61667
10449.97	26	15	18113.28133
10449.97	27	15	18809.946
10449.97	28	15	19506.61067

Presión sobre el bloque a diferentes longitudes			
P1	L	X	Q
10449.97	22	16	14368.70875
10449.97	23	16	15021.83188
10449.97	24	16	15674.955
10449.97	25	16	16328.07813
10449.97	26	16	16981.20125
10449.97	27	16	17634.32438
10449.97	28	16	18287.4475

Presión sobre el bloque a diferentes longitudes			
P1	L	X	Q
10449.97	22	17	13523.49059
10449.97	23	17	14138.19471
10449.97	24	17	14752.89882
10449.97	25	17	15367.60294
10449.97	26	17	15982.30706
10449.97	27	17	16597.01118
10449.97	28	17	17211.71529

Presión sobre el bloque a diferentes longitudes			
P1	L	X	Q
10449.97	22	18	12772.18556
10449.97	23	18	13352.73944
10449.97	24	18	13933.29333
10449.97	25	18	14513.84722
10449.97	26	18	15094.40111
10449.97	27	18	15674.955
10449.97	28	18	16255.50889

Para diferentes longitudes se escoge la longitud de 24 que son 5.55 cm más de la pared de la mandíbula al centro de eje, la distancia es la adecuada para la presión ejercida en el bloque en cualquier punto de profundidad de trabajo y ergonómicamente.

4.2.6. CÁLCULO DE EJE EXCÉNTRICO

Para determinar el eje excéntrico se debe tener en cuenta el siguiente criterio:

- Definir el elemento según el tipo de carga al que estará sometido para este caso se calcula el eje como una viga simplemente apoyada en los extremos y carga puntuales.
- Análisis estructural del diseño utilizando Teoría de Resistencia de materiales.
- Se calcula la carga que recibirá así como sus reacciones y momentos.
- Aplicación de Teorías de fallas.
- Selección del mejor elemento de máquina de acuerdo la forma de trabajo y geometría de movimiento según ciclo de trabajo que realice.

A continuación se presenta el funcionamiento del mecanismo activo sobre el eje. Será accionada por faja y polea, esta acoplada a la polea del motor a 20°, contará con una segunda polea para brindar la inercia del mecanismo:

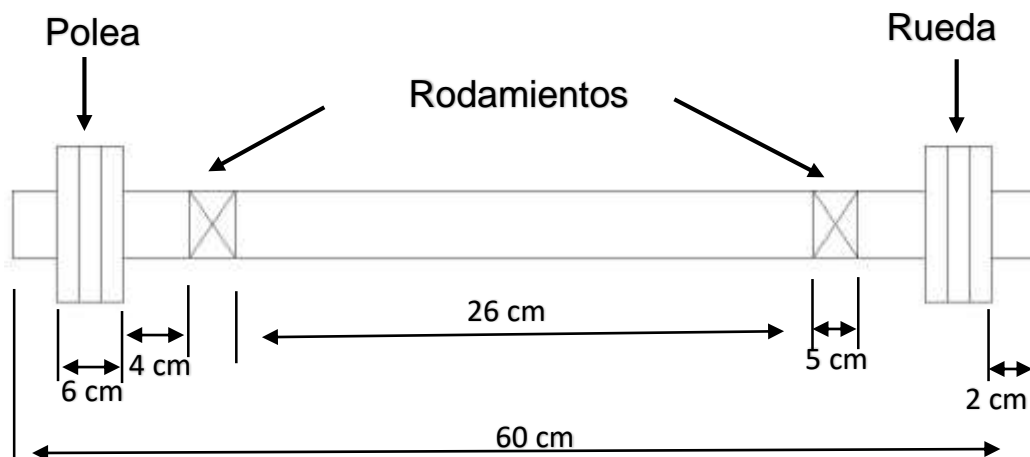


Ilustración 20. Esquema de Eje Excéntrico.

FUENTE: Propia.

Fuerzas aplicadas en las poleas:

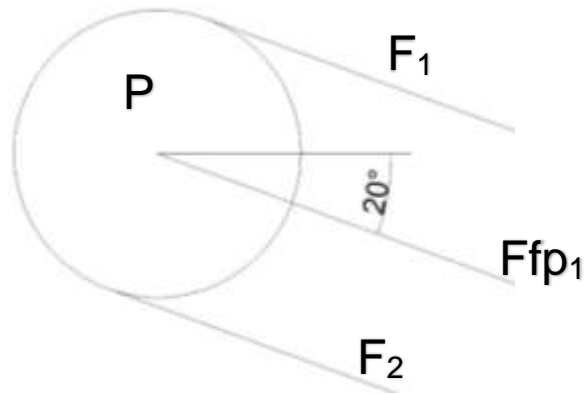


Ilustración 21. Fuerzas Aplicadas en Polea Mayor.

FUENTE: Propia.

Para determinar F_{fp} (Fuerza de flexión en la Polea) se debe conocer el torque que produce la polea:

$$T = 63000 * \frac{4}{400.8} = 628.74 \text{ lb in} = 71.05 \text{ Nm}$$

Se encuentra la fuerza tangencial (F_t) con la expresión:

$$F_t = \frac{T}{D/2} \text{ (N)}$$

$$F_t = \frac{71.05}{0.2145}$$

$$F_t = 331.24 \text{ N}$$

Entonces la fuerza de flexión en la polea 1 se encuentra:

$$F_{fp} = 1.5 * F_t$$

$$F_{fp} = 496.86 \text{ N}$$

Descomponiendo la fuerza en plano cartesiano tendremos:

$$F_{fpx} = F_{fp} * \cos 20$$

$$F_{fpx} = 466.9 \text{ N}$$

$$F_{fpy} = F_{fp} * \sin 20$$

$$F_{fpy} = 169.9 \text{ N}$$

Para la segunda polea que es la que esta acoplada al final del eje solo se determina con su peso. Se asume un peso de 20 kg y se multiplica por el valor de la gravedad, se representa por:

$$P_p = 20 * 9.81$$

$$P_p = 196.2 \text{ N}$$

El torque seria:

$$T_p = 196.2 * 0.2145 = 42.08 \text{ Nm}$$

Diagrama de cuerpo libre de eje Excéntrico:

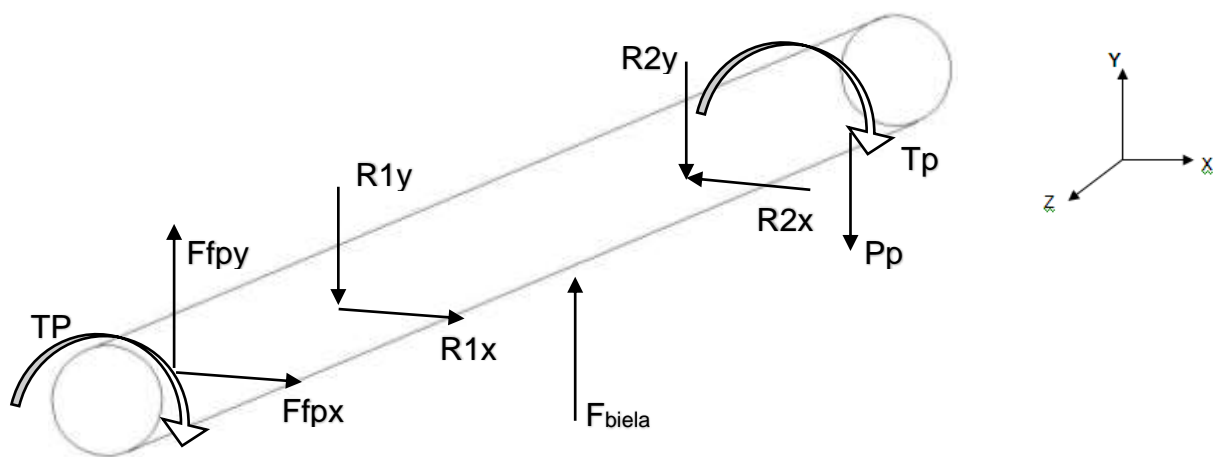


Ilustración 22. Diagrama de Cuerpo Libre de Eje Excéntrico.

FUENTE: Propia.

De donde:

TP: Torque de la polea acoplada al motor = 71.05 N.m.

Ffpy: Fuerza de flexión en la coordenada y = 169.9 N

Ffpx: Fuerza de flexión en la coordenada x = 466.9 N

R1x: Reacción de rodamiento en coordenada x

R1y: Reacción de rodamiento en coordenada y

F_{biela}: Fuerza de tracción sobre la biela = 7148.2 N

R2x: Reacción de rodamiento en coordenada x

R2y: Reacción de rodamiento en coordenada y

Pp: Peso de polea al final del eje = 196.2 N

Tp: Torque de polea al final del eje = 42.08 Nm

PLANO XY:

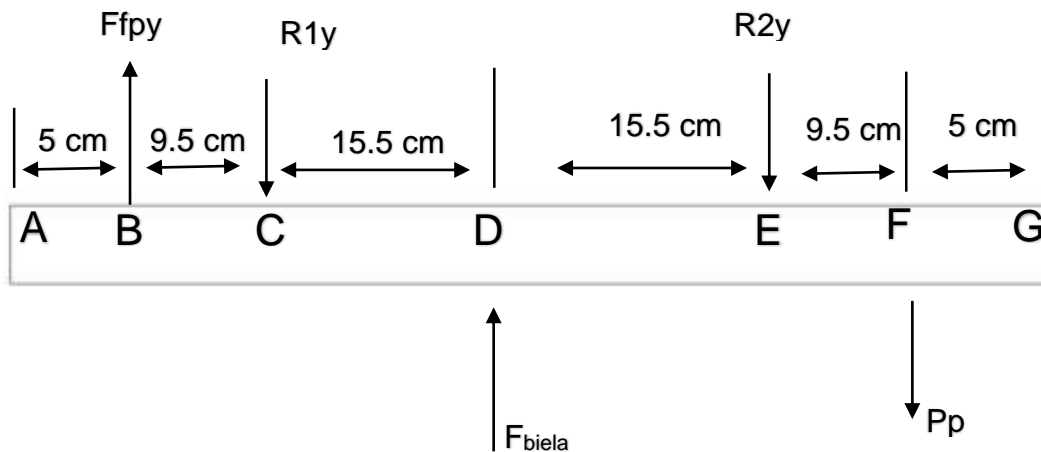


Ilustración 23. Distribución de Fuerzas PLANO XY.

FUENTE: Propia.

Sumatoria de Fuerzas en y:

$$\sum Fy = 0$$

$$Ffpy - R1y + F_{biela} - R2y - Pp = 0$$

$$169.9 - R1y + 7148.2 - R2y - 196.2 = 0$$

$$R1y + R2y = 7121.9 \text{ N}$$

Sumatoria de Momentos en y:

$$\sum My - R1y = 0$$

$$-Ffpy(0.095) + F_{biela}(0.155) - R2y(0.31) - Pp(0.405) = 0$$

$$-169.9(0.095) + 7148.2(0.155) - R2y(0.31) - 196.2(0.405) = 0$$

$$R2y = 3265.71 \text{ N}$$

$$R1y = 3856.19 \text{ N}$$

PLANO XZ:

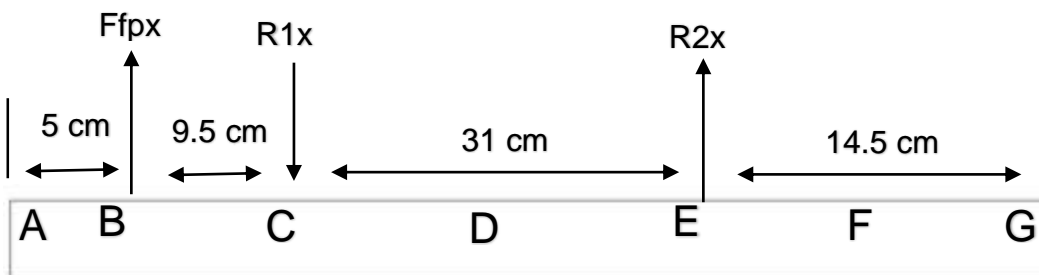


Ilustración 24. Distribución de Fuerzas PLANO XZ.

FUENTE: Propia.

Sumatoria de Fuerzas en x:

$$\sum F_x = 0$$

$$F_{fp_x} - R_{1x} + R_{2x} = 0$$

$$R_{1x} - R_{2x} = 466.9 \text{ N}$$

Sumatoria de Momentos en x:

$$\sum M_x - R_{1x} = 0$$

$$-F_{fp_x}(0.095) + R_{2x}(0.31) = 0$$

$$-466.9(0.095) + R_{2x}(0.31) = 0$$

$$R_{2x} = 143.08 \text{ N}$$

$$R_{1x} = 609.98 \text{ N}$$

Momento Flector Máximo Plano XY:

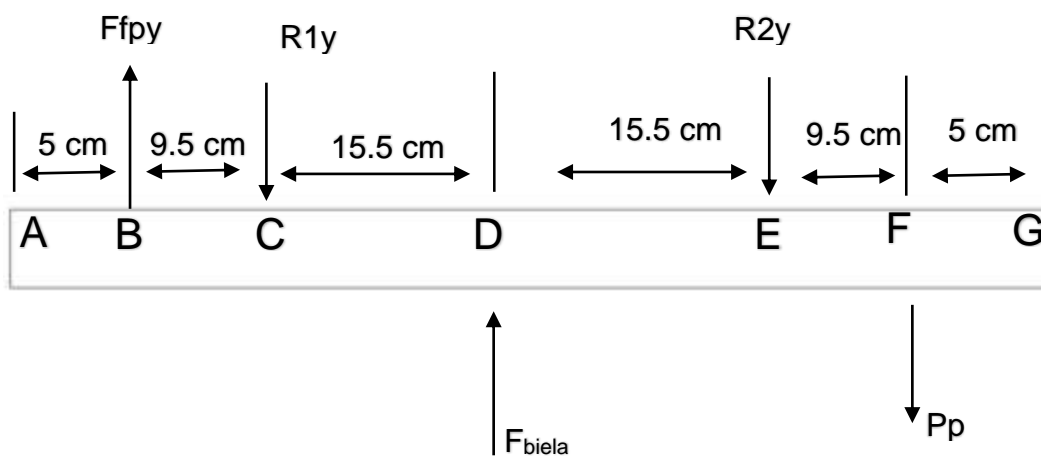
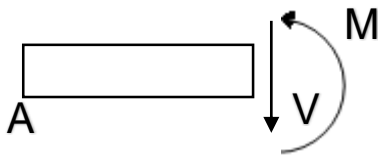


Ilustración 25. Momento Flector Máximo PLANO XY.

FUENTE: Propia.

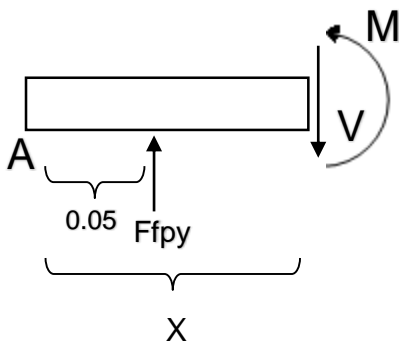
Tramo AB: $0 \leq X \leq 0.05$



$$V = 0$$

$$M = 0$$

Tramo BC: $0.05 \leq X \leq 0.145$



$$\sum F = 0$$

$$F_{fpy} - V = 0$$

$$V = 169.9 \text{ N}$$

$$\sum M = 0$$

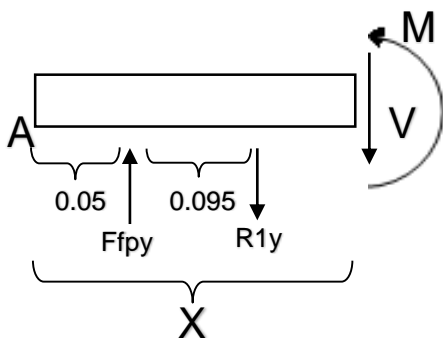
$$F_{fpy}(X - 0.05) + M = 0$$

$$M = 169.9(X - 0.05)$$

$$X = 0.05 \Rightarrow M = 0$$

$$X = 0.145 \Rightarrow M = 16.14 \text{ Nm}$$

Tramo CD: $0.145 \leq X \leq 0.3$



$$\sum F = 0$$

$$F_{fpy} - R1y - V = 0$$

$$V = 169.9 - 3856.19 = -3686.29 \text{ N}$$

$$\sum M = 0$$

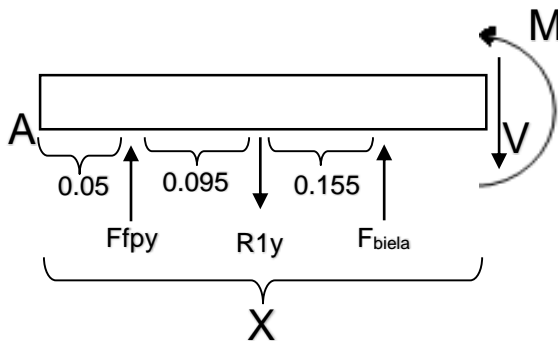
$$F_{fpy}(X - 0.05) - R_{1y}(X - 0.145) + M = 0$$

$$M = 169.9(X - 0.05) - 3856.19(X - 0.145)$$

$$X = 0.145 \Rightarrow M = 16.14 \text{ Nm}$$

$$X = 0.3 \Rightarrow M = -555.23 \text{ Nm}$$

Tramo DE: $0.3 \leq X \leq 0.455$



$$\sum F = 0$$

$$F_{fpy} - R_{1y} + F_{biela} - V = 0$$

$$V = 169.9 - 3856.19 + 7148.2$$

$$V = 3461.91 \text{ N}$$

$$\sum M = 0$$

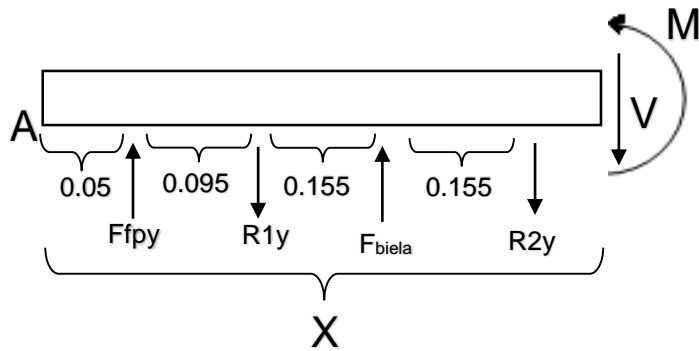
$$F_{fpy}(X - 0.05) - R_{1y}(X - 0.145) + F_{biela}(X - 0.3) + M = 0$$

$$M = 169.9(X - 0.05) - 3856.19(X - 0.145) + 7148.2(X - 0.3)$$

$$X = 0.3 \Rightarrow M = -555.23 \text{ Nm}$$

$$X = 0.455 \Rightarrow M = -18.63 \text{ Nm}$$

Tramo EF: $0.455 \leq X \leq 0.55$



$$\sum F = 0$$

$$F_{fpy} - R1y + F_{biela} - R2y - V = 0$$

$$V = 169.9 - 3856.19 + 7148.2 - 3265.71$$

$$V = 196.2 \text{ N}$$

$$\sum M = 0$$

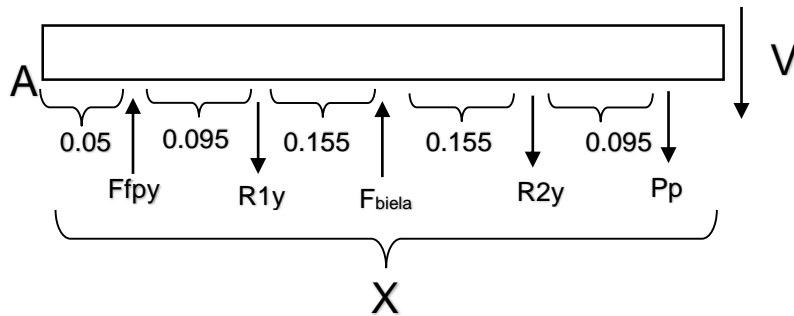
$$F_{fpy}(X - 0.05) - R1y(X - 0.145) + F_{biela}(X - 0.3) - R2y(X - 0.455) + M = 0$$

$$M = 169.9(X - 0.05) - 3856.19(X - 0.145) + 7148.2(X - 0.3) - 3265.71(X - 0.455)$$

$$X = 0.455 \Rightarrow M = -18.63 \text{ Nm}$$

$$X = 0.55 \Rightarrow M = -0 \text{ Nm}$$

Tramo FG: $0.55 \leq X \leq 0.6$



$$\sum F = 0$$

$$F_{fpy} - R_{1y} + F_{biela} - R_{2y} - P_p - V = 0$$

$$V = 169.9 - 3856.19 + 7148.2 - 3265.71 - 196.2$$

$$V = 0 \text{ N}$$

$$\sum M = 0$$

$$F_{fpy}(X - 0.05) - R_{1y}(X - 0.145) + F_{biela}(X - 0.3) - R_{2y}(X - 0.455) - P_p(X - 0.55) + M = 0$$

$$M = 169.9(X - 0.05) - 3856.19(X - 0.145) + 7148.2(X - 0.3) - 3265.71(X - 0.455) - 196.2(X - 0.55)$$

$$X = 0.55 \Rightarrow M = 0 \text{ Nm}$$

$$X = 0.6 \Rightarrow M = 0 \text{ Nm}$$

Comprobamos los resultados anteriormente obtenidos mediante software MD Solids 3.5, con la finalidad de complementar el estudio y comparar con el software de diseño:

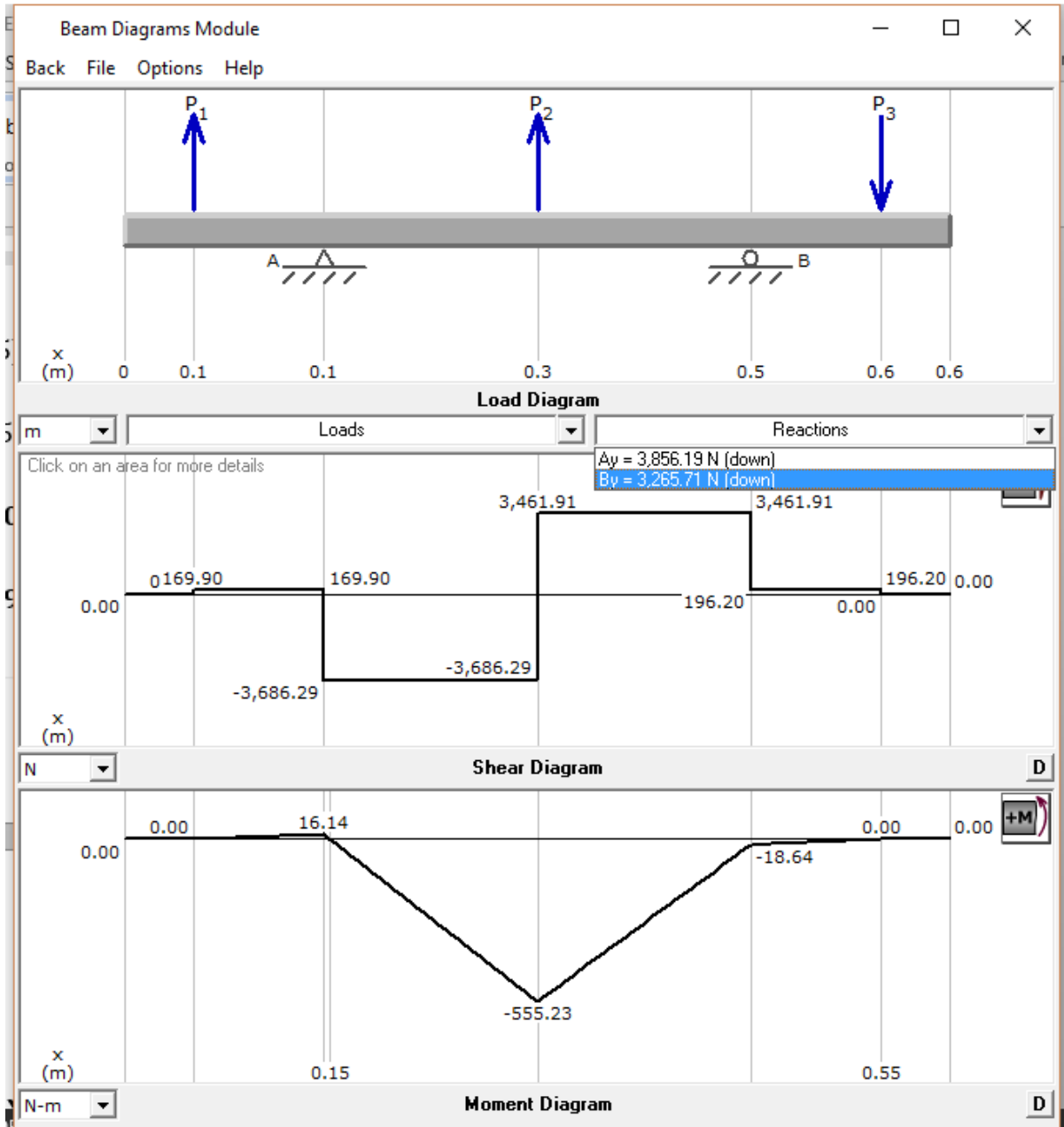


Ilustración 26. MD Solids PLANO XY.

FUENTE: Propia.

Momento Flector Máximo Plano XZ:

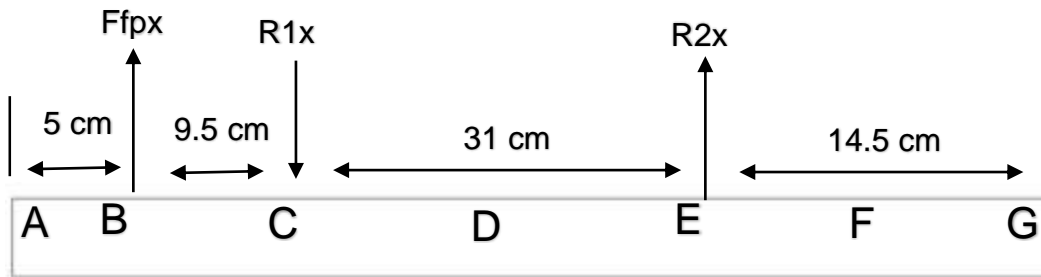
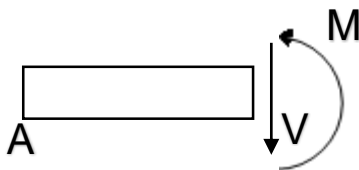


Ilustración 27. Momento Flector Máximo PLANO XY.

FUENTE: Propia.

