



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales Creative Commons, permitiendo a otras solo descargar sus obras y compartirlas con otras siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de forma comercial.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>



Recibo de pago N° 743956

Visto el Informe N° 264-2024-PIEO-UI-FIMEE-UNSLG, emitido la operaria del sistema de antiplagio se emite la siguiente constancia:

N° 248-2024

CONSTANCIA

El que suscribe, director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica, hace constar que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud de la Tesis cuyo título es:

“PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA PLANTA PARA TRATAMIENTO DE AGREGADOS DE 100 M³/H”

Presentado por:

VASQUEZ FLORES, FIDEL MELCHOR

BACHILLER de la Facultad INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA – Escuela Profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA. El resultado obtenido es un porcentaje de SEIS POR CIENTO (6%), por el cual se le otorga el calificativo de:

APROBADO

Se adjunta al presente, el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 24 de Octubre del 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Dr. José Luis Donayre Pasache
DIRECTOR DE UNIDAD

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



**“Propuesta de diseño de una planta para tratamiento de
agregados de 100 m³/h”**

Línea de Investigación

Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles

INFORME FINAL DE TESIS

AUTOR

Bach. Vásquez Flores Fidel Melchor

Ica - Perú

2024

DEDICATORIA

A MI PADRE

Por su apoyo en todo momento, por sus consejos, valores y por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.

AGRADECIMIENTO

A DIOS

Por ayudarme a culminar satisfactoriamente mi carrera universitaria, gracias por darme la fuerza para hacer este sueño realidad, y por estar siempre acompañándome.

A MI ALMA MATER

Por formarme para un futuro competitivo.

A MIS DOCENTES DE LA UNIVERSIDAD

Por todos los conocimientos y consejos que me serán útiles en la vida profesional.

INDICE DE CONTENIDOS

	Página
PORTADA.	I
DEDICATORIA	II
ÍNDICE DE TABLAS	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.6. Base teórica	5
1.7. Objetivos	18
1.8. Hipótesis y variables	18
2.1 Tipo, diseño y nivel de investigación.	19
2.2. Población y muestra.	19
2.3 Técnicas e instrumentos de recolección de la información.	19
2.4 Procesamiento y análisis de los datos.	19
CAPÍTULO III	21
RESULTADOS	21
3.1 Diagrama de flujo de la planta para tratamiento de agregados.	21
3.2 Diseñar o dimensionar los componentes de la planta para tratamiento de agregados.	24
3.3. Elaborar plano de la planta para tratamiento de agregados.	55
CAPÍTULO IV	56
DISCUSIÓN	56
CAPÍTULO V	58
CONCLUSIONES	58
CAPÍTULO VI	59
RECOMENDACIONES	59
CAPÍTULO VII	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
VIII. ANEXOS	
or! Marcador no definido.	¡Err

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
TABLA 1. Clasificación según forma de los agregados.	13
TABLA 2. Clasificación del tipo de roca de los agregados naturales.	14
TABLA 3. Valores retenidos de malla N°4 a malla N°10.	15
TABLA 4. Granulometría del agregado grueso.	16
TABLA 5. Tamaño máximo por cantidad de muestra.	18
TABLA 6. Equipos seleccionados para la planta para tratamiento de agregados.	21
TABLA 7. Granulometría del material a transportar.	28

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
FIGURA N°1. Partes principales de una faja transportadora.	9
FIGURA N°2. Diagrama de flujo de planta para tratamiento de agregados de 100m ³ /h.	22
FIGURA N°3. Arreglo de accionamiento de la faja transportadora.	23
FIGURA N°4. Parrilla fija.	26
FIGURA N°5. Chancadora de mandíbulas o quijada.	27
FIGURA N°6. Espaciamiento entre rodillos.	32
FIGURA N°7. Ancho y altura del faldón.	35
FIGURA N°8. Longitud del faldón.	35
FIGURA N°9. Tensiones en la faja transportadora.	42
FIGURA N°10. Distancia entre planchas del chute de descarga.	44
FIGURA N°11. Distancia entre apoyos.	45
FIGURA N°12. Carga radial resultante.	46
FIGURA N°13. Momento flector en eje de tambor motriz.	47
FIGURA N°14. Soporte con su rodamiento.	53

RESUMEN

La planta de tratamiento para agregados, ubicada en el cerro BomBom, en el centro poblado de Tallamac, distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca, no solo busca satisfacer la creciente demanda en el sector de la construcción, sino también al impulso económico a través de la eficiencia y calidad en la producción de materiales fundamentales para el desarrollo de infraestructuras clave; este estudio se erige como un eslabón crucial para impulsar la confianza y el crecimiento económico en la región, alineándose con las necesidades actuales del país.

Para ello, se formuló y seccionó en 8 capítulos los cuales incluyeron sub tópicos que especificaron mejor y desarrollaron el trabajo realizado y los resultados obtenidos por parte del investigador.

En el primer capítulo se inició abordando los aspectos científicos relacionados con el tópico, se describió la realidad problemática, citando y comentando investigaciones recientemente realizadas y el origen que llevó a la inquietud de realizar este trabajo, mediante el planteamiento de la problemática, los objetivos y la justificación e importancia.

En el segundo capítulo se describió detalladamente como se realizó la investigación, la metodología que se consignó, y el método, como se recopiló los datos recogidos y obtenidos.

En el tercer capítulo se muestran los resultados y su análisis respectivo.

En el cuarto y quinto capítulo se realizó la discusión: analizar, comparar e interpretar los resultados, y posteriormente las conclusiones.

En el sexto capítulo se hace referencia a las sugerencias o recomendaciones por parte del investigador.

En el séptimo y octavo capítulo se agrupa las fuentes bibliográficas que han sido de ayuda para la realización del presente trabajo y sus respectivos anexos.

Se obtuvo como resultado, una tolva de gruesos de 2,71 x 10,84 m, con una parrilla de abertura de 6", un grizzly de abertura de 2", chancadora primaria C80, 5 fajas transportadoras con un ancho de 24" y una velocidad de operación de 1,027 m/s la cual cuenta con una polea motriz de 20" de diámetro, con un eje de diámetro 3,7" y una polea de cola de 18" de diámetro, con un diámetro de eje de 2.5", y un motorreductor de 36KW; además de un cedazo para la separación por tamaño de dos mallas los cuales se presentan en planos de la planta.

Palabras claves: Diseño, Diagrama de flujo, Planta para tratamiento de agregados.

ABSTRACT

The aggregate treatment plant, located on BomBom Hill, in the town of Tallamac, district of Bambamarca, province of Hualgayoc, department of Cajamarca, not only seeks to satisfy the growing demand in the construction sector, but also to boost the economy through efficiency and quality in the production of essential materials for the development of key infrastructures; this study stands as a crucial link to boost confidence and economic growth in the region, aligning with the current needs of the country.

To this end, it was formulated and divided into 8 chapters which included subtopics that better specified and developed the work carried out and the results obtained by the researcher. In the first chapter, the scientific aspects related to the topic were addressed, the problematic reality was described, citing and commenting on recently carried out research and the origin that led to the concern to carry out this work, through the statement of the problem, the objectives and the justification and importance.

The second chapter describes in detail how the research was carried out, the methodology used, and the method, how the data collected and obtained were compiled. The third chapter shows the results and their respective analysis.

In the fourth and fifth chapters, the discussion was carried out: analyzing, comparing and interpreting the results, and then the conclusions.

In the sixth chapter, reference is made to the suggestions or recommendations made by the researcher.

In the seventh and eighth chapters, the bibliographic sources that have been helpful in carrying out this work and their respective annexes are grouped together.

The result was a coarse hopper of 2.71 x 10.84 m, with a 6" opening grate, a 2" opening grizzly, a C80 primary crusher, 5 conveyor belts with a width of 24" and an operating speed of 1,027 m/s which has a 20" diameter drive pulley, with a 3.7" diameter shaft and an 18" diameter tail pulley, with a 2.5" diameter shaft, and a 36KW gear motor; in addition to a sieve for separation by size of two meshes which are presented in the plant plans.

Keywords: Design, Flow diagram, Aggregate treatment plant.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La obtención de agregados de construcción de alta calidad, como la grava en guijarros de diversos tamaños, es esencial para garantizar la resistencia y la durabilidad del concreto. En nuestro país, esta necesidad se ha expandido más allá de los centros urbanos principales, abarcando también áreas tanto urbanas como rurales; la industria encargada de producir estos agregados se enfrenta a desafíos significativos, entre ellos la creciente demanda y la necesidad de mantener precios estables en el mercado.

Sin embargo, se ha optado por la implementación de plantas para tratamiento de agregados para satisfacer la demanda creciente, por agregados de alta calidad, reducir precios al aumentar la disponibilidad local de estos materiales, mejorando la durabilidad y resistencia de las estructuras locales, contribuyendo a la seguridad y fiabilidad de éstas, a su vez también mejorar la disponibilidad local de estos materiales.

En ese sentido, la presente investigación tiene como objetivo principal: Diseñar una planta para tratamiento de agregados de 100 m³/h que pueda producir agregados, cuyos tamaños pueden ser menores a 1/8", de 1/8" a 1/2" y de 1/2" a 3/4"; entre los objetivos secundarios: Realizar el diagrama de flujo de la planta para tratamiento de agregados, diseñar o dimensionar los componentes de la planta para tratamiento de agregados y elaborar los planos de fabricación de la planta para tratamiento de agregados.

Para ello, se ha aplicado un enfoque cualitativo e investigación aplicada y descriptiva de diseño no experimental, para ello se hizo uso de manuales, artículos, normas técnicas y las buenas prácticas de la ingeniería.

1.1. Situación problemática.

El crecimiento de la industria de la construcción en la etapa pos pandemia, está proyectado en un 42% para el 2030 a nivel global [1], este crecimiento, conducirá a un aumento en la demanda de agregados, dado que el desarrollo de la infraestructura y las grandes obras de construcción están directamente vinculadas con la expansión en la industria de los procesos de extracción de agregados. Esto se debe al hecho que aproximadamente el 75% de volumen de los diferentes tipos de concreto están conformados de agregados [2].

En nuestro país, el sector de la construcción juega un papel crucial en el producto bruto interno (PBI), superando a otros sectores económicos en su contribución. Oscar Chávez, el jefe del instituto de economía de desarrollo empresarial (IEDEO) de la cámara de comercio de Lima (CCL) precisó que: “Desde el 2001 hasta el 2022 el sector económico que más ha crecido en el país es la construcción, la que avanzó 280 %, incluso por encima del PBI del

Perú que anotó un incremento de 155 %. Esta industria crece porque tanto los sectores público y privado impulsan el PBI de la construcción” [3].

En la región de Cajamarca se espera que la demanda de agregados aumente en un 8% en 2024. Se espera que se incremente la demanda debido al desarrollo de proyectos de infraestructura, como la construcción de la carretera longitudinal de la sierra y la ampliación del aeropuerto de Jaén.

1.2. Formulación del problema.

1.2.1. Problema general.

P.G.1: ¿Cómo diseñar una planta para tratamiento de agregados de 100 m³/h que produzca agregados de tamaño inferior a 1/8”, de 1/8” a 1/2” y de 1/2” a 3/4” de forma que se tenga un funcionamiento óptimo?

1.2.2. Problemas específicos.

P.E.1: ¿Cómo realizar un diagrama de flujo de la planta para tratamiento de agregados?

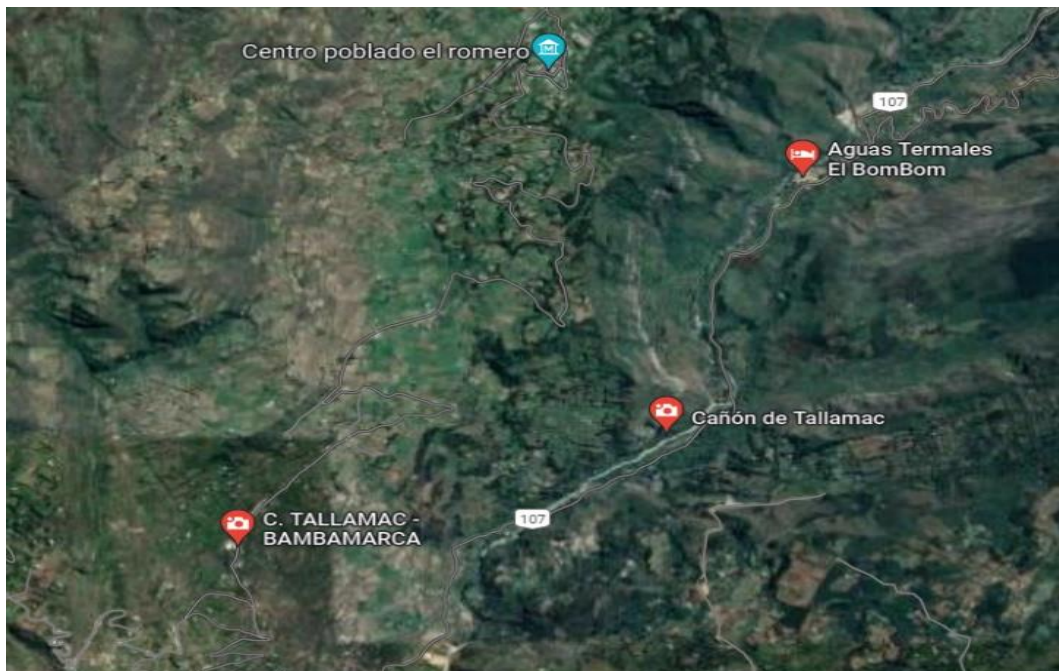
P.E.2: ¿Cómo diseñar o dimensionar los componentes de la planta para tratamiento de agregados?

P.E.3: ¿Cómo elaborar el plano de la planta para tratamiento de agregados?

1.3. Delimitación del problema.

Delimitación geográfica.

En este estudio, se busca dar una propuesta de diseño de una planta para tratamiento de agregados de 100 m³/h, ubicada en el cerro BomBom, en el centro poblado de Tallamac, a 25 kilómetros al norte del distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca.



1.4. Justificación e importancia de la investigación.

1.4.1. Justificación.

El presente trabajo de investigación, se justifica de manera significativa debido a su objetivo de proponer el diseño de una planta para el tratamiento de agregados, cuya implementación será fundamental para abordar la creciente demanda de estos materiales en la zona. La limitada producción actual de agregados ha generado un aumento en los precios, lo cual impacta negativamente en el sector de la construcción. La propuesta de una planta de tratamiento de agregados no solo ayudará a satisfacer esta demanda creciente, sino que también contribuirá a estabilizar los precios al aumentar la disponibilidad local de estos materiales; además, la implementación de esta planta permitirá garantizar la calidad y resistencia del concreto utilizado en las edificaciones locales. Al asegurar la disponibilidad de agregados de calidad, se mejorará la durabilidad y resistencia estructural de las construcciones en la zona, lo que a su vez contribuirá a la seguridad y fiabilidad de las infraestructuras.

1.4.2. Importancia.

Es importante destacar que este proyecto aprovecha y aplica los conocimientos adquiridos en Pre Grado, como el diseño mecánico, diseño de elementos de máquinas, resistencia de materiales, diseño de estructuras metálicas, diseño y selección de equipo mecánico. Esta aplicación práctica de conocimientos especializados garantizará un óptimo rendimiento a bajo costo de operación de cada uno de los equipos que conforman la planta para el tratamiento de agregados, asegurando así su viabilidad técnica y económica a largo plazo. Por otra parte, la ubicación de la planta de tratamiento de agregados en el cerro BomBom no solo responde a necesidades logísticas y geográficas, sino que también representa una inversión estratégica para el crecimiento económico regional y la sostenibilidad a largo plazo. Este proyecto no solo satisfará las necesidades inmediatas de la región en términos de materiales de construcción, sino que también impulsará la confianza y el crecimiento económico en línea con las tendencias y proyecciones del país.

Actualmente, la región cuenta con una capacidad de producción de agregados limitada, por lo que la demanda no se puede satisfacer, lo cual incrementa el precio de los agregados.

1.5. Antecedentes del problema de investigación.

1.5.1. Antecedentes a nivel internacional.

- a) Triana [4], en su trabajo final de graduación para obtener el título de Ingeniero mecánico, en la Escuela Superior Politécnica del Litoral–Guayaquil. “Diseño de una planta trituradora y molienda de piedra para la extracción de oro”, tiene como

objetivo el desarrollo de un sistema mecánico eficaz para el proceso de trituración y molienda de una planta de extracción de oro con un rendimiento de 300 ton/día, utilizando cálculos matemáticos necesarios para el diseño de la trituradora y la selección de los demás equipos, para luego analizar las diferentes soluciones que se hallaron, como resultado se diseñó una trituradora tipo Blade, debido al tipo de material a triturar y al bajo costo de mantenimiento en comparación a otros modelos. En conclusión, los equipos fueron correctamente seleccionados y diseñados para producir 300 ton/día. También se configuró el circuito de forma que los equipos de molienda operen 24 horas/día, mientras los equipos de trituración 8 horas/día para ahorrar consumo eléctrico.

- b) Ortiz y Tirado [5], en su trabajo de grado para optar al título de Ingeniero mecánico, en la Universidad Industrial de Santander–Bucaramanga. “Diseño y construcción de una trituradora de mandíbulas de excéntrica elevada”, tiene como objetivo el diseño de una trituradora de mandíbulas de 500 kg/h de capacidad, mediante el análisis con elementos finitos a través del software ANSYS y cálculos matemáticos, como resultado se tiene que la trituradora procesa 24% más de la capacidad de diseño. Recomienda la verificación de la trituradora durante su uso a través de análisis de vibraciones.

1.5.2. Antecedentes a nivel nacional.

- a) Martell [6], en su tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, en la Universidad César Vallejo–Trujillo. “Rediseño de la planta de agregados de construcción para aumentar la producción en la empresa Agregados Jara”, tiene como objetivo mejorar el proceso de producción de la empresa, rediseñando planta de agregados, para ello el autor hizo una entrevista a 5 trabajadores de la empresa para la obtener datos y con esos datos obtenidos, pudo definir que el equipo a rediseñar principalmente era la chancadora de quijadas debido a que su capacidad de trituración era más baja que la requerida, el rediseño y la selección de equipos se realizó mediante cálculos matemáticos a través del software OCTAVE. También se realizó un análisis económico dando como resultado que en un periodo de 6,85 meses la empresa recuperaría la inversión, con lo que confirmo la rentabilidad de incrementar la producción de la planta de 10,625 a 42,5 ton/h.
- b) Herrera [7], en su tesis para optar el título de Ingeniero mecánico, en la Pontificia Universidad Católica del Perú–Lima. “Dimensionamiento y selección de equipos para una planta concentradora de cobre, plomo y zinc con una capacidad de 4800 TMPD”, tiene como objetivo brindar orientación para el dimensionamiento y

selección de una planta de concentradora de 4800TMSPD de un mineral polimetálico de cobre, plomo y zinc, para obtener un producto de una ley comercial que haga que el proceso sea viable económicamente, para ello se necesita el análisis de la muestra del mineral para definir los procesos. Esta planta tiene cinco procesos, chancado, molienda, flotación, espesamiento y filtrado, los cuales están compuestos de diferentes equipos que han sido dimensionados y seleccionados a través de cálculos matemáticos y criterios del autor.

- c) Guerrero [8], en su tesis para obtener el título de ingeniero mecánico electricista en la Universidad Cesar Vallejo, filial-Chiclayo. “Diseño de trituradora 10 ton/h para incrementar producción de agregados en la empresa JUBRISA E.I.R.L-Pucará-Jaén”, tiene como objetivo el incremento de la producción de agregados de la empresa JUBRISA E.I.R.L, mediante una inspección, diagnóstico e historial de pedidos de la planta, se obtuvo que la planta no tenía la capacidad necesaria para cumplir con los pedidos, por ello el autor diseño una nueva trituradora de 10 ton/h por medio de cálculos matemáticos y software de ingeniería para poder incrementar la producción de la planta de agregados.

1.5.3. Antecedentes a nivel local.

No existe estudio alguno.

1.6. Base teórica

1.6.1. Diseño

El diseño es el proceso de crear soluciones funcionales e innovadoras para problemas concretos, utilizando las ciencias, las matemáticas y la ingeniería; el diseño implica varias etapas, como la investigación, la conceptualización, la evaluación, el establecimiento de requisitos, el desarrollo de prototipos y la comunicación del diseño.

El diseño en la ingeniería requiere creatividad, sistematicidad y flexibilidad, así como el cumplimiento de unas restricciones y objetivos establecidos [9].

1.6.2. Planta para tratamiento de agregados

Se trata de una serie de máquinas empleadas para la minería, la construcción o para el proceso industrial, para procesar rocas u otras materias sólidas. Una Planta de tratamiento de agregados es un dispositivo diseñado para disminuir el tamaño del material mediante el uso de la fuerza, para romper y reducir el material en una serie de piezas de volumen más pequeñas o compactas.

1.6.3. Diseño de una planta para tratamiento de agregados

El diseño de una planta para tratamiento de agregados es el proceso de planificación, selección y disposición de los equipos que se utilizarán para procesar los agregados.

El diseño de una planta típica se divide en:

a) Diseño mecánico

El diseño mecánico de una planta para tratamiento de agregados, debe tener en cuenta los siguientes factores:

- **La selección de equipos:** La selección de equipos debe realizarse teniendo en cuenta la capacidad de producción deseada, el tipo de agregado que se va a tratar y la ubicación de la planta.
- **La disposición de los equipos:** La disposición de los equipos debe ser eficiente y segura.
- **La resistencia estructural:** La planta debe ser lo suficientemente resistente para soportar las cargas que se aplicarán.

b) Diseño eléctrico

El diseño eléctrico de una planta para tratamiento de agregados, debe tener en cuenta los siguientes factores:

- **La selección de equipos:** debe realizarse teniendo en cuenta la potencia necesaria para alimentar los equipos mecánicos y otros equipos eléctricos.
- **El sistema de distribución:** debe ser capaz de suministrar la electricidad necesaria a los diferentes equipos eléctricos.
- **Los controles:** deben ser capaces de regular el funcionamiento de los equipos eléctricos.

1.6.4. Clasificación de las plantas para tratamiento de agregados

Las plantas para tratamiento de agregados se pueden clasificar según su capacidad de producción, el tipo de agregado que procesan y el grado de procesamiento que realizan.

a) Por capacidad de producción:

- **Plantas pequeñas:** tienen una capacidad de producción de hasta 100 m³/h.
- **Plantas medianas:** Tienen una capacidad de producción entre 100 y 1000 m³/h.
- **Plantas grandes:** Tienen una capacidad de producción de más de 1000 m³/h.

b) Por tipo de agregado:

- **Plantas para agregados gruesos:** Procesan agregados de tamaño grande, como piedra chancada y grava.
- **Plantas para agregados finos:** Procesan agregados de tamaño pequeño, como arena.

c) Por grado de procesamiento:

- **Plantas de trituración primaria:** Se utilizan para reducir el tamaño de los agregados de gran tamaño a un tamaño más manejable:

- **Plantas de trituración secundaria:** Se utilizan para reducir el tamaño de los agregados de tamaño mediano a un tamaño más fino.
- **Plantas de clasificación:** Se utilizan para separar los agregados según su tamaño.
- **Plantas de lavado:** Se utilizan para eliminar las impurezas de los agregados.

1.6.5. Proceso de tratamiento de agregados

El proceso de producción de agregados de piedra generalmente involucra varias etapas, que incluyen extracción, trituración, cribado, lavado y almacenamiento [10].

- **Extracción de canteras:** el proceso comienza con la extracción de piedra de una cantera o un sitio minero designado. Los métodos de extracción pueden variar según el tipo de piedra y la ubicación. Los métodos comunes incluyen la perforación, la voladura o el corte de la piedra de la tierra con maquinaria pesada [10].
- **Trituración:** Una vez que la piedra se extrae de la cantera, generalmente se transporta a una trituradora primaria, que es una máquina diseñada para reducir el tamaño de rocas grandes en pedazos más pequeños. Las trituradoras de mandíbula o trituradoras de impacto se utilizan comúnmente para este propósito. La piedra se introduce en la trituradora y poderosas mandíbulas o martillos la rompen en fragmentos más pequeños [10].
- **Cribado:** La piedra triturada luego se criba para separarla en varios tamaños. Las pantallas con aberturas de diferentes tamaños permiten el paso de piedras más pequeñas mientras retienen las más grandes. Este proceso ayuda a clasificar los agregados de piedra en diferentes categorías de tamaño, como agregados gruesos y agregados finos [10].
- **Lavado:** En algunos casos, los agregados de piedra pueden someterse a un proceso de lavado para eliminar cualquier impureza o residuo. El lavado puede ayudar a eliminar el polvo, la arcilla u otros materiales no deseados que pueden afectar la calidad del producto final. Este paso es particularmente importante para aplicaciones donde la limpieza es esencial, como en la producción de concreto [10].
- **Almacenamiento:** después del proceso de producción, los agregados de piedra generalmente se almacenan en pilas o silos. Estas áreas de almacenamiento proporcionan un lugar de retención temporal para los agregados antes de que sean transportados a su destino final. El almacenamiento adecuado de los áridos ayuda a mantener su calidad y evita la contaminación [10].

El proceso de producción específico puede variar según factores como el tipo de piedra que se procesa, el uso final deseado de los agregados y las reglamentaciones locales que rigen las operaciones de extracción y extracción [10].

1.6.6. Equipos que componen una planta para tratamiento de agregados.

- a) **Tolva:** Dispositivo similar a un embudo que sirve para depositar y canalizar materiales granulares [11].

Tipos de tolva:

- Tolva con dosificador volumétrico.
- Tolva con dosificador de tornillo sin fin.
- Tolva por gravedad.

Factores que considerar al diseñar una tolva:

- Capacidad de almacenamiento.
- Densidad aparente del material
- Propósito de la tolva.
- Material de construcción de la tolva.
- Volumen inútil de 15 a 30% del volumen total.
- El volumen de la tolva se determina según su forma.

- b) **Grizzly o parrilla fija:** Son utilizadas en cribados en seco de material grueso o muy grueso antes de la trituración primaria, con tamaños superiores a 150 mm.

- c) Algunas de las aplicaciones más comunes de este tipo de cribado incluyen [12]:

- Realizar un escalpado, es decir, prevenir la entrada de material de gran tamaño a la trituradora primaria o a un sistema de transporte de material, como puede ser una cinta transportadora. Las partículas demasiado grandes podrían atascar las trituradoras [12].
- Eliminar de la alimentación a la trituradora primaria de fracciones inferiores, ya sea para evitar su trituración o para producir un producto específico de cantera [12].
- Tienen una inclinación que promueve el avance del material, que va desde 20° hasta 45°. Esto aumenta el caudal de alimentación, pero se reduce su eficiencia. La separación entre las barras puede oscilar desde 25 hasta 250 mm, y una capacidad proporcional al área de 0,5-2,5 ton/h por m² de superficie útil por mm de abertura [12].

- d) **Trituradora de mandíbulas:** Estos equipos utilizan como fuerza predominante la compresión y la aplican de forma discontinua por atrapamiento entre dos mandíbulas, una fija y otra móvil mediante diferentes sistemas de actuación. Pueden

ser de simple o de doble efecto, denominación que se corresponde con la traducción del inglés de single toggle (teja, palanca o placa de articulación) o double toggle (doble palanca).

Existen cuatro tipos de trituradoras de mandíbulas [13]:

- **Tipo Blake (doble efecto):** Cuenta con dos mandíbulas, una fija y una móvil, que producen la reducción de tamaño de las rocas por medio del movimiento de masticación. La mandíbula móvil se acerca y aleja de la fija, debido al accionamiento de un motor que se acopla a través de correas [13].
- **Tipo Dalton (simple efecto):** Una simplificación del diseño de la máquina tipo Blake es la denominada de simple efecto en la que un solo eje hace a la vez de articulación para el giro de la mandíbula móvil y de excéntrica para transformar el movimiento lineal en movimiento cuasi lineal. En este caso el movimiento describe una elipse en la zona de la boca de salida [13].
- **Tipo Lyon:** Es similar al tipo Blake, con la diferencia que quien realiza el movimiento es una excéntrica que mueve la leva, y la leva mueve la mandíbula móvil a través de una placa de articulación [14].
- **Tipo Dodge:** Su eje se encuentra en la parte inferior, lo que produce que la abertura permanezca constante. Solo se utiliza en trabajos de laboratorio [14].

Siendo las dos primeras de uso más generalizado.

e) **Faja transportadora:** La banda es uno de los elementos más importantes de toda la instalación y se le puede considerar como el elemento principal, pues tiene que ser capaz de cumplir las siguientes funciones [15].

- Absorber las tensiones desarrolladas en el arranque.
- Transportar la carga.
- Absorber la energía de impacto en el punto de carga.
- Resistir a los efectos de temperatura y agentes químicos (calor, aceite y la grasa que contiene los materiales, acidez, etc.).
- Cumplir con los requisitos de seguridad como la resistente al fuego.

Figura 1. Muestra los principales componentes de una faja transportadora, los cuales son: las poleas, los polines, el sistema de accionamiento, el tensor, el skirtboard y la estructura soporte [15].

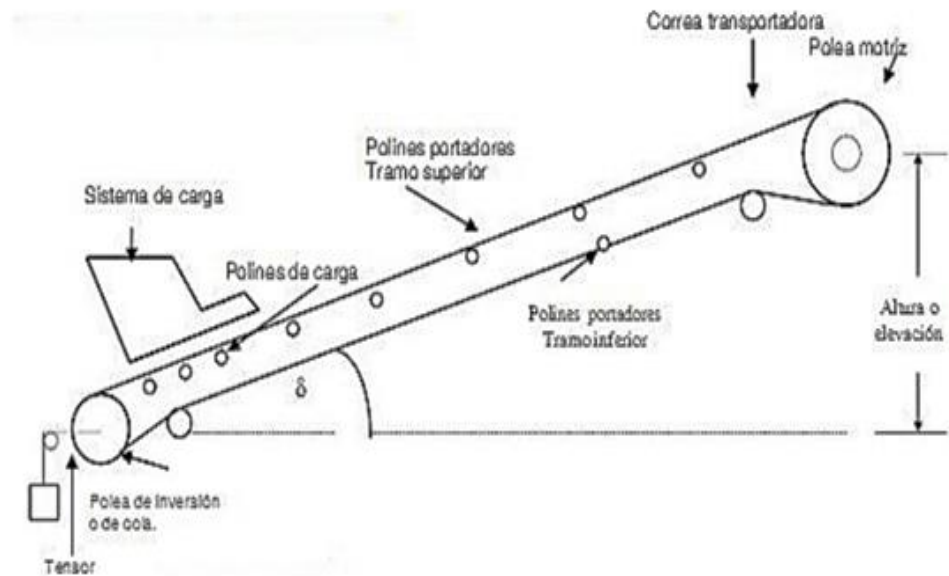


Fig. 1. Partes principales de una faja transportadora (fuente: NORRUBER).

