



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Mejora en la alimentación a tolvas  
de materias primas, para molienda  
de harina cruda**

**TESIS**

Que para obtener el título de  
**Ingeniero Industrial**

**P R E S E N T A**

Esquivel Velázquez María Guadalupe

**DIRECTOR(A) DE TESIS INTERNO**

Dra. Susana Casy Téllez Ballesteros

**DIRECTOR(A) DE TESIS EXTERNO**

Ing. José Morelos Antonio

**Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2018**





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## AGRADECIMIENTOS

*Gracias a Dios, por permitirme lograr una de mis metas más grandes e importantes de la vida, el convertirme en Ingeniera.*

*Agradezco, a mis Padres, por darme la mejor herencia, que son el convertirme en una profesional, el apoyo incondicional, la fuerza para siempre salir adelante, nunca rendirme y lograr todo lo que me proponga.*

*A mis hermanos, Nayeli y Daniel, por siempre apoyarme, ser mi ejemplo a seguir y siempre estar a mi lado.*

*A la UNAM por permitirme cumplir mi sueño y deseo de formar parte de la máxima casa de estudios, brindarme lo mejor y ayudarme a crecer y desarrollarme como profesionalista.*

*A mis maestros, por compartir sus conocimientos, apoyo, tiempo y dedicación, para darme lo mejor que es el aprendizaje.*

*A la empresa Cooperativa La Cruz Azul, a sus trabajadores e Ingenieros por permitirme aplicar y desarrollar un proyecto para mejora, confiar en mí y ayudarme a crecer como profesionalista, aplicando mis conocimientos y mejorando en ellos.*

*Esquivel Velázquez María Guadalupe*



# ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	2
1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. OBJETIVOS.....	9
2.1. Objetivo General.....	9
2.2. Objetivo Particular.....	9
3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA O MEDIO EN QUE LABORA.....	10
3.1. Historia de la Cooperativa.....	10
3.2. Marco de Responsabilidad Social Corporativa.....	12
3.3. Misión.....	12
3.4. Política de Gestión Integral.....	13
3.5. Principios y Valores Cooperativos.....	13
3.5.1. Principios.....	13
3.5.2. Valores.....	14
3.6. Estructura Operativa.....	14
3.7. Mercados.....	16
3.8. Ubicación.....	17
3.9. Perfil de la Cooperativa La Cruz Azul, S. C. L. ....	18
3.9.1. Normatividad y las Especificaciones de los Cementos Cruz Azul.....	18
3.9.2. Clasificaciones de acuerdo con la Norma Norteamericana ASTM C – 150.....	19
3.9.3. Principales Productos.....	19
3.9.3.1. Cemento Cruz Azul Blanco (CPO 40).....	20
3.9.3.2. Cemento Cruz Azul Tipo II Compuesto (CPC 30 R RS).....	21
3.9.3.3. Cemento Cruz Azul Tipo II Compuesto (CPC 40 RS), presentación a granel.....	22
3.9.3.4. Cemento Mortero Cruz Azul (Albañilería).....	23
3.10. Certificaciones y Reconocimientos.....	24
3.10.1. Calidad.....	24
3.10.2. Medio Ambiente.....	24
3.10.3. Seguridad y Salud Ocupacional.....	25
3.10.4. Responsabilidad Social.....	25
4. PROCESO DE ELABORACIÓN.....	26

4.1.	Descripción de Materias Primas.....	26
4.1.1.	Caliza .....	26
4.1.2.	Pizarra.....	27
4.1.3.	Arena Sílice.....	27
4.1.4.	Hematita.....	27
4.1.5.	Yeso .....	27
4.1.6.	Puzolana .....	27
4.2.	Explotación de Yacimientos .....	27
4.2.1.	Objetivo del Departamento de Explotación de Yacimientos. ....	27
4.2.2.	Funciones del Departamento de Explotación de Yacimientos.....	27
4.2.3.	Conocimientos Aplicados .....	28
4.2.4.	Parámetros de Control de las Materias Primas.....	28
4.3.	Trituración de Materias Primas.....	29
4.3.1.	Objetivo del Departamento de Trituración Primaria .....	30
4.3.2.	Funciones del Departamento de Trituración Primaria.....	30
4.4.	Trituración secundaria y terciaria .....	32
4.4.1.	Objetivo del Departamento de Trituración Secundaria y Terciaria .....	32
4.4.2.	Funciones del Departamento de Trituración Secundaria y Terciaria.....	32
4.5.	Trituración Abrasivos y Agregados.....	33
4.5.1.	Objetivo del Departamento de Trituración Abrasivos y Agregados.....	33
4.5.2.	Funciones del Departamento de Trituración Abrasivos y Agregados.....	33
4.6.	Pre – homogeneización Caliza y Pizarra .....	33
4.6.1.	Objetivo del Departamento de Pre – homogeneización.....	33
4.6.2.	Funciones del Departamento de Pre – homogeneización .....	33
4.6.3.	Apilamiento de Caliza.....	34
4.6.4.	Recuperador de Caliza.....	34
4.7.	Molienda de Harina Cruda .....	35
4.7.1.	Objetivo del Departamento de Molienda de Harina Cruda .....	35
4.7.2.	Funciones del Departamento de Molienda de Harina Cruda .....	35
4.7.3.	Capacidad de los podómetros Hasler.....	35
4.7.4.	Dosificadores .....	36
4.7.5.	Características Molinos de Harina Cruda 8 y 9.....	37

4.7.6.	Factores que mejoran la regularidad del crudo .....	38
4.8.	Homogeneización.....	38
4.8.1.	Objetivo del Departamento de Homogeneización.....	38
4.8.2.	Funciones del Departamento de Homogeneización .....	39
4.8.3.	Sistema de Aireación de un Silo Homogeneizador por Octantes.....	39
4.8.4.	Características Silos de Homogeneización .....	39
4.8.5.	Características Silos de Almacenamiento .....	40
4.9.	Calcinación .....	40
4.9.1.	Objetivo del Departamento de Calcinación. ....	40
4.9.2.	Funciones del Departamento de Calcinación.....	40
4.9.3.	Fases de Calcinación.....	40
4.9.4.	Descripción Horno No. 4 .....	41
4.10.	Pre – calentador .....	42
4.10.1.	Funciones del Departamento de Pre - calentador .....	42
4.10.2.	Etapas del Pre – calentador.....	42
4.11.	Enfriamiento.....	44
4.11.1.	Funciones del Enfriador.....	44
4.11.2.	Descripción del Enfriador .....	44
4.12.	Pre – molienda .....	45
4.12.1.	Objetivo del Departamento de Pre – molienda .....	45
4.12.2.	Funciones del Departamento de Pre – molienda.....	45
4.13.	Molinos de Cemento .....	45
4.13.1	Objetivo del Departamento de Molinos de Cemento.....	45
4.13.2.	Descripción Molinos de Cemento Horizontales No. 6, 10 y 11.....	46
4.13.3.	Descripción Molino de Cemento Vertical No. 12.....	46
4.14.	Envase y Embarque Sistema I y II .....	48
4.15.	Planeación y Control de la Producción.....	50
4.16.	Control de Calidad .....	50
4.17.	Paro de Emergencia .....	50
4.18.	Paro por falla de energía eléctrica .....	51
5.	ANTECEDENTES .....	52
6.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	54

7.	METODOLOGÍA UTILIZADA.....	55
7.1.	Diagramas de Áreas.....	55
7.2.	Descripción Equipos .....	56
7.2.1.	Banda Transportadora. ....	56
7.2.2.	Clasificación de los Rodillos.....	57
7.3.	Equipos.....	58
7.4.	Cálculos. ....	61
7.4.1.	Datos Conocidos.....	61
7.4.2.	Cálculos para conocer la Velocidad de la Banda. ....	61
7.4.3.	Cálculos para conocer las características de la Banda. ....	62
7.4.4.	Cálculos para conocer la Transmisión de la Banda. ....	68
7.5.	Planos Sistema Bypass para el Área de PH – Pizarra.....	71
7.6.	Costos materiales y equipos.....	73
7.7.	Cronograma de Actividades. ....	74
7.8.	Planeación y Control de la Producción.....	75
8.	RESULTADOS .....	91
8.1.	Costos Producción Harina Cruda.....	91
8.2.	Costos Totales de Inversión Inicial .....	92
8.3.	Ahorro y Recuperación Retorno de Inversión.....	94
9.	CONCLUSIÓN .....	95
10.	BIBLIOGRAFÍA .....	96
	ANEXOS .....	98
	Manual 1 .....	98
	Manual 2 .....	109
	Manual 3 .....	115
	Descripción Equipos del Área (Pre - homogeneización Pizarra) .....	125
	Glosario .....	131



# 1. INTRODUCCIÓN

El proceso de producción de cemento está conformado por el funcionamiento de distintas áreas, para la transformación de las materias primas en cada una de ellas, y así llegar a su producto final.

Cada tipo de área tiene a su cargo distintos equipos de maquinaria que ayudan a la transformación de las materias primas, donde estas se transportan de un área a otra, mediante sistemas de transporte, ya sean bandas transportadoras, elevadores, sistemas alimentación llamados pantalones, dosificadores. Siendo en su mayoría utilizadas las bandas transportadoras.

Así mismo se conoce la importancia entre cada una de las áreas que cumplan con su funcionamiento, para poder tener un proceso continuo, sin demoras ni retrasos. Ya que, al ser un proceso continuo, al tener un retardo o demora en alguna de estas áreas se ve afectada el área siguiente, además de un reflejo inmediato en cuanto a pérdidas en la planta principalmente económicas.

Por lo que, la creación de nuevas alternativas que, ayuden a cumplir con el funcionamiento de las áreas son de gran importancia para que, al tener alguna falla en alguno de los equipos provocando que se detenga el proceso, haya alternativas de trabajo que ayuden a que el proceso no se detenga y así mismo se eviten pérdidas en la planta.

Es por lo que, en el siguiente proyecto de tesis, se describe la alternativa de trabajo dentro del área de PH – Pizarra, ya que aquí no se cuenta con una alternativa de trabajo que se pueda operar sí, en dado caso la banda principal del recuperador que alimenta las tolvas de materias primas para la molienda de harina cruda falle. Provocando así paros en el proceso y grandes pérdidas económicas analizadas. Dicha alternativa, ayuda a poner en operación la banda 11 que, se encuentra sin operar para la reducción de costos, la selección de equipos y el diseño mediante planos, para la instalación del sistema bypass hacia elevadores de cangilones directo de trituraciones.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo General

El objetivo principal es, evitar la falta de alimentación de materias primas (pizarra, arena sílice y mineral de fierro) a los molinos 8 y 9. Provocando paros de los mismos, además demoras o retardos durante el proceso.

### 2.2. Objetivo Particular

- Conocer el proceso de elaboración de cemento, desde Explotación de Yacimientos, hasta Envase y Embarque.
- Instalación de un Sistema Bypass hacia elevadores de cangilones que alimentan materias primas a las tolvas de molinos 8 y 9, directo de trituraciones.
- Poner en operación la banda No. 11 ya instalada que, se encuentra sin operar.
- Revisión de las mejores alternativas de equipos, costos y diseños para la instalación del Sistema Bypass hacia elevadores de cangilones, directo de trituraciones.
- Evitar el paro en el proceso de alimentación de los molinos 8 y 9. Y por lo tanto pérdidas económicas de la planta por falta de producción.
- Eliminar los costos de energía y falta de producción de harina cruda, por falta de alimentación a los molinos 8 y 9.

## 3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA O MEDIO EN QUE LABORA.

### 3.1. Historia de la Cooperativa

Los orígenes de La Cruz Azul datan desde 1881, cuando el inglés Henry Gibbon alquiló una parte de la antigua Hacienda de Jasso, Hidalgo, para instalar una fábrica de cal hidráulica. En 1883 se asoció con el inglés Joseph Watson quien aportó los conocimientos para fabricar cemento Portland, permitiendo que en 1888 Gibbon registrara la patente denominada “Fabricación de Cemento Portland”. En 1906 la sociedad se declaró en quiebra debido a la falta de capital de inversión.

Tras este acontecimiento, el empresario Fernando Pimentel y Fagoaga tomó el cargo temporal de la fábrica gracias a un financiamiento otorgado por el Banco Central y una compañía de bienes y raíces. En 1909 el Banco Central asumió el control de la fábrica constituyéndola como “Compañía Manufacturera de Cemento Pórtland La Cruz Azul, S. A.” quedando como socio el empresario Fernando Pimentel y Fagoaga.

La crisis mundial ocurrida en 1929, provocó que la industria de la construcción en México disminuyera su producción, incitando a que varios socios de La Cruz Azul retiraran su capital, llevándola a la quiebra. Esta situación permitió que el año 1931 La Tolteca adquiriera la fábrica y operara bajo la misma marca. El acontecimiento generó una lucha legal entre los nuevos socios y 192 obreros recién liquidados que exigían la conservación de su trabajo. Los resultados favorecieron a los obreros, ya que el 2 de noviembre de ese año la fábrica quedó en sus manos.

La Tolteca continuó su lucha legal para recuperar la fábrica, sin embargo, en 1932 los obreros apelaron la Ley de Expropiación por Causa de Utilidad Pública que permitía la expropiación mediante indemnización, de todas las fuentes de riqueza y trabajo que brindaran un beneficio al Estado de Hidalgo, sus municipios, habitantes, obreros y campesinos. El gobernador del Estado de Hidalgo decretó la expropiación de La Cruz Azul, adjudicándosela a los trabajadores para que fuera constituida como cooperativa.

La compra de la Compañía por parte de los trabajadores fue por un monto total de \$1,312,555.66, monto que deberían cubrir en 20 anualidades. El 29 de enero de 1934, los 192 nuevos dueños de la fábrica se constituyeron finalmente en cooperativa. En febrero del mismo año la cooperativa se registró en la entonces Secretaría de Economía Nacional y fue clasificada como Cooperativa de Productores. Los trabajadores tenían pues que pagar en diez años el importe de la fábrica, más 10% de intereses. Esto lo lograron en 9 años.

En 1940 la Asamblea General de la Cooperativa La Cruz Azul aprobó la construcción de una fábrica de cemento en Lagunas, Estado de Oaxaca iniciándose la construcción en 1942. Esta zona representaba una gran concentración de Materias Primas y esto permitiría abastecer los mercados del sureste del país.

El 2 de noviembre de 1942, iniciaron las operaciones de construcción y para el año de 1944 la planta logró producir y sacar a la venta un cargamento de 100 toneladas de cemento Cruz Azul. Desde ese momento, la planta es sinónimo de desarrollo, modernización y prosperidad en la región.

La planta y las empresas sociales de la Cooperativa han inculcado una convivencia respetuosa entre individuos y el medio ambiente, fortaleciendo los valores y garantizando un crecimiento intelectual y cultural.

Actualmente, cuenta con cerca de 410 socios activos y produce más de 2,000,000 de toneladas por año, manteniendo una elaboración constante de Cemento Tipo II, en las categorías CPC 30R, CPC 40, y Cemento de albañilería.

En 1953, la Asamblea General de Cooperativistas agradeció a Arcadio Hernández sus años de trabajo y por mayoría de votos decidió colocar a Don Guillermo Álvarez Macías como presidente del consejo de Administración y posteriormente como Director General de las dos fábricas. Esta decisión permitió la llamada Reestructuración económica (1953 a 1976).

En 1976, fallece Don Guillermo Álvarez Macías, por lo que la Cooperativa decidió nombrar como presidente del Consejo de Administración y subsiguientemente como su director General al Licenciado Joel Luis Becerril Benítez. Su periodo de gestión es conocido como transformación Administrativa (1978 – 1988).

En 1988, el Lic. Guillermo Álvarez Cuevas, hijo del fallecido Don Guillermo Álvarez Macías, es promovido por la Asamblea General de la Cooperativa como Director General. Durante su periodo de gestión se reordenaron algunas actividades industriales, se modernizaron las fábricas, se hizo hincapié en las obras sociales, culturales, educativas y de servicios médicos.

En 1997, la Fábrica de Cemento en Tepezalá, Aguascalientes se integra al Grupo Cruz Azul como Cementos y Concretos Nacionales, S. A. de C. V.

En 1998, el Lic. Guillermo Álvarez Cuevas es reelegido continuando su administración hasta nuestros días.

En el 2004, iniciaron los trabajos para la cuarta planta cementera en Palmar de Bravo, municipio de Tecamachalco, Puebla denominada CYCNA de Oriente S. A. de C. V. esta arranca en el 2007. [1, 2]

### 3.2. Marco de Responsabilidad Social Corporativa

La Responsabilidad Social de la Cooperativa La Cruz Azul se fincó a través de su Sistema Cooperativo, desarrollando una organización fundamentada en el bienestar de socios, personal, familias y comunidades; en el cuidado y preservación del medio ambiente, con un claro enfoque de negocios y sustentada en sus principios y valores cooperativos.

#### **Responsabilidad social es:**

- Un compromiso consciente, congruente y voluntario basado en una nueva cultura corporativa.
- Un enfoque de gestión de negocios que se sustenta en el respeto a los valores éticos, las personas y el entorno.
- Una contribución de las organizaciones que, junto con sus grupos de interés, se traduce en acciones para el bienestar medioambiental, económico y social.
- Una nueva visión global, sustentable, incluyente y humana.

### 3.3. Misión

Está encaminada a procurar el bienestar humano, económico y social de todos nuestros integrantes, así como, en la medida de lo posible, de las comunidades donde nuestras actividades se realizan; mantener nuestro lugar preeminente como factor del desarrollo de la industria de la construcción, mediante la educación continua, la búsqueda permanente de la calidad en todos nuestros productos y servicios, y el desarrollo de modernas empresas de iniciativa social.

Esto, dentro de un ambiente de respeto mutuo y reciprocidad, siempre sobre la base de nuestro modelo de organización social del trabajo, el cual, es la senda para alcanzar la superación del ser humano.

### 3.4. Política de Gestión Integral

En La Cruz Azul fabricamos y comercializamos cementos hidráulicos de la más alta calidad, que cumplan con las necesidades y expectativas de nuestros clientes, previniendo y disminuyendo los impactos ambientales, y los riesgos laborales, asimismo cumpliendo con los requisitos legales aplicables, esto mediante nuestro Sistema de Gestión Integral y su Mejora Continua.

Se define por tres normas:

- ISO 9001:2008. Calidad en el Proceso.
- ISO 14001:2004. Preservación del Medio Ambiente.
- OHSAS 18001:2007. Seguridad y Salud Ocupacional.

### 3.5. Principios y Valores Cooperativos

La Sociedad Cooperativa es una forma de organización social integrada por personas físicas, con base en intereses comunes y en los principios de solidaridad, esfuerzo propio y ayuda mutua, con el propósito de satisfacer necesidades individuales y colectivas, a través de la realización de actividades económicas de producción, distribución y consumo de bienes y servicios.

#### 3.5.1. Principios



DIAGRAMA 3.5.1. PRINCIPIOS, COOPERATIVA LA CRUZ AZUL.

### 3.5.2. Valores



DIAGRAMA 3.5.2. VALORES, COOPERATIVA LA CRUZ AZUL.

### 3.6. Estructura Operativa

La Cooperativa La Cruz Azul, S. C. L., ha creado un importante Grupo Empresarial, el cual está integrado por 28 empresas clasificadas en tres grandes rubros, creadas con la finalidad de generar valor económico, social y ambiental, y por lo tanto fomentar el desarrollo sustentable.



DIAGRAMA 3.6.1. EMPRESAS SOCIALES, COOPERATIVA LA CRUZ AZUL.



DIAGRAMA 3.6.2. COOPERATIVAS, COOPERATIVA LA CRUZ AZUL.



DIAGRAMA 3.6.3. EMPRESAS DE DESARROLLO HORIZONTAL, COOPERATIVA LA CRUZ AZUL.



### 3.7. Mercados

Los mercados que atiende la Cooperativa La Cruz Azul S. C. L. se encuentran segmentados en cuatro zonas de venta, cada una de las cuales atiende los siguientes estados de la República Mexicana.

La cobertura geográfica que abastecen las Plantas Industriales de La Cruz Azul independientemente de las zonas de venta:



DIAGRAMA 3.7.1. MERCADOS, COOPERATIVA LA CRUZ AZUL.

### 3.8. Ubicación



IMAGEN 3.8.1. LOCALIZACIÓN PLANTAS LA CRUZ AZUL.

Los clientes beneficiarios se dividen en:

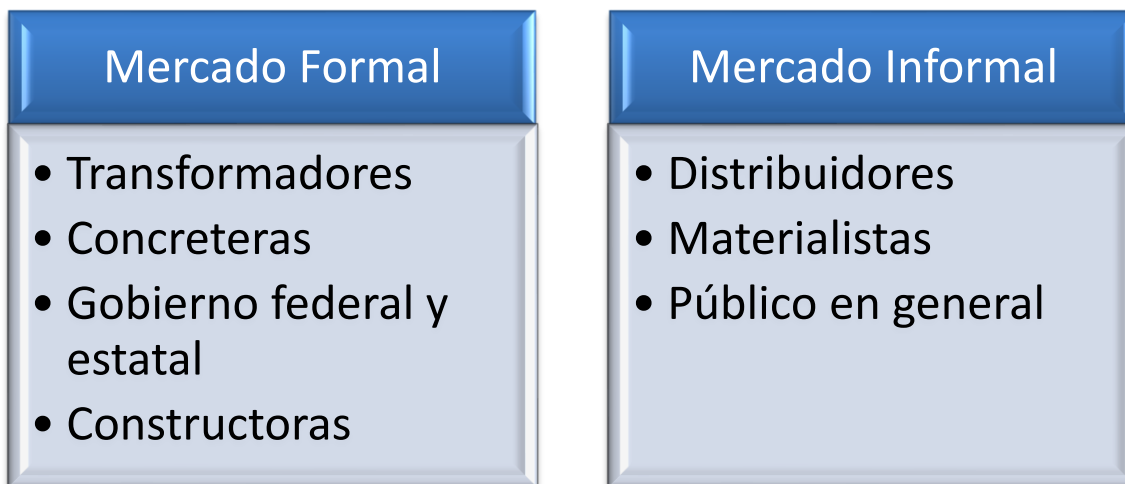


DIAGRAMA 3.8.1. DIVISIÓN DE CLIENTES BENEFICIARIOS, COOPERATIVA LA CRUZ AZUL

### 3.9. Perfil de la Cooperativa La Cruz Azul, S. C. L.

La Cooperativa La Cruz Azul, S. C. L., es una sociedad bajo el régimen de responsabilidad limitada, cuya naturaleza jurídica corresponde a una forma de organización social integrada por personas físicas, con base en intereses comunes y en los principios de solidaridad, esfuerzo propio y ayuda mutua; con el propósito de satisfacer necesidades individuales y colectivas mediante la producción, distribución y comercialización del cemento en sus diferentes tipos y características.

Se rige por la Ley General de Sociedades Cooperativas y la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Se constituye como Cooperativa de Producción y está soportada en sus Bases Constitutivas por Disposiciones de Carácter Administrativo y Legales; cuenta con un esquema de Gobierno Corporativo, establecido con la finalidad de garantizar una gestión responsable, solidaria y transparente, sustentada en su Modelo de Organización Social del Trabajo y en sus Valores Cooperativos.

El esquema de Gobierno para la administración, dirección y vigilancia de la Organización se compone de una Asamblea General de Socios, un Consejo de Administración, un Consejo de Vigilancia, un Director General, una Comisión de Conciliación y Arbitraje, y una Comisión de Educación Cooperativa.

#### 3.9.1. Normatividad y las Especificaciones de los Cementos Cruz Azul

La normatividad para los cementos en México está a cargo del Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación (ONNCCE).

Para emitir las normas correspondientes a los cementos hidráulicos, el ONNCCE formó un Comité donde colaboran, entre otros, los técnicos responsables de la calidad de cada empresa cementera en el país, institutos y universidades, y en el cual los técnicos de la Cruz Azul tienen participación.

Las especificaciones de los cementos de La Cruz Azul no sólo toman en cuenta la normatividad nacional e internacional vigente, sino que, además cuenta con estrategias para la competitividad y la satisfacción de sus clientes, manteniendo la imagen de reconocimiento y calidad de la marca nacional.

La Cruz Azul mantiene una relación con Instituciones de Educación Superior, para trabajos conjuntos en la actualización del estado del arte, en procesos de obtención de un Clinker más eficiente, en materiales puzolánicos más activos y el mejor diseño de los cementos.

Los cementos Cruz Azul cuentan con certificación del Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación SC (ONNNCCE).

### 3.9.2. Clasificaciones de acuerdo con la Norma Norteamericana ASTM C – 150

La norma ASTM C 150 establece ocho diferentes tipos de cemento, de acuerdo con los usos y necesidades del mercado de la construcción.

Tipo	Nombre	Aplicación
I	Normal	Para usos general, donde no son requeridos otros tipos de cemento.
IA	Normal	Uso general, con inclusor de aire.
II	Moderado	Para uso general y además en construcciones donde existe un moderado ataque de sulfatos o se requiera un moderado calor de hidratación.
IIA	Moderado	Igual que el tipo II, pero en inclusor de aire.
III	Altas resistencias	Para uso donde se requieren altas resistencias a edades tempranas.
IIIA	Altas resistencias	Mismo uso que el tipo III, pero con aire incluido.
IV	Bajo calor de hidratación	Para uso donde se requiere un bajo calor de hidratación.
V	Resistente a la acción de sulfatos	Para uso general y además en construcciones donde existe un alto ataque de sulfatos.

TABLA 3.9.1. TIPOS DE CEMENTO DE ACUERDO CON LA NORMA ASTM C – 150.

### 3.9.3. Principales Productos

Fue en la Antigua Grecia cuando empezaron a usarse tobas volcánicas extraídas de la isla de Santorini, como los primeros cementos naturales. En el siglo 1 a.C., en la Antigua Roma, se empezó a utilizar el cemento natural obtenido en Pozzuoli, cerca del Vesubio. En el siglo XIX, Joseph Aspdin y James Parker patentaron en 1824 el Portland Cement, denominado así por su color gris verdoso oscuro, similar a la piedra de Portland.

La Cruz Azul marca consolidada a través de los años y reconocida por su gran calidad – fabrica el Cemento Cruz Azul en sus Plantas Industriales, dentro de los más altos estándares de calidad y con tecnología de punta.

El proceso de fabricación de los cementos Cruz Azul se encuentra certificado por el Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001 – 2008 y la línea de productos satisface todas las necesidades y expectativas de la industria de la construcción.

#### 3.9.3.1. Cemento Cruz Azul Blanco (CPO 40)

El cemento Blanco Cruz Azul es elaborado con materiales cuidadosamente seleccionados, que garantizan su superioridad en comparación con los productos similares. Es el “blanco perfecto”, ya sea que se utilice solo o mezclado. Por su alta calidad es el preferido de arquitectos y constructores.

#### Propiedades

El cemento Blanco Cruz Azul satisface ampliamente las especificaciones de la Norma Mexicana NMX – C – 414 – ONNCCE y la Norma Norteamericana ASTM C – 150. Sus principales y propiedades son:

- Blancura y luminosidad: puede emplearse solo o con edición de colorantes para diversificar su gama de usos y acabados.
- Resistencias mecánicas: muy altas y uniformes, que le permiten utilizarlo con mayor cantidad de agregados.
- Plasticidad: que le da una movilidad adecuada y mayor facilidad de moldeo.
- Durabilidad: gracias al estricto control de calidad durante su elaboración.
- Impermeabilidad: particular característica que lo hace excelente el recubrimiento de albercas.
- Ecología: en la fabricación de este producto es relevante el aporte a la preservación del medio ambiente, en virtud del uso de componentes minerales naturales y/o artificiales, que reemplazan principalmente al Clinker. Esta sustitución permite la disminución en la emisión de CO<sub>2</sub> y recupera el valor remanente de aquellos subproductos que se originan de otros procesos, evitando así una inadecuada disposición.