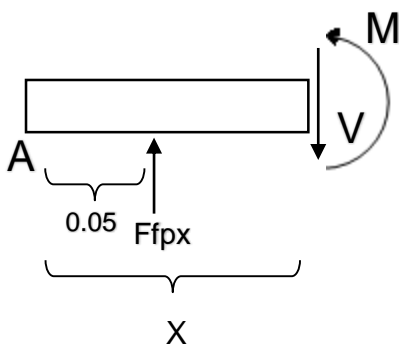
Tramo AB: $0 \leq X \leq 0.05$



$$V = 0$$

$$M = 0$$

Tramo BC: $0.05 \leq X \leq 0.145$



$$\sum F = 0$$

$$F_{fpx} - V = 0$$

$$V = 466.9 \text{ N}$$

$$\sum M = 0$$

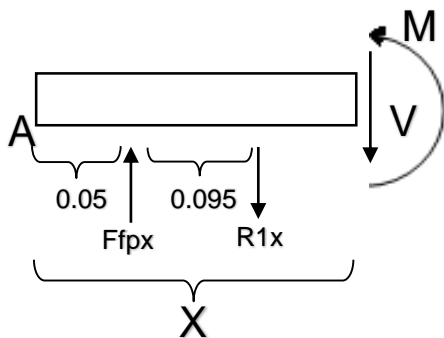
$$F_{fpy} (X - 0.05) + M = 0$$

$$M = 466.9 (X - 0.05)$$

$$X = 0.05 \Rightarrow M = 0$$

$$X = 0.145 \Rightarrow M = 44.36 \text{ Nm}$$

Tramo CD: $0.145 \leq X \leq 0.3$



$$\sum F = 0$$

$$FfpX - R1x - V = 0$$

$$V = 466.9 - 609.98 = -143.08 \text{ N}$$

$$\sum M = 0$$

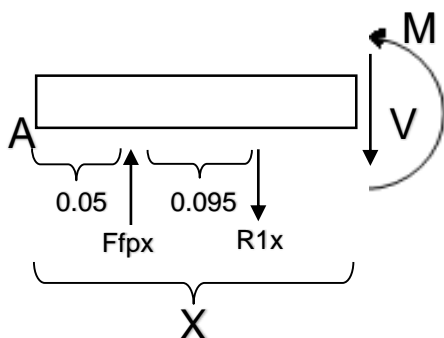
$$Ffpy (X - 0.05) - R1y (X - 0.145) + M = 0$$

$$M = 466.9 (X - 0.05) - 609.98 (X - 0.145)$$

$$X = 0.145 \Rightarrow M = 44.36 \text{ Nm}$$

$$X = 0.3 \Rightarrow M = 22.18 \text{ Nm}$$

Tramo DE: $0.3 \leq X \leq 0.455$



$$\sum F = 0$$

$$FfpX - R1x - V = 0$$

$$V = 466.9 - 609.98 = -143.08 \text{ N}$$

$$\sum M = 0$$

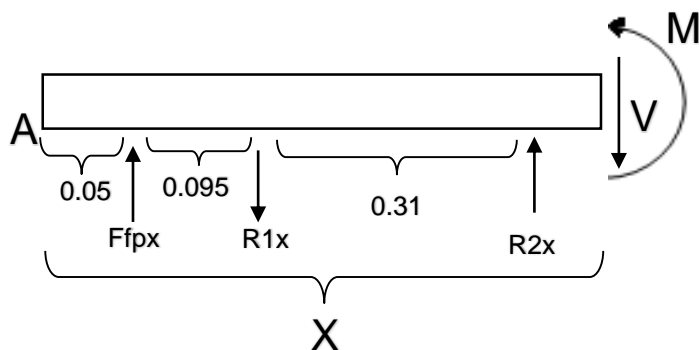
$$Ffpy (X - 0.05) - R1y (X - 0.145) + M = 0$$

$$M = 466.9 (X - 0.05) - 609.98 (X - 0.145)$$

$$X = 0.3 \Rightarrow M = 22.18 Nm$$

$$X = 0.455 \Rightarrow M = 0 Nm$$

Tramo EF: $0.455 \leq X \leq 0.55$



$$\sum F = 0$$

$$Ffpx - R1x + R2x - V = 0$$

$$V = 466.9 - 609.98 + 143.08 = 0$$

$$\sum M = 0$$

$$Ffpy (X - 0.05) - R1y (X - 0.145) + R2x (X - 0.455) + M = 0$$

$$M = 466.9 (X - 0.05) - 609.98 (X - 0.145) + 143.08 (X - 0.455)$$

$$X = 0.455 \Rightarrow M = 0 Nm$$

$$X = 0.55 \Rightarrow M = 0 Nm$$

Comprobamos los resultados anteriormente obtenidos mediante software MD Solids 3.5, con la finalidad de complementar el estudio y comparar con el software de diseño:

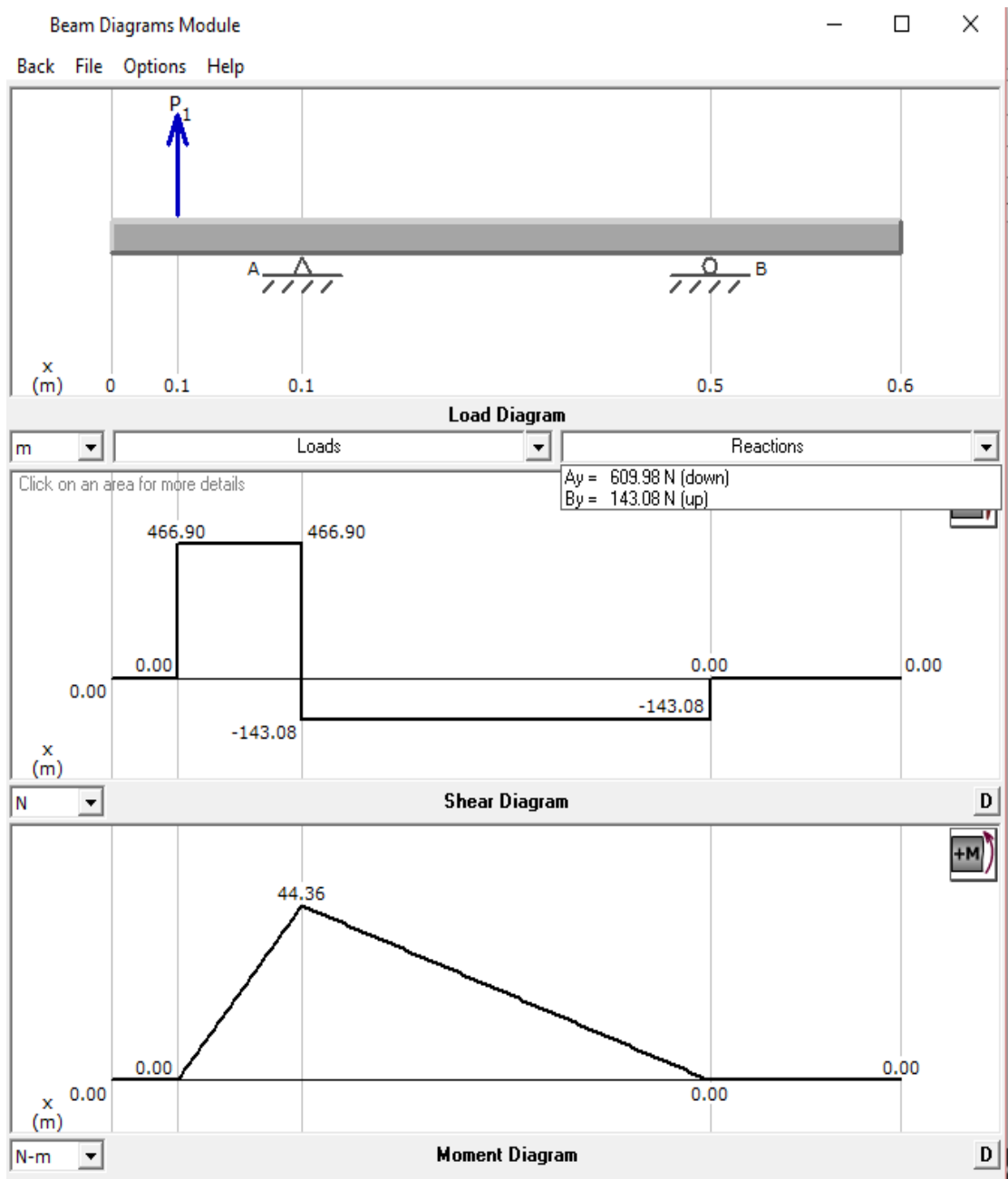


Ilustración 28. Momento Flector Máximo PLANO XY.

FUENTE: Propia.

Puntos Críticos

Sección "C".

$$(Mf)R = \sqrt{(My)^2 + (Mx)^2}$$

$$(Mf)R = \sqrt{(16.14)^2 + (44.36)^2}$$

$$(Mf)R = 47.2 \text{ Nm}$$

Sección "D".

$$(Mf)R = \sqrt{(My)^2 + (Mx)^2}$$

$$(Mf)R = \sqrt{(-555.23)^2 + (22.18)^2}$$

$$(Mf)R = 555.67 \text{ Nm}$$

Se concluye que la sección crítica del eje es en el punto "D":

Esfuerzo de flexión máximo en el punto "D".

$$\sigma_x = \frac{32 \cdot MR}{\pi \cdot d^3} = \frac{32 \times 555.67 \text{ Nm}}{\pi \cdot d^3} = \frac{5660}{d^3}$$

Esfuerzo de torsión máximo.

$$\tau_{xy} = \frac{16 \cdot Mt}{\pi \cdot d^3} = \frac{16 \times 71.04 \text{ Nm}}{\pi \cdot d^3} = \frac{361.8}{d^3}$$

Mt = Torque de la polea en el eje.

Esfuerzos principales:

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_x}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$\sigma_1 = \frac{5660}{2d^3} + \sqrt{\left(\frac{5660}{2d^3}\right)^2 + \left(\frac{361.8}{d^3}\right)^2}$$

$$\sigma_1 = \frac{2830}{d^3} + \frac{2853.03}{d^3}$$

$$\sigma_1 = \frac{5683.03}{d^3}$$

$$\sigma_2 = \frac{\sigma_x}{2} - \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{5660}{2d^3} - \sqrt{\left(\frac{5660}{2d^3}\right)^2 + \left(\frac{361.8}{d^3}\right)^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{2830}{d^3} - \frac{2853.03}{d^3}$$

$$\sigma_2 = \frac{-23.03}{d^3}$$

$$\sigma_3 = 0$$

Aplicando teoría de fallas – Von Misses (energía de deformación)

Acero AISI 1020 “CD (Laminado en Frío)”

Sut = 420 Mpa

Sy = 350 Mpa

E= 200x10³ MPA

N = 2

$$N = \frac{S_y}{\left[\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2}{2} \right]^{1/2}}$$

$$N = \frac{350 \times 10^6 \text{ Pa}}{\left[\frac{\left(\frac{5683.03}{d^3} + \frac{23.03}{d^3} \right)^2 + \left(\frac{5683.03}{d^3} \right)^2 + \left(\frac{-23.03}{d^3} \right)^2}{2} \right]^{1/2}}$$

$$N = \frac{350 \times 10^6 \text{ Pa}}{\left[\frac{\left(\frac{32297360.36}{d^6} \right) + \left(\frac{32296829.98}{d^6} \right) + \left(\frac{530.38}{d^6} \right)}{2} \right]^{1/2}}$$

$$2 = \frac{350 \times 10^6 \text{ Pa}}{\left[\frac{129189441.4}{d^6} \right]^{1/2}}$$

$$2 = \frac{350 \times 10^6 \text{ Pa}}{\left[\frac{11366.15}{d^3} \right]}$$

$$d = 0.0402 \text{ m} \rightarrow 1.58 \text{ pulg.}$$

Seleccionamos un eje de:

$$d = 2''$$

Reemplazando Diámetro en esfuerzos principales:

$$\sigma_1 = \frac{5683.03 \text{ Nm}}{d^3} = \frac{5683.03 \text{ Nm}}{(0.0508 \text{ m})^3}$$

$$\sigma_1 = 43.35 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{-23.03 \text{ Nm}}{d^3} = \frac{-23.03 \text{ Nm}}{(0.0508 \text{ m})^3}$$

$$\sigma_2 = -0.18 \text{ MPa}$$

$$\sigma_3 = 0$$

Predicción de Falla por Carga Estática:

Teoría de la máxima deformación: ($N > 1$)

a. Del Material:

$$\epsilon_y = \frac{s_y}{E} = \frac{350 \times 10^6}{200 \times 10^9} = 0.00175$$

b. Del Elemento:

$$\epsilon_{\max} = \frac{\sigma_{\max}}{E} = \frac{\sigma_1}{E} = \frac{43.35 \times 10^6}{200 \times 10^9} = 0.000216$$

c. Ecuación de Diseño:

$$N = \frac{\epsilon_y}{\epsilon_{\max}} = \frac{0.00175}{0.000216} = 8$$

NOTA: Como N es mayor que 1 no falla.

Predicción de Falla por Cargas Variables:

$$S_{\dot{\epsilon}} = 0.506 \times S_{ut}$$

$$S_e = 0.506 \times 420 \text{ MPa}$$

$$S_e = 212.52 \text{ MPa}$$

Factor de Superficie (Ka).

$$Ka = a(S_{ut})^b$$

Para laminado en frio: a = 4.45; b = -0.265

$$Ka = 4.45(420)^{-0.265}$$

$$Ka = 0.89$$

Factor de Tamaño (Kb).

$$Kb = \left(\frac{d}{7.62}\right)^{-0.107}$$

$$Kb = \left(\frac{50.8}{7.62}\right)^{-0.107}$$

$$Kb = 0.82$$

Factor de Carga (Kc).

$$Kc = 1$$

Factor de Temperatura (Kd).

$$Kd = 1$$

Factor de Efectos Diversos (Ke).

$$Ke = 1$$

La Resistencia de la Fatiga (Se):

$$S_e = (0.89)(0.82)(1)(1)(1)(212.52)$$

$$S_e = 155.097 \text{ Mpa.}$$

Predicción de Falla por Carga Cíclica.

Flexión:

$$\sigma_{max} = \frac{C(M_{max})}{I} = \frac{32 \times 555.67}{\pi(0.0508)^3}$$

$$\sigma_{max} = 43.174 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{min.} = -43.174 \text{ Mpa}$$

Torsión:

$$\tau_{max} = \frac{\rho(\tau_{max})}{I_p} = \frac{16 \times 71.04 \text{ Nm}}{\pi(0.0508)^3}$$

$$\tau_{max} = \tau_{min} = 27.598 \text{ Mpa.}$$

Esfuerzos Alternos y Medios Máximos

El rango del Esfuerzo σ_{max}

$$\sigma_r = \sigma_{max} - \sigma_{min} = 43.174 - (-43.174)$$

$$\sigma_r = 86.348$$

La Relación del Esfuerzo.

$$R_s = \frac{\sigma_{min}}{\sigma_{max}} = \frac{-43.174}{43.174} = -1$$

La Relación de Amplitud.

$$A_o = \frac{\sigma_a}{\sigma_m} = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{\sigma_{max} + \sigma_{min}}$$

$$R_s = \frac{1 - (-1)}{1 + (-1)} = \infty$$

Esfuerzos Normales σ_{mo} , σ_{ao}

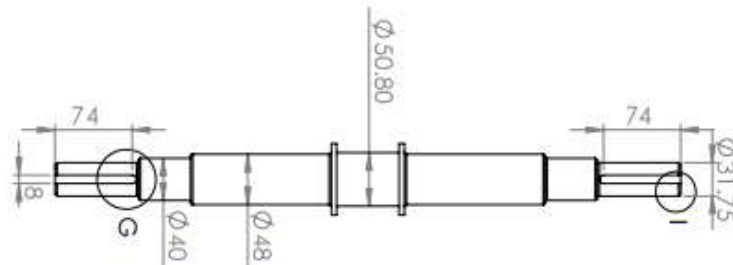
$$\sigma_{mo} = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2} = \frac{43.174 + (-43.174)}{2} = 0 \text{ Mpa.}$$

$$\sigma_{ao} = \left| \frac{\sigma_r}{2} \right| = \frac{86.348}{2} = 43.174 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{mo} = \frac{27.598 - 27.598}{2} = 0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{ao} = \left| \frac{27.598 + 27.598}{2} \right| = 27.598 \text{ MPa}$$

Para Concentradores De Esfuerzos:



Concentrador de esfuerzos en cambio de diámetro de 50.8 a 48.

Flexión

De la tabla E-7 (Shigley pág. 1203)

$$K_t = 0.493 + 0.48 \left(\frac{D}{d} \right)^{-2} + \left(\frac{r}{d} \right)^{-0.48} \sqrt{\frac{3.43 - 3.41(D/d)^2 - 0.0232(D/d)^4}{1 - 8.85(D/d)^2 - 0.078(D/d)^4}}$$

$$K_t = 0.493 + 0.48 \left(\frac{50.8}{48} \right)^{-2} + \left(\frac{2}{48} \right)^{-0.48} \sqrt{\frac{3.43 - 3.41(50.8/48)^2 - 0.0232(50.8/48)^4}{1 - 8.85(50.8/48)^2 - 0.078(50.8/48)^4}}$$

$$K_t = 0.92 + 4.6 \sqrt{\frac{-0.42}{-9.01}}$$

$$K_t = 1.91$$

Torsión

$$K_{fs} = 0.78 + 0.2 \left(\frac{D}{d} \right)^{-10} + \left(\frac{r}{d} \right)^{-0.46} \sqrt{\frac{0.002 - 0.125(D/d)^2 + 0.123(D/d)^4}{1 - 2.75(D/d)^2 + 2.55(D/d)^4}}$$

$$K_{fs} = 0.78 + 0.2 \left(\frac{50.8}{48} \right)^{-10} + \left(\frac{2}{48} \right)^{-0.46} \sqrt{\frac{0.002 - 0.125(50.8/48)^2 + 0.123(50.8/48)^4}{1 - 2.75(50.8/48)^2 + 2.55(50.8/48)^4}}$$

$$K_{fs} = 0.89 + 4.31 \sqrt{\frac{0.016}{1.119}}$$

$$K_{fs} = 1.41$$

Sensibilidad a la muesca: pág. 289-290 Shigley.

Figura 5 – 16

Flexión: $q = 0.76$

Torsión: $q = 0.90$

Los concentradores de esfuerzos por fatiga:

Flexión

$$K_f = 1 + q(K_z - 1)$$
$$K_f = 1 + 0.76(1.91 - 1)$$
$$K_f = 1.69$$

Torsión

$$K_{fs} = 1 + q(K_{ts} - 1)$$
$$K_f = 1 + 0.9(1.41 - 1)$$
$$K_f = 1.37$$

Para concentradores de esfuerzos

$$\sigma_m = k_f \sigma_{m0} = 0$$
$$\sigma_a = k_f (\sigma_o)_o = 1.91(43.174) = 72.96 \text{ MPa}$$

$$\tau_m = k_{fs} (\tau_m)_o = 0$$
$$\tau_a = k_{fs} (\tau_a)_o = 1.37(27.598) = 37.81 \text{ MPa}$$

Esfuerzos equivalentes:

$$(\sigma_m)_{eq} = \sqrt{(\sigma_{m0})^2 + 3\tau_m^2} = \sqrt{(0)^2 + 3(0)^2} = 0$$
$$(\sigma_a)_{eq} = \sqrt{(\sigma_a)^2 + 3\tau_a^2} = \sqrt{(82.46)^2 + (38.91)^2} = 82.18 \text{ MPa}$$

Lugares geométricos ante esfuerzos variables

Lugar geométrico de fatiga de Soderberg.

$$\frac{(\sigma_a)_{eq}}{S_e} + \frac{(\sigma_m)_{eq}}{s_y} = \frac{1}{N}$$

$$N = \frac{155.097 \text{ MPa}}{82.18 \text{ MPa}}$$

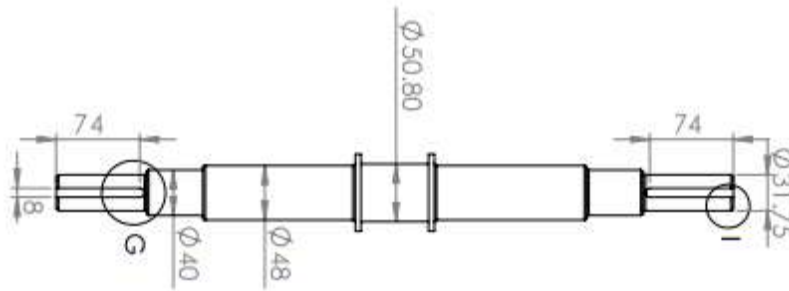
N = 1.9 ¡NO FALLA!

Lugar geométrico de Goodman

$$\frac{(\sigma_a)_{eq}}{S_e} + \frac{(\sigma_m)_{eq}}{S_{ut}} = \frac{1}{N}$$

$$N = \frac{155.097 \text{ MPa}}{82.18 \text{ MPa}}$$

N = 1.9 ¡NO FALLA!



Concentrador de esfuerzos en cambio de diámetro de 48 a 40.

De la tabla E-7 (Shigley pág. 1203)

Flexión

$$K_t = 0.493 + 0.48 \left(\frac{D}{d}\right)^{-2} + \left(\frac{r}{d}\right)^{-0.48} \sqrt{\frac{3.43 - 3.41(D/d)^2 - 0.0232(D/d)^4}{1 - 8.85(D/d)^2 - 0.078(D/d)^4}}$$

$$K_t = 0.493 + 0.48 \left(\frac{48}{40}\right)^{-2} + \left(\frac{2}{40}\right)^{-0.48} \sqrt{\frac{3.43 - 3.41(48/40)^2 - 0.0232(48/40)^4}{1 - 8.85(48/40)^2 - 0.078(48/40)^4}}$$

$$K_t = 0.83 + 4.21 \sqrt{\frac{-1.53}{-11.9}}$$

$$K_t = 2.34$$

Torsión

$$K_{fs} = 0.78 + 0.2 \left(\frac{D}{d}\right)^{-10} + \left(\frac{r}{d}\right)^{-0.46} \sqrt{\frac{0.002 - 0.125(D/d)^2 + 0.123(D/d)^4}{1 - 2.75(D/d)^2 + 2.55(D/d)^4}}$$

$$K_{fs} = 0.78 + 0.2 \left(\frac{48}{40}\right)^{-10} + \left(\frac{2}{40}\right)^{-0.46} \sqrt{\frac{0.002 - 0.125(48/40)^2 + 0.123(48/40)^4}{1 - 2.75(48/40)^2 + 2.55(48/40)^4}}$$

$$K_{fs} = 0.81 + 3.97 \sqrt{\frac{0.077}{2.33}}$$

$$K_{fs} = 1.53$$

Sensibilidad a la muesca: pág. 289-290 Shigley.

Figura 5 – 16

Flexión: $q = 0.76$

Torsión: $q = 0.90$

Los concentradores de esfuerzos por fatiga:

Flexión

$$K_f = 1 + q(K_t - 1)$$

$$K_f = 1 + 0.76(2.34 - 1)$$

$$K_f = 2.02$$

Torsión

$$K_{fs} = 1 + q(K_{ts} - 1)$$

$$K_{fs} = 1 + 0.9(1.53 - 1)$$

$$K_{fs} = 1.48$$

Para concentradores de esfuerzos

$$\sigma_m = k_f \sigma_{m0} = 0$$

$$\sigma_a = k_f (\sigma_o)_o = 2.02(43.174) = 87.21 \text{ MPa}$$

$$\tau_m = k_{fs} (\tau_m)_o = 0$$

$$\tau_a = k_{fs} (\tau_a)_o = 1.48(27.598) = 40.85 \text{ MPa}$$

Esfuerzos equivalentes:

$$(\sigma_m)_{eq} = \sqrt{(\sigma_{m0})^2 + 3\tau_m^2} = \sqrt{(0)^2 + 3(0)^2} = 0$$

$$(\sigma_a)_{eq} = \sqrt{(\sigma_a)^2 + 3\tau_a^2} = \sqrt{(87.21)^2 + (40.85)^2} = 96.30 \text{ MPa}$$

Lugares geométricos ante esfuerzos variables

Lugar geométrico de fatiga de Soderberg.

$$\frac{(\sigma_a)_{eq}}{S_e} + \frac{(\sigma_m)_{eq}}{s_y} = \frac{1}{N}$$

$$N = \frac{155.097 \text{ MPa}}{96.30 \text{ MPa}}$$

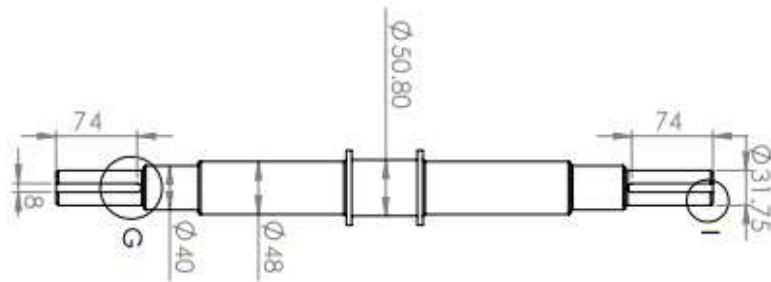
$$N = 1.61 \quad \text{¡NO FALLA!}$$

Lugar geométrico de Goodman

$$\frac{(\sigma_a)_{eq}}{S_e} + \frac{(\sigma_m)_{eq}}{S_{ut}} = \frac{1}{N}$$

$$N = \frac{155.097 \text{ MPa}}{96.30 \text{ MPa}}$$

N = 1.61 ¡NO FALLA!



Concentrador de esfuerzos en cambio de diámetro de 40 a 31.75.

De la tabla E-7 (Shigley pág. 1203)

Flexión

$$K_t = 0.493 + 0.48 \left(\frac{D}{d}\right)^{-2} + \left(\frac{r}{d}\right)^{-0.48} \sqrt{\frac{3.43 - 3.41(D/d)^2 - 0.0232(D/d)^4}{1 - 8.85(D/d)^2 - 0.078(D/d)^4}}$$

$$K_t = 0.493 + 0.48 \left(\frac{40}{31.75}\right)^{-2}$$

$$+ \left(\frac{2}{31.75}\right)^{-0.48} \sqrt{\frac{3.43 - 3.41(40/31.75)^2 - 0.0232(40/31.75)^4}{1 - 8.85(40/31.75)^2 - 0.078(40/31.75)^4}}$$

$$K_t = 0.80 + 3.77 \sqrt{\frac{-2.04}{-13.24}}$$

$$K_t = 2.28$$

Torsión

$$K_{fs} = 0.78 + 0.2 \left(\frac{D}{d}\right)^{-10} + \left(\frac{r}{d}\right)^{-0.46} \sqrt{\frac{0.002 - 0.125(D/d)^2 + 0.123(D/d)^4}{1 - 2.75(D/d)^2 + 2.55(D/d)^4}}$$

$$K_{fs} = 0.78 + 0.2 \left(\frac{40}{31.75}\right)^{-10} + \left(\frac{2}{31.75}\right)^{-0.46} \sqrt{\frac{0.002 - 0.125(40/31.75)^2 + 0.123(40/31.75)^4}{1 - 2.75(40/31.75)^2 + 2.55(40/31.75)^4}}$$

$$K_{fs} = 0.80 + 3.57 \sqrt{\frac{0.11}{3.06}}$$

$$K_{fs} = 1.48$$

Sensibilidad a la muesca: pág. 289-290 Shigley.

Figura 5 – 16

Flexión: $q = 0.76$

Torsión: $q = 0.90$

Los concentradores de esfuerzos por fatiga:

Flexión

$$K_f = 1 + q(K_t - 1)$$

$$K_f = 1 + 0.76(2.28 - 1)$$

$$K_f = 1.97$$

Torsión

$$K_{fs} = 1 + q(K_{ts} - 1)$$

$$K_{fs} = 1 + 0.9(1.48 - 1)$$

$$K_{fs} = 1.43$$

Para concentradores de esfuerzos

$$\sigma_m = k_f \sigma_{m0} = 0$$

$$\sigma_a = k_f (\sigma_o)_o = 1.97(43.174) = 85.05 \text{ MPa}$$

$$\tau_m = k_{fs} (\tau_m)_o = 0$$

$$\tau_a = k_{fs} (\tau_a)_o = 1.43(27.598) = 39.47 \text{ MPa}$$

Esfuerzos equivalentes:

$$(\sigma_m)_{eq} = \sqrt{(\sigma_{m0})^2 + 3\tau_m^2} = \sqrt{(0)^2 + 3(27.598)^2} = 47.80 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_a)_{eq} = \sqrt{(\sigma_a)^2 + 3\tau_a^2} = \sqrt{(85.05)^2 + (39.47)^2} = 93.76 \text{ MPa}$$

Lugares geométricos ante esfuerzos variables

Lugar geométrico de fatiga de Soderberg.

$$\frac{(\sigma_a)_{eq}}{S_e} + \frac{(\sigma_m)_{eq}}{s_y} = \frac{1}{N}$$

$$N = \frac{155.097 \text{ MPa}}{93.76 \text{ MPa}}$$

$$N = 1.66 \quad \text{¡NO FALLA!}$$

Lugar geométrico de Goodman

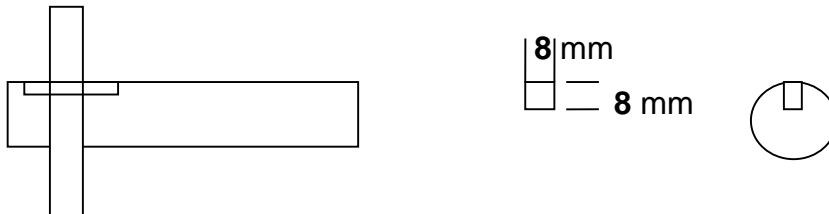
$$\frac{(\sigma_a)_{eq}}{S_e} + \frac{(\sigma_m)_{eq}}{S_{ut}} = \frac{1}{N}$$

$$N = \frac{155.097 \text{ MPa}}{93.76 \text{ MPa}}$$

$$N = 1.66 \quad \text{¡NO FALLA!}$$

Cálculo de la chaveta.

A. Esquema de posición de chaveta montada en el eje.



a) Consideraciones.

Se tomara como incógnita la longitud de la chaveta:

Long = ¿?