Método de selección de elementos de la faja transportadora

Para la selección de elementos de la faja transportadora se utilizará el manual CEMA (Conveyor Equipment Manufacturers Association) para seleccionar los elementos que tengan la capacidad de producción deseada.

Debemos de tener en cuenta las siguientes variables para seleccionar los elementos:

- Capacidad de producción.
- Material para transportar.
- Potencia de motor.

Los factores que lo determinan son:

- Ángulo de sobrecarga y reposo según el tamaño del material.
- Ancho de faja.
- Velocidad de faja.
- Coeficiente de longitud de la banda
- Coeficiente de fricción entre partes giratorias
- Peso por metro de banda
- Temperatura de operación

1.6.7. Agregados

Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP 400.011 [16].

1.6.7.1. Propiedades del agregado.

- **Dureza:** Es la resistencia a la erosión, abrasión, desgaste y depende de sus componentes, entre las mejores rocas para el concreto está el cuarzo, cuarcita, las rocas densas de origen volcánico y rocas silicosas.

Se determina la dureza por el ensayo conocido como método de los ángeles según norma ASTM C131 este método combina procesos desgaste por abrasión y frotación.

- **Densidad:** La densidad es la relación entre masa y volumen. Las bajas densidades indican material poroso poco resistente y de alta abrasión.
- **Resistencia:** La resistencia del concreto no puede ser mayor que la de los agregados.
- **Estabilidad de volumen:** Es la capacidad del agregado para resistir cambios en su volumen cuando se da modificaciones en sus propiedades físicas.
- **Perfil:** El perfil de partículas del agregado depende del espaciamiento de planos de separación. Los fragmentos de granito y cuarcita son elementos equidimensionales, también el cuarzo, el feldespatos nos da elementos laminados como la pizarra y los equistos. No son recomendables las partículas de perfiles alargados o laminados en exceso del 10% a 15% del peso del agregado debido a que afecta la durabilidad y dejan vacíos al orientarse horizontalmente y un buen agregado tiene 90% de partículas redondeadas. En las normas británicas se clasifican de acuerdo al perfil del agregado, en función de redondez, esfericidad y elongación, en EE. UU, se clasifican en redondeado, sobre redondeado o subangular y angular.
- **Limpieza:** Los elementos contaminantes del agregado actúan sobre el concreto reduciendo su resistencia, durabilidad y son las siguientes sustancias:
 - Impurezas orgánicas.
 - Revestimiento.
 - Sales.

La materia orgánica presente en el agregado es la descomposición de materia vegetal y puede aparecer como barro orgánico o humus, se presenta en agregados finos.

Los revestimientos pueden ser de arcilla, limo, yeso y fosfatos solubles.

Los revestimientos blandos pueden ser removidos y los revestimientos duros bien adheridos son químicamente estables y no tienen ningún efecto sobre propiedades del concreto. El agregado debe tener carbón y lignito en 1%, las inclusiones blandas como lentes de arcilla, madera, si están del 2% al 5% de peso del agregado, afectan

la resistencia del concreto. El perfil de partículas del agregado depende del espaciamiento de planos de separación.

- **Peso unitario:** Es el cociente entre peso de las partículas dividido entre el volumen total incluyendo los vacíos, su valor esta entre 1.500 a 1.700 kg/m³.
- **Peso específico:** Es el cociente entre peso de las partículas dividido entre el volumen de los sólidos únicamente, es decir no excluye los vacíos entre ellos. Su valor esta entre 2.500 a 2.750 kg/m³.
- **Granulometría:** Es la distribución por tamaños de partículas del agregado.

La granulometría del agregado fino se expresa en porcentajes retenidos en tamices ASTM N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200 y agregado grueso en porcentajes retenidos en tamices ASTM 1/4", 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1 1/2" y mayores. El tamaño máximo del agregado grueso se determina luego de un análisis por tamices y se toma el que es del tamiz inmediato superior al que queda 15% más del material acumulado retenido.

1.6.7.2. Clasificación de agregados

- **Por su origen:**
 - Agregados naturales: Son del proceso de transformación natural o trituración mecánica y tamizados de rocas, también arena de río, arena fina o arenillas.
 - Agregados artificiales: Son obtenidos del proceso industrial como arcillas de altos hornos.
- **Por su composición mineralógica:**
 - Silíceos.
 - Calcáceos.
- **Por su tamaño:**
 - Agregado fino: Es el que pasa el tamiz de 3/8" y como mínimo en 95% del tamiz N°4 quedando retenido en el tamiz N°200.
 - Agregado grueso: Es el que queda retenido como mínimo el 95% en tamiz N°4.
- **Por su peso:**
 - Agregados pesados.
 - Agregados de peso normal.
 - Agregados de peso liviano.
- **Por su perfil**

Los agregados por su perfil son:

TABLA 1
CLASIFICACIÓN SEGÚN FORMA DE LOS AGREGADOS

Clasificación	Descripción	Ejemplos
Redondeado	Completamente desgastada por agua o fricción	Grava de río o playa; arena del desierto, de la playa o del viento
Irregular	Naturalmente irregular, o parcialmente moldeada por fricción y con bordes pulidos	Otras gravas; pedernal de tierra o excavado
Escamosa	Material cuyo espesor es pequeño en relación con las otras dimensiones	Roca laminada
Angular	Posee bordes bien definidos formados en la intersección de caras planas	Roca triturada de todos tipos, escorias trituradas
Alargada	Material angular en el que la longitud es considerablemente mayor que las otras dos dimensiones	
Escamosa y alargada	Material con longitud considerablemente mayor que el ancho, y ancho considerablemente mayor que el espesor	

Fuente: Neville, Brooks, 1998.

- **Clasificación petrográfica:**

De acuerdo con las rocas originarias de los agregados, estos se clasifican en grupos los cuales son:

TABLA 2
CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE ROCA DE AGREGADOS NATURALES

Grupo Basalto Andesita Basalto Porfiditas Basicas Diabasa Doleritas de todo tipo, incluidas teralita y teschenita. Epidiorita. Lamprofira. Dolorita de cuarzo. Spilita.	Grupo Pedernal Cuarzo Pedernal	Grupo Gabro Diorita básica Gneis básico Gabro Roca Hornablenda Norita Peridotita Piorita Serpentinita
Grupo Granito Gneis Granito Grandiorita Granulita Pegnatita Diorita-cuarzo Sienita	Grupo Arena (incluye rocas volcánicas fragmentadas) Arcosa Roca gris de arenisca Granos de arena Arnilla Tufo	Grupo Hornfels Rocas alteradas de todos tipos, excepto mármol
Grupo Caliza Dolomita Caliza Mármol	Grupo Pórfido Aplita Dacita Felsita Granofiro T Keratofiro Microgranito Pórfido Porfirida-Cuarzo Riolita Traquita	Grupo Cuarcita Piedra silicosa Arenillas cuarcíticas Cuarcita recristalizada
Grupo Esquisto Filita Esquisto Pizarra Todas las rocas severamente cizalladas		

Fuente: Neville, Brooks,1998

1.6.8. Agregado fino.

Es el que pasa el tamiz NTP 9.4 mm o 3/8" y cumple con los límites de normas NTP 400.037 o ASTM C33.

El agregado debe ser limpio de perfil angular, duros, compactos y resistentes, libres de polvo, terrones, pizarra, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas para el concreto.

Las partículas inconvenientes presentes en el agregado fino no deben exceder de:

Lentes de arcilla y partículas desmenuzables. 3,00%

Material más fino que malla 200:

- a) Concreto sujeto a abrasión 3,00%
- b) Todos los concretos 5,00%
- c) Carbón y lignito 1 a 5%
- d) Mica 0,00%

Granulometría del agregado fino

El agregado fino está dentro de límites según normas NTP 400.037 o ASTM C33.

Los valores retenidos de malla N°4 a malla N°100 se incluyen en la tabla N°3.

TABLA 3

VALORES RETENIDOS DE MALLA N°4 A MALLA N°100

Malla	Porcentaje que pasa
3/8" (9,5mm.)	100%
N°4 (4,75mm.)	95 a 100%
N°8 (2,36mm.)	80 a 100%
N°16 (1,18mm.)	50 a 85%
N°30 (600 micrones)	25 a 60%
N°50 (300 micrones)	10 a 30%
N°100 (150 micrones)	2 a 10%

Fuente: Rivva López, 2000

El porcentaje retenido en dos mallas sucesivas no excederá de 45%.

Además de granulometría el agregado fino debe:

- a) Contener bastante material que pasa por malla N°50 para obtener trabajabilidad.
- b) Tener máximo 3 a 5% de material que pasa por malla N°200.
- c) Emplear un agregado grueso con poco o ningún material en mallas N°4, N°8.
Evitando concreto áspero y granuloso.

1.6.9. Agregado grueso

Es el material retenido en el tamiz NTP 4,5 mm (N°4), según normas NTP 400.037. El agregado grueso puede ser piedra partida, grava, natural o triturada agregado natural o artificial con perfil angular o semi angular, limpias, duras, compactas, resistentes, libres de partículas blandas, químicamente estables, libres de tierra, polvo, sales, de humus y materia orgánica.

Las partículas perjudiciales en el agregado no deben de exceder de:

Arcilla	0,25%
Partículas blandas	5,00%
Material más fino que malla N°200	3,00%
Carbón y lignito	0,50% a 1,00%

Granulometría en agregados gruesos:

El agregado grueso es regulado según normas ASTM C33. La granulometría no debe exceder del 5% del agregado retenido en malla 1 1/2" y no más de 6% del que pasa malla 1/4", la granulometría del agregado grueso se muestra en la tabla N°4.

TABLA 4
GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO

Tamaño nominal	Porcentaje de agregado que pasa por las siguientes mallas							
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°8
2"	95-100	-----	35-70	-----	10-30	-----	0.5	----
1 1/2"	100	95-100	-----	35-70	-----	10-30	0.5	----
1"	-----	-----	90-100	-----	25-60	-----	0.1	0.5
3/4"	-----	-----	100	90-100	-----	20-55	0.1	0.5
1/2"	-----	-----	-----	100	90-100	40-70	0.15	0.5
3/8"	-----	-----	-----	-----	100	85-100	10-30	0.1

Fuente: Rivva López, 2000

1.6.10. Agregado integral

El hormigón conocido también en el Perú como agregado integral, es una mezcla natural en proporciones arbitrarias de grava y arena procedentes de río o cantera, su granulometría deberá estar comprendida entre el material retenido en malla N°200 como mínimo y el que pase la malla de 2" como máximo.

Siembre debe efectuarse un análisis granulométrico a fin de determinar la proporción del agregado fino y grueso presente en el agregado integral. Las características físicas se determinan teniendo en consideración el porcentaje de los agregados componentes.

1.6.11. Control de calidad

El vendedor y contratista deben asegurar la calidad del agregado. La garantía de calidad incluye inspección visual de rutina, ensayos de control durante la producción del agregado, así como ensayos de aceptación en etapas de compra de agregado.

Si la cantera seleccionada ha sido muestreada y ensayada, también verificar las propiedades como composición mineral, peso específico, etc., con el fin de determinar el cambio de cantera.

El trabajo de control de calidad debe tener sistema de manejo del recorrido del agregado hasta la planta dosificadora.

a) Inspección visual rutinaria

La inspección visual rutinaria nos da condiciones que pueden influir en la operación de planta o calidad del producto resultante, debe realizarse diariamente.

El personal de planta de tratamiento de agregado debe ser entrenado para ver cambios de material o problemas mecánicos en planta.

Los reportes diarios sirven para hacer modificaciones o cambios en la operación.

La inspección de cantera es importante para verificar la contaminación de material y comprobar las zonas de calidad pobre.

b) Ensayos rutinarios de control

Los ensayos se hacen para comprobar propiedades del agregado durante el proceso de producción, alertando al productor sobre posibles problemas potenciales.

Las muestras de agregado grueso son tomadas de la faja que conduce al almacenamiento.

Las muestras de agregado fino se toman de pilas de almacenamiento empleando tubos de muestreo insertado alrededor del cono de pilas.

c) Ensayos de aceptación

Los ensayos de aceptación deben ser, seleccionar al azar para ver cumplimiento de especificaciones y aceptación de agregados.

El control de granulometría debe hacerse en cada turno de planta.

d) Muestreo de agregados

El muestreo se efectuará en forma siguiente:

- El agregado se muestrea según normas ASTM D75 o norma NTP 400.010.
- Las muestras deben ser tomadas de fajas transportadoras, flujo de agregados o pilas de almacenamiento.
- Las muestras tomadas de fajas transportadoras se harán al azar, 3 grupos aproximadamente iguales para formar una sola muestra al unirlos. La faja transportadora debe estar parada al tomar muestras.
- Es recomendable no tomar muestras de pilas de agregados para determinar propiedades que dependen de la granulometría.
- Las exigencias del muestreo son amplias cuando se necesita evaluar un yacimiento, las muestras deben tener volumen o cantidad mínimos de muestra, varía según el tamaño máximo nominal de agregado teniendo lo siguiente:

TABLA 5
TAMAÑO MAXIMO POR CANTIDAD DE MUESTRA

Tamaño máximo	Kilogramos
N°8	10
N°	10
3/8"	10
1/2"	15
3/4"	25
1"	50
1 1/2"	75
2"	100
2 1/2"	125
3"	150
3 1/2"	175

Fuente: Rivva Lopéz, 2000

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general.

O.G.1: Diseñar una planta de tratamiento de agregados de 100 m³/h que produzca agregados de tamaño inferior a 1/8", mayor a 1/8" e inferior a 1/2" y mayor a 1/2" e inferior a 3/4" de forma que se tenga un funcionamiento óptimo.

1.7.2. Objetivos específicos.

O.E.1: Realizar el diagrama de flujo de la planta de tratamiento de agregados.

O.E.2: Dimensionar los componentes de la planta para tratamiento de agregados.

O.E.3: Elaborar el plano de la planta para tratamiento de agregados.

1.8. Hipótesis y variables

1.8.1. Hipótesis de investigación

Mediante el correcto diseño y selección de cada uno de los equipos y máquinas involucradas en la planta de tratamiento de agregados, se logrará el funcionamiento óptimo, obteniendo agregados de tamaño inferior a 1/8", mayor a 1/8" e inferior a 1/2" y mayor a 1/2" e inferior a 3/4". Con una capacidad de la planta de 100 m³/h.

1.8.2. Variable independiente

Diseño de planta de tratamiento.

1.8.3. Variable dependiente

Producción de 100 m³/h de agregados para la construcción, en el cerro BomBom, centro poblado Tallamac, distrito de Bambamarca, provincia Hualgayoc, departamento de Cajamarca.

CAPÍTULO II

ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1 Tipo, diseño y nivel de investigación.

2.1.1. Tipo de investigación.

Según su finalidad es Aplicada, ya que utilizaremos varios conceptos, teorías, protocolos y técnicas que ya se han desarrollado.

Según su alcance es Descriptiva, ya que se especificarán propiedades, rasgos importantes y características para el diseño de la planta de agregados, describiendo así en qué condiciones se da y el por qué ocurre esto.

2.1.2. Diseño de investigación.

Este estudio tiene un diseño No experimental y Descriptiva.

2.1.3. Nivel de investigación.

Descriptivo

2.2. Población y muestra.

2.2.1. Población.

Planta de tratamiento de agregados–Distrito de Bambamarca.

2.2.2. Muestra.

Planta de tratamiento de agregados–Distrito de Bambamarca.

2.3 Técnicas e instrumentos de recolección de la información.

- Técnicas de recolección de datos.
- Observación.
- Revisión documentaria.

2.4 Procesamiento y análisis de los datos.

El proceso de diseño y análisis para la implementación de una planta de tratamiento de agregados, se llevó a cabo de manera exhaustiva y metódica, utilizando una serie de datos clave recopilados previamente. Se identificó la necesidad imperante en la zona para un proceso de producción de agregados de alta calidad, lo que motivó la decisión de construir una planta con una capacidad de procesamiento de 100 m³/h.

Durante la fase de recopilación de datos, se obtuvieron información relevante, como la gravedad específica de los materiales, el espacio disponible para la construcción de la planta y las condiciones ambientales del lugar, lo cual proporcionó una base sólida para el diseño del proceso.

Utilizando estos datos como punto de partida, se procedió a diseñar el proceso de producción, definiendo los tipos de equipos necesarios, como chancadoras, zarandas y otros dispositivos, así como la configuración óptima del proceso en un diagrama de flujo.

Este enfoque garantizó una planificación detallada y eficiente de las operaciones de la planta.

Posteriormente, se llevó a cabo el dimensionamiento de los equipos requeridos, teniendo en cuenta la capacidad de procesamiento establecida previamente. Este paso es crucial para garantizar que los equipos seleccionados puedan manejar la cantidad de material necesaria para cumplir con los objetivos de producción de la planta.

Finalmente, se realizó la elaboración de los planos de la planta, lo que permitió visualizar de manera concreta la distribución y disposición de los equipos y estructuras en el sitio de construcción. Además, se estimaron los costos tanto de construcción como de operación, lo que proporcionó una evaluación completa de la viabilidad económica del proyecto.




CAPÍTULO III

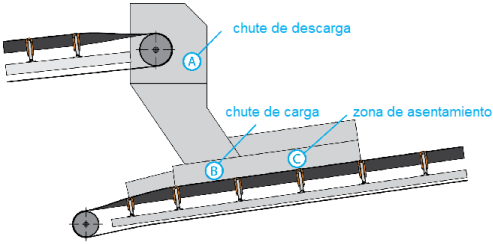



RESULTADOS

3.1 Diagrama de flujo de la planta para tratamiento de agregados.

A través de nuestro diagrama de flujo podemos ver que nuestra planta para tratamiento de agregados contará con los siguientes equipos que se muestran en la Tabla N°6.

TABLA N°6
EQUIPOS SELECCIONADOS PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGREGADOS

Ítem	Equipo	Cant.	Descripción
1	Tolva de gruesos	01 und	
2	Parrilla fija	02 und	
3	Chancadora primaria	01 und	

4	Chute de interconexión	02 und	 <p>chute de descarga A chute de carga B zona de asentamiento C</p>
5	Fajas transportadoras	05 und	
6	Chancadora secundaria	01 und	
7	Cedazo modelo 2YK1548	01 und	

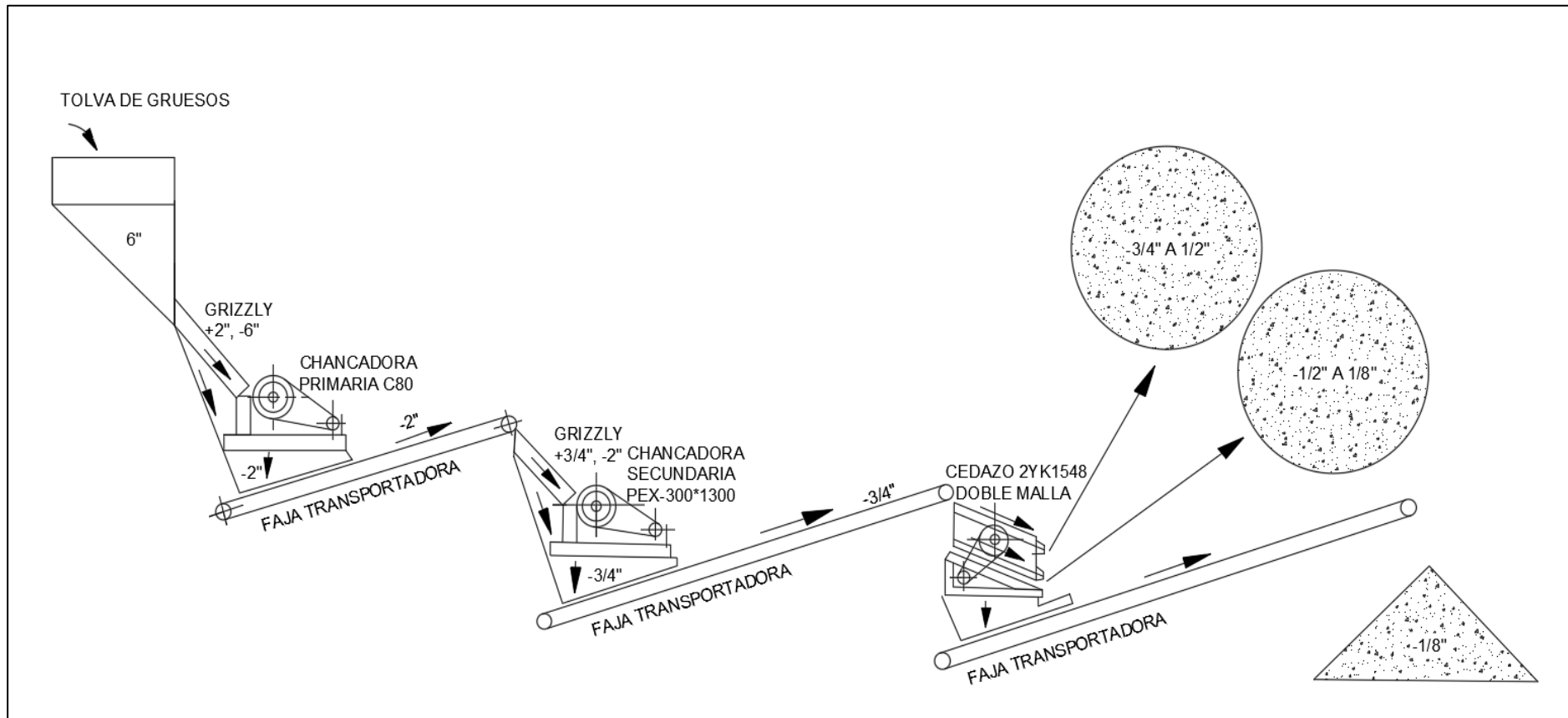


Fig. 2. Diagrama de flujo de planta para tratamiento de agregados de 100 m³/h (Fuente: Elaboración propia).

3.2 Diseñar o dimensionar los componentes de la planta para tratamiento de agregados.

3.2.1. Sección de chancado primario

Una sección de chancado o trituración típica para una capacidad de 100 m³/h de piedras o rocas consta de una tolva de gruesos con su parrilla, un grizzly o parrilla fija, una chancadora de mandíbula o quijada, una faja transportadora, siendo esta sección la etapa primaria de chancado.

La sección de chancado operará 8 horas diaria.

Dimensionamiento de tolva de gruesos:

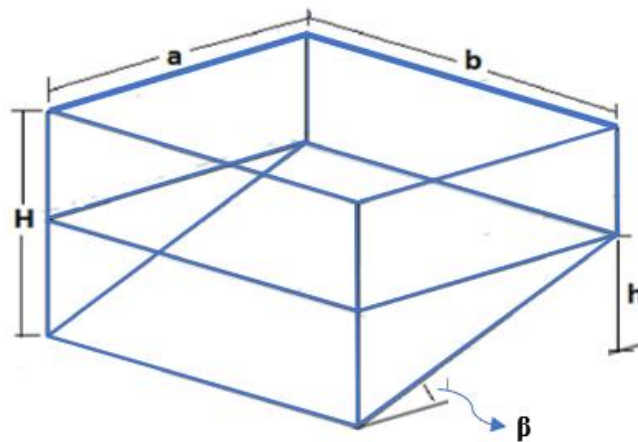


Fig. 3. Tolva de gruesos (Fuente: Elaboración propia).

a = Ancho de la tolva

b = Largo de la tolva es 4 veces el ancho

h = altura de la parte truncada

H = altura total

β = ángulo de inclinación de la parte truncada.

Datos:

Capacidad de la planta = 100 m³/h

Para una utilización de 8 horas diarias en m³/día

$$V = \frac{100m^3}{h} \times \frac{8h}{día} = \frac{800m^3}{día}$$

Donde:

V = Volumen de la planta en m³/día

Como la tolva de gruesos tendrá la función de dosificar y no de almacenar este tendrá una capacidad del 20% a 30% de la capacidad de la planta.

$$V_{tolva} = V_u = 0,2V = 0,2 \left(800 \frac{m^3}{día} \right) = 160m^3$$

Tenemos:

$$V_t = V_u + V_i \quad \dots (1)$$

$$V_t = a \times b \times H \quad \dots (2)$$

Pero:

$$V_i = a \times b \times \frac{h}{2} \quad \dots (3)$$

$$h = a \times \operatorname{tg} \beta \quad \dots (4)$$

Reemplazando (4) en (3):

$$V_i = a^2 \times b \times \frac{\operatorname{tg} \beta}{2} \quad \dots (5)$$

Despejando el valor de V_u en (1):

$$V_u = V_t - V_i \quad \dots (6)$$

Reemplazando (2) y (5) en (6):

$$V_u = a \times b \times H - \frac{1}{2}(a^2 \times b \times \operatorname{tg} \beta) \quad \dots (7)$$

Por estabilidad V_i es 20% del volumen total

$$V_i = 0,2V_t \quad \dots (8)$$

Reemplazando (2) en (8):

$$V_i = 0,2(a \times b \times H) \quad \dots (9)$$

Reemplazando (9) en (5):

$$a^2 \times b \times \frac{\operatorname{tg} \beta}{2} = 0,2(a \times b \times H) \quad \dots (10)$$

Despejando se tiene que:

$$H = \frac{a \times \operatorname{tg} \beta}{0,4} \quad \dots (11)$$

Por fórmula se sabe:

$$b = 4a \quad \dots (12)$$

Reemplazando (11) y (12) en (7):

$$V_u = a \times 4a \times \frac{a \times \operatorname{tg} \beta}{0,4} - \frac{1}{2}(a^2 \times 4a \times \operatorname{tg} \beta) \quad \dots (13)$$

Despejando se tiene que:

$$V_u = 8 x a^3 x tg \beta \quad \dots (14)$$

Pero:

$$\beta = \alpha + 15^\circ \quad \dots (15)$$

Donde:

α = ángulo de reposo del material (30° para la grava)

Reemplazando ángulo de reposo en (15), se tiene que:

$$\beta = 30^\circ + 15^\circ = 45^\circ$$

Reemplazando valores en (14):

$$160 = 8 x a^3 x tg 45^\circ$$

Despejando se tiene que:

$$a = \sqrt[3]{\frac{160}{8 x 1}} = 2,71m$$

Reemplazando valor de $a = 2,71m$ en (12), se tiene que:

$$b = 4(2,71m) = 10,84m$$

Reemplazando valores en (4), tenemos que:

$$h = 2,71 x 1 = 2,41m$$

Reemplazando valores en (11), tenemos que:

$$H = \frac{2,71 x 1}{0,4} = 6,775m$$

La tolva será fabricada totalmente de planchas metálicas, la sección es rectangular y de fondo inclinado.

La boca de descarga debe ser 3 veces o más del tamaño máximo de la piedra, es decir 18", ya que la parrilla instalada sobre la tolva tendrá una abertura de 6".

En la boca de descarga de la tolva se instala una compuerta para regular el flujo del material.

3.2.2. Parrilla fija

La parrilla fija se instala a continuación de la boca de descarga de la tolva y tiene finalidad de clasificar por tamaños.

El material alimentado a la chancadora es mayor a 2" de tamaño, y el material menor o igual a 2" de tamaño pasa por la abertura de la parrilla aliviando la carga y no sobrecargando la chancadora.

Para nuestro caso la abertura de la parrilla es 2" donde las partículas mayores a 2" y menores e iguales a 6" pasan a la chancadora a triturarse y las partículas menores a 2" caen por un chute a la faja transportadora.

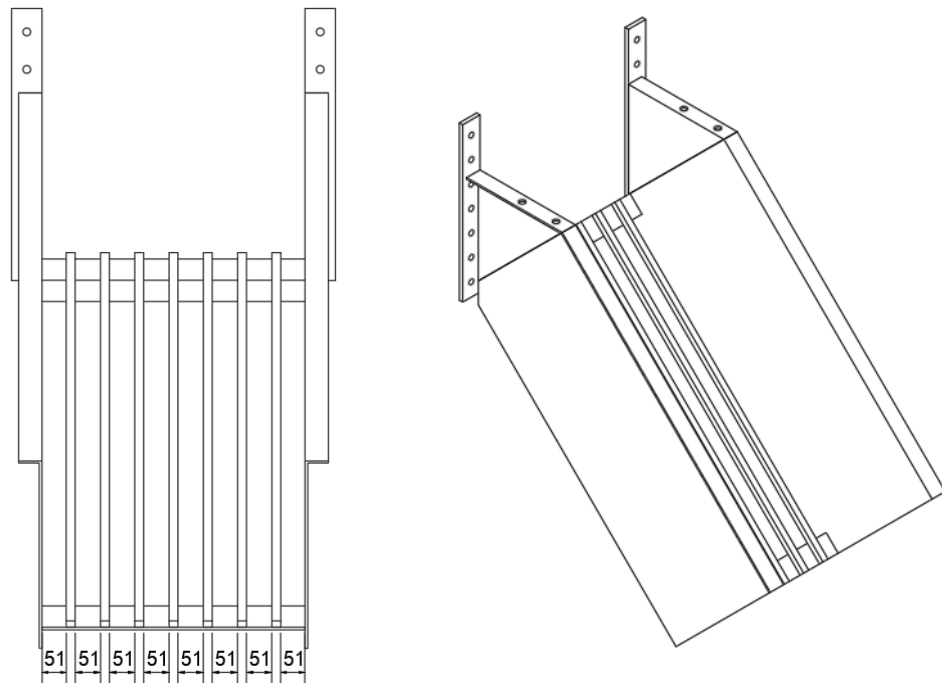


Fig. 4. Parrilla fija (Fuente: Elaboración propia).

3.2.3. Chancadora primaria

Para este caso usaremos chancadora de mandíbulas por ser más económica y capacidad de proceso de carga pequeña respecto a chancadora giratoria.

La chancadora de mandíbula o quijada consiste esencialmente de dos caras triturantes, de las cuales una es fija y la otra es oscilante, esta última se encuentra inclinada apropiadamente para permitir la alimentación de trozos gruesos de +2" a 6" y su progresivo avance hacia abajo por la fuerza de gravedad a medida que su tamaño que reduce por el trabajo de la mandíbula móvil que aprieta la piedra contra la mandíbula inmóvil.

La chancadora recibe energía de un motor eléctrico por medio de fajas trapezoidales (como 5V, 8V, A, B, etc.), el movimiento oscilatorio se aprovecha solo cuando la mandíbula se acerca a la estacionaria y como el movimiento en la dirección opuesta es estéril, la carga del motor es dispereja.