Asimismo, su empleo nos lleva a una importante reducción en el consumo de energía, tanto térmica como eléctrica, disminuyendo significativamente la utilización de combustibles fósiles no renovables, lo que reduce de manera considerable las emisiones de bióxido de carbono que contribuyen al calentamiento global de la atmósfera.

El conjunto de estas propiedades hace posible una amplia gama de empleos del producto en las obras de arquitectura, donde se aprecia -en gran medida- la durabilidad y confiabilidad de sus acabados.

### 3.9.3.2. Cemento Cruz Azul Tipo II Compuesto (CPC 30 R RS)

El Cemento Cruz Azul Tipo II Compuesto es un producto donde se combina el clínker Cruz Azul, que significa garantía y seguridad, con cementantes suplementarios, materiales que generan mayores resistencias mecánicas y químicas al reaccionar con los productos de hidratación del clínker y aumentan la plasticidad y trabajabilidad de la mezcla, mejorando el acabado e incrementando su resistencia al ataque de agentes químicos.

#### Propiedades

El Cemento Cruz Azul Tipo II Compuesto (CPC 30 R RS), satisface ampliamente las especificaciones de la Norma Mexicana NMX – C – 414 – ONNCCE y la Norteamericana ASTM C – 1157. Sus principales propiedades son:

- Resistencias mecánicas: altas y uniformes. Por su confiabilidad impactan positivamente en el diseño de los concretos, lo cual se refleja en un mayor rendimiento.
- Resistencia al ataque de sulfatos: el diseño de nuestro cemento CPC 30 R RS da como resultado un cemento resistente al ataque de los sulfatos del medio ambiente.
- Impermeabilidad: siguiendo todos los cuidados en la elaboración, transporte, colocación y acabado del concreto, ayuda a reducir la cantidad de poros en el mismo, disminuyendo la penetración de los agentes agresivos, como las sales marinas, aguas negras, suelos salitrosos, etc.
- Calor de hidratación: nuestro Clinker característico, junto con los cementantes suplementarios, genera menor cantidad de calor al hidratarse, con lo que minimiza las expansiones térmicas y disminuye significativamente la aparición de grietas.
- Segregación, sangrado, plasticidad y cohesión: la finura y la mejor distribución de tamaños de las partículas de nuestro cemento contribuyen a lograr un menor sangrado y menor segregación en el concreto, obteniéndose una mayor cohesividad con los agregados.
- Ecología: en la fabricación de este producto es relevante el aporte a la preservación del medio ambiente, en virtud del uso de componentes minerales naturales y/o artificiales, que reemplazan principalmente al Clinker. Esta sustitución permite la disminución en la emisión

de CO<sub>2</sub> y recupera el valor remanente de aquellos subproductos que se originan de otros procesos, evitando así una inadecuada disposición.

En el Centro Tecnológico Cruz Azul, se realizan continuamente investigaciones para verificar y mejorar los resultados que los usuarios obtienen con nuestros cementos.

Las obras realizadas con este producto se caracterizan por su durabilidad, confiabilidad y por su reducción de costos. La mezcla de estos componentes mejora los resultados tradicionales. Se recomienda para todo tipo de obras de ingeniería y arquitectura, así como para usos generales.

### 3.9.3.3. Cemento Cruz Azul Tipo II Compuesto (CPC 40 RS), presentación a granel

El Cemento Cruz Azul CPC 40 RS es un producto que se elabora con Clinker de óptima calidad, yeso y materiales cementantes suplementarios. La mezcla de estas materias primas transita por un estricto control de calidad, lo que permite que los cementos Cruz Azul sean el mejor producto en su tipo que se ofrece en el mercado. Se utiliza constantemente en la industria de los prefabricados y premezclados.

El Cemento CPC 40 RS satisface ampliamente las especificaciones de la Norma Mexicana NMX – C – 414 – ONNCCE y la Norma Norteamericana ASTM C – 1157.

#### Propiedades:

- Resistencias mecánicas: altas y uniformes, impactan positivamente al diseño de mezcla del concreto, lo cual se refleja en un mayor rendimiento.
- Gran rendimiento: permite elaborar concreto con un incremento en la adición de agregados por unidad de cemento.
- Resistencia al ataque de sulfatos: el diseño de nuestro cemento CPC 40 RS da como resultado un cemento resistente al ataque de los sulfatos al medio ambiente.
- Calor de hidratación moderado: genera concretos con mayor estabilidad volumétrica, que hacen las mínimas las expansiones y disminuyen el riesgo de fisuras y grietas. Los cementos que se obtienen son muy impermeables, para ello se deben implementar las prácticas recomendables y las proporciones adecuadas.
- Finura y distribución del tamaño de las partículas: esto proporciona mayor plasticidad y manejabilidad a los concretos.

- Color agradable: es posible combinarlo eficazmente con colorantes para obtener diferentes acabados y texturas aparentes.
- Ecología: en la fabricación de este producto es relevante el aporte a la preservación del medio ambiente, en virtud del uso de componentes minerales naturales y/o artificiales, que reemplazan principalmente al Clinker. Esta sustitución permite la disminución en la emisión de CO<sub>2</sub> y recupera el valor remanente de aquellos subproductos que se originan de otros procesos, evitando así una inadecuada disposición.

El conjunto de estas propiedades les confieren a sus obras alta durabilidad, confiabilidad y reducción de costos.

#### 3.9.3.4. Cemento Mortero Cruz Azul (Albañilería)

El cemento Mortero Cruz Azul es un producto diseñado para los trabajos de albañilería. El estricto control de calidad que se realiza durante su elaboración le brinda al usuario una alta confiabilidad para emplearlo en todas sus obras.

##### Propiedades

- Gran plasticidad: característica de nuestro Cemento Mortero, gracias a su retención de agua y contenido de aire.
- Gran rendimiento: su fácil aplicación reduce el tiempo de trabajo.
- Excelente adherencia: disminuye el desperdicio de mezcla y reduce notablemente las salpicaduras en cara, ropa y en secciones ya terminadas de la obra.
- Acabados de alta calidad: proporciona una impermeabilidad que asegura la mayor durabilidad de las obras.
- Agradable color y textura: permite que los arquitectos y los usuarios en general lo empleen solo o con colorante, para ampliar la gama de fachadas aparentes.
- Dosificación: únicamente adiciones de arena y agua en proporciones adecuadas.
- Ecología: en la fabricación de este producto es relevante el aporte a la preservación del medio ambiente, en virtud del uso de componentes minerales naturales y/o artificiales, que reemplazan principalmente al clínker. Esta sustitución permite la disminución en la emisión de CO<sub>2</sub> y recupera el valor remanente de aquellos subproductos que se originan de otros procesos, evitando así una inadecuada disposición.



El conjunto de estas propiedades hace posible una amplia gama de empleos del producto, así como la considerable reducción de los costos de la obra, sin que por ello disminuyan la resistencia, durabilidad y confiabilidad de sus acabados.

### 3.10. Certificaciones y Reconocimientos

#### 3.10.1. Calidad

2015

Certificación de ISO 9001:2008 a Cooperativa La Cruz Azul. Bureau Veritas; vigente en 2017.

#### 3.10.2. Medio Ambiente

2010

Reconocimiento al Desempeño Ambiental a la Cooperativa La Cruz Azul, S. C. L., Plantas Cruz Azul, Hidalgo y Lagunas, Oaxaca. Profepa; vigente en 2015.

2014

Reconocimiento a la Cooperativa La Cruz Azul, en el Programa de Liderazgo Ambiental para la Competitividad. PROFEPA; vigente en 2015.

Reconocimiento Programa GEI México que otorga la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) a la Cooperativa La Cruz Azul, S. C. L., Plantas Cruz Azul, Hidalgo, y Lagunas, Oaxaca; vigente en 2015.

2015

Excelencia Ambiental a la Cooperativa La Cruz Azul, Plantas Cruz Azul, Hidalgo y Lagunas, Oaxaca. Galardón del gobierno Federal a través de PROFEPA y SEMARNAT; vigente hasta 2017.

Certificado de Industria Limpia a la Cooperativa La Cruz Azul, S. C. L., Planta Lagunas, que otorga la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA); vigente hasta 2017.

Hewlett – Packard México otorga el reconocimiento a la Cooperativa La Cruz Azul, S. C. L., por ser colaborador permanente del programa de recolección de consumibles de impresión HP Planet Partners; vigente en 2015.

Reconocimiento a la Cooperativa La Cruz Azul, S. C. L., Oficinas Corporativas, por su participación en las actividades encaminadas a impulsar la creación del “Día Nacional de la Preparación y Respuestas a Emergencias Químicas”, en México. PROFEPA; vigente en 2015.

### 3.10.3. Seguridad y Salud Ocupacional

2015

Reconocimiento a la Cooperativa La Cruz Azul, S. C. L., por su participación en el Marco simulacro 2015. Secretaria de Protección Civil; vigente en 2015.

### 3.10.4. Responsabilidad Social

2015

Reconocimiento del 1% de Inversión Social a la Cooperativa La Cruz Azul, S. C. L., que otorgan el Cemefi y AliaRSE.

2016

Distintivo ESR y Reconocimiento de Empresa Socialmente Responsable a la Cooperativa La Cruz Azul, S. C. L., que otorgan el Centro Mexicano para la Filantropía (Cemefi) y la Alianza por la Responsabilidad Social Empresarial (AliaRSE). Obtenido por 12<sup>o</sup> año consecutivo (2005 – 2016). **[3]**

## 4. PROCESO DE ELABORACIÓN



DIAGRAMA 4.1. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL CEMENTO CRUZ AZUL.

Para fabricar cemento pueden utilizarse tanto minerales de origen natural como productos industriales. Como materiales de partida sirven sustancias minerales, que contienen los componentes principales del cemento: cal, sílice, alúmina y óxidos de hierro. Estos componentes raramente se encuentran en las proporciones deseadas, en una sola sustancia. Por lo tanto, la mayoría de las veces se ha de elegir la mezcla de un componente rico en cal (componente calcáreo) con otro pobre en cal pero que contiene más alúmina y óxidos de hierro (componente arcilloso). [4]

### 4.1. Descripción de Materias Primas

#### 4.1.1. Caliza

Es un material rocoso, cuyo componente principal es el carbonato de calcio. La cantera de extracción se encuentra al pie de la fábrica, en estado rocoso, para su extracción se utilizan equipos de perforación, compresoras y explosivos.

La topografía de la cantera se presenta por medio de planos de diferentes niveles para facilitar la extracción de la caliza y permita una explotación racional de la cantera en función de sus características físico – química.

#### 4.1.2. Pizarra

Esta dentro de las rocas metamórficas, su característica principal es su aspecto hojoso que recibe el nombre entre las metamórficas de foliación, se utiliza principalmente por su aportación de Alúmina ( $Al_2O_3$ ) y Sílice ( $SiO_2$ ).

#### 4.1.3. Arena Sílice

Es un cuarzo granular generalmente incoloro a blanco, frecuentemente coloreado por impurezas de Si 46.7% ó 53.3%. Corrige las diferencias que por sílice pueda tener la pizarra.

#### 4.1.4. Hematita

Su aportación principal para la fabricación de harina cruda es el óxido férrico en un 70%.

#### 4.1.5. Yeso

Conocido también como ALABASTRO, de origen sedimentario, se forma como resultado químico de las soluciones de mares y lagunas de baja energía oxido de calcio ( $CaO = 32.6\%$ ), sulfato ( $SO_4 = 46.5\%$ ), y agua ( $H_2O = 20.9\%$ ).

#### 4.1.6. Puzolana

Roca volcánica muy desmenuzada, y sirve para hacer, mezclada con cal, mortero hidráulico. **[5]**

### 4.2. Explotación de Yacimientos

#### 4.2.1. Objetivo del Departamento de Explotación de Yacimientos.

El objetivo fundamental de este departamento es el de coordinar y supervisar las actividades de explotación de yacimientos de materias primas, carga y acarreo hasta los patios de fábrica, vigilando siempre el aspecto de costos.

#### 4.2.2. Funciones del Departamento de Explotación de Yacimientos

Explotación de roca Caliza en Lagunas, Puzolana en San Bartola Yautepec, Pizarra en Lagunas, la supervisión del cálculo de la voladura y el manejo de explosivo, enfrenar los conflictos que se lleven a crear con la explotación, carga y acarreo en las comunidades ejidales, llevar a cabo muestreos y exploraciones vigentes para la toma de decisiones inmediatas.

Debido a la dureza del material, este se extrae de las canteras con el empleo de explosivos. Una voladura puede producir de 30 a 100 mil toneladas de materia prima, esta se carga con maquinaria pesada (traxcavos) y para el acarreo se utilizan maquinarias (euclid, torton y rabones). **[6]**



IMAGEN 4.2.2.1. CARGA Y ACARREO DE MATERIA PRIMA.

#### 4.2.3. Conocimientos Aplicados

- Mineralogía
- Cálculos matemáticos (diseño de una voladura)
- Composición química de materias primas (Química Analítica)
- Administración de Personal
- Manejo de Explosivos (Seguridad Industrial)

#### 4.2.4. Parámetros de Control de las Materias Primas

Compuesto	Caliza [%]	Pizarra [%]	Mineral de Hierro [%]	Arena Sílice [%]
<b>Si<sub>2</sub>O<sub>2</sub></b>	3.06	52.40	3.32	<b>89.58</b>
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	1.96	<b>18.70</b>	2.04	4.12
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.60	7.40	<b>90.06</b>	1.34
<b>CaO</b>	<b>50.86</b>	7.77	3.79	1.94
<b>MgO</b>	1.16	3.04	0.60	0.48
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	0.20	0.70	0	0.01
<b>K<sub>2</sub>O</b>	0.01	0.42	0	0.16

TABLA 4.2.4.1. PARÁMETROS DE CONTROL DE MATERIAS PRIMAS.

### 4.3. Trituración de Materias Primas



DIAGRAMA 4.3.1. DEPARTAMENTOS DE TRITURACIÓN DE MATERIAS PRIMAS.



DIAGRAMA 4.3.2. TIPOS DE TRITURADORES EN LOS DEPARTAMENTOS DE TRITURACIÓN.

#### 4.3.1. Objetivo del Departamento de Trituración Primaria

Se encarga de triturar las grandes rocas resultantes de las voladuras de caliza como preparación previa de alimentación a los molinos.

#### 4.3.2. Funciones del Departamento de Trituración Primaria

Su función principal es la de reducir de tamaño la piedra caliza, resultante de las voladuras, desde 1 m de diámetro hasta aproximadamente 20 cm de diámetro. Así mismo de transportarla y almacenarla por medio de una banda a una de las 5 tolvas correspondientes a cada tipo de caliza resultante: (caliza con magnesio, caliza con arcilla, caliza normal). [7]

No. de Tolva	Tipo de Caliza	Capacidad [ton]
1	Caliza normal	3 500
2	Caliza con Magnesio	2 500
3	Caliza con Arcilla	2 500
4	Caliza con Arcilla	3 500
5	Caliza normal	3 500

TABLA 4.3.2.1. CAPACIDADES DE TOLVAS EN TRITURACIÓN PRIMARIA.



IMAGEN 4.3.2.1. TRITURACIÓN MATERIA PRIMA, TRITURACIÓN PRIMARIA.



IMAGEN 4.3.2.2. TRITURADOR CÓNICO, KRUPP.



IMAGEN 4.3.2.3. BANDA TRANSPORTADORA, DIRECTO A TOLVAS. TRITURACIÓN PRIMARIA.



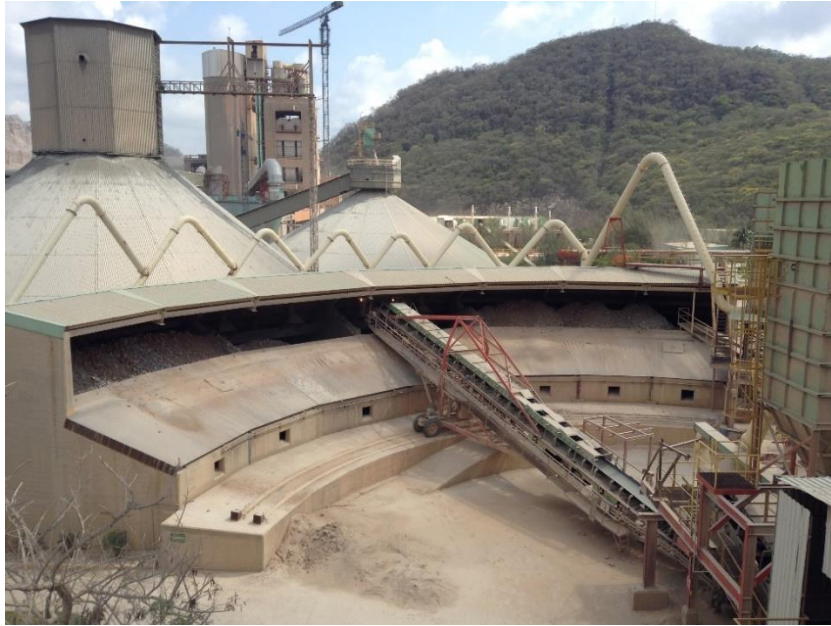


IMAGEN 4.3.2.4. ALMACENAMIENTO DE CALIZA.

#### 4.4. Trituración secundaria y terciaria

##### 4.4.1. Objetivo del Departamento de Trituración Secundaria y Terciaria

Su principal objetivo es triturar las materias primas (caliza, pizarra, hematita, arena sílice), para la alimentación a molinos en la formación de harina cruda.

##### 4.4.2. Funciones del Departamento de Trituración Secundaria y Terciaria

Triturar las materias primas (caliza, pizarra, hematita, arena sílice), por medio de equipos de presión e impacto a un tamaño máximo de  $\frac{3}{4}$ " , posteriormente transportarlas por medio de bandas, para su almacenamiento en sus respectivos patios de pre – homogeneización.

Solo la caliza que no alcanza el tamaño aproximado de  $\frac{3}{4}$ " , clasificado por las cribas vibratorias, es transportada a trituración terciaria, para pasar de nuevo por el impactor de martillos, y regresar al circuito cerrado de trituración secundaria, hasta su almacenamiento, transportadas por medio de bandas. [7]



IMAGEN 4.4.2.1. TRITURACIÓN SECUNDARIA Y TERCIARIA.

## 4.5. Trituración Abrasivos y Agregados

### 4.5.1. Objetivo del Departamento de Trituración Abrasivos y Agregados

Su principal objetivo es el de triturar las materias primas (caliza, puzolana y yeso) que son utilizadas para la alimentación a los molinos de cemento.

### 4.5.2. Funciones del Departamento de Trituración Abrasivos y Agregados

Dentro de las funciones principales de este departamento es; disminuir de tamaño las materias primas a 2" o 1 ½" mínimo, por medio de equipos de presión e impacto, para poder alimentar a los molinos de cemento No. 10, 11 y 12, para transportarlas por medio de bandas, a la tolva de alimentación. [8]

## 4.6. Pre – homogeneización Caliza y Pizarra

### 4.6.1. Objetivo del Departamento de Pre – homogeneización

Se encarga de apilar en capas las materias primas, para uniformar el tamaño y la calidad química del material almacenado.

### 4.6.2. Funciones del Departamento de Pre – homogeneización

La pre – homogeneización se lleva a cabo mediante un sistema especial de almacenamiento y recuperación de los materiales triturados, de tal forma que el material resultante se uniforma en distribución de tamaño y composición química. De los patios de pre – homogeneización los

materiales son transportados por medio de sistemas de bandas, y descargados a tolvas, las cuales alimentan a los dosificadores para dosificar los materiales. [9]



IMAGEN 4.6.2.1. ALMACENAMIENTO DE ÁREA PH – PIZARRA.

#### 4.6.3. Apilamiento de Caliza

Se recibe el material de  $\frac{3}{4}$ " de trituración en una banda apiladora de 750 a 1 000 toneladas por hora, la cual apila automáticamente en tres sectores de  $120^\circ$  y 22 000 toneladas de capacidad cada uno.

#### 4.6.4. Recuperador de Caliza

La tolva de caliza está apoyada en celdas de peso, el cual tiene una referencia de llenado que está en secuencia con la traslación del recuperador de tal manera que si se necesita más caliza este recupera más y también funciona a la inversa. [9]



IMAGEN 4.6.4.1. ALMACENAMIENTO PH – CALIZA.

## 4.7. Molienda de Harina Cruda

### 4.7.1. Objetivo del Departamento de Molienda de Harina Cruda

Conocer las materias primas que se utilizan para la molienda de harina cruda, así como cada uno de los elementos que aportan cada una de ellas, los módulos de control, los tipos de molienda que existen, los componentes de un molino y facilitar la reacción química de los materiales en el horno.

### 4.7.2. Funciones del Departamento de Molienda de Harina Cruda

La mezcla dosificada de caliza, pizarra, sílice y mineral de hierro se lleva a la molienda. En los molinos se hace un muestreo cada hora, se verifica la composición química mediante análisis por rayos X, y con tamices se comprueba la finura del polvo.

El resultado del análisis indica si es preciso ajustar la dosificación y la finura, ya que la mezcla cruda necesariamente debe conservar cierta relación entre los óxidos de silicio, aluminio, fierro y calcio.

Si la mezcla de polvo crudo no fuera uniforme, el horno tendería a enfriarse o a calentarse demasiado, lo que obligaría a ajustar la velocidad o el flujo de combustible.

Con el fin de lograr buenas características de flujo de la harina cruda en deslizadores neumáticos y en las salidas de los silos debe alcanzar una humedad de 0.5% a 1.0% y en planta se tiene de 0.4% en los molinos 8 y 9. Lo cual lo hace más efectivo el proceso, porque lo ideal es que sea lo más cercano a cero.

### 4.7.3. Capacidad de los podómetros Hasler

- Caliza 20 a 200 ton/hr
- Pizarra 3 a 30 ton/hr
- Sílice 5 a 50 ton/hr
- Hematita 1 a 10 ton/hr
- 5ta. Tolva 0 a 60 ton/hr



IMAGEN 4.7.3.1. TOLVAS DE ALMACENAMIENTO MATERIAS PRIMAS.

#### 4.7.4. Dosificadores

Son mecanismos que tienen una banda giratoria bajo la cual hay una báscula electrónica. Si cae poco material, la velocidad de la banda aumenta y si aumenta la caída del material la velocidad disminuye. Posteriormente pasa a una banda transportadora para alimentar a los molinos.



IMAGEN 4.7.3.2. DOSIFICADORES DE MATERIAS PRIMAS, PARA MOLIENDA DE HARINA CRUDA.



IMAGEN 4.7.3.3. BANDAS TRANSPORTADORAS DE MATERIAS PRIMAS, PARA MOLIENDA DE HARINA CRUDA.

#### 4.7.5. Características Molinos de Harina Cruda 8 y 9

<b>Fabricante</b>	FLSMINDTH
<b>Dimensión</b>	4.6 m
<b>Longitud</b>	8 m
<b>Motor</b>	514 RPM, 3 000 H. P.
<b>Separador</b>	STURTEVANT
<b>Carga de bolas</b>	140 TON
<b>RPM motor</b>	15.36 RPM
<b>Dimensión Interna</b>	4.44 m
<b>Longitud Interna</b>	7.91 m
<b>Volumen Molino 8</b>	112.07 m <sup>3</sup>
<b>Volumen Molino 9</b>	122.41 m <sup>3</sup>
<b>Producción Nominal</b>	200 TPH
<b>Bolas Molino 8</b>	MAGOTEAOX – (MX)
<b>Bolas Molino 9</b>	HAUSEN – (BHC)

TABLA 4.7.5.1. CARACTERÍSTICAS MOLINOS DE HARINA CRUDA 8 Y 9.



IMAGEN 4.7.5.1. MOLINO DE HARINA CRUDA.

En la eficiencia del sistema de molienda se revisa:

- Eficiencia de molienda: mejora la composición en la carga de bolas, modificación dentro del compartimiento de molienda (placas de blindaje y diafragma).
- Eficiencia del separador: ajuste del posicionamiento del separador, modificaciones dentro del mismo.
- Eficiencia del desempolvamiento: ajuste del volumen de ventilación del sistema de flujo del material o del equipo de desempolvamiento de dosificadores. **[10, 11]**

#### 4.7.6. Factores que mejoran la regularidad del crudo

- Contar con un buen plan de explotación de canteras, que minimice las variaciones.
- Tener información (sondeos) de las zonas que se van a explotar en la cantera.
- Fiabilidad absoluta en los sistemas de muestreo y análisis.
- Evitar mezclados y segregaciones en stock (almacenamiento). **[12]**

### 4.8. Homogeneización

#### 4.8.1. Objetivo del Departamento de Homogeneización

Obtener una mezcla adecuada de los materiales para lograr un crudo con calidad y finura uniforme para su calcinación.



#### 4.8.2. Funciones del Departamento de Homogeneización

Cambio de derrame de los molinos de Harina Cruda al silo que se encuentre vacío y se procede a la homogeneización del silo lleno; que consiste en inyectar aire por medio de 3 compresores al fondo del silo, 1 hora máximo de mezcla, después se descarga a los silos de almacenamiento 3 ó 4.

#### 4.8.3. Sistema de Aireación de un Silo Homogeneizador por Octantes

Consta del marco aireado de salida y de las cajas triangulares de aireación dispuestas sobre todo el fondo del silo y unidas por un sistema de tuberías en el interior del silo. Con 45° de inclinación en la periferia del fondo del silo. [13, 14]

IMAGEN 4.8.1. SILOS DE HOMOGENEIZACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE HARINA CRUDA.

#### 4.8.4. Características Silos de Homogeneización

<b>Superficie de fondo</b>	226.8 m <sup>2</sup>
<b>Altura constante interior</b>	26 m
<b>Altura de llenado</b>	21 m
<b>Longitud zonda llenado máximo</b>	5 m
<b>Volumen útil</b>	4,500 a 5,000 ton
<b>Válvulas de cierre</b>	5
<b>Válvulas de mariposa</b>	25
<b>Presión mínima para homogeneizar</b>	2.2 bar
<b>Presión mínima para vaciar</b>	0.5 bar
<b>No. soplantes para homogeneizar</b>	3
<b>No. soplantes para vaciar</b>	1

TABLA 4.8.1.1 CARACTERÍSTICAS SILOS DE HOMOGENEIZACIÓN.



#### 4.8.5. Características Silos de Almacenamiento

<b>Diámetro interno</b>	17 m
<b>Base</b>	227 m <sup>2</sup>
<b>Altura interior de construcción</b>	41.4 m
<b>Altura de llenado</b>	39 m
<b>Largo de la zonda nivel llenado</b>	2 m
<b>Volumen útil</b>	8,000 a 10,000 ton
<b>Tamaño de la superficie aireación</b>	94.8 m <sup>3</sup>
<b>No. de salidas</b>	2 línea 3 y 4
<b>No. distribución de aire</b>	14
<b>No. válvulas mariposa</b>	32
<b>Presión aire comprimido</b>	0.6 mbar

TABLA 4.8.5.1. CARACTERÍSTICAS SILOS DE ALMACENAMIENTO.

#### 4.9. Calcinación

##### 4.9.1. Objetivo del Departamento de Calcinación.

Es aquella en la cual, por medio de altas temperaturas se realizan las combinaciones entre los diferentes compuestos del crudo alimentado dando origen a los compuestos hidráulicos, que serán los que generen las resistencias del cemento y que son básicamente los silicatos de calcio (C<sub>2</sub>S y C<sub>3</sub>S).

Un sistema de calcinación según el flujo de material se divide en tres etapas: pre – calentador, horno rotatorio y enfriador.

##### 4.9.2. Funciones del Departamento de Calcinación.

Estos cambios tienen lugar a altas temperaturas, entre 1,400 y 1,500 °C, produciéndose una masa que empieza a fundirse a esa temperatura, el material así obtenido es llamado Clinker, materia prima clave para la producción del cemento en sus diversos tipos.

##### 4.9.3. Fases de Calcinación

La unidad de calcinación consta de cuatro zonas:

- El **secado** implica la evaporación de la humedad de la materia prima a una temperatura de 110 °C.