Material = Acero SAE 1020

Sy = 210 Mpa.

$$\tau_{\text{permi.}} = S_{y_s} = 0.4 S_y = 0.4 \times 210 = 84 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{permi}} = S_{y_c} = 0.9 S_y = 0.9 \times 210 = 189 \text{ MPa.}$$

Falla debido al corte:

$$N_s = 4$$

$$\tau_{\text{diseño.}} = \frac{S_{y_s}}{N_s} = \frac{84}{4} = 21 \text{ Mpa.}$$

Por la fórmula:

$$\tau_{\text{diseño.}} = \frac{2 T}{d W L}$$

Despejamos L para hallar la longitud promedio que debe tener la cuña

$$L = \frac{2 T_{max}}{d w \tau_{diseño.}} = \frac{2 (71.05 \text{ N.m})}{0.0317 \times 0.008 \times 21}$$

$$L = 0.027 \text{ m} = \mathbf{27 \text{ mm}}$$

Falla debido al esfuerzo de compresión o de apoyo a la cuña.

$$\sigma_{permi} = \frac{S_{yc}}{N_s} = \frac{189}{4} = 47.25 \text{ Mpa.}$$

Aplicando la fórmula de

$$\sigma_{diseño.} = \frac{4 T}{d L h}$$

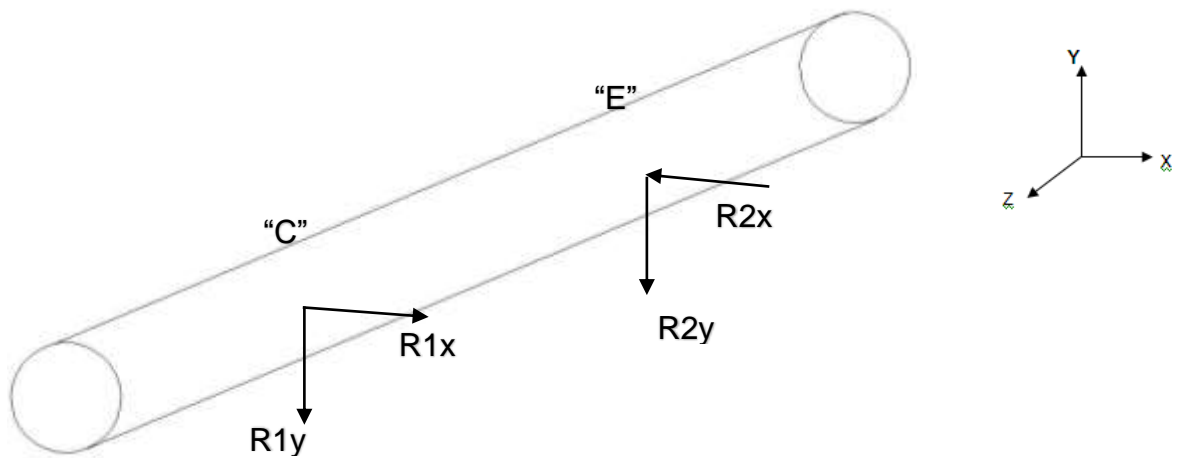
Despejamos L para hallar la longitud promedio que debe tener la cuña.

$$L = \frac{4 T_{max}}{d \cdot h \cdot \sigma_{diseño.}} = \frac{4 (71.05)}{0.0317 \times 0.008 \times 47.25}$$

$$L = 0.024 \text{ m} = \mathbf{24 \text{ mm.}}$$

Nota: la cuña o chaveta diseñada debe tener una longitud de 27 mm, para garantizar su trabajo sin fallar al corte, y de 24 mm para que no falle debido al esfuerzo a la compresión.

Selección de Rodamientos.



$$R_{1y} = 3856.19 \text{ N}$$

$$R_{1x} = 609.98 \text{ N}$$

$$R_{2y} = 3265.71 \text{ N}$$

$$R_{2x} = 143.08 \text{ N}$$

Datos:

Diámetro del eje en que ira montado los rodamientos: $D = 40 \text{ mm}$.

A. Calculo del Rodamiento en el Apoyo "C".

$$R_{1y} = 3856.19 \text{ N}$$

$$R_{1x} = 609.98 \text{ N.}$$

a) Carga resultante en "C".

$$C = \sqrt{(3856.19)^2 + (609.98)^2}$$

$$C = 3904.14 \text{ N}$$

b) Los rodamientos solo soportan cargas radiales (Fr).

$$F_r = 3856.19 \text{ N}$$

$$F_a = 0$$

c) para el juego normal.

$$\frac{F_a}{F_r} = 0 < e$$

d) para cualquier rodamiento.

Carga equivalente

$$P = XV + Fr + YF$$

X=1; Y=0; V=1, (anillo interior de giro con respecto a la carga)

Donde:

$$P = 1 + Fr = 3857.19 \text{ N.}$$

e) cálculo de la vida útil.

$$L_{10h} = \frac{1 \times 10^6}{60(n)} \left(\frac{C}{P}\right)^\rho$$

$\rho = 3$ (para rodamiento de bolas)

L_{10h} = duración del rodamiento en horas: 12000 hr.

$n = 400.8$ rpm.

$$12000 = \frac{1 \times 10^6}{60(400.8)} \left(\frac{C}{P}\right)^3$$

$$\frac{C}{P} = 6.61$$

Reemplazando P en la ecuación obtenemos la capacidad de carga dinámica:

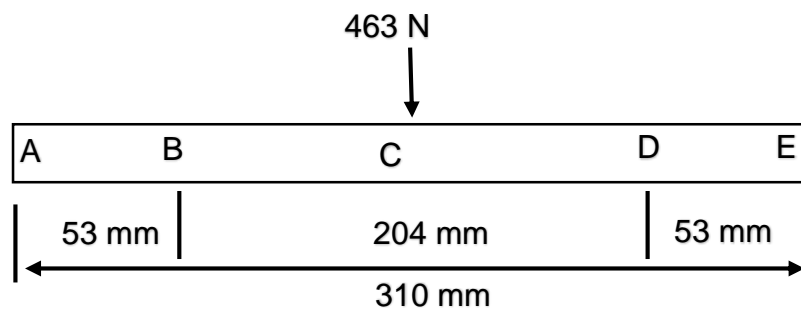
$$C = 6.61 \times 3857.19 \text{ N}$$

$$C = 25496 \text{ N.}$$

Por lo tanto seleccionamos un rodamiento: revisar de tabla otro código...Designación 63308 DDU NSK,

d= 40; D=90; b= 36.5; C=40845 N; Co = 24079 N.

4.2.7. CÁLCULO DE EJE DE MANDÍBULA OSCILANTE

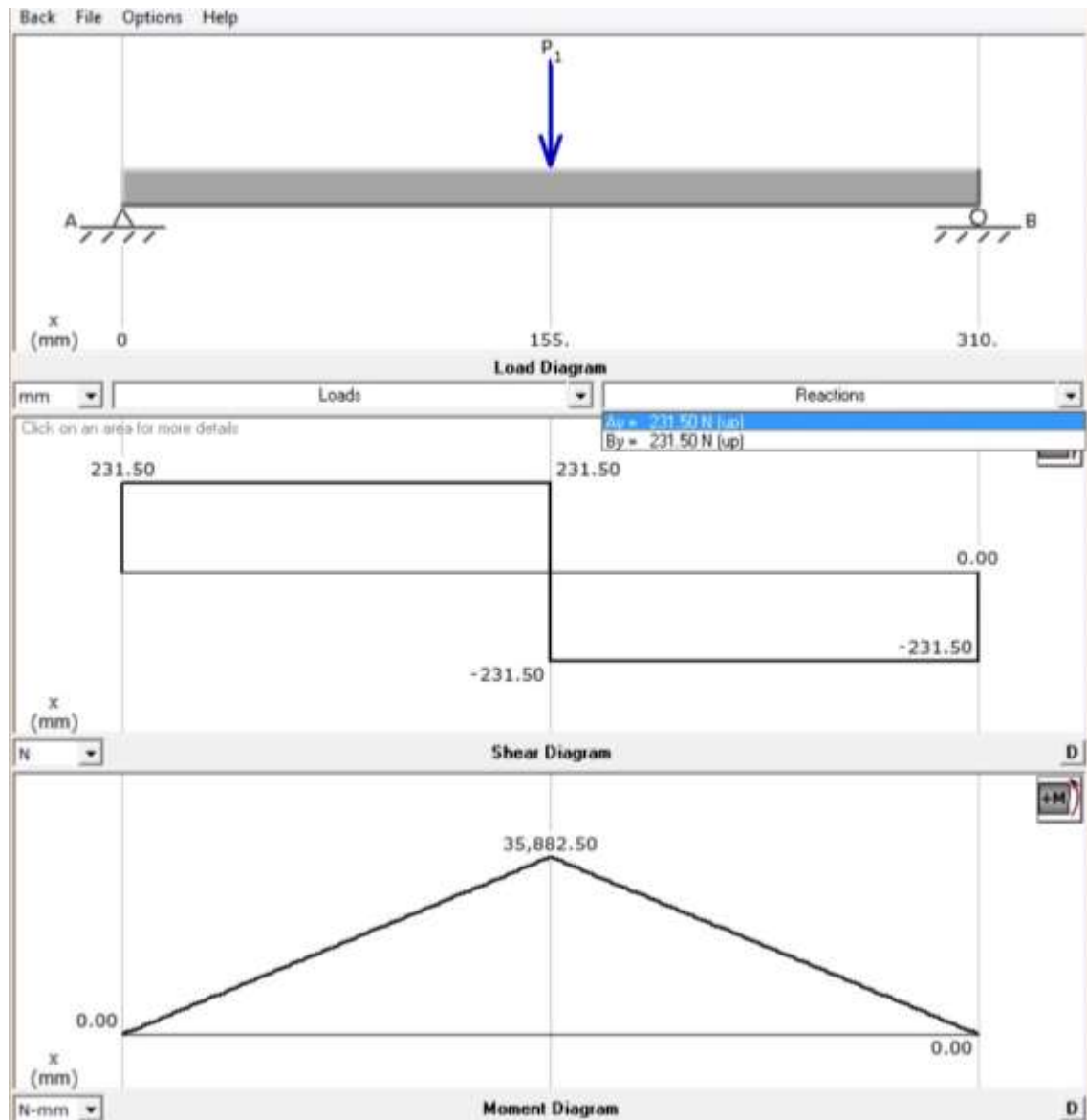


Se toma una carga puntual de 463 N a partir del peso de la mandíbula oscilante el cual equivale a 40.3 Kg añadiendo el peso de la placa de mandíbula que tiene un peso de 6.9 Kg. Sumando los pesos obtenidos y multiplicando por la gravedad se encuentra la carga puntual.

$$F = (40.3 + 6.9)81$$

$$F = 463 \text{ N}$$

Considerando que el trabajo se realiza en un solo plano realizamos el trabajo en el programa MD Solids. Tenemos:



Puntos Críticos

Sección "C".

$$(Mf)R = \sqrt{(My)^2 + (Mx)^2}$$

$$(Mf)R = \sqrt{(4.91)^2 + (0)^2}$$

$$(Mf)R = 4.91 \text{ Nm}$$

Se concluye que la sección crítica del eje es en el punto “C”:

Esfuerzo de flexión máximo en el punto “C”.

$$\sigma_x = \frac{32 \cdot MR}{\pi \cdot d^3} = \frac{32 \times 35.88 \text{ Nm}}{\pi \cdot d^3} = \frac{365.47 \text{ Nm}}{d^3}$$

Esfuerzo de torsión máximo.

$$\tau_{xy} = \frac{16 \cdot Mt}{\pi \cdot d^3} = \frac{16 \times 0}{\pi \cdot d^3} = 0$$

Mt = No contiene Torque.

Esfuerzos principales:

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_x}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$\sigma_1 = \frac{365.47}{2d^3} + \sqrt{\left(\frac{365.47}{2d^3}\right)^2 + 0}$$

$$\sigma_1 = \frac{182.74}{d^3} + \frac{182.74}{d^3}$$

$$\sigma_1 = \frac{365.47}{d^3}$$

$$\sigma_2 = \frac{\sigma_x}{2} - \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{365.47}{2d^3} - \sqrt{\left(\frac{365.47}{2d^3}\right)^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{182.74}{d^3} - \frac{182.74}{d^3}$$

$$\sigma_2 = 0$$

Aplicando teoría de fallas – Von Misses (energía de deformación)

Acero AISI 1020 “CD (Laminado en Frío)”

Sut = 420 Mpa

Sy = 350 Mpa

E= 200x10³ MPA

N = 2

$$N = \frac{S_y}{\left[\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2}{2}\right]^{1/2}}$$

$$N = \frac{350 \times 10^6 \text{ Pa}}{\left[\frac{\left(\frac{365.47}{d^3} + 0\right)^2 + \left(\frac{365.47}{d^3}\right)^2 + (0)^2}{2}\right]^{1/2}}$$

$$N = \frac{350 \times 10^6 \text{ Pa}}{\left[\frac{\left(\frac{133568.32}{d^6}\right) + \left(\frac{133568.32}{d^6}\right) + 0}{2}\right]^{1/2}}$$

$$2 = \frac{350 \times 10^6 \text{ Pa}}{\left[\frac{267136.64}{d^6}\right]^{1/2}}$$

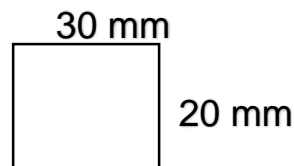
$$2 = \frac{350 \times 10^6 \text{ Pa}}{\left[\frac{516.85}{d^3} \right]}$$

$$d = 0.01435 \text{ m} \rightarrow 0.56 \text{ pulg.}$$

Seleccionamos un eje de:

$$d = 1''$$

Cálculo de la Riostra.



$$\text{Área (A)} = 600 \text{ mm}^2$$

$$\text{Fuerza en Riostra (P1)} = 10449.97 \text{ N} = 10.5 \text{ KN}$$

Menor Radio de Giro (R_y) = 62.83 mm considerando que la riostra trabajará a 20° con respecto a la horizontal.

Material Seleccionado:

Acero Estructural A36

$$\text{Limite Elástico (S}_y\text{)} = 284 \text{ Mpa}$$

Dimensiones de Riostra:

$$\text{Longitud (L)} = 180 \text{ mm}$$

$$\text{Factor de Longitud efectiva (K)} = 1$$

$$\text{Factor de Comparación (C)} = 126.2$$

Esbeltez:

$$Esb = \frac{K * L}{Ry} = \frac{1 * 180}{62.83}$$

$$Esb = 2.86$$

Como $esb < C$ se aplica la siguiente fórmula:

Factor de Seguridad:

$$Fs = \frac{5}{3} + \frac{3 * esb}{8 * C} - \frac{esb^3}{8 * C^3}$$

$$Fs = \frac{5}{3} + \frac{3 * 2.86}{8 * 126.2} - \frac{2.86^3}{8 * 126.2^3}$$

$$Fs = 1.68$$

Esfuerzo Admisible:

$$Fa = \frac{Sy}{Fs} \left(1 - \frac{esb^2}{2 * C^2} \right)$$

$$Fa = \frac{284}{1.68} \left(1 - \frac{2.86^2}{2 * 126.2^2} \right)$$

$$Fa = 169 \text{ Mpa}$$

Carga Admisible:

$$Pa = Fa * A * 10^{-3}$$

$$Pa = 125.32 \text{ KN}$$

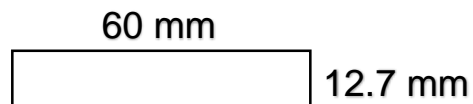
$$Pa > P1 \Rightarrow OK$$

NOTA:

Considerando el cálculo de riostra se sabe que $P_1 = P_2$, por lo tanto se toman de igual manera para P2 las mismas longitudes y espesor de material.

Cálculo de la Biela.

Transmite movimiento desde el eje excéntrico a las dos riostras que están articuladas a la mandíbula oscilante.



$$\text{Área (A)} = 762 \text{ mm}^2$$

$$\text{Fuerza en Biela (P)} = 7148.2 \text{ N} = 7.15 \text{ KN}$$

Menor Radio de Giro (R_y) = 20 debido a la carrera de excéntrica 10 mm.

Material Seleccionado:

Acero AISI 1020

Límite Elástico (S_y) = 351 Mpa

Dimensiones de Riostra:

Longitud (L) = 230 mm

Factor de Longitud efectiva (K) = 1

Factor de Comparación (C) = 126.2

Esbeltez:

$$Esb = \frac{K * L}{Ry} = \frac{1 * 230}{20}$$

$$Esb = 11.5$$

Como $esb < C$ se aplica la siguiente fórmula:

Factor de Seguridad:

$$Fs = \frac{5}{3} + \frac{3 * esb}{8 * C} - \frac{esb^3}{8 * C^3}$$

$$Fs = \frac{5}{3} + \frac{3 * 11.5}{8 * 126.2} - \frac{11.5^3}{8 * 126.2^3}$$

$$Fs = 1.7$$

Esfuerzo Admisible:

$$Fa = \frac{Sy}{Fs} \left(1 - \frac{esb^2}{2 * C^2} \right)$$

$$Fa = \frac{351}{1.7} \left(1 - \frac{11.5^2}{2 * 126.2^2} \right)$$

$$Fa = 205.61 \text{ Mpa}$$

Carga Admisible:

$$Pa = Fa * A * 10^{-3}$$

$$Pa = 156.67 \text{ KN}$$

$$Pa > P1 \Rightarrow OK$$

CAPÍTULO V:

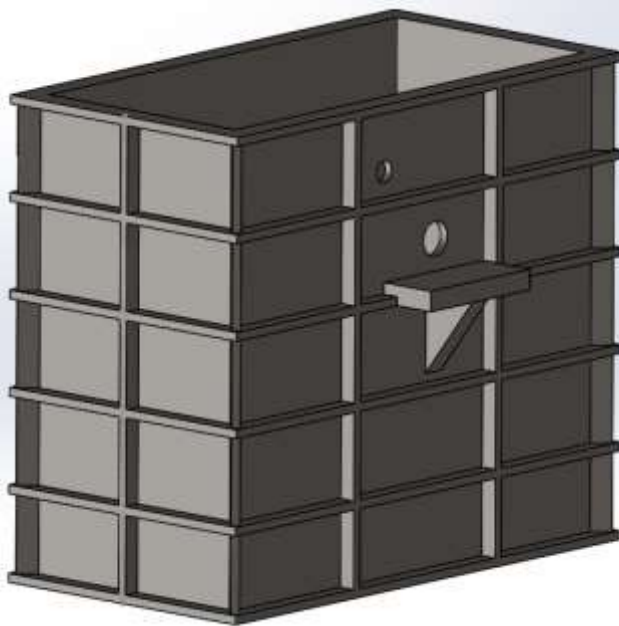
**PROPUESTA DE
INVESTIGACIÓN**

5.1 ESTUDIO DE SIMULACIÓN DE COMPONENTES

Se realiza la simulación aplicando teoría de fallas de Von Mises utilizando el software Solidworks para conocer si el material es adecuado y las dimensiones son correctas en la aplicación de las cargas que actúan sobre el elemento.

5.1.1 ESTUDIO A ESTRUCTURA DE BLOQUE DE CHAPA

En el caso del Bloque de chapa se selecciona un acero al carbono 1023, a continuación se presenta el informe que arroja el programa de Solidworks:



Simulación de BLOQUE DE CHAPA

Diseñador: Solidworks

Nombre de estudio:

Estudio 1

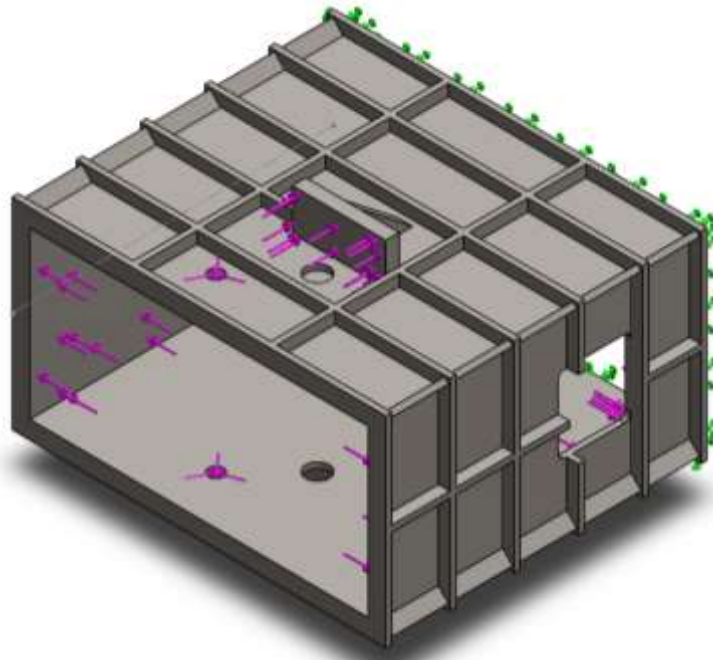
Tipo de análisis: Análisis estático

Descripción

Bloque de chapa de 10 mm de espesor, se montaran todos los componentes mecánicos que conforman la máquina Trituradora de Concreto.

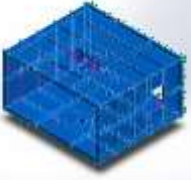
Suposiciones

Información del Modelo



Nombre del modelo: BLOQUE DE CHAPA
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas
<p>Redondeo1</p> 	Sólido	<p>Masa:104.872 kg Volumen:0.0133459 m³ Densidad:7858 kg/m³ Peso:1027.74 N</p>

Cargas y Sujeciones

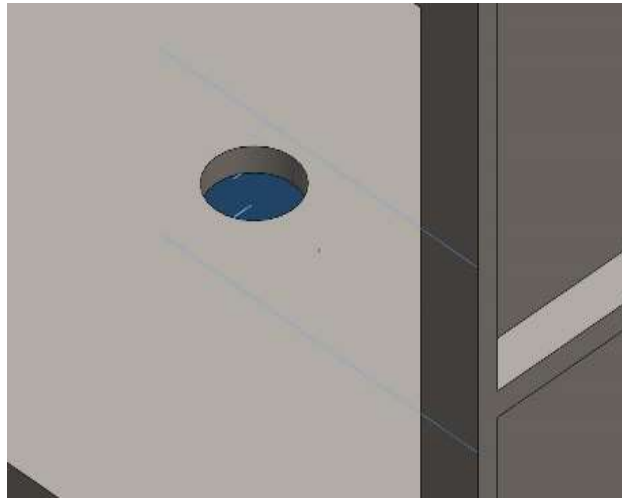
Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		<p>Entidades: 1 cara(s) Tipo: Geometría fija</p>

Fuerzas resultants

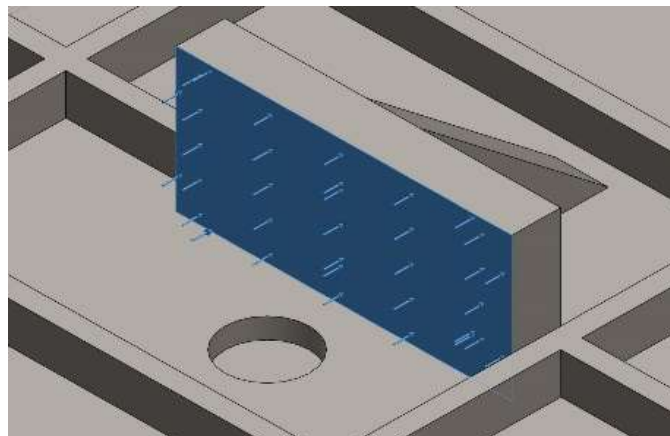
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-4.37386	-0.593352	7119.78	7119.78

Fuerzas Aplicadas

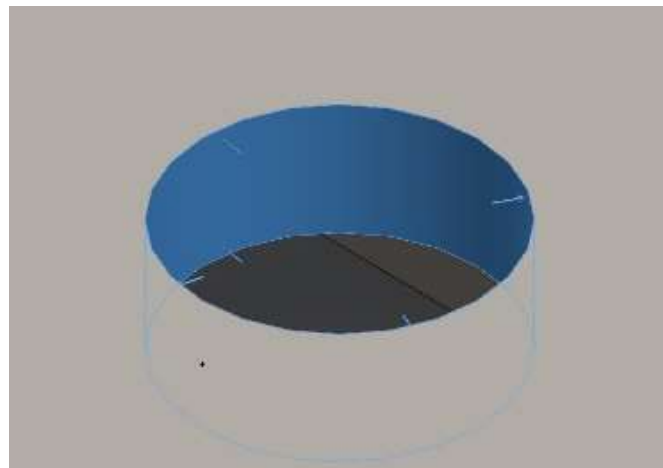
Fuerza 1 = 3265.71 N



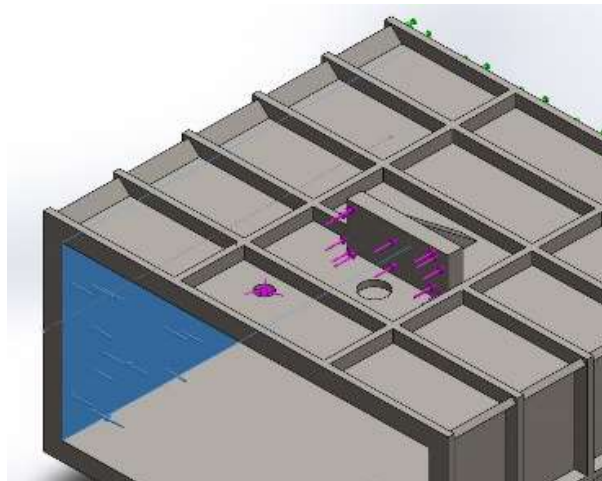
Fuerza 2 = 3856.19 N



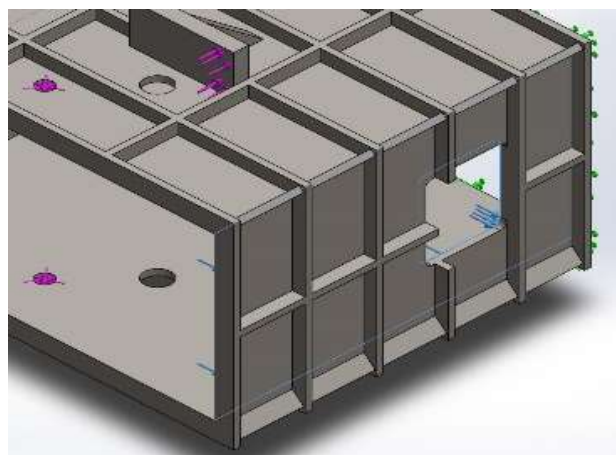
Fuerza 3 = 261.5 N



Fuerza 4 = 10000 N



Fuerza 5 = 10000 N



Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N	-4.37386	-0.593352	7119.78	7119.78

Resultados del estudio

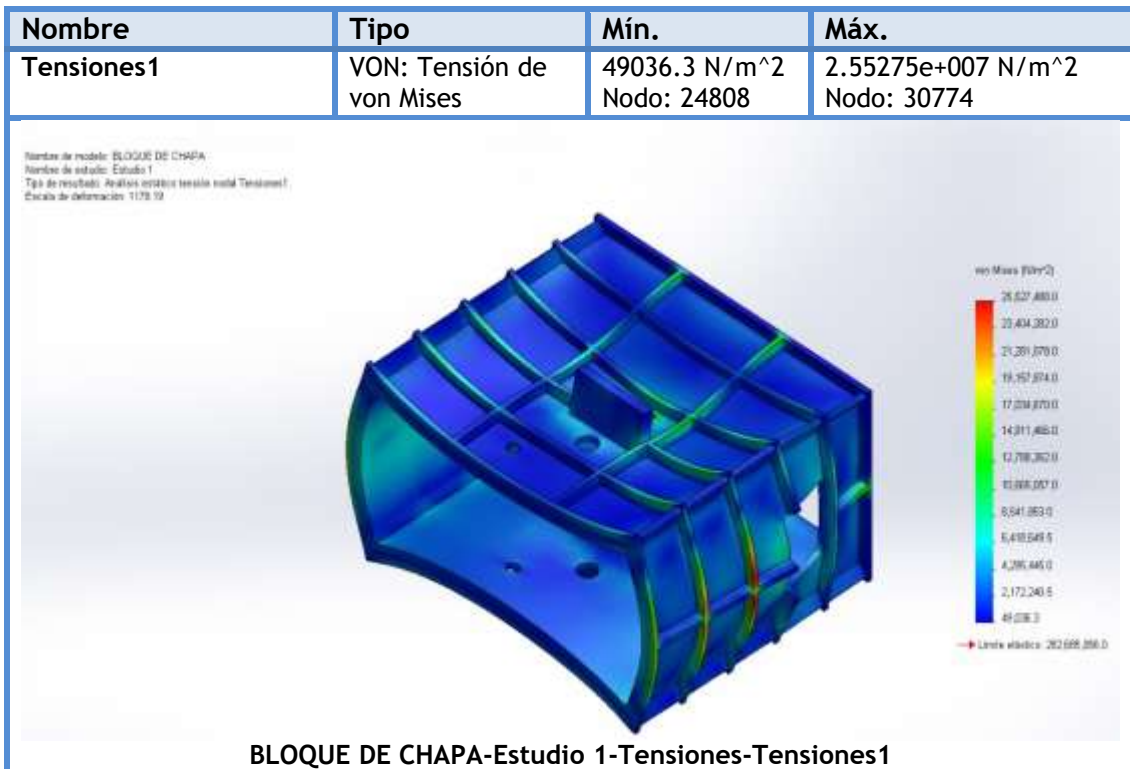


Ilustración 29. Resultados de Estudio de Tensiones en Bloque de Chapa mediante Von Misses.
Fuente: Propia, Elaboración con programa Solidworks.

Análisis de Estudio

Mediante el estudio realizado al bloque de chapa debido a las tensiones a las que será sometido y apreciándolo en la ilustración 29, se puede observar que el material elegido es el adecuado ya que este no sufre deformaciones y la tensión máxima que puede soportar es el valor de 25 527.488, siendo este valor muy elevado en comparación de las tensiones a las que será sometido el bloque de chapa.