Para emparejar este movimiento y utilizar una parte de la energía de inercia sobre el eje se instala una volante de gran masa.

Las chancadoras de mandíbula funcionan con eficiencia óptima, cuando la razón de reducción es 3 y 4.

Las chancadoras pueden ser montadas sobre bases de hormigón(concreto), de acero, madera.

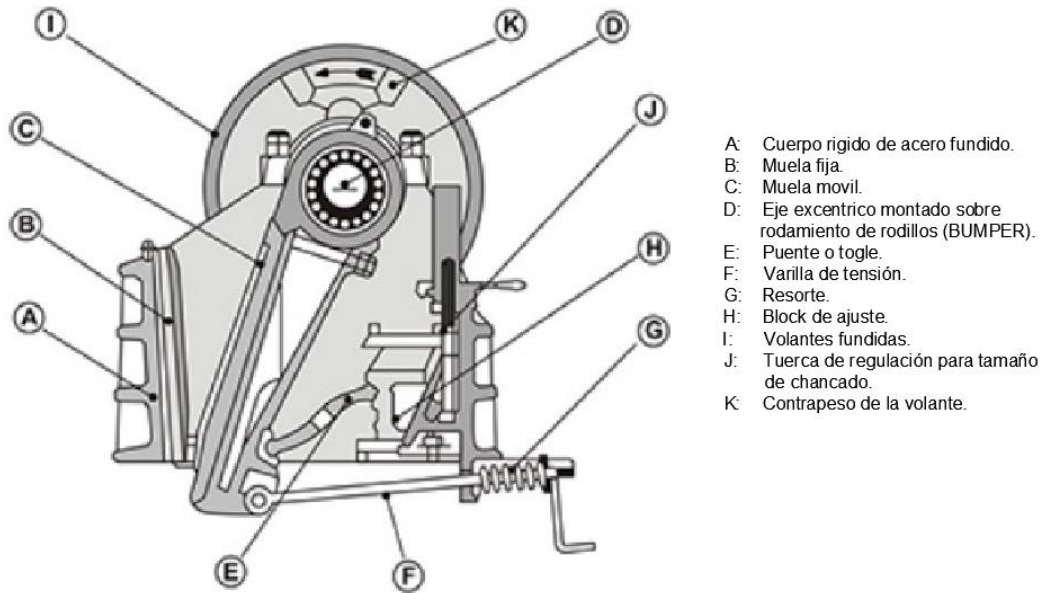


Fig. 5. Chancadora de mandíbulas o quijada. (Fuente: Elaboración propia).

La capacidad por hora de la planta es:

$$\frac{100m^3}{h} \times \frac{1.5ton}{m^3} = \frac{150ton}{h}$$

Tenemos la granulometría del material en la siguiente tabla:

TABLA 7
GRANULOMETRIA DE MATERIAL A TRANSPORTAR

Tamaño de material	Porcentaje	Cantidad
6"	10%	15 ton/h
+4" a -6"	15%	22,5 ton/h
+2" a -4"	30%	45 ton/h
+3/4" a -2"	25%	37,5 ton/h
-3/4"	20%	30 ton/h

Fuente: Elaboración Propia

El grizzly o parrilla fija instalada anteriormente tiene una abertura de 2" donde el material de -2" pasa a través de la parrilla quedando un 55% de material +2" que pasa a la chancadora.

El 55% representa a 82,5 ton/h donde partículas de -6 a +2 es la que ingresa a la chancadora.

Para un tamaño de producto de 2" y una alimentación de 82,5 ton/h del catálogo METSO (Anexo 3, Tabla 1) seleccionamos la chancadora de quiijadas C80.

3.2.4. Cálculo de Faja transportadora I.

a) Especificaciones técnicas:

- Material a transportar: Grava guijarros
- Capacidad: 100 m³/h
- Distancia entre centro de tambores: 15 m = 50 pies
- Inclinación 18°
- Altura 4,56 m
- Departamento Cajamarca
- Ciudad Hualgayoc
- Altitud 3.502 msnm
- Temperatura de trabajo 30°C
- Tiempo de servicio: 8 horas diaria

b) Características del material

- Tamaño En trozos: contiene trozos de más de ½" (Anexo 3, tabla 3)
- Fluidez Promedio: Angulo de reposo de 30° a 39° (Anexo 3, Tabla 2)
- Abrasividad Abrasivo (Anexo 3, tabla 3)
- Peso específico 90 lb/pie³ - 100 lb/pie³ (Anexo 3, Tabla 4), consideramos 93,5 lbs/pie³ = 1.5 ton/m³
- Angulo de sobrecarga 20° (Anexo 3, Tabla 2)
- Angulo de reposo 30° (Anexo 3, Tabla 4)
- Tamaño máximo de material 2" (Anexo 3, Tabla 3)
- Ancho de faja mínimo recomendado: 18" (Anexo 4, figura 1)
- Ancho de faja elegido 24"

c) Velocidad máxima recomendada de faja

De Anexo 3, tabla 5 con:

- Material a transportar: Grava guijarros
- Ancho de faja elegido: 24"
- Velocidad máxima recomendada: 500 ppm (Anexo 3, Tabla 5).

d) Cálculo de la capacidad (Q_{TPH})

La capacidad en toneladas por hora se calcula con la siguiente ecuación:

$$Q_{TPH} = Q_{m^3/hr} \times \gamma$$

Donde:

Q_{TPH} = Capacidad en toneladas por hora.

$Q_{m^3/hr}$ = 100 m³/h (capacidad en metros cúbicos por hora).

γ = 1,5 ton/m³ (peso específico del material).

Reemplazando en la ecuación:

$$C_{TPH} = \frac{100m^3}{h} \times \frac{1,5ton}{m^3} = \frac{150ton}{h}$$

e) Cálculo de la capacidad requerida (Q_{REQ})

La capacidad requerida se calcula con la siguiente ecuación:

$$Q_{REQ} = Q_{TPH} \times fd$$

Donde:

Q_{REQ} = Capacidad requerida en toneladas por hora.

Q_{TPH} = 150 ton/h (capacidad en toneladas por hora).

Fd = 1,1 (factor de diseño).

Reemplazando en la ecuación, tenemos que:

$$Q_{REQ} = \frac{1,5ton}{m^3} * 1,1 = \frac{165ton}{h}$$

e) Cálculo de la capacidad requerida en foot³/h ($Q_{FT^3/h}$)

La capacidad requerida en pie³/h, se calcula con la siguiente ecuación:

$$Q_{pie^3/h} = \frac{Q_{REQ} \times 2.205}{\gamma}$$

Donde:

$Q_{pie^3/hr}$ = Capacidad requerida en pies cúbicos por hora.

Q_{REQ} = 165 ton/h (capacidad requerida en toneladas por hora).

γ = 93,5 lb/pie³ (peso específico del material).

Reemplazando en la ecuación, tenemos que:

$$Q_{pie^3/hr} = \frac{165ton/h \times 2205}{\frac{93,5lb}{pie^3}} = 3891,18 pie^3/h$$

f) Cálculo de la capacidad equivalente a 100PPM ($Q_{EQ(100PPM)}$)

La capacidad equivalente a 100 ppm, se calcula con la siguiente ecuación:

$$Q_{EQ(100PPM)} = \frac{Q_{pie^3/h} \times 100ppm}{V_{faja}}$$

Donde:

$Q_{EQ(100PPM)}$ = Capacidad equivalente a 100 ppm.

$Q_{pie^3/hr}$ = 3.891,18 pie³/h (capacidad requerida en pies cúbicos por hora).

V_{faja} = 500 ppm (Velocidad máxima recomendada en pies por minuto).

Reemplazando en la ecuación, tenemos que:

$$Q_{100PPM} = \frac{3.891,18 \frac{pie^3}{h} \times 100 ppm}{500 ppm} = 778,24 pie^3/h$$

g) Capacidad teórica a 100 PPM

De Anexo 3, tabla 6 con:

- Ancho de faja elegido: 24"
- Angulo de sobrecarga: 20° (Anexo 3, Tabla 2)
- Disposición de rodillo 20°

Tenemos que:

- Capacidad teórica a 100 PPM: 1.924 pie³/h (Anexo 3, Tabla 6).

h) Cálculo de la velocidad real (V_R)

La velocidad real se calcula con la siguiente ecuación:

$$V_R = \frac{Q_{pie^3/h} \times 100 ppm}{Capacidad teórica a 100 ppm}$$

Donde:

V_R = Velocidad real de la faja.

$Q_{pie^3/h}$ = 3.891,18 pie³/h (capacidad requerida en pies cúbicos por hora).

Capacidad teórica a 100 ppm = 2.438 pie³/h (Anexo 3, Tabla 6).

Reemplazando en la ecuación, tenemos que:

$$V_R = \frac{3.891,18 \frac{pie^3}{h} \times 100 ppm}{2.438 pie^3/h} = 202,24 ppm = 1,027 m/s.$$

i) Peso de faja (W_b)

De Anexo 3, tabla 7 con:

- Ancho de faja elegido: 24"
- Peso específico de material: 93,5lb/pie³

Tenemos que:

- Peso de faja (W_b) 5,5 lb/pie (Anexo 3, Tabla 7).

j) Peso del material (W_m)

El peso del material se determina mediante la siguiente fórmula del manual CEMA:

$$W_m = \frac{Q_{REQ} \times 2,205}{60 * V_R}$$

Donde:

$Q_{REQ} = 165$ ton/h (capacidad requerida en toneladas por hora).

$V_R = 202,24$ ppm (velocidad real de la faja).

Reemplazando en la ecuación, tenemos que:

$$W_m = \frac{165 \text{ ton/h} \times 2,205}{60 * 202,24 \text{ ppm}} = 29,98 \text{ lb/pie}$$

k) Espaciamiento entre rodillos de transporte (S_i)

De Anexo 3, tabla 8 con:

- Ancho de faja elegido: 24"
- Peso específico de material: 93,5 lb/pie³

Tenemos que:

- Espaciamiento entre rodillos de transporte (S_i): 4 pies (Anexo 3, Tabla 8).

l) Espaciamiento entre rodillos de retorno (S)

De Anexo 3, tabla 8 con:

- Ancho de faja elegido: 24"
- Peso específico de material: 93,5 lb/pie³

Tenemos que:

- Espaciamiento entre rodillos de retorno (S): 10 pies (Anexo 3, Tabla 8).

m) Espaciamiento entre rodillos en puntos de carga (S_c)

El espaciamiento entre rodillos en puntos de carga se determina mediante la siguiente formula:

$$S_c = \frac{S_i}{2}$$

Donde:

S_c = Espaciamiento entre rodillos en puntos de carga

$S_i = 4$ pies (espaciamiento entre rodillos de transporte).

Reemplazando en la ecuación, tenemos que:

$$S_c = \frac{4}{2} = 2 \text{ pies.}$$

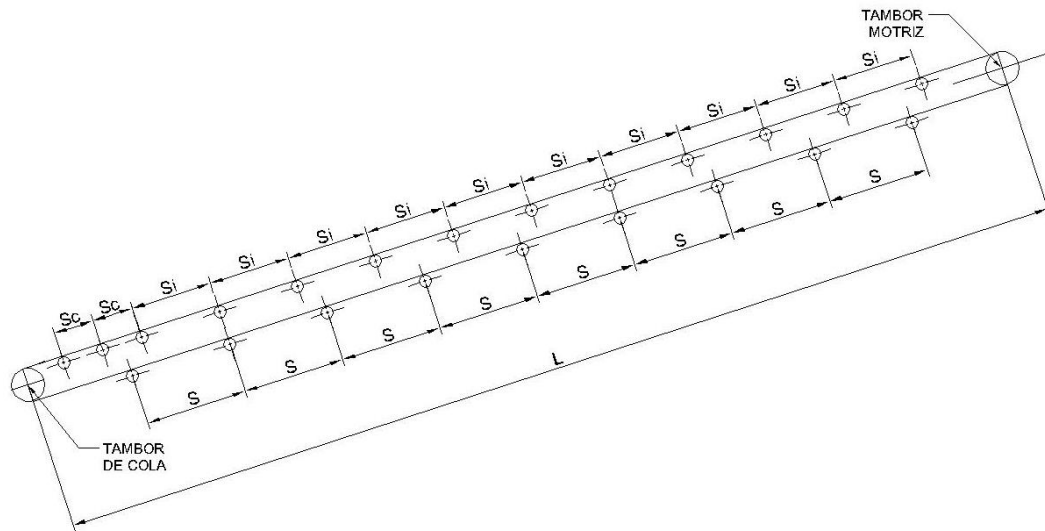


Fig. 6. Espaciamiento entre rodillos. (Fuente: Elaboración propia).

n) Cálculo de factores

Factor de ajuste del trozo (K_1)

De Anexo 3, tabla 9 con:

- Tamaño de máximo de material: 2"
- Peso específico de material: 93,5 lb/pie³

Tenemos que:

- Factor de ajuste del trozo (K_1): 1 (Anexo 3, Tabla 9).

Factor ambiental y de mantenimiento (K_2)

De Anexo 3, tabla 10 con:

- Condiciones ambientales: Moderado.
- Mantenimiento: Promedio.

Tenemos que:

- Factor ambiental y de mantenimiento (K_2): 1.10 (Anexo 3, Tabla 10).

Factor de servicio (K_3)

De Anexo 3, tabla 11 con:

- Tiempo de servicio: 8 horas diaria.

Tenemos que:

- Factor de servicio (K_3): 1 (Anexo 3, Tabla 11).

Factor de corrección de la velocidad de la faja (K_4)

De Anexo 3, tabla 12 con:

- Diámetro de los rodillos: 4"
- Velocidad real de la faja (V_R): 202,24ppm

Tenemos que:

- Factor de corrección de la velocidad de la faja (K_4): 0,83 (Anexo 3, Tabla 12).

o) Carga de rodillo real (IL)

La carga de rodillo real se determina mediante la siguiente formula:

$$IL = (W_b + W_m)S_i$$

Donde:

IL = Carga de rodillo real

$W_b = 5,5$ lb/pie (peso de faja).

$W_m = 29,98$ lb/pie (peso de material).

$S_i = 4$ pies (espaciamiento entre rodillos de transporte).

Reemplazando en la ecuación, tenemos que:

$$IL = \left(5,5 \frac{lb}{pie} + 29,98 \frac{lb}{pie} \right) 4pies = 141,92 lb$$

p) Carga ajustada (AL)

La carga ajustada se determina mediante la siguiente formula:

$$AL = (IL \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4)$$

Donde:

AL = Carga ajustada.

IL = 141,92 lb (carga de rodillo real).

$k_1 = 1$ (factor de ajuste del trozo).

$k_2 = 1,10$ (factor ambiental y de mantenimiento).

$k_3 = 1$ (factor de servicio).

$k_4 = 0,90$ (factor de corrección de la velocidad de la faja).

El producto de: $K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 = 0,99$, el manual CEMA nos dice que, si este producto es menor de 1, debemos usar el valor de 1.

Reemplazando en la ecuación, tenemos que:

$$AL = (119,27 lb \times 1) = 141,92 lb$$

q) Carga de rodillo recomendado CEMA

De Anexo 3, tabla 13 con:

- Ancho de faja elegido: 24"

- Angulo de abarquillamiento: 20°

Tenemos que:

- Valor de carga para los rodillos: 300 lb (Anexo 3, Tabla 13).

r) Factor de corrección de la temperatura (K_t)

De Anexo 4, figura 2 con:

- Temperatura de operación: 30° C = 86 °F

Tenemos que:

- Factor de corrección de la temperatura (K_t): 1 (Anexo 4, Figura 2).

s) Factor de fricción de rodillo (K_x)

El factor de fricción de rodillo (K_x), se determina mediante la siguiente formula:

$$K_x = 0,00068(W_b + W_m) + \frac{A_i}{S_i}$$

Donde:

k_x = Factor de fricción de rodillo.

W_b = 5,5 lb/pie (peso de faja).

W_m = 29,98 lb/pie (peso de material).

S_i = 4 pies (espaciamiento entre rodillos de transporte).

A_i = 2,3, para rodillo de 4 pulgadas de diámetro, CEMA A4, B4, C4.

Reemplazando en la ecuación, tenemos que:

$$K_x = 0,00068 \left(5,5 \frac{lb}{pie} + 29,98 \frac{lb}{pie} \right) + \frac{2.3}{4 \text{ pies}} = 0,599$$

t) Altura del faldón (Y)

De Anexo 3, tabla 18 con:

- Ancho de faja elegido: 24"
- Angulo de abarquillamiento: 20°
- Tamaño de material transportado: 2"

Tenemos que:

- Altura de faldón (Y): 5.5"

u) Ancho del faldón (X)

El ancho del faldón (X), se determina mediante la siguiente fórmula:

$$X = \frac{2}{3} b$$

Donde:

b = 24" (Ancho de faja elegido)

Reemplazando en la ecuación tenemos que:

$$X = \frac{2}{3}(24) = 16''$$

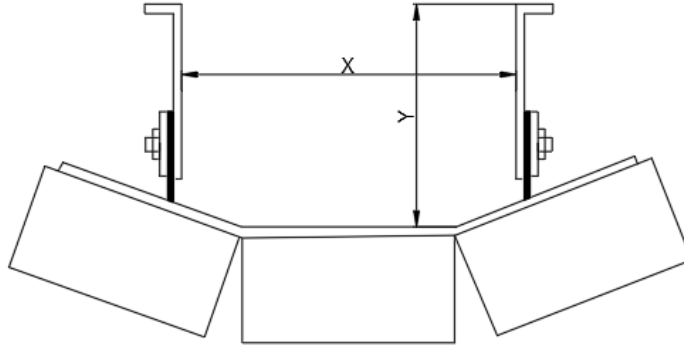


Fig. 7. Ancho y altura del faldón. (Fuente: Elaboración propia).

v) **Longitud del faldón (L_b)**

Será calculada en función de la velocidad de la faja.

CEMA indica que para:

$V_R = 100$ ppm, tenemos $L_b = 2$ pies

Por lo tanto, para

$V_R = 202,24$ ppm, tenemos $L_b = 4,04$ pies

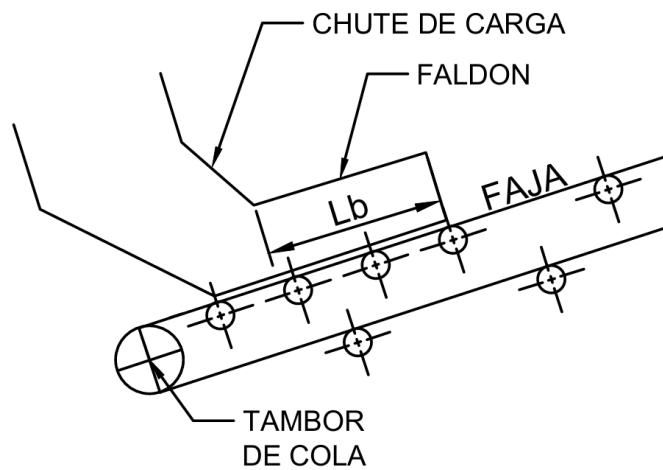


Fig. 8. Longitud de faldón. (Fuente: Elaboración propia).

w) **Profundidad de frotamiento del material con el faldón (h_s)**

La profundidad de frotamiento del material con el faldón (h_s), se determina mediante la siguiente fórmula:

$$h_s = 0,1(24)$$

Donde:

$b = 24''$ (Ancho de faja)

Reemplazando en la ecuación tenemos que:

$$h_s = 0,1(24'') = 2,4''$$

x) Factor de fricción del material con el faldón (C_s)

De Anexo 3, tabla 19 con:

- Material: Grava

Tenemos que:

- Factor de fricción del material con el faldón (C_s) 0,1145

y) Factor para calcular la fuerza en la faja y la carga de flexión sobre los rodillos (K_y)

De Anexo 3, tabla 20 con:

- Longitud del transportador: 15mts = 50 pies
- W_m (peso de material) + W_b (peso de faja) : 29,98 lb/pie + 5,5 lb/pie = 35,48 lb/pie
- Inclinación 18°

Extrapolando tenemos que:

- Factor para calcular la fuerza en la faja y la carga de flexión sobre los rodillos (K_y): 0,0306

z) Cálculo de tensiones

➤ **Tensión por aceleración del material (T_{am})**

La tensión por aceleración de material (T_{am}), se determina mediante la siguiente formula:

$$T_{am} = \frac{Q_{REQ} * 2,205}{3.600 * 32,2} * \frac{V_R - V_0}{60}$$

Donde:

T_{am} = Tensión de aceleración del material

Q_{REQ} = 165 ton/h (capacidad requerida en toneladas por hora).

V_R = 202,24 ppm (velocidad real de la faja).

V_0 = 0 ppm (velocidad de alimentación inicial del material como cae en la faja en ppm)

Reemplazando en la ecuación, tenemos que:

$$T_{am} = \frac{165 \text{ ton/h} * 2,205}{3.600 * 32,2} * \frac{202,24 \text{ ppm} - 0 \text{ ppm}}{60} = 10,58 \text{ lb}$$

➤ **Tensión de los dispositivos de limpieza (T_{bc})**

La tensión de los dispositivos de limpieza (T_{bc}), se determina mediante la siguiente formula:

$$T_{bc} = L \times b_R$$

Donde:

T_{bc} = Tensión de los dispositivos de limpieza

$L = 15m = 590,551pulg$ (Longitud de faja).

$b_R = 5 lb/pulg$ (ancho de la hoja de rascador).

Reemplazando en la ecuación, tenemos que:

$$T_{bc} = 590,551pulg \times 5 \frac{lb}{pulg} = 2.952,76 lb$$

➤ **Tensión de la fricción de los faldones (T_{sb})**

La tensión de la fricción de los faldones (T_{sb}), se determina mediante la siguiente formula:

$$T_{sb} = L_b(C_s \times L_b \times h_s^2 + 6)$$

Donde:

T_{sb} = Tensión de la fricción de los faldones

$L_b = 4,04 pies$ (Longitud del faldón).

$h_s = 2,4 pulg$ (profundidad de frotamiento del material con el faldón).

$C_s = 0,1145$ (factor de fricción con el faldón).

Reemplazando en la ecuación, tenemos que:

$$T_{sb} = 4,04pies (0,1145 \times 4,04 pies \times 2,4^2 + 6) = 35 lb$$

➤ **Tensión de la faja debido a la resistencia de las poleas (T_p)**

La tensión de la faja debido a la resistencia de las poleas (T_p), se determina mediante la siguiente formula:

$$T_p = T_{Lt} + T_{Lf}$$

Donde:

T_p = Tensión de la faja debido a la resistencia de las poleas, en lb.

$T_{Lt} = 200 lb$ (Tensión de la polea de lado tenso. De anexo 3, tabla 21).

$T_{Lf} = 200 lb$ (Tensión de la polea lado flojo. De anexo 3, tabla 21).

Reemplazando en la ecuación, tenemos que:

$$T_p = 200 lb + 200 lb = 400 lb$$

➤ **Tensión de la resistencia generada por los accesorios del transportador (T_{ac})**

La tensión de la resistencia generada por los accesorios del transportador (T_{ac}), se determina mediante la siguiente formula:

$$T_{ac} = T_{bc} + T_{sb}$$

Donde:

T_{ac} = Tensión de la resistencia generada por los accesorios del transportador.

$T_{bc} = 2.952,76 \text{ lb}$ (Tensión de los dispositivos de limpieza).

$T_{sb} = 35 \text{ lb}$ (Tensión de la fricción de los faldones).

Reemplazando en la ecuación, tenemos que:

$$T_{ac} = 2952,76 \text{ lb} + 35 \text{ lb} = 2987,76 \text{ lb}$$

➤ **Tensión de fricción de retorno de la faja (T_{yr})**

La tensión de fricción de retorno de la faja (T_{yr}), se determina mediante la siguiente formula:

$$T_{yr} = 0,015L \times W_b \times K_t$$

Donde:

T_{yr} = Tensión de fricción de retorno de la faja, en lb.

$L = 15\text{m} = 50 \text{ pies}$ (Longitud del transportador).

$W_b = 5,5 \text{ lb/pie}$ (Peso de faja).

$K_t = 1$ (Factor de corrección de la temperatura).

Reemplazando en la ecuación tenemos que:

$$T_{yr} = 0,015 \times 50\text{pies} \times 5,5 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} \times 1 = 4,13 \text{ lb}$$

➤ **Tensión por faja inclinada (T_b)**

La tensión por faja inclinada (T_b), se determina mediante la siguiente formula:

$$T_b = H \times W_b$$

Donde:

T_b = Tensión por peso de faja inclinada, en lb.

$H = 4,56\text{m} = 14,96 \text{ pies}$ (Altura de faja inclinada)

$W_b = 5,5 \text{ lb/pie}$ (Peso de faja).

Reemplazando en la ecuación tenemos que:

$$T_b = 14,96\text{pies} \times 5,5 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} = 82,28 \text{ lb}$$

➤ **Tensión efectiva (T_e)**

La tensión efectiva (T_e), se determina mediante la siguiente formula:

$$T_e = LK_t(K_x + K_y + W_b + 0,015W_b) + W_m(LK_y \pm H) + T_p + T_{am} + T_{ac}$$

Donde:

T_e = Tensión efectiva, en lb.

$L = 15m = 50$ pies (Longitud del transportador).

$K_t = 1$ (Factor de corrección de la temperatura).

$K_x = 0,599$ (Factor de fricción de rodillo).

$K_y = 0,0306$ (Factor para calcular la fuerza en la faja y la carga de flexión sobre los rodillos).

$W_b = 5,5$ lb/pie (Peso de faja).

$W_m = 29,98$ lb/pie (Peso de material).

$H = 4,56m = 14,96$ pies (Altura de faja inclinada)

$T_p = 400$ lb (Tensión de la faja debido a la resistencia de las poleas).

$T_{am} = 10,58$ (Tensión de aceleración del material).

$T_{ac} = 2.987,76$ (Tensión de la resistencia generada por los accesorios del transportador).

Reemplazando en la ecuación, tenemos que:

$$\begin{aligned} T_e &= 50pies \times 1 \left(0,599 + 0,0306 + 5,5 \frac{lb}{pie} + 0,015 \times 5,5 \frac{lb}{pie} \right) \\ &\quad + 29,98 \frac{lb}{pie} (50pies \times 0,0306 + 14,96 pies) + 400lb \\ &\quad + 10,58 + 2.987,76lb = 4.203,32 lb \end{aligned}$$

aa) Cálculo de potencias

➤ Potencia de la polea motriz (Hp_m)

La potencia de la polea motriz (Hp_m), se determina mediante la siguiente formula:

$$Hp_m = \frac{T_{Lt} * V_R}{33000}$$

Hp_m = Potencia de la polea motriz

$T_{Lt} = 200$ lb (Tensión de la polea de lado tenso)

$V_R = 202,24$ ppm (Velocidad real de la faja)

$$Hp_m = \frac{200 * 202,24}{33000} = 1,23 Hp$$

➤ Potencia de la faja (Hp_f)

La potencia de la polea motriz (Hp_f), se determina mediante la siguiente formula:

$$Hp_f = \frac{T_e * V_R}{33000}$$

Hp_f = Potencia de la faja

$T_e = 4.203,32$ lb (Tensión efectiva)

$V_R = 202,24$ ppm (Velocidad real de la faja)

$$Hp_f = \frac{4.203,32lb * 202,24}{33.000} = 25,76 Hp$$

➤ **Potencia en el eje del motor (Hp)**

La potencia en el eje del motor (Hp), se determina mediante la siguiente formula:

$$Hp = Hp_m + Hp_f$$

Hp = Potencia en el eje del motor

Hp_f = 1,23 Hp (Potencia de la polea motriz)

Hp_f = 25,76 Hp (Potencia de la faja)

$$Hp = 1,23 Hp + 25,76 Hp = 26,99Hp$$

Considerando una potencia adicional por perdidas del 5%, se tiene:

$$Hp = 26,99 * 1.05 = 28,34Hp$$

bb) Factor de frecuencia (F_f)

El factor de frecuencia (F_f), se determina mediante la siguiente formula:

$$F_f = \frac{2L}{V_R}$$

Donde:

F_f = Factor de frecuencia

L = 15m = 50 pies (Longitud de transportador)

V_R = 202,24ppm (Velocidad real de la faja)

Reemplazando en la ecuación tenemos que:

$$F_f = \frac{2 * 50pies}{202,24ppm} = 0,49min$$

cc) Factor de arrollamiento con tensor de tornillo (C_w)

De Anexo 3, tabla 22 con:

- Tipo de polea motriz: Simple sin polea de reenvío
- Tipo de tensor: Tensor manual
- Tipo de polea: Polea recubierta
- Angulo de arrollamiento: 180°

Tenemos que:

- Factor de arrollamiento (C_w): 0.8

dd) Tensiones de la faja

➤ **Tensión mínima (T₀)**

La tensión mínima (T₀), se determina mediante la siguiente formula:

$$T_0 = 4,2S_i(W_b + W_m)$$

Donde:

T_0 = Tensión mínima.

S_i = 4 pies (Espaciamiento entre rodillos de transporte).

W_b = 5,5 lb/pie (Peso de faja).

W_m = 29,98 lb/pie (Peso de material).

Reemplazando en la ecuación tenemos que:

$$T_0 = 4,2 \times 4 \text{pies} \left(5,5 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} + 29,98 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} \right) = 596,06 \text{ lb}$$

➤ **Tensión del lado flojo (T_2)**

La tensión del lado flojo (T_2), se determina mediante la siguiente formula:

$$T_2 = T_e \times C_w$$

Donde:

T_2 = Tensión del lado flojo.

T_e = 4.203,32 lb (Tensión efectiva).

C_w = 0,8 (Factor de arrollamiento).

Reemplazando en la ecuación tenemos que:

$$T_2 = 4.203,32 \text{ lb} \times 0,8 = 3.362,66 \text{ lb}$$

➤ **Tensión máxima (T_1)**

La tensión máxima (T_1), se determina mediante la siguiente formula:

$$T_1 = T_2 + T_e$$

Donde:

T_1 = Tensión máxima.

T_2 = 3.362,66 lb (Tensión del lado flojo).

T_e = 4.203,32 lb (Tensión efectiva).

Reemplazando en la ecuación tenemos que:

$$T_1 = 3.362,66 \text{ lb} + 4.203,32 \text{ lb} = 7.565,98 \text{ lb}$$

➤ **Tensión en la polea de cola (T_t)**

La tensión en la polea de cola (T_t), se determina mediante la siguiente formula:

$$T_t = T_2 \pm T_b \pm T_{yr}$$

Donde:

T_t = Tensión en la polea de cola

T_2 = 3.362,66 lb (Tensión del lado flojo).