- El **pre – calentador** aumenta la capacidad de la unidad de calcinación, ahorro de energía y reduce el dióxido de carbono que sale a la atmósfera.
- En la **pre – calcinación** la temperatura llega a 1450 °C.
- En la **clinkerización** el polvo calcinado y convertido en Clinker pasa al enfriador, donde se le inyecta aire a presión que lo enfría hasta 40 °C. [15, 16]

#### 4.9.4. Descripción Horno No. 4

Tiene una capacidad de alimentación de diseño de 7200 ton/día. Cuneta con un pre – calentador de 4 etapas con pre – calcinador, consta de un sistema de alimentación con tolva de peso constante de 80 ton y un sistema de transporte para crudo (deslizadores y elevadores de cangilones), para 300 TPH de alimentación. [17]

<b>Longitud</b>	75 m
<b>Diámetro</b>	4.8 m
<b>Velocidad</b>	3 RPM
<b>Ángulo de inclinación</b>	3.5°
<b>Alimentación máxima</b>	300 TPH
<b>No. de quemadores</b>	1
<b>No. de pre – calcinadores</b>	4

TABLA 4.9.4.1. CARACTERÍSTICAS HORNO NO. 4.



IMAGEN 4.9.4.2. HORNO ROTATORIO NO. 4.

## 4.10. Pre – calentador

### 4.10.1. Funciones del Departamento de Pre - calentador

La alta eficiencia de transferencia de calor dentro de un pre – calentador de suspensión, es más alta que la eficiencia de transferencia de calor dentro del horno rotatorio. Además, permite obtener una producción alta y un bajo consumo de combustible de aproximadamente de 800 kcal/kg de Clinker.

La transferencia del calor dentro de un pre – calentador se efectúa en los ductos, siendo los ciclones únicamente un aditamento para separar el material de los gases posteriormente a cada etapa del mismo pre – calentador.

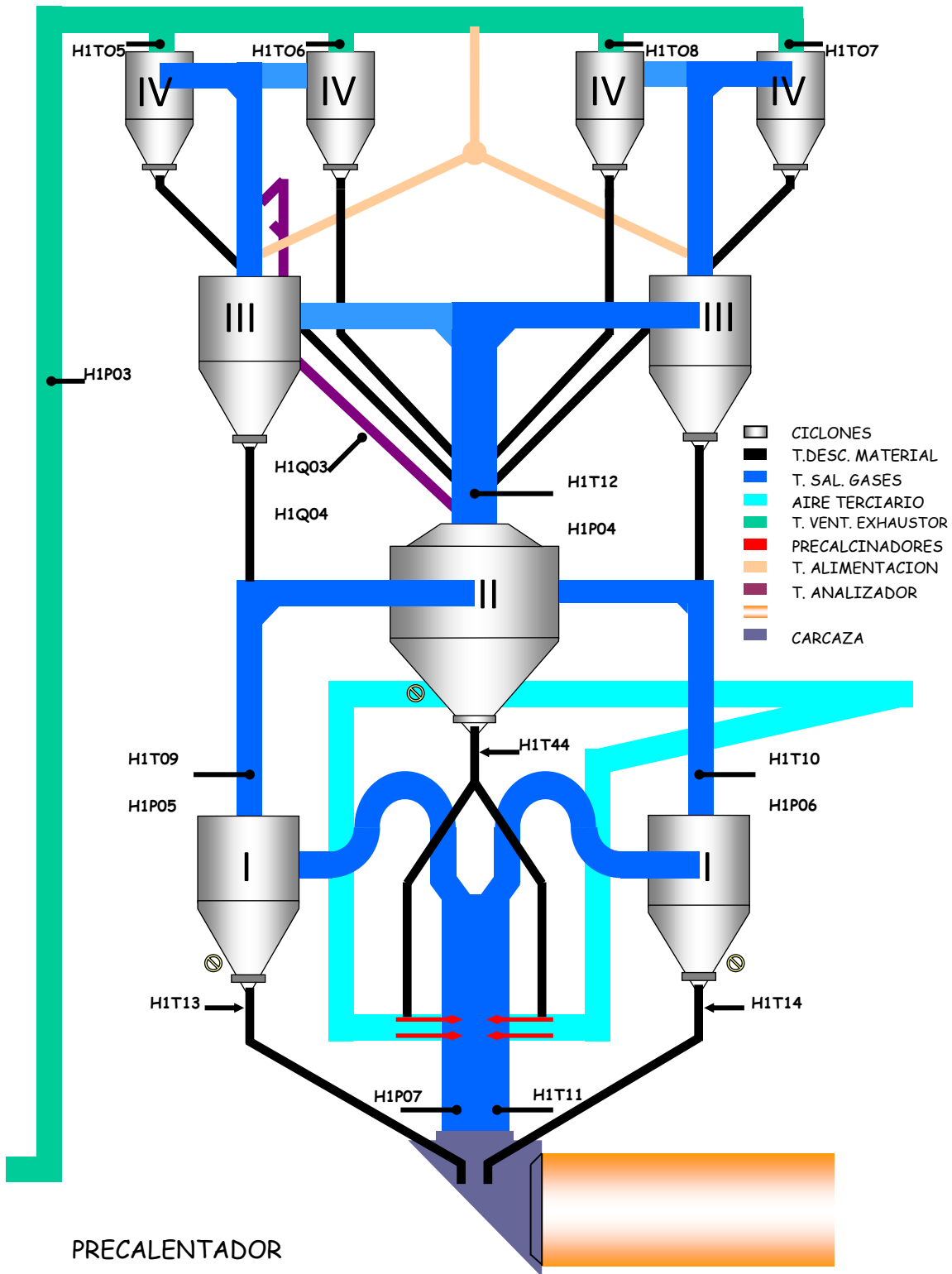
### 4.10.2. Etapas del Pre – calentador

	Salida de Gases [°C]	Material [°C]
<b>Horno</b>	1010 – 1090	1000 – 1100
<b>Etapa 1</b>	800 – 840	790 – 800
<b>Etapa 2</b>	690 – 710	650 – 680
<b>Etapa 3</b>	530 – 560	490 – 520
<b>Etapa 4</b>	330 – 360	300 – 330

TABLA 4.10.2.1. ETAPAS DEL PRE – CALENTADOR.



IMAGEN 4.10.2.1. ETAPAS DEL HORNOS ROTATORIO NO. 4.



PRECALENTADOR

IMAGEN 4.10.2.2. DESCRIPCIÓN ETAPAS DEL HORNO ROTARIO NO. 4.

## 4.11. Enfriamiento

En el enfriador el aire que sale del enfriamiento del Clinker es aprovechado debido a que se ha hecho un intercambio de calor entre el aire y el Clinker caliente, el aire adquiere cierta temperatura que se aprovecha como aire secundario (circula a través del horno), este sirve para combustión, además una parte de este aire caliente es utilizado como aire terciario y es utilizado para la combustión en los pre – calcinadores.

### 4.11.1. Funciones del Enfriador

El Clinker es depositado en el enfriador donde su función principal es la de enfriar el material, recuperar los gases y transporte del material. Los gases recuperados (aire terciario) son introducidos en el pre – calentador como aire a usar en los pre – calcinadores. El material transportado por el enfriador que consta de 3 secciones la función principal es la de enfriar el material hasta una temperatura de 60 °C para evitar daños en los equipos

La operación del enfriador siempre deberá estar enfocada a obtener una temperatura de aire alta y constante.

### 4.11.2. Descripción del Enfriador

El Clinker es enfriado de 1000 – 1100 °C a 50 – 75 °C aproximadamente. Y por medio de un movimiento recíproco de las parrillas, el material es transportado hasta un quebrador hidráulico instalado en la descarga de 2ª sección hacia la 3ª sección del enfriador, aquí se fragmenta el Clinker grande o las costras de tamaño aproximado a 1”.

El enfriador del Horno No. 4 consta de 3 secciones, accionadas cada una por 2 cilindros hidráulicos, que a su vez son accionadas por 2 bombas hidráulicas. La velocidad de cada sección es regulable de acuerdo con la carga de interior del enfriador y oscila entre 5 y 25 empujones por minuto.

La recuperación de calor se lleva a cabo forzando el aire inyectado por 10 ventiladores de tiro forzado, que obligan a pasar este aire a través de las placas perforadas y de la cama de Clinker, la cual es movida a lo largo del enfriador debido a movimientos recíprocos de filas alternadas de placas. [18]



IMAGEN 4.11.2.1 ENFRIADOR DE CLINKER PRODUCIDO POR EL HORNO ROTATORIO NO. 4.

## 4.12. Pre – molienda

### 4.12.1. Objetivo del Departamento de Pre – molienda

Este departamento se encarga de reducir de tamaño el Clinker pre – molido por efecto de compresión en los rodillos de Polycom, descargando este a una banda que lo transporta por medio de un elevador de cangilones y bandas que lo transporta por medio de un elevador de cangilones y bandas al HIC.

### 4.12.2. Funciones del Departamento de Pre – molienda

Operación mediante la cual el Clinker es fragmentado por la acción de fuerzas hidráulicas suministradas por los rodillos. La acción de presión de los rodillos, velocidad de la mesa y fricción se muelen los materiales; posteriormente es transportado por una corriente de aire generada por el ventilador y depositado en un deslizador, el cual lo transporta a un elevador de cangilones. [18]

## 4.13. Molinos de Cemento

### 4.13.1 Objetivo del Departamento de Molinos de Cemento

Se encarga de la reducción de las partículas de Clinker y los agregados mediante la acción de cuerpos molidores (bolas o rodillos de acero); a finuras específicas según el tipo de cemento a producir.

Los equipos en operación son los siguientes:

Molino	Capacidad [Ton/hr]	Diámetro [m]	Largo [m]
No. 6	60	3.2	10
No. 10	100	3.8	12
No. 11	100	3.8	12
No. 12	175	-	-

TABLA 4.13.1. CARACTERÍSTICAS MOLINOS DE CEMENTO.

#### 4.13.2. Descripción Molinos de Cemento Horizontales No. 6, 10 y 11.

Son cilindros de acero colocados en posición horizontal, los cuales son girados por un motor y un reductor de velocidad.

Se encuentran revestidos internamente con placas blindadas y cargados equilibradamente con bolas de acero de diferentes tamaños que se encargan del proceso de molienda.

#### 4.13.3. Descripción Molino de Cemento Vertical No. 12.

Este molino es vertical o molinos de rodillos, compacta, seca, pulveriza, transporta y clasifica el material. La molienda se consigue gracias a la presión ejercida por rodillos en rotación colocados sobre el lecho de material dispuesto en un plato de molienda.

Sus tres rodillos molturadores cuentan con motor de accionamiento para proporcionarles la velocidad de rotación y posteriormente mediante el lecho de material transmitirla por fricción a la mesa de molienda.

El plato de molienda es la base donde el material es dispuesto para que los rodillos puedan molerlo, la fuerza centrífuga del plato en rotación y la cima sobresaliente en el centro del mismo ayudan a desplazar el material. **[19, 20, 21]**



IMAGEN 4.13.3.1. MATERIAS PRIMAS, PARA MOLINOS DE CEMENTO.



IMAGEN 4.13.3.2. MOLINO DE CEMENTO HORIZONTAL NO. 11.



IMAGEN 4.13.3.3. MOLINO DE CEMENTO VERTICAL NO. 12



#### 4.14. Envase y Embarque Sistema I y II

La planta cuenta con silos de almacenamiento con una capacidad total de 35,000 toneladas de cemento. Aproximadamente el 85% del cemento producido es despachado en sacos a traves de 6 máquinas ensacadoras automáticas de tipo rotatorio (HAVER).

Cuenta con sistema electronico de pesaje con retrocalibración automatica continua de las balanzas para asegurar la entrega de exactamente 50 kilos a cada saco de cemento. El resto de cemento es producido es despachado a granel en contenedores especiales. [23]



IMAGEN 4.14.1 MÁQUINAS ENSACADORAS AUTOMÁTICAS DE TIPO ROTATORIO (HAVER).



IMAGEN 4.14.2. SISTEMA 2 DE ENVASE Y EMBARQUE AUTOPAC.



IMAGEN 4.14.3. SISTEMA 1 AUTOMATIZADO DE PALETIZADO AUTOPAC.



IMAGEN 4.14.4. SISTEMA 1 AUTOMATIZADO DE ESTIBADO.



IMAGEN 4.14.5. SISTEMA 2 DE ENVASE Y EMBARQUE.

#### 4.15. Planeación y Control de la Producción

El departamento de Planeación y Control de la Producción realiza el balance entre la cantidad de producto demandado y lo que hay que producir, evalúa la eficiencia de los equipos de trabajo, en consumo de los insumos y en coordinación con el Departamento de Producción y establece programas de trabajo.

#### 4.16. Control de Calidad

El departamento de control de calidad realiza el análisis de la mezcla cruda que es alimentada al horno, y se hace para comprobar que los parámetros no se hayan alterado, así también en el pre – calentador se toman muestras para la determinación de la pérdida al rojo y la determinación de la des – carbonatación.

#### 4.17. Paro de Emergencia

La decisión de efectuar un paro de emergencia depende del tipo y magnitud del problema, contratiempo o situación que se presente, que deberá de ser evaluada rápidamente por el personal con mayor experiencia de que se disponga en ese momento, para decidir las acciones que se deban de tomar, y proceder de la manera más segura para el personal, para el equipo y para la producción de la Planta.

En caso de que se decida parar al horno, se deberá de continuar girándolo con el motor auxiliar en forma continua, dependiendo la necesidad de operar o no el quemador, del tipo de contingencia.

Una causa importante de paro de emergencia, son las “manchas térmicas” en el casco del horno, por pérdida súbita de costra de Clinker o por tabique demasiado delgado, que ocasionan una muy alta temperatura en el casco, con peligro de dañarlo permanentemente, por lo que, al momento de detectarlas, el operador deberá evaluar rápidamente su peligrosidad, tomando en cuenta:

- El valor de la temperatura que alcanza el casco.
- La localización de la mancha.
- El tamaño del área sujeta a alta temperatura.
- El tiempo de duración de la mancha.

#### 4.18. Paro por falla de energía eléctrica

En el caso de una falla en la corriente eléctrica, es vital para el horno que la transmisión auxiliar sea operada de inmediato, para que continúe en movimiento con giro lento, y se evite causar una deformación permanente en los extremos del horno, con mayor frecuencia, en el extremo de alimentación.

La mayoría de las fallas de corriente suceden durante tormentas con fuertes lluvias y vientos, por lo que, si llegaran a presentar estas condiciones, es recomendable arrancar el motor auxiliar, operando a baja velocidad, como una medida preventiva de tener listo este motor.

## 5. ANTECEDENTES

Para el desarrollo del tema, se realizó el recorrido por las diferentes áreas que, forman parte del proceso para la elaboración del producto final que, es el cemento. Con base en esto; tener el conocimiento previo de los equipos en operación, para poder analizar de mejor manera el proceso del cemento. Ya que, cada área tiene una función indispensable para la mejor producción del cemento, de tal forma que realicen su tarea de la mejor manera y en caso de fallas o alguna emergencia, sea reportada para poder ser solucionada, en el menor tiempo posible, y así poder evitar los paros de equipos y que estos hagan que el proceso de producción tenga demoras o tiempos de retardo.

Para evitar esto, también existen en la planta dos tipos de mantenimiento para que los equipos siempre se mantengan de la mejor manera en operación, estos son: mantenimiento predictivo y mantenimiento preventivo. Dichos mantenimientos son realizados, cada determinado tiempo respectivamente y son realizados en todos los equipos y áreas de la planta.

Con estos tipos de mantenimiento, se tiene el correcto cuidado, de que la calidad del cemento siempre este dentro de los parámetros de la calidad establecida, de acuerdo con la NORMA ISO 9001:2008, y así seguir siendo empresa líder en la producción del cemento.

Además de que el proyecto planteado, que a continuación se desarrolla, se buscó hacer una mejora, que evite pérdidas, en cuanto a costos y energía por causa de paros inesperados en los equipos.

Dicho proyecto está enfocado en el área de Trituración Secundaria y Terciaria, esta área se encarga de triturar las Materias Primas como son la caliza, pizarra, arena sílice y mineral de hierro, las cuales son utilizadas para la elaboración del cemento, a un tamaño aproximado menor o igual a  $\frac{3}{4}$ " , para posteriormente sean almacenados en el patio correspondiente de Pre – homogeneización. Estas Materias Primas, trituradas por molinos de impacto y transportadas por medio de bandas, hasta llegar a su punto de almacenamiento. En el caso de almacenamiento de los minerales, se cuenta con un equipo llamado TRIPPER, el cual se encarga de desviar el material que va por medio de la banda 9 – 10 y este caiga en el lugar asignado de almacenamiento.

La mejora en esta área va encaminada en que si hay falta de alimentación a las tolvas por parte de la banda del recuperador No. 11 A por el continuo vaciado y llenado de las tolvas, lleve a los molinos a encontrarse fuera de operación por la falta de alimentación y con esto ocasionar que el proceso

de molienda de harina cruda tenga retardo. Para dicho problema se busca que el proceso nunca se detenga por las pérdidas antes mencionadas que se tendrían.

Esto mediante la instalación de un Sistema Bypass, el cual pueda entrar en operación, en cuanto esto llegará a suceder, ya sea de manera automática o manual, en donde también se pondría en operación la banda No. 11, la cual se encuentra fuera de operación desde hace tiempo y esto también ayudará a disminuir los costos de instalación de equipos para el Sistema Bypass, que se tiene previamente diseñado.

## 6. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Para la producción de cemento en la planta La Cruz Azul. Se necesita que, siempre esté operando de manera coordinada, las áreas que forman parte del proceso, los equipos en buen funcionamiento, y cuidando la calidad de la producción, además de la seguridad dentro de la planta.

Ya que, la planta siempre se encuentra operando excepto en las horas punta, los equipos reciben el mantenimiento adecuado, para evitar los paros o fallas en ellos y el proceso de producción de cemento no se vea afectado y siempre se encuentre produciendo con la calidad requerida, para cumplir con los pedidos en tiempo y forma.

Para ello se han realizado mejoras en el proceso, que permitan que este no se detenga, y haya equipos alternos que se pongan en operación para en caso de paro estos operen, sólo por ciertos lapsos de tiempo en lo que los equipos se logran estabilizar y seguir con el proceso.

Con lo anterior, el siguiente proyecto se enfoca especialmente en el área de Trituración Secundaria y Terciaria, siendo esta área de gran importancia para la formación de harina cruda en la producción de cemento. Ya que, es en donde se trituran y posteriormente se almacenan las materias primas en el área de PH – Pizarra, para el continuo llenado de las tolvas para la alimentación a los molinos 8 y 9. Dicha área alimenta a las tolvas por medio de elevadores, que son alimentados a su vez por la banda transportadora 11A (M2M322) el problema se encuentra aquí, cuando dicha banda falle y se encuentre fuera de operación, no habrá alimentación para las tolvas y por lo tanto los molinos también se encontrarían fuera de operación por falta de alimentación. Lo cual ocasionaría pérdidas económicas para la planta, por paro en el proceso.

Observando esto, se tiene la viabilidad de solucionar este problema por medio de la instalación de un sistema Bypass el cual permita, que el proceso siga en operación y la alimentación a los molinos no se detenga, además de prevenir las pérdidas económicas antes mencionadas.

Las posibles limitaciones que tendría este proyecto serían:

- Contacto con los proveedores de equipos.
- Tiempo y Disponibilidad para la instalación, de acuerdo con el área de Ampliación y Montaje.
- Disposición del personal para la Ampliación y Montaje.

## 7. METODOLOGÍA UTILIZADA

### 7.1. Diagramas de Áreas

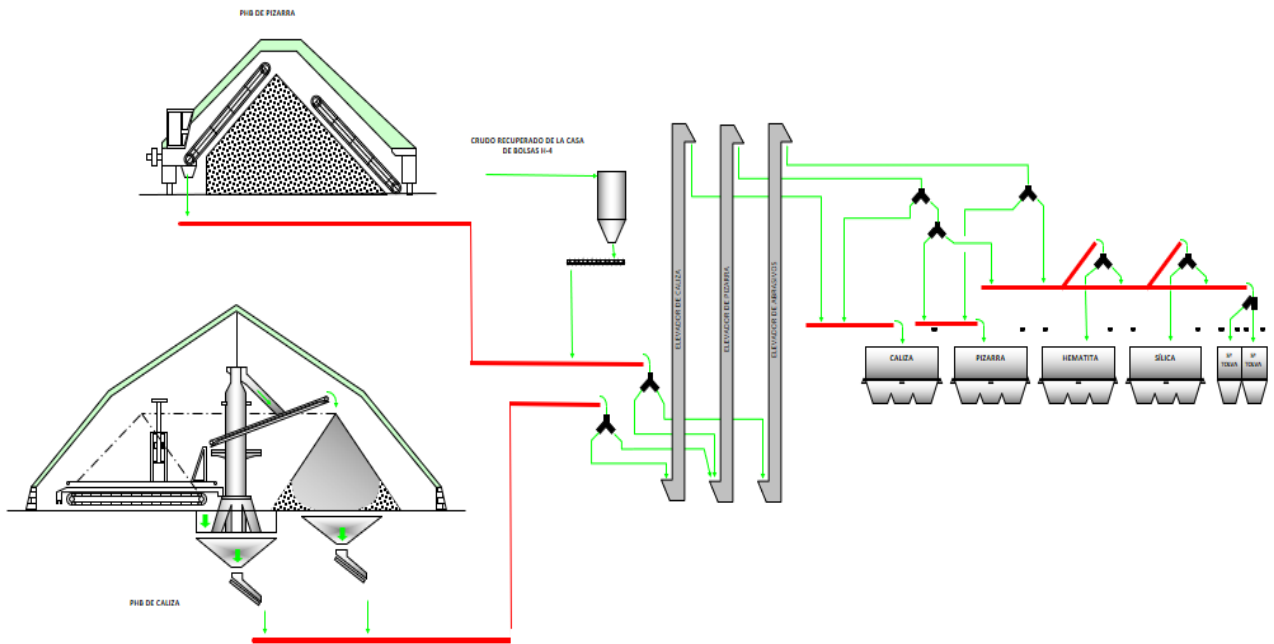


IMAGEN 7.1. DESCRIPCIÓN ÁREA PH PIZARRA.

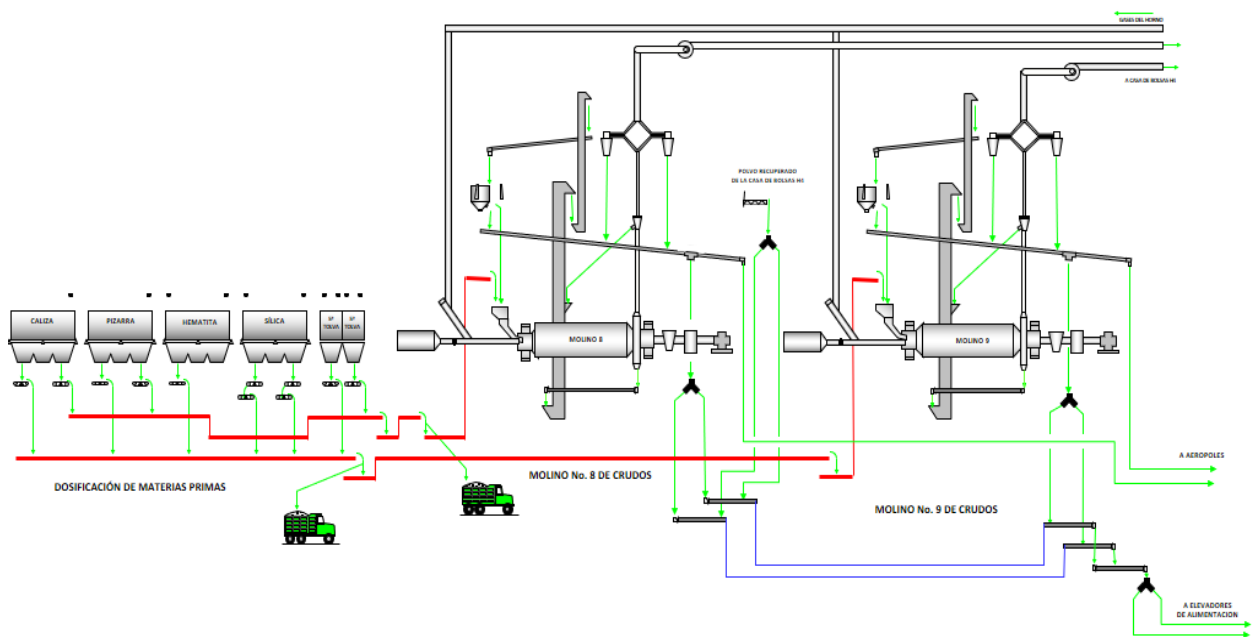


IMAGEN 7.2. DESCRIPCIÓN ÁREA MOLINOS DE HARINA CRUDA 8 Y 9.



## 7.2. Descripción Equipos

### 7.2.1. Banda Transportadora.

Para muchas plantas, la banda transportadora es la base del manejo de materiales a granel. En esencia, una banda transportadora es una banda larga de caucho reforzado extendida alrededor de dos o más poleas, que avanza a una velocidad definida cargando una cantidad especificada de material.

Las bandas transportadoras comunes para materiales a granel varían en ancho de 300 [mm] (12 [in]) a 3000 [mm] (120 [in]). Las bandas transportadoras pueden ser de cualquier longitud. La capacidad de la carga es limitada por el ancho y la velocidad de la banda transportadora con transportadores que a menudo mueven varios miles de toneladas de material por hora, día tras día.

Cada banda transportadora que maneja material a granel está compuesta de seis elementos principales:

- A. La banda.  
Forma la superficie móvil sobre la cual se transporta el material.
- B. Las poleas.  
Soportan y mueven la banda y controlan la tensión de ésta.
- C. La propulsión.  
Imparte la energía a una o más poleas para mover la banda.
- D. La estructura.  
Soporta y alinea los componentes giratorios.
- E. Los sistemas de soporte para bandas.  
Soportan los tramos de carga y retorno de la banda.
- F. Los sistemas de transferencia.  
Cargan o descargan el cargamento de un transportador.

Otra parte de todo transportador es el equipo auxiliar instalado para mejorar la operación del sistema. Esto incluiría componentes como ajustes, limpiadores de banda, detectores de metales, chutes laterales y sellos, sistemas de soporte para bandas, arados, interruptores de seguridad, sistemas de supresión del polvo o colección del polvo y sistemas de protección ambiental.

El sistema de transportadores es un elemento clave para la eficacia de una operación entera la instalación de bandas es la clave para la productividad de un transportador. Por consiguiente, la

preservación del potencial y vida de la banda es esencial. Considerando la inversión inicial en las bandas transportadoras, la importancia de preservar una banda a través de inspecciones regulares y actividades de reparación no debe exagerarse. Los costos relativamente menores de una inspección cuidadosa y reparación de las bandas y el gasto más significativo de un paro de transportador para permitir que se realice esa reparación se compensarán muchas veces con una larga vida de la banda.

### 7.2.2. Clasificación de los Rodillos.

#### Rodillos Transportadores.

Tienen dos configuraciones generales. Una se usa para las bandas acanaladas y normalmente consiste en tres rodillos. Los dos rodillos exteriores están inclinados hacia arriba; el rodillo central está en posición horizontal. La otra configuración se usa para soportar las fajas planas. Este rodillo generalmente consiste en un solo rodillo horizontal posicionado entre dos carteras que se fijan directamente a la estructura del transportador.

#### Rodillos de Retorno.

Normalmente son rodillos horizontales, posicionados entre carteras que normalmente se fijan a la parte inferior de la estructura en la que los rodillos transportadores están montados. Los rodillos dobles de retorno en “V” se usan también para una mejor guía y para rangos de carga mayores.