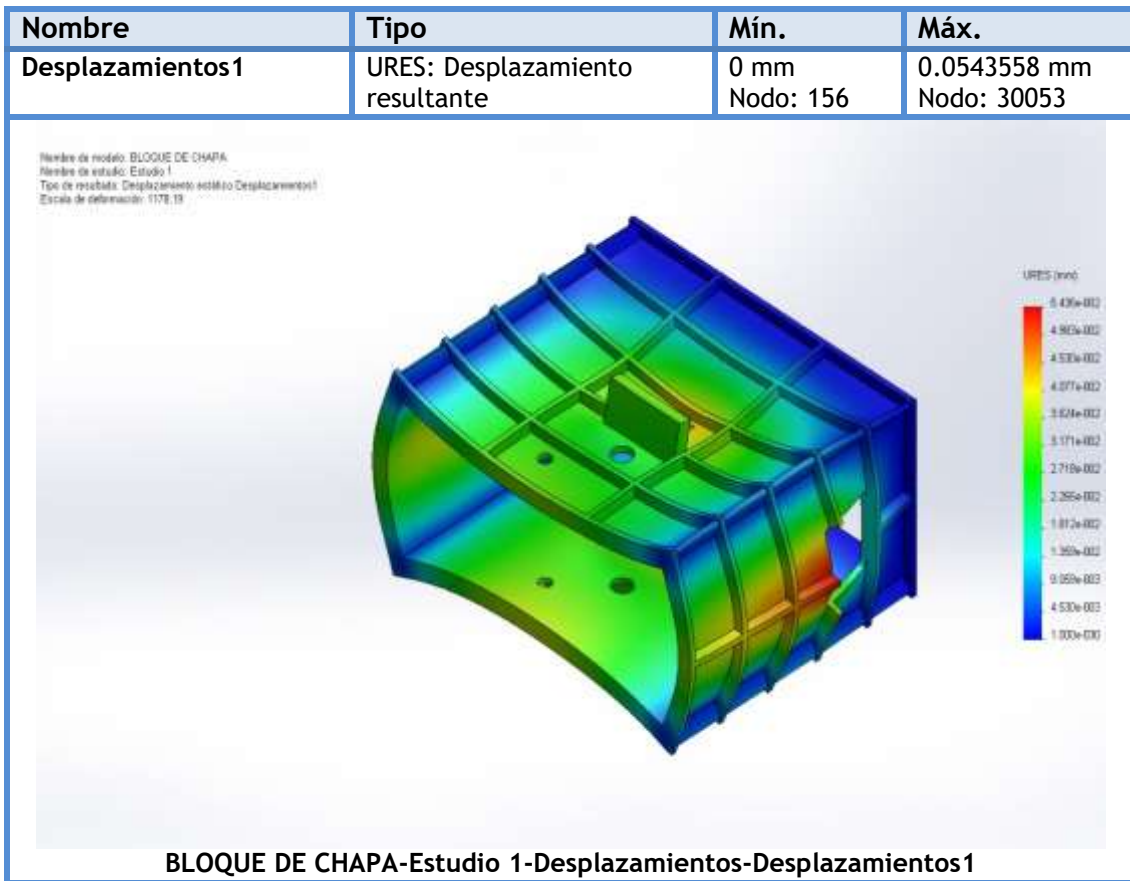


Ilustración 30. Resultados de Estudio de Desplazamientos en Bloque de Chapa. Fuente: Propia, Elaboración con programa Solidworks.

Análisis de Estudio

En la ilustración 30 se encuentra el estudio de desplazamientos que se presenta en el bloque de chapa debido a las cargas que estará sometido cuando la máquina trituradora se encuentre en trabajo, se aprecia que el bloque no sufrirá grandes desplazamientos en condiciones de trabajo porque el material elegido para el bloque es el adecuado. El máximo desplazamiento se encuentra en 0.05435 mm que es una cantidad menor para verse afectado.

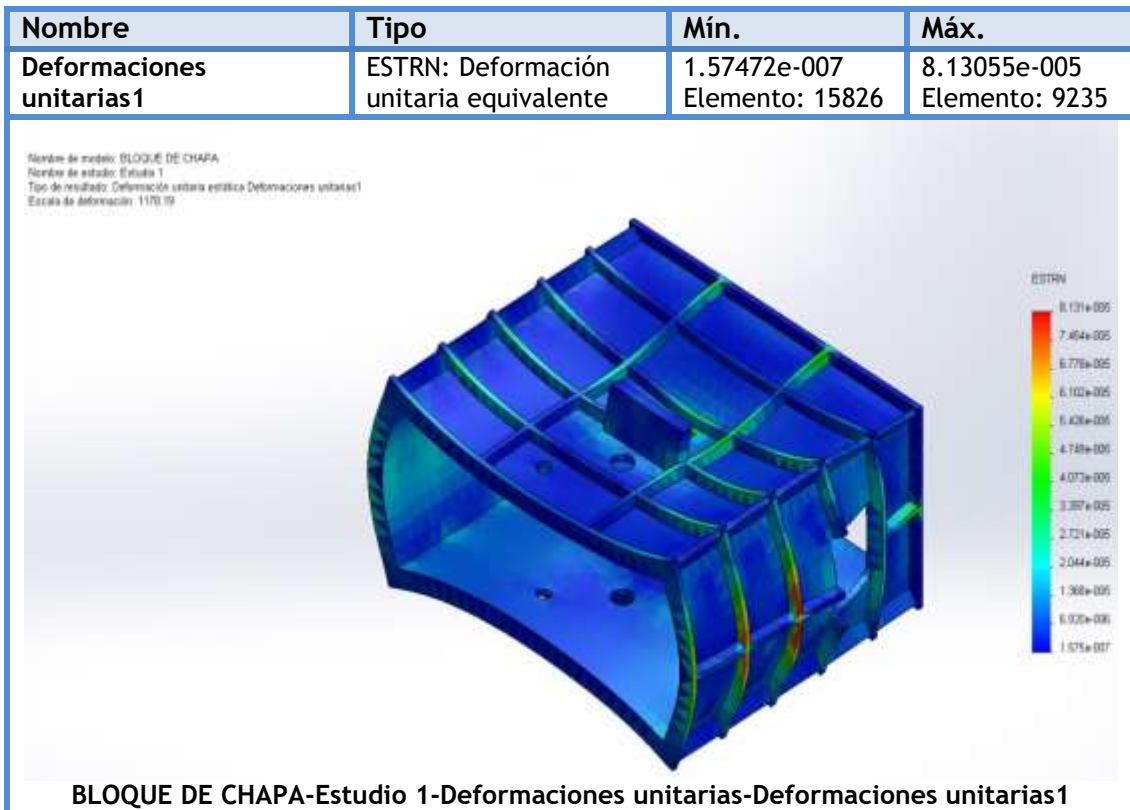


Ilustración 31. Resultados de Estudio de Desplazamientos en Bloque de Chapa. Fuente: Propia, Elaboración con programa Solidworks.

Análisis de Estudio

Las deformaciones unitarias que se encuentran en el bloque de chapa que se aprecia en la ilustración 31 se presentan en pequeñas cantidades ya que el material elegido para el bloque es el adecuado y las cargas a las que estará sometido no dificultarán su trabajo presentándose grandes deformaciones unitarias.

5.1.2 ESTUDIO DE EJE PRINCIPAL



Simulación de EJE PRINCIPAL (AISI 1020)

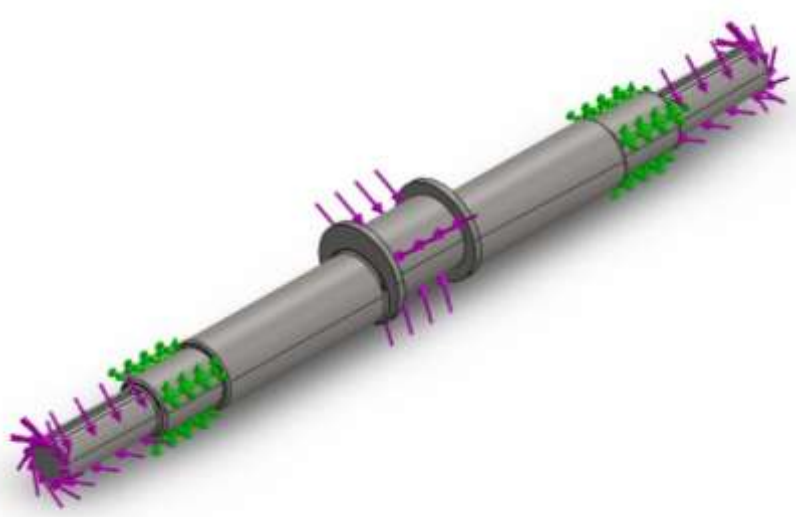
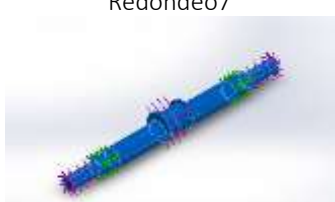
Diseñador: Solidworks

Nombre de estudio: Estudio 1

Tipo de análisis: Análisis estático

Descripción: EJE PRINCIPAL CON EXCÉNTRICA DE 10 mm, en el estarán montados los componentes mecánicos de la máquina.

Información de Modelo

 <p>Nombre del modelo: EJE PRINCIPAL Configuración actual: Predeterminado</p>		
Sólidos		
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas
Redondeo7 	Sólido	Masa:7.06112 kg Volumen:0.000893812 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:69.1989 N

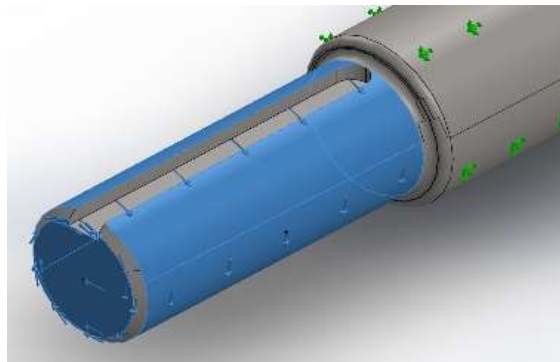
Cargas y Sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Geometría fija

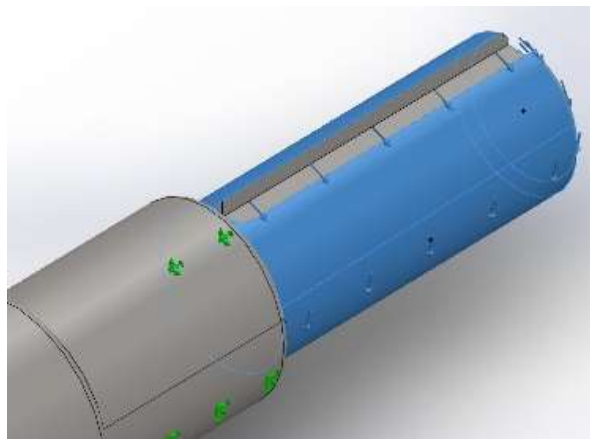
Nombre de sujeción	Imagen de sujeción		Detalles de sujeción	
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	790.956	28.9942	-0.970398	791.487

Fuerzas Aplicadas

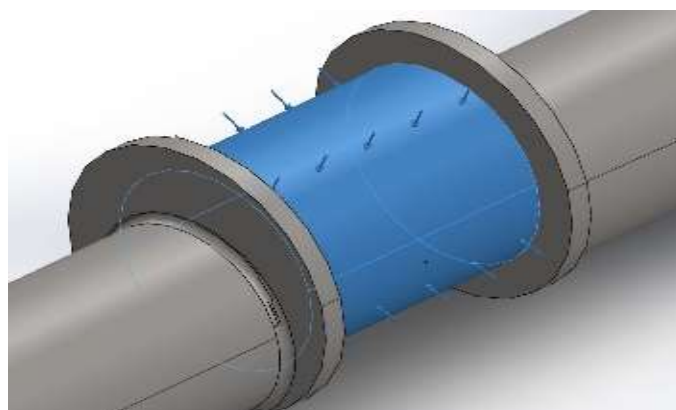
Torsión 1 = 42.08 N.m



Torsión 2 = 71.05 N.m



Fuerza 1 = -7148.2 N



Fuerzas Resultantes

Fuerzas de Reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N	790.956	28.9942	-0.970398	791.487

Resultados del Estudio

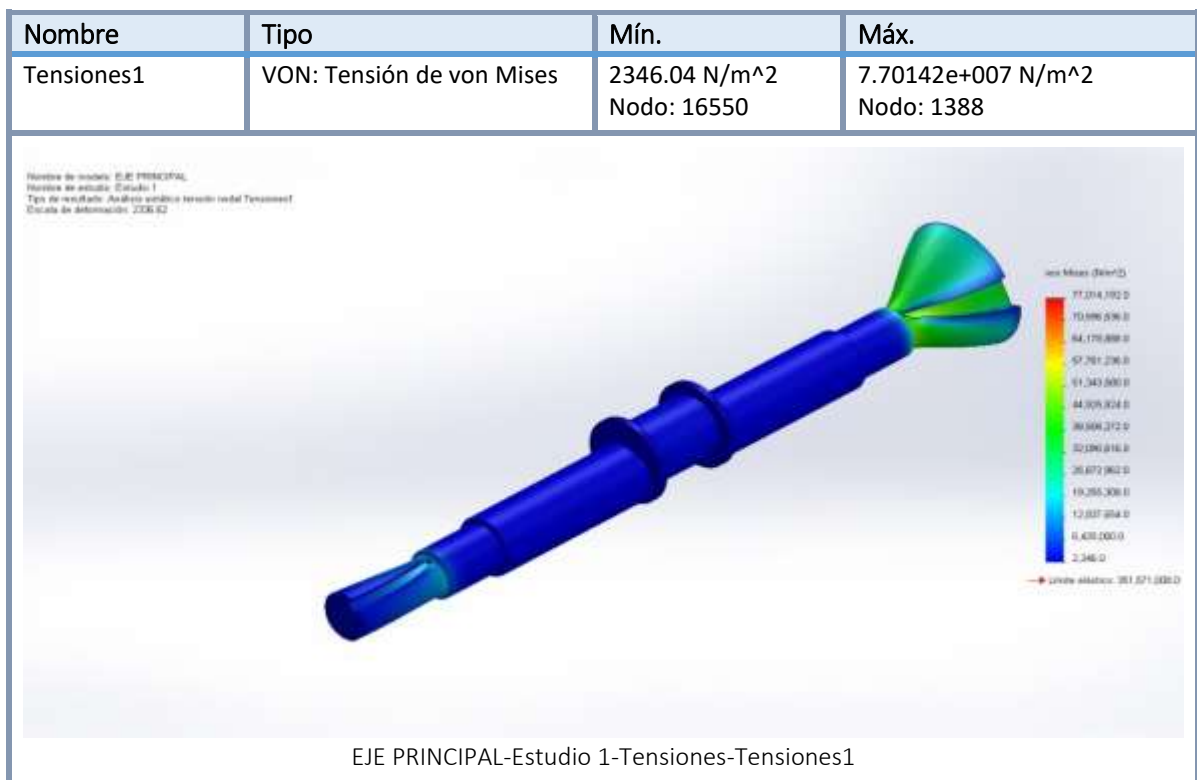


Ilustración 32. Resultados de Estudio de Tensiones en Eje Excéntrico Mediante Von Misses.
Fuente: Propia, Elaboración con programa Solidworks.

Análisis de Estudio

Mediante el estudio realizado al Eje Excéntrico debido a las tensiones a las que será sometido y apreciándolo en la ilustración 32, se puede observar que el material elegido es el adecuado ya que este no sufre deformaciones y la tensión máxima que puede soportar es el valor de 77 014.192, siendo este valor muy elevado en comparación de las tensiones a las que será sometido el Eje Excéntrico.

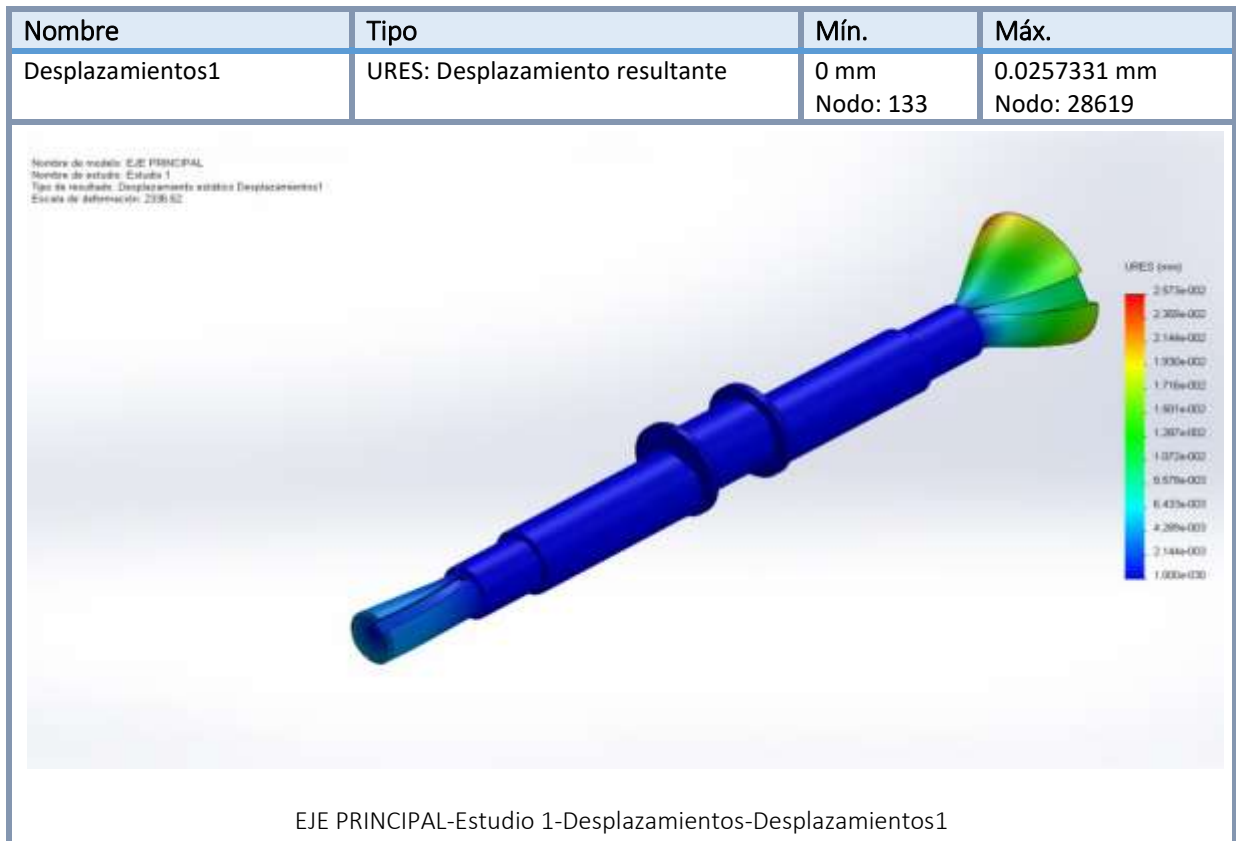


Ilustración 33. Resultados de Estudio de Desplazamientos en Eje Excéntrico. Fuente: Propia, Elaboración con programa Solidworks.

Análisis de Estudio

En la ilustración 33 se puede apreciar que en el estudio realizado para desplazamientos en el eje excéntrico, este no presenta grandes desplazamientos cuando sea sometido a cargas en condiciones de trabajo, presentando un desplazamiento máximo de 0.02573, comprobando que el material elegido es el adecuado.

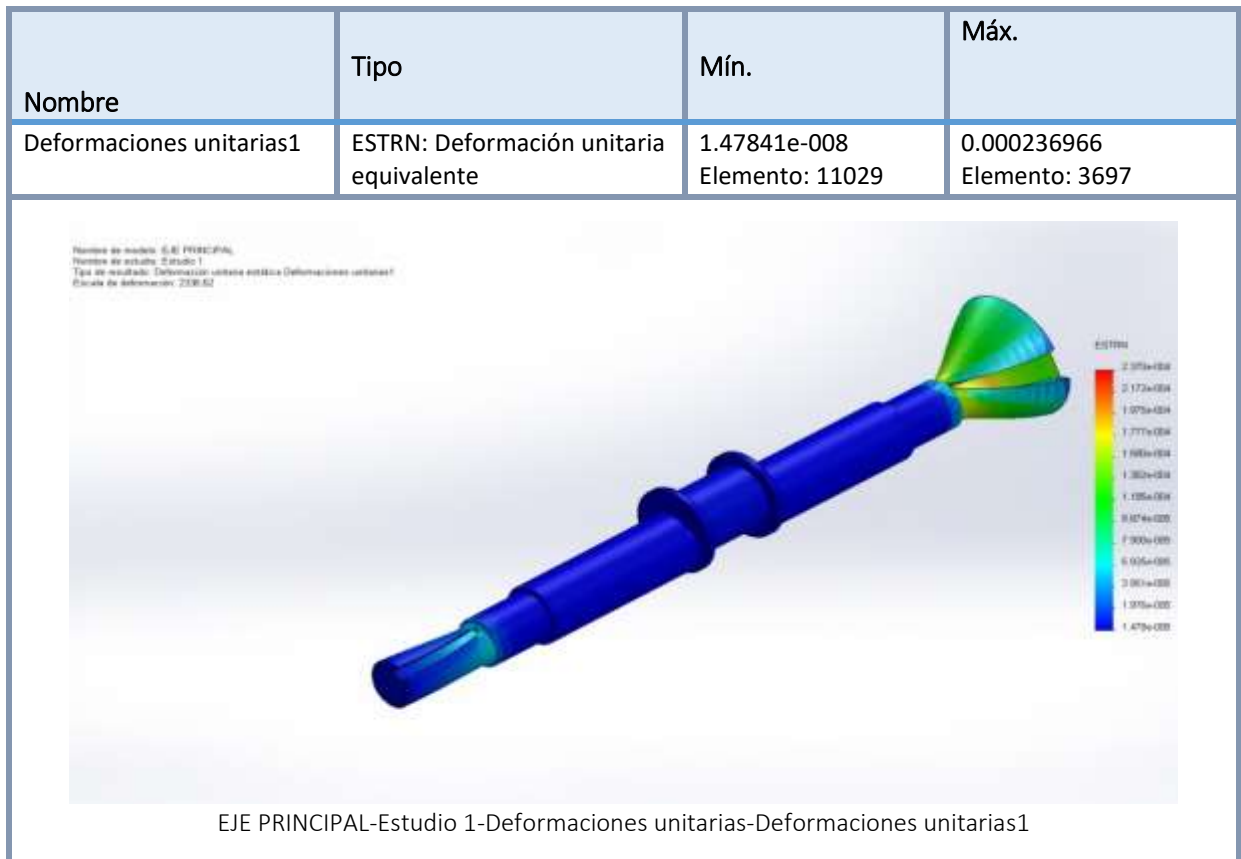
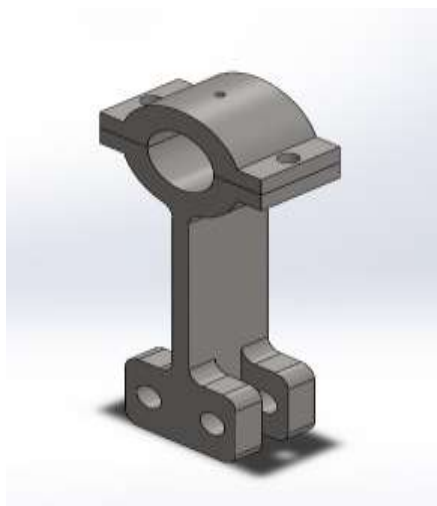


Ilustración 34. Resultados de Estudio de Deformaciones Unitarias en Eje Excéntrico. Fuente: Propia, Elaboración con programa Solidworks.

Análisis de Estudio

Las deformaciones unitarias que se encuentran en el Eje Excéntrico que se aprecia en la ilustración 34 se presentan en pequeñas cantidades ya que el material elegido para el Eje es el adecuado y las cargas a las que estará sometido no dificultarán su trabajo presentándose grandes deformaciones unitarias. El valor máximo de deformaciones unitarias es de 0.000236, siendo este valor muy pequeño para que se aprecie alguna deformación.

5.1.3 ESTUDIO DE ENSAMBLAJE DE BIELA



Simulación de ENSAMBLAJE DE BIELA AISI 1020

Diseñador: Solidworks

Nombre de estudio: Estudio 1

Tipo de análisis: Análisis estático

Descripción:

Componente acoplado en el eje principal que se encargara de dar el movimiento y fuerza a riostras.

Información de Modelo



Nombre del modelo: ENSAMBLAJE DE BIELA
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos

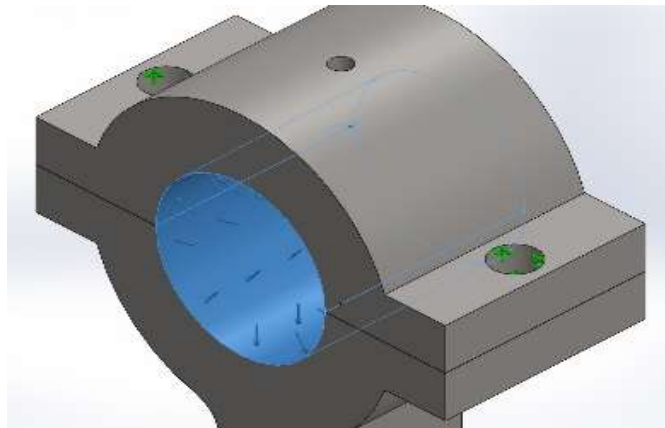
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas
Redondeo2 	Sólido	Masa:3.68264 kg Volumen:0.000466157 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:36.0899 N
Cortar-Extruir5 	Sólido	Masa:1.24384 kg Volumen:0.000157449 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:12.1897 N

Cargas y Sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 8 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultants				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	0.219668	15.8595	0.130632	15.8615

Fuerzas Aplicadas

Fuerza 1 = 7148.2 N



Fuerzas Resultantes

Fuerzas de Reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N	0.219668	15.8595	0.130632	15.8615

Resultados del Estudio

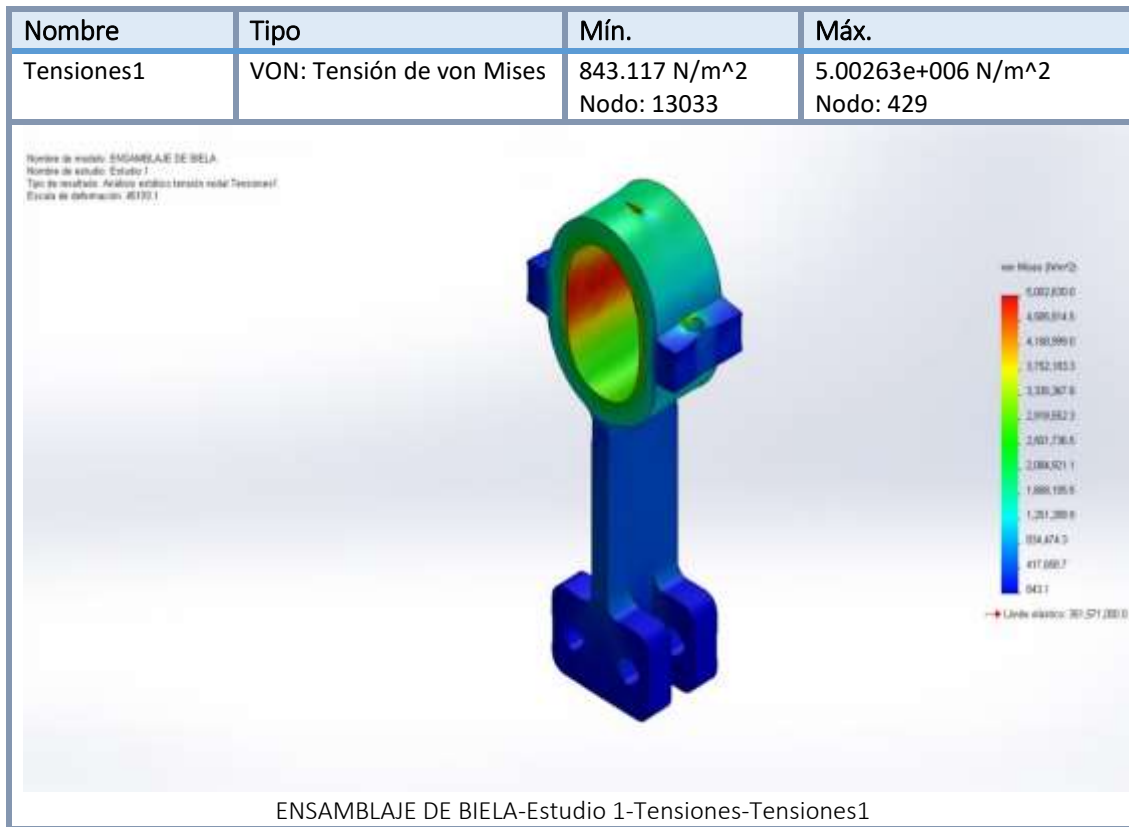


Ilustración 35 Resultados de Estudio de Tensiones en Biela Mediante Von Misses. Fuente: Propia, Elaboración con programa Solidwords.

Análisis de Estudio

Mediante el estudio realizado a la Biela debido a las tensiones a las que será sometido y apreciándolo en la ilustración 35, se puede observar que el material elegido es el adecuado ya que este no sufre deformaciones y la tensión máxima que puede soportar es el valor de 5 002 .530, siendo este valor muy elevado en comparación de las tensiones a las que será sometido el Eje Excéntrico.