T_b = 82,28 lb (Tensión por faja inclinada).

T_{yr} = 4,13 lb (Tensión de fricción de retorno de la faja).

Reemplazando en la ecuación tenemos que:

$$T_t = 3.362,66 \text{ lb} + 82,28 \text{ lb} + 4,13 \text{ lb} = 3.449,07 \text{ lb}$$

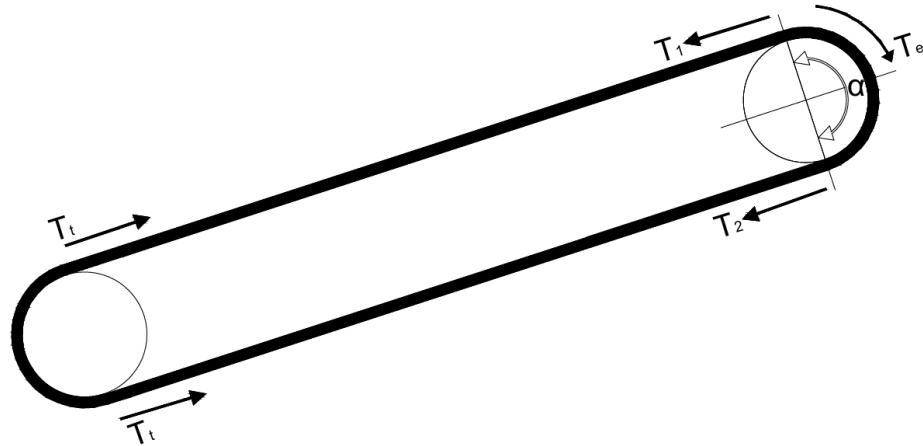


Fig. 9. Tensiones en faja transportadora. (Fuente: Elaboración propia).

ee) **Selección de la faja**

➤ **Carga por pulgada de ancho de faja (PIW)**

La carga por pulgada de ancho de faja (PIW), se determina mediante la siguiente formula:

$$PIW = \frac{T_1}{b}$$

Donde:

PIW = Carga por pulgada de ancho de faja.

$T_1 = 7.565,98 \text{ lb}$ (Tensión máxima).

$b = 24 \text{ pulg}$ (Ancho de faja)

Reemplazando en la ecuación tenemos que:

$$PIW = \frac{7.565,98 \text{ lb}}{24 \text{ pulg}} = 315,25 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}}$$

➤ **Identificación del tejido**

De Anexo 3, tabla 23 con:

- Tipo de empalme Empalme vulcanizado
- Carga por pulgada de ancho de faja (PIW) 315,25 lb/pulg.
- N° de pliegues 3

Tenemos que:

- Identificación del tejido Pliegue múltiple 120

➤ **Composición de la faja**

De Anexo 3, tabla 23 con:

- Identificación del tejido Pliegue múltiple 120

Tenemos que:

- Composición de la faja

(PIW_f): 120 lb/pulg

➤ **Tensión de la faja seleccionada**

La tensión de la faja (T_{1f}), se determina mediante la siguiente formula:

$$T_{1f} = PIW_f \times N^{\circ} \text{pliegues} \times b$$

Donde:

T_{1f} = Tensión de la faja seleccionada

PIW_f = 120 lb/pulg (Composición de faja de pliegue múltiple 120).

N° pliegues = 3.

b = 24 pulg (Ancho de faja)

Reemplazando en la ecuación tenemos que:

$$T_{1f} = \frac{120lb}{pulg} \times 3 \times 24pulg = 8.640lb$$

ff) Diámetro de polea mínimo para fajas tipo pliegue múltiple

De Anexo 3, tabla 24 con:

- Numero de pliegues 3
- Identificación de tejido Pliegue múltiple 120
- % de la tensión: De 60% a 80%

Tenemos que:

- Diámetro mínimo de polea: 20 pulg.

gg) Ancho de superficie de polea (P_f)

El ancho de superficie de polea (P_f), se obtiene mediante la siguiente formula:

$$P_f = b + 2$$

Donde:

P_f = Ancho de superficie de polea, en pulg.

b = 24 pulg. (Ancho de faja).

$$P_f = 24 + 2 = 26 \text{ pulg.}$$

hh) Distancia entre placas del chute de descarga (D_c)

La distancia entre placas del chute de descarga (D_c), se obtiene mediante la siguiente formula:

$$D_c = P_f + 3$$

Donde:

D_c = Distancia entre planchas del chute de descarga.

$P_f = 26$ pulg. (Ancho de superficie de polea, en pulg).

$$D_c = 26 + 3 = 29 \text{ pulg.}$$

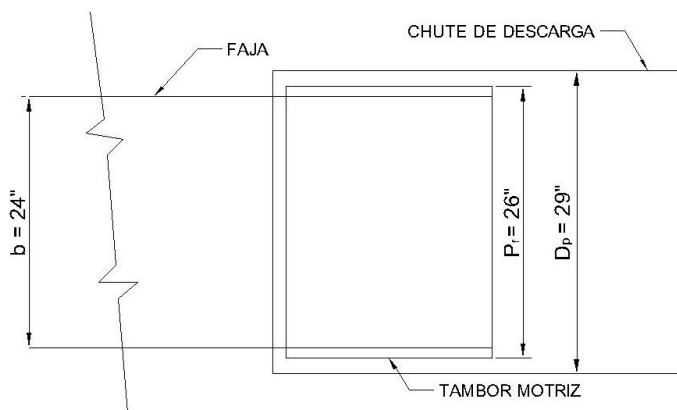


Fig. 10. Distancia entre planchas del chute de descarga (Fuente: Elaboración propia).

ii) Dimensionamiento del eje motriz por esfuerzo limite

➤ Limite corregido de fatiga del eje (S_f)

El límite corregido de fatiga del eje (S_f), se determina mediante la siguiente formula:

$$S_f = K_a \times K_b \times K_c \times K_d \times K_e \times K_f \times K_g \times S_f^*$$

Donde:

S_f = Limite corregido de fatiga del eje

$K_a = 0,8$ para eje mecanizado (Factor superficial).

$K_b = 0,85$ (Factor de tamaño).

$K_c = 0,897$ (Factor de confiabilidad).

$K_d = 1$ para temperaturas de -70 a $+40$ (Factor de temperatura).

$K_e = 1$ (Factor de ciclo de servicio).

$K_f = 0,63$ para acero (BHN < 200) con chaveta perfilada (Factor de concentración de esfuerzo de fatiga).

$K_g = 1$ para servicio normal de transportador (Factor mixto).

$S_f^* = 32.500$ psi, para SAE 1020 (0,5 de S_{ut}).

Reemplazando en la ecuación tenemos que:

$$S_f = 0,8 \times 0,85 \times 0,897 \times 1 \times 1 \times 0,63 \times 1 \times 32.500 \text{ psi} = 12.488,93 \text{ psi}$$

➤ **Distancia entre apoyos (B_c)**

De Anexo 3, tabla con:

- Ancho de banda 24"
- Tipo de tambor Tambor motriz y de cabeza

Tenemos que:

- Distancia entre apoyos (B_c) 40,16 pulg

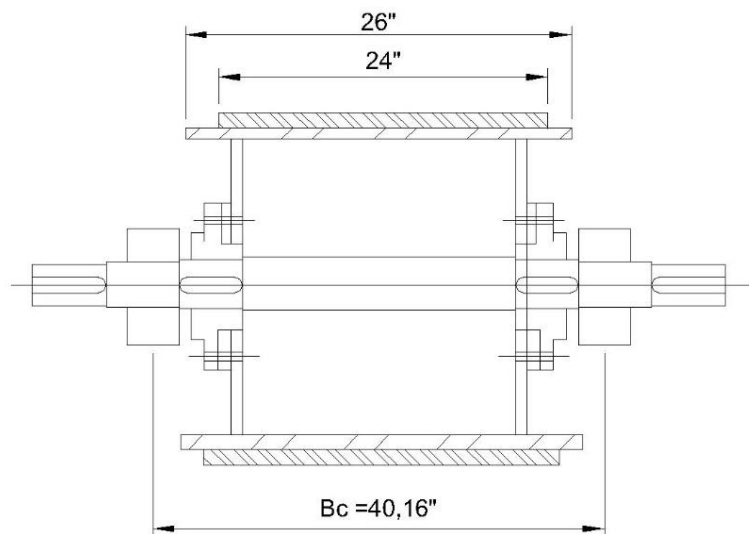


Fig. 11. Distancia entre apoyos (Fuente: Elaboración propia).

➤ **Fuerza radial resultante en el tambor (R_t)**

La fuerza resultante en el tambor (R_t), se determina mediante la siguiente formula:

$$R_t = (T_1 + T_2) \times \sin \frac{\theta}{2}$$

Donde:

R_t = Fuerza radial resultante en el tambor

T_1 = 7.565,98 lb (Tensión máxima).

T_2 = 3.362,66 lb (Tensión del lado flojo).

θ = 180° (Angulo de arrollamiento)

Reemplazando en la ecuación tenemos que:

$$R_t = (7.565,98 \text{ lb} + 3.362,66 \text{ lb}) \times \sin \frac{180}{2} = 10.928,64 \text{ lb}$$

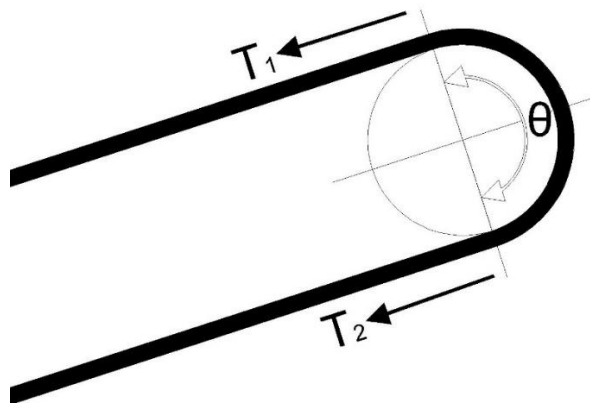


Fig. 12. Carga radial resultante (Fuente: Elaboración propia).

➤ **Momento flexionante en el eje del tambor motriz (M)**

El momento flexionante en el eje del tambor (M), se determina mediante la siguiente formula:

$$M = \frac{R_t(B_c - P_f)}{4}$$

Donde:

M = Momento flexionante en el eje del tambor.

$R_t = 10.928,64 \text{ lb}$ (Fuerza resultante en el tambor).

$B_c = 40,16 \text{ pulg.}$ (Distancia entre apoyos).

$P_f = 26 \text{ pulg.}$ (Ancho de superficie de polea)

Reemplazando en la ecuación tenemos que:

$$M = \frac{10.928,64 \text{ lb}(40,16 \text{ pulg} - 26 \text{ pulg})}{4} = 38.687 \text{ lb} - \text{pulg.}$$

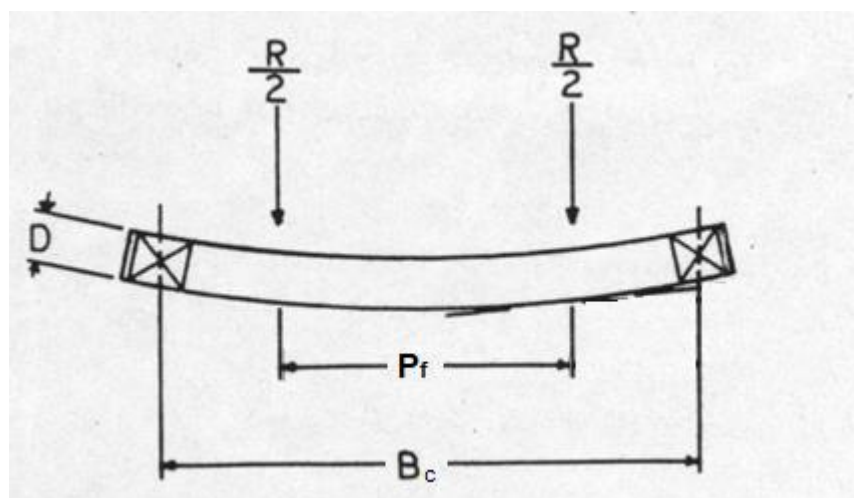


Fig. 13. Momento flector en el eje del tambor motriz (Fuente: Elaboración propia).

➤ **Diámetro del tambor motriz (D)**

El diámetro del eje (D), se determina mediante la siguiente formula:

$$D = \left[\frac{32N}{\pi} \sqrt{\left(\frac{k_t M}{S_f}\right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{T}{S_y}\right)^2} \right]^{1/3}$$

Donde:

D = Diámetro del eje

N = 1,5 (Factor de seguridad).

K_t = 1 (Factor de corrección de la temperatura).

M = 38.687 lb-pulg (Momento flexionante en el eje del tambor).

S_f = 12488,93 (Limite corregido de la fatiga del eje).

S_y = 60.000 para acero SAE 1045

Reemplazando en la ecuación tenemos que:

$$D = \left[\frac{32 \times 1,5}{\pi} \sqrt{\left(\frac{1 \times 38.687 \text{ lb} - \text{pulg}}{12.488,93 \text{ psi}}\right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{38.687 \text{ lb} - \text{pulg}}{60.000}\right)^2} \right]^{1/3}$$
$$= 3,7 \text{ pulg}$$

jj) Peso de tambor motriz

De Anexo 3, tabla 25 con:

- Diámetro: 20 pulg.
- Tipo de polea: Polea soldada de tambor de acero
- Agujero máximo: 4 pulg.
- Ancho de superficie de polea: 26 pulg.

Tenemos que:

- Peso de polea: 240 lb.

kk) Selección del motor

➤ **Potencia total (Hp_t)**

La potencia total (Hp_t), se determina mediante la siguiente formula:

$$Hp_t = Hp \times FS$$

Donde:

Hp_t = Potencia total, en Hp.

Hp = 28,34 Hp (Potencia en el eje del motor).

FS = 1,25 (Factor de servicio).

Reemplazando en la ecuación tenemos que:

$$Hp_t = 28,34 \times 1,25 = 35,43 \text{ Hp}$$

➤ **Velocidad angular del tambor motriz (Rpm_t)**

El rpm del tambor (Rpm_t), se determina mediante la siguiente formula:

$$Rpm_t = \frac{V_R}{\pi \times \text{diametro de la polea}}$$

Donde:

Rpm_t = Velocidad angular del tambor

V_R = 202,24ppm = 2426,88 pulg-min (Velocidad real de la faja).

Reemplazando en la ecuación tenemos que:

$$Rpm_t = \frac{2426,88 \text{ pulg} - \text{min}}{\pi \times 20 \text{ pulg}} = 38,63 \text{ rpm}$$

➤ **Cálculo de torque (T)**

El torque (T), se determina mediante la siguiente formula:

$$T = \frac{Hp_t \times 7460}{Rpm_t}$$

Donde:

T = Torque, en N-m

Hp_t = 35,43 Hp (Potencia total).

Rpm_t = 38,63 rpm (Velocidad angular del tambor).

Reemplazando en la ecuación tenemos que:

$$T = \frac{35,43 \text{ Hp} \times 7.460}{38,63 \text{ rpm}} = 6.842 \text{ N} - \text{m}$$

➤ **Torque a plena carga (T_{pc})**

El torque a plena carga (T_{pc}), se determina mediante la siguiente formula:

$$T_{pc} = T \times 1.25$$

Donde:

T_{pc} = Torque a plena carga, en N-m.

T = 6.842 N-m (Torque).

Reemplazando en la ecuación tenemos que:

$$T_{pc} = 6.842 \text{ N} - \text{m} \times 1.1 = 7.526,2 \text{ N} - \text{m}$$

➤ **Torque de parada (T_p)**

El torque de parada (T_p), se determina mediante la siguiente formula:

$$T_p = T \times 2$$

Donde:

T_p = Torque de parada, en N-m.

T = 6.842 N-m (Torque).

Reemplazando en la ecuación tenemos que:

$$T_{pc} = 6.842 N - m \times 2 = 13.684 N - m$$

II) Selección del motorreductor

➤ Potencia requerida (H_{pR})

La potencia requerida (H_{pR}), se determina mediante la siguiente formula:

$$H_{pR} = H_{p_t} \times 0,7457$$

Donde:

H_{pR} = Potencia requerida, en Kw.

H_{p_t} = 35,43 Hp (Potencia total).

Reemplazando en la ecuación tenemos que:

$$H_{pR} = 35,43 Hp \times 0,7457 = 26,42 Kw.$$

➤ Selección de motorreductor

De Anexo 3, tabla 32 con:

- H_{pR} 26,42 Kw.
- Rpm_t 38,63rpm

Seleccionamos motorreductor MOTOX :

- Serie Z.188-LG200LB4E
- Hp 36 Kw (60Hz)
- Rpm 40rpm

mm) Par torsional (P_T)

El par torsional (P_T), se obtiene mediante la siguiente formula:

$$P_T = T \times 8,8851$$

Donde:

P_T = Par torsional, en lb-pulg.

T = 6.842 N-m (Torque).

Reemplazando en la ecuación tenemos que:

$$P_T = 6.842 N - m \times 8,8851 = 60.558,8 lb - pulg$$

nn) Altura sobre la superficie de la faja del centro de gravedad(h) y altura de la superficie de la faja de la cima de la carga(a_1)

De Anexo 3, tabla 26 con:

- Angulo de abarquillamiento 20°
- Angulo de sobrecarga 20°
- Ancho de la faja 24 pulg.

Tenemos que:

- Altura sobre la superficie de la faja del centro de gravedad(h): 3,1 pulg.
- Altura de la superficie de la faja de la cima de la carga (a₁): 1,3 pulg.

oo) Radio del centro de polea al centro de gravedad (r)

El radio del centro de polea al centro de gravedad (r), se obtiene mediante la siguiente formula:

$$r = \frac{a_1 + e + \left(\frac{\text{diametro de polea}}{2}\right)}{12}$$

Donde:

r = Radio del centro de polea al centro de gravedad, en pies.

a₁ = 1,3 pulg (Altura de la superficie de la faja de la cima de carga).

e = 0,5 pulg (espesor de la faja)

Reemplazando en la ecuación tenemos que:

$$r = \frac{1,3 \text{ pulg} + 0,5 \text{ pulg} + \left(\frac{20 \text{ pulg}}{2}\right)}{12} = 0,98 \text{ pies.}$$

pp) Velocidad tangencial (V_s)

La velocidad tangencial (V_s), se obtiene mediante la siguiente formula:

$$V_s = \frac{2\pi \times r \times Rpm_t}{60}$$

Donde:

V_s = Velocidad tangencial, en pps.

r = 0,98 pies (Radio del centro de polea al centro de gravedad).

Rpm_t = 36,63 rpm (Velocidad angular del tambor)

Reemplazando en la ecuación tenemos que:

$$V_s = \frac{2\pi \times 0,98 \text{ pies} \times 36,63 \text{ rpm}}{60} = 3,96 \text{ pps}$$

qq) Posición angular de línea tangente (P_w)

La posición angular de línea tangente (P_w), se obtiene mediante la siguiente formula:

$$P_w = \frac{V_s^2}{32,2 \times r}$$

Donde:

V_s = 3,96 pps (Velocidad tangencial).

r = 0,98 pies (Radio del centro de polea al centro de gravedad).

Reemplazando en la ecuación tenemos que:

$$P_w = \frac{3,96^2}{32,2 \times 0,98 \text{ pies}} = 0,5 \rightarrow \theta = 60^\circ$$

rr) Cálculo del eje del tambor de cola.

El diámetro del eje se calcula con la siguiente formula por método ASME:

$$d^3 = \frac{16}{\pi S_d} \sqrt{(K_m \times mf)^2 + (K_t \times mt)^2}$$

Para el acero comercial (SAE 1020), el ASME recomienda $S_d=8000$ (psi) para eje sin chavetero.

$S_d = 6.000$ psi, para eje con chavetero.

De (Anexo 3, Tabla 34) tenemos, $K_t = 1,0$ factor de momento torsor para eje giratorio con carga constante.

De (Anexo 3, Tabla 34) tenemos, $K_m = 1,5$ factor de momento flector para eje giratorio con carga constante.

$$d^3 = \frac{16}{\pi(6.000)} \sqrt{(1,5 \times 3.550,45)^2 + (14.705,84)^2} = 2,37 \approx 2 \frac{1}{2}'' = 2,5''$$

ss) Chequeo del eje por fatiga.

El chequeo es por corte máximo de SODERBERG

$$N = \frac{\pi d^3}{32 \sqrt{\left(\frac{mf}{S_y}\right)^2 + \left(\frac{mt}{S_e}\right)^2}}$$

Donde:

$N =$ factor de seguridad

Para acero SAE 1020 su $S_y = 40.000$ psi y $S_{ut} = 65.000$ psi

$S_e =$ esfuerzo de fluencia modificado, $S_e = k_a \times k_b \times k_c \times k_d \times k_e \times S_e'$

$$S_e' = \frac{S_{ut}}{2} = \frac{65.000}{2} = 32.500 \text{ psi}$$

$k_a = 0,8$, factor por acabado superficial

$k_b = 0,7$, factor por tamaño

$k_c = 0,81$, factor por falla (probabilidad 1% de falla).

$$S_e = 32.500 \text{ psi} \times 0,8 \times 0,7 \times 0,81 = 14.742 \text{ psi}$$

Entonces:

$$N = \frac{\pi d^3}{32 \sqrt{\left(\frac{mf}{S_y}\right)^2 + \left(\frac{mt}{S_e}\right)^2}} = \frac{\pi(2,5)^3}{32 \sqrt{\left(\frac{3.550,45}{40.000}\right)^2 + \left(\frac{14.705,84}{14.742}\right)^2}} = 1,53 > 1$$

El eje no falla por fatiga.

tt) Selección de rodamientos.

$$R_A = \sqrt{(A_x)^2 + (A_y)^2} = \sqrt{(99,625)^2 + (535,005)^2} = 544,20 \text{ lbs}$$

$$R_D = \sqrt{(D_x)^2 + (D_y)^2} = \sqrt{(99,625)^2 + (535,005)^2} = 544,20 \text{ lbs}$$

Del manual SKF se tiene la siguiente fórmula para hallar la carga dinámica (C)

$$C = P(L)^{1/p} \times t$$

P = 544,20 lbs, donde P es la carga que actúa en el rodamiento

t = 1,5 factor por choques moderados

L = duración expresada en millones de revoluciones

p = 3 para rodillos de bolas

$$L = 60 \times rpm_{pm} \times Lh \times 10^{-6}$$

Donde:

Lh = 20.000 horas de funcionamiento

Entonces:

$$L = 60 \times 61,09 \times 20.000 \times 10^{-6} = 73,31$$

Reemplazando en C:

$$C = 544,20(73,31)^{1/3} \times 1,5 = 3.416,42 \text{ lbs} = 1.549,66 \text{ kg}$$

De (Anexo 3, tabla 35), con 2 1/2", obtenemos soporte Sn 515, con rodamiento de bolas 22213CK (Anexo 3, tabla 36).

Con carga Ca (Anexo 3, tabla 37) = 12.700Kg > 1.549,66 kg



Fig. 14. Soporte con su rodamiento (Fuente: SKF).

3.2.5. Sección de chancado secundario.

La etapa secundaria del chancado es a partir del segundo grizzly o parrilla fija, la chancadora de mandíbula, faja transportadora.

La sección de chancado secundario opera de 8 a 10 horas.

a) GRIZZLY O PARRILLA FIJA

Se instala a continuación de la faja transportadora de la sección primaria y tiene la finalidad de aliviar la carga a la chancadora separando por tamaño.

El material mayor a ¾” será alimentado a la chancadora, el material menor a ¾” pasa por la abertura para no sobrecargar innecesariamente a la chancadora.

b) CHANCADORA SECUNDARIA

Por consideraciones económicas optamos por la chancadora de mandíbula ya que es económica y tiene capacidad de proceso de carga pequeña respecto a una chancadora giratoria.

El material mayor a ¾” representara el 50% de la capacidad de la planta. Dicha capacidad es 75 ton/h.

De Anexo 3, tabla 38, con una capacidad de 75ton/h y un tamaño de salida de ¾”, seleccionamos una chancadora PEX-300*1300

c) FAJA TRANSPORTADORA II

Obtenemos los mismos datos que la faja transportadora I

Ancho de faja	24” tipo pliegue múltiple 120
Longitud entre centros	50pies
Inclinación de transporte	18°
Polea motriz	20” Ø x 26” – EJE 3,7” Ø
Polea de cola	18” Ø x 26” – EJE 2.5” Ø
Soporte de pie	soporte Sn 515, con rodamiento de bolas 22213CK
Motorreductor	36KW- 40rpm MOTOX Z.188- LG200LB4E

3.2.6. Sección de separación por tamaño.

La sección de tamizado es donde se realiza la separación de agregado de diferentes tamaños haciendo tres diferentes pilas.

a) CEDAZO VIBRATORIO

El cedazo va a separar por tamaño el material, tienen uno, dos, tres mallas de acuerdo al requerimiento, en este caso lleva dos mallas.

El cedazo será calculado de acuerdo con el manual de cedazo Allis Chalmers por formula siguiente:

$$A = \frac{T}{C \times M \times K \times Q}$$

Donde.

A = área requerida

T = ton/h para 2.000 lb y 100 lb/pie³

De Anexo, tabla 39, para 1/2" de abertura cuadrada el factor C = 3,8 ton/pie²/hr

De Anexo, figura 5, para 1/2" de abertura pasa 31%, entonces para un tamaño mayor a 1/2" tenemos 69%.

De Anexo, tabla 40, para 69% tenemos un factor de corrección M=1,54

De Anexo, tabla 41, para 1/8" de abertura pasa 12%, factor K = 0,56

Q = factor adicional que afecta capacidad de peso del material

$$T = \frac{100m^3}{hr} \times \frac{1,5ton}{m^3} \times \frac{2.200lb}{2.000lb} \times \frac{100lb}{93,5lb} \times \frac{pie^3}{pie^3} = 176,47tonc/hr$$

Tenemos:

$$A = \frac{176,47}{3,8 \times 1,55 \times 0,56} = 53,85pie^2$$

De anexo 3, tabla 42, con 53,85 pie² (5m²), tenemos un cedazo modelo 2YK1548.

b) FAJA TRANSPORTADORA III-IV-V

Obtenemos los mismos datos que la faja transportadora I

Ancho de faja	24" tipo pliegue múltiple 120
Longitud entre centros	50pies
Inclinación de transporte	18°
Polea motriz	20" Ø x 26" – EJE 3,7" Ø
Polea de cola	18" Ø x 26" – EJE 2.5" Ø
Soporte de pie	soporte Sn 515, con rodamiento de bolas 22213CK
Motorreductor	36KW - 40Rpm MOTOX Z.188- LG200LB4E

3.3. Elaborar plano de la planta para tratamiento de agregados.

Ver (Anexo 5).

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN

Esta investigación está orientada a proponer una forma de diseño de una planta para tratamiento de agregados de 100 m³/h que estará ubicada en el cerro BomBom, centro poblado de Tallamac, Cajamarca.

Para representar esta propuesta de manera clara y comprensible, elaboramos un diagrama de flujo que muestra cada sección de forma secuencial, con la información relevante sobre los equipos utilizados y los flujos del material.

Para la capacidad establecida de la planta de tratamiento de agregados, se determinaron los parámetros para la selección de cada uno de los equipos de nuestra planta de tratamiento de agregados.

Para el dimensionamiento de la tolva de gruesos, se consideraron los mismos criterios que R. SIUCE donde especifica que la dimensión del largo de la tolva es 4 veces más que el ancho [17], y que el ángulo de inclinación de la parte truncada es igual al ángulo de reposo del material más 15°.

Se realizó el dimensionamiento del grizzly o parrilla fija, con una abertura de 2" teniendo en cuenta el diagrama de flujo de nuestra planta.

Para el chancado primario, después del dimensionamiento y selección, obtuvimos una chancadora de quijada C80 de METSO, el cual recibe el material +2".

Según las recomendaciones de CEMA, nos dice que el tamaño máximo de terrón es de 1/6" del ancho de faja transportadora; en nuestro caso, seleccionamos un ancho de faja de 18", Con lo que al calcular la velocidad obtenemos 1,3m/s.

Con el ancho de faja y el tipo de material a transportar, CEMA nos indica que los polines a usar, pero antes debemos corroborar el cálculo de la carga ajustada (AL), con las cargas que nos da el CEMA.

A partir de todas las resistencias de los accesorios que se oponen al movimiento de la faja, se determina una tensión efectiva, la cual se utiliza para calcular la potencia requerida del motor.

A partir del PIW de la faja seleccionamos el tipo de faja EP250/3 y también nos da los diámetros mínimos de la polea motriz y de cola. Con el PIW en el CEMA seleccionamos el diámetro de la polea motriz.

Se optó por un sistema de tornillo templador de faja transportadora por la distancia entre polea motriz y polea de cola que es menor a 100 pies.

Debido a las propiedades del material (piedra chancada), que no presenta adherencia, solo se requiere el uso de un limpiador primario, ya que este satisface las necesidades de limpieza adecuadamente.

Para llegar a la velocidad requerida en el eje de la polea motriz, utilizaremos, un sistema de transmisión de fajas-cadenas-motorreductor, para facilitar y reducir el costo en caso alguna de las partes del sistema se averíe.

El cedazo vibratorio contará con dos mallas que nos darán tres tamaños diferentes de producto (agregado).