#### Rodillos de Impacto.

Están hechos de un material elástico. Se usan en puntos de carga donde el impacto resultante del tamaño del trozo y del peso del material manejado podría dañar seriamente la banda si el apoyo fuera rígido. [24]

### 7.3. Equipos.



IMAGEN 7.3.1. BANDA 9 – 10, TRANSPORTE DE MATERIAS PRIMAS, ABRASIVOS.



IMAGEN 7.3.2. CAÍDA ALIMENTACIÓN BANDA 9 – 10 A BANDA 11.



IMAGEN 7.3.3. RODILLOS DE IMPACTO PARA BANDA TRANSPORTADORA.



IMAGEN 7.3.4. RODILLOS DE CARGA Y RETORNO PARA BANDA TRANSPORTADORA.



IMAGEN 7.3.5. DETECTORES DE MOVIMIENTO.



IMAGEN 7.3.6. BANDA TRANSPORTADORA NO.11 EN DESUSO.



IMAGEN 7.3.7. CABEZAL CONDUCCION DE PERFIL ESTRUCTURAL.

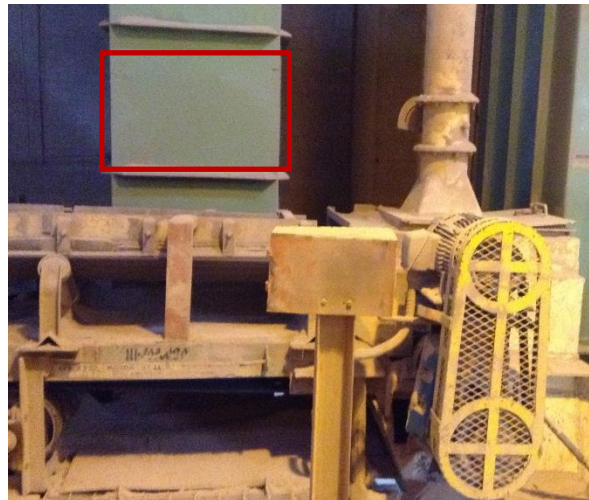


IMAGEN 7.3.8. ENTRADA DE CAÍDA DE MATERIAS PRIMAS DE ABRASIVOS, DIRECTO A CANGILONES.

## 7.4. Cálculos.

### 7.4.1. Datos Conocidos.

<b>Ancho de Banda</b>	24 [in]
<b>Distancia de transporte de banda</b>	14 [m]
<b>Diámetro Polea Motriz</b>	18 [in]
<b>Diámetro Polea Transmisión</b>	16 [in]
<b>Alimentación</b>	200 [ton/hr]

TABLA 7.4.1. DATOS CONOCIDOS BANDA 11.

Materiales	Pizarra	Arena Sílice	Hematita
<b>Abrasivos/Características</b>			
<b>Peso Volumétrico [kg/m<sup>3</sup>]</b>	960 – 1200	2000	2805
<b>Ángulo de reposo [°]</b>	35	35	35
<b>Alimentación [TPH]</b>	200	200	200
<b>Distancia de transporte [m]</b>	12	12	12

TABLA 7.4.2. DESCRIPCIÓN MATERIALES ABRASIVOS.

### 7.4.2. Cálculos para conocer la Velocidad de la Banda.

Se utilizo el Manual C.E.M.A. (**Anexos, Manual 1**).

1. Con referencia a las Tablas 3 – 1 y 3 – 3, para determinar el ángulo de sobrecarga del material. El ángulo de la sobrecarga, promedio, será de 5° a 15° menor que el ángulo de reposo.

Fluidez muy libre 1*		Fluidez muy libre 2*		Fluidez promedio 3*		Pesada 4*		
Ángulo de sobrecarga de 5°	de	Ángulo de sobrecarga de 10°	de	Ángulo de sobrecarga de 20°	de	Ángulo de sobrecarga de 25°	de	
0° - 19°		20° - 29°		30° - 34°		35° - 39°		40° - a más
Características del material								
Tamaño uniforme, partículas redondeadas muy pequeñas, tanto si están húmedas o muy secas, tanto si están húmedas o		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		Materiales comunes típicos: carbón bituminoso, piedra, mayoría de minerales.		Materiales irregulares, fibrosos, que se pueden atorar: astillas de madera, bagazo, arena de fundición templada.

muy secas: piedra sílice seca, cemento, concreto húmedo.		piedra, semilla de algodón, arcilla, etc.	
--	--	---	--

TABLA 7.4.2.1. FLUIDEZ – ÁNGULO DE SOBRECARGA – ÁNGULO DE REPOSO.

2. Con referencia a la Tabla 3 – 3 para determinar la densidad del material.

Material	Peso promedio (lbs por pie <sup>3</sup> )	Ángulo de reposo (grados)	Inclinación máxima recomendada	Código
Arena, sílica, seca	90 – 100	20 – 29	10 – 15	B27
Arenisca triturada	85 – 90	30 – 44	-	D37
Hierro, mineral	100 – 200	35	18 – 20	*D36
Hierro, mineral granulado	116 – 130	30 – 44	13 – 15	D37Q

TABLA 7.4.2.2. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL Y PESO POR PIE CÚBICO.

3. Con referencia a la Tabla 4 – 1 para determinar una velocidad de la banda transportadora conveniente.

Material que se transporta	Velocidad de la faja (ppm)	Ancho de la faja (pulgadas)
Arena de fundición preparada y materiales húmedos similares (o secos, abrasivos) descargados de la faja por desviadores de bordes de caucho.	200	Cualquier ancho

TABLA 7.4.2.3. VELOCIDADES DE CINTURÓN DE MÁXIMO RECOMENDADAS.

$$Velocidad\ de\ la\ banda = 200 \left[ \frac{pies}{min} \right]$$

7.4.3. Cálculos para conocer las características de la Banda.  
Se utilizó el manual Euzkadi, (**Anexos, Manual 2**).

1. Tensión efectiva

$$T_e = 0.90 \times HP \text{ motor} \times \frac{33000}{\text{Velocidad de la banda}}$$

Nota: se suponen pérdidas del 10% por la reducción de engranes, banda “V” o cadena de rodillos. La potencia de la polea motriz será por lo tanto igual a 0.90 x HP motor.

$$T_e = 0.90 \times 5 \text{ [HP]} \times \frac{33000}{200 \left[ \frac{\text{pies}}{\text{min}} \right]} = 742.5 \text{ [lb]}$$

2. Tensión lado retorno

$$T_2 = K \times T_e$$

$K = (\text{Tabla 2})$

Ángulo de contacto en la banda de transmisión	Tipo de transmisión	Tensor de tornillo		Tensor de gravedad	
		Polea lisa	Polea recubierta	Polea lisa	Polea recubierta
210°	De contacto	1	0.7	0.67	0.38

TABLA 7.4.3.1. FACTOR DE TRANSMISIÓN (K) PARA PREVENIR EL DESLIZAMIENTO

$$T_2 = 0.38 \times 742.5 \text{ [lb]} = 282.15 \text{ [lb]}$$

3. Tensión lado tenso (tensión de operación).

$$T_1 = T_e + T_2$$

$$T_1 = 742.5 \text{ [lb]} + 282.15 \text{ [lb]} = 1024.65 \text{ [lb]}$$

4. Tensión de operación unitaria.

$$T_u = \frac{T_1}{\text{Ancho de Banda}}$$

$$T_u = \frac{1024.65 \text{ [lb]}}{24 \text{ [in]}} = 42.693 \left[ \frac{\text{lb}}{\text{in}} \right]$$



### Selección de la Banda Correcta.

1	2	3	4	5	6	7
Construcción de la banda	Tensión en [lb/pulg]	Soporte de Carga Q [lb/pulg]	Capacidad de impacto	Acanalamiento banda vacía	Diámetro min de poleas [in]	Costo por metro
24" 2 capas 180	180	60	60	18	16 – 14 – 12	Costo por metro
24" 2 capas 250	250	75	75	18	16 – 14 – 12	
24" 3 capas 450	450	270	150	24	20 – 18 – 16	
24" 2 capas 400	400	210	200	24	24 – 20 – 18	

TABLA 7.4.3.2. CARACTERÍSTICAS SELECCIÓN DE LA BANDA CORRECTA.

1. En las columnas 1 y 2 se indican el tipo de banda y sus capacidades de tensión que cubran la tensión determinada 42.693 [lb/in].

#### Empalme Vulcanizado

Capas	Capacidad de tensión normal lb/in
2 capas 180	180
3 capas 270	270
4 capas 360	360
5 capas 450	450
6 capas 540	540
2 capas 250	250
3 capas 375	375
4 capas 500	500
5 capas 625	625
6 capas 750	750
3 capas 450	450
4 capas 600	600
5 capas 750	750
6 capas 900	900
2 capas 400	400

<b>3 capas 600</b>	600
<b>4 capas 800</b>	800
<b>5 capas 1000</b>	1000
<b>6 capas 1200</b>	1200

TABLA 7.4.3.3. CARACTERÍSTICAS EMPALME VULCANIZADO PARA BANDAS TRANSPORTADORAS.

2. En la columna 3 se indican los soportes de carga dados en la siguiente tabla. La carga Q en [lb/pie] se determina:

$$Q = \frac{33.3 \times C}{\text{Velocidad de la Banda}}$$

C = TPH

$$Q = \frac{33.3 \times 200 \text{ [TPH]}}{200 \frac{\text{pie}}{\text{min}}} = 33.3 \left[ \frac{\text{lb}}{\text{pie}} \right]$$

**Ancho de la Banda [pulgadas]**

	<b>24 – 36</b>	<b>42 – 48</b>	<b>54 – 84</b>	<b>90 – 120</b>
<b>2 capas 180</b>	60	40	20	20
<b>3 capas 270</b>	125	100	70	70
<b>4 capas 360</b>	155	130	100	70
<b>2 capas 250</b>	75	60	30	30
<b>3 capas 375</b>	155	130	100	70
<b>4 capas 500</b>	280	235	190	145
<b>5 capas 625</b>	400	340	280	220
<b>6 capas 750</b>	550	475	400	325
<b>3 capas 450</b>	270	210	150	90
<b>4 capas 600</b>	480	400	315	230
<b>5 capas 750</b>	670	600	520	435
<b>6 capas 900</b>	850	780	700	650
<b>2 capas 400</b>	210	155	100	60
<b>3 capas 600</b>	400	305	210	115
<b>4 capas 800</b>	650	545	440	335
<b>5 capas 1000</b>	860	768	675	580

<b>6 capas 1200</b>	1050	980	870	760
---------------------	------	-----	-----	-----

TABLA 7.4.3.4. CARACTERÍSTICAS ANCHO PARA BANDAS TRANSPORTADORAS.

3. En la columna 4, se indica la capacidad de impacto.

**Peso de terrones admisibles para caídas de 4 pies con rodillos de impacto en libras.**

<b>2 capas 180</b>	60
<b>3 capas 270</b>	90
<b>4 capas 360</b>	120
<b>2 capas 250</b>	75
<b>3 capas 375</b>	120
<b>4 capas 500</b>	150
<b>5 capas 625</b>	250
<b>6 capas 750</b>	400
<b>3 capas 450</b>	150
<b>4 capas 600</b>	250
<b>5 capas 750</b>	400
<b>6 capas 900</b>	500
<b>2 capas 400</b>	200
<b>3 capas 600</b>	300
<b>4 capas 800</b>	400
<b>5 capas 1000</b>	500
<b>6 capas 1200</b>	600

TABLA 7.4.3.5. CARACTERÍSTICAS CAPACIDAD DE IMPACTO.

4. En la columna 5, se indica el número de capas máximas permisibles por acanalamiento de una banda vacía.

	<b>20°</b>	<b>35°</b>	<b>45°</b>
<b>2 capas 180</b>	14	18	18
<b>3 capas 270</b>	18	24	24
<b>4 capas 360</b>	20	24	30
<b>2 capas 250</b>	16	18	24

<b>3 capas 375</b>	20	24	30
<b>4 capas 500</b>	24	30	36
<b>5 capas 625</b>	30	36	42
<b>6 capas 750</b>	36	42	48
<b>3 capas 450</b>	24	24	30
<b>4 capas 600</b>	30	30	36
<b>5 capas 750</b>	36	36	42
<b>6 capas 900</b>	40	42	48
<b>2 capas 400</b>	24	24	30
<b>3 capas 600</b>	30	30	36
<b>4 capas 800</b>	36	36	42
<b>5 capas 1000</b>	42	42	48
<b>6 capas 1200</b>	46	48	54

TABLA 7.4.3.6. CARACTERÍSTICAS CAPAS MÁXIMAS PERMISIBLES POR ACANALAMIENTO.

5. En la columna 6, se indican los diámetros mínimos de poleas, permisibles.

**% del Valor de Tensión Normal**

	<b>80 – 100</b>	<b>60 – 80</b>	<b>40 – 60</b>	<b>Tensora</b>
<b>2 capas 180</b>	16	14	12	12
<b>3 capas 270</b>	18	16	14	14
<b>4 capas 360</b>	20	18	16	16
<b>2 capas 250</b>	16	14	12	12
<b>3 capas 375</b>	18	16	14	14
<b>4 capas 500</b>	24	20	16	16
<b>5 capas 625</b>	30	24	20	20
<b>6 capas 750</b>	36	30	24	24
<b>3 capas 450</b>	20	18	16	16
<b>4 capas 600</b>	24	20	18	18
<b>5 capas 750</b>	30	24	20	14
<b>6 capas 900</b>	36	30	24	24
<b>2 capas 400</b>	24	20	18	18

<b>3 capas 600</b>	24	20	18	18
<b>4 capas 800</b>	30	24	20	20
<b>5 capas 1000</b>	36	30	24	24
<b>6 capas 1200</b>	42	36	30	30

TABLA 7.4.3.7. CARACTERÍSTICAS DIÁMETROS MÍNIMOS DE POLEAS.

6. Analizando se observa que la mejor opción será la banda de 3 capas y 24", cumplirá con todos los requisitos.
7. La calidad de la cubierta y sus espesores, se indica con base a la siguiente tabla.

<b>Tipo de Material</b>	<b>Espesor de la cubierta superior mm (pulg.)</b>	<b>Tipo de Banda</b>
<b>Material No Abrasivo.</b> – tales como viruta de madera, polvos, cemento suelto o carbón muy fino.	1.6 a 3.2 (1/16" a 1/8")	Longlife
<b>Material Medio Abrasivo.</b> – tales como arenas, tierra, carbón bituminoso, roca o carbón hasta 76.32 mm (3").	3.2 a 4.7 (1/8" a 3/16")	Longlife
<b>Material Abrasivo.</b> – tales como antracita, coque. Carbón hasta 254 mm (10") y mineral de hierro, cobre o caliza hasta 152 mm (6")	4.7 a 6.4 (3/16" a 1/4")	Longlife
<b>Material Altamente Abrasivo.</b> – tales como minerales de hierro, cobre, zinc, plomo, caliza hasta 228.6 mm (9").	6.4 a 7.9 (1/4" a 5/16")	Longlife, ó Super Longlife
<b>Material Abrasivo, pesado y filoso.</b> – tales como roca, cuarzo, vidrio, etc. Cualquier material pesado, duro y filoso arriba de 228.6 mm (9")	7.9 a 12.7 (5/16" a 1/2")	Super Longlife

TABLA 7.4.3.8. CARACTERÍSTICAS CUBIERTA Y ESPESORES.

7.4.4. Cálculos para conocer la Transmisión de la Banda.  
Se utilizo el Manual DODGE, (**Anexos, Manual 3**).

- Con referencia a la Tabla 2, conocer el Factor de Servicio de la banda transportadora.

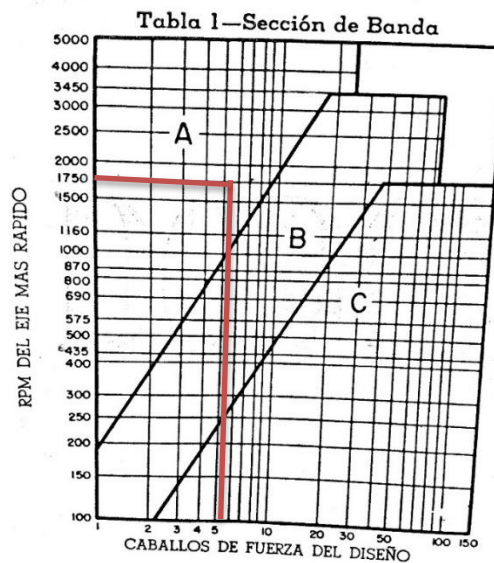
Máquina Impulsada	Impulsor		
Si se emplean poleas intermedias, agregue al factor de servicio lo siguiente:	<b>Motores AC:</b> Par Motor Normal, Jaula de ardilla, sincronizadas, Fase Dividida.		
*Polea Intermedia en el lado sin tensión (lado interior de las bandas) ...Nada	<b>Motores DC:</b> Embobinado en derivación.		
*Polea Intermedia en el lado sin tensión (lado exterior de las bandas) ...0.1	<b>Motores de Explosión:</b> Combustión Interna de Cilindros Múltiples.		
*Polea Intermedia en el lado con tensión (lado interior de las bandas) ...0.1	Servicio Intermitente	Servicio Normal	Servicio Continuo
*Polea Intermedia en el lado con tensión (lado exterior de las bandas) ...0.2	3 a 5 Horas Diarias o por Temporada	8 a 10 Horas Diarias	16 a 24 Horas Diarias
<b>Banda Transportadora para Arena, Granos, etc.</b>	<b>1.1</b>	<b>1.2</b>	<b>1.3</b>

TABLA 7.4.4.1 CARACTERÍSTICAS FACTOR DE SERVICIO PARA BANDA TRANSPORTADORA.

$$H.P. \text{ de Diseño} = H.P. \text{ Motor} \times \text{Factor de Servicio}$$

$$H.P. \text{ de Diseño} = 5 H.P. \times 1.1 = 5.5 H.P.$$

- Obteniendo el factor de Diseño, se relaciona con los 1750 rpm del motor en la Tabla 1, para conocer la Sección de Banda.



3. Con el factor de servicio obtenido, se busca en la tabla de selección de Transmisiones con Bandas V – Bandas de Sección “A”.

Velocidades Transmitidas con RPM de Motor de	Relación	Diámetro de Paso de Poleas				HP por Banda para Velocidades de Motor de	Distancia entre centro (cm) y Factor de Corrección Arco – Longitud Combinado
		Propulsora		Propulsora			
1750		cm	pulg.	cm	pulg.	1750	A31
1591	1.10	10.16	4.00	11.18	4.4	2.23	24.38
1591	1.10	10.67	4.2	11.68	4.6	2.43	23.37
<b>Factor:</b>	<b>0.83</b>						

TABLA 7.4.4.2 CARACTERÍSTICAS FACTOR SELECCIÓN DE TRANSMISIONES.

$$H. P. \text{ corregido por banda} = H. P. \text{ por Banda para Velocidades de Motor} \times \text{Factor}$$

$$H. P. \text{ corregido por banda} = 2.23 \times 0.83 = 1.8503$$

$$H. P. \text{ corregido por banda} = 2.43 \times 0.83 = 2.0169$$

$$\text{No. de Bandas} = \frac{H. P. \text{ de Diseño}}{H. P. \text{ corregido por banda}}$$

$$\text{No. de Bandas} = \frac{5.5 H. P.}{1.8503 H. P.} = 2.972$$

$$\text{No. de Bandas} = \frac{5.5 H. P.}{2.0169 H. P.} = 2.726$$

Por lo tanto, la transmisión se seleccionará de 3 Bandas, ya que ambos resultados se aproximan al mismo número inmediato superior.

## 7.5. Planos Sistema Bypass para el Área de PH – Pizarra.

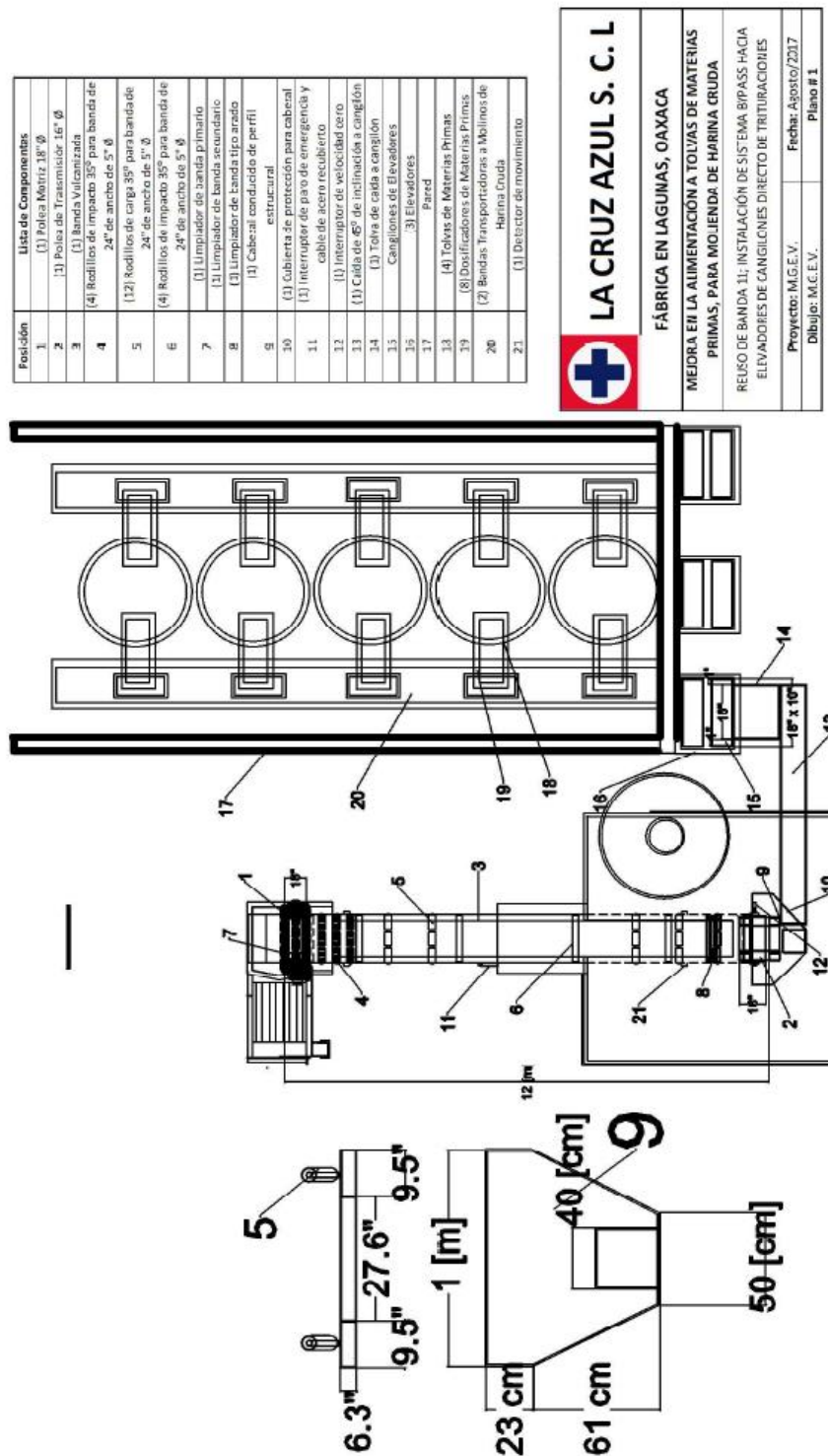
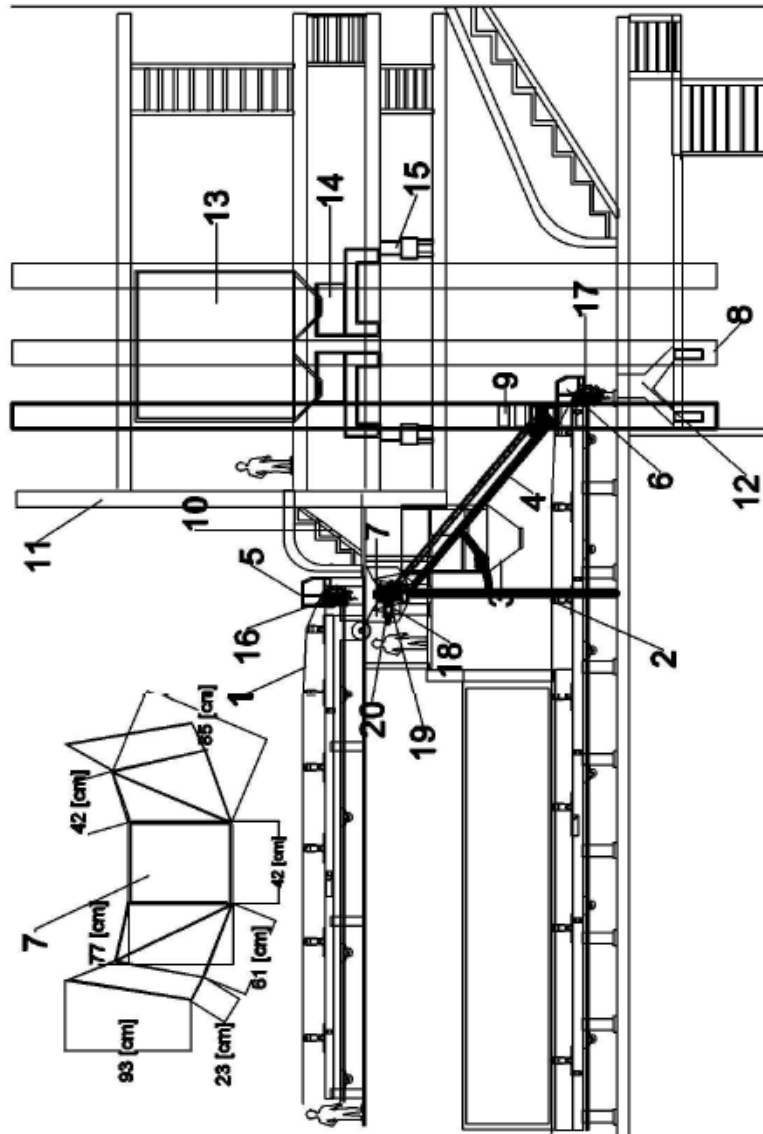


IMAGEN 7.5.1. PLANO PARA INSTALACIÓN SISTEMAS BYPASS, (VISTA SUPERIOR).



Posición	Lista de Componentes
1	Banda 9 - 10
2	Banda recuperador
3	Tolva captación de polvos
4	Cajida banda :1 a elevador de abrasivos (50°)
5	Cubierta de protección para cabezal conducido banda 9 - 10
6	Cubierta de protección para cabezal conducido banda recuperador
7	Cubierta de protección para cabezal conducido banda 11
8	Elevadores de Materias Primas
9	Cangilones de Elevadores de Materias Primas
10	Escaleras
11	Pared
12	Pantallón Alimentación de Materias Primas a Elevadores
13	Tolvas de Almacenamiento de Materias Primas
14	Dosificadores
15	Bandas de alimentación a Molinos 8 y 9
16	Polea de Transmisión banda 9 - 10
17	Polea de Transmisión banda recuperador
18	Polea de Transmisión banda 11
19	Motor banda 11
20	Moto - Red actor banda 11 (Transmisión de banda)



**LA CRUZ AZUL S. C. L**

FÁBRICA EN LAGUNAS, OAXACA

MEJORA EN LA ALIMENTACIÓN A TOLVAS DE MATERIAS PRIMAS, PARA MOLIENDA DE HARINA CRUDA

REUSO DE BANDA 11: INSTALACIÓN DE SISTEMA BYPASS HACIA ELEVADORES DE CANGILONES DIRECTO DE INTERRUPCIONES

Proyecto: M.G.E.V.  
Dibujo: M.G.E.V.

Fecha: Agosto/2017  
Prácticas Profesionales

IMAGEN 7.5.2. PLANO PARA INSTALACIÓN SISTEMAS BYPASS, (VISTA FRONTAL).