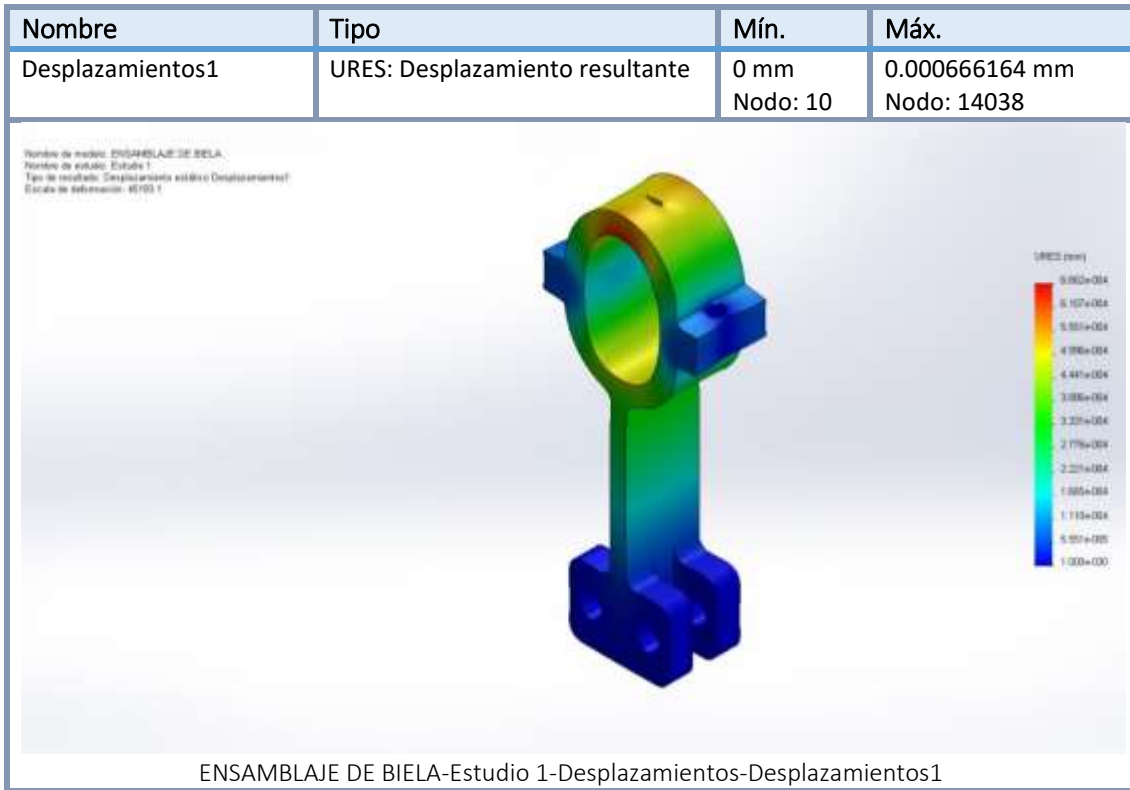


Ilustración 36. Resultados de Estudio de Desplazamientos en Biela. Fuente: Propia, Elaboración con programa Solidworks.

Análisis de Estudio

En la ilustración 36 se puede apreciar que en el estudio realizado para desplazamientos en el eje excéntrico, este no presenta grandes desplazamientos cuando sea sometido a cargas en condiciones de trabajo, presentando un desplazamiento máximo de 0.0006661, comprobando que el material elegido es el adecuado.

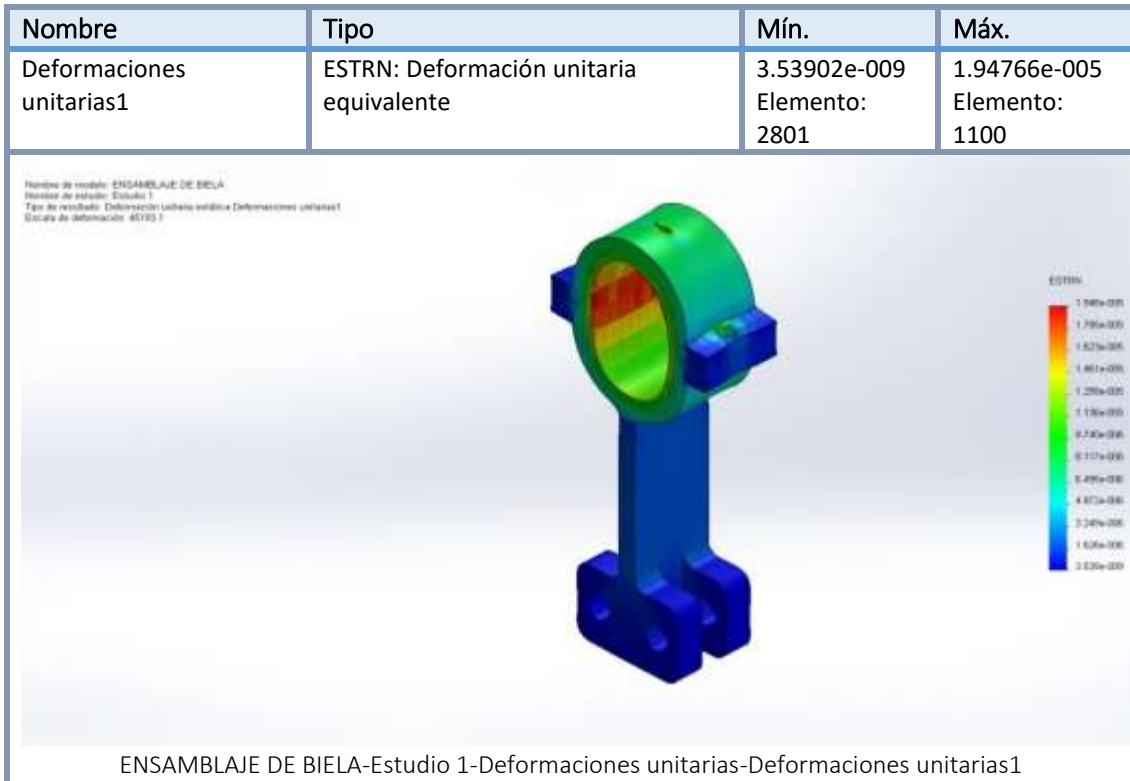
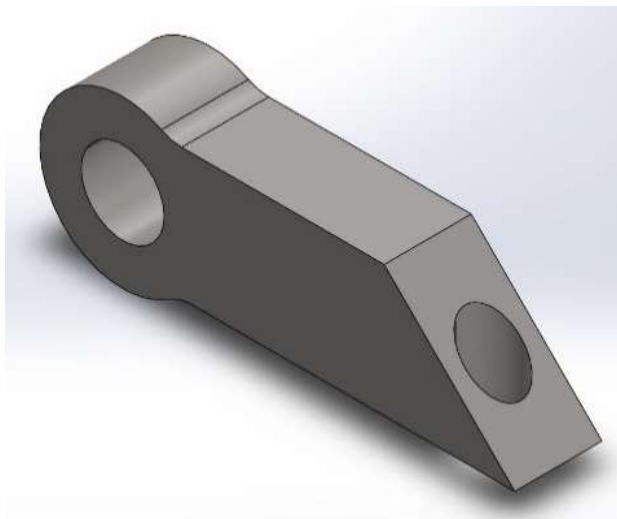


Ilustración 37. Resultados de Estudio de Deformaciones Unitarias en Biela. Fuente: Propia, Elaboración con programa Solidworks.

Análisis de Estudio

Las deformaciones unitarias que se encuentran en la Biela que se aprecia en la ilustración 37 se presentan en pequeñas cantidades ya que el material elegido para el bloque es el adecuado y las cargas a las que estará sometido no dificultarán su trabajo presentándose grandes deformaciones unitarias.

5.1.4 ESTUDIO DE RIOSTRAS



Simulación de RIOSTRA AISI 1020

Diseñador: Solidworks

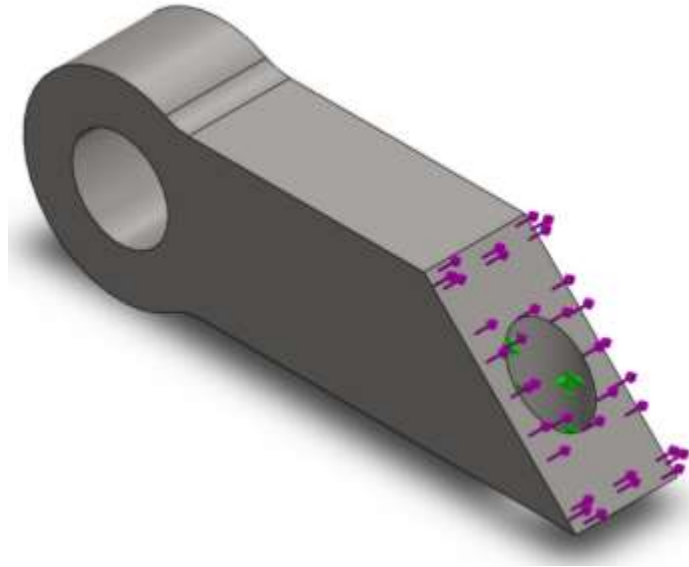
Nombre de estudio: Estudio 1

Tipo de análisis: Análisis estático

Descripción:

Elemento que brinda la fuerza en la mandíbula para la trituración del concreto.

Información del Modelo

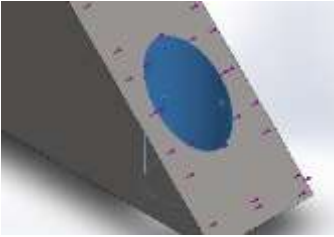


Nombre del modelo: ARRIOSTRES
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos

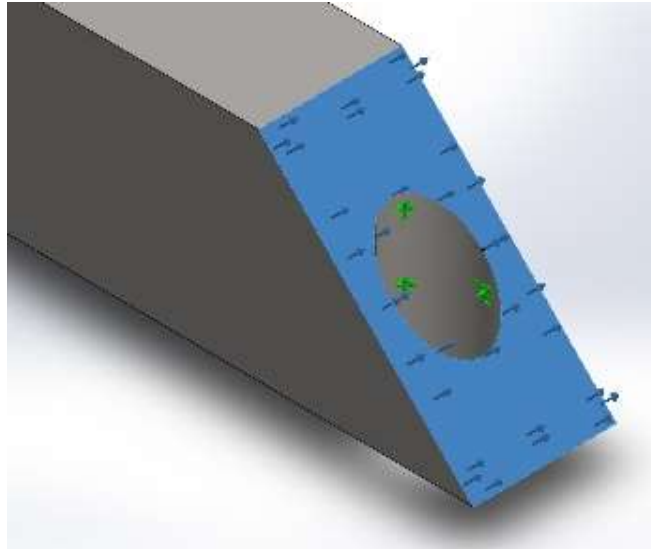
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas
Redondeo1 	Sólido	Masa:0.396128 kg Volumen:5.01428e-005 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:3.88206 N

Cargas y Sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-7379.77	-7380.31	-0.112354	10437

Fuerzas Aplicadas

Fuerza 1 = -10450 N



Fuerzas Resultantes

Fuerzas de Reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N	-7379.77	-7380.31	-0.112354	10437

Resultados del Estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	51.1866 N/m ² Nodo: 9704	1.39253e+008 N/m ² Nodo: 10853

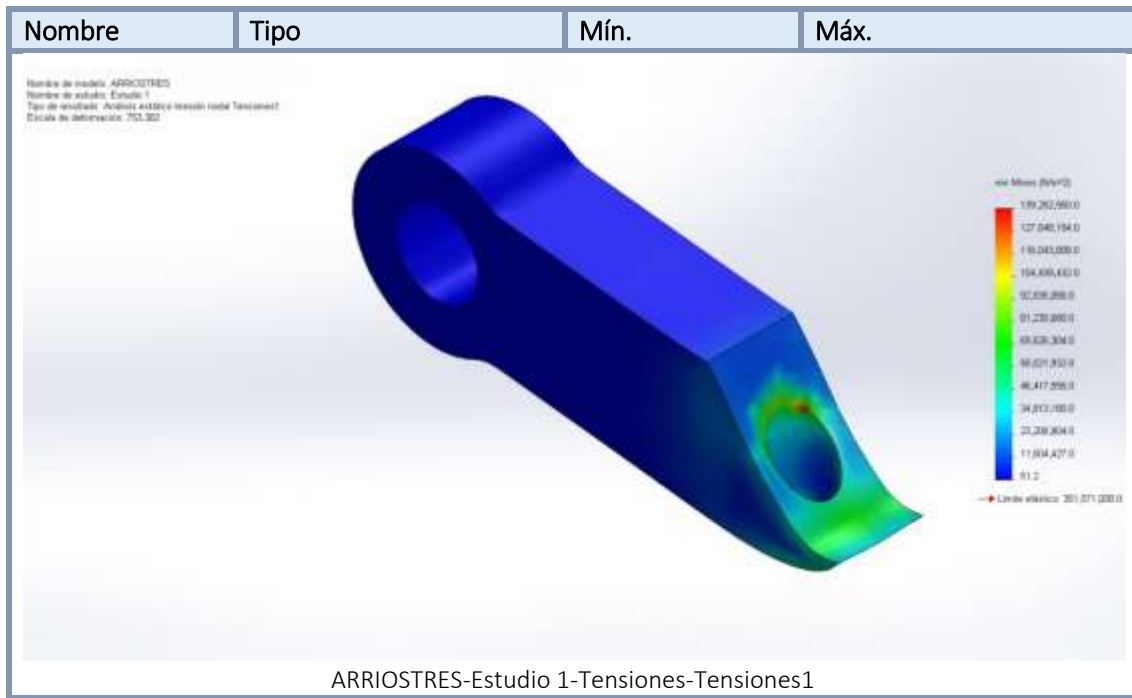


Ilustración 38. Resultados de Estudio de Tensiones en Riostra Mediante Von Misses. Fuente: Propia, Elaboración con programa Solidwords.

Análisis de Estudio

Mediante el estudio realizado a la Riostra debido a las tensiones a las que será sometido y apreciándolo en la ilustración 38, se puede observar que el material elegido es el adecuado ya que este no sufre deformaciones y la tensión máxima que puede soportar es el valor de 139 252.560 siendo este valor muy elevado en comparación de las tensiones a las que será sometido la Riostra.

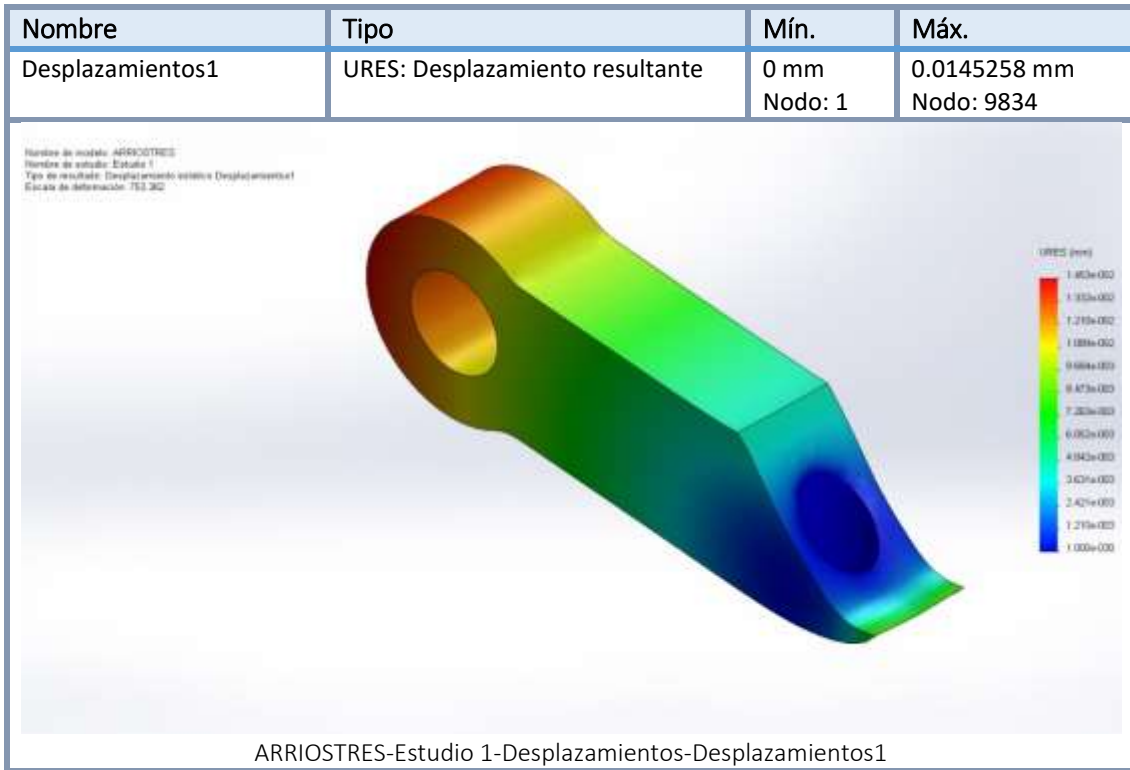


Ilustración 39. Resultados de Estudio de Desplazamientos en Riostra. Fuente: Propia, Elaboración con programa Solidworks.

Análisis de Estudio

En la ilustración 39 se puede apreciar que en el estudio realizado para desplazamientos en la Riostra, este no presenta grandes desplazamientos cuando sea sometido a cargas en condiciones de trabajo, presentando un desplazamiento máximo de 0.01452, comprobando que el material elegido es el adecuado.

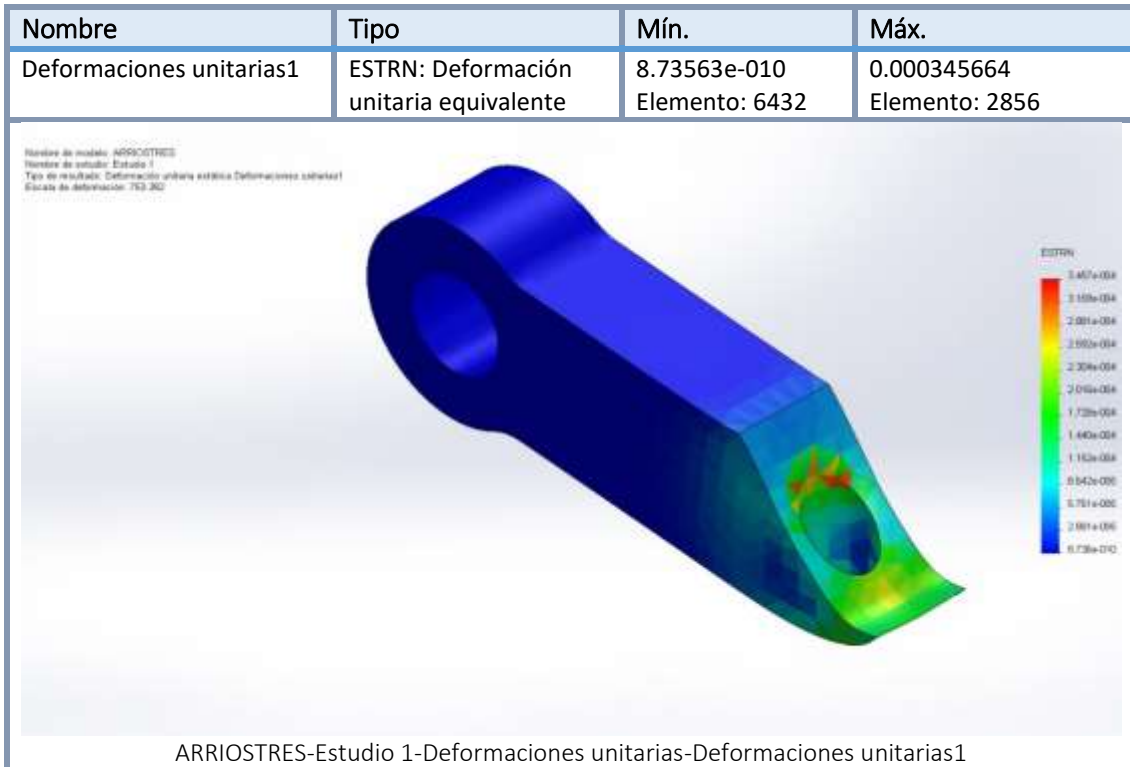


Ilustración 40. Resultados de Estudio de Deformaciones Unitarias en Riostra. Fuente: Propia, Elaboración con programa Solidworks.

Análisis de Estudio

Las deformaciones unitarias que se encuentran en la Riostra que se aprecia en la ilustración 40 se presentan en pequeñas cantidades ya que el material elegido para la Riostra es el adecuado y las cargas a las que estará sometido no dificultarán su trabajo presentándose grandes deformaciones unitarias. El valor máximo de deformaciones unitarias es de 0.0003456, siendo este valor muy pequeño para que se aprecie alguna deformación.

5.1.5 ESTUDIO DE PIN FUSIBLE DE RIOSTRAS



Simulación de PASADOR DE RIOSTRA AISI 1010

Diseñador: Solidworks

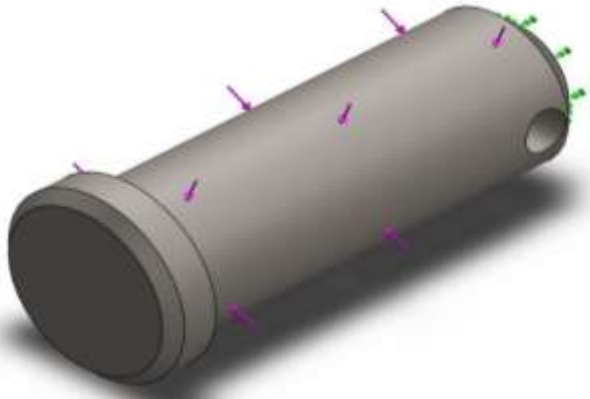

Nombre de estudio: Estudio 2

Tipo de análisis: Análisis estático


Descripción:

Pin fusible que se encuentra en la unión de riostras, llega a romper su estructura de encontrarse con una fuerza mayor con el fin de proteger el mecanismo.

Información de Modelo

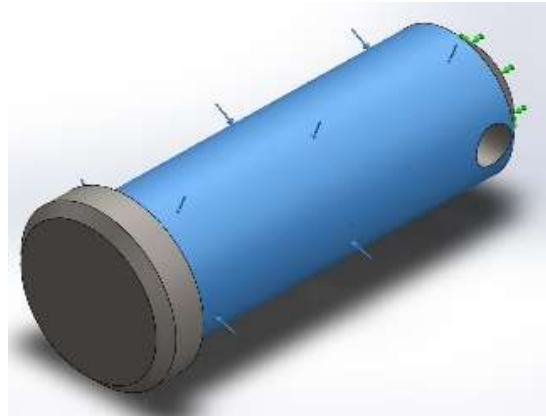
		
Nombre del modelo: PASADOR DE ARRIOSTRE FINAL Configuración actual: Predeterminado		
Sólidos		
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas
Cortar-Extruir1 	Sólido	Masa:0.0389798 kg Volumen:4.95296e-006 m ³ Densidad:7870 kg/m ³ Peso:0.382002 N

Cargas y Sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	0.00536042	-0.00910938	0.00687933	0.0126111

Fuerzas Aplicadas

Fuerza 1 = 10450 N



Fuerzas Resultantes

Fuerzas de Reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N	0.00536042	-0.00910938	0.00687933	0.0126111

Resultados del Estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	56544.5 N/m ² Nodo: 5115	2.31063e+007 N/m ² Nodo: 11735

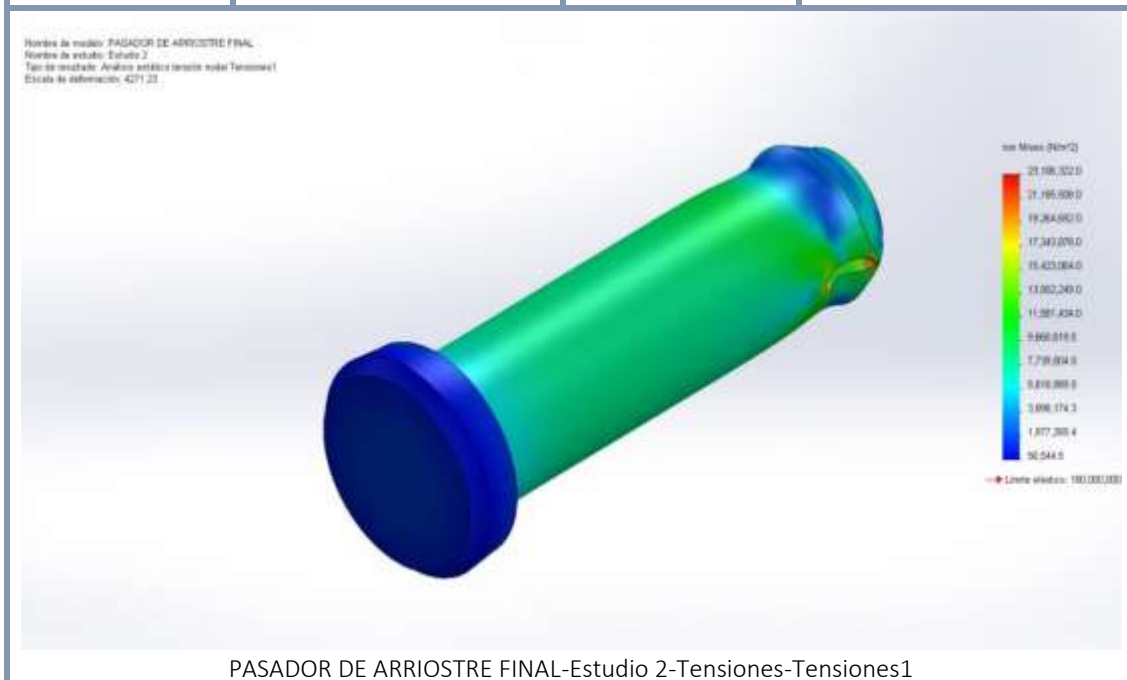


Ilustración 41. Resultados de Estudio de Tensiones en Pasador de Ríostra Mediante Von Misses. Fuente: Propia, Elaboración con programa Solidworks.

Análisis de Estudio

Mediante el estudio realizado al Pasador de Riostra debido a las tensiones a las que será sometido y apreciándolo en la ilustración 41, se puede observar que el material elegido es el adecuado ya que este no sufre deformaciones y la tensión máxima que puede soportar es el valor de 23 106.322 siendo este valor muy elevado en comparación de las tensiones a las que será sometido al Pasador de Riostra.

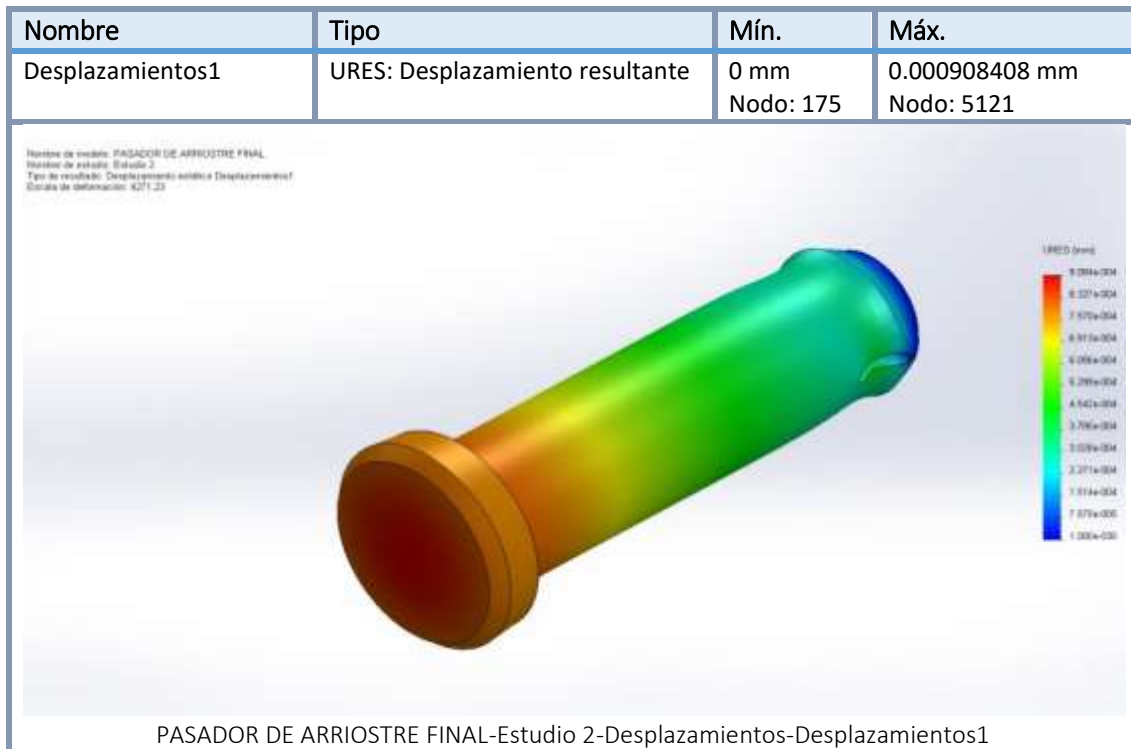
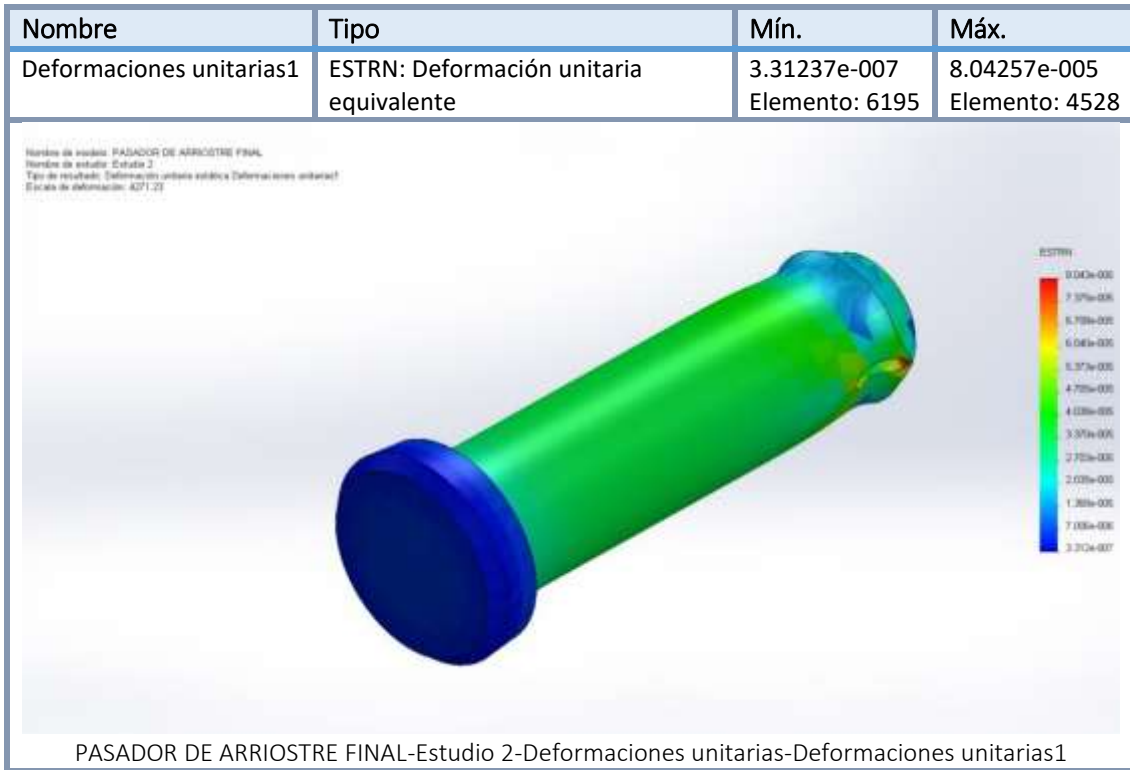


Ilustración 42. Resultados de Estudio de Desplazamientos en Pasador de Riostra. Fuente: Propia, Elaboración con programa Solidworks.