Luego de dimensionar cada componente de nuestra planta para tratamiento de agregados pasamos a realizar los planos de fabricación teniendo en cuenta los resultados obtenidos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

1. El diagrama de flujo es crucial para el diseño detallado de la planta, al proporcionar una representación visual clara y organizada de las tres secciones de la planta, las cuales son: Sección de chancado primario, sección de chancado secundario y sección de separación por tamaños, lo cual ha permitido una planificación precisa de la disposición de los equipos.
2. De acuerdo al requerimiento de producción de la planta para tratamiento de agregados, se dimensionaron o diseñaron los equipos para cada sección de manera precisa y eficiente. Los resultados obtenidos para las secciones de la planta, revelan un diseño detallado y bien estructurado.
3. La sección de chancado primario consta de Tolva de gruesos, parrilla fija con abertura de 2", chancadora primaria de mandíbulas METSO C80 con un motor de 100 HP y una faja transportadora de sección de 35° y plana de retorno, con sus respectivos polines, con un motor de 12,5 HP, con un eje de 2 7/8" para su polea motriz y 2 1/2" para su polea de cola, la polea motriz esta accionada por medio de transmisión por cadena tipo ASA-100, con un diámetro de paso de catalina de 14,342" y de piñón de 7,595", con transmisión por faja 3V-500 de triple faja y un reductor de velocidad.
4. La sección de chancado secundario consta de parrilla fija con abertura de 3/4", una chancadora de mandíbula secundaria PEX-300*1300 y una faja transportadora con las mismas especificaciones que la de la sección de chancado primario.
5. La sección de separación por tamaño comprende el cedazo que nos dará agregados de tres diferentes tamaños debido a que cuenta con triple malla, chute y fajas transportadoras.
6. Los planos de la planta de tratamiento para agregados se presentan en escala 1:50, estos planos proporcionan una representación visual precisa y exhaustiva de la distribución y disposición de los equipos en la planta de agregados. Estos planos, que incluyen una vista de planta y otra de elevación, son una herramienta invaluable para comprender la organización espacial de la planta y la interacción entre los diferentes componentes.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

1. Para trabajos similares y futuros relacionados con el diseño de plantas de tratamiento de agregados, se recomienda emplear el diagrama de flujo como una herramienta fundamental desde las etapas iniciales del proyecto, ya que nos ayuda a visualizar de manera clara y sistemática el proceso de producción, identificando de manera efectiva las diferentes secciones.
2. Para futuros proyectos de diseño o dimensionamiento de equipos para plantas de tratamientos de agregados, se recomienda realizar un análisis exhaustivo de los requisitos de producción, las características de material y las condiciones operativas específicas; esto permitirá seleccionar o dimensionar adecuadamente los equipos, para garantizar un rendimiento óptimo y una operación eficiente.
3. Se recomienda mantener los planos actualizados a medida que se realicen modificaciones o mejoras en la planta, para garantizar que sigan siendo una herramienta precisa y relevante a lo largo del tiempo.

CAPÍTULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Marsh & GuyCarpenter, «Future of construction,» Oxford Economics Ltd, London, 2021.
- [2] A. M. Neville, Tecnología del concreto, CDMX: Limusa, 1995.
- [3] La cámara, «Expertos analizan los retos para reactivar el sector de la construcción,» Revista digital de la cámara de comercio de Lima, Lima, 2023.
- [4] G. Triana, «Diseño de una planta trituradora y molienda de piedra para la extracción de oro,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/36622>. [Último acceso: 30 11 2022].
- [5] E. ORTIZ y R. TIRADO, «DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA TRITURADORA DE MANDÍBULAS DE EXCÉNTRICA ELEVADA,» 2005. [En línea]. Available: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2005/116924.pdf>. [Último acceso: 20 11 2022].
- [6] J. Martell, «Rediseño de la planta de agregados de construcción para aumentar la producción en la empresa Agregados Jara,» 2022. [En línea]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/94056>. [Último acceso: 15 10 2022].
- [7] C. Herrera, «Dimensionamiento y selección de equipos para una planta concentradora de cobre, plomo y zinc con una capacidad de 4800 TMPD,» 2016. [En línea]. Available: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/7369>. [Último acceso: 7 12 2022].
- [8] A. Guerrero, «Diseño de trituradora 10 ton/ h para incrementar producción de agregados en la empresa Jubrisa E.I.R.L- Pucara - Jaén,» 2019. [En línea]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/38790>. [Último acceso: 05 12 2022].
- [9] l. e. l. Wikipedia, «https://es.wikipedia.org/wiki/Proceso_de_dise%C3%B1o_en_ingenier%C3%ADa,» [En línea]. [Último acceso: 2023].
- [10] n. yongliang, «¿Cuál es el proceso de producción de los áridos pétreos?,» 2023. [En línea]. Available: <https://es.linkedin.com/pulse/cu%C3%A1-es-el-proceso-de-producci%C3%B3n-los-%C3%A1ridos-p%C3%A9treos-niu-yongliang>. [Último acceso: 2023].
- [11] Tecnotanques, «Tecnotanques,» 2020. [En línea]. Available: <https://tecnotanques.com/tolva-que-son-y-para-que-sirven/>. [Último acceso: 2023].
- [12] V. Yepes, «Universitat politècnica de valencia- poli blogs,» [En línea]. Available: <https://victoryepes.blogs.upv.es/tag/grizzly/>.
- [13] E. A. Blanco, «Universidad de cantabria,» [En línea]. Available: https://ocw.unican.es/pluginfile.php/2439/course/section/2474/7._trituracion.pdf.

- [14] N. ramirez, «proindustriales,» [En línea]. Available:
<https://proindustriales.blogspot.com/2013/05/trituracion.html>.
- [15] M. V. Corcuera, «Universidad nacional de trujillo,» [En línea]. Available:
<https://hdl.handle.net/20.500.14414/16060>.
- [16] j. r. jahuana, «Tecnología del concreto,» [En línea]. Available:
<https://tecdelconcretorodriguez.blogspot.com/2016/04/semana-4-los-agregados.html>.
- [17] R. S. Bonifacio, Diseño de plantas metalúrgicas, Cerro de pasco: Universidad nacional daniel alcides carrión, 2018.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION	INSTRUMENTOS
Variable independiente: Diseño de planta de tratamiento.	Es el proceso de dar a las maquinas la forma, las dimensiones, los materiales, las técnicas de fabricación y las operaciones para cumplir una función o necesidad específica.	Es un equipo que se selecciona, diseño y fabrica para realizar una tarea en particular, en este caso la producción de agregados.	Capacidad de producción	m ³ /h	Observación
			Material	Tipo	
			Dimensiones	mm	
			Potencia	Hp	
Variable dependiente: Producción de 100 m ³ /h de agregados de construcción en el centro poblado Tallamac-Distrito de Bambamarca, Provincia Hualgayoc, departamento de Cajamarca.	Proceso de triturar piedras en tamaños más pequeños.	El chancado consiste en reducir el tamaño de las piedras de manera que el tamaño sea óptimo para ser usadas en el sector construcción.	Granulometría	pulgadas	Observación

ANEXO 2. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL ¿Cómo diseñar una planta de tratamiento de agregados de 100m³/hr que produzca agregados de -1/8", de 1/8" a -1/2" y de 1/2" a -3/4" de forma que se tenga un funcionamiento óptimo?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Diseñar una planta de tratamiento de agregados de 100m³/hr que produzca agregados de -1/8", de +1/8" a -1/2" y de +1/2" a -3/4" de forma que se tenga un funcionamiento óptimo.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL Mediante el correcto diseño de cada uno de los equipos y máquinas involucradas en la planta de tratamiento de agregados se logrará el funcionamiento óptimo.</p>	<p>VARIABLE Independiente Diseño de Planta de tratamiento Dependiente Producción de 100m³/hr de agregados de construcción en el centro poblado Tallamac - Distrito de Bambamarca, Provincia Hualgáyoc, departamento de Cajamarca.</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN Descriptivo y Aplicado DISEÑO DE INVESTIGACIÓN No Experimental INSTRUMENTO Observación VARIABLE Independiente Diseño de Planta de tratamiento Dependiente Producción de 100m³/hr de agregados de construcción en el centro poblado Tallamac - Distrito de Bambamarca, Provincia Hualgayoc, departamento de Cajamarca.</p>
<p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS P.E 1: ¿Cómo realizar un diagrama de flujo de la planta para tratamiento de agregados? P.E 2: ¿Cómo diseñar o dimensionar los componentes de la planta para tratamiento de agregados? P.E 3: ¿Cómo elaborar el plano de la planta para tratamiento de agregados?</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS O.E 1: Realizar el diagrama de flujo de la planta de tratamiento de agregados. O.E 2: Diseñar o dimensionar los componentes de la planta para tratamiento de agregados. O.E 3: Elaborar plano de la planta para tratamiento de agregados.</p>	<p>POBLACIÓN Planta de tratamiento de agregados-distrito de Bambamarca. MUESTRA Planta de tratamiento de agregados-distrito de Bambamarca.</p>		

Título: Propuesta de diseño de planta para tratamiento de agregados de 100 m³/h

ANEXO 3. Tablas



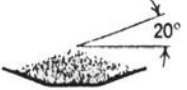


Tabla 1
Chancadora de mandíbula NORDBERG C series

Closed side setting	Capacidad								
40 mm	55 - 75								
15/8"	60 - 80								
50 mm	65 - 95								
2"	75 - 100								
60 mm	80 - 110	105 - 135							
23/8"	90 - 120	115 - 150							
70 mm	95 - 135	125 - 155	150 - 185	165 - 205	175 - 240				
23/4"	110 - 145	135 - 170	160 - 205	180 - 225	195 - 265				
80 mm	110 - 150	140 - 180	165 - 215	180 - 235	195 - 270				
31/8"	120 - 165	155 - 200	185 - 240	200 - 260	215 - 295				
90 mm	125 - 175	160 - 200	190 - 235	205 - 255	210 - 305				
3½"	140 - 190	175 - 220	205 - 260	225 - 280	235 - 330				
100 mm	140 - 190	175 - 225	205 - 265	225 - 285	235 - 325	270 - 369			
4"	150 - 210	195 - 250	230 - 295	245 - 315	260 - 360	297 - 406			
125 mm	175 - 245	220 - 280	255 - 325	270 - 345	285 - 395	325 - 446	340 - 470		
5"	195 - 270	240 - 310	280 - 360	295 - 380	315 - 435	358 - 491	375 - 515		
150 mm	210 - 290	265 - 335	305 - 385	320 - 405	340 - 475	380 - 523	400 - 555	430 - 610	
6"	230 - 320	290 - 370	335 - 428	350 - 450	375 - 515	418 - 576	440 - 610	475 - 670	
175 mm	245 - 335	310 - 390	355 - 450	370 - 465	385 - 540	435 - 600	460 - 635	495 - 695	630 - 890
7"	270 - 370	340 - 430	390 - 495	405 - 515	430 - 595	479 - 661	505 - 700	545 - 765	695 - 980
200 mm			395 - 500	410 - 520		490 - 677	520 - 720	560 - 790	710 - 1000
8"			445 - 560	460 - 580		539 - 746	570 - 790	615 - 870	780 - 1100
225 mm						545 - 754	580 - 800	625 - 880	785 - 1105
9"						600 - 830	640 - 880	685 - 965	860 - 1215
250 mm						600 - 831	640 - 880	685 - 965	865 - 1215
10"						661 - 915	705 - 970	755 - 1060	950 - 1340
275 mm								745 - 1055	940 - 1320
11"								820 - 1160	1030 - 1455
300 mm								815 - 1145	1015 - 1435
12"								895 - 1260	1120 - 1575

Fuente: Catalogo METSO NORBERG C series

Tabla 2

Fluidez – ángulo de sobrecarga – ángulo de reposo

Fluidez muy libre 1*	Fluidez libre 2*	Fluidez promedio 3*		Pesada 4*
ángulo de sobrecarga de 5°	Ángulo de sobrecarga de 10°	Ángulo de sobrecarga de 20°	Ángulo de sobrecarga de 25°	Ángulo de sobrecarga de 30°
				
0° - 19° ángulo de reposo	20° - 29° ángulo de reposo	30° - 34° ángulo de reposo	35° - 39° ángulo de reposo	40° - a más ángulo de reposo
Características del material				
Tamaño uniforme, partículas redondeadas muy pequeñas, tanto si están húmedas o muy secas: piedra sílice seca, cemento, concreto húmedo	Partículas pulidas, redondeadas, secas, de peso medio: granos sin pelar y frejoles	Materiales Irregulares, granulares o en trozos de peso medio, tales como antracita y carbón de piedra, semilla de algodón, arcilla, etc.	Materiales comunes típicos: carbón bituminoso, piedra, mayoría de minerales	Materiales irregulares, fibrosos, que se pueden atorar: astillas de madera, bagazo, arena de fundición templada.

Fuente: CEMA

Tabla 3

Descripción de la clasificación de los materiales

	Características del material	Código
Tamaño	Muy fino: hasta la malla 100	A
	Fino: hasta 1/8"	B
	Granular: hasta 1/2"	C
	En trozos: de más de 1/2"	D
	Irregular: fibrosos, que se pueden atorar, enredado	E
Fluidez, Angulo de Reposo	Fluidez muy buena – Angulo de reposo menor a 19°	1 2
	Fluidez buena: Angulo de reposo entre 20 a 29°	3
	Fluidez promedio - Angulo de reposo entre 30 a 39°	
	- Angulo de reposo entre 40° a más.	4
Abrasividad:	No abrasivo	5
	Abrasivo	6
	Muy abrasivo	7
	Muy afilado: corta o deshace la cubierta de la faja	8
Características Variadas (a veces mas de una propiedad puede aplicarse)	Muy polvoriento	L
	Aireado o que desarrolla propiedades de fluido	M
	Contiene polvo explosivo	N
	Contaminable, afecta su uso o venta	P
	Degradable, afecta su uso o venta	Q
		R
	Altamente Corrosivo	S
	Medio Corrosivo	T
	Higroscópico	U
	Que se atora	V
	Presenta aceites o químicos que pueden afectar productos de caucho Empacado bajo presión	W
Muy liviano y , puede dispersarse con el viento	X	
Temperatura elevada.	Y	
	Z	
Por ejemplo: Un material muy fino, de buena fluidez, abrasivo, y que contiene polvo explosivo, tendrá una designación: Clase A26N		

Fuente: CEMA

Tabla 4
Características del material y peso por pie cúbico

Material	Peso promedio (lbs por pie ³)	Angulo de reposo (grados)	Inclinación máxima recomendada	Código
Abono	30-50			E45ST
Aceite aglutinado	48-50	45		D45W
Acero, recortes de	75-150	35	18	E37V
Acero, virutas de, chancado	100-150	30-44		D37WZ
Acido oxálico, cristales	60	30-44		B35SU
Afrecho	10-20	30-44		B35NY
Ajonjolí, semillas de, seca	27-41	20-29		B25N
Alazor aglutinado	50	30-44		D35
Alazor, harina de	50	30-44		B35
Alazor, semillas de	45	20-29		B25N
Albayaalde	75-100	30-44		A36MR
Alfalfa, gránulos	41-43	20-29		C25
Alfalfa, harina	17	45		B46Y
Alfalfa, semilla	10-15	29		B26N
Almendras, partidas o enteras	28-30	30-44		C36Q
Almidón	25-50	24	12	*B25
Alúmina	50-65	22	10-12	B27M
Aluminio, hidróxido de	18	34	20-24	C35
Aluminio, mineral de (ver bauxita)	-			-
Aluminio, óxido de	70-120	29		A27M
Aluminio, silicato de	49	30-44		B35S
Aluminio, sulfato de	54	32	17	D35
Aluminio, sulfato de, fino	45-50	30-44		B35
Aluminio, Sulfato de, trozos	50-60	30-44		D35
Aluminio, virutas de	7-15	45		E46Y
Amonio, clorito de, cristales	45-52	30-44		B36S
Amonio, nitrato de	45	30-44		*C36NUS
Amonio, sulfato de	45-58	44		*C35TU
Antimonio, polvo de	60	30-44		A36
Aplita	70-80	30-44		A35
Arcilla (ver también bentonita, tierra diatomácea, arcilla de batán, caolín, y arcilla calcárea)	-			-
Arcilla esquitosa, chancada	85-90	39	22	C36
Arcilla esquitosa, molida	90-100	20-29		D26QZ
Arcilla grasa, aceitosa	60-65	20-29		B26
Arcilla grasa, filtrada en aceite, cruda	35-40	35	20	*B26
Arcilla grasa, filtrada en aceite, quemada	40	20-29		B26

Arcilla grasa, seca	30-35	23		B26
Arcilla, calcinada	80-100			B37
Arcilla, caolín, hasta 3 pulgadas	63	35	19	D36
Arcilla, cerámica, seca, fina	60-80	30-44		A35
Arcilla, seca, fina	100-120	35	20-22	C37
Arcilla, seca, trozos	60-75	35	18-20	D36
Arena	26-35	21	10	C25M
Arena de cantera, húmeda	105-130	45	20-22	B47
Arena de cantera, seca	90-110	35	16-18	B37
Arena, mineral de	65	41	26	B35X
Arena, molida	19-24	30-44		C35NY
Arena, preparada para fundición, desechada	90-100	39	22	D37
Arena, preparada para fundición, seca	80-90	30-44	24	B37
Arena, sílica, seca	90-100	20-29	10-15	B27
Arenisca, triturada	85-90	30-44		D37
Arroz, a medio moler	42-45	30-44		B35
Arroz, pelado o descascarado	45-48	19	9	B15
Arroz, quebrado	36	30-44		B35M
Arsénico, óxido de	100-120	30-44		A35R
Arsénico, pulverizado	30	20-29		*A26
Asbesto, mineral o roca	81	30-44		D37R
Asbesto, triturado	20-25	45		E46XY
Aserrín	10-13	36	22	*B35
Asfalto, aglomerado para pavimento	80-85			C45
Asfalto, chancado hasta 1/2 pulgada	45	30-44		C35
Azúcar, de caña, cortada	15-18	45		E45V
Azúcar, de pulpa de remolacha, húmeda	25-45	20-29		C26X
Azúcar, de pulpa de remolacha, seca	12-15	20-29		C26
Azúcar, en bruto de caña	55-65	45		B46TX
Azúcar, refinada, granulada, húmeda	55-65	30-44		C35X
Azúcar, refinada, granulada, seca	50-55	30-44		B35PU
Bagazo	7-10	45		E45Y
Bagazo filtrado a presión en ingenios azucareros	70			A15
Bakelita y plásticos similares (pulverizado)	35-45	45		B45
Bario, carbonato de	72	45		A45
Bario, carbonato de, filtrado aglutinado	72	32		A36

Bario, hidrato de	62-65	43		A36
Bario, óxido de	150-200			A46
Baritina	180	30-44		B36
Barro (de cloacas)	40-50	20-29		E25TW
Barro de aguas de cloacas, mojadas	55	30-44		B36
Barro de aguas de cloacas, seco	45-55	30-44		B36
Basalto	80-103	20-28		B26
Bauxita, chancada, hasta 3 pulgadas	75-85	30-44	20	D37
Bauxita, desprendida de mina	80-90	31	17	E37
Bauxita, molida, seca	68	20-29	20	B26
* Bentonita, cruda	35-40	42-44		D36X
Bentonita, hasta malla 100	50-60	42	20	A36XY
Borato de cal	60	30-44		A35
Bórax, cernida de 1/2 pulgada	55-60	30-44		C36
Bórax, hasta 3 pulgadas	60-70	30-44		D35
Bórico, ácido, fino	55	20-29		B26T
Bronce, virutas de, seco	30-50	44-57		B47
Cacao, granos de	35	30-44		C35
Cacao, semilla de	30-45	30-44		C35Q
Café, con cáscara	20	20-29		B25MY
Café, de grano verde	32-45	30-44	10-15	C35Q
* Café, grano tostado de	22-26			C25PQU
Café, molido	25	23	10	B25
Café, soluble	19			B45PQ
Cal, guijarro	53-56	30	17	D35
* Cal, hidratada, hasta 1/8 pulgada	40	40	21	B35MX
Cal, hidratada, pulverizada	32-40	42	22	A35MXY
Cal, piedra de, chancada	85-90	38	18	C36X
Cal, piedra de, de subsuelo, hasta 1/8 pulgada	68	30-44	20	B36
Cal, tierra de, hasta 1/8 pulgada	60-65	43	23	B35X
Calcio, carburo de (chancado)	70-80	30-44		D36N
Carbón animal, hasta malla 100	20-25	20-29		A25Y
* Carbón de piedra, bituminoso, extraído de mina, menudo, hasta 1/2 pulgada	43-50	40	22	C35T
Carbón de piedra, antracita de río o extraído de mina, hasta 1/8 de pulgada	60	35	18	B35TY
* Carbón de leña	18-25	35	20-25	D36Q
Carbón de piedra, antracita, clasificado	55-60	27	16	C26

Carbón de piedra, bituminoso, extraído de mina y clasificado	45-55	35	16	D35T
Carbón de piedra, bituminoso, extraído de mina, hasta malla 50	50-54	45	24	B45T
Carbón de piedra, bituminoso, extraído de mina, tal como sale de la mina	45-55	38	18	D35T
Carbón de piedra, bituminoso, separado, no lavado	50-60			D36T
Carbón de piedra, lignito	40-45	38	22	D36T
Carbón negro, granulado	20-25	25		B25Q
Carbón negro, pulverizado	4-7	30-44		*A35Y
Carbón, activado, seca, fine	8-20	20-29		B26Y
Carborundo, hasta 3 pulgadas	100	20-29		D27
Carne, desecho	50-55	30-44		E35VW
Caseína	36	30-44		B35
Caucho, granulado	50-55	35	22	D35
Caucho, regenerado	25-30	32	18	D35
Cebada	37-48	23	10-15	B25N
Cemento clinker	75-95	30-40	18-20	D37
Cemento, Portland	72-99	30-44	20-23	A36M
Cemento, Portland, aireado	60-75			A16M
Cemento, roca (vea piedra de cal)	100-110			D36
Ceniza, carbón de piedra, húmedo, hasta 3 pulgadas	45-50	45		D46T
Ceniza, carbón de piedra, seca, hasta 3 pulgadas	35-40	45		D46T
Ceniza, negra, molida	105	32	17	*B35
Ceniza, producto de gas, húmeda	78			D47T
Ceniza, suelta	40-45	42	20-25	A37
Cenizas de carbón de piedra	40	35	20	*D37T
Cenizas de horno de fundición	57	35	18-20	*D37T
Centeno	42-46	23	8	B25N
Centeno, harina de	35-40	19		B15
Clinker, cemento (ver cemento clinker)	-			-
Cobre, mineral de	120-150	30-44	20	*D37

Cobre, sulfato de	75-85	31	17	D36
Cola, molida hasta 1/8 de pulgada	40	30-44		B36
Cola, niebla	40	25	11	C25
Cola, vegetal, pulverizada	40	30-44		
Conchas de ostras, enteras	80	30-44		D36TV
Conchas de ostras, trituradas, hasta ½ pulgada	50-60	30-44		C36T
Sinter	100-135	35		*D37
Concreto, escoria de	90-100		12-30	D46
Coque, desmenuzado de, hasta 1/4 de pulgada	25-35	30-44	20-22	C37Y
Coque, petróleo calcinado	35-45	30-44	20	D36Y
Coque, suelto	23-35	30-44	18	B37QVT
Corcho, granulado	12-15			C45
Corteza, madera, viruta	10-20	45	27	E45VY
Costras, laminado de	100-125	45		E46T
Cromo, mineral de (cromito)	125-140	30-44		D37
Cryolita, polvo de	75-90	30-44		A36
Cryolita, trozos de	90-100	30-44		D36
Cuarzo, cernido hasta ½ pulgada	80-90	20-29		C27Z
Cuarzo, en trozos de 1 ½ a 3 pulgadas	85-95	20-29		D27Z
Deshecho de fundición, arena de fundición	70-100	30-44		D37Z
Diatomacea, tierra	11-14	30-44		A36MY
Dicálcico, fosfato	40-50	45		A45
Disódico fosfato	25-31	30-44		B36QT
Dolomía, pulverizada	46	41		B36
Dolomía, trozos de	80-100	30-44	22	D36
Ebonita, chancada hasta ½ pulgada	65-70	30-44		C35
Empellita, chancada, hasta 3 pulgadas	40-50	45		D45
Escoria, chancada, hasta 1/2 pulgada	80-90	28	15	C36
Escoria, de alto horno, chancada	80-90	25	10	A27

Escoria, de alto horno, granular, húmeda	90-100	45	20-22	B47
Escoria, de alto horno, granular, seca	60-65	25	13-16	C27
Escoria, en trozos de 1 1/2 a 3 pulgadas	85-95			D26
Esmeril	230	20-29		A27
Feldespatos, malla 200	100	30-44		A37
Feldespatos, tamizado hasta 1/2-pulgada	70-85	38	18	B36
Feldespatos, trozados de 1 1/2 a 3-pulgadas	90-110	34	17	D36
Ferroso, carbonato	85-90	30-44		B36
Ferroso, sulfato	50-75			C36
Ferroso, sulfuro	120-135	20-29		C36
Flúor, espato, tamizado hasta 1/2 pulgada	85-105	45		C46
Flúor, espato, trozos de 1 1/2 a 3 pulgada	110-120	45		D46
Fosfato en piedra, partido, seco	75-85	25-29	12-15	D26
Fosfato en piedra, pulverizado	60	40	25	B36
Fosfato, ácido, fertilizante	60	26	13	B25T
Fosfato, triple súper, fertilizante molido	50-55	45	30	B45T
Frijoles, castor, entero	36	20-29	8-10	C25W
Frijoles, castor, harina de	35-40			B15W
Frijoles, navy, secos	48	29		C25
Frijoles, navy, steeped	60	35-40		C35
Gelatina, granulada	32	20-29		C25Q
Girasol, semillas de	19-38	20		C25
Gluten harina	40	30-44		B35P
Grafito, en laminilla	40	30-44		C35
Grafito, flour	28	20-29		A25
Grafito, mineral de	65-75	30-44		D37
Gramma, semilla	10-12	30-44		B35NY
Granito, cernido hasta 1/2 - pulgada	80-90	20-29		C27
Granito, quebrado	95-100	30-44		D37

Granito, trozos de 1 ½ a 3 pulgada	85-90	20-29		D27
Grano fermentado, usado, húmeda	55-60	45		C45T
Grano fermentado, usado, seca	25-30	45		C45
Grano, refinado, extraído húmedo	40-60	45		C45V
Grano, refinado, extraído, seco	30	30-44		E35WY
Grava, extraída de mina	90-100	38	20	
Grava, guijarros	90-100	30	12	D36
Grava, seca, filosa	90-100	30-44	15-17	D37
Guano, seco	70	20-29		B26
Guisante, seco	45-50			C15NQ
Hielo, chancado	35-45	19		D16
Hierro fundido, virutas de	90-120	45		C46
Hierro, mineral de	100-200	35	18-20	*D36
Hierro, mineral de, granulado	116-130	30-44	13-15	D37Q
Hierro, esponja	100-135	30-44		
Hierro, sulfato	50-75	30-44		C35
Hierro, sulfuro	120-135	30-44		D36
Hollín, hogar de caldera seca	35-40	20		A17MTY
Hueso calcinado	27-40	30-44		B36
Hueso, harina de	50-60	30-44		B36
Huesos	34-40	45		*C46
Ilmenita, mineral de	140-160	30-44		B37
Jabón en botones o gránulos	15-25	30-44		C35Q
Laca	80	45		C45
Laca, pulverizada o granulada	31			B35PY
Lactosa	32	30-44		A35PX
Leche, entera, en polvo	20	30-44		B35PUXY
Leche, seca polvo	36	45		B45P
Leche, seca, en laminillas	5-6	30-44		B35MPY
Leche, seca, malteada	30-35	45		A45PX
Lignita, secada al aire	45-55	30-44		*D35
Linaza, aglutinada, menuda	50	30-44		C35W

Linaza, harina de	27	34	20	B35
Lúpulo, extraído, húmedo	50-55	45		E45T
Lúpulo, extraído, seco	35	45		E45
Madera, astillas de	10-30	45	27	E45WY
Madera, astillas de, para combustible	15-25	45		D45
Madera, virutas de	8-15			E45V
Magnesio, cloruro de	33	40		C45
Magnesio, sulfato de	40-50	30-44		B35
Magnesio, sulfato de	40-50	30-44		
Maíz, molido	37-50	30-44		C35
Maíz, azúcar de	31	30-44		B35
Maíz, desgranado	45	21	10	C25NW
Maíz, deshecho de	40-45	30-44		B35W
Maíz, germen de	21			B35W
Maíz, harina de	32-40	35	22	B35W
Maíz, mazorcas de	56			
Maíz, partido	45-50			C35W
Malta, harina de	36-40	30-44		B35
Malta, húmeda o verde	60-65	45		C45
Malta, seca, entera	27-30	20-29		C25N
* Malta, seca, molida, 1/8 pulgada	22	30-44		B35NR
Manganeso, dióxido de	80			*
Manganeso, mineral de	125-140	39	20	D37
Manganeso, óxido de	120	30-44		A36
Manganeso, sulfato de	70	30-44		C37
Maní, con cáscara	15-24	30-44		D35Q
Maní, sin cáscara	35-45	30-44		C35Q
Marga (arcilla calcárea)	80	30-44		C37
Mármol, chancado, hasta 1/2 pulgada	80-95	30-44		D37
Mica, laminillas	17-22	19		B16MY
Mica, triturada	13-15	34	23	*B36

* Molybdenita, pulverizada	107	40	25	B35
Molibdeno, mineral de	107	40		B36
Monosódico, fosfato de	50	30-44		B36
Mostaza, semilla de	45-48	20-29		B25N
Niacina	35	30-44		B36
Niquel – cobalto, sulfato de, mineral de	80-150	30-44		*D37T
Nuez, cáscara de	35-45	30-44		B37
Pescado, deshecho de	40-50			E45W
Pescado, harina de	35-40			B45W
Petróleo, coque de (ver coque)	-			
Piedra pómez, hasta 1/8 de pulgada	40-45	45		B47
Piritas, en granos	120-130	30-44		C36T
Piritas, hierro, trozos de 2 a 3 pulgadas	135-145	20-29		D26T
Plomo, arseniato	72	45		B45R
Plomo, carbonato de	240-260	30-44		A36MR
Plomo, mineral de	200-270	30	15	*B36RT
Plomo, oxido de	60-150	45		B45
Plomo, oxido de, pulverizado	200-250	30-44		A36
Plomo, silicato, granulado	230	40		B36
Plomo, sulfato, pulverizado	184	45		B46
Plomo, sulfuro	240-260	30-44		A36
Poliestireno, en granos	35	23		B25PQ
Polietileno, en granos	35	23		B25PQ
Polivinilo, cloruro de	20-30	45		A45KT
Potasio, carbonato de	51	20-29		B26
Potasio, carbonato de (muriato), extraído de mina	75	30-44		D37
Potasio, carbonato de (muriato), seco	70	20-29		B27
Potasio, cloruro de, en granos	120-130	30-44		C36T
Potasio, nitrato de	76-80	20-29		C26T
Potasio, sulfato de	42-48	45		B36X