## 7.6. Costos materiales y equipos.

Características Lámina Fierro Negro 1/4 A 36 (1.5 m x 6m) = 9 [m <sup>2</sup> ]	Tamaño [m <sup>2</sup> ]	Peso [kg/m <sup>2</sup> ]	Total [kg]
	9	49.8	448.2

TABLA 7.6.1. CARACTERÍSTICAS LÁMINA FIERRO NEGRO.

Listado de Materiales	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Lámina Fierro Negro 1/4 A36.	kg	448.2	\$ 17.00	\$ 7,619.40
Soldadura.	kg	20	\$ 35.00	\$ 700.00
Rodillos Retorno.	c/u	4	\$ 1,350.00	\$ 5,400.00
Rodillos de Impacto.	c/u	3	\$ 1,000.00	\$ 3,000.00
Banda Vulcanizada.	m	14	\$ 1,064.29	\$ 14,900.00
Motor.	c/u	1	\$ 9,900.00	\$ 9,900.00
Moto - Reductor (Transmisión de Banda).	c/u	1	\$ 10,500.00	\$ 10,500.00
Pintura	c/u	2	\$ 1,600.00	\$ 3,200.00
<b>Totales</b>	-	<b>493.2</b>	<b>\$ 25,466.29</b>	<b>\$ 55,219.40</b>

TABLA 7.6.2. CARACTERÍSTICAS MATERIALES Y COSTOS.

## 7.7. Cronograma de Actividades.

**CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**PROYECTO: MEJORA EN LA ALIMENTACIÓN A TOLVAS DE MATERIAS PRIMAS, PARA**  
**MOLIENDA DE HARINA CRUDA.**  
**ASESOR INTERNO: DRA. SUSANA CASY TÉLÉZ BALLESTEROS**  
**ASESOR EXTERNO: ING. JOSÉ MORELOS ANTONIO**

**EMPRESA: COOPERATIVA LA CRUZ AZUL, S. C. L.**  
**NOMBRE: ESQUIVEL VELÁZQUEZ MARÍA GUADALUPE**

No.	Actividades/Semana	Mes 1																								Responsable								
		Semana 1						Semana 2						Semana 3						Semana 4														
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6									
1	Limpieza área banda 11.																																	Jefe de Proyecto.
2	Medida caída, banda 9 - 10 a banda 11.																																	Jefe de Proyecto.
3	Medida transporte materias primas (banda 11).																																	Jefe de Proyecto.
4	Medidas, para colocación de cada tipo de rodillo (banda 11).																																	Jefe de Proyecto.
5	Medidas de caída, de descarga de la banda 9 - 10 a banda 11.																																	Jefe de Proyecto.
6	Desmontar lámina para colocar caída de banda 11.																																	Jefe de Proyecto.
7	Medidas descarga de la banda 11 a elevador.																																	Jefe de Proyecto.
8	Actualizar desviador de la banda 9 - 10, a banda 11 (pistón neumático 5 guías, válvula solenoide y mangueras).																																	Jefe de Proyecto.
9	Colocar rodillos de impacto, (banda 11).																																	Jefe de Proyecto.
10	Colocar rodillos de carga, (banda 11).																																	Jefe de Proyecto.
11	Colocar rodillos retorno, (banda 11).																																	Jefe de Proyecto.
12	Colocar Motor, (banda 11).																																	Jefe de Proyecto.
13	Colocar reductor, (Transmisión de la banda 11).																																	Jefe de Proyecto.
14	Colocar polea motriz, (banda 11).																																	Jefe de Proyecto.
15	Colocar polea de transmisión, (banda 11).																																	Jefe de Proyecto.
16	Vulcanizar banda 11.																																	Jefe de Proyecto.
17	Colocar paro de emergencia y Detector de Movimiento, (banda 11).																																	Jefe de Proyecto.
18	Fab. y Montaje cubierta de protección para cabezal conducido, (banda 11).																																	Jefe de Proyecto.
19	Fab. y Montaje de ducto de 40 x 40, banda 11 a cangilones de elevador de abrasivos.																																	Jefe de Proyecto.
20	Fab. y Montaje, tolva de la caída banda 11 a elevador.																																	Jefe de Proyecto.
21	Automatización con Control Central.																																	Jefe de Proyecto.
22	Limpieza y pintura de equipos.																																	Jefe de Proyecto.
23	Entrega de Proyecto.																																	Jefe de Proyecto.

## 7.8. Planeación y Control de la Producción.

Línea de Producción		Horas	Producción	Ton/Hr	KW/Ton
<b>Centro de Trabajo</b>		<b>TRITURACIÓN</b>			
<b>Artículo</b>	<b>010102001TR</b>	<b>TRITURACION PIZARRA SIST. II</b>			
<b>Fecha</b>		<b>PIZARRA TRITURADA</b>			
<b>01/04/2017</b>					
<b>02/04/2017</b>					
<b>03/04/2017</b>		9.25	1249.92	135.126	2.632
<b>04/04/2017</b>					
<b>05/04/2017</b>		9.92	1345.93	135.678	2.154
<b>06/04/2017</b>		8.17	809.35	99.064	3.146
<b>07/04/2017</b>		8.83	940.4	106.501	2.662
<b>08/04/2017</b>		9.42	1295.75	137.553	2.284
<b>09/04/2017</b>					
<b>10/04/2017</b>		10.17	1173.73	115.411	2.397
<b>11/04/2017</b>		5.67	621.29	109.575	2.839
<b>12/04/2017</b>					
<b>13/04/2017</b>		10.08	729.78	72.399	3.877
<b>14/04/2017</b>		5.75	658.86	114.584	2.604
<b>15/04/2017</b>		4.67	421.67	90.293	3.6
<b>16/04/2017</b>					
<b>17/04/2017</b>		5.25	625.63	119.168	2.39
<b>18/04/2017</b>					
<b>19/04/2017</b>					
<b>20/04/2017</b>					
<b>21/04/2017</b>					
<b>22/04/2017</b>					
<b>23/04/2017</b>					
<b>24/04/2017</b>					
<b>25/04/2017</b>					
<b>26/04/2017</b>					

<b>27/04/2017</b>	7.5	887.48	118.331	2.37
<b>28/04/2017</b>	5.5	503.16	91.484	3.001
<b>29/04/2017</b>	2.83	304.38	107.555	2.612
<b>30/04/2017</b>				
<b>Totales</b>	<b>103.01</b>	<b>11567.33</b>	<b>112.293</b>	<b>2.658</b>

TABLA 7.8.1. LÍNEA PRODUCCIÓN PIZARRA TRITURADA (ABRIL).

<b>Rendimiento</b>	<b>T.P.H.</b>	<b>KW/Ton</b>
<b>Real</b>	112.293	2.658
<b>Óptimo</b>	215	1.52

TABLA 7.8.2. RENDIMIENTO PIZARRA TRITURADA (ABRIL).

<b>Línea de Producción</b>		<b>Horas</b>	<b>Producción</b>	<b>Ton/Hr</b>	<b>KW/Ton</b>
<b>Centro de Trabajo</b>		<b>TRITURACIÓN</b>			
<b>Artículo</b>	<b>010104001TR</b>	<b>TRITURACION PIZARRA SIST. II</b>			
<b>Fecha</b>		<b>ARENA, SÍLICA TRITURADA (morrito)</b>			
<b>01/04/2017</b>		9.25	751.95	81.292	3.444
<b>02/04/2017</b>					
<b>03/04/2017</b>					
<b>04/04/2017</b>		8.08	553.4	68.49	3.733
<b>05/04/2017</b>					
<b>06/04/2017</b>					
<b>07/04/2017</b>		5.58	401.14	71.889	3.944
<b>08/04/2017</b>					
<b>09/04/2017</b>					
<b>10/04/2017</b>					
<b>11/04/2017</b>					
<b>12/04/2017</b>		7.33	587.73	80.181	3.884
<b>13/04/2017</b>		5.67	551.87	97.332	2.881
<b>14/04/2017</b>					
<b>15/04/2017</b>					
<b>16/04/2017</b>					
<b>17/04/2017</b>		5.33	828.08	155.362	1.834

18/04/2017	9.83	1593.23	162.078	1.774
19/04/2017	9	1278.98	142.109	1.643
20/04/2017				
21/04/2017	4.92	925.79	188.169	1.315
22/04/2017				
23/04/2017				
24/04/2017	8	1392.33	174.041	1.417
25/04/2017	9	1017.39	113.043	2.392
26/04/2017				
27/04/2017				
28/04/2017	9.25	1441.05	155.789	1.763
29/04/2017	5	682.81	136.562	2.055
30/04/2017	2.5	366.76	146.704	2.078
<b>Totales</b>	<b>98.74</b>	<b>12372.51</b>	<b>125.304</b>	<b>2.173</b>

TABLA 7.8.3. LÍNEA DE PRODUCCIÓN ARENA SÍLICE TRITURADA (MORRITO/ABRIL).

Rendimiento	T.P.H.	KW/Ton
Real	125.304	2.173
Óptimo	215	1.52

TABLA 7.8.4. RENDIMIENTO ARENA SÍLICE TRITURADA (MORRITO/ABRIL).

Línea de Producción	Horas	Producción	Ton/Hr	KW/Ton
<b>Centro de Trabajo</b>	<b>TRITURACIÓN</b>			
<b>Artículo</b>	<b>010104007TR</b>	<b>TRITURACION PIZARRA SIST. II</b>		
<b>Fecha</b>	<b>ARENA, SÍLICE TRITURADA AGUILERA</b>			
01/04/2017				
02/04/2017				
03/04/2017				
04/04/2017				
05/04/2017	1	83.11	83.11	3.513
06/04/2017				
07/04/2017				
08/04/2017				

09/04/2017				
10/04/2017	5.42	1108.86	204.587	1.352
11/04/2017				
12/04/2017				
13/04/2017				
14/04/2017				
15/04/2017				
16/04/2017				
17/04/2017				
18/04/2017				
19/04/2017	5.5	1071.31	194.784	1.199
20/04/2017				
21/04/2017	5	466.43	93.286	2.654
22/04/2017	2.17	335.99	154.834	1.836
23/04/2017				
24/04/2017	4.92	442.84	90.008	2.737
25/04/2017				
26/04/2017				
27/04/2017	5.5	902.94	164.171	1.708
28/04/2017				
29/04/2017				
30/04/2017	1.67	281.06	168.299	1.807
<b>Totales</b>	<b>31.18</b>	<b>4692.54</b>	<b>150.498</b>	<b>1.746</b>

TABLA 7.8.5. LÍNEA DE PRODUCCIÓN ARENA SÍLICE TRITURADA (AGUILERA/ABRIL).

Rendimiento	T.P.H.	KW/Ton
Real	150.498	1.746
Óptimo	215	1.52

TABLA 7.8.6. RENDIMIENTO ARENA SÍLICE TRITURADA (AGUILERA/ABRIL).

Línea de Producción	Horas	Producción	Ton/Hr	KW/Ton
Centro de Trabajo	TRITURACIÓN			
Artículo	010104001TR	TRITURACION PIZARRA SIST. II		

<b>Fecha</b>	<b>MINERAL, DE HIERRO (ARCILLA OXIDADA)</b>			
<b>01/04/2017</b>	4.17	261.73	62.765	4.459
<b>02/04/2017</b>				
<b>03/04/2017</b>	5.08	374.4	73.701	4.829
<b>04/04/2017</b>				
<b>05/04/2017</b>	4.33	239.96	55.418	5.28
<b>06/04/2017</b>				
<b>07/04/2017</b>				
<b>08/04/2017</b>	5.5	330.09	60.016	5.238
<b>09/04/2017</b>				
<b>10/04/2017</b>				
<b>11/04/2017</b>	5.83	927.27	159.051	1.958
<b>12/04/2017</b>	4.42	485.54	109.851	2.832
<b>13/04/2017</b>				
<b>14/04/2017</b>	10.33	901.23	87.244	3.422
<b>15/04/2017</b>	3.67	318.65	86.826	3.744
<b>16/04/2017</b>				
<b>17/04/2017</b>				
<b>18/04/2017</b>				
<b>19/04/2017</b>				
<b>20/04/2017</b>	7.17	648.72	90.477	3.331
<b>21/04/2017</b>				
<b>22/04/2017</b>	5.5	566.95	103.082	2.764
<b>23/04/2017</b>				
<b>24/04/2017</b>				
<b>25/04/2017</b>	5.67	461.21	81.342	3.322
<b>26/04/2017</b>	5.58	669.17	119.923	2.968
<b>27/04/2017</b>				
<b>28/04/2017</b>				
<b>29/04/2017</b>	5.67	697.18	122.959	2.281
<b>30/04/2017</b>	3.75	208.53	55.608	5.486



<b>Totales</b>	<b>76.67</b>	<b>7090.63</b>	<b>92.482</b>	<b>3.303</b>
----------------	--------------	----------------	---------------	--------------

TABLA 7.8.7. LÍNEA DE PRODUCCIÓN MINERAL DE HIERRO (ABRIL).

<b>Rendimiento</b>	<b>T.P.H.</b>	<b>KW/Ton</b>
<b>Real</b>	92.482	3.303
<b>Óptimo</b>	150	2.4

TABLA 7.8.8. RENDIMIENTO MINERAL DE HIERRO (ABRIL).

<b>Línea de Producción</b>		<b>Horas</b>	<b>Producción</b>	<b>Ton/Hr</b>	<b>KW/Ton</b>
<b>Centro de Trabajo</b>		<b>TRITURACIÓN</b>			
<b>Artículo</b>	010102001TR	<b>TRITURACION PIZARRA SIST. II</b>			
<b>Fecha</b>		<b>PIZARRA TRITURADA</b>			
01/05/2017					
02/05/2017					
03/05/2017					
04/05/2017					
05/05/2017		5.75	638.36	111.019	2.666
06/05/2017					
07/05/2017					
08/05/2017		10.08	1199.67	119.015	1.893
09/05/2017		11.42	1437.52	125.877	2.216
10/05/2017		5.83	837.13	143.59	2.882
11/05/2017		10.83	1132.02	104.526	3.616
12/05/2017					
13/05/2017					
14/05/2017					
15/05/2017					
16/05/2017					
17/05/2017		10.67	1225.46	114.851	2.251
18/05/2017		12.08	1212.52	100.374	2.571
19/05/2017		3.33	334.87	100.562	2.9
20/05/2017		11.58	1201.91	103.792	2.407
21/05/2017					

22/05/2017	8.5	853.83	100.451	3.375
23/05/2017				
24/05/2017	6.5	748.21	115.109	2.469
25/05/2017	6	792.68	132.113	2.181
26/05/2017				
27/05/2017	4.33	631	145.727	1.971
28/05/2017				
29/05/2017				
30/05/2017	5.75	668.71	116.297	2.551
31/05/2017	15.08	1192.23	79.06	3.703
<b>Totales</b>	<b>127.73</b>	<b>14106.12</b>	<b>110.437</b>	<b>2.639</b>

TABLA 7.8.9. LÍNEA PRODUCCIÓN PIZARRA TRITURADA (MAYO).

Rendimiento	T.P.H.	KW/Ton
Real	110.437	2.639
Óptimo	215	1.52

TABLA 7.8.10. RENDIMIENTO PIZARRA TRITURADA (MAYO).

Línea de Producción		Horas	Producción	Ton/Hr	KW/Ton
Centro de Trabajo		TRITURACIÓN			
Artículo	010102001TR	TRITURACION PIZARRA SIST. II			
Fecha		ARENA, SÍLICA TRITURADA (morrito)			
01/05/2017					
02/05/2017		3.5	524.45	149.843	1.722
03/05/2017					
04/05/2017		6.92	932.85	134.805	1.605
05/05/2017					
06/05/2017		4	763.21	190.803	1.367
07/05/2017					
08/05/2017		5.5	588.24	106.953	2.106
09/05/2017					
10/05/2017					
11/05/2017		1.5	224.09	149.393	2.53

12/05/2017				
13/05/2017				
14/05/2017				
15/05/2017				
16/05/2017	5.08	492.56	96.961	2.942
17/05/2017	3	363.04	121.013	2.138
18/05/2017				
19/05/2017	5.33	631.63	118.505	2.459
20/05/2017	2	280.38	140.19	1.78
21/05/2017				
22/05/2017				
23/05/2017				
24/05/2017	9.08	1583.84	174.432	1.63
25/05/2017				
26/05/2017	4	679.44	169.86	1.928
27/05/2017	6.5	1326.71	204.109	1.406
28/05/2017				
29/05/2017	6.08	1153.87	189.781	1.387
30/05/2017	5.5	781.91	142.165	2.087
31/05/2017				
<b>Totales</b>	<b>67.99</b>	<b>10326.22</b>	<b>151.879</b>	<b>1.793</b>

TABLA 7.8.11. LÍNEA DE PRODUCCIÓN ARENA SÍLICE TRITURADA (MORRITO/ MAYO).

Rendimiento	T.P.H.	KW/Ton
Real	151.879	1.793
Óptimo	215	1.52

TABLA 7.8.12. RENDIMIENTO ARENA SÍLICE TRITURADA (MORRITO/ MAYO).

Línea de Producción	Horas	Producción	Ton/Hr	KW/Ton
<b>Centro de Trabajo</b>	<b>TRITURACIÓN</b>			
<b>Artículo</b>	<b>010104007TR</b>	<b>TRITURACION PIZARRA SIST. II</b>		
<b>Fecha</b>	<b>ARENA, SÍLICA TRITURADA AGUILERA</b>			

<b>01/05/2017</b>				
<b>02/05/2017</b>	1.67	141.98	85.018	3.029
<b>03/05/2017</b>				
<b>04/05/2017</b>	5.08	474.76	93.457	2.319
<b>05/05/2017</b>				
<b>06/05/2017</b>	6	778.65	129.775	2.01
<b>07/05/2017</b>				
<b>08/05/2017</b>				
<b>09/05/2017</b>				
<b>10/05/2017</b>				
<b>11/05/2017</b>				
<b>12/05/2017</b>				
<b>13/05/2017</b>				
<b>14/05/2017</b>				
<b>15/05/2017</b>				
<b>16/05/2017</b>				
<b>17/05/2017</b>				
<b>18/05/2017</b>				
<b>19/05/2017</b>				
<b>20/05/2017</b>				
<b>21/05/2017</b>				
<b>22/05/2017</b>				
<b>23/05/2017</b>				
<b>24/05/2017</b>				
<b>25/05/2017</b>				
<b>26/05/2017</b>				
<b>27/05/2017</b>				
<b>28/05/2017</b>				
<b>29/05/2017</b>				
<b>30/05/2017</b>				
<b>31/05/2017</b>				

<b>Totales</b>	<b>12.75</b>	<b>1395.39</b>	<b>109.442</b>	<b>2.219</b>
----------------	--------------	----------------	----------------	--------------

TABLA 7.8.13. LÍNEA DE PRODUCCIÓN ARENA SÍLICE TRITURADA (AGUILERA/ MAYO).

<b>Rendimiento</b>	<b>T.P.H.</b>	<b>KW/Ton</b>
<b>Real</b>	109.442	2.219
<b>Óptimo</b>	215	1.52

TABLA 7.8.14. RENDIMIENTO ARENA SÍLICE TRITURADA (AGUILERA/ MAYO).

<b>Línea de Producción</b>		<b>Horas</b>	<b>Producción</b>	<b>Ton/Hr</b>	<b>KW/Ton</b>
<b>Centro de Trabajo</b>		<b>TRITURACIÓN</b>			
<b>Artículo</b>	<b>010104001TR</b>	<b>TRITURACION PIZARRA SIST. II</b>			
<b>Fecha</b>		<b>MINERAL, DE HIERRO (ARCILLA OXIDADA)</b>			
<b>01/05/2017</b>					
<b>02/05/2017</b>					
<b>03/05/2017</b>		5.58	1025.02	183.695	1.908
<b>04/05/2017</b>					
<b>05/05/2017</b>					
<b>06/05/2017</b>		2	355.72	177.86	1.467
<b>07/05/2017</b>					
<b>08/05/2017</b>					
<b>09/05/2017</b>		4	759.27	189.818	1.47
<b>10/05/2017</b>		4.25	945.35	222.435	1.86
<b>11/05/2017</b>					
<b>12/05/2017</b>		5.58	1210.31	216.901	2.17
<b>13/05/2017</b>					
<b>14/05/2017</b>					
<b>15/05/2017</b>					
<b>16/05/2017</b>		3	353.51	117.837	2.419
<b>17/05/2017</b>					
<b>18/05/2017</b>		3	464.1	154.7	1.668
<b>19/05/2017</b>					
<b>20/05/2017</b>		2.83	447.32	158.064	1.583

21/05/2017				
22/05/2017				
23/05/2017	5.25	860.67	163.937	2.06
24/05/2017				
25/05/2017	5.75	913.95	158.948	1.813
26/05/2017				
27/05/2017				
28/05/2017				
29/05/2017	3.25	345.18	106.209	2.477
30/05/2017				
31/05/2017				
<b>Totales</b>	<b>44.49</b>	<b>7680.4</b>	<b>172.632</b>	<b>1.901</b>

TABLA 7.8.15. LÍNEA DE PRODUCCIÓN MINERAL DE HIERRO (MAYO).

Rendimiento	T.P.H.	KW/Ton
Real	172.632	1.901
Óptimo	215	1.52

TABLA 7.8.16. RENDIMIENTO MINERAL DE HIERRO (MAYO).

Línea de Producción	Horas	Producción	Ton/Hr	KW/Ton
<b>Centro de Trabajo</b>	<b>TRITURACIÓN</b>			
<b>Artículo</b>	<b>010102001TR</b>	<b>TRITURACION PIZARRA SIST. II</b>		
<b>Fecha</b>	<b>PIZARRA TRITURADA</b>			
01/06/2017	6.92	550.3	79.523	4.37
02/06/2017				
03/06/2017				
04/06/2017	11.83	1492.41	126.155	2.653
05/06/2017				
06/06/2017				
07/06/2017	9.5	1149.92	121.044	2.628
08/06/2017	10.17	1021.24	100.417	2.845
09/06/2017	7.67	718.85	93.722	3.476

10/06/2017	9.67	1070.2	110.672	2.647
11/06/2017				
12/06/2017	9.92	1246.86	125.692	2.188
13/06/2017	13.5	1221.42	90.476	3.259
14/06/2017	8.67	852.88	98.371	3.194
15/06/2017	9.67	767.34	79.353	3.254
16/06/2017	8.08	799.31	98.925	2.923
17/06/2017	5.67	533.82	94.148	2.714
18/06/2017	5.67	551.42	97.252	3.174
19/06/2017	11.25	1308.07	116.273	2.633
20/06/2017	11	1336.32	121.484	2.658
21/06/2017	10.83	1280.8	118.264	2.941
22/06/2017	9.83	1211.28	123.223	2.899
23/06/2017	5.5	676.97	123.085	2.731
24/06/2017	11.5	1665.02	144.784	2.566
25/06/2017				
26/06/2017	8.42	862.07	102.384	3.018
27/06/2017	8.25	950.64	115.229	2.74
28/06/2017	7.83	636.49	81.289	3.35
29/06/2017	4.75	861.84	181.44	1.619
30/06/2017	8.67	619.49	71.452	5.096
<b>Totales</b>	<b>214.77</b>	<b>23384.96</b>	<b>108.884</b>	<b>2.881</b>

TABLA 7.8.17. LÍNEA PRODUCCIÓN PIZARRA TRITURADA (JUNIO).

Rendimiento	T.P.H.	KW/Ton
Real	108.884	2.881
Óptimo	215	1.52

TABLA 7.8.18. RENDIMIENTO PIZARRA TRITURADA (JUNIO).

Línea de Producción		Horas	Producción	Ton/Hr	KW/Ton
Centro de Trabajo		TRITURACIÓN			
Artículo	010104001TR	TRITURACION PIZARRA SIST. II			

Fecha	ARENA, SÍLICA TRITURADA (morrito)			
01/06/2017				
02/06/2017	7	1163.92	166.274	1.704
03/06/2017	11	1670.85	151.895	1.605
04/06/2017				
05/06/2017	5.25	711.18	135.463	1.869
06/06/2017	9.33	1219.43	130.7	2.114
07/06/2017				
08/06/2017	5.17	1080.02	208.901	1.367
09/06/2017				
10/06/2017	4	656.15	164.038	1.786
11/06/2017				
12/06/2017				
13/06/2017				
14/06/2017				
15/06/2017				
16/06/2017				
17/06/2017	11.17	1729.37	154.823	1.651
18/06/2017				
19/06/2017				
20/06/2017				
21/06/2017				
22/06/2017				
23/06/2017				
24/06/2017				
25/06/2017	9.58	1353.45	141.279	2.594
26/06/2017				
27/06/2017				
28/06/2017				
29/06/2017	5.33	358.36	67.235	4.37
30/06/2017				



<b>Totales</b>	<b>67.83</b>	<b>9942.73</b>	<b>146.583</b>	<b>1.926</b>
----------------	--------------	----------------	----------------	--------------

TABLA 7.8.19. LÍNEA DE PRODUCCIÓN ARENA SÍLICE TRITURADA (MORRITO/ JUNIO).

<b>Rendimiento</b>	<b>T.P.H.</b>	<b>KW/Ton</b>
<b>Real</b>	125.304	2.173
<b>Óptimo</b>	215	1.52

TABLA 7.8.20. RENDIMIENTO ARENA SÍLICE TRITURADA (MORRITO/ JUNIO).

<b>Línea de Producción</b>		<b>Horas</b>	<b>Producción</b>	<b>Ton/Hr</b>	<b>KW/Ton</b>
<b>Centro de Trabajo</b>		<b>TRITURACIÓN</b>			
<b>Artículo</b>	<b>010104007TR</b>	<b>TRITURACION PIZARRA SIST. II</b>			
<b>Fecha</b>		<b>ARENA, SÍLICE TRITURADA AGUILERA</b>			
<b>01/06/2017</b>					
<b>02/06/2017</b>					
<b>03/06/2017</b>					
<b>04/06/2017</b>					
<b>05/06/2017</b>		3	543.6	181.2	1.398
<b>06/06/2017</b>					
<b>07/06/2017</b>					
<b>08/06/2017</b>					
<b>09/06/2017</b>					
<b>10/06/2017</b>					
<b>11/06/2017</b>					
<b>12/06/2017</b>					
<b>13/06/2017</b>					
<b>14/06/2017</b>					
<b>15/06/2017</b>					
<b>16/06/2017</b>		5	824.26	164.852	1.753
<b>17/06/2017</b>					
<b>18/06/2017</b>		5.67	864.4	152.451	2.025
<b>19/06/2017</b>					
<b>20/06/2017</b>					

21/06/2017				
22/06/2017				
23/06/2017				
24/06/2017				
25/06/2017				
26/06/2017	5	709.25	141.85	2.18
27/06/2017				
28/06/2017				
29/06/2017				
30/06/2017				
<b>Totales</b>	<b>18.67</b>	<b>2941.51</b>	<b>157.553</b>	<b>1.87</b>

TABLA 7.8.21. LÍNEA DE PRODUCCIÓN ARENA SÍLICE TRITURADA (AGUILERA/ JUNIO).

Rendimiento	T.P.H.	KW/Ton
Real	157.553	1.87
Óptimo	215	1.52

TABLA 7.8.22. RENDIMIENTO ARENA SÍLICE TRITURADA (AGUILERA/ JUNIO).