Análisis de Estudio

En la ilustración 42 se puede apreciar que en el estudio realizado para desplazamientos del Pasador de Riostra, este no presenta grandes desplazamientos cuando sea sometido a cargas en condiciones de trabajo, presentando un desplazamiento máximo de 0.000908, comprobando que el material elegido es el adecuado.



*Ilustración 43. Resultados de Estudio de Deformaciones Unitarias en Pasador de Riostra.
Fuente: Propia, Elaboración con programa Solidworks.*

Análisis de Estudio

Las deformaciones unitarias que se encuentran en el Pasador de Riostra que se aprecia en la ilustración 43 se presentan en pequeñas cantidades ya que el material elegido para el Pasador de Riostra es el adecuado y las cargas a las que estará sometido no dificultarán su trabajo presentándose grandes deformaciones unitarias. El valor máximo de deformaciones unitarias es de 0.000008, siendo este valor muy pequeño para que se aprecie alguna deformación.

5.2 FICHA TECNICA DE EQUIPOS SELECCIONADOS PARA EL PROTOTIPO DE MAQUINA.

Después del análisis realizado consideramos que, nuestros equipos y materiales seleccionados que cumplen con los objetivos planteados en la tesis son:

a) Carcasa o chapa de estructura del mecanismo triturador

Características del Material	
Tipo de Material	Placa (chapa) de acero al carbono 1023, Estructural de 10 mm de espesor
Designación	Estructural
Dimensiones	640 mm x 340 mm x 550 mm

b) Sistema Triturador

Características	
Material	Acero Ranurado
Tipo	Placa de 11 mm de espesor
Longitud	280 mm
Nº de placas	04 (02 ranuradas)
Superficie	06 venas verticales de acero en c/u de las placas ranuradas.
Capacidad	500 kg /hora.

c) Sistema de Transmisión:

Transmisión	Flexible
Nº y Material de Poleas	02 de Aluminio. (429 mm de diámetro)
Tipo de Poleas	V, tipo A73
Relación Transmisión 4:1	4" y 16"

d) Eje Principal.

Características del Material	
Fabricante	Aceros Arequipa
Norma	AISI 1020. (Laminado en Frio.)
Resistencia a la tensión (sut)	420 Mpa – 60 kpsi
Resistencia a la cadencia(Sy)	350 Mpa – 50 kpsi
Dimensiones de diámetro múltiples en (mm).	$D_1 = 50.8$; $D_2 = 48$; $D_3 = 40$; $D_4 = 31.75$ $L = 600$ mm

e) Cuña o Chaveta.

Material	Acero SAE 1020.
Sy	420 Mpa.
Dimensiones.	8 mm x 8 mm x 78 mm

f) Rodamientos:

Designación 63308 DDU NSK	$d = 40$; $D = 90$; $b = 36.5$; $C = 40845$ N; $Co = 24079$ N
Nº de rodamientos	02

g) Motor eléctrico:

Potencia	4 hp
Tensión	220 v. (monofásico).
Revoluciones	1720 rpm.
Frecuencia	60 Hz

5.3 PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN

5.3.1 Fabricación de Estructura:

- a) Se fabricara de chapa de acero de 10 mm de espesor, según las medidas y detalles especificados en el plano, ID-USS-006-2016-ESTRUCTURA, Estructura de Maquina.
- b) Empalmamos los segmentos cortados mediante el uso de escuadra y nivel para asegurar su paralelismo y estabilidad de la estructura
- c) Se une la estructura con soldadura AWS adecuada.
- d) Se procede a montar en regulador del sistema de mandíbula según plano general ID-USS-A001-2016-PLANO GENERAL, para las condiciones de montaje de los demás componentes de la máquina.

5.3.2 Fabricación de Eje principal de Máquina.

- a) Se maquina el eje de material AISI 1020 laminado en frio, según medidas y detalles especificadas en el plano, ID-USS-001-2016-EJE PRINCIPAL.
- b) Calibramos el eje para chumaceras de 1 1/4" y su respectivo canal chavetero para la sujeción de la polea de 17" en uno de sus extremos

5.3.3 Fabricación de Eje de Mandíbula Oscilante.

- a) Se maquina el eje de material AISI 1010, según medidas y detalles especificado en el plano, ID-USS-013-2016-CHAVETA, EJE DE MANDUBILA.

5.3.4 Fabricación de Biela.

- a) Se maquina y corta la biela de material AISI 1020 laminado en frío según medidas de plano, ID-USS-002-2016-BIELA Y TAPA DE BIELA
- b) Se perforan los agujeros para pines de unión con riostras y tapa de biela.

5.3.5 Fabricación de Eje intermedio.

- a) Se maquina y corta la riostra de material AISI 1020 laminado en frio según medidas de plano, ID-USS-005-2016-RIOSTRA
- b) Se perforan los agujeros para pines de unión con Biela, Mandíbula oscilante y regulador.

5.4 PLANOS

Los siguientes planos deben ser consultados durante la etapa de construcción y el montaje de piezas de la máquina trituradora de concreto:

N°	DESCRIPCION	REV.	PLANO
1	ID-USS-A01-2016	1	Ensamble General
2	ID-USS-A02-2016	1	Ensamble General-Despiece
3	ID-USS-001-2016	1	Eje Principal
4	ID-USS-002-2016	1	Biela y Tapa de Biela
5	ID-USS-003-2016	1	Mandíbula Oscilante
6	ID-USS-004-2016	1	Placa Acanalada de Mandíbula
7	ID-USS-005-2016	1	Riostra de Articulación
8	ID-USS-006-2016	1	Estructura Bloque de Chapa
9	ID-USS-007-2016	1	Polea
10	ID-USS-008-2016	1	Volante de Inercia.
11	ID-USS-009-2016	1	Eje Pin
12	ID-USS-010-2016	1	Regulador de Mandíbula Oscilante
13	ID-USS-011-2016	1	Placa Lateral
14	ID-USS-012-2016	1	Chumacera de Pie
15	ID-USS-013-2016	1	Chaveta
16	ID-USS-014-2016	1	Templador de Mandíbula Oscilante

5.5 PLAN DE MANTENIMIENTO

5.5.1 Inspección de los Equipos.

Para el mantenimiento del prototipo de máquina trituradora de concreto, es necesario ejecutar periódicamente una inspección a todos los componentes de máquina y sus equipos, según lo que se señala a continuación:

FORMATO DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO RUTINARIO, PARA MAQUINA TRITURADORA DE CONCRETO.

REGISTRO	HRS./	FECHA	LUGAR	HECHO POR

Descripción	Observaciones
Inspeccionar en el sistema de triturado, la presencia de residuos del producto.	- Sopletear con aire comprimido

FORMATO DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO 56 HORAS (SEMANAL), PARA MAQUINA TRITURADORA DE CONCRETO.

REGISTRO	HRS./	FECHA	LUGAR	HECHO POR

Descripción	Observaciones
Verificación de sistema de regulación de luz, entre mandíbula oscilante y mandíbula fija.	- Ajuste de acuerdo al tamaño del producto a procesar, con perno regulador existente.

**FORMATO DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO CADA 1500 HORAS, PARA
MAQUINA TRITURADORA DE CONCRETO.**

REGISTRO	HRS./	FECHA	LUGAR	HECHO POR

Ítem	Descripción de los trabajos
1. Inspeccione el desgaste de fajas de transmisión.	-Tensar y de ser necesario reemplazarlas.
2. Verificar el estado de los rodamientos de poleas.	- Lubricar Rodamientos.
3. Inspeccione la corrosión de la estructura.	- Limpiar y recubrir con pintura.
4. Inspeccionar el estado de chumaceras	- lubricar en graseras.
5. Ver el estado de las venas verticales, en sistema triturador (mandíbulas).	- Ajuste y acciones necesarias.

**FORMATO DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO CADA 3500 HORAS,
PARA MAQUINA TRITURADORA DE CONCRETO.**

REGISTRO	HRS./	FECHA	LUGAR	HECHO POR

ITEM	Descripción de los trabajos
1. Cambio de placas de mandíbulas con venas verticales del sistema triturador.	- Desajuste de los pernos de sujeción de las placas de ambas mandíbulas, retirar pernos de sujeción y reemplazarlas, con respectivo ajuste
2. Cambio de rodamientos	- Retirar las fajas de las poleas para desmontar el eje y realizar el trabajo de cambio de rodajes (chumaceras)
3. Cambio de chumaceras	- Desmontar de conjunto eje - biela.
4. Revisión de grietas y desgaste del templador de fajas	- Desmotar poleas.
5. Limpiar y lavar, completamente la máquina y revisar su estructura.	

Nota:

Para el mantenimiento del motor e instalación ver catálogo de mantenimiento

PARTE DIARIO DE TRABAJO

Nombre del personal a cargo:

Fecha :

Cantidad de horas de trabajo : comienzo: final:

Inspeccionar maquina	
Conexión del motor	
Inspección del sistema triturador	
Describir fallas	- - - -
Descripción del trabajo realizado	- - - -
Repuestos cambiados	- - - -

5.6. EVALUACIÓN ECONOMICA

Se realizó una evaluación económica mediante el estudio del VAN y TIR, el cual nos arrojó como resultado que se recuperará lo invertido en un periodo de 8 meses y 24 días.

Los resultados se muestran a continuación.

INVERSION INICIAL	7,433.75
ULTIMO FLUJO	1,535.71
POR RECUPERAR	2,826.62
PRI años	1.84

PRI= 8.8

SE RECUPERARÁ EN 8 MESES Y 24 DÍAS

NOTA: Solo se muestran resultados del estudio, el estudio completo se puede apreciar en anexos.

CAPÍTULO VI:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

De acuerdo a los cálculos y análisis de los capítulos tratados en la presente tesis se concluye que:

6.1.1. Del Diseño.

- a. El plan de diseño elaborado es eficiente indicando una capacidad de la máquina de 500 Kg. /hora, logrando así cubrir la demanda del mercado en el departamento de Lambayeque.
- b. Se definió que el diseño del mecanismo, eje excéntrico, biela y arriostras, cumplen con el trabajo de triturado de concreto.
- c. Las dimensiones del eje de 2" se trabajó de manera que reduce el diámetro por concentradores de esfuerzos hasta la polea a un diámetro comercial y el material del eje seleccionado soporta las cargas según los resultados del análisis en las siguientes condiciones: carga estática, por carga dinámica.
- d. La fuente de energía de la máquina, el cual es un motor eléctrico monofásico de 4 HP y 3 KW, se adapta a la realidad de la zona.
- e. La máquina trituradora de concreto ayudaría eficientemente a la obtención masiva de materia prima para la reutilización del concreto ya usado como nuevo agregado para realización de nuevas edificaciones, lo cual genera ayuda en la lucha contra la contaminación y aporta una nueva tecnología a la región.
- f. El diseño puede ser utilizado también para otros productos parecidos como son: piedra, asfalto, entre otros.
- g. Las dimensiones brindadas para la máquina fueron dadas de manera ergonómica y puede realizar su trabajo sin impedir el trabajo de otras

máquinas trabajando en el entorno, si se encuentra ubicada en una planta de trituración, su tamaño se adapta a las condiciones de la planta para la realización del trabajo.

- h. El plan de mantenimiento está desarrollado en base a planes de mantenimiento de máquinas similares pero adaptadas a nuestras necesidades.
- i. El análisis de reacciones y momentos calculados en el eje Principal de la maquina, fueron comparadas con el *software Mdsolid 3.5* con fin de verificar que el estudio se había desarrollado bien y se llegó a un resultado aproximado al comparar con el programa.
- j. Se diseñó y ensambló la maquina por medio de *Software SolidWorks*, brindando los materiales y brindando las dimensiones, se realizó un video comprobando el funcionamiento de la máquina.
- k. El análisis de fuerzas en la estructura de la maquina, eje principal, biela y pin fusible de arriostras se realizó con el *Software SolidWorks*, el cual arroja buenos resultados al trabajo al que estará sometida.

6.1.2. De Costos.

- a. Se concluye que en la obtención de una nueva materia prima en utilización como agregado, se estaría ahorrando gastos en la materia prima de las canteras.
- b. La inversión inicial se estaría recuperando en un promedio de 8 meses lo cual conlleva a un buen estudio de mercado.
- c. En comparación con otro tipo de máquina, la máquina trituradora de mandíbula para concreto es más eficiente y su costo de operatividad no es grande comparado con otras máquinas.

6.2. RECOMENDACIONES.

- a. Como es natural ante una maquina nueva se debe capacitar a un operario para su uso.
- b. Regular el sistema triturador según el tamaño del Producto que se desea obtener.
- c. Se debe seleccionar y preparar el concreto antes de introducir a la máquina trituradora.
- d. Presentar medidas de protección y señalización ya que la alimentación se hará manual.
- e. No tocar el motor cuando está en operación ya que puede provocar cualquier accidente al operario o personal de mantenimiento.
- f. No hacer trabajos de mantenimiento mientras no esté seguro que esta desconectada la maquina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Josep E. Shigley y C.R. Mischke, (2002) **“Diseño en Ingeniería Mecánica”**.

B.J. Hamrock, B. Jacobson y S.R. Schmid (2000), **“Elementos de Máquinas”**,

David H. Myszka (2012), **“Máquinas y Mecanismos”**

Erik K. Lauritzen, Niels Jorn Hahn. (Agosto 2001). Producción de residuos de construcción y reciclaje. Artículo publicado en el número 8 de la revista Residuos.

Parrado Delgado, C. (Diciembre 2012). MANUAL DE MANEJO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION PARA OBRAS EN BOGOTA. Primer foro Internacional para la Gestión y Control de Residuos de la Construcción y Demolición

Colmenares Rodríguez, L. (Julio 2014). Definición de Términos

<http://es.slideshare.net/LUISENRIQUECOLMENAREZ/definicion-de-terminos-del-concreto>

Álvarez Morales, J. (2005). Exposición de NUEVOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS-CONCRETO RECICLADO.

<https://prezi.com/uv3uokzvanse/copy-of-concreto-reciclado/>

Vizcardo Otero, T. Trinidad Santos, L. (Lima 2014). Agregados para la construcción. Investigación desarrollada en la Universidad Federico Villarreal

Huipaña Peralta, C. (2010). Propiedades Principales de Concreto Fresco.

http://www.academia.edu/7813086/PROPIEDADES_PRINCIPALES_DEL_CONCRETO_FRESCO

Fermin, M. (Setiembre 2013). Concreto-Materiales de Construcción.

<http://es.slideshare.net/mariagferminl/concreto-26252847>

CONCRETO PREMEZCLADO CRUZ AZUL, VENTA Y SUMINISTRO EN EL DF Y AREA METROPOLITANA (Dedicado a la venta de Todo Tipo de concreto). TIPOS DE CONCRETO Y DEFINICIONES. Revista de Tienda.

ING. Rivera, G. (2009). Resistencia del Concreto-Cap. 6 de Estudio de Concreto.

<ftp://ftp.unicauca.edu.co/cuentas/gearnilo/docs/FIC%20y%20GEOTEC%20SEM%20%20de%202010/Tecnologia%20del%20Concreto%20-%20%20PDF%20ver.%20%202009/Cap.%2006%20-%20Resistencia.pdf>

ANEFHOP (Agrupación Nacional Española de Fabricantes de Hormigón Preparado) (Madrid, España). Manual de Consejos Prácticos sobre Hormigón.

Osorio, D. (Junio 13). RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

<http://blog.360gradosenconcreto.com/resistencia-mecanica-del-concreto-y-resistencia-a-la-compresion/>

Mejía Cabenillas, E. (Junio 2013). Práctica de Rotura de Concreto-Control de Calidad. Estudio Realizado En la Universidad Pedro Ruiz Gallo.

García, C. (Febrero 2012). DURAVIA CAMINOS, RESISTENCIA A LA COMPRESION Y FLEXION DEL CONCRETO.

<http://www.duravia.com.pe/blog/wp-content/uploads/Resistencia-Concreto-ACI-ICA-version-web.pdf>

ACEROS AREQUIPA (SETIEMBRE 2011). BOLETIN CONSTRUYENDO (VERIFICACION DE RESISTENCIAS DE

CONCRETO).http://www.acerosarequipa.com/maestro-de-obra/boletin-construyendo/edicion_17/mucho-ojo-al-reglamento-resistencia-a-la-compresion-del-concreto.html

ANEXOS

ANEXO 1: Parámetros ISO para Rodamientos

Co= Capacidad de carga estática

C = Capacidad de carga dinámica

Rodamientos de Bola

Serie 63300
Hilera Sencilla, Canal Profunda, Cartucho

Número Rodmto	Dimensiones Nominales de Rodamiento					Diámetros de Hombro Preferidos			Capacidad Básica Carga (lbs)		Peso Rodmto (Approx.)
	d		D		B	r*	Eje	Aljmnto	C _d	C _e	lbs
	mm	pulgada	mm	pulgada	pulgada	pulgada	pulgada	pulgada			
63304 DDU	20	0.7874	52	2.0472	0.8750	0.039	1.016	1.772	3580	1770	0.44
63305 DDU	25	0.9843	62	2.4409	1.0000	0.039	1.220	2.165	4630	2530	0.78
63306 DDU	30	1.1811	72	2.8346	1.1875	0.039	1.469	2.559	5990	3380	1.13
63307 DDU	35	1.3780	80	3.1496	1.3750	0.059	1.688	2.795	7490	4320	1.64
63308 DDU	40	1.5748	90	3.5433	1.4375	0.059	1.929	3.189	9160	5400	2.06
63309 DDU	45	1.7717	100	3.9370	1.5625	0.059	2.126	3.583	11910	7210	3.00
63310 DDU	50	1.9685	110	4.3307	1.7500	0.079	2.362	3.937	13940	8610	3.75
63311 DDU	55	2.1654	120	4.7244	1.9375	0.079	2.559	4.331	16070	10040	5.12
63312 DDU	60	2.3622	130	5.1181	2.1250	0.079	2.835	4.646	18400	11700	6.50

*Máximo chafán que el Radio de la Esquina del Rodamiento Pasa.

C_d = Capacidad de carga axial Dinámica
C_e = Carga estática Radial

Nota: Las velocidades limitantes pueden ser menores con sellos de contacto. Para mayor información contacte con un ingeniero de NSK.

ANEXO 2: Fotos Visita al Botadero San José



ANEXO 3: Fotos Planta de Trituración de Piedra.



COSTOS
ANEXO 4 (MATERIALES)



PROYECTO : DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO DE UNA MAQUINA TRITURADORA DE CONCRETO.



UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

FECHA : JULIO DEL 2016

PARTIDA	DESCRIPCION	UND	METRADO	PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO TOTAL S/.
I	SUMINISTRO DE MATERIALES				
01.00.00	ESTRUCTURA O BLOQUE DE MAQUINA				
01.01.00	PLANCHA DE ACERO AL CARBONO 1023 (CHAPA) de 10 mm x 1m x 2.4 m.	UND	1.00	250.00	250.00
01.02.00	SOLDADURA AWS CELLOCORD EXXXX- D=1/8"	KG	2.00	24.00	48.00
02.00.00	ENTRADA DEL CONCRETO EN LA MAQUINA				
02.01.00	PLANCHA GRUESA, ESTRUCTURAL AISI 1020, 400 x 200 x 40 mm (1.6")	UND	2.00	100.00	200.00
03.00.00	SISTEMA TRITURADOR				
03.01.00	EJE PRINCIPAL				
	ACERO AISI 1020 LAM. FRIO, D=50.8 X 600 mm	UND	1.00	200.00	200.00
	CHAVETA DE 8 mm x 78 mm	UND	1.00	15.00	15.00
03.02.00	BIELA				
	BIELA DE ACERO 1020, D= 2" x 255 mm x 60 mm	UND	1.00	80.00	80.00
	TAPA DE BIELA AISI 1020, D= 2" x 45 mm	UND	1.00	20.00	20.00
	PERNOS HEXAGONALES-TIPO HBOL DE 1/2" X 1625"	UND	2.00	1.50	3.00
	TUERCAS HEXAGONALES DE 1/2"	UND	2.00	0.50	1.00
03.03.00	ARRIOSTRAS				
	ARRIOSTRE DE ACERO AISI 1020 de 3/4" x 30 mm x 90 mm	UND	4.00	35.00	140.00
	PIN PASADOR UNION DE ARRIOSTRES DE ACERO AISI 1010 1/2" x 15"	UND	2.00	5.00	10.00
	PERNOS HEXAGONALES-TIPO HBOL DE 3/4" X 3.25"	UND	2.00	2.00	4.00
	TUERCAS HEXAGONALES DE 3/4"	UND	2.00	1.00	2.00
03.04.00	MANDIBULAS				
	MANDIBULA OSCILANTE ACERO AISI 1020 DE 440 mm x 200 mm	UND	1.00	150.00	150.00
	PLACA DE MANDIBULA OSCILANTE ACERO ALEADO MANGANESO DE 3	UND	1.00	100.00	100.00
	MANDIBULA FIJA VERTICAL ACERO ALEADO MANGANESO DE 360 mm x	UND	1.00	100.00	100.00
	EJE DE MANIBULA ACERO AISI 1010, D=1" X 310 mm	UND	1.00	60.00	60.00
	PIN DE UNION MANDIBULA-ARRIOSTRE, ACERO AISI 1010, D=1" X 207 mm	UND	1.00	20.00	20.00
	PERNOS HEXAGONALES-TIPO HBOL DE 3/4" X 1.25"	UND	4.00	2.00	8.00
03.05.00	REGULADOR DE MANDIBULA OSCILANTE				
	REGULADOR DE 280 mm x 120 mm	UND	1.00	50.00	50.00
	DADO DESLIZANTE DEL REGULADOR DE 60 mm x 150 mm	UND	1.00	30.00	30.00
	PIN ROSCADO DE REGULADOR ACERO AISI 1010 DE 3/4" x 118 mm	UND	1.00	8.00	8.00
	TUERCA HEXAGONAL DE 3/4"	UND	1.00	1.00	1.00
	TUERCA HEXAGONAL DE 1"	UND	1.00	2.00	2.00
03.06.00	TEMPLADOR DEL SISTEMA TRITURADOR				
	BARRA TEMPLADOR CILINDRICA DE D= 1" x 420 mm.	UND	1.00	50.00	50.00
	RESORTE HELICOIDAL DE 1" x 40 mm x 10 V.	UND	1.00	8.00	8.00
	PERNOS HEXAGONALES-TIPO HBOL DE 1/2" X 3"	UND	1.00	1.00	1.00
	TUERCA HEXAGONAL DE 1/2"	UND	1.00	0.50	0.50
04.00.00	SISTEMA DE TRANSMISION.				
04.01.00	POLEAS EN V - 03 CANALES				
	POLEA DE ALUMINIO Ø= 4"	UND	1.00	35.00	35.00
	POLEA DE ALUMINIO Ø= 7"	UND	1.00	90.00	90.00
04.02.00	BANDAS TIPO V- SECCION B				
	BANDA SERIE A 73	UND	3.00	60.00	180.00
04.03.00	RODAMIENTOS				
	SKF, RIGIDO DE BOLAS, SERIE DDU NSK, NUMERO 63308				

04.04.00	<u>CHUMACERAS</u>				
	SKF SOPORTE DE PIE Ø= 40 mm	UND	2.00	50.00	100.00
	PERNOS HEXAGONALES 1/2" X 2"	UND	4.00	1.00	4.00
	TUERCA HEXAGONAL DE 1/2"	UND	1.00	0.50	0.50
05.00.00	<u>EQUIPOS Y ACCESORIOS ELECTRICOS</u>				
05.01.00	MOTOR ELECTRICO DE 04 Hp, 220 V - 2 φ , 1750 RPM , 60 Hz.	UND	1.00	800.00	800.00
05.02.00	LLAVE TERMOMAGNÉTICA	UND	1.00	40.00	40.00
05.03.00	CONDUCTOR (FILAMENTOS) DE SECCIÓN 14 mm2	ML	5.00	5.00	25.00
06.00.00	<u>ACABADO</u>				
06.01.00	ESMALTE	GL	1.00	40.00	40.00
06.02.00	MASILLA	GL	0.25	40.00	10.00
06.03.00	TINNER	LT	2.00	4.00	8.00
06.04.00	LIJAS	UND	2.00	2.00	4.00
06.05.00	TRAPO INDUSTRIAL	KG	2.00	2.00	4.00
	TOTAL				S/. 2,902.00

En el anexo 4 se aprecia el cuadro de Excel que contiene los costos de materiales para la construcción de la máquina trituradora de concreto que llegan a un monto total de **S/. 2,902.00**

COSTOS					
ANEXO 5 (FABRICACIÓN Y MONTAJE)					
				 UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN	
PROYECTO : DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO DE UNA MAQUINA TRITURADORA DE CONCRETO					
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE					
FECHA : JULIO DEL 2016					
PARTIDA	DESCRIPCION	UND	METRADO	PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO TOTAL S/.
I	<u>FABRICACIÓN Y MONTAJE ELECTROMECANICO</u>				
01.00.00	<u>ESTRUCTURA O BLOQUE DE MAQUINA</u>				
01.01.00	FABRICACION	UND	1.00	500.00	500.00
02.00.00	<u>ENTRADA DE MAQUINA</u>				
02.01.00	CORTE Y DETALLES DE PLANCHA LATERAL AISI 1020, 400 x 200 x 40 mm	UND	1.00	80.00	80.00
03.00.00	<u>SISTEMA TRITURADOR</u>				
03.01.00	<u>EJE PRINCIPAL</u>				
	TORNEADO	UND	1.00	150.00	150.00
	CEPILLADO	UND	1.00	20.00	20.00
	CHAVETA	UND	1.00	20.00	20.00
03.02.00	<u>ARRIOSTRAS</u>				
	FABRICACION	UND	4.00	15.00	60.00
	TALADRADO	UND	1.00	40.00	40.00
03.03.00	<u>MANDIBULAS</u>				
	FABRICACION DE DETALLES	UND	1.00	80.00	80.00
	TALADRADO	UND	1.00	30.00	30.00
	MONTAJE DE ACCESORIOS	UND	1.00	60.00	60.00
04.00.00	<u>SISTEMA DE TRANSMISIÓN.</u>				
04.01.00	<u>POLEAS EN V – 01 CANAL</u>				
	TORNEADO Y MONTAJE DE ACCESORIOS EN POLEAS 2" , 16"	UND	1.00	90.00	90.00
	TORNEADO Y CANAL CHAVETERO DE POLEAS Ø 2" y 16"	UND	1.00	50.00	40.00
	MONTAJE DE ACCESORIOS DE SUJECION EN ESTRUCTURA	UND	1.00	30.00	30.00
05.00.00	<u>EQUIPOS Y ACCESORIOS ELECTRICOS</u>				
05.01.00	MONTAJE	UND	1.00	60.00	60.00
06.00.00	<u>ACABADO</u>				
06.01.00	MASILLADO DE UNIONES METALICAS	GL	1.00	50.00	50.00
06.02.00	LIJADO Y ESMERILADO	UND	1.00	30.00	30.00
06.03.00	PINTADO DE ESTRUCTURA DE MAQUINA Y COMPONENTES	LT	2.00	50.00	100.00
	TOTAL				S/. 1,440.00

En el anexo 5 se aprecia el cuadro de Excel que contiene los costos por fabricación y montaje de la máquina trituradora de concreto que llegan a un monto total de **S/. 1,440.00**

RESUMEN GENERAL

PROYECTO : **DISEÑO Y CONTRUCCION DEL PROTOTIPO
DE MAQUINA TRITURADORA DE CONCRETO**

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE
PROVINCIA : CHICLAYO
DISTRITO : CHICLAYO

SUMINISTRO, MONTAJE DE EQUIPOS Y ACCESORIOS ELECTROMECAÑICOS

ITEM	DESCRIPCION	TOTAL
A	SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES	2,902.00
B	FABRICACION Y MONTAJE ELECTROMECANICO	1,440.00
C	TRANSPORTE TERRESTRE Y FLETE (10% A)	290.20
D	COSTO DIRECTO (C.D.)	4,632.20
E	GASTOS GENERALES (8% C.D.)	370.58
F	UTILIDADES (20 % C.D.)	926.44
G	SUPERVISION (8 % C.D.)	370.58
H	SUB-TOTAL	6,299.79
I	I.G.V. 18 %	1,133.96
COSTO TOTAL S/.		7,433.75

ANEXO 6: Estudio y Análisis Mediante Van y Tir.