Potasio, carbonato de, extraído de montaña	80	20-29		B25T
Protosulfuro (principalmente sulfuro)	240-260	30-44		A36
Pulpa de papel, para almacenamiento	40-60	19		*E15MV
Remolacha, entera	48	50		D45
Remolacha, pulpa de, húmeda	25-45			E46
Remolacha, pulpa de, seca	12-15			E45
Roca trapeana, cernida hasta 1/2 pulgada	90-100	30-44		C37
Roca trapeana, en trozos de 2 a 3 pulgadas	100-110	30-44		D37
Roca, blanda, excavada con pala	100-110	30-44	22	D36
Roca, chancada	125-145	20-29		D26
Sal aglutinada, seca, gruesa	85	36	21	B36TW
Sal aglutinada, seca, pulverizada	66-85	20-29		B26NT
Sal, común seca, fina	70-80	25	11	D26TUW
Sal, común seca, gruesa	40-55	18-22		C36TU
Salicílico, ácido	29			B25U
Salitre	80	30-44		A35T
Semilla de algodón, aglutinada, chancada	40-45	30-44		B35
Semilla de algodón, aglutinada, trozos	40-45	30-44		D35W
Semilla de algodón, cáscara	12	45		*B45Y
Semilla de algodón, harina de	35-40	35	22	B35W
Semilla de algodón, pulpa de	40	30-44		B35W
Semilla de algodón, seca, hilazada	22-40	29	16	C35W
Semilla de algodón, seca, no hilazada	18-25	35	19	C35W
Semilla de melaza	45	21	12	B25NW
Semilla de melaza, harina de	25	30-44		B35W
Sienita nefelínica	90-105	30-44		B36
Silica gel (ácido sílico), seca	45	30-44		C37U
Soda cáustica	88	29-43		A36
Soda, cenizas de, briquetas	50	22	7	C26

Soda, cenizas de, ligera	20-35	37	22	A36Y
Soda, cenizas de, pesada	55-65	32	19	B36
Sodio y aluminio de, sulfato	75	30-44		A36
Sodio, aluminato de, molido	72	30-44		B36
Sodio, antimoniato de, chancado	49	31		C36
Sodio, fosfato de	50-65	37		B36
Sodio, nitrato de	70-80	24	11	*D25
Sodio, sulfito de, seco	96	45		B45X
Sorgo, no azucarado, mazorca	56	30-44		C35N
Sorgo, semilla de	32-52	30-44		B36
Soya, frijol de, aglutinado, mayor de 1/2 pulgada	40-43	32	17	D35W
Soya, frijol de, entero	45-50	21-28	12-16	C27NW
Soya, frijol de, harina, en caliente	40	30-44		B35T
Soya, frijol de, harina, en frío	40	32-37	16-20	B35
Soya, frijol de, hojuelas, en bruto	20-26	30-44		C35Y
Soya, frijol de, partido	30-40	35	15-18	C36NW
Sulfato, chancado, hasta 1/2 pulgada	50-60	30-44	20	C35NS
Sulfato, hasta 3 pulgadas	80-85	30-44	18	D35NS
Sulfato, pulverizado	50-60	30-44	21	B35NW
Tabaco, deshechos de	15-25	45		D45Y
Tabaco, hojas de, secas	12-14	45		E45QV
Tabaco, tallos	15	45		E45Y
Taconita, granulado	116-130	30-44	13-15	D37Q
Talco, cernido hasta 1/2 pulgada	80-90	20-29		C25
Talco, en trozos de 1 1/2 a 3 pulgada	85-95	20-29		D25
Tierra de excavación seca	70-80	35	20	B36
Tierra húmeda, conteniendo arcilla	100-110	45	23	B46
Timothy, semilla de	36	20-29		B25NY
Titanio esponja	60-70	45		E47
Titanio, dióxido	140	30-44		B36

Trébol, semilla de	48	28	15	B25N
Tricálcico, fosfato	21-50	45 +		A45
Trigo	45-48	28	12	C25N
Trigo negro	37-42	25	11-13	B25N
Trigo, germen de, seco	18-28	20-29		B25
Trigo, harina de	35-40	45	21	A45PN
Trigo, molido	35-45	30-44		B35N
Trisódico, fosfato	60			D36
Trisódico, fosfato, en granos	60	30-44	11	B35
Trisódico, fosfato, pulverizado	50	40	25	B35
* Urea en habas, seca	43-46	25		B25
Vermiculita, esparcido	16	45		C45Y
Vermiculita, mineral de	70-80		20	D36Y
Vidrio deshecho	80-120	30-44	20	D37Z
Vidrio, fibra de (fibra de vidrio textil)	45-55	0-10		A16LM
Vidrio, fibra de (lana y contenedor)	80-100	30-44	20-22	D38Z
Yeso en trozos	75-85	45		D46
Yeso, cernido hasta 1/2-pulgada	70-80	40	21	C36
Yeso, trozos de 1 1/2- to 3-pulgada	70-80	30	15	D36
Zinc concentrado	75-80			B26
Zinc, mineral de, calcinado	110	38		C36
Zinc, mineral de, chancado	160	38	22	*
Zinc, óxido de, pesado	30-35	45-55		A45X
Zinc, óxido, ligero	10-15	45		A45XY
* Puede variar considerablemente – consulta a un miembro CEMA				

Fuente: CEMA

Tabla 5
Velocidades máximas recomendadas de faja

Material que se transporta	Velocidad de la faja (ppm)	Ancho de la faja (pulgadas)
Granos u otros materiales no abrasivos de buena fluidez	500	18
	700	24-30
	800	36-42
	1000	48-96
Hulla, arcilla húmeda, mineral suave, capas de desperdicio, piedra chancada fina. □	400	18
	600	24-36
	800	42-60
	1000	72-96
Mineral pesado, duro, de bordes afilados, piedra chancada de cuarzo.	350	18
	500	24-36
	600	mayor de 36
Arena de Fundición, preparada o húmeda; arena molida con pequeños núcleos, con o sin pequeñas piezas de fundición (no tan calientes como para dañar la faja)	350	Cualquier ancho
Arena de fundición preparada y materiales húmedos similares (o secos, abrasivos) descargados de la faja por desviadores de bordes de caucho.	200	Cualquier ancho
Materiales no abrasivos descargados de la faja por medio de desviadores.	200, salvo pulpa de madera dónde 300 a 400 son preferibles	Cualquier ancho
Fajas Alimentadoras, planas o acanaladas para alimentar materiales finos, no abrasivos o medianamente abrasivos, de tolvas y recipientes.	50 a 100	Cualquier ancho

Fuente: CEMA

Tabla 6Faja abarquillada de 35° - Distancia standard al borde de tres rodillos iguales = $0.055b + 0.9$ pulg

Ancho de la faja (pulg)	A _t – Sección transversal de carga (pie ²)							Capacidad en 100 PPM (pie ³ /Hr)						
	Angulo de sobrecarga							Angulo de sobrecarga						
	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
18	0.144	0.160	0.177	0.194	0.212	0.230	0.248	864	964	1066	1169	1274	1381	1492
24	0.278	0.309	0.341	0.373	0.406	0.440	0.474	1668	1857	2048	2241	2438	2640	2847
30	0.455	0.506	0.557	0.609	0.662	0.716	0.772	2733	3039	3346	3658	3975	4300	4636
36	0.676	0.751	0.826	0.903	0.980	1.060	1.142	4058	4508	4961	5419	5886	6364	6857
42	0.940	1.044	1.148	1.254	1.361	1.471	1.585	5644	6266	6891	7524	8169	8830	9511
48	1.248	1.385	1.523	1.662	1.804	1.949	2.099	7491	8312	9138	9974	10825	11698	12598
54	1.599	1.774	1.950	2.128	2.309	2.494	2.686	9598	10646	11700	12768	13855	14969	16118
60	1.994	2.211	2.429	2.651	2.876	3.107	3.345	11966	13269	14850	15906	17257	18642	21058
72	2.913	3.229	3.547	3.869	4.197	4.532	4.879	17484	19378	21285	23215	25182	27196	29275
84	4.007	4.440	4.876	5.317	5.766	6.226	6.701	24043	26641	29256	31902	34597	37360	40210
96	5.274	5.842	6.415	6.994	7.584	8.189	8.812	31645	35058	38490	41966	45506	49134	52876

Fuente: CEMA

Tabla 7

Peso de Faja Estimado Promedio con Pliegues Múltiples y Reducidos, lb/pie

Ancho de la faja en pulgs. (b)	Material transportado, lbs/ft ³		
	30-74	75-129	130-200
18	3.5	4	4.5
24	4.5	5.5	6
30	6	7	8
36	9	10	12
42	11	12	14
48	14	15	17
54	16	17	19
60	18	20	22
72	21	24	26
84	25	30	33
96	30	35	38

1. Fajas con alma de acero, incrementar el valor en 50%
2. Los pesos reales de la faja varían con las diferentes construcciones, fabricaciones, calibres de cubierta, etc. Use estos valores para una estimación. Obtenga los valores reales de los fabricantes de faja, en lo posible.

Fuente: CEMA

Tabla 8
Espaciamiento recomendado para rodillos (S_i)

Ancho de la faja (pulgadas)	Rodillos abarquillados						Rodillos de retorno
	Peso del material maniobrado, en lbs por pie cúbico						
	30	50	75	100	150	200	
18	5.5 ft	5.0 ft	5.0 ft	5.0 ft	4.5 ft	4.5 ft	10.0 ft
24	5.0 ft	4.5 ft	4.5 ft	4.0 ft	4.0 ft	4.0 ft	10.0 ft
30	5.0 ft	4.5 ft	4.5 ft	4.0 ft	4.0 ft	4.0 ft	10.0 ft
36	5.0 ft	4.5 ft	4.0 ft	4.0 ft	3.5 ft	3.5 ft	10.0 ft
42	4.5 ft	4.5 ft	4.0 ft	3.5 ft	3.0 ft	3.0 ft	10.0 ft
48	4.5 ft	5.5 ft	4.0 ft	3.5 ft	3.0 ft	3.0 ft	10.0 ft
54	4.5 ft	4.0 ft	3.5 ft	3.5 ft	3.0 ft	3.0 ft	10.0 ft
60	4.0 ft	4.0 ft	3.5 ft	3.0 ft	3.0 ft	3.0 ft	10.0 ft
72	4.0 ft	3.5 ft	3.5 ft	3.0 ft	2.5 ft	2.5 ft	8.0 ft
84	3.5 ft	3.5 ft	3.0 ft	2.5 ft	2.5 ft	2.0 ft	8.0 ft
96	3.5 ft	3.5 ft	3.0 ft	2.5 ft	2.0 ft	2.0 ft	8.0 ft

Fuente: CEMA

Tabla 9
Factor de ajuste por tamaño de material(k_1)

Tamaño máximo del trozo (pulgadas)	Peso del material, lbs/cu. ft . $K_1 = 1.1$						
	50	75	100	125	150	175	200
4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1
6	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1
8	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2
10	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2
12	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3
14	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3
16	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4
18	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4

Fuente: CEMA

Tabla 10Factor de medio ambiente y mantenimiento(k_2)

Condiciones Ambientales	Mantenimiento		
	Bueno	Promedio	Escaso
Limpio	1.00	1.08	1.11
Moderado	1.06	1.10	1.13
Sucio	1.09	1.12	1.15

Fuente: CEMA

Tabla 11Factor de servicio (k_3)

Operación	Factor
Menos de 6 horas al día	0.8
Entre 6 y 9 horas al día	1.0
Entre 10 y 16 horas al día	1.1
Más de 16 horas al día	1.2

Fuente: CEMA

Tabla 12Factor de corrección de velocidad (k_4)

Velocidad de la faja (ppm)	Diámetro de los rodillos, en pulgadas			
	4	5	6	7
100	0.80	0.80	0.80	0.80
200	0.83	0.80	0.80	0.80
300	0.90	0.85	0.83	0.81
400	0.95	0.91	0.88	0.85
500	0.99	0.95	0.92	0.88
600	1.03	0.98	0.95	0.92
700	1.05	1.01	0.98	0.95
800	-	1.04	1.00	0.97
900	-	1.06	1.03	1.00
1000	-	-	1.05	1.02

Fuente: CEMA

Tabla 13

Valores de carga para polín tipo A

Ancho de la faja (pulgadas)	Angulo de abarquillamiento			Retorno
	20°	35°	45°	
18	300	300	300	150
24	300	300	289	125
30	300	280	270	100
36	275	256	248	75

Fuente: CEMA

Tabla 14

Valores de carga para polín tipo B

Ancho de la faja (pulgadas)	Angulo de abarquillamiento			Retorno
	20°	35°	45°	
18	410	410	410	220
24	410	410	410	190
30	410	410	410	165
36	410	410	396	155
42	390	363	351	140
48	380	353	342	130

Fuente: CEMA

Tabla 15

Valores de carga para polín tipo C

Ancho de la faja (pulgadas)	Angulo de abarquillamiento			Retorno
	20°	35°	45°	
18	900	900	900	475
24	900	900	900	325
30	900	900	900	250
36	900	837	810	200
42	850	791	765	150
48	800	744	720	125
54	750	698	675	*
60	700	650	630	*

*Use rodillos de retorno tipo D

Fuente: CEMA

Tabla 16
Peso promedio de polín de carga (lbs)

Ancho de la faja (pulgadas)	Clasificación de rodillos CEMA										
	A4	A5	B4	B5	C4	C5	C6	D5	D6	E6	E7
18	12.7	16.2	15.0	19.2	14.5	19.1	26.7				
24	15.8	21.2	18.3	24.2	17.5	23.2	32.6	23.2	32.6		
30	18.9	25.0	21.8	28.3	20.5	26.8	38.0	26.8	38.0		
36	22.0	28.6	25.3	33.0	23.5	31.3	43.6	31.3	43.6	64.8	81.8
42			30.8	38.1	26.5	35.2	49.2	35.2	49.2	73.3	91.7
48			32.9	41.6	29.5	39.3	54.8	39.3	54.8	81.9	101.3
54						45.9	62.3	45.9	62.3	93.6	121.8
60						50.1	68.3	50.1	68.3	102.2	132.7
72								57.9	77.8	119.4	154.5
84										132.0	164.0
96										145.3	173.0

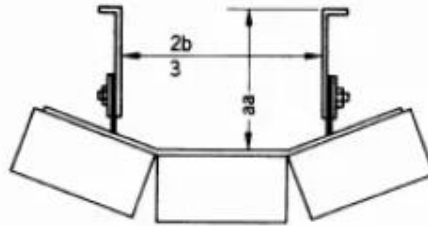
Fuente: CEMA

Tabla 17
Peso promedio de polín de retorno (lbs)

Ancho de la faja (pulgadas)	Clasificación de rodillos CEMA										
	A4	A5	B4	B5	C4	C5	C6	D5	D6	E6	E7
18	11.9	15.5	13.1	16.3	12.2	16.6	21.6				
24	15.6	19.2	16.3	20.9	15.2	20.1	27.1	20.9	30.1		
30	18.5	23.2	19.5	24.5	18.2	24.0	32.3	25.8	35.4		
36	21.9	27.1	22.7	28.5	21.2	28.0	37.6	30.1	40.5	59.0	70.0
42			26.0	33.0	24.6	32.1	43.3	34.3	47.2	67.4	80.1
48			27.4	36.1	27.6	36.1	48.4	38.7	54.4	75.6	89.9
54								43.4	60.8	83.2	99.9
60								49.2	68.1	92.2	109.4
72								55.1	74.9	109.4	129.0
84										114.0	136.2
96										122.0	149.8

Fuente: CEMA

Tabla 18
 Altura del faldón



<i>20° Three-Equal-Roll Troughing Idlers</i>							<i>35° & 45° Three-Equal-Roll Troughing Idlers</i>												
<i>Belt width</i> <i>b</i>	<i>aa, Skirtboard height, inches</i>						<i>Belt width</i> <i>b</i>	<i>aa, Skirtboard height, inches</i>											
	<i>Lump size, inches</i>							<i>Lump size, inches</i>											
	2*	4	6	8	10	12	14	16	18		2*	4	6	8	10	12	14	16	18
18	5.0	5.0	5.0							18	7.0	7.0	7.0						
24	5.5	5.5	6.0	6.6						24	7.5	7.5	8.0	8.6					
30	5.8	6.3	7.0	7.6	8.3					30	8.8	8.8	9.5	10.1	10.8				
36	6.7	7.3	8.0	8.6	9.3	10.0				36	9.7	10.3	11.0	11.6	12.3	13.0			
42	7.7	8.3	9.0	9.6	10.3	11.0	11.6			42	11.2	11.8	12.5	13.1	13.8	14.5	15.1		
48	8.7	9.3	10.0	10.6	11.3	12.0	12.6	13.3		48	12.7	13.3	14.0	14.6	15.3	16.0	16.6	17.3	
54	9.7	10.3	11.0	11.6	12.3	13.0	13.6	14.3	15.2	54	14.7	14.8	15.5	16.1	16.8	17.5	18.1	18.8	19.7
60	10.7	11.3	12.0	12.6	13.3	14.0	14.6	15.3	16.2	60	15.7	16.3	17.0	17.6	18.3	19.0	19.6	20.3	21.2
72	12.7	13.3	14.0	14.6	15.3	16.0	16.6	17.3	18.2	72	18.7	19.3	20.0	20.6	21.3	22.0	22.6	23.8	25.0
84	14.7	15.3	16.0	16.6	17.3	18.0	18.6	19.3	20.2	84	21.7	22.3	23.0	23.6	24.3	25.0	25.6	27.2	28.7
96	16.7	17.3	18.0	18.6	19.3	20.0	20.6	21.3	22.2	96	24.7	25.3	26.0	26.6	27.3	28.0	28.6	30.6	32.5

*For material that is all fines, use skirtboard heights in 2-inch lump column

Fuente: CEMA

Tabla 19
Factor de fricción con el faldón (C_s)

Material	Factor C_s	Material	Factor C_s	Material	Factor C_s
Alúmina, pulv.,seca	0.1210	Coque, molido fino	0.0452	Piedra de cal, pulv., seca	0.1280
Ceniza, de carbón de piedra seca	0.0571	Coque, en trozos y fino	0.0186	Cloruro de Magnesio, seco	0.0276
Bauxita, molida	0.1881	Copra, en trozos	0.0203	Avenas	0.0219
Frijoles, Navy, secos	0.0798	Cullet	0.0836	Fosfato roca, seca, partida	0.1086
Borax	0.0734	Trigo, harina	0.0265	Sal, común, seca fina	0.0814
Bran, granulado	0.0238	Grano, trigo maíz o centeno	0.0433	Arena, seca, de cantera	0.1378
Cemento, Portland, seco	0.2120	Grava, extraída de mina	0.1145	Aserrín, seco	0.0086
Cemento clinker	0.1228	Yeso , cernido hasta ½"	0.0900	Ceniza de soda, pesada	0.0705
Arcilla, ceramica,seca fina	0.0924	Mineral de hierro, 200 lbs por cada pie	0.2760	Almidón, en trozos grandes	0.0623
Carbón de piedra, antracita, medida	0.0538	Cal, quemada, 1/8"	0.1166	Azúcar, granulada seca	0.0349
Carbón de piedra, bituminoso, extraído de mina	0.0754	Cal, hidratada	0.0490	Viruta de madera, hogged combustible	0.0095

Fuente: CEMA

Tabla 20
Valores del factor K_y

Longitud del transportador	$W_b + W_m$ (lbs por pie)	Porcentaje de pendiente						
		0	3	6	9	12	24	33
		Grados aproximados						
		0	2	3.5	5	7	14	18
250	20	0.035	0.035	0.034	0.031	0.031	0.031	0.031
	50	0.035	0.034	0.033	0.032	0.031	0.028	0.027
	75	0.035	0.034	0.032	0.032	0.030	0.027	0.025
	100	0.035	0.033	0.032	0.031	0.030	0.026	0.023
	150	0.035	0.035	0.034	0.033	0.031	0.025	0.021
	200	0.035	0.035	0.035	0.035	0.032	0.024	0.018
	250	0.035	0.035	0.035	0.035	0.033	0.021	0.018
	300	0.035	0.035	0.035	0.035	0.032	0.019	0.018
400	20	0.035	0.034	0.032	0.030	0.030	0.030	0.030
	50	0.035	0.033	0.031	0.029	0.029	0.026	0.025
	75	0.034	0.033	0.030	0.029	0.028	0.024	0.021
	100	0.034	0.032	0.030	0.028	0.028	0.022	0.019
	150	0.035	0.034	0.031	0.028	0.027	0.019	0.016
	200	0.035	0.035	0.033	0.030	0.027	0.016	0.014
	250	0.035	0.035	0.034	0.030	0.026	0.017	0.016
	300	0.035	0.035	0.034	0.029	0.024	0.018	0.018
500	20	0.035	0.033	0.031	0.030	0.030	0.030	0.030
	50	0.034	0.032	0.030	0.028	0.028	0.024	0.023
	75	0.033	0.032	0.029	0.027	0.027	0.021	0.019
	100	0.033	0.031	0.029	0.028	0.026	0.019	0.016
	150	0.035	0.033	0.030	0.027	0.024	0.016	0.016
	200	0.035	0.035	0.030	0.027	0.023	0.016	0.016
	250	0.035	0.035	0.030	0.025	0.021	0.016	0.015
	300	0.035	0.035	0.029	0.024	0.019	0.018	0.018
600	20	0.035	0.032	0.030	0.029	0.029	0.029	0.029
	50	0.033	0.030	0.029	0.027	0.026	0.023	0.021
	75	0.032	0.030	0.028	0.026	0.024	0.020	0.016
600	100	0.032	0.030	0.027	0.025	0.022	0.016	0.016
	150	0.035	0.031	0.026	0.024	0.019	0.016	0.016
	200	0.035	0.031	0.026	0.021	0.017	0.016	0.016
	250	0.035	0.031	0.024	0.020	0.017	0.016	0.016
	300	0.035	0.031	0.023	0.018	0.018	0.018	0.018
	20	0.035	0.031	0.030	0.029	0.029	0.029	0.029
	50	0.032	0.029	0.028	0.026	0.025	0.021	0.018
	75	0.031	0.029	0.026	0.024	0.022	0.016	0.016

800	100	0.031	0.028	0.025	0.022	0.020	0.016	0.016
	150	0.034	0.028	0.023	0.019	0.017	0.016	0.016
	200	0.035	0.027	0.021	0.016	0.016	0.016	0.016
	250	0.035	0.026	0.020	0.017	0.016	0.016	0.016
	300	0.035	0.025	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
1000	50	0.031	0.028	0.026	0.024	0.023	0.019	0.016
	75	0.030	0.027	0.024	0.022	0.019	0.016	0.016
	100	0.030	0.026	0.022	0.019	0.017	0.016	0.016
	150	0.033	0.024	0.019	0.016	0.016	0.016	0.016
	200	0.032	0.023	0.017	0.016	0.016	0.016	0.016
	300	0.033	0.021	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
1400	50	0.029	0.026	0.024	0.022	0.021	0.016	0.016
	75	0.028	0.024	0.021	0.019	0.016	0.016	0.016
	100	0.028	0.023	0.019	0.016	0.016	0.016	0.016
	150	0.029	0.020	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	200	0.030	0.021	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	300	0.030	0.020	0.017	0.016	0.016	0.016	0.016
2000	50	0.027	0.024	0.022	0.020	0.018	0.016	0.016
	75	0.026	0.021	0.019	0.016	0.016	0.016	0.016
	100	0.025	0.020	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	150	0.026	0.017	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	200	0.024	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	300	0.023	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
2400	50	0.026	0.023	0.021	0.018	0.017	0.016	0.016
	75	0.025	0.021	0.017	0.016	0.016	0.016	0.016
	100	0.024	0.019	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	150	0.024	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	200	0.021	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	300	0.021	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
3000	50	0.024	0.022	0.019	0.017	0.016	0.016	0.016
	75	0.023	0.019	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	100	0.022	0.017	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	150	0.022	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	200	0.019	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	300	0.018	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016

Fuente: CEMA

Tabla 21

Tensión de la faja debido al rodamiento de las poleas

Ubicación de la polea	Angulo de arrollamiento	Libras de tensión en la línea de la faja
Lado tenso	150° a 240°	200 lbs por polea
Lado flojo	150° a 240°	200 lbs por polea
Cualquier otra polea	Menor de 150°	200 lbs por polea

Fuente: CEMA

Tabla 22Factor de arrollamiento C_w

Tipo de Polea Motriz	Arrollamiento θ	Tensor automático		Tensor manual	
		Polea desnuda	Polea recubierta	Polea desnuda	Polea recubierta
Simple sin polea de reenvío	180°	0.84	0.50	1.2	0.8
Simple con polea de reenvío	200°	0.72	0.42	1.0	0.7
	210°	0.66	0.38	1.0	0.7
	220°	0.62	0.35	0.9	0.6
	240°	0.54	0.30	0.8	0.6
Dual	380°	0.23	0.11	0.5	0.3
	420°	0.18	0.08	-	-

Fuente: CEMA

Tabla 23

Valores de tensión para fajas de pliegue múltiple

Identificación de Tejido	Valor de Tensión, lb por pulg. por pliegue	
	Empalme de Fijamiento Mecánico Normal	Empalme Vulcanizado Normal
Pliegue Múltiple 35	27	35
Pliegue Múltiple 43	33	43
Pliegue Múltiple 50	40	50
Pliegue Múltiple 60	45	60
Pliegue Múltiple 70	55	70
Pliegue Múltiple 90	-	90
Pliegue Múltiple 120	-	120
Pliegue Múltiple 155	-	155
Pliegue Múltiple 195	-	195
Pliegue Múltiple 240	-	240

Fuente: CEMA

Tabla 24

Diámetro de polea mínimo para fajas tipo pliegue múltiple, pulg.

Número de pliegues	MP 35			MP 43, 50			MP 60, 70, 90, 120			MP 135			MP 195, 240		
	% de tensión			% de tensión			% de tensión			% de tensión			% de tensión		
	80 a 100	60 a 80	40 a 60	80 a 100	60 a 80	40 a 60	80 a 100	60 a 80	40 a 60	80 a 100	60 a 80	40 a 60	80 a 100	60 a 80	40 a 60
3	18	14	12	20	18	14	24	20	16	30	24	20	36	30	24
4	20	18	16	24	20	18	30	24	20	36	30	24	42	36	30
5	24	20	18	30	24	20	36	30	24	42	36	30	48	42	36
6	30	24	20	36	30	24	42	36	30	48	42	36	54	48	42
7	36	30	24	42	36	30	48	42	36	54	48	42	60	54	48
8	42	36	30	48	42	36	54	48	42	60	54	48	66	60	54

Fuente: CEMA

Tabla 25

Pesos de polea soldadas de tambor de acero

Polea		Ancho de la faja (pulgadas)																					
Diámetro (pulg)	Agujero máximo (pulgadas)	18		24		30		36		42		48		54		60		72		84		96	
		20	22	24	26	30	32	36	38	44	46	51	54	57	60	63	66	78	90	102			
6	2 ½	30	35	35	40	40	45	45	50	60	60	65	65	70	75	80							
8	2 ½	45	50	50	55	60	65	70	75	80	85	95	100	105	110	115							
10	2 ½	55	60	60	65	70	75	85	90	100	105	110	120	125	130	135	140						
	3	60	65	70	75	80	85	95	100	110	115	120	125	130	140	145	150						
	3 ½	75	80	80	85	90	95	105	110	120	125	130	135	140	145	150	155						
12	2 ½	70	75	75	85	90	100	105	115	120	130	140	150	155	160	165	175						
	3	80	85	90	100	105	110	115	125	130	135	145	155	160	170	175	180						
	3 ½	95	100	105	110	115	120	125	135	145	150	160	165	170	175	180	190						
14	2 ½	85	90	95	100	110	120	135	145	165	180	195	205	215	225	235	245						
	3	95	100	105	115	120	130	145	155	180	195	210	220	230	240	250	260						
	3 ½	105	110	115	130	140	150	160	175	190	205	220	230	240	245	255	265						
	4	130	135	140	150	160	170	185	200	210	220	235	245	255	260	275	280						
16	2 ½	105	110	115	130	140	150	160	175	200	220	235	240	250	260	270	280						
	3	115	125	130	140	150	165	170	185	220	240	250	260	270	280	290	300						
	3 ½	130	135	140	155	160	170	180	200	225	240	260	265	275	285	295	310						
	4	160	165	175	185	195	205	215	225	245	260	280	285	290	300	310	325						
18	2 ½	125	130	140	160	170	185	200	215	240	265	280	300	310	320	330	350						
	3	135	150	160	180	190	205	215	230	250	275	290	305	320	335	345	360						
	3 ½	145	155	160	180	200	215	225	240	265	275	295	310	330	345	355	375						
	4	175	185	190	215	225	235	250	270	295	310	330	355	375	400	410	430						
	4 ½	200	205	210	235	250	260	275	290	315	325	345	370	395	410	425	450						
20	2 ½	145	160	170	190	200	215	230	260	300	310	330	350	370	390	400	420						
	3	160	170	180	200	220	240	250	275	300	320	350	365	380	390	400	420						
	3 ½	170	180	195	210	225	240	270	285	300	330	360	375	390	400	415	435	500	550	600			
	4	190	200	215	240	250	270	285	305	330	360	400	410	425	435	450	470	550	600	660			
	4 ½	210	225	235	265	280	290	305	325	350	375	400	425	440	455	475	500	580	630	700			
	6																	600	650	700			
24	3	200	210	230	250	265	285	300	325	400	425	450	475	500	510	525	550						
	3 ½	215	225	245	265	280	300	315	350	400	435	460	485	500	515	535	560	600	675	750			
	4	235	245	265	285	300	320	345	380	410	450	500	520	540	560	580	600	700	750	825			
	4 ½	255	265	280	300	315	335	370	400	460	480	500	550	570	590	610	635	725	800	900			
	5	280	290	300	335	365	400	420	440	500	530	560	615	635	655	680	710	900	950	1050			
	6																	1100	1200	1300			
	7																	1100	1200	1300			
	8																	1200	1300	1400			

Fuente: CEMA

Tabla 26

Altura de la carga y centro de gravedad en la polea de descarga

Tipo de rodillos	Valores h y a ₁ en pulgadas, para distancia límite estándar de 0.055b + 0.9 pulgadas												
	Angulo de sobrecarga	Ancho de la faja, pulgadas											
		18	24	30	36	42	48	54	60	72	84	96	
Arreglo de 3 rodillos iguales para abarquillamiento de 20°	0°	h	1.1	1.7	2.1	2.7	3.1	3.7	4.1	4.7	5.7	6.7	7.7
		a ₁	0.4	0.7	0.8	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9	2.3	2.7	3.1
	5°	h	1.4	2.0	2.6	3.2	3.9	4.5	5.1	5.6	6.8	7.9	9.0
		a ₁	0.6	0.8	1.0	1.3	1.6	1.8	2.1	2.3	2.7	3.2	3.7
	10°	h	1.6	2.4	3.1	3.7	4.5	5.2	6.0	6.7	8.1	9.6	11.1
		a ₁	0.6	1.0	1.3	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.3	3.9	4.5
	20°	h	2.2	3.1	3.8	4.8	5.7	6.8	7.5	8.5	10.4	12.3	14.2
		a ₁	0.9	1.3	1.6	1.9	2.3	2.7	3.0	3.4	4.2	4.9	5.6
	25°	h	2.5	3.5	4.5	5.4	6.4	7.5	8.5	9.6	11.6	13.5	15.4
		a ₁	1.0	1.4	1.8	2.2	2.6	3.0	3.4	3.8	4.6	5.4	6.2
	30°	h	2.7	3.8	5.0	6.0	7.1	8.2	9.4	10.6	12.7	14.0	16.3
		a ₁	1.1	1.5	2.0	2.4	2.9	3.3	3.8	4.3	5.1	6.1	7.1