Línea de Producción	Horas	Producción	Ton/Hr	KW/Ton
<b>Centro de Trabajo</b>	<b>TRITURACIÓN</b>			
<b>Artículo</b>	<b>010104001TR</b>	<b>TRITURACION PIZARRA SIST. II</b>		
<b>Fecha</b>	<b>MINERAL, DE HIERRO (ARCILLA OXIDADA)</b>			
01/06/2017	4.83	288.64	59.76	5.82
02/06/2017	2.5	137.71	55.084	5.141
03/06/2017	4.5	241.61	53.691	4.54
04/06/2017				
05/06/2017				
06/06/2017	3.67	201.36	54.866	5.031
07/06/2017	3.5	262.24	74.926	4.244
08/06/2017				
09/06/2017	3.92	116.5	29.719	10.961
10/06/2017				

<b>11/06/2017</b>				
<b>12/06/2017</b>	6.08	341.55	56.176	4.901
<b>13/06/2017</b>				
<b>14/06/2017</b>				
<b>15/06/2017</b>	5	743.54	148.708	1.736
<b>16/06/2017</b>				
<b>17/06/2017</b>				
<b>18/06/2017</b>	3	405.39	135.13	2.284
<b>19/06/2017</b>				
<b>20/06/2017</b>	2.83	362.14	127.965	2.527
<b>21/06/2017</b>	3.92	399.36	101.878	3.41
<b>22/06/2017</b>	3.75	557.13	148.568	2.403
<b>23/06/2017</b>				
<b>24/06/2017</b>	5	446.02	89.204	4.163
<b>25/06/2017</b>	5.67	776.53	136.954	2.673
<b>26/06/2017</b>				
<b>27/06/2017</b>	4.58	353.39	77.159	3.203
<b>28/06/2017</b>				
<b>29/06/2017</b>	2.67	154.12	57.723	5.08
<b>30/06/2017</b>				
<b>Totales</b>	<b>65.42</b>	<b>5787.23</b>	<b>88.463</b>	<b>3.498</b>

TABLA 7.8.23. LÍNEA DE PRODUCCIÓN MINERAL DE HIERRO (JUNIO).

<b>Rendimiento</b>	<b>T.P.H.</b>	<b>KW/Ton</b>
<b>Real</b>	88.463	3.498
<b>Óptimo</b>	150	2.4

TABLA 7.8.24. RENDIMIENTO MINERAL DE HIERRO (JUNIO).

## 8. RESULTADOS

### 8.1. Costos Producción Harina Cruda.

Concepto/Materia Prima	Costo por tonelada [\$/Ton (M.N.)]		Costo [Ton/Hr]	
Pizarra Zapote	\$	1.07	\$	230.05
Arena Silica Morrito	\$	8.17	\$	1,756.55
Arena Silica Aguilera	\$	8.17	\$	1,756.55
Mineral de Hierro Hilsa/A. Oxidada	\$	12.69	\$	1,903.50
<b>Total, Materia Prima</b>	<b>\$</b>	<b>30.10</b>	<b>\$</b>	<b>5,646.65</b>
<b>Costo Variable</b>				
Energía eléctrica	\$	18.60	\$	8,938.73
Explosivos	\$	2.59	\$	1,244.69
Mat. para Op. de Molinos	\$	3.00	\$	1,441.73
<b>Total, Costo Variable</b>	<b>\$</b>	<b>24.19</b>	<b>\$</b>	<b>11,625.16</b>
<b>Costo Total Harina Cruda</b>	<b>\$</b>	<b>48.38</b>	<b>\$</b>	<b>17,271.81</b>

TABLA 8.1.1. COSTOS PRODUCCIÓN HARINA CRUDA (TON/HR).

Concepto/Materia Prima	Abril			Mayo			Junio		
	Costo [Ton/mes]			Costo [Ton/mes]			Costo [Ton/mes]		
Pizarra Zapote	\$	12,377.04	\$	15,093.55	\$	25,021.91	\$	25,021.91	
Arena Silica Morrito	\$	101,083.41	\$	84,365.22	\$	81,232.10	\$	81,232.10	
Arena Silica Aguilera	\$	38,338.05	\$	11,400.34	\$	24,032.14	\$	24,032.14	
Mineral de Hierro Hilsa/A. Oxidada	\$	89,980.09	\$	97,464.28	\$	73,439.95	\$	73,439.95	
<b>Total, Materia Prima</b>	<b>\$</b>	<b>241,778.60</b>	<b>\$</b>	<b>208,323.38</b>	<b>\$</b>	<b>203,726.10</b>	<b>\$</b>	<b>203,726.10</b>	
<b>Costo Variable</b>									
Energía eléctrica	\$	664,447.99	\$	623,251.22	\$	782,249.60	\$	782,249.60	
Explosivos	\$	92,522.60	\$	86,786.06	\$	108,926.15	\$	108,926.15	
Mat. para Op. de Molinos	\$	107,169.03	\$	100,524.39	\$	126,169.29	\$	126,169.29	
<b>Total, Costo Variable</b>	<b>\$</b>	<b>864,139.61</b>	<b>\$</b>	<b>810,561.66</b>	<b>\$</b>	<b>1,017,345.04</b>	<b>\$</b>	<b>1,017,345.04</b>	
<b>Costo Total Harina Cruda</b>	<b>\$</b>	<b>1,105,918.21</b>	<b>\$</b>	<b>1,018,885.04</b>	<b>\$</b>	<b>1,221,071.14</b>	<b>\$</b>	<b>1,221,071.14</b>	

TABLA 8.1.2. COSTOS PRODUCCIÓN HARINA CRUDA (TON/MES).

Promedio	Total, Materia Prima		Total, Costo Variable		Costo Total Harina Cruda	
	\$	217,942.69	\$	437,882.38	\$	1,115,291.46

TABLA 8.1.3. PROMEDIO PRODUCCIÓN HARINA CRUDA.

## 8.2. Costos Totales de Inversión Inicial

### 1. Activo fijo

Infraestructura: Alquiler/Construcción/Compra			
Espacio Productivo	Capacidad [ton]	Costo [ton]	Costo Total
Almacenamiento (materia prima)	6,000.00	\$ 7.53	\$ 45,150.00
Alimentación	200.00	\$ 7.53	\$ 1,505.00
Producción	125.43	\$ 7.53	\$ 943.87
<b>Totales</b>	<b>6,325.43</b>	<b>\$ 7.53</b>	<b>\$ 47,598.87</b>

### 2. Costos de operación directos

Materia prima/surtido local (producto terminado)			
Tipo de materia prima o producto terminado	Unidades de c/u	Costo por unidad	Costo total
Lámina Negra 1/4 A36	kg	\$ 17.00	\$ 7,619.40
Soldadura	kg	\$ 35.00	\$ 700.00
Rodillos Retorno	c/u	\$ 1,350.00	\$ 5,400.00
Rodillos de Impacto	c/u	\$ 1,000.00	\$ 3,000.00
Banda Vulcanizada	m	\$ 1,064.29	\$ 14,900.00
Motor	c/u	\$ 9,900.00	\$ 9,900.00
Moto - reductor (Transmisión de Banda)	c/u	\$ 10,500.00	\$ 10,500.00
Pintura	c/u	\$ 1,600.00	\$ 3,200.00
<b>Totales</b>	<b>-</b>	<b>\$ 25,466.29</b>	<b>\$ 55,219.40</b>

### Salarios (inicio de funcionamiento -primeros 3 meses)

### 3. Gastos indirectos (primeros 3 meses)

Tipo de gasto	Monto por unidad	Monto por mes	Primeros 3 meses
<b>A. Salarios</b>			
Limpieza	-	\$ 3,920.00	\$ 11,760.00
Eléctricos	-	\$ 12,000.00	\$ 36,000.00
Eléctricos	-	\$ 12,000.00	\$ 36,000.00

Mecánicos – Paileros	-	\$ 12,000.00	\$ 36,000.00
Mecánicos – Paileros	-	\$ 12,000.00	\$ 36,000.00
Programador/Sistemas	-	\$ 15,200.00	\$ 45,600.00
<b>Subtotal</b>	-	<b>\$ 67,120.00</b>	<b>\$ 201,360.00</b>
<b>B. Suministros</b>			
Limpieza	-	\$ 200.00	\$ 600.00
Equipo de higiene y seguridad	-	\$ 400.00	\$ 1,200.00
<b>Subtotal</b>	-	<b>\$ 600.00</b>	<b>\$ 1,800.00</b>
<b>C. Servicios</b>			
Electricidad	-	\$ 1,500.00	\$ 4,500.00
Teléfono e Internet	-	\$ 2,400.00	\$ 7,200.00
Mensajería, correos y radios	-	\$ 500.00	\$ 1,500.00
Impresos Oficina	-	\$ 500.00	\$ 1,500.00
Papelería Oficina	-	\$ 250.00	\$ 750.00
<b>Subtotal</b>	-	<b>\$ 5,150.00</b>	<b>\$ 15,450.00</b>
<b>Totales</b>	-	<b>\$ 72,870.00</b>	<b>\$ 218,610.00</b>

TABLA 8.2.1. COSTOS TOTALES DE INVERSIÓN INICIAL.

**Total, inversión inicial (incluyendo costos de operación)**

Tipo costo/inversión	Monto
Activos fijos	\$ 47,598.87
Costos directos	\$ 55,219.40
Costos indirectos	\$ 72,870.00
<b>Totales</b>	<b>\$ 175,688.27</b>

TABLA 8.2.2. TOTAL, INVERSIÓN INICIAL.

### 8.3. Ahorro y Recuperación Retorno de Inversión.

Datos	Unidad
1 hp	0.746 [KW]
KW/Hr	1.4145 [\$]
Día	6 [Horas]
Año	365 [días]
Mensual	30 [días]

TABLA 8.3.1. DATOS PARA CÁLCULOS.

Equipos/Unidades	[H.P.]	[KW]	[KW/Hr]	Día	Mensual	Año
<b>Motor banda 11</b>	5	3.73	\$ 5.28	\$ 31.66	\$ 949.70	\$ 11,554.63
<b>Motor banda 11 - A recuperador</b>	10.05	7.5	\$ 45.00	\$ 270.00	\$ 8,100.00	\$ 98,550.00
<b>Rascador No. 1</b>	49.60	37	\$ 52.34	\$ 314.02	\$ 9,420.57	\$ 114,616.94
<b>Malacate No.1</b>	10.05	7.5	\$ 10.61	\$ 63.65	\$ 1,909.58	\$ 23,233.16
<b>Rascador No. 2</b>	29.49	22	\$ 31.12	\$ 186.71	\$ 5,601.42	\$ 68,150.61
<b>Malacate No. 2</b>	1.47	1.1	\$ 1.56	\$ 9.34	\$ 280.07	\$ 3,407.53
<b>Mecanismo de Translación</b>	4.02	3	\$ 4.24	\$ 25.46	\$ 763.83	\$ 9,293.27
<b>Suma Nuevo Proyecto</b>	<b>5</b>	<b>3.73</b>	<b>\$ 5.28</b>	<b>\$ 31.66</b>	<b>\$ 949.70</b>	<b>\$ 11,554.63</b>
<b>Suma Alimentación Actual</b>	<b>104.69</b>	<b>78.10</b>	<b>\$ 144.86</b>	<b>\$ 869.18</b>	<b>\$ 26,075.47</b>	<b>\$ 317,251.50</b>
<b>Ahorro</b>	<b>99.69</b>	<b>74.37</b>	<b>\$ 139.59</b>	<b>\$ 837.53</b>	<b>\$ 25,125.77</b>	<b>\$ 305,696.88</b>

8.3.2. DESCRIPCIÓN GASTOS KW/HR, PARA CADA EQUIPO PH PIZARRA.

$$\text{Tiempo Retorno de Inversión} = \frac{\text{Total Inversión Inicial}}{\text{Ahorro Mensual}}$$

$$\text{Tiempo Retorno de Inversión} = \frac{\$175,688.27}{\$25,125.77} = 6.99 \approx 7 \text{ [meses]}$$

## 9. CONCLUSIÓN

Finalmente, se obtiene una inversión total aproximada para la instalación del sistema bypass hacia elevadores de cangilones directo de trituraciones. La cual resulta viable que se instale, ya que, al tener un análisis, de los costos de las pérdidas que se tendrían por el paro de equipos en esta área de PH – Pizarra, resultan ser elevados, desde tener un análisis aproximado de lo que cuesta transportar cada tonelada por hora, ahora sí, esto lo tuviéramos sólo en una jornada laboral o hasta en un mes de paro de equipos. Y comparándolo con el tiempo retorno de inversión, relativamente es poco para los grandes beneficios que se tendrían.

Principalmente con evitar que se tengan retardos o demoras en el proceso. Por ejemplo, teniendo en cuenta que, cada Molino de Harina Cruda produce 200 TPH, se tienen entonces 400 TPH de los Molinos 8 y 9, de las cuales 300 Toneladas alimentan al Pre – calentador, para la producción de Clinker. Y realizando un análisis aproximado de las pérdidas que se tendrían por la falta de alimentación de harina cruda al horno, desde una hora de producción, hasta un tiempo aproximado de entre 3 y 4 horas de estabilizar equipos, de manera general. Porque se pueden tener paros hasta de un día o más tiempo.

Resulta ser más viable el proyecto propuesto, ya que su inversión total, tomando en cuenta el paro del Horno Rotatorio No. 4, por falta de alimentación de Harina Cruda, el tiempo retorno de inversión resulta ser en menos tiempo. Como se muestra en la siguiente Tabla.

<b>Alimentación Harina Cruda al Pre – calentador.</b>	<b>Producción de Clinker en el Horno Rotatorio No. 4.</b>	<b>[\$/TPH] de Clinker.</b>	<b>Total, de Producción de Clinker.</b>	<b>3 horas de paro en Horno Rotatorio No. 4.</b>	<b>4 horas de paro en Horno Rotatorio No. 4.</b>
300 [TPH]	170 [TPH]	\$ 700.00	\$ 119,000.00	\$ 357,000.00	\$ 476,000.00

En conclusión, este diseño de sistema bypass hacia elevadores de cangilones directo de trituraciones, se puede considerar viable para su instalación. Ya que lo más importante para que un proceso se cumpla es que, se llegue a un producto final, cumpliendo así con la producción programada para cada día, semana, mes e incluso año. Y que se puedan evitar pérdidas dentro de la planta.



## 10. BIBLIOGRAFÍA

- [1] LEGENDARIO AZUL, “La Cruz Azul, Historia de una Cooperativa, (Disponible en: [http://www.maquinacementera.com.mx/wiki/\\_la\\_cruz\\_azul,\\_historia\\_de\\_una\\_cooperativa](http://www.maquinacementera.com.mx/wiki/_la_cruz_azul,_historia_de_una_cooperativa). Consultado el: 26 de marzo del 2017)
- [2] REAL ESTATE, Market & Lifestyle, Cooperativa La Cruz Azul, S. C. L., (Disponible en: <http://www.realestatemarket.com.mx/articulos/materiales-de-la-industria/12882-cooperativa-la-cruz-azul-s-c-l>. Consultado el 30 de marzo del 2017)
- [3] Cooperativa La Cruz Azul, S. C. L., “Comunicación sobre el progreso”, *The Global Compact, Communication On Progress*, vol. 9, pág. 22 – 43, 2016.
- [4] ING. ALBERTO LÓPEZ LEÓN. 1987. Cooperativa La Cruz Azul; Generalidades. Lagunas, Oaxaca. 1 – 7 p.
- [5] Industrial Minerals and Rocks, Published by American Instituto of Metal and Mining Engineers New York, 1949, p. 207.
- [6] ING. ALBERTO LÓPEZ LEÓN. 1987. Cooperativa La Cruz Azul; Explotación, Propósito y Almacenamiento de las Materias Primas; Lagunas, Oaxaca. 8 – 11 p.
- [7] DIPL. ING. WALTER H. DUDA. 1977. Manual Tecnológico del Cemento. Barcelona, Editores Técnicos Asociados, S. A. 29 – 49 p. (Trituración de Materias Primas)
- [8] DIPL. ING. WALTER H. DUDA. 1977. Manual Tecnológico del Cemento. Barcelona, Editores Técnicos Asociados, S. A. 51 – 55 p. (secado, humedad, temperatura, presión, combustibles)
- [9] DIPL. ING. WALTER H. DUDA. 1977. Manual Tecnológico del Cemento. Barcelona, Editores Técnicos Asociados, S. A. 161 p. (Pre – homogeneización)
- [10] ING. ANTONIO DELGADO GOMÉZ. 1987. Cooperativa La Cruz Azul; Molienda de Crudo; Lagunas, Oaxaca. 12 – 13 p.
- [11] DIPL. ING. WALTER H. DUDA. 1977. Manual Tecnológico del Cemento. Barcelona, Editores Técnicos Asociados, S. A. 57 – 61 p. (Molienda harina cruda)
- [12] DIPL. ING. WALTER H. DUDA. 1977. Manual Tecnológico del Cemento. Barcelona, Editores Técnicos Asociados, S. A. 79 – 82 p. (índice de trabajo de molienda)

**[13]** ING. PABLO RESENDIZ GARCÍA. 1987. Cooperativa La Cruz Azul; Homogeneización; Lagunas, Oaxaca. 14 p.

**[14]** DIPL. ING. WALTER H. DUDA. 1977. Manual Tecnológico del Cemento. Barcelona, Editores Técnicos Asociados, S. A. 167 – 170 p. (homogeneización del crudo)

**[15]** ING. PABLO RESENDIZ GARCÍA. 1987. Cooperativa La Cruz Azul; Calcinación; Lagunas, Oaxaca. 15 – 18 p.

**[16]** ING. Alberto López Morales. 1987. Cooperativa La Cruz Azul; Calcinación; Lagunas, Oaxaca. Pág. 19 – 21.

**[17]** DIPL. ING. WALTER H. DUDA. 1977. Manual Tecnológico del Cemento. Barcelona, Editores Técnicos Asociados, S. A. 199 – 208 p. (Horno Rotatorio)

**[18]** DIPL. ING. WALTER H. DUDA. 1977. Manual Tecnológico del Cemento. Barcelona, Editores Técnicos Asociados, S. A. 265 – 266 p. (Enfriador del Clinker)

**[19]** DIPL. ING. WALTER H. DUDA. 1977. Manual Tecnológico del Cemento. Barcelona, Editores Técnicos Asociados, S. A. 71 – 76 p. (Molienda en la producción de cemento)

**[20]** DIPL. ING. WALTER H. DUDA. 1977. Manual Tecnológico del Cemento. Barcelona, Editores Técnicos Asociados, S. A. 109 – 115 p. (Molienda de Cemento)

**[21]** DIPL. ING. WALTER H. DUDA. 1977. Manual Tecnológico del Cemento. Barcelona, Editores Técnicos Asociados, S. A. 131 – 136 p. (Molinos de rodillos)

**[22]** DIPL. ING. WALTER H. DUDA. 1977. Manual Tecnológico del Cemento. Barcelona, Editores Técnicos Asociados, S. A. 173 – 198 p. (Combustibles)






**[23]** SR. HÉCTOR MANUEL RUEDA ZAVALA. 1987. Cooperativa La Cruz Azul; Envase y Embarque Sistema 1 y 2; Lagunas, Oaxaca. 15 – 18 p.

**[24]** R. TODD SWINDERMAN, P. E., ANDREW D. MARTI, LARRY J. GOLDBECK, DANIEL MARSHALL Y MARK G. STREBEL. 2009. Foundations. Neponset, Illinois EE, UU. Martin Engineering Company. Cuarta Edición. 28 – 30 p.

# ANEXOS

## Manual 1

TABLE 3-1. Flowability—Angle of Surcharge—Angle of Repose

Very free flowing 1*	Free flowing 2*	Average flowing 3*		Sluggish 4*
5° Angle of surcharge	10° Angle of surcharge	20° Angle of surcharge	25° Angle of surcharge	30° Angle of surcharge
				
0°-19° Angle of repose	20°-29° Angle of repose	30°-34° Angle of repose	35°-39° Angle of repose	40°-up Angle of repose
Material characteristics				
Uniform size, very small rounded particle, either very wet or very dry, such as dry silica sand, cement, wet concrete, etc.	Rounded, dry polished particles, of medium weight, such as whole grain and beans.	Irregular, granular or lumpy materials of medium weight, such as anthracite coal, cottonseed meal, clay, etc.	Typical common materials such as bituminous coal, stone, most ores, etc.	Irregular, stringy, fibrous, interlocking material, such as wood chips, bagasse, tempered foundry sand, etc.

\*Code designations conform to bulk material characteristics chart, Table 3-2.

TABLE 3-2. Material Class Description

	Material characteristics	Code
Size	Very fine—100 mesh and under	A
	Fine—1/8 inch and under	B
	Granular—Under 1/2 inch	C
	Lumpy—containing lumps over 1/2 inch	D
	Irregular—stringy, interlocking, mats together	E
Flowability Angle of Repose	Very free-flowing—angle of repose less than 19°	1
	Free-flowing—angle of repose 20° to 29°	2
	Average flowing—angle of repose 30° to 39°	3
	Sluggish—angle of repose 40° and over	4
Abrasiveness	Nonabrasive	5
	Abrasive	6
	Very abrasive	7
	Very sharp—cuts or gouges belt covers	8
Miscellaneous Characteristics (Sometimes more than one of these characteristics may apply)	Very dusty	L
	Aerates and develops fluid characteristics	M
	Contains explosive dust	N
	Contaminable, affecting use or saleability	P
	Degradable, affecting use or saleability	Q
	Gives off harmful fumes or dust	R
	Highly corrosive	S
	Mildly corrosive	T
	Hygroscopic	U
	Interlocks or mats	V
	Oils or chemical present—may affect rubber products	W
	Packs under pressure	X
Very light and fluffy—may be wind-swept	Y	
Elevated temperature	Z	

Example: A very fine material that is free-flowing, abrasive, and contains explosive dust would be designated Class A26N.

TABLE 3-3. Material Characteristics and Weight Per Cubic Foot

Material	Average weight (lbs per cu ft)	Angle of repose (degrees)	Recommended maximum inclination	Code
Alfalfa meal	17	45		B46Y
Alfalfa pellets	41-43	20-29		C25
Alfalfa seed	10-15	29		B26N
Almonds, broken or whole	28-30	30-44		C36Q
Alum, fine	45-50	30-44		B35
Alum, lumpy	50-60	30-44		D35
Alumina	50-65	22	10-12	B27M
*Aluminum chips	7-15	45		E46Y
Aluminum hydrate	18	34	20-24	C35
Aluminum ore (see bauxite)	—			—
Aluminum oxide	70-120	29		A27M
Aluminum silicate	49	30-44		B35S
Aluminum sulphate	54	32	17	D35
Ammonium chloride, crystalline	45-52	30-44		B36S
Ammonium nitrate	45	30-44		*C36NUS
Ammonium sulphate (granular)	45-58	44		*C35TU
Antimony powder	60	30-44		A36
Aplite	70-80	30-44		A35
Arsenic, pulverized	30	20-29		*A26
Arsenic oxide	100-120	30-44		A35R
Asbestos, ore or rock	81	30-44		D37R
Asbestos, shred	20-25	45		E46XY
*Ash, black, ground	105	32	17	*B35
Ashes, coal, dry, 3 inch & under	35-40	45		D46T
Ashes, coal, wet, 3 inch & under	45-50	45		D46T
Ashes, fly	40-45	42	20-25	A37
Ashes, gas-producer, wet	78			D47T
Asphalt, binder for paving	80-85			C45
Asphalt, crushed, 1/2 inch & under	45	30-44'		C35
Bagasse	7-10	45		E45Y
Bakelite & similar plastics (powdered)	35-45	45		B45
Barite	180	30-44		B36
Barium carbonate	72	45		A45
*Barium carbonate filter cake	72	32		A36
Barium hydrate	62-65	43		A36
Barium oxide	150-200			A46
*Bark, wood, refuse	10-20	45	27	E45VY
Barley	37-48	23	10-15	B25N
Basalt	80-103	20-28		B26
Bauxite, ground, dry	68	20-29	20	B26
Bauxite, mine run	80-90	31	17	E37
Bauxite, crushed, 3 inch & under	75-85	30-44	20	D37
Beans, castor, whole	36	20-29	8-10	C25W
Beans, castor, meal	35-40			B15W
Beans, navy, dry	48	29		C25

\* May vary considerably—

TABLE 3-3 continued.

Material	Average weight (lbs per cu ft)	Angle of repose (degrees)	Recommended maximum inclination	Code
Beans, navy, steeped	60	35-40		C35
Beet pulp, dry	12-15			E45
Beet pulp, wet	25-45			E46
Beets, whole	48	50		D45
*Bentonite, crude	35-40	42-44		D36X
Bentonite, 100 mesh & under	50-60	42	20	A36XY
Bones	34-40	45		*C46
Boneblack, 100 mesh & under	20-25	20-29		A25Y
Bonechar	27-40	30-44		B36
Bonemeal	50-60	30-44		B36
Borate of lime	60	30-44		A35
Borax, 1/2-inch screenings	55-60	30-44		C36
Borax, 3 inch and under	60-70	30-44		D35
Boric acid, fine	55	20-29		B26T
*Bran	10-20	30-44		B35NY
Brewer's grain, spent, dry	25-30	45		C45
Brewer's grain, spent, wet	55-60	45		C45T
Bronze chips, dry	30-50	44-57		B47
Buckwheat	37-42	25	11-13	B25N
Calcium carbide (crushed)	70-80	30-44		D36N
Carbon, activated, dry, fine	8-20	20-29		B26Y
Carbon black, pelletized	20-25	25		B25Q
Carbon black, powder	4-7	30-44		*A35Y
Carborundum, 3 inch and under	100	20-29		D27
Casein	36	30-44		B35
Cast iron chips	90-120	45		C46
Caustic soda	88	29-43		A36
Cement, Portland	72-99	30-44	20-23	A36M
Cement, Portland, aerated	60-75			A16M
Cement, rock (see limestone)	100-110			D36
Cement clinker	75-95	30-40	18-20	D37
Chalk, lumpy	75-85	45		D46
*Charcoal	18-25	35	20-25	D36Q
Chrome ore (chromite)	125-140	30-44		D37
Cinders, blast furnace	57	35	18-20	*D37T
Cinders, coal	40	35	20	*D37T
Clay (see also bentonite, diatomaceous earth, fullers earth, kaolin, and Marl)	—			—
Clay, calcined	80-100			B37
Clay, ceramic, dry, fines	60-80	30-44		A35
Clay, dry, fines	100-120	35	20-22	C37
Clay, dry, lumpy	60-75	35	18-20	D36
Clinker, cement (see cement clinker)	—			—
Clover seed	48	28	15	B25N
Coal, anthracite, river, or culm, 1/8 inch and under	60	35	18	B35TY

\* May vary considerably.

TABLE 3-3 continued.

<i>Material</i>	<i>Average weight (lbs per cu ft)</i>	<i>Angle of repose (degrees)</i>	<i>Recommended maximum inclination</i>	<i>Code</i>
Coal, anthracite, sized	55-60	27	16	C26
Coal, bituminous, mined 50 mesh & under	50-54	45	24	B45T
Coal, bituminous, mined & sized	45-55	35	16	D35T
Coal, bituminous, mined, run of mine	45-55	38	18	D35T
*Coal, bituminous, mined, slack, ½ inch & under	43-50	40	22	C35T
Coal, bituminous, stripping, not cleaned	50-60			D36T
Coal, lignite	40-45	38	22	D36T
Cocoa beans	30-45	30-44		C35Q
Cocoa nibs	35	30-44		C35
Coffee, chaff	20	20-29		B25MY
Coffee, green bean	32-45	30-44	10-15	C35Q
Coffee, ground	25	23	10	B25
*Coffee, roasted bean	22-26			C25PQU
Coffee, soluble	19			B45PQ
Coke, loose	23-35	30-44	18	B37QVT
Coke, petroleum calcined	35-45	30-44	20	D36Y
Coke breeze, ¼ inch and under	25-35	30-44	20-22	C37Y
Compost	30-50			E45ST
Concrete, cinder	90-100		12-30	D46
Copper ore	120-150	30-44	20	*D37
Copper sulfate	75-85	31	17	D36
Cork, granulated	12-15			C45
Corn, cracked	45-50			C35W
Corn, ear	56			
Corn, shelled	45	21	10	C25NW
Corn sugar	31	30-44		B35
Corn germs	21			B35W
Corn grits	40-45	30-44		B35W
Cornmeal	32-40	35	22	B35W
Cottonseed, dry, de-linted	22-40	29	16	C35W
Cottonseed, dry, not de-linted	18-25	35	19	C35W
Cottonseed cake, crushed	40-45	30-44		B35
Cottonseed cake, lumpy	40-45	30-44		D35W
Cottonseed hulls	12	45		*B45Y
Cottonseed meal	35-40	35	22	B35W
Cottonseed meats	40	30-44		B35W
Cracklings, crushed, 3 inch & under	40-50	45		D45
Cryolite, dust	75-90	30-44		A36
Cryolite, lumpy	90-100	30-44		D36
Cullet	80-120	30-44	20	D37Z
Diatomaceous earth	11-14	30-44		A36MY
Dicalcium phosphate	40-50	45		A45

\* May vary considerably--

TABLE 3-3 continued.