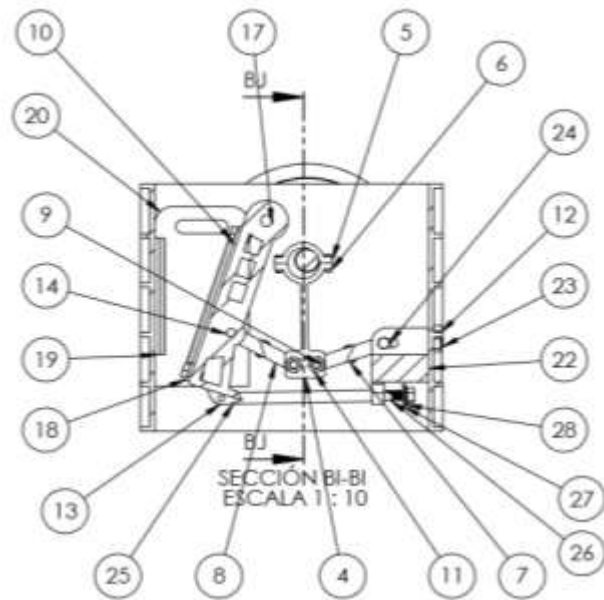
Densidad de Concreto:	1400 Kg/M3						
Mes :	30						
Ingresos							
Trabajo en Hr.	Capacidad de Maquina Kg/hora	concreto reciclado sub total Kg/dia	concreto reciclado sub total M3/dia	Costo Unitario en S/ de M3 de Concreto	Ingresos S/./dia	Ingresos S/./ Mensual	
8	500	4000	2.86	S/. 50.00	S/. 142.86	S/. 4,285.71	

EGRESOS			
Descripción de Recursos	Costo Mensual	Coefficiente de Participacion	Sub Total S/.
Operador de Equipo	1600	1	1600
Mecánico	1500	0.5	750
Suministros para Mantenimiento	280	1	280
Consumo de Energía Eléctrica	120	1	120
Total Nuevos Soles			S/. 2,750.00

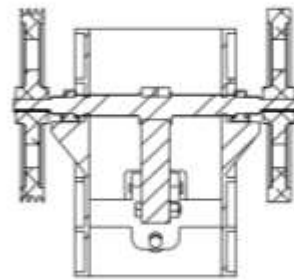
Inversion Inicial:		7,433.75							
Flujo de ingresos		Flujo de Egresos		Flujo efectivo neto		DATOS			
Mes	Valor	Mes	Valor	Mes	valor				
1	S/. 4,285.71	1	S/. 2,750.00	1	S/. 1,535.71	-7433.75			
2	S/. 4,285.71	2	S/. 2,750.00	2	S/. 1,535.71	1535.71			
3	S/. 4,285.71	3	S/. 2,750.00	3	S/. 1,535.71	1535.71			
4	S/. 4,285.71	4	S/. 2,750.00	4	S/. 1,535.71	1535.71			
5	S/. 4,285.71	5	S/. 2,750.00	5	S/. 1,535.71	1535.71			
6	S/. 4,285.71	6	S/. 2,750.00	6	S/. 1,535.71	1535.71			
7	S/. 4,285.71	7	S/. 2,750.00	7	S/. 1,535.71	1535.71			
8	S/. 4,285.71	8	S/. 2,750.00	8	S/. 1,535.71	1535.71			
9	S/. 4,285.71	9	S/. 2,750.00	9	S/. 1,535.71	1535.71			
10	S/. 4,285.71	10	S/. 2,750.00	10	S/. 1,535.71	1535.71			
11	S/. 4,285.71	11	S/. 2,750.00	11	S/. 1,535.71	1535.71			
12	S/. 4,285.71	12	S/. 2,750.00	12	S/. 1,535.71	1535.71			
13	S/. 4,285.71	13	S/. 2,750.00	13	S/. 1,535.71	1535.71			
14	S/. 4,285.71	14	S/. 2,750.00	14	S/. 1,535.71	1535.71			
15	S/. 4,285.71	15	S/. 2,750.00	15	S/. 1,535.71	1535.71			
16	S/. 4,285.71	16	S/. 2,750.00	16	S/. 1,535.71	1535.71			
17	S/. 4,285.71	17	S/. 2,750.00	17	S/. 1,535.71	1535.71			
18	S/. 4,285.71	18	S/. 2,750.00	18	S/. 1,535.71	1535.71			
19	S/. 4,285.71	19	S/. 2,750.00	19	S/. 1,535.71	1535.71			
20	S/. 4,285.71	20	S/. 2,750.00	20	S/. 1,535.71	1535.71			
21	S/. 4,285.71	21	S/. 2,750.00	21	S/. 1,535.71	1535.71			
22	S/. 4,285.71	22	S/. 2,750.00	22	S/. 1,535.71	1535.71			
23	S/. 4,285.71	23	S/. 2,750.00	23	S/. 1,535.71	1535.71			
24	S/. 4,285.71	24	S/. 2,750.00	24	S/. 1,535.71	1535.71			
25	S/. 4,285.71	25	S/. 2,750.00	25	S/. 1,535.71	1535.71			
26	S/. 4,285.71	26	S/. 2,750.00	26	S/. 1,535.71	1535.71			
27	S/. 4,285.71	27	S/. 2,750.00	27	S/. 1,535.71	1535.71			
28	S/. 4,285.71	28	S/. 2,750.00	28	S/. 1,535.71	1535.71			
29	S/. 4,285.71	29	S/. 2,750.00	29	S/. 1,535.71	1535.71			
30	S/. 4,285.71	30	S/. 2,750.00	30	S/. 1,535.71	1535.71			
31	S/. 4,285.71	31	S/. 2,750.00	31	S/. 1,535.71	1535.71			
32	S/. 4,285.71	32	S/. 2,750.00	32	S/. 1,535.71	1535.71			
33	S/. 4,285.71	33	S/. 2,750.00	33	S/. 1,535.71	1535.71			
34	S/. 4,285.71	34	S/. 2,750.00	34	S/. 1,535.71	1535.71			
35	S/. 4,285.71	35	S/. 2,750.00	35	S/. 1,535.71	1535.71			
36	S/. 4,285.71	36	S/. 2,750.00	36	S/. 1,535.71	1535.71			
TOTAL	S/. 51,428.52	TOTAL	S/. 33,000.00	TOTAL	S/. 18,428.52				
		VAN		S/. 9,319.45					
						43,994.774			
						S/. 10,994.77			
		TIR		21%					

PERIODO	FLUJO	FLUJO ACUMULADO		
1	1535.71	1,536	INVERSION INICIAL	7,433.75
2	1535.71	3,071	ULTIMO FLUJO	1,535.71
3	1535.71	4,607	POR RECUPERAR	2,826.62
4	1535.71	6,143	PRI años	1.84
5	1535.71	7,679		
6	1535.71	9,214	PRI=	8.8
7	1535.71	10,750		
8	1535.71	12,286	SE RECUPERARÁ EN 8.8 MESES	
9	1535.71	13,821	QUE EQUIVALE A 8 MESES CON 24 DÍAS	
10	1535.71	15,357		
11	1535.71	16,893		
12	1535.71	18,429		
13	1535.71	19,964		
14	1535.71	21,500		
15	1535.71	23,036		
16	1535.71	24,571		
17	1535.71	26,107		
18	1535.71	27,643		
19	1535.71	29,178		
20	1535.71	30,714		
21	1535.71	32,250		
22	1535.71	33,786		
23	1535.71	35,321		
24	1535.71	36,857		
25	1535.71	38,393		
26	1535.71	39,928		
27	1535.71	41,464		
28	1535.71	43,000		
29	1535.71	44,536		
30	1535.71	46,071		
31	1535.71	47,607		
32	1535.71	49,143		
33	1535.71	50,678		
34	1535.71	52,214		
35	1535.71	53,750		
TOTAL		967,497		

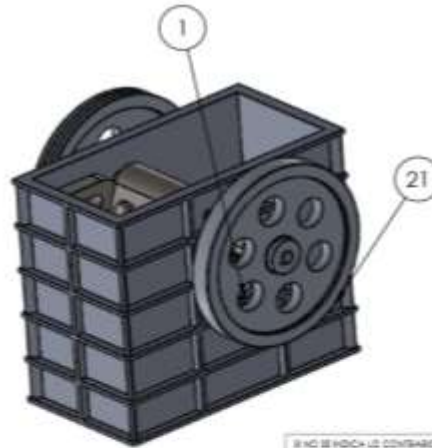
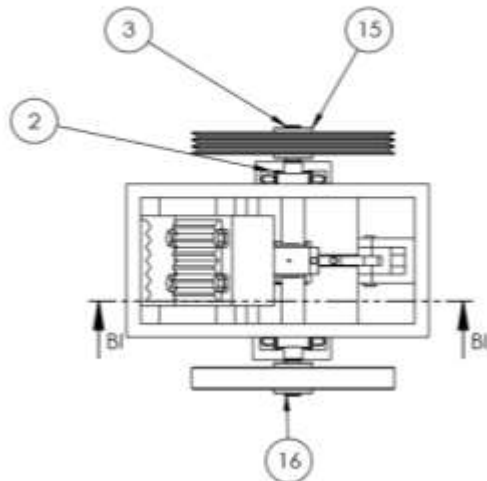
PLANOS



SECCIÓN BI-BI
ESCALA 1 : 10



SECCIÓN BJ-BJ
ESCALA 1 : 10



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	BLOQUE DE CHAPA	1
2	CHUMACERA DE 1 pulg.	2
3	EJE PRINCIPAL	1
4	BIELA	1
5	TAPA DE BIELA	1
6	0.5-Clevis Pin	2
7	PASADOR DE ARRIOSTRE	2
8	ARRIOSTRES	4
9	HHFBOLT 0.7500-10x3.25x1.75-S	2
10	HHFBOLT 0.7500-10x1.25x1.25-S	4
11	HHNUT 0.7500-10-B-S	2
12	HHNUT 1.0000-8-B-S	1
13	MANDIBULA OSCILANTE-LADO DE ARIOSTRA	1
14	PIN DE MANDIBULA OSCILANTE Y ARIOSTRA	1
15	POLEA 17 pulg.	1
16	CHAVETA 1	2
17	EJE DE MANDIBULA	1
18	PLACA DE MANDIBULA OSCILANTE	1
19	PLACA VERTICAL	1
20	PLANCHA LATERAL DE e=40 MM	2
21	VOLANTE	1
22	REGULADOR DE MANDIBULA	1
23	DADO REGULADOR DE MANDIBULA	1
24	PIN DE REGULADOR DE MANDIBULA	1
25	templador de mandibula	1
26	resorte templador	1
27	Preferred Wide FW 0.75	1
28	B18.2.2.4M - Hex flange nut, M20 x 2.5 -S	1



ELABORADO: CARLOS ERNESTO OLANO HEYRA REVISIÓN: Nº 01-2016

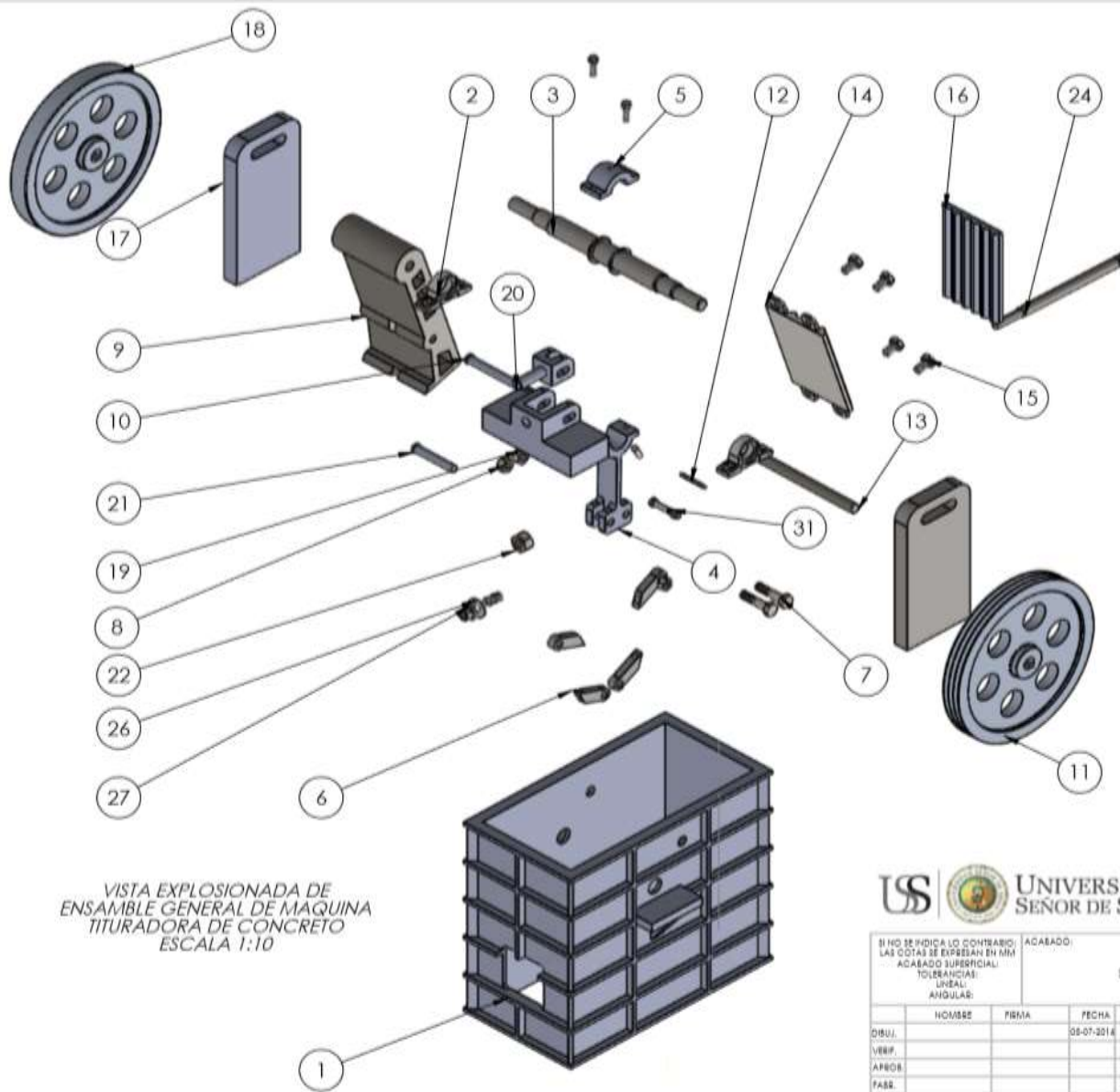
MAQUINA TRITURADORA DE CONCRETO

ENSAMBLE GENERAL

ID-USS-A001-2016-PLANO GENERAL

EG

SI NO SE INDICA LO CONTIENE UN COTAJE DE EXPRESION ADJUNTO SUPLENIR TOLERANCIAL UNIDAD ANGULAS		USO	CANTIDAD	INDICADA
NOVISE	PIEZA	RECIBO		
SEÑAL		RECIBO		
USO				
AREDE				
PIEZA				
CHAVE				
		MATERIAL		
		INDICADOS		
		RECIBO		

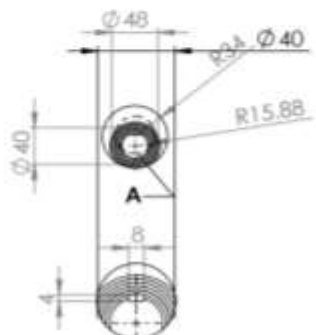


VISTA EXPLOSIONADA DE
ENSAMBLE GENERAL DE MAQUINA
TRITURADORA DE CONCRETO
ESCALA 1:10

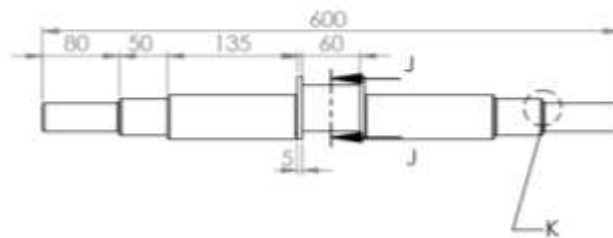
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	BLOQUE DE CHAPA	1
2	CHUMACERA DE 1 pulg.	2
3	EJE PRINCIPAL	1
4	BIELA	1
5	TAPA DE BIELA	1
6	ARRIOSTRES	4
7	HHFBOLT 0.7500-10x3.25x1.75-S	2
8	HHNUT 0.7500-10-B-S	2
9	MANDIBULA OSCILANTE-LADO DE ARIOSTRA	1
10	PIN DE MANDIBULA OSCILANTE Y ARIOSTRA	1
11	POLEA 17 pulg.	1
12	CHAVETA 1	2
13	EJE DE MANDIBULA.	1
14	PLACA DE MANDIBULA OSCILANTE	1
15	HHFBOLT 0.7500-10x1.25x1.25-S	4
16	PLACA VERTICAL	1
17	PLANCHA LATERAL DE e=40 MM	2
18	VOLANTE	1
19	REGULADOR DE MANDIBULA	1
20	DADO REGULADOR DE MANDIBULA	1
21	PIN DE REGULADOR DE MANDIBULA	1
22	HHNUT 1.0000-8-B-S	1
23	PASADOR DE ARIOSTRE	2
24	templador de mandibula	1
25	resorte templador	1
26	Prefered Wide FW 0.75	1
27	B18.2.2.4M - Hex flange nut, M20 x 2.5 -S	1
28	HBOLT 0.5000-20x1.625x1.25-S	2
29	HNUT 1/2-20-D-N	2
30	HNUT 3/4-16-B-S	1
31	HBOLT 0.5000-20x3x1.25-S	1
32	HNUT 0.5000-20-D-S	1

USS UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

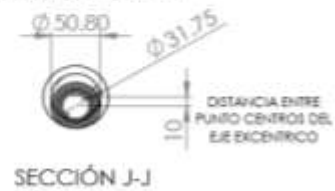
SI NO SE PUEDE LEER LO CONTRARIO, LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM			ACABADO:	INDICADA	ELABORADO:	REVISIÓN: N° 01-2016
ACABADO SUPERFICIAL:			LISO		CARLOS ERNESTO OLANO NEYRA	
TOLERANCIAS:					MAQUINA TRITURADORA DE CONCRETO	
LINEAL:					TÍTULO:	
ANGULAR:					ENSAMBLE GENERAL-DESPIECE	
DIBUJ.	NOMBRE	FIRMA	FECHA		N.º DE DIBUJO	E.G.D
VERIF.			05-07-2016		ID-USS-A002-2016-DESPIECE	
APROB.					ESCALA: 1:10	HOJA 1 DE 1
PASE.						
CALIB.						
				MATERIAL:		
				INDICADOS		
				PESO: 240.00 KG.		



DETALLE A
ESCALA 2 : 5



EXCENTRICIDAD DE EJE: 10 mm



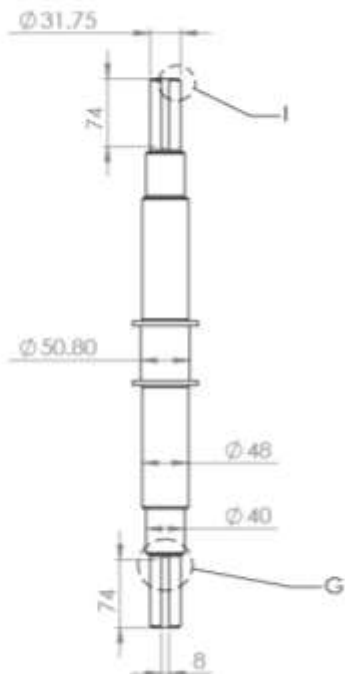
SECCIÓN J-J



DETALLE I
ESCALA 2 : 5



DETALLE K
ESCALA 2 : 5



DETALLE G
ESCALA 2 : 5



USS UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

DISEÑO Y DIBUJO: CARLOS ERNESTO OLANO NEYRA ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS ISO 12781 UNIDAD: ANGULAR		NOMBRE: USO FECHA: 01 FECHA:	CANTIDAD: 01
DIBUJO: TUBO: ARBOL: PAJE: CAJAS:	MATERIAL: ACERO SAE 1020 LAM.FRIO	N° DE DIBUJO: ID-USS-001-2016-EJE PRINCIPAL	E.G.D. HOJA: 1
ESCALA: 1:1		HOJA 1 DE 1	

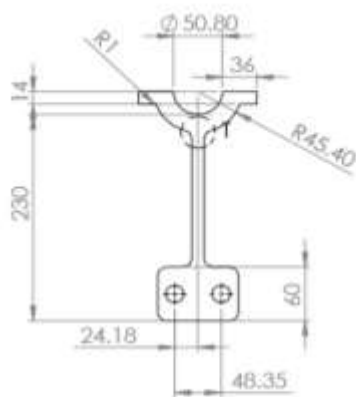
ELABORADO: CARLOS ERNESTO OLANO NEYRA
 REVISIÓN: N° 01-2016
MAQUINA TRITURADORA DE CONCRETO
EJE PRINCIPAL DE MÁQUINA



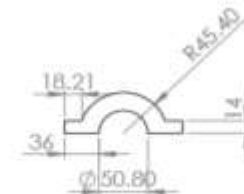
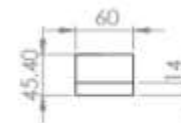
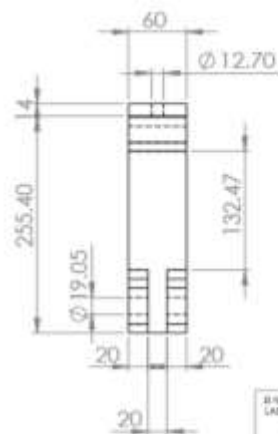
BIELA



TAPA DE BIELA



DETALLE T
ESCALA 2 : 5



ELABORADO: CARLOS ERNESTO OLANO MEYRA REVISIÓN: Nº 01-2014

MAQUINA TRITURADORA DE CONCRETO

FECHA:

BIELA Y TAPA DE BIELA

Nº DE DISEÑO:

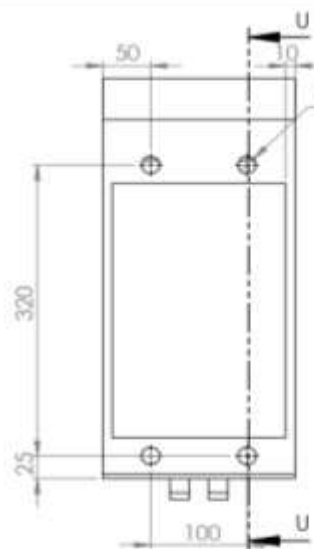
ID-USS-002-2014-BIELA

E.G.D
HOJA 2

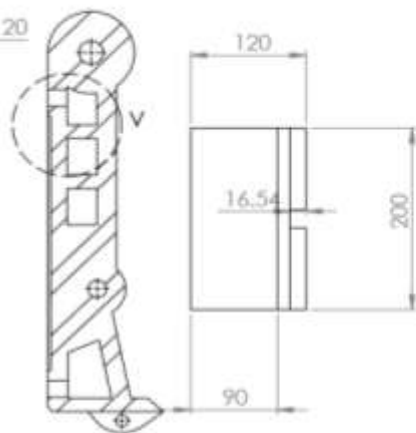
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO LAS COTAS SE SUPLEN EN MM		ACABADO:		CAMBIO:	
ACABADO SUPERFICIAL:				01 JGO.	
TOLERANCIAS:					
LINEAL					
ANGULAR					
DIENI	NOV/02	FECHA	FECHA		
USP			31-07-2014		
APROB					
TASE					
CAUD					
		MATERIAL:			
		ACERO SAE 1020 LAM.FRIO			
		PESO:			

ESCALA:

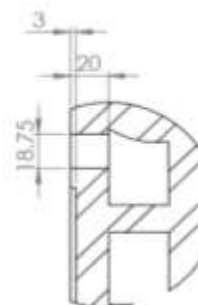
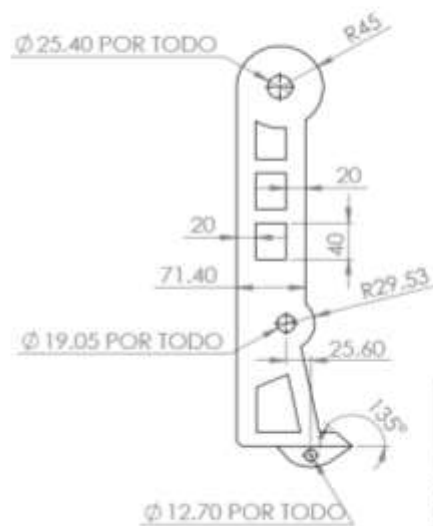
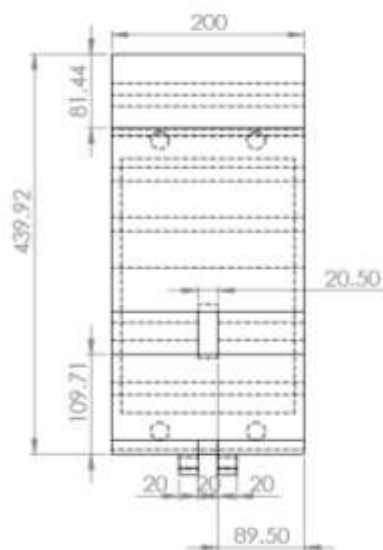
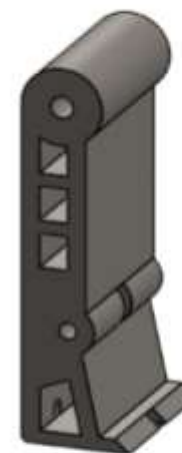
HOJA 1 DE 1



(04) DE $\varnothing 19.05 \times 20$



SECCIÓN U-U

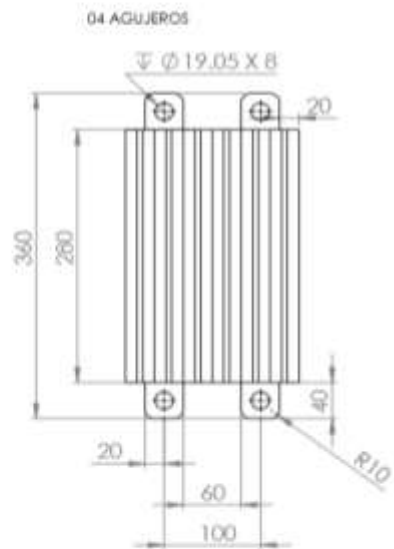
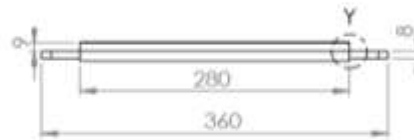
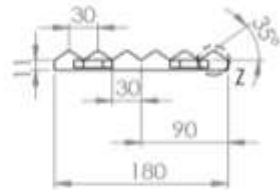


DETALLE V
ESCALA 2 : 5

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO	CANTIDAD
			01
DISEÑO	NOMBRE	FECHA	
VERIF.		09-07-2016	
APROB.			
MATERIA			
CRUC.			
		GENERAL:	
		ACERO SAE 1020 LAM.FRIO	
		PESO: 42.62	

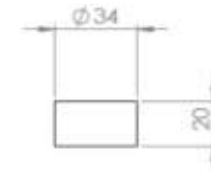
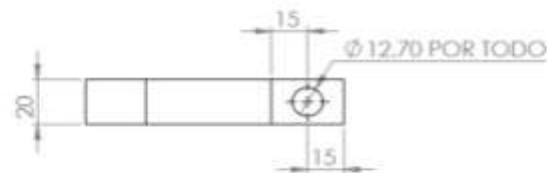
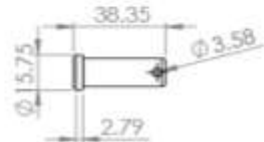
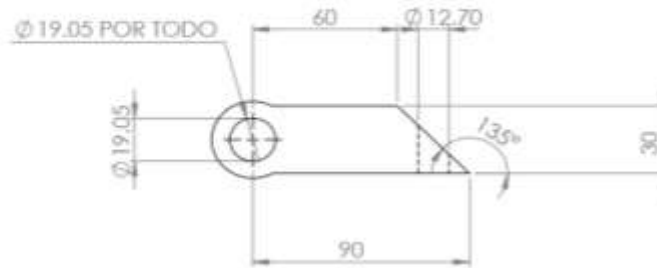
 UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN	
ELABORADO: CARLOS ERNESTO OLANO NEYRA	REVISIÓN: N° 01-2016
MAQUINA TRITURADORA DE CONCRETO	
Título:	
MANDIBULA OSCILANTE	
N° DE DISEÑO: ID-U55-003-2016-MANDIBULA	E.G.D HOJA 3
ESCALA: 1:1	HORA: 1:01

PLACA ACANALADA LONGITUDINALMENTE x 06 PUNTAS



  UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN	
ELABORADO: CARLOS ERNESTO OLANO HEYRA	REVISIÓN: Nº 01-2016
MAQUINA TRITURADORA DE CONCRETO	
PLACA DE MANDIBULA OSCILANTE	
Nº DE DIBUJO ID-U55-004-2016-PLACA M.O	E.B.D HOJA 4

SI NO SE INDICA LO CONTENIDO: LAS COPIAS DE ENTREGAR EN SU ACABADO SUPERFICIAL SOLAMENTE LINEAL ANCHO, AB		ACABADO: CANTIDAD: 02
NOMBRE FECHA TECNICA Nº 01-2016	MATERIAL: ACERO ALEADO MANGANESO	Nº DE DIBUJO ID-U55-004-2016-PLACA M.O
DISEÑO VERIF. APROB. FASE CALID.	FECHA A.E.V.G	ESCALA 1:1 HOJA 1 DE 1



DESCRIPCION	MATERIAL	CANTIDAD
ARRIOSTRE	ACERO 1020	04 UNID.
PIN PASADOR	ACERO 1010	02 UNID.