Fuente: CEMA

Tabla 27

Motores trifásicos de 4polos, 60Hz

Potencia		Carcasa	Par nominal T _n (Nm)	Corriente con rotor trabado I _l /I _n	Par con rotor trabado T _l /T _n	Par máximo T _b /T _n	Momento de Inercia J (kgm ²)	Tiempo máximo con rotor trabado (s)		Peso (kg)	Nivel de ruido dB (A)	RPM	440 V						Corriente nominal I _n (A)
								Caliente	Frio				% de la potencia nominal			Factor de potencia			
kW	HP												50	75	100	50	75	100	
IV Polos - 1800 rpm - 60 Hz																			
0,09	0,12	63	0,499	5,2	3,2	3,4	0,00045	22	48	7,0	48	1725	45,0	53,0	55,0	0,44	0,52	0,61	0,352
0,12	0,16	63	0,667	4,5	3,0	3,2	0,0004	27	59	7,0	48	1720	47,0	55,0	57,0	0,46	0,55	0,62	0,445
0,18	0,25	63	1,01	4,5	2,8	3,0	0,00045	22	48	7,5	48	1710	55,0	63,0	64,0	0,47	0,57	0,65	0,570
0,25	0,33	63	1,40	4,5	2,9	2,9	0,00068	25	55	8,0	48	1710	59,0	64,0	67,0	0,48	0,59	0,68	0,720
0,37	0,5	71	2,10	4,3	2,3	2,5	0,00079	12	26	10,0	47	1680	58,0	65,0	68,0	0,46	0,59	0,69	1,04
0,55	0,75	71	3,13	4,8	2,5	2,5	0,00096	12	26	11,5	47	1680	65,0	69,0	72,0	0,48	0,61	0,71	1,41
0,75	1	80	4,17	6,7	2,6	2,9	0,0025	12	26	12,5	48	1720	74,0	78,0	78,2	0,60	0,73	0,81	1,56
1,1	1,5	80	6,15	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	2,25
1,5	2	90S	8,28	6,4	2,5	2,8	0,0049	10	22	18,5	51	1730	80,5	81,5	82,0	0,59	0,71	0,79	3,04
2,2	3	90L	12,2	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	4,29
3	4	100L	16,8	6,0	2,4	2,7	0,0082	12	26	30,0	54	1710	83,5	84,0	84,1	0,63	0,76	0,81	5,78
3,7	5	100L	20,7	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	7,01
4,5	6	112M	24,6	6,7	2,1	2,8	0,0156	15	33	42,0	58	1750	86,0	86,5	86,2	0,63	0,75	0,81	8,43
5,5	7,5	112M	30,2	6,0	2,0	2,7	0,0167	11	24	43,0	58	1740	86,0	87,0	87,0	0,61	0,74	0,80	10,3
7,5	10	132S	40,8	7,2	2,1	2,8	0,0413	8	18	63,0	61	1755	86,5	88,0	87,5	0,67	0,78	0,83	13,6
9,2	12,5	132M	50,1	7,5	2,2	2,9	0,0488	7	15	70,0	61	1750	87,5	88,5	88,0	0,67	0,79	0,83	16,5
11	15	132M	59,9	8,3	2,3	2,8	0,0563	6	13	73,0	61	1755	87,0	88,5	88,6	0,68	0,80	0,83	19,6
15	20	160M	81,2	6,2	2,1	2,6	0,0954	9	20	105	64	1765	89,0	90,2	90,2	0,68	0,79	0,84	26,0
18,5	25	160L	100	6,3	2,2	2,7	0,1154	9	20	122	64	1765	89,5	91,0	91,0	0,68	0,79	0,84	31,8
22	30	180M	119	6,0	2,2	2,5	0,1615	12	26	150	64	1760	89,6	91,0	91,1	0,68	0,79	0,84	37,7
30	40	200M	162	6,0	2,0	2,4	0,2758	12	26	195	68	1770	91,0	91,8	91,8	0,71	0,80	0,85	50,4
37	50	200L	200	6,0	2,0	2,4	0,3310	12	26	222	68	1770	92,0	92,5	92,5	0,71	0,81	0,85	61,7
45	60	225S/M	242	6,8	2,3	2,6	0,6474	10	22	367	70	1775	92,3	93,1	93,1	0,75	0,83	0,87	72,9
55	75	225S/M	296	6,9	2,3	2,6	0,7699	9	20	386	70	1775	92,8	93,4	93,3	0,75	0,83	0,87	88,9
75	100	250S/M	404	7,0	2,4	2,7	1,01	10	22	470	70	1775	93,0	93,6	93,6	0,75	0,84	0,88	119

90	125	280S/M	483	6,5	1,9	2,5	1,93	17	37	625	73	1780	93,0	93,9	94,0	0,74	0,82	0,86	146
110	150	280S/M	589	7,3	2,2	2,7	2,57	16	35	684	73	1785	93,2	94,1	94,3	0,74	0,83	0,86	178
132	180	315S/M	705	6,5	1,8	2,3	2,65	24	53	880	75	1790	93,0	94,3	94,6	0,73	0,81	0,85	215
150	200	315S/M	801	6,8	2,0	2,4	3,21	20	44	947	75	1790	93,5	94,5	94,7	0,74	0,83	0,86	242
185	250	315S/M	988	6,6	2,1	2,3	3,77	17	37	1018	75	1790	94,0	94,6	94,8	0,75	0,83	0,86	298
200	270	315S/M	1070	7,3	2,3	2,3	3,77	18	40	1062	75	1790	94,2	94,8	95,0	0,76	0,83	0,86	321
220	300	315L	1170	6,6	2,3	2,4	5,80	16	35	1180	79	1790	94,4	94,9	95,2	0,75	0,83	0,86	353
260	350	315L	1390	7,6	2,6	2,6	6,86	13	29	1287	79	1790	94,6	95,2	95,4	0,75	0,83	0,87	411
300	400	315L	1600	7,7	2,7	2,6	8,12	14	31	1398	79	1790	94,8	95,3	95,6	0,76	0,84	0,87	473
330	450	355M/L	1760	7,0	2,1	2,3	9,02	19	42	1662	81	1790	95,2	95,6	95,7	0,77	0,83	0,86	526
370	500	355M/L	1980	7,6	2,6	2,6	9,92	12	26	1833	81	1790	95,3	95,7	95,8	0,75	0,82	0,85	596
400*	550	355M/L	2140	7,3	2,5	2,6	9,02	14	31	1916	81	1790	95,4	95,8	95,9	0,74	0,82	0,86	636
440	600	355M/L	2350	7,1	2,2	2,5	9,92	16	35	1966	81	1790	95,5	95,9	96,0	0,74	0,82	0,86	715

Fuente: www.weg.net

Tabla 27

SECCION	ANCHO PULG.	ESPESOR PULG.	DIAMETRO EXTERIOR DE LA POLEA, PULG		DIFERENCIA ENTRE LOS DIAMETROS EXTERIOR Y DE PASO DE LA POLEA, PULG
			MINIMO	RECOMENDADO	
3V	3/8	5/16	2.6	2.65 – 6.9	0.05
5V	5/8	17/32	7.0	7.1 – 16	0.10
8V	1	29/32	12.5	12.5 – 22.4	0.20

Fuente: HORI

Tabla 28
Factor por longitud de faja

SECCION 3V			SECCION 5V			SECCION 8V		
FAJA Nº	LONGITUD FAJA PULGADAS	KL	FAJA Nº	LONGITUD FAJA PULGADAS	KL	FAJA Nº	LONGITUD FAJA PULGADAS	KL
3V250	25.0	0.83	5V500	50.0	0.85	8V1000	100.0	0.87
3V265	26.5	0.84	5V530	53.0	0.86	8V1060	106.0	0.88
3V280	28.0	0.85	5V560	56.0	0.87	8V1120	112.0	0.88
3V300	30.0	0.86	5V600	60.0	0.88	8V1180	118.0	0.89
3V315	31.5	0.87	5V630	63.0	0.89	8V1250	125.0	0.90
3V335	33.5	0.88	5V670	67.0	0.90	8V1320	132.0	0.91
3V355	35.5	0.89	5V710	71.0	0.91	8V1400	140.0	0.92
3V375	37.5	0.90	5V750	75.0	0.92	8V1500	150.0	0.93
3V400	40.0	0.92	5V800	80.0	0.93	8V1600	160.0	0.94
3V425	42.5	0.93	5V850	85.0	0.94	8V1700	170.0	0.94
3V450	45.0	0.94	5V900	90.0	0.95	8V1800	180.0	0.95
3V475	47.5	0.95	5V950	95.0	0.96	8V1900	190.0	0.96
3V500	50.0	0.96	5V1000	100.0	0.96	8V2000	200.0	0.97
3V530	53.0	0.97	5V1060	106.0	0.97	8V2120	212.0	0.98
3V560	56.0	0.98	5V1120	112.0	0.98	8V2240	224.0	0.98
3V600	60.0	0.99	5V1180	118.0	0.99	8V2360	236.0	0.99
3V630	63.0	1.00	5V1250	125.0	1.00	8V2500	250.0	1.00
3V670	67.0	1.01	5V1320	132.0	1.01	8V2650	265.0	1.01
3V710	71.0	1.02	5V1400	140.0	1.02	8V2800	280.0	1.02
3V750	75.0	1.03	5V1500	150.0	1.03	8V3000	300.0	1.03
3V800	80.0	1.04	5V1600	160.0	1.04	8V3150	315.0	1.03
3V850	85.0	1.06	5V1700	170.0	1.05	8V3350	335.0	1.04
3V900	90.0	1.07	5V1800	180.0	1.06	8V3550	355.0	1.05
3V950	95.0	1.08	5V1900	190.0	1.07	8V3750	375.0	1.06
3V1000	100.0	1.09	5V2000	200.0	1.08	8V4000	400.0	1.07
3V1060	106.0	1.10	5V2120	212.0	1.09	8V4250	425.0	1.08
3V1120	112.0	1.11	5V2240	224.0	1.09	8V4500	450.0	1.09
3V1180	118.0	1.12	5V2360	236.0	1.10	8V4750	475.0	1.09
3V1250	125.0	1.13	5V2500	250.0	1.11	8V5000	500.0	1.10
3V1320	132.0	1.14	5V2650	265.0	1.12			
3V1400	140.0	1.15	5V2800	280.0	1.13			
			5V3000	300.0	1.14			
			5V3150	315.0	1.15			
			5V3350	335.0	1.16			
			5V3550	355.0	1.17			

Fuente: HORI

Tabla 29
Factor por ángulo de contacto

D - d ----- C	ϕ°	K_ϕ
0.00	180	1.00
0.10	174	0.99
0.20	169	0.97
0.30	163	0.96
0.40	157	0.94
0.50	151	0.93
0.60	145	0.91
0.70	139	0.89
0.80	133	0.87
0.90	127	0.85
1.00	120	0.82
1.10	113	0.80
1.20	106	0.77
1.30	99	0.73
1.40	91	0.70
1.50	83	0.65

Fuente: HORI

Tabla 30
Potencia adicional por relación de transmisión

RELACION DE TRANSMISION	SECCION 3V	SECCION 5V	SECCION 8V
1.00 a 1.01	0.00000	0.00000	0.00000
1.02 a 1.05	0.00181	0.00963	0.04690
1.06 a 1.11	0.00494	0.02620	0.12770
1.12 a 1.18	0.00860	0.04570	0.22270
1.19 a 1.26	0.01171	0.06220	0.30300
1.27 a 1.38	0.01419	0.07540	0.03673
1.39 a 1.57	0.01663	0.08840	0.43050
1.58 a 1.94	0.01871	0.09940	0.48430
1.95 a 3.38	0.02040	0.10840	0.52790
más de 3.38	0.02160	0.11480	0.55900

Fuente: HORI

Tabla 31
Potencia que pueden transmitir las fajas 3v

RPM EJE RAPI DO	HP POR FAJA REFERIDO A LA POLEA DE DIAMETRO EXTERIOR MENOR (PULGS) DE:										
	4.20	4.40	4.50	4.60	4.75	4.80	5.00	5.20	5.30	5.40	5.60
690	1.90	2.04	2.11	2.18	2.29	2.33	2.47	2.61	2.68	2.75	2.89
870	2.32	2.50	2.59	2.68	2.81	2.85	3.03	3.20	3.29	3.38	3.55
1160	2.98	3.21	3.33	3.44	3.61	3.67	3.89	4.12	4.23	4.34	4.52
1750	4.23	4.56	4.72	4.88	5.12	5.21	5.53	5.85	6.00	6.16	6.48
3450	7.14	7.68	7.95	8.21	8.61	8.73	9.24	9.74	9.98	10.2	10.7
100	0.34	0.36	0.37	0.38	0.40	0.41	0.43	0.46	0.47	0.48	0.50
200	0.63	0.68	0.70	0.72	0.75	0.77	0.81	0.86	0.88	0.90	0.95
300	0.91	0.97	1.01	1.04	1.09	1.10	1.17	1.24	1.27	1.30	1.37
400	1.17	1.26	1.30	1.34	1.41	1.43	1.52	1.60	1.64	1.69	1.77
500	1.43	1.53	1.59	1.64	1.72	1.75	1.85	1.96	2.01	2.06	2.17
600	1.68	1.80	1.87	1.93	2.02	2.05	2.18	2.30	2.37	2.43	2.55
700	1.92	2.07	2.14	2.21	2.31	2.36	2.50	2.64	2.71	2.78	2.93
800	2.16	2.32	2.41	2.49	2.62	2.65	2.81	2.97	3.05	3.14	3.30
900	2.39	2.58	2.67	2.76	2.89	2.94	3.12	3.30	3.39	3.48	3.66
1000	2.62	2.82	2.92	3.02	3.17	3.22	3.42	3.62	3.72	3.82	4.01
1100	2.85	3.07	3.18	3.29	3.45	3.50	3.72	3.93	4.04	4.15	4.36
1200	3.07	3.31	3.43	3.54	3.72	3.78	4.01	4.24	4.36	4.47	4.70
1300	3.29	3.54	3.67	3.80	3.98	4.05	4.30	4.55	4.67	4.79	5.04
1400	3.50	3.77	3.91	4.04	4.25	4.31	4.58	4.84	4.98	5.11	5.37
1500	3.71	4.00	4.15	4.29	4.50	4.57	4.86	5.14	5.28	5.42	5.69
1600	3.92	4.23	4.38	4.53	4.75	4.83	5.13	5.42	5.57	5.72	6.01
1700	4.13	4.45	4.61	4.77	5.00	5.08	5.40	5.71	5.86	6.02	6.32
1800	4.33	4.66	4.83	5.00	5.25	5.33	5.66	5.98	6.15	6.31	6.63
1900	4.52	4.88	5.05	5.23	5.49	5.57	5.92	6.26	6.43	6.59	6.93
2000	4.72	5.09	5.27	5.45	5.72	5.81	6.17	6.52	6.70	6.87	7.22
2100	4.91	5.29	5.48	5.67	5.95	6.04	6.42	6.78	6.97	7.15	7.51
2200	5.10	5.49	5.69	5.89	6.18	6.27	6.66	7.04	7.23	7.42	7.79
2300	5.28	5.69	5.89	6.10	6.40	6.50	6.90	7.29	7.49	7.68	8.06
2400	5.45	5.88	6.10	6.30	6.62	6.72	7.13	7.54	7.74	7.94	8.33
2500	5.64	6.08	6.29	6.51	6.83	6.94	7.36	7.77	7.98	8.19	8.59
2600	5.81	6.26	6.48	6.71	7.04	7.15	7.58	8.01	8.22	8.43	8.85
2700	5.98	6.44	6.67	6.90	7.24	7.35	7.80	8.24	8.45	8.67	9.09
2800	6.15	6.62	6.86	7.09	7.44	7.55	8.01	8.46	8.68	8.90	9.33
2900	6.31	6.80	7.04	7.28	7.63	7.75	8.21	8.67	8.90	9.12	9.56
3000	6.47	6.97	7.21	7.46	7.82	7.94	8.42	8.88	9.11	9.34	9.79
3100	6.62	7.13	7.39	7.63	8.00	8.13	8.61	9.08	9.32	9.55	10.0
3200	6.78	7.30	7.55	7.81	8.18	8.31	8.80	9.28	9.52	9.75	10.2
3300	6.92	7.45	7.71	7.97	8.36	8.48	8.98	9.47	9.71	9.95	10.4
3400	7.07	7.61	7.87	8.13	8.52	8.65	9.16	9.65	9.89	10.1	10.6
3500	7.21	7.76	8.02	8.29	8.69	8.82	9.33	9.83	10.1	10.3	10.8
3600	7.34	7.90	8.17	8.44	8.84	8.97	9.49	10.0	10.2	10.5	11.0
3700	7.47	8.04	8.32	8.59	8.99	9.13	9.65	10.2	10.4	10.6	11.1
3800	7.60	8.17	8.45	8.73	9.14	9.27	9.80	10.3	10.6	10.8	11.3
3900	7.72	8.30	8.58	8.87	9.28	9.41	9.94	10.5	10.7	11.0	11.4
4000	7.85	8.43	8.72	9.00	9.41	9.55	10.1	10.6	10.8	11.1	11.6
4100	7.96	8.55	8.84	9.12	9.54	9.68	10.2	10.7	11.0	11.2	11.7
4200	8.07	8.67	8.96	9.24	9.66	9.80	10.3	10.9	11.1	11.3	11.8
4300	8.18	8.78	9.07	9.36	9.78	9.91	10.5	11.0	11.2	11.5	11.9
4400	8.28	8.88	9.17	9.46	9.89	10.0	10.6	11.1	11.3	11.6	12.0
4500	8.37	8.98	9.28	9.56	9.99	10.1	10.7	11.2	11.4	11.7	12.1
4600	8.47	9.08	9.37	9.66	10.1	10.2	10.8	11.3	11.5	11.7	12.2
4700	8.55	9.17	9.46	9.75	10.2	10.3	10.9	11.3	11.6	11.8	12.3
4800	8.64	9.25	9.54	9.83	10.3	10.4	11.0	11.4	11.7	11.9	
4900	8.71	9.33	9.62	9.91	10.3	10.5	11.0	11.5	11.7	11.9	
5000	8.79	9.40	9.69	9.98	10.4	10.5	11.0	11.5	11.8	12.0	

Fuente: HORI

Tabla 32
Motorreductores de ejes coaxiales

Motorreductores de hasta 200 kW

2

Datos para selección y pedidos (continuación)

Potencia P_{motor} kW	Velocidad de salida		Par de salida T_2 Nm	Factor de servicio f_s	Índice de reducción i_{tot}	Referencia	Código (n.º polos)	Peso ^{a)} kg					
	n_2 (50 Hz) min ⁻¹	n_2 (60 Hz) min ⁻¹											
22 (50 Hz) 26 (60 Hz)	E.108-LG180ZLB4E		259	2,1	1,81 ★	2KJ1005 - ■KP13 - ■■A1		213					
	812	974											
	E.88-LG180ZLB4E												
	445	534							472	0,95	3,3	2KJ1004 - ■KP13 - ■■E1	192
	510	612							412	1,1	2,88 ★	2KJ1004 - ■KP13 - ■■D1	192
	860	1 032	244	1,5	1,71 ★	2KJ1004 - ■KP13 - ■■A1	192						
30 (50 Hz) 36 (60 Hz)	D.188-LG200LB4E		23 713	0,84	121,67 ★	2KJ1211 - ■LM13 - ■■G1		808					
	12,1	14,5											
	14,6	17,5							19 677	1,0	100,96 ★	2KJ1211 - ■LM13 - ■■F1	808
	16,0	19,2							17 942	1,1	92,06	2KJ1211 - ■LM13 - ■■E1	808
	18,2	22							15 742	1,3	80,77 ★	2KJ1211 - ■LM13 - ■■D1	808
	21	25							13 528	1,5	69,41	2KJ1211 - ■LM13 - ■■C1	808
	27	32							10 536	1,9	54,06 ★	2KJ1211 - ■LM13 - ■■B1	808
	34	41							8 371	2,4	42,95 ★	2KJ1211 - ■LM13 - ■■A1	808
	Z.188-LG200LB4E		10 203	1,5	52,35	2KJ1111 - ■LM13 - ■■P1		774					
	28	34											
	30	36							9 398	1,7	48,22	2KJ1111 - ■LM13 - ■■N1	774
	35	42							8 156	2,0	41,85 ★	2KJ1111 - ■LM13 - ■■M1	774
		40	7 190	2,3	36,89	2KJ1111 - ■LM13 - ■■L1	774						
	D.168-LG200LB4E		15 543	0,90	79,75 ★	2KJ1210 - ■LM13 - ■■E1		663					
	18,4	22											
	20	24							14 103	0,99	72,36	2KJ1210 - ■LM13 - ■■D1	663
	23	28							12 294	1,1	63,08 ★	2KJ1210 - ■LM13 - ■■C1	663
	27	10 439	1,3	53,56	2KJ1210 - ■LM13 - ■■B1	663							
Z.168-LG200LB4E		9 084	1,1	46,61	2KJ1110 - ■LM13 - ■■V1		644						
32	38												
35	42							8 203	1,7	42,09	2KJ1110 - ■LM13 - ■■U1	644	
37	44							7 689	1,8	39,45	2KJ1110 - ■LM13 - ■■T1	644	
43	52							6 603	2,1	33,88 ★	2KJ1110 - ■LM13 - ■■S1	644	
50	60							5 705	2,5	29,27	2KJ1110 - ■LM13 - ■■Q1	644	
57	68							5 036	2,8	25,84	2KJ1110 - ■LM13 - ■■P1	644	
Z.148-LG200LB4E		8 792	0,91	45,11 ★	2KJ1108 - ■LM13 - ■■W1		480						
33	40												
34	41							8 301	0,96	42,59	2KJ1108 - ■LM13 - ■■V1	480	
38	46							7 451	1,1	38,23 ★	2KJ1108 - ■LM13 - ■■U1	480	
42	50							6 839	1,2	35,09	2KJ1108 - ■LM13 - ■■T1	480	
48	58							5 902	1,4	30,28	2KJ1108 - ■LM13 - ■■S1	480	
56	67							5 163	1,5	26,49	2KJ1108 - ■LM13 - ■■R1	480	
64	77							4 490	1,8	23,04	2KJ1108 - ■LM13 - ■■Q1	480	
73	88							3 939	2,0	20,21 ★	2KJ1108 - ■LM13 - ■■P1	480	
86	103							3 331	2,4	17,09 ★	2KJ1108 - ■LM13 - ■■N1	480	

Fuente: MOTOX

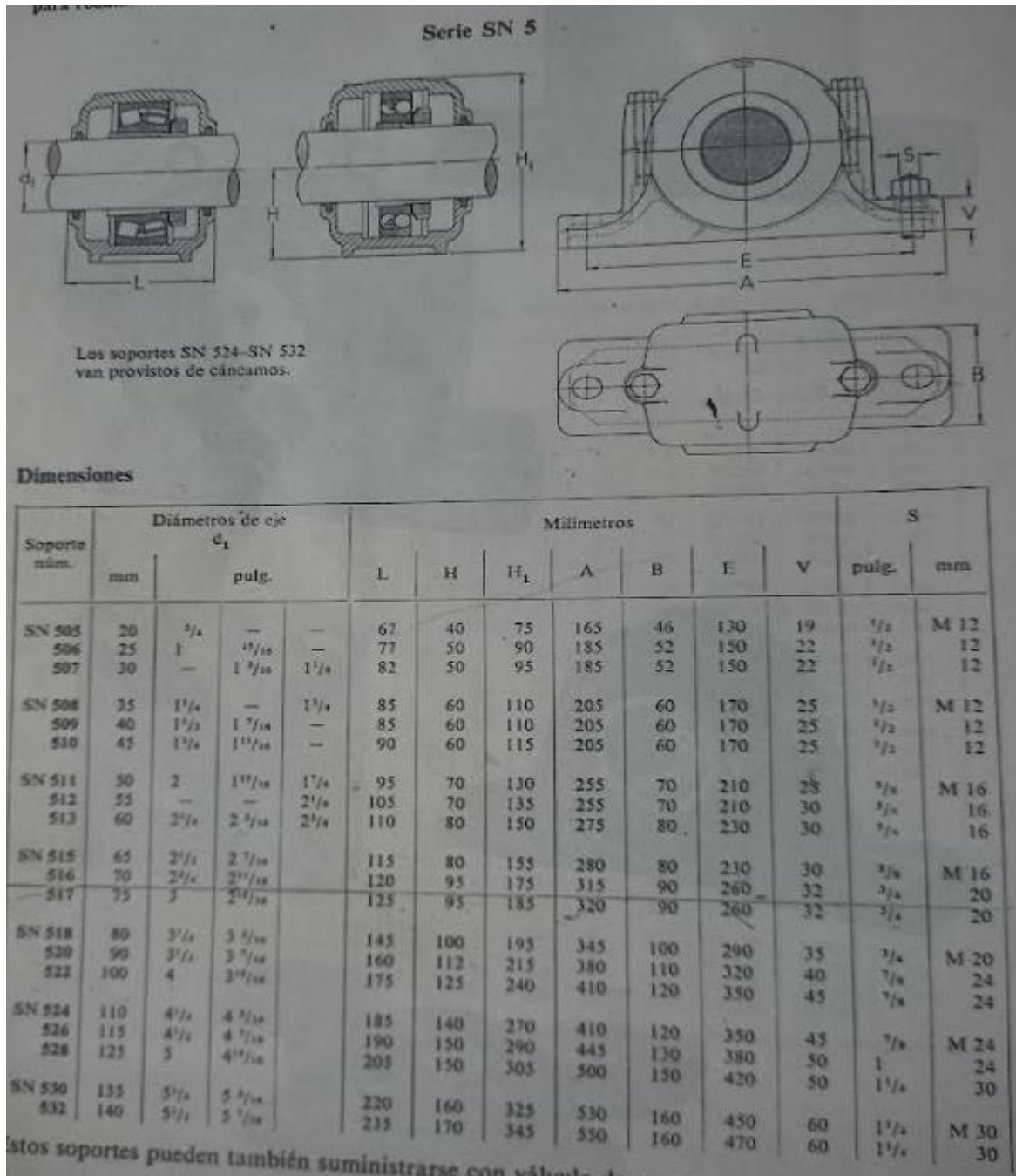
Tabla 35

Factores de momento y de torsión utilizados en el cálculo por resistencia de ejes (ASME)

TIPO DE CARGA	k_m	k_t
EJE ESTACIONARIO		
- Carga aplicada gradualmente	1.0	1.0
- Carga súbitamente aplicada	1.5 – 2.0	1.5 – 2.0
EJE GIRATORIO		
- Carga aplicada gradualmente	1.5	1.0
- Carga constante	1.5	1.0
- Carga súbitamente aplicada con choques	1.5 – 2.0	1.0 – 1.5
- Carga súbitamente aplicada con choques fuertes	2.0 – 3.0	1.5 – 3.0

Fuente: HORI

Tabla 36
Soportes para rodamientos de bolas o de rodillos con maguito de fijación