<i>Material</i>	<i>Average weight (lbs per cu ft)</i>	<i>Angle of repose (degrees)</i>	<i>Recommended maximum inclination</i>	<i>Code</i>
Disodium phosphate	25-31	30-44		B36QT
Dolomite, lumpy	80-100	30-44	22	D36
Dolomite, pulverized	46	41		B36
Earth, as excavated—dry	70-80	35	20	B36
Earth, wet, containing clay	100-110	45	23	B46
Ebonite, crushed 1/2 inch & under	65-70	30-44		C35
Emery	230	20-29		A27
Epsom salts	40-50	30-44		B35
Feldspar, 1/2-inch screenings	70-85	38	18	B36
Feldspar, 1 1/2- to 3-inch lumps	90-110	34	17	D36
Feldspar, 200 mesh	100	30-44		A37
Ferrous carbonate	85-90	30-44		B36
Ferrous sulfate	50-75			C36
Ferrous sulfide	120-135	20-29		C36
Filter press mud, sugar factory	70			A15
Fish meal	35-40			B45W
Fish scrap	40-50			E45W
Flaxseed	45	21	12	B25NW
Flaxseed meal	25	30-44		B35W
Flour, wheat	35-40	45	21	A45PN
Flue dust, boiler house, dry	35-40	20		A17MTY
Fluorspar, 1/2-inch screenings	85-105	45		C46
Fluorspar, 1 1/2- to 3-inch lumps	110-120	45		D46
Foundry refuse, old sand cores, etc.	70-100	30-44		D37Z
Fullers earth, dry	30-35	23		B26
Fullers earth, oily	60-65	20-29		B26
Fullers earth, oil filter, burned	40	20-29		B26
Fullers earth, oil filter, raw	35-40	35	20	* B26
Galena (lead sulfide)	240-260	30-44		A36
Glass batch (textile fiber glass)	45-55	0-10		A16LM
Glass batch (wool & container)	80-100	30-44	20-22	D38Z
Gelatin, granulated	32	20-29		C25Q
Glue, ground 1/8 inch and under	40	30-44		B36
Glue, pearl	40	25	11	C25
Glue, vegetable, powdered	40	30-44		
Gluten meal	40	30-44		B35P
Grain, distillery, spent, dry	30	30-44		E35WY
Grain, distillery, spent, wet	40-60	45		C45V
Granite, 1/2-inch screenings	80-90	20-29		C27
Granite, 1 1/2- to 3-inch lumps	85-90	20-29		D27
Granite, broken	95-100	30-44		D37
Graphite, flake	40	30-44		C35
Graphite, flour	28	20-29		A25
Graphite ore	65-75	30-44		D37
Grass seed	10-12	30-44		B35NY

\* May vary considerably—

TABLE 3-3 continued.

<i>Material</i>	<i>Average weight (lbs per cu ft)</i>	<i>Angle of repose (degrees)</i>	<i>Recommended maximum inclination</i>	<i>Code</i>
Gravel, bank run	90-100	38	20	
Gravel, dry, sharp	90-100	30-44	15-17	D37
Gravel, pebbles	90-100	30	12	D36
Gypsum, ½-inch screenings	70-80	40	21	C36
Gypsum, 1½- to 3-inch lumps	70-80	30	15	D36
Guano, dry	70	20-29		B26
Hominy	37-50	30-44		C35
Hops, spent, dry	35	45		E45
Hops, spent, wet	50-55	45		E45T
Ice, crushed	35-45	19		D16
Ilmenite ore	140-160	30-44		B37
Iron ore	100-200	35	18-20	*D36
Iron ore pellets	116-130	30-44	13-15	D37Q
Iron sponge	100-135	30-44		
Iron sulphate	50-75	30-44		C35
Iron sulfide	120-135	30-44		D36
Kaolin clay, 3 inch and under	63	35	19	D36
Lactose	32	30-44		A35PX
Lead arsenate	72	45		B45R
Lead carbonate	240-260	30-44		A36MR
Lead ores	200-270	30	15	*B36RT
Lead oxides	60-150	45		B45
Lead oxides, pulverized	200-250	30-44		A36
Lead silicate, granulated	230	40		B36
Lead sulfate, pulverized	184	45		B46
Lead sulfide	240-260	30-44		A36
Lignite, air-dried	45-55	30-44		*D35
Lime, ground, 1/8 inch and under	60-65	43	23	B35X
*Lime, hydrated, 1/8 inch & under	40	40	21	B35MX
Lime, hydrated, pulverized	32-40	42	22	A35MXY
Lime, pebble	53-56	30	17	D35
Limestone, agricultural, 1/8 inch & under	68	30-44	20	B36
Limestone, crushed	85-90	38	18	C36X
Linseed cake, pea size	50	30-44		C35W
Linseed meal	27	34	20	B35
Magnesium chloride	33	40		C45
Magnesium sulfate	40-50	30-44		
*Malt, dry, ground, 1/8 inch and under	22	30-44		B35NR
Malt, dry, whole	27-30	20-29		C25N
Malt, wet or green	60-65	45		C45

\* May vary considerably—



TABLE 3-3 continued.

<i>Material</i>	<i>Average weight (lbs per cu ft)</i>	<i>Angle of repose (degrees)</i>	<i>Recommended maximum inclination</i>	<i>Code</i>
Malt, meal	36-40	30-44		B35
Manganese dioxide	80			*
Manganese ore	125-140	39	20	*D37
Manganese oxide	120	30-44		A36
Manganese sulfate	70	30-44		C37
Marble, crushed, ½ inch & under	80-95	30-44		D37
Marl	80	30-44		C37
Meat scraps	50-55	30-44		E35VW
Mica, flakes	17-22	19		B16MY
Mica, ground	13-15	34	23	*B36
Milk, dried, flaked	5-6	30-44		B35MPY
Milk, dry powder	36	45		B45P
Milk, malted	30-35	45		A45PX
Milk, whole, powdered	20	30-44		B35PUXY
Mill scale	100-125	45		E46T
Milo maize	56	30-44		C35N
*Molybdenite, powdered	107	40	25	B35
Molybdenum ore	107	40		B36
Monosodium phosphate	50	30-44		B36
Mustard seed	45-48	20-29		B25N
Nephelene syenite	90-105	30-44		B36
Niacin	35	30-44		B36
Nickel-cobalt sulfate ore	80-150	30-44		*D37T
Oats	26-35	21	10	C25M
Oats, rolled	19-24	30-44		C35NY
Oil cake	48-50	45		D45W
Oxalic acid crystals	60	30-44		B35SU
Oyster shells, ground, under ½ inch	50-60	30-44		C36T
Oyster shells, whole	80	30-44		D36TV
Paper pulp stock	40-60	19		*E15MV
Peanuts, in shells	15-24	30-44		D35Q
Peanuts, shelled	35-45	30-44		C35Q
Peas, dried	45-50			C15NQ
Petroleum coke (see coke)	—			—
Phosphate, acid, fertilizer	60	26	13	B25T
Phosphate, triple super, ground fertilizer	50-55	45	30	B45T
Phosphate rock, broken, dry	75-85	25-29	12-15	D26
Phosphate rock, pulverized	60	40	25	B36
Polyethylene pellets	35	23		B25PQ
Polystyrene pellets	35	23		B25PQ
Polyvinyl chloride	20-30	45		A45KT
Potash (muriate), dry	70	20-29		B27
Potash (muriate), mine run	75	30-44		D37
Potash salts, sylvite, etc.	80	20-29		B25T

\* May vary considerably.

TABLE 3-3 continued.

<i>Material</i>	<i>Average weight (lbs per cu ft)</i>	<i>Angle of repose (degrees)</i>	<i>Recommended maximum inclination</i>	<i>Code</i>
Potassium carbonate	51	20-29		B26
Potassium chloride, pellets	120-130	30-44		C36T
Potassium nitrate	76-80	20-29		C26T
Potassium sulfate	42-48	45		B36X
Pumice, 1/8 inch & under	40-45	45		B47
Pyrites, iron, 2- to 3-inch lumps	135-145	20-29		D26T
Pyrites, pellets	120-130	30-44		C36T
Quartz, 1/2-inch screenings	80-90	20-29		C27Z
Quartz, 1 1/2- to 3-inch lumps	85-95	20-29		D27Z
Rice, hulled or polished	45-48	19	8	B15
Rice, rough	36	30-44		B35M
Rice grits	42-45	30-44		B35
Rock, crushed	125-145	20-29		D26
Rock, soft, excavated with shovel	100-110	30-44	22	D36
Rubber, pelletized	50-55	35	22	D35
Rubber, reclaim	25-30	32	18	D35
Rye	42-46	23	8	B25N
Rye meal	35-40	19		B15
Safflower cake	50	30-44		D35
Safflower meal	50	30-44		B35
Safflower seed	45	20-29		B25N
Salicylic acid	29			B25U
Salt, common dry, coarse	40-55		18-22	C36TU
Salt, common dry, fine	70-80	25	11	D26TUW
Salt cake, dry, coarse	85	36	21	B36TW
Salt cake, dry, pulverized	60-85	20-29		B26NT
Saltpeter	80	30-44		A35T
Sand, bank, damp	105-130	45	20-22	B47
Sand, bank, dry	90-110	35	16-18	B37
Sand, core	65	41	26	B35X
Sand, foundry, prepared	80-90	30-44	24	B37
Sand, foundry, shakeout	90-100	39	22	D37
Sand, silica, dry	90-100	20-29	10-15	B27
Sandstone, broken	85-90	30-44		D37
Sawdust	10-13	36	22	*B35
Sesame seed, dry	27-41	20-29		B25N
Sewage (sludge)	40-50	20-29		E25TW
Sewage sludge, dried	45-55	30-44		B36
Sewage sludge, moist	55	30-44		B36
Shale, broken	90-100	20-29		D26QZ
Shale, crushed	85-90	39	22	C36
Shellac	80	45		C45
Shellac, powdered or granulated	31			B35PY
Silica gel (silica acid), dry	45	30-44		C37U

\* May vary considerably--

Table 3-3 continued.

<i>Material</i>	<i>Average weight (lbs per cu ft)</i>	<i>Angle of repose (degrees)</i>	<i>Recommended maximum inclination</i>	<i>Code</i>
Sinter	100-135	35		*D37
Slag, blast furnace, crushed	80-90	25	10	A27
Slag, furnace, granular, dry	60-65	25	13-16	C27
Slag, furnace, granular, wet	90-100	45	20-22	B47
Slate, crushed, 1/2 inch & under	80-90	28	15	C36
Slate, 1 1/2- to 3-inch lumps	85-95			D26
Soap beads or granules	15-25	30-44		C35Q
Soda ash, briquettes	50	22	7	C26
Soda ash, heavy	55-65	32	19	B36
Soda ash, light	20-35	37	22	A36Y
Sodium aluminate, ground	72	30-44		B36
Sodium aluminum sulfate	75	30-44		A36
Sodium antimonate, crushed	49	31		C36
Sodium nitrate	70-80	24	11	*D25
Sodium phosphate	50-65	37		B36
Sodium sulfite, dry	96	45		B45X
Sorghum seed	32-52	30-44		B36
Soybeans, cracked	30-40	35	15-18	C36NW
Soybeans, whole	45-50	21-28	12-16	C27NW
Soybean cake, over 1/2 inch	40-43	32	17	D35W
Soybean flakes, raw	20-26	30-44		C35Y
Soybean meal, cold	40	32-37	16-20	B35
Soybean meal, hot	40	30-44		B35T
Starch	25-50	24	12	*B25
Steel chips, crushed	100-150	30-44		D37WZ
Steel trimmings	75-150	35	18	E37V
Sugar, raw, cane	55-65	45		B46TX
Sugar, refined, granulated, dry	50-55	30-44		B35PU
Sugar, refined, granulated, wet	55-65	30-44		C35X
Sugar, beet pulp, dry	12-15	20-29		C26
Sugar beet pulp, wet	25-45	20-29		C26X
Sugar cane, knifed	15-18	45		E45V
Sulfate, crushed, 1/2 inch & under	50-60	30-44	20	C35NS
Sulfate, powdered	50-60	30-44	21	B35NW
Sulfate, 3 inch and under	80-85	30-44	18	D35NS
Sunflower seed	19-38	20		C25
Taconite, pellets	116-130	30-44	13-15	D37Q
Talc, 1/2-inch screenings	80-90	20-29		C25
Talc, 1 1/2- to 3-inch lumps	85-95	20-29		D25
Timothy seed	36	20-29		B25NY
Titanium dioxide	140	30-44		B36
Titanium sponge	60-70	45		E47
Tobacco leaves, dry	12-14	45		E45QV
Tobacco scraps	15-25	45		D45Y
Tobacco stems	15	45		E45Y
Traprock, 1/2-inch screenings	90-100	30-44		C37

\* May vary considerably.

TABLE 3-3 continued.

<i>Material</i>	<i>Average weight (lbs per cu ft)</i>	<i>Angle of repose (degrees)</i>	<i>Recommended maximum inclination</i>	<i>Code</i>
Traprock, 2- to 3-inch lumps	100-110	30-44		D37
Tricalcium phosphate	21-50	45 +		A45
Trisodium phosphate	60			D36
Trisodium phosphate, granular	60	30-44	11	B35
Trisodium phosphate, pulverized	50	40	25	B35
* Urea prills, dry	43-46	25		B25
Vermiculite, expanded	16	45		C45Y
Vermiculite ore	70-80		20	D36Y
Walnut shells, crushed	35-45	30-44		B37
Wheat	45-48	28	12	C25N
Wheat, cracked	35-45	30-44		B35N
Wheat germ, dry	18-28	20-29		B25
White lead	75-100	30-44		A36MR
Wood chips	10-30	45	27	E45WY
Wood chips, hogged, fuel	15-25	45		D45
Wood shavings	8-15			E45V
Zinc concentrates	75-80			B26
Zinc ore, crushed	160	38	22	*
Zinc ore, roasted	110	38		C36
Zinc oxide, heavy	30-35	45-55		A45X
Zinc oxide, light	10-15	45		A45XY

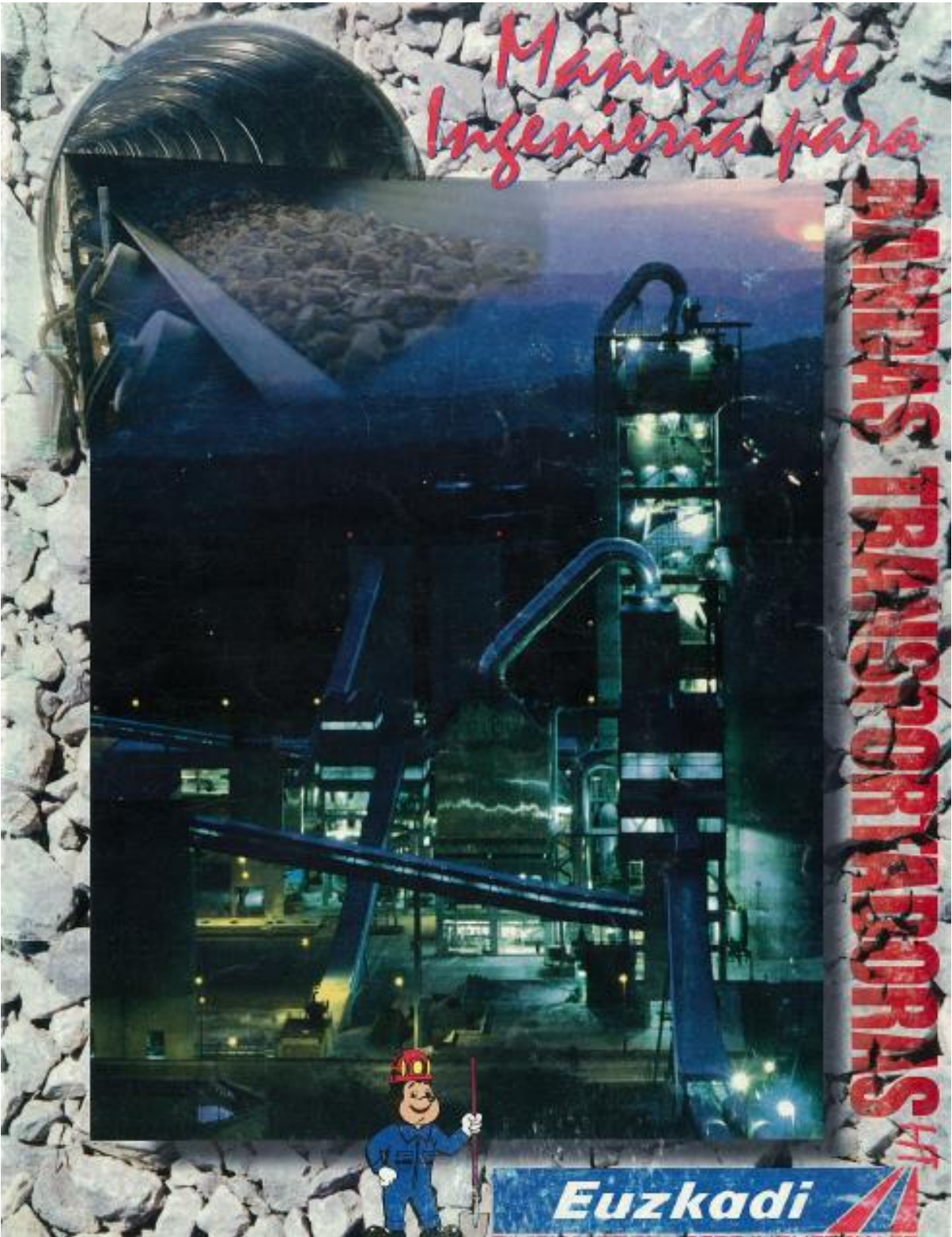
\* May vary considerably—

TABLE 4-1. Recommended Maximum Belt Speeds

Material being conveyed	Belt speeds (fpm)	Belt width (inches)
Grain or other free-flowing, nonabrasive material	500	18
	700	24-30
	800	36-42
	1000	48-96
Coal, damp clay, soft ores, overburden and earth, fine-crushed stone	400	18
	600	24-36
	800	42-60
	1000	72-96
Heavy, hard, sharp-edged ore, coarse-crushed stone	350	18
	500	24-36
	600	Over 36
Foundry sand, prepared or damp; shakeout sand with small cores, with or without small castings (not hot enough to harm belting)	350	Any width
Prepared foundry sand and similar damp (or dry abrasive) materials discharged from belt by rubber-edged plows	200	Any width
Nonabrasive materials discharged from belt by means of plows	200, except for wood pulp, where 300 to 400 is preferable	Any width
Feeder belts, flat or troughed, for feeding fine, nonabrasive, or mildly abrasive materials from hoppers and bins	50 to 100	Any width

TABLE 4-2. 20° Troughed Belt—Three Equal Rolls Standard Edge Distance = 0.055b + 0.9 Inch

Belt Width (Inches)	$A_c$ - Cross Section of Load (Ft <sup>2</sup> )							Capacity at 100 FPM (Ft <sup>3</sup> /Hr)						
	Surcharge Angle							Surcharge Angle						
	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
18	.089	.108	.128	.147	.167	.188	.209	537	653	769	886	1005	1128	1254
24	.173	.209	.246	.283	.320	.359	.399	1041	1258	1477	1698	1924	2155	2394
30	.284	.343	.402	.462	.522	.585	.649	1708	2060	2414	2772	3137	3511	3897
36	.423	.509	.596	.684	.774	.866	.960	2538	3057	3579	4107	4645	5196	5765
42	.588	.708	.828	.950	1.074	1.201	1.332	3533	4250	4972	5703	6447	7210	7997
48	.781	.940	1.099	1.260	1.424	1.592	1.765	4691	5640	6594	7560	8544	9552	10592
54	1.002	1.204	1.407	1.613	1.822	2.037	2.258	6013	7225	8444	9678	10935	12223	13552
60	1.249	1.501	1.753	2.009	2.270	2.537	2.812	7498	9006	10522	12057	13621	15223	16876
72	1.826	2.192	2.560	2.933	3.312	3.701	4.102	10961	13155	15364	17599	19876	22210	24617
84	2.513	3.014	3.519	4.030	4.551	5.085	5.635	15079	18089	21119	24186	27309	30511	33813
96	3.308	3.967	4.631	5.302	5.986	6.687	7.411	19850	23806	27787	31816	35921	40128	44466





**TABLA 7. Capacidad de Tensión en Bandas con Empalmes Vulcanizados**

- 1) La tabla siguiente da la capacidad de tensión normal para bandas vulcanizadas, previendo que:
- A) Los diámetros de poleas son los recomendados por el fabricante de la banda.
  - B) Se tiene tensor de contrapeso.
  - C) Se tiene un buen mantenimiento del equipo.
  - D) La tensión de arranque de la banda sea el 150% de la capacidad de tensión normal.

2) La capacidad de tensión de un empalme vulcanizado puede ser incrementada en un 8% de la capacidad normal, si:

- A) Los cuatro requisitos de A son cubiertos, además de:
- B) El fabricante de la banda, aprueba la ingeniería.
- C) Los diámetros de las poleas son para bandas de una capa más gruesa.
- D) La carrera del tensor existente es suficiente.
- E) Se tiene hule de contacto en el esqueleto de la banda.
- F) Se tienen los componentes para reparaciones vulcanizadas rápidas de las bandas.

<b>HT EMPALME VULCANIZADO</b>	
EUKADI HT	CAPACIDAD DE TENSION NORMAL lb/in
2 capas 180	180
<b>3 capas 270</b>	<b>270</b>
4 capas 360	360
<b>5 capas 450</b>	<b>450</b>
6 capas 540	540
<b>2 capas 250</b>	<b>250</b>
3 capas 375	375
<b>4 capas 500</b>	<b>500</b>
5 capas 625	625
<b>6 capas 750</b>	<b>750</b>
3 capas 450	450
<b>4 capas 600</b>	<b>600</b>
5 capas 750	750
<b>6 capas 900</b>	<b>900</b>
2 capas 400	400
<b>3 capas 600</b>	<b>600</b>
4 capas 800	800
<b>5 capas 1000</b>	<b>1000</b>
6 capas 1200	1200



.-El cambio de dirección del terrón al flujo del material, en la zona de carga, incrementa el daño por impacto.

**NOTA IMPORTANTE**

Es casi imposible obtener una tabla que cubra todas las consideraciones anteriores, con el fin de

seleccionar la banda correcta para soportar impacto. La Tabla 9A debe considerarse como una guía solamente, las experiencias que se tengan y las causas anteriores, pueden modificar los valores de la Tabla 9A, a un número mayor o menor de capas recomendadas.

**TABLA 10 -Soporte de Carga en Rodillos Cargadores del Tipo de Tres Rodillos (cualquier ángulo) (lb/pies).**

EUZKADI HT	HT ANCHO DE LA BANDA (pulgadas)			
	24-36	42-48	54-84	90-120
2 capas 180	60	40	20	20
3 capas 270	125	100	70	70
4 capas 360	155	130	100	70
2 capas 250	75	60	30	30
3 capas 375	155	130	100	70
4 capas 500	280	235	190	145
5 capas 625	400	340	280	220
6 capas 750	550	475	400	325
3 capas 450	270	210	150	90
4 capas 600	480	400	315	230
5 capas 750	670	600	520	435
6 capas 900	850	780	700	650
2 capas 400	210	155	100	60
3 capas 600	400	305	210	115
4 capas 800	650	545	440	335
5 capas 1000	860	768	675	580
6 capas 1200	1050	980	870	760

**NOTA:** Los valores de la Tabla 10 muestran los límites del peso del material por pie sobre la banda, "Q", es decir:

$$Q = \frac{33.3 \times C}{S}$$

C = TPH

S = Velocidad de la banda, pies/min.





**TABLA 9A - Resistencia al Impacto de Acuerdo al No. de Capas Textil HT**

PESO DE TERRONES ADMISIBLES PARA CAIDA DE 4 pies CON RODILLOS DE IMPACTO EN lbs.	
2 capas 180	60
<b>3 capas 270</b>	<b>90</b>
4 capas 360	120
2 capas 250	75
<b>3 capas 375</b>	<b>120</b>
4 capas 500	150
<b>5 capas 625</b>	<b>250</b>
6 capas 750	400
<b>3 capas 450</b>	<b>150</b>
4 capas 600	250
<b>5 capas 750</b>	<b>400</b>
6 capas 900	500
<b>2 capas 400</b>	<b>200</b>
3 capas 600	300
<b>4 capas 800</b>	<b>400</b>
5 capas 1000	500
<b>6 capas 1200</b>	<b>600</b>

**DETERMINACION DE LA CAIDA EFECTIVA.**

**1.- CAIDA LIBRE.**

Caída efectiva = h (distancia de la caída) en pies.

**2.-TOLVA (despreciando el rozamiento).**

Caída efectiva = h (sen A)<sup>2</sup>.

h es el cambio en elevación del material a través de la tolva, en pies.

A es el ángulo de la tolva con la horizontal, en grados.

**3.- COMBINACION DE TOLVA Y CAIDA LIBRE.**

La caída efectiva será igual a la calculada en punto 1 más la del punto 2.

(sen A)<sup>2</sup>

Para tolvas de 30° ——— 0.250

Para tolvas de 45° ——— 0.500

Para tolvas de 60° ——— 0.750

**Algunas Causas que Afectan la Resistencia al Impacto.**

1. La altura de caída o caída efectiva del terrón es una de las causas para determinar la fuerza del impacto.
2. El peso del terrón es otra de las causas para determinar la fuerza del impacto.
3. El tamaño del terrón es necesario para estimar su peso, si no se cuenta con el peso real.
4. La forma del terrón es importante, ya que la forma redonda es 30 o 40% menos severa que una con esquinas puntiagudas.
5. El material sobredimensionado es más severo que cuando los terrones son sólo el 10 ó 15% de la carga del material.
6. Si los terrones pueden ser cargados sobre una cama de materiales finos, el impacto se reduce.

**TABLA 11 - Diámetros Mínimos de Poleas Recomendadas (pulgadas).**

Flexseal HT	% DEL VALOR DE TENSION NORMAL			
	80 a 100	60-80	40-60	TENSORA
2 capas 180	16	14	12	12
3 capas 270	18	16	14	14
4 capas 360	20	18	16	16
2 capas 250	16	14	12	12
3 capas 375	18	16	14	14
4 capas 500	24	20	16	16
5 capas 625	30	24	20	20
6 capas 750	36	30	24	24
3 capas 450	20	18	16	16
4 capas 600	24	20	18	18
5 capas 750	30	24	20	14
6 capas 900	36	30	24	24
2 capas 400	24	20	18	18
3 capas 600	24	20	18	18
4 capas 800	30	24	20	20
5 capas 1000	36	30	24	24
6 capas 1200	42	36	30	30

Si el porcentaje de tensión normal de la banda está entre 80 y 100, el diámetro mínimo de poleas mostrado, es para la motriz, cabeza o "tripper". Si la tensión de las otras es desconocida, como una guía, las poleas de alta tensión de contacto o de doblez deben ser seleccionadas de la columna 60 a 80% correspondiente. La de cola, tensora y baja tensión de contacto o de doblez deben ser seleccionadas de la columna 40 a 60%.

Si el porcentaje de tensión normal de la banda está entre 60 y 80, se usa el mismo procedimiento para seleccionar los diámetros de poleas.

Si el porcentaje de tensión normal de la banda está entre 40 y 60 y la tensión de las otras poleas es desconocida, las demás poleas se seleccionarán de esta columna.