SINO SE INDICA LO CONTRARIO, LAS DIMENSIONES SE ENTENDEN EN MM		ACABADO	CANTIDAD
ACERADO SUPERFICIAL			04
TOLERANCIAS			
ANGULARES			
DELL.			
USP			
APROB.			
FEEL.			
CHLD.			
		MATERIAL:	
		ACERO SAE 1020 LAM.FRIO	
		REC.	02 KG.



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

ELABORADO: CARLOS ERNESTO OLANO MEYRA REVISIÓN: Nº 01-2016

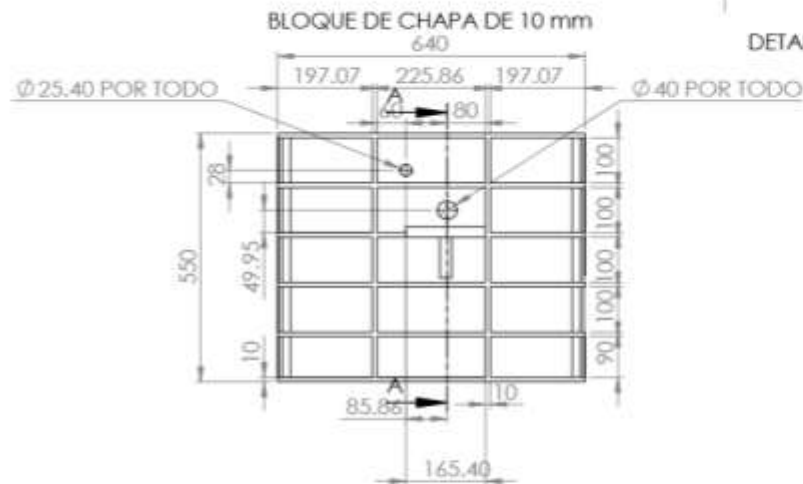
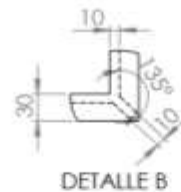
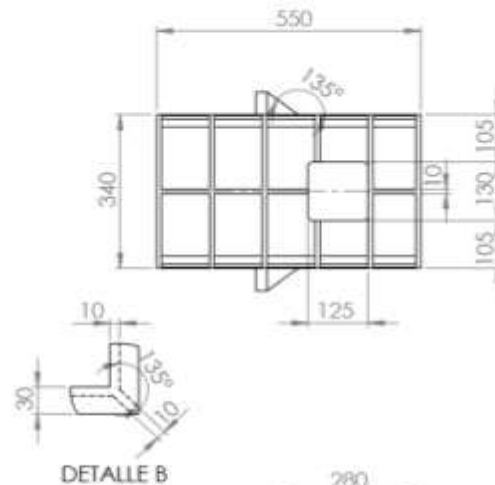
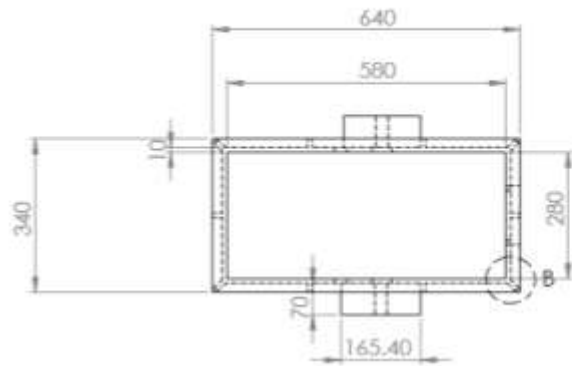
MAQUINA TRITURADORA DE CONCRETO

ELLD.

ARRIOSTRE DE ARTICULACION Y PASADOR

N° DE DISEÑO: ID-USS-005-2016-ARRIOSTRE-PIN. E.G.D. NO. JA. 5

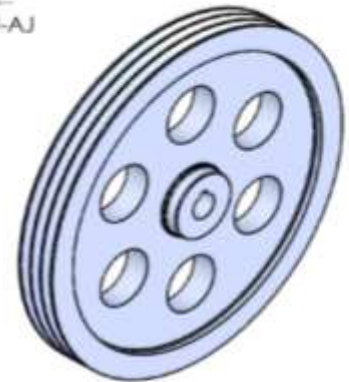
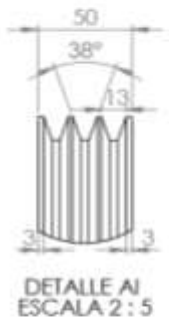
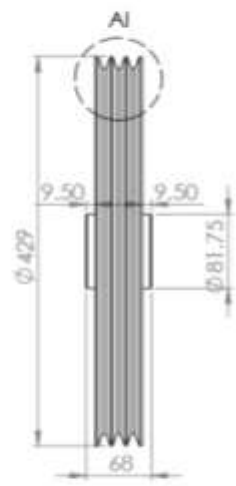
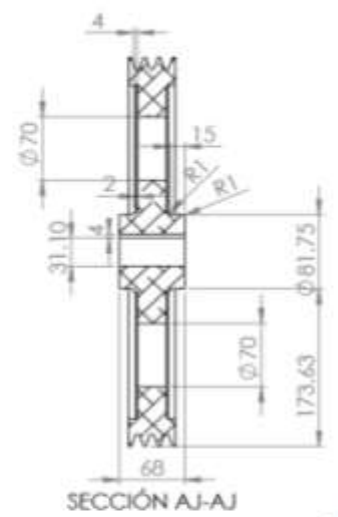
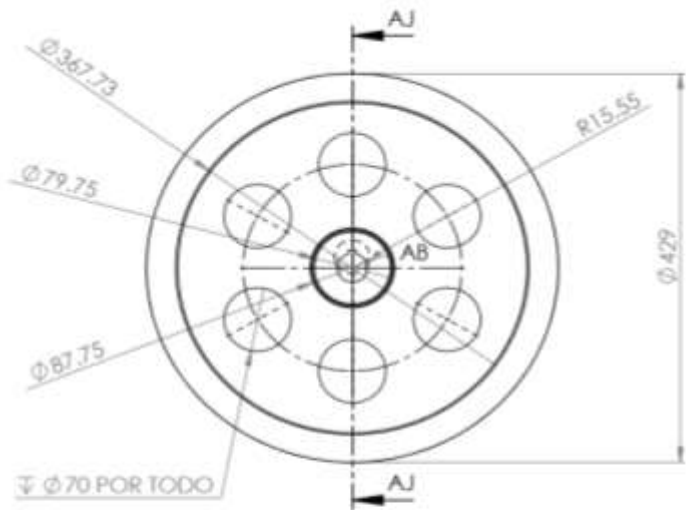
ESCALA: 1:2 HOJA 1 DE 1



B NO BRINCHA LO CONTRIBUYO. LACABADO. LAS DOTAS DE BIPESAN EN 180 ACABADO SUPERFICIAL. SOBREVIVAS. UNDA. ANGULAR.			CANTIDAD: 01		ELABORADO: CARLOS ERNESTO OLANO NEYRA	REVISIÓN: N° 01-2014
NOMBRE:			FECHA:		MAQUINA TRITURADORA DE CONCRETO	
DISEÑO:			MATERIAL:		TÍTULO: ESTRUCTURA BLOQUE DE CHAPA	
N° DE DIBUJO:			CHAPA DE ACERO AL CARBONO 1023 SS		E.G.D. HOJA 6	
CALD.			TÍTULO:		HOJA 1 DE 1	

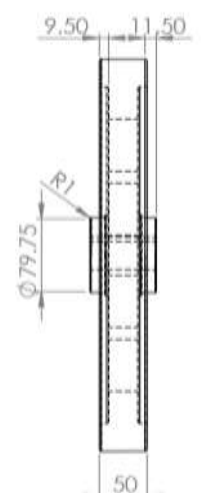
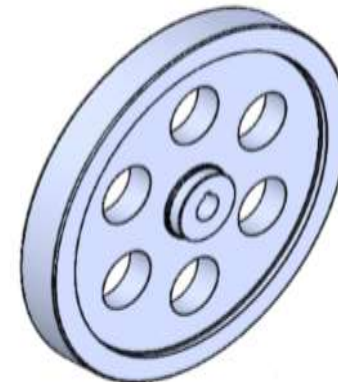
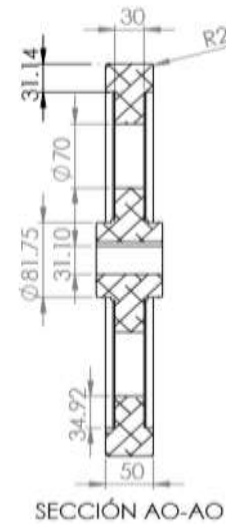
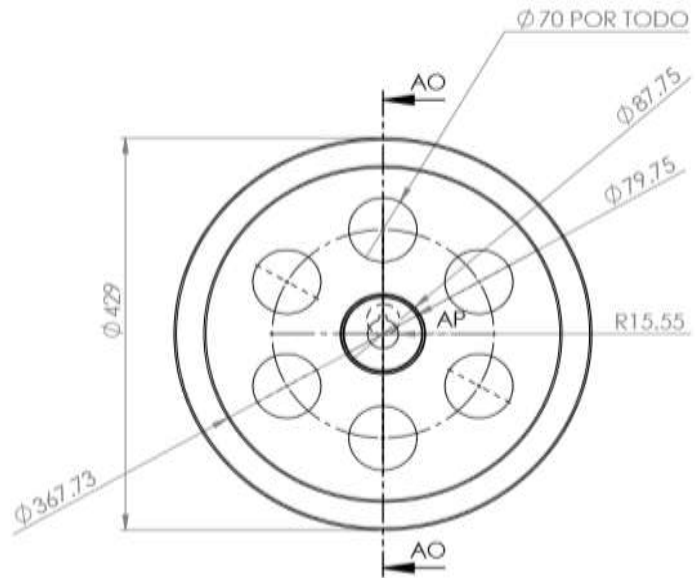


UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN



US UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

B. NO SE RECALA LO COMPROBADO. LAS COTAS SE ENTENDEN EN MM. ACABADO SUPERFICIAL: TORNEADO UNIFORME HERRILLAS		ACABADO	CANTIDAD	ELABORADO: CARLOS ERNESTO OLANO NEYRA REVISIÓN: N° 01-2016
			01	MAQUINA TRITURADORA DE CONCRETO TÍTULO:
				POLEA DE 17"
DISEÑO VER APROB. INGA. CAUS.	NOVENO FEBR. FECHA INICIAL			MATERIAL: ALEACION 1040 N° DE SERIE: ID-USS-007-2016-POLEA 17" E. G. D. HOJA-7
				MATERIAL: ALEACION 1040 N° DE SERIE: ID-USS-007-2016-POLEA 17" E. G. D. HOJA-7



DETALLE AP
ESCALA 2 : 5

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	CANTIDAD: 01
DIBUJ.	HOMBRE	FECHA	FECHA
VERIF.			24/07/2014
APROB.			
FASE:			
CAUD.			
		MATERIAL:	
		ALEACION	
		1060	
		PESO:	120 KG



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

ELABORADO: CARLOS ERNESTO OLANO NEYRA
 REVISIÓN: N° 01-2016

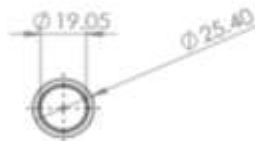
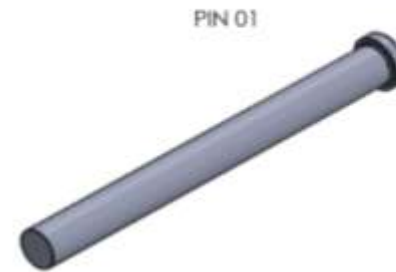
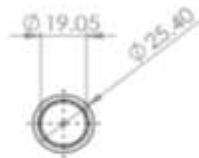
MAQUINA TRITURADORA DE CONCRETO

TITULO:
VOLANTE DE INERCIA

NOMBRE DEL DIBUJO:
ID-USS-008-2016-VOLANTE 17"

E.G.D.
HC.JA-8

ESCALA: 1:1
 HOJA 1 DE 1



DESCRIPCION	MATERIAL	CANTIDAD
PIN DE MANDIBULA	ACERO 1010	01 UNID.
PIN REGULADOR	ACERO 1010	01 UNID.

BIBLIOTECA DE DISEÑO		ACABADO	CANTIDAD
SIN BORDA O CONTARDO SIN ENTAL O ESPESADO EN SUS ACABADO SUPERIOR, TOLERANCIA GRAN ANGULOS			01
NOVISE	PISTA	PCNA	
DRIL			
USP			
ARCO			
PAIS			
CAIS			
		MATERIAL	
		ACERO AISI 1010	
		MSD	

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

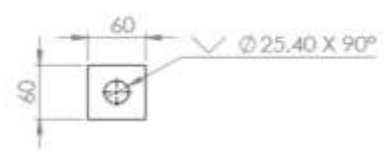
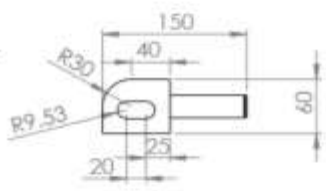
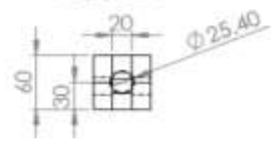
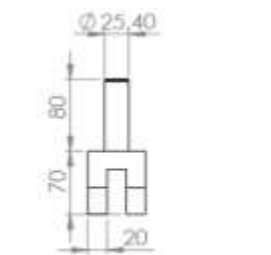
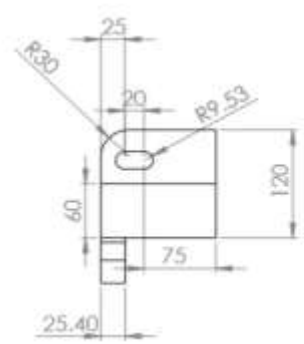
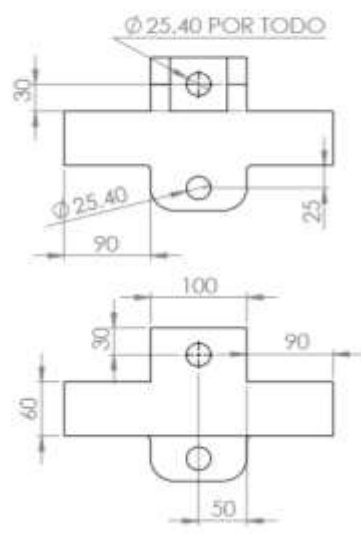
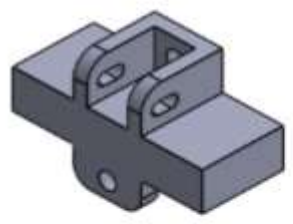
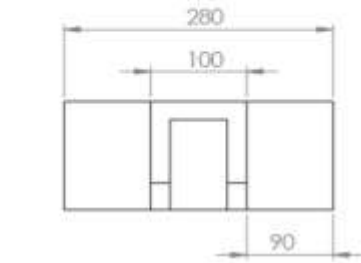
ELABORADO: CARLOS ERNESTO OLANO NEYRA REVISIÓN: N° 01-2016

MAQUINA TRITURADORA DE CONCRETO

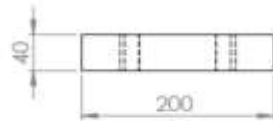
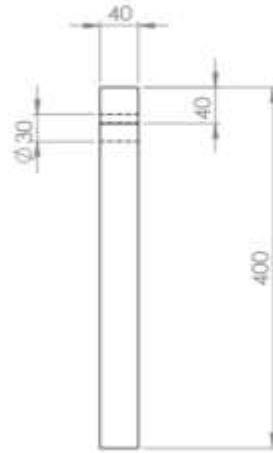
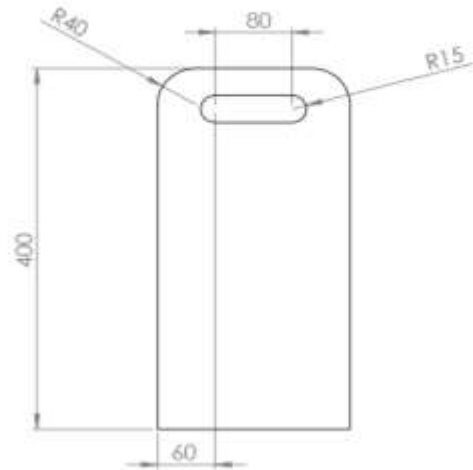
EJE PIN

ID-SS-009-2016-PIN E.C.D. HOJA-9

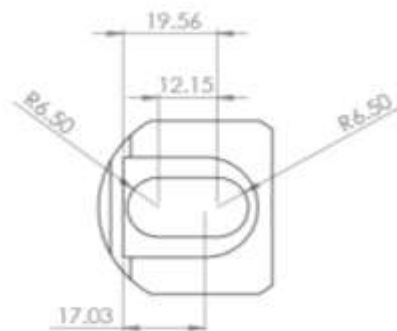
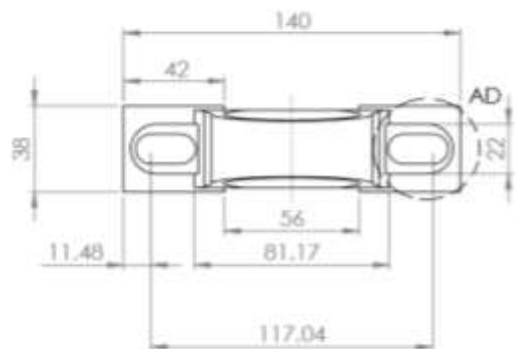
BOMBA 12 HOJA 1 DE 1



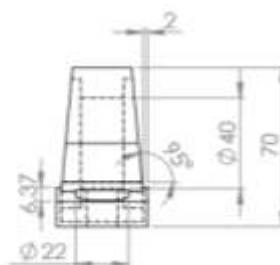
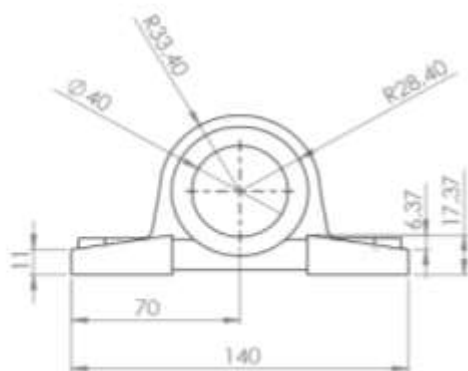
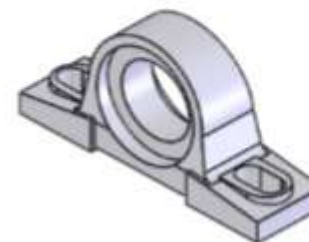
S NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE ENTENDEN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	CANTIDAD:	ELABORADO:	REVISIÓN: N° 01-2016
				01 JGO.	CARLOS ERNESTO OLANO NEYRA	
					MAQUINA TRITURADORA DE CONCRETO	
					TITULO:	
					REGULADOR DE MANDIBULA OSCILANTE	
					N° DE DIBUJO:	
					ID-USS-010-2016-REGULADOR	
					E.G.D.	
					HOJA 1 DE 1	



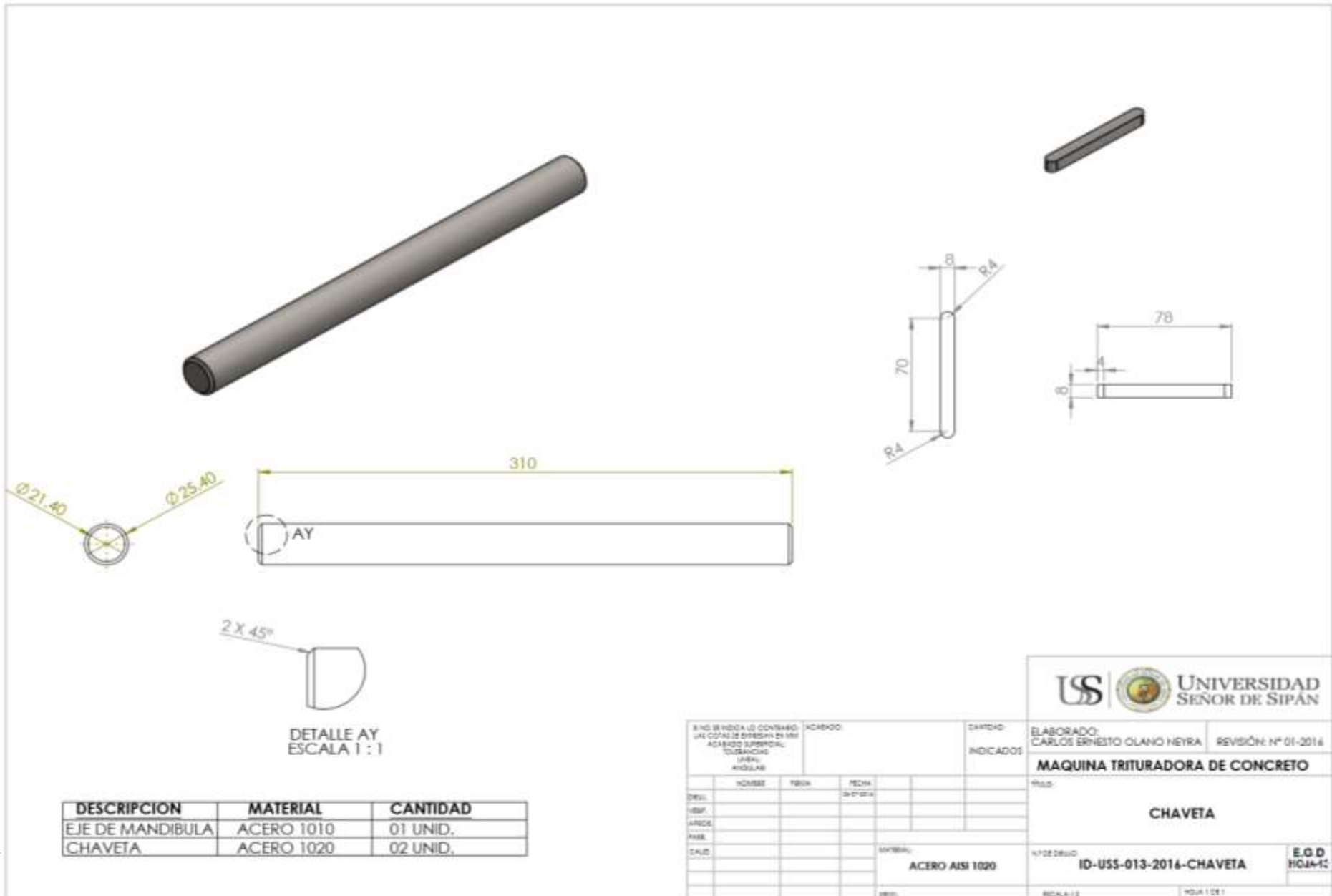
FINO INDICACION CONTENIDO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERIOR: TOLEERANCIA: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO: 	CANTIDAD: 02	ELABORADO: CARLOS ERNESTO OLANO NEYRA	REVISIÓN: N° 01-2016
MAQUINA TRITURADORA DE CONCRETO					PLACA LATERAL	
DISEÑO: LBRF: AREA: PAIS: CALD:	NOMBRE: 	FECHA: 2016/05/14	MATERIAL: ACERO AISI 1020	N° DE DISEÑO: ID-USS-011-2016-PLACA	E.G.D HOJA-11	
PISO: 34 RD.			HOJA 1 DE 1			



DETALLE AD
ESCALA 1 : 1



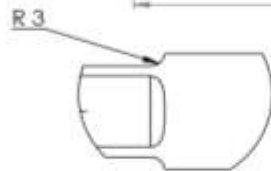
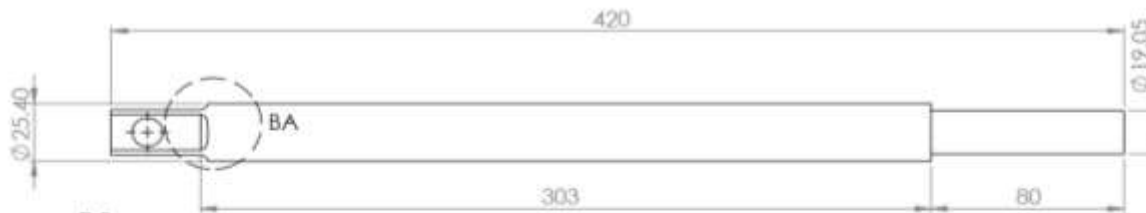
B INICIO DE HOJA LE CONTIENE LAS COTAS DE DISEÑO DE UN ACABADO SUPERFICIE IDEAL ANGULAR		ACERADO	CANTIDAD:
DISEÑO	NOMBRE	FECHA	02
VERIF.	REVIS.	REVIS.	
APROB.			
MATER.			
OTRO			
		USINA:	
		ACERO AISI 1020	



DESCRIPCION	MATERIAL	CANTIDAD
EJE DE MANDIBULA	ACERO 1010	01 UNID.
CHAVETA	ACERO 1020	02 UNID.

DETALLE AY
ESCALA 1 : 1

NOMBRE DEL DISEÑO		NOMBRE DEL DISEÑADOR		FECHA		NÚMERO DE HOJA		TÍTULO	
INGENIERO	CONSTRUCION	INGENIERO	CONSTRUCION	2016	01	01	01	MAQUINA TRITURADORA DE CONCRETO	
ELABORADO:								REVISIÓN: N° 01-2016	
CARLOS ERNESTO OLANO HEYRA									
INDICADOS								CHAVETA	
MATERIAL:								NÚMERO DE DISEÑO	
ACERO AISI 1020								ID-USS-013-2016-CHAVETA	
E.O.D.								HOJA 12	
HOJA 12								HOJA 12 DE 12	



DETALLE BA
ESCALA 1 : 1

DESCRIPCION	MATERIAL	CANTIDAD
TEMPLADOR	ACERO 1010	01 UNID.
RESORTE HELICOIDAL	ACERO ALEADO	01 UNID.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN		ELABORADO: CARLOS ERNESTO OLANO NEYRA		REVISIÓN: N° 01-2016	
MAQUINA TRITURADORA DE CONCRETO		TÍTULO: TEMPLADOR DE MANDIBULA			
N° DE DIBUJO ID-USS-014-2016-TEMPLADOR		E.G.D. HOJA 4			
ESCALA: 1:1		HOJA 1 DE 1			

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO, LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM. ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:		CANTIDAD: INDICADOS	
DISEÑO: VERIF. APROB. PAIS: CALD.	NOMBRE: FECHA: (DD/MM/AA)	FECHA: (DD/MM/AA)	MATERIAL: ACERO	NOMBRE: ACERO	N°: ACERO