Fuente: SKF

Tabla 37

Rodamientos y manguitos de fijación adecuados para los soportes, y accesorios

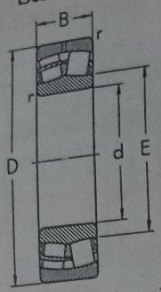
Soporte número	Rodamiento número	Manguitos de fijación						2 obturaciones de fieltro número	Anillo de guía adecuado ¹⁾	
		número	d ₁ mm	número	d ₁ pulg.	número	d ₁ pulg.		número	canti- dad
SN 505	1205 K	H 205	20	HE 205	3/4			Fi 110	FRB 5/52	2
	2205 K	H 305	20	HE 305	3/4			110	7/52	1
SN 506	1206 K	H 206	25	HE 206	1	HA 206	1 1/16	Fi 190	FRB 7/62	2
	2206 K	H 306	25	HE 306	1	HA 306	1 1/16	190	10/62	1
SN 507	1207 K	H 207	30	—	—	HA 207	1 3/16	HS 207	FRB 8/72	2
	2207 K	H 307	30	—	—	HA 307	1 3/16	HS 307	10/72	1
	22207 CK	H 307	30	—	—	HA 307	1 3/16	HS 307	10/72	1
SN 508	1208 K	H 208	35	HE 208	1 1/4	—	—	HS 208	FRB 8/80	2
	2208 K	H 308	35	HE 308	1 1/4	—	—	HS 308	10/80	1
	22208 CK	H 308	35	HE 308	1 1/4	—	—	HS 308	10/80	1
SN 509	1209 K	H 209	40	HE 209	1 1/2	HA 209	1 7/16	Fi 190	FRB 6/85	2
	2209 K	H 309	40	HE 309	1 1/2	HA 309	1 7/16	190	8/85	1
	22209 CK	H 309	40	HE 309	1 1/2	HA 309	1 7/16	190	8/85	1
SN 510	1210 K	H 210	45	HE 210	1 3/4	HA 210	1 11/16	Fi 190	FRB 7/90	2
	2210 K	H 310	45	HE 310	1 3/4	HA 310	1 11/16	190	10/90	1
	22210 CK	H 310	45	HE 310	1 3/4	HA 310	1 11/16	190	10/90	1
SN 511	1211 K	H 211	50	HE 211	2	HA 211	1 13/16	HS 211	FRB 6/100	2
	2211 K	H 311	50	HE 311	2	HA 311	1 13/16	HS 311	8/100	1
	22211 CK	H 311	50	HE 311	2	HA 311	1 13/16	HS 311	8/100	1
SN 512	1212 K	H 212	55	—	—	—	—	HS 212	FRB 8/110	2
	2212 K	H 312	55	—	—	—	—	HS 312	10/110	1
	22212 CK	H 312	55	—	—	—	—	HS 312	10/110	1
SN 513	1213 K	H 213	60	HE 213	2 1/4	HA 213	2 3/16	HS 213	FRB 10/120	2
	2213 K	H 313	60	HE 313	2 1/4	HA 313	2 3/16	HS 313	12/120	1
	22213 CK	H 313	60	HE 313	2 1/4	HA 313	2 3/16	HS 313	12/120	1
SN 515	1215 K	H 215	65	HE 215	2 1/2	HA 215	2 7/16	Fi 260	FRB 8/130	2
	2215 K	H 315	65	HE 315	2 1/2	HA 315	2 7/16	260	10/130	1
	22215 CK	H 315	65	HE 315	2 1/2	HA 315	2 7/16	260	10/130	1
SN 516	1216 K	H 216	70	HE 216	2 3/4	HA 216	2 11/16	Fi 330	FRB 9/140	2
	2216 K	H 316	70	HE 316	2 3/4	HA 316	2 11/16	330	10/140	1
	22216 CK	H 316	70	HE 316	2 3/4	HA 316	2 11/16	330	10/140	1
SN 517	1217 K	H 217	75	HE 217	3	HA 217	2 15/16	Fi 330	FRB 9/150	2
	2217 K	H 317	75	HE 317	3	HA 317	2 15/16	330	10/150	1
	22217 CK	H 317	75	HE 317	3	HA 317	2 15/16	330	10/150	1
SN 518	1218 K	H 218	80	HE 218	3 1/4	HA 218	3 3/16	Fi 330	FRB 16/160	2
	2218 K	H 318	80	HE 318	3 1/4	HA 318	3 3/16	330	11/160	2
	22218 CK	H 318	80	HE 318	3 1/4	HA 318	3 3/16	330	11/160	2
	23218 CK	H 2318	80	HE 2318	3 1/4	HA 2318	3 3/16	330	10/160	1
SN 520	1220 K	H 220	90	HE 220	3 1/2	HA 220	3 7/16	Fi 370	FRB 18/180	2
	2220 K	H 320	90	HE 320	3 1/2	HA 320	3 7/16	370	12/180	2
	22220 CK	H 320	90	HE 320	3 1/2	HA 320	3 7/16	370	12/180	2
	23220 CK	H 2320	90	HE 2320	3 1/2	HA 2320	3 7/16	370	10/180	1
SN 522	1222 K	H 222	100	HE 222	4	H 222	3 15/16	Fi 460	FRB 21/200	2
	2222 K	H 322	100	HE 322	4	H 322	3 15/16	460	14/200	2
	22222 CK	H 322	100	HE 322	4	H 322	3 15/16	460	14/200	2
	23222 CK	H 2322	100	HE 2322	4	H 2322	3 15/16	460	10/200	1
SN 524	22224 CK	H 3124	110	HE 3124	4 1/4	HA 3124	4 3/16	Fi 460	FRB 14/215	2
	23224 CK	H 2324	110	HE 2324	4 1/4	HA 2324	4 3/16	460	10/215	1
SN 526	22226 CK	H 3126	115	HE 3126	4 1/2	HA 3126	4 7/16	Fi 460	FRB 13/230	2
	23226 CK	H 2326	115	HE 2326	4 1/2	HA 2326	4 7/16	460	10/230	1
SN 528	22228 CK	H 3128	125	HE 3128	5	HA 3128	4 15/16	Fi 510	FRB 15/250	2
	23228 CK	H 2328	125	HE 2328	5	HA 2328	4 15/16	510	10/250	1
SN 530	22230 CK	H 3130	135	HE 3130	5 1/2	—	—	—	—	—
	23230 CK	H 2330	135	HE 2330	5 1/2	—	—	—	—	—

Fuente: SKF

Tabla 38
Rodamientos de rodillos a rotula

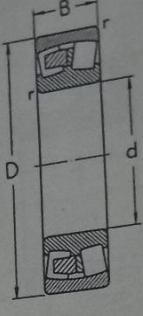
RODAMIENTOS DE RODILLOS A ROTULA

Serie 222 C

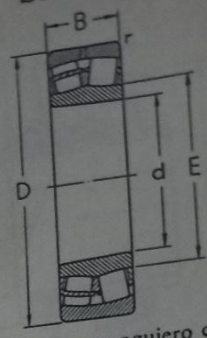


Rodamiento con agujero cilíndrico

Serie 222



Serie 222 CK



Rodamiento con agujero cónico
Conicidad 1:12

Rodamiento con agujero cilíndrico núm.	Rodamiento con agujero cónico núm.	Milímetros					Capacidad de base en kg		Velocidad máxima permitida rpm
		d	D	B	E ≈	r ≈	estática C ₀	dinámica C	
22205 C		25	52	18	32	1,5	2200	3000	8000
06 C		30	62	20	38	1,5	3100	4500	6000
07 C	22207 CK	35	72	23	44	2	4050	5200	6000
22208 C	22208 CK	40	80	23	50	2	4800	6200	5000
09 C	09 CK	45	85	23	55	2	5200	6400	5000
10 C	10 CK	50	90	23	60	2	5500	6700	4000
22211 C	22211 CK	55	100	25	66	2,5	6800	8300	4000
12 C	12 CK	60	110	28	73	2,5	8500	10000	4000
13 C	13 CK	65	120	31	79	2,5	10200	11800	3000
22214 C	22214 CK	70	125	31	84	2,5	10800	12200	3000
15 C	15 CK	75	130	31	90	2,5	11200	12700	3000
16 C	16 CK	80	140	33	95	3	14000	15300	2500
22217 C	22217 CK	85	150	36	100	3	16300	18000	2500
18 C	18 CK	90	160	40	107	3	19600	20800	2500
19 C	19 CK	95	170	43	113	3,5	22800	24500	2000
22220 C	22220 CK	100	180	46	120	3,5	25500	27000	2000
22 C	22 CK	110	200	53	132	3,5	34500	34500	2000
24 C	24 CK	120	215	58	143	3,5	40000	40000	1600
22226 C	22226 CK	130	230	64	153	4	48000	46500	1600
28 C	28 CK	140	250	68	167	4	54000	53000	1600
30 C	30 CK	150	270	73	179	4	65500	64000	1300
22232 C	22232 CK	160	290	80	191	4	78000	73500	1300
34 C	34 CK	170	310	86	204	5	90000	83000	1000
36 C	36 CK	180	320	86	213	5	95000	88000	1000
22238 C	22238 CK	190	340	92	226	5	102000	95000	1000
40 C	40 CK	200	360	98	238	5	116000	108000	800
44 C	44 CK	220	400	108	264	5	143000	129000	800
22248	22248 K	240	440	120		5	153000	118000	800
52	52 K	260	480	130		5	180000	137000	800
56	56 K	280	500	130		6	193000	146000	600
22260	22260 K	300	540	140		6	220000	166000	600
64	64 K	320	580	150		6	255000	190000	600

Los rodamientos 22248-22264 y 22248 K-22264 K son de la ejecución original con pestañas en el aro interior, ver la figura central de esta página y de la página siguiente.

Los rodamientos 22236 C-22244 C y 22236 CK-22244 CK tienen agujeros para lubricación en el aro interior, ver la página 43.

116

Tabla 39
Chancadoras de mandíbula (zhongxin crusher)

Modelo	Tamaño de alimentación(mm)	Tamaño de alimentación máx.(mm)	Tamaño del rango de descarga(mm)	Capacidad (t/h)	Potencia del motor(kw)	Peso (t)	Dimensión global (LxWxH)(mm)
PE-250*400	250*400	210	20-60	5-20	15	2.8	1180×1087×1245
PE-400*600	400*600	340	40-100	16-60	30	6.65	1797×1716×1581
PE-500*750	500*750	425	50-100	40-110	55	11.73	2119×1918×2046
PE-600*900	600*900	500	65-180	80-180	55-75	16.13	2309×2028×2368
PE-750*1060	750*1060	630	80-180	110-320	90-110	30	2730×2472×2840
PE-870*1060	870*1060	750	170-270	180-360	90-110	31.22	2990×2416×2893
PE-900*1200	900*1200	780	95-225	220-450	110-132	49	3362×2750×3260
PE-1000*1200	1000*1200	850	195-280	280-550	110-132	51	3435×3182×3025
PE-1200*1500	1200*1500	1020	150-300	400-800	160-220	100.9	4930×3334×4057
PEX-150*750	150*750	120	18-48	8-25	15	3.5	1252×1593×1025
PEX-250*750	250*750	210	20-50	13-35	30	4.96	1435×1832×1715
PEX-250*1000	250*1000	210	25-60	16-52	30-37	6.5	1706×1964×1380
PEX-250*1200	250*1200	210	25-60	20-61	37-45	8.8	1700×2132×1450
PEX-300*1300	300*1300	250	20-90	25-95	55-75	12.6	2026×2320×1723

Fuente: zxcruher.es

Tabla 40
Capacidad empírica(tpd/ft²) en función de abertura de la malla

Abertura (pulg)	C (tpd/ft ²)	Abertura (pulg)	C (tpd/ft ²)
8	18.6	7/8	5.5
7 1/2	17.6	3/4	5
7	16.6	5/8	4.7
6 1/2	15.6	1/2	4.3
6	14.8	3/8	3.8
5 1/2	13.7	1/4	3.3
5	13	1/5	2.5
4 1/2	12	1/8	1.9
4	11	4/43	1.4
3 1/2	10.2	5/77	1.1
3	9.2	4/87	0.9
2 1/2	8.1	3/91	0.75
2	7	2/87	0.65
1 1/2	6	1/61	0.55
1	5.5		0.45

Fuente: Allis chalmers

Tabla 41
Factor de corrección por sobre tamaño en la alimentación

% + Abertura	M (°/1)	% + Abertura	M (°/1)
0	0.92	50	1.18
5	0.93	55	1.24
10	0.94	60	1.30
15	0.96	65	1.42
20	0.97	70	1.54
25	1.00	75	1.76
30	1.03	80	2.00
35	1.06	85	2.60
40	1.09	90	3.70
45	1.13		

Fuente: Allis chalmers

Tabla 42
Factor de corrección por bajo tamaño en la alimentación

% -½ Abertura	K (°/1)	% -½ Abertura	K (°/1)
0	0.40	50	1.20
5	0.45	55	1.30
10	0.50	60	1.40
15	0.65	65	1.50
20	0.60	70	1.60
25	0.70	75	1.70
30	0.80	80	1.80
35	0.90	85	1.90
40	1.00	90	2.00
45	1.10		

Fuente: Allis chalmers

Tabla 43
Factor de corrección por bajo tamaño en la alimentación

Model	Sieve specification (mm)	layer	Mesh size (mm)	Max feeding size (mm)	Processing capacity (t/h)	Moto power (kw)	Vibrating Frequency (r/min)	
2YK1237	1200X3700	2	3-50	200	30-100	5.5	970	
3YK1237	1200X3700	3	3-50	200	30-100	7.5		
2YK1548	4800X1500	2	3-100	400	30-275	15		
3YK1548	4800X1500	3	3-100		30-275	15		
2YK1848	4800X1800	2	3-100		56-330	18.5		
3YK1848	4800X1800	3	3-100		56-330	18.5		
4YK1848	4800X1800	4	3-80		56-330	22		
2YK1860	6000X1800	2	3-100		65-586	18.5		
3YK1860	6000X1800	3	3-100		65-586	22		
4YK1860	6000X1800	4	3-100		65-586	30		980
2YK2160	6000X2100	2	3-100		81-720	22		980
3YK2160	6000X2100	3	3-100		81-720	30		970
4YK2160	6000X2100	4	3-100		81-720	37		980
2YK2460	6000X2400	2	3-150		100-810	22		970
3YK2460	6000X2400	3	3-150		100-810	30		980
4YK2460	6000X2400	4	3-150		150-850	37		980
2YK2470	7000X2400	2	3-100		180-900	30		980
3YK2470	7000X2400	3	3-100		180-900	37		980
4YK2470	7000X2400	4	3-100		180-900	45		980
2YK2480	8000X2400	2	3-150		190-940	30		980
3YK2480	8000X2400	3	3-150		190-940	37	980	
4YK2480	8000X2400	4	3-150		190-940	45	980	
2YK3070	7000X2400	2	3-100	220-1000	37	980		
3YK3070	7000X2400	3	3-150	220-1000	45	980		

Fuente: Baichy

ANEXO 4. Figuras

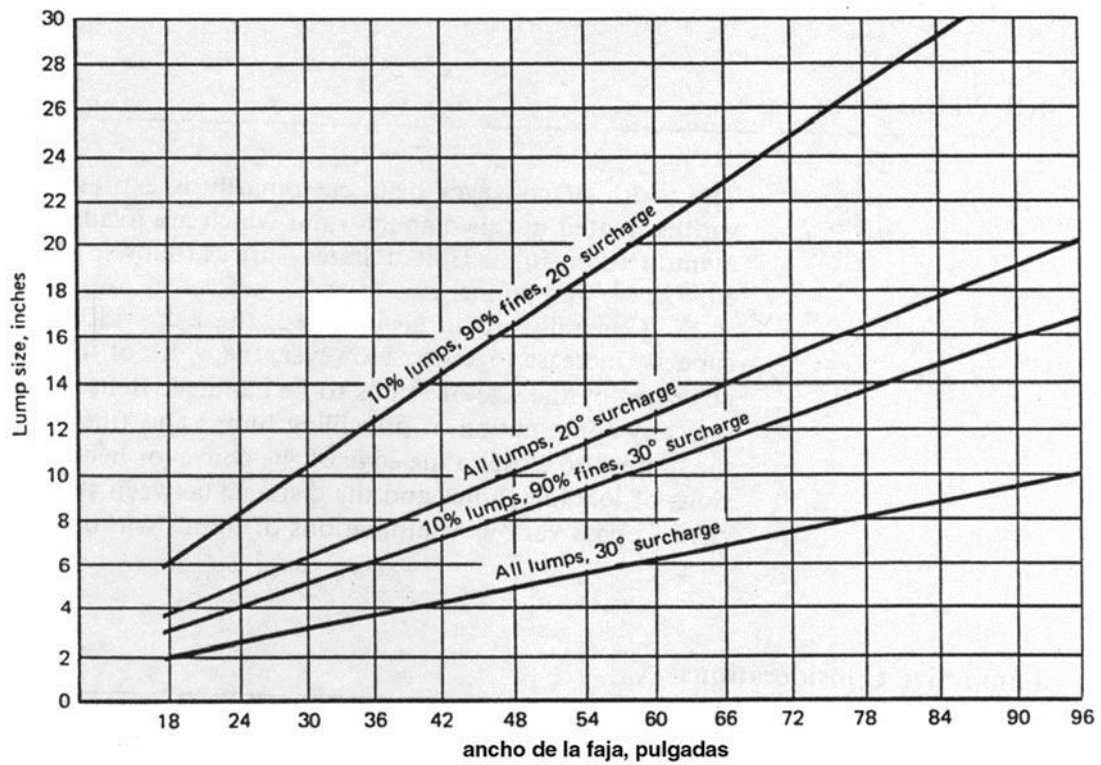


Fig. 1 Anchos necesarios para tamaño de trozo dados. Finos: no mayores que 1/10 del tamaño máximo de trozo (Fuente: CEMA).

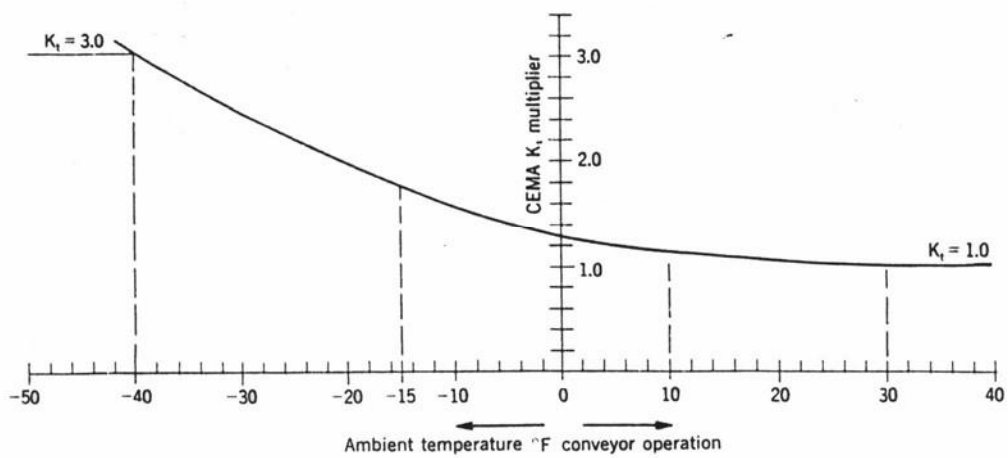


Fig. 2 Variación del Factor K_t de Corrección de Temperatura (Fuente: CEMA).

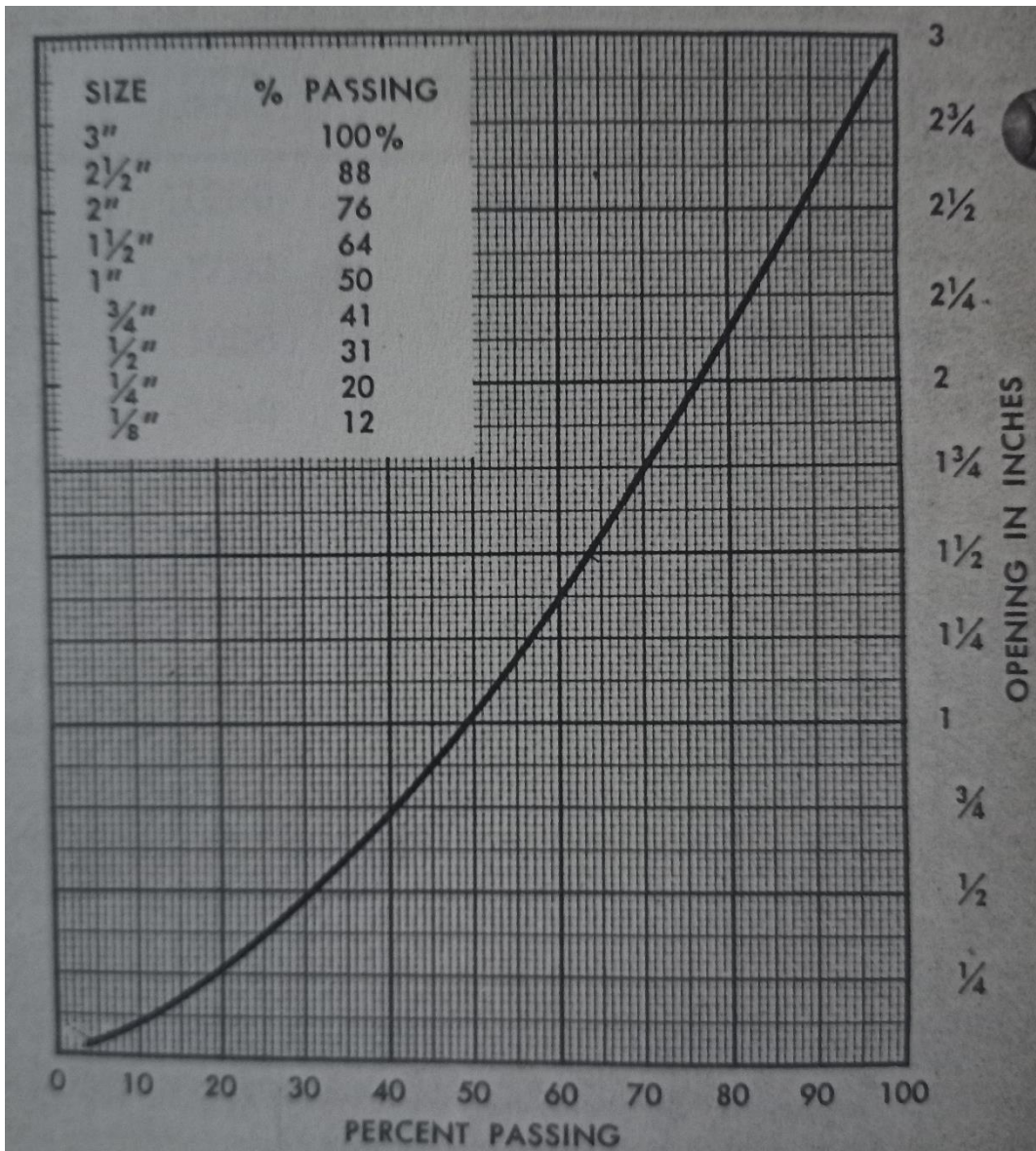
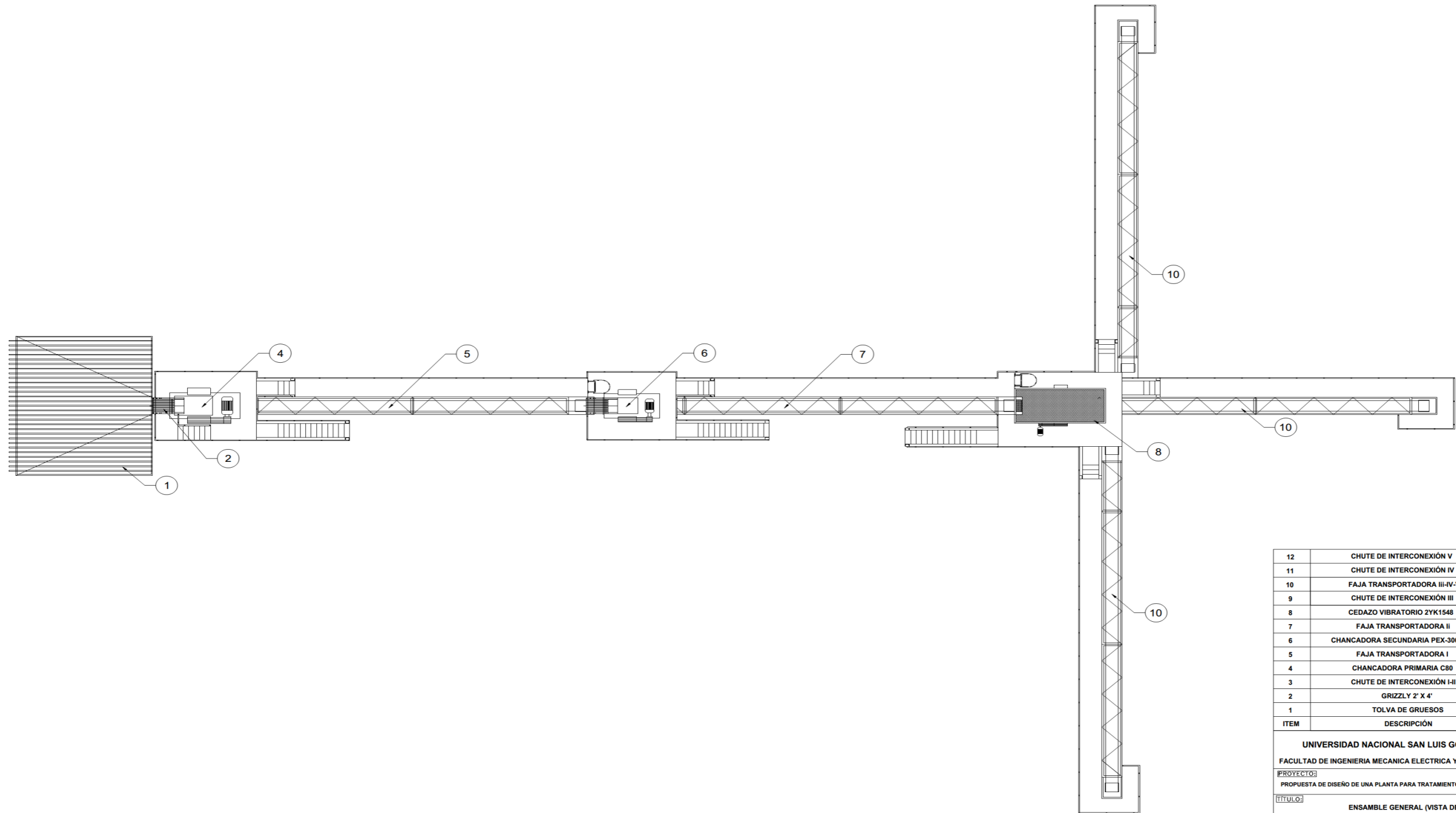



Fig. 4 Porcentaje que pasa a través de abertura de malla (Fuente ALLIS CHALMERS)

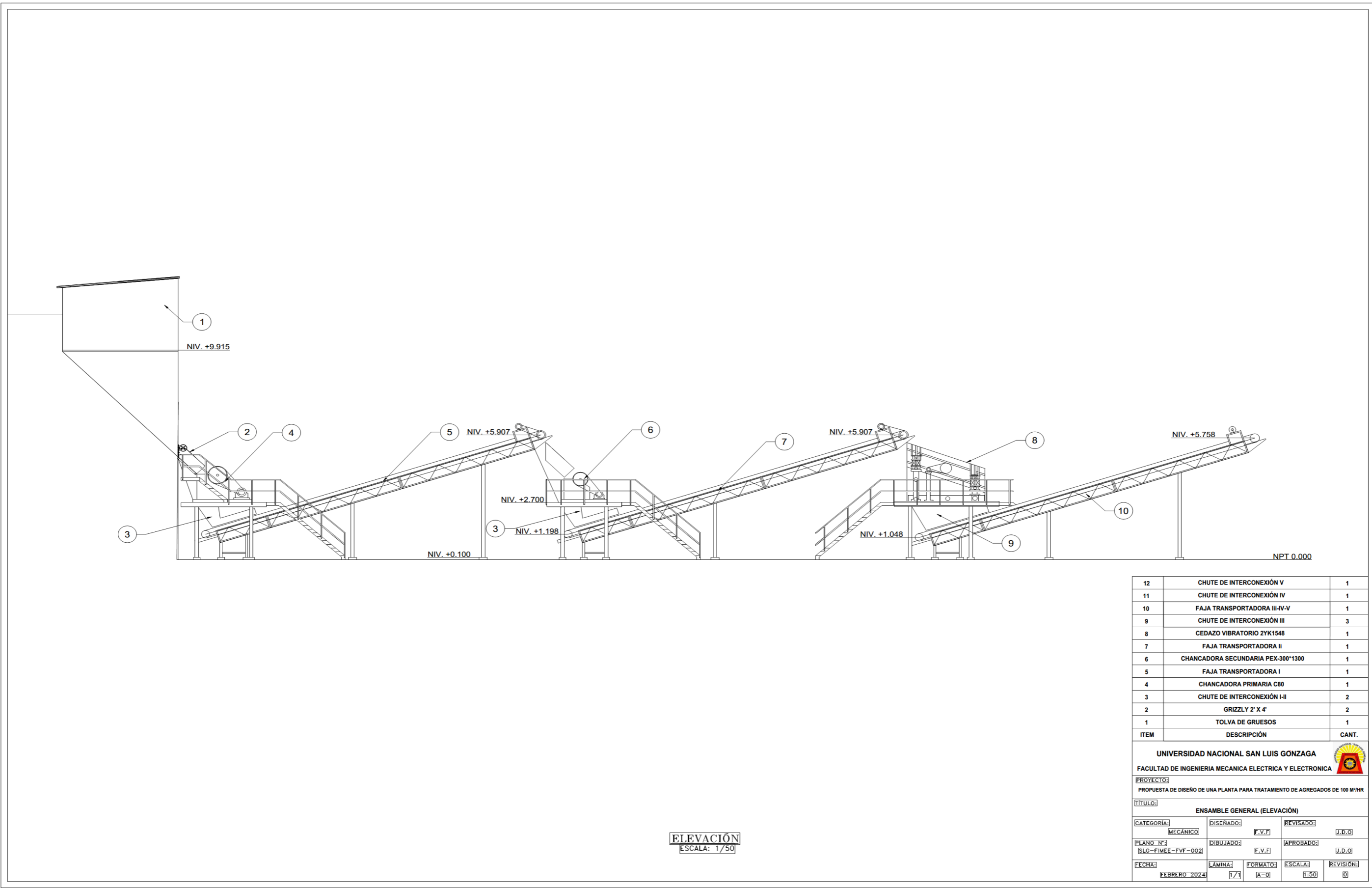
ANEXO5.Plano



VISTA DE PLANTA
ESCALA: 1/50

12	CHUTE DE INTERCONEXIÓN V	1
11	CHUTE DE INTERCONEXIÓN IV	1
10	FAJA TRANSPORTADORA III-IV-V	1
9	CHUTE DE INTERCONEXIÓN III	3
8	CEDAZO VIBRATORIO 2YK1548	1
7	FAJA TRANSPORTADORA II	1
6	CHANCADORA SECUNDARIA PEX-300*1300	1
5	FAJA TRANSPORTADORA I	1
4	CHANCADORA PRIMARIA C80	1
3	CHUTE DE INTERCONEXIÓN I-II	2
2	GRIZZLY 2' X 4'	2
1	TOLVA DE GRUESOS	1
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA				
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA Y ELECTRONICA				
				
PROYECTO: PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA PLANTA PARA TRATAMIENTO DE AGREGADOS DE 100 M ³ /HR				
TÍTULO: ENSAMBLE GENERAL (VISTA DE PLANTA)				
CATEGORIA: MECÁNICO	DISEÑADO: F.V.F.	REVISADO: J.D.O.		
PLANO N°: SLO-FIMEE-FVF-003	DIBUJADO: F.V.F.	APROBADO: J.D.O.		
FECHA: FEBRERO 2024	LÁMINA: 1/1	FORMATO: A-0	ESCALA: 1:50	REVISIÓN: 0



ELEVACIÓN
ESCALA: 1/50

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.
12	CHUTE DE INTERCONEXIÓN V	1
11	CHUTE DE INTERCONEXIÓN IV	1
10	FAJA TRANSPORTADORA III-IV-V	1
9	CHUTE DE INTERCONEXIÓN III	3
8	CEDAZO VIBRATORIO 2YK1548	1
7	FAJA TRANSPORTADORA II	1
6	CHANCADORA SECUNDARIA PEX-300*1300	1
5	FAJA TRANSPORTADORA I	1
4	CHANCADORA PRIMARIA C80	1
3	CHUTE DE INTERCONEXIÓN I-II	2
2	GRIZZLY 2' X 4'	2
1	TOLVA DE GRUESOS	1
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA Y ELECTRONICA

PROYECTO:
 PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA PLANTA PARA TRATAMIENTO DE AGREGADOS DE 100 M³/HR

TÍTULO:
 ENSAMBLE GENERAL (ELEVACIÓN)

CATEGORIA:	MECÁNICO	DISEÑADO:	F.V.F.	REVISADO:	J.D.O.
PLANO N°:	SLG-FIMEE-FVF-002	DIBUJADO:	F.V.F.	APROBADO:	J.D.O.
FECHA:	FEBRERO 2024	LÁMINA:	1/1	FORMATO:	A-0
		ESCALA:	1:50	REVISIÓN:	0