**NOTAS:**

1. Cuando se tiene una transmisión con 2 poleas se recomienda que el diámetro, de las poleas motrices, sea 6.0 pulg. mayor que los dados en la tabla.

Debido a que el ciclo de doblez invertido es más frecuente, así como los cambios de tensión son más severos en la banda y empalmes, que con una transmisión de polea sencilla y arco de contacto de 180° a 240°.

2. Para transmisión de poleas sencillas, o cualquier otra polea, donde, el arco de contacto de la banda es mayor de 6.0 pulg. (aprox. 30° de arco de contacto en poleas de 24", o bien 60° en poleas de 12") utilice la columna correspondiente de la tabla anterior. Considere la columna de 40 a 60% para indicar el diámetro mínimo posible de las poleas, donde el arco de contacto de la banda sea mayor de 6.0 pulg.

3. Para poleas donde el arco de contacto sea de 6.0 pulg. o menos, el diámetro debe ser 6.0 pulg. menos que el diámetro recomendado para la tensión dada, pero nunca menor que 10" en diámetro.

**TABLA 17 - Guía para Seleccionar el Espesor de la Cubierta Superior.**

Esta tabla deberá utilizarse solamente como una guía para seleccionar el tipo o calidad apropiada y espesor de la banda.

El espesor es afectado también por la caída del material a la banda en el punto de carga, así como el diseño de éste.

TIPO DE MATERIAL	ESPESOR DE LA CUBIERTA SUPERIOR mm (pulg.)	TIPO DE BANDA EUZKADI
<b>MATERIAL NO ABRASIVO.</b> - Tales como viruta de madera, polvos, cemento suelto o carbón muy fino.	1.6 a 3.2 (1/16" a 1/8")	Longlife
<b>MATERIAL MEDIO ABRASIVO.</b> - Tales como arenas, tierra, carbón bituminoso, roca o carbón hasta 76.2mm (3").	3.2 a 4.7 (1/8" a 3/16")	Longlife
<b>MATERIAL ABRASIVO.</b> - Tales como antracita, coque o sinter. Carbón hasta 254mm (10") y mineral de hierro, cobre o caliza hasta 152mm (6").	4.7 a 6.4 (3/16" a 1/4")	Longlife
<b>MATERIAL ALTAMENTE ABRASIVO.</b> - Tales como minerales de hierro, cobre, zinc, plomo caliza hasta 228.6mm (9").	6.4 a 7.9 (1/4" a 5/16")	Longlife, ó Super Longlife
<b>MATERIAL ABRASIVO, PESADO Y FILOSO.</b> - Tales como roca, cuarzo, vidrio, etc. Cualquier material pesado, duro y filoso arriba de 228.6 mm (9").	7.9 A 12.7 (5/16" a 1/2")	Super Longlife

Nota: Varios puntos dados en la pág. 19, que afectan la resistencia por impacto, afectan también a las cubiertas.

**Otros Puntos que se Deben Considerar al Seleccionar las Cubiertas.**

Un incremento en el desgaste de la cubierta superior resulta, cuando el material cae en ángulo recto a la dirección de la banda o si la pendiente de la banda es mayor de 6° u 8°. El desgaste de la cubierta y las rayaduras se incrementan si la mayoría del material son terrones y prácticamente nada de finos. Estas bandas necesitan cubiertas de mayor espesor ó bien de mejor calidad.

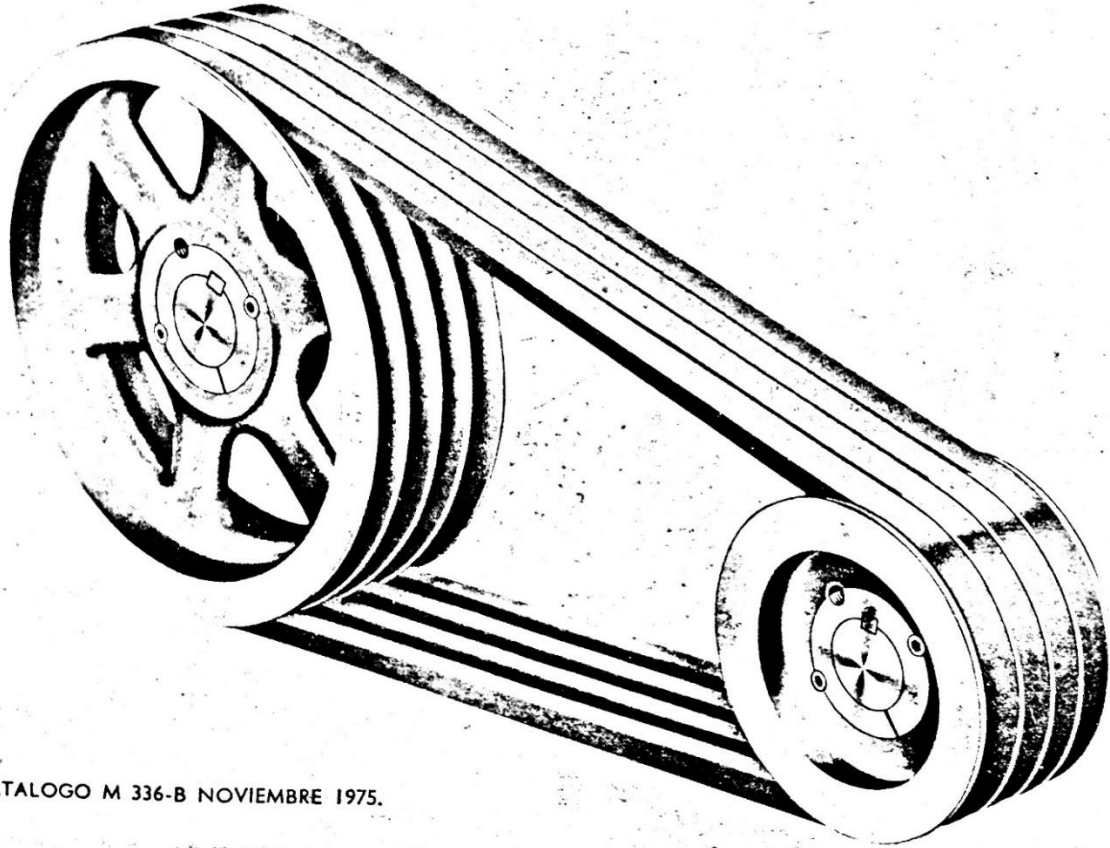
La longitud y velocidad de una banda determinan con qué frecuencia cualquier punto de la cubierta superior, pasa bajo el punto de carga, es también un punto de desgaste a considerar, por lo que las bandas cortas de 20 a 30 pies necesitan una cubierta mayor que las bandas largas.

El ciclo de carga, el cual depende de la longitud y la velocidad de la banda, no es el único que determina el espesor de la cubierta superior. El desgaste de la cubierta superior puede ser causado por el peso de la banda sobre los rodillos de retorno que pueden estar rugosos o ligeramente corroídos. Este desgaste será el mismo sobre una banda de 2000 pies entre centros que una de 100 pies, con la misma velocidad.

Otra causa de desgaste de la cubierta superior, es el ligero corrimiento de la carga, cuando ésta pasa sobre los rodillos. Este tipo de desgaste es el mismo para cualquier longitud de la banda, si la operación se efectúa a la misma velocidad.

**POLEAS  
TAPER-LOCK<sup>®</sup>  
PARA TRANSMISIONES  
DE BANDA "V"  
DODGE<sup>®</sup>**

**DODGE**



CATALOGO M 336-B NOVIEMBRE 1975.

**BALEROMEX, S. A.**

SUC. COATZACOALCOS  
FACTORA NUM. 509 APDO. POSTAL 811  
2-F-3-03 Y 2-63-55 TELEX 078-860  
COATZACOALCOS VER.

DERECHOS RESERVADOS © 1968 - 1975 RELIANCE ELECTRIC CO. PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL  
© Marca Reg. de DODGE División de Reliance Electric Co.

# Selección de Transmisiones DODGE® con Bandas "V" Sección A, B y C

Utilizando las Tablas de Selección, páginas 10 a 23

## EJEMPLO DE SELECCION

**PARA VELOCIDADES NORMALES DEL MOTOR**—Siga simplemente los pasos que se indican abajo, pero en transmisiones para aumento de velocidad o cuando la velocidad de la polea pequeña no es la de un motor estándar, vea la Página 24.

**Paso 1. HP del Diseño**—Multiplique la potencia normal de funcionamiento requerida o la indicada en la placa del motor, por el factor de servicio correspondiente de la Tabla, obteniéndose así el HP del Diseño que se empleará como base para seleccionar la transmisión.

**Paso 2. Selección de Banda**—En la tabla 1, primera columna, trace una línea hacia la derecha, desde los rpm del eje más rápido. Trace otra línea hacia arriba, desde el HP del Diseño hallado en el paso 1. En el punto de intersección de las líneas observe el tipo de la banda seleccionada. Si la intersección cae cerca de una línea divisoria entre dos secciones, es recomendable investigar la posibilidad de ambas.

**Paso 3. Encuentre la velocidad impulsada en las tablas de selección de transmisiones**—Al principio de las tres columnas de la izquierda se muestran tres velocidades estándar de motores a plena carga. En la columna apropiada siga hacia abajo hasta encontrar la velocidad propulsora aproximada.

**Paso 4. Diámetro de Paso de las Poleas**—Desde la velocidad propulsora seleccionada siga la línea hacia la derecha a las dos columnas tituladas "Diám. de Paso de Poleas" y tome nota de los diámetros requeridos. Si el impulsor es un motor eléctrico use los HP del motor (no los del diseño) y los rpm de la Tabla 3 para cerciorarse de que la polea propulsora esté conforme al estándar, para el diámetro mínimo de la polea. En caso negativo, seleccione otra transmisión con polea propulsora de diámetro mayor, o consulte a la DODGE®

**Paso 5. Seleccione una distancia entre centros de las mostradas en la misma línea**—Si no existe una dimensión que determine la distancia entre centros use  $(D + 3d)/2$  ó  $D$ , (la que fuere mayor), como distancia entre centros preferida. (D y d son los diámetros de la polea grande y pequeña respectivamente. Observe el número de la banda, arriba de la columna, de la cual se selecciona la distancia entre centros. Desde la distancia entre centros trace una línea hacia abajo hasta la primera cifra que esté entre dos rayas. Esta cifra (Súmele 0.10 a la misma, si la distancia entre centros elegida está marcada) es el factor de corrección arco-longitud combinado. Este factor corrige el arco de contacto en la polea pequeña y la longitud de la banda.

**Paso 6. HP por Banda**—Vuelva sobre la misma línea hacia las columnas tituladas "HP por Banda para Velocidades de Motor de" y en la columna correspondiente hallará el HP por banda que deberá multiplicarse por el factor de corrección arco-longitud combinado encontrado en el Paso 5.

**Paso 7. Número de Bandas requeridas**—Divida los HP del Diseño hallado en el Paso 1 entre el valor encontrado en el paso 6. Si el resultado contiene una fracción, emplee el número entero inmediato superior como cantidad de bandas a usar.

Información General: Página 24.

8 Dodge de México, S.A.

Seleccione una transmisión para un compresor de 3 cilindros para servicio continuo que va a trabajar a 275 rpm y que será impulsado por un motor de jaula de ardilla con par de torsión normal de 30 HP, 1160 rpm. Los centros estarán a unos 92 cms. (36").

**Paso 1**—El factor de servicio señalado en la tabla 2 es 1.4. El factor 1.4 multiplicado por 30 HP, da un HP de Diseño de 42.

**Paso 2**—En la Tabla 1, primera columna, trazando una línea hacia la derecha desde 1160 rpm y subiendo otra desde 42 HP que es la del Diseño, se encontrará en la intersección la sección recomendada para la banda que es la "C".

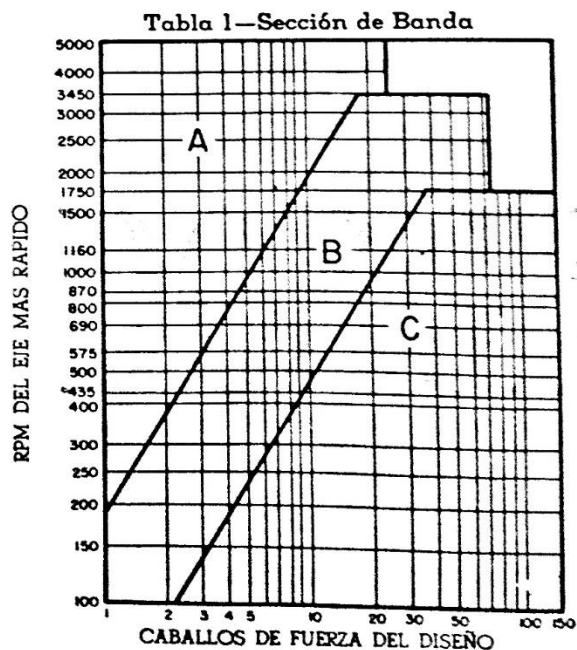
**Paso 3**—En la Página 23, la velocidad propulsada más próxima para un motor de 1160 rpm es 274 rpm.

**Paso 4**—En la línea de la velocidad-propulsada de 274 rpm se encuentran los diámetros de paso de las poleas, 21.50 cm. (8.5") y 91.44 cm (36"). Observe que la polea del motor se encuentra dentro del estándar para el diámetro mínimo de estas poleas. Vea Tabla 3.

**Paso 5**—En la misma línea se selecciona 91.19 cm (35.9") como distancia entre centros. Observe que el número de la banda es C144. Observe también que el factor de corrección arco-longitud combinado es .89.

**Paso 6**—Volviendo sobre la misma línea observe que el HP por banda es de 9.76. Este valor multiplicado por el factor .89 del Paso 5 da 8.69 HP corregido por banda.

**Paso 7**—Dividiendo los 42 HP del Diseño previamente determinados entre 8.69, el resultado indica que se requieren cinco bandas.



©Marca Reg

## Selección de Transmisiones DODGE® para Bandas A, B y C

### Tabla 2—Factores de Servicio

Máquina Impulsada	Impulsor					
<p>Los tipos enumerados abajo son solamente ejemplos representativos. Escoja el grupo abajo indicado cuyas características de carga se aproximen más a las de la máquina que se esté considerando.</p> <p>Si se emplean poleas intermedias, agregue al factor de servicio lo siguiente:</p> <p>Polea Intermedia en el lado sin tensión (lado interior de las bandas) ..... Nada</p> <p>Polea intermedia en el lado sin tensión (lado exterior de las bandas) ..... 0.1</p> <p>Polea intermedia en el lado con tensión (lado interior de las bandas) ..... 0.1</p> <p>Polea intermedia en el lado con tensión (lado exterior de las bandas) ..... 0.2</p>	Motores AC: Par Motor Normal, Jaula de ardilla, Sincronizados, Fase Dividida.		Motores AC: Alto Par Motor, Gran deslizamiento, Repulsión, Inducción, Monofásicos, Embobinado en Serie, Anillos Deslizantes.			
	Motores DC: Embobinado en derivación		Motores DC: Embobinado en Serie, Embobinado Compuesto.			
	Motores de Explosión*: Combustión Interna de Cilindros Múltiples		Motores de Explosión*: Combustión Interna de un solo Cilindro.			
	Servicio Intermitente	Servicio Normal	Servicio Continuo	Servicio Intermitente	Servicio Normal	Servicio Continuo
	3 a 5 horas Diarias o por Temporada	8 a 10 Horas Diarias	16 a 24 Horas Diarias	3 a 5 Horas Diarias o por Temporada	8 a 10 Horas Diarias	16 a 24 Horas Diarias
Agitadores de líquidos Ventiladores y extractores Compresores y Bombas centrífugas Ventiladores hasta de 10 HP Bandas transportadoras de Servicio liviano	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
Bandas transportadoras para Arena, Granos, etc. Mezcladoras de masa Ventiladores sobre 10 HP Generadores Ejes de Transmisión Máquinas de lavar Herramientas mecánicas Balancines-Pressas-Cizallas Maquinaria de Imprenta Bombas giratorias de desplazamiento positivo Tamices revolventes y de vibración	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4
Máquinas ladrilleras Palas elevadoras Excitadores Compresores de Pistón Transportadores (Cubos de Arrastre y de Tornillo) Molinos a Martillos Batidoras para Fábricas de Papel Bombas a Pistón Sopladoras de Desplazamiento Positivo Pulverizadoras Maquinaria para Aserraderos e Industrias Madereras Maquinaria Textil	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6
Trituradoras (Rodillo-Mordaza-Giratoria) Molinos (Tubo-Varilla-Rotular) Grúas Calandrias de Hule-Troqueladoras-Molinos	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.8
Equipo de Extinción* Condiciones en Riesgos de Incendio*	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

\* Aplique el factor de servicio indicado para la clasificación del motor de servicio continuo. Reste 0.2 (con un factor de servicio mínimo de 1.0) cuando se aplica a la clasificación máxima del motor.

\* Donde prevalecen los riesgos de incendios y se aplican reglamentos de prevención contra el fuego, se recomienda que se diseñen las transmisiones empleando un factor de servicio de 2.0 sobre la clasificación HP del motor.

### Tabla 3—Diámetros de Paso Mínimos Recomendados en Poleas para Motores Eléctricos

RPM de Motor	HP de Motor																			
	½	¾	1	1½	2	3	5	7½	10	15	20	25	30	40	50	60	75	100	125	150
575	6.35	7.62	7.62	7.62	9.53	11.43	11.43	13.34	15.24	17.15	20.96	22.86	25.40	25.40	27.94	30.48	35.56	45.72	50.80	55.88
695	6.35	6.35	6.35	7.62	7.62	9.53	11.43	11.43	13.34	15.24	17.15	20.96	22.86	25.40	25.40	27.94	33.02	38.10	45.72	50.80
870	6.35	6.35	6.35	6.35	7.62	7.62	9.53	11.43	11.43	13.34	15.24	17.15	17.15	20.96	22.86	25.40	25.40	33.02	38.10	45.72
1160	...	6.35	6.35	6.35	6.35	7.62	7.62	9.53	11.43	11.43	13.34	15.24	17.15	17.15	20.96	22.86	25.40	33.02	33.02	33.02
1750	...	...	5.72	6.35	6.35	6.35	7.62	7.62	9.53	11.43	11.43	11.43	13.34	15.24	17.15	19.05	22.86	25.40	27.94	...
3450	...	...	...	5.72	6.35	6.35	6.35	7.62	7.62	9.53	11.43	11.43	...	...	...	...	...	...	...	...

Nota: Estos diámetros son por lo general conservadores. Motores y cojinetes específicos pueden permitir el uso de poleas más

pequeñas. Consulte al fabricante del motor si se desea instalar una polea más pequeña.

Empujar el número de la potencia de la placa en la línea superior y el número de la velocidad de la transmisión en la línea lateral.

Velocidades Transmisoras con RPM de Motor de 3450	Relación	Diámetro de Paso de Poleas		HP por Banda para Velocidades de Motor de 1750		Distancia entre Centros (cm) y Factor de Corrección Arco-Longitud Combinado. Las Distancias entre Centros se aproximan y deben tomarse como al instalar bandas para compensación de las mismas.																		
		Propulsora cm.	Propulsada pulg.	3450	1750	A42	A46	A51	A55	A60	A68	A75	A80	A85	A90	A96	A105	A112						
3184	1.08	13.21	5.2	14.22	5.6	4.89	3.37	2.44	19.56	27.64	28.45	33.53	38.61	44.96	50.04	56.39	66.55	75.44	81.79	88.14	94.49	102.11	113.54	127.43
3165	1.06	11.18	4.4	12.19	4.8	3.95	2.63	1.91	22.61	31.90	35.56	41.66	48.01	53.09	59.44	69.60	78.49	84.84	91.19	97.54	105.15	116.58	135.08	154.58
3165	1.09	11.68	4.6	12.70	5.0	4.21	2.82	2.05	21.84	26.92	31.58	37.68	44.03	49.11	55.46	65.62	74.51	80.86	87.21	93.56	101.17	112.60	131.10	150.60
3165	1.09	16.26	6.4	17.78	7.0	4.21	3.37	2.44	21.84	26.92	31.58	37.68	44.03	49.11	55.46	65.62	74.51	80.86	87.21	93.56	101.17	112.60	131.10	150.60
3136	1.10	10.16	4.0	11.18	4.4	3.38	2.23	1.63	24.38	29.46	33.27	38.35	43.43	49.78	54.86	61.21	71.37	80.26	86.61	92.96	99.31	106.93	118.36	127.25
3136	1.10	10.67	4.2	11.68	4.6	3.67	2.43	1.77	23.37	28.45	32.24	37.32	42.40	48.75	53.83	60.18	70.34	79.23	85.58	91.93	99.55	110.98	124.87	133.76
3108	1.11	14.73	5.8	16.26	6.4	2.76	4.03	2.87	21.84	26.92	31.58	37.68	44.03	49.11	55.46	65.62	74.51	80.86	87.21	93.56	101.17	112.60	131.10	150.60
3108	1.11	9.14	3.6	10.16	4.0	2.76	1.83	1.35	25.91	30.99	34.80	39.88	44.96	51.31	56.39	62.74	72.90	81.79	88.14	94.49	102.11	113.54	127.43	136.32
3108	1.11	9.65	3.8	10.67	4.2	3.07	2.07	1.47	25.91	30.99	34.80	39.88	44.96	51.31	56.39	62.74	72.90	81.79	88.14	94.49	102.11	113.54	127.43	136.32
3108	1.11	13.72	5.4	15.24	6.0	5.15	3.67	2.61	23.37	28.45	32.24	37.32	42.40	48.75	53.83	60.18	70.34	79.23	85.58	91.93	99.55	110.98	124.87	133.76
3080	1.12	14.22	5.6	15.75	6.2	4.44	3.94	2.74	22.61	27.69	31.48	36.56	41.64	47.72	52.80	58.88	68.04	76.93	83.28	89.63	97.25	108.68	122.57	131.46
3080	1.12	8.64	3.4	9.65	3.8	2.44	1.63	1.20	26.67	31.75	35.56	40.64	45.72	50.80	55.88	62.23	72.39	81.28	87.63	93.98	101.60	113.03	126.92	135.81
3080	1.12	12.70	5.0	14.22	5.6	4.71	3.20	2.33	19.81	24.89	28.70	33.78	38.86	43.94	49.02	54.10	63.26	72.15	78.50	84.85	92.47	103.90	117.79	126.68
3080	1.12	13.21	5.2	14.73	5.8	4.95	3.40	2.47	19.05	24.13	27.94	33.02	38.10	43.18	48.26	53.34	62.50	71.39	77.74	84.09	91.71	103.14	117.03	125.92
3053	1.13	7.62	3.0	8.64	3.4	1.83	1.24	.93	28.19	33.27	37.08	42.16	47.24	52.32	57.40	63.48	72.64	79.99	86.34	92.69	100.31	111.74	125.63	134.52
3053	1.13	8.13	3.2	9.14	3.6	2.17	1.45	1.08	27.43	32.51	36.32	41.40	46.48	51.56	56.64	62.72	71.88	79.23	85.58	91.93	99.55	110.98	124.87	133.76
3053	1.13	11.68	4.6	13.21	5.2	4.28	2.85	2.07	21.59	26.67	30.48	35.56	40.64	45.72	50.80	55.88	65.04	73.93	80.28	86.63	94.25	105.68	119.57	128.46
3053	1.13	12.19	4.8	13.72	5.4	4.54	3.04	2.21	20.57	25.65	29.46	34.54	39.62	44.70	49.78	54.86	64.02	72.91	79.26	85.61	93.23	104.66	118.55	127.44
3053	1.13	14.22	5.6	15.75	6.2	4.95	3.40	2.47	19.05	24.13	27.94	33.02	38.10	43.18	48.26	53.34	62.50	71.39	77.74	84.09	91.71	103.14	117.03	125.92
1549	1.027	11.3	7.62	12.70	5.6	1.83	1.24	.93	28.19	33.27	37.08	42.16	47.24	52.32	57.40	63.48	72.64	79.99	86.34	92.69	100.31	111.74	125.63	134.52
1549	1.027	11.3	8.13	9.14	3.6	2.17	1.45	1.08	27.43	32.51	36.32	41.40	46.48	51.56	56.64	62.72	71.88	79.23	85.58	91.93	99.55	110.98	124.87	133.76
1549	1.027	11.3	11.68	12.70	5.0	4.02	2.46	1.93	23.11	28.19	32.00	37.08	42.16	47.24	52.32	57.40	66.56	75.45	81.80	88.15	95.77	107.20	121.09	129.98
1549	1.027	11.3	12.19	13.21	5.4	4.54	3.04	2.21	22.35	27.43	31.24	36.32	41.40	46.48	51.56	56.64	65.80	74.69	81.04	87.39	95.01	106.44	120.33	129.22
1549	1.027	11.3	14.22	15.24	6.0	4.95	3.40	2.47	22.10	27.18	30.99	36.07	41.15	46.23	51.31	56.39	65.55	74.44	80.79	87.14	94.76	106.19	120.08	128.97
3000	1.15	10.16	4.0	11.68	4.6	3.45	2.26	1.65	23.88	28.96	32.77	37.85	42.93	48.01	53.09	59.44	69.60	78.49	84.84	91.19	98.81	108.24	122.13	131.02
3000	1.15	13.21	5.2	15.24	6.0	5.02	3.43	2.49	23.88	28.96	32.77	37.85	42.93	48.01	53.09	59.44	69.60	78.49	84.84	91.19	98.81	108.24	122.13	131.02
3000	1.15	13.72	5.4	15.75	6.2	5.22	3.70	2.63	21.64	26.72	30.53	35.61	40.69	45.77	50.85	56.93	66.09	74.98	81.33	87.68	95.30	106.73	120.62	129.51
3000	1.15	9.65	3.8	11.18	4.4	3.14	2.06	1.51	24.64	29.72	33.53	38.61	43.69	48.77	53.85	59.93	69.09	77.98	84.33	90.68	98.30	107.73	121.62	130.51
2970	1.16	12.70	5.0	14.73	5.8	4.78	3.23	2.35	19.56	24.64	28.45	33.53	38.61	43.69	48.77	53.85	63.01	71.90	78.25	84.60	92.22	103.65	117.54	126.43
2949	1.17	9.14	3.6	10.67	4.2	2.43	1.88	1.31	25.40	30.48	34.29	39.37	44.45	49.53	54.61	60.69	69.85	76.20	82.55	89.20	96.82	107.25	121.14	130.03
2949	1.17	11.68	4.6	13.72	5.4	4.28	2.83	2.21	20.32	25.40	29.21	34.29	39.37	44.45	49.53	54.61	63.77	72.66	79.01	85.36	92.98	104.41	118.30	127.19
2949	1.17	12.19	4.8	14.22	5.6	4.54	3.14	2.32	20.32	25.40	29.21	34.29	39.37	44.45	49.53	54.61	63.89	72.78	79.13	86.75	97.18	111.07	124.96	133.85
2970	1.17	15.24	6.0	17.78	7.0	4.95	3.40	2.47	19.05	24.13	27.94	33.02	38.10	43.18	48.26	53.34	62.50	71.39	77.74	84.09	91.71	103.14	117.03	125.92
1496	1.17	17.78	7.0	20.83	8.2	5.99	3.66	2.61	19.05	24.13	27.94	33.02	38.10	43.18	48.26	53.34	62.50	71.39	77.74	84.09	91.71	103.14	117.03	125.92
2924	1.18	8.64	3.4	10.16	4.0	2.51	1.66	1.22	31.24	35.05	40.13	45.21	50.29	55.37	60.45	65.53	74.69	83.58	89.93	96.28	103.90	115.33	129.22	138.11
2924	1.18	11.18	4.4	12.70	5.0	4.02	2.46	1.93	21.84	26.92	30.73	35.81	40.89	45.97	51.05	56.13	65.29	74.18	80.53	86.88	94.50	105.93	119.82	128.71
2899	1.19	8.13	3.2	9.65	3.6	2.23	1.48	1.10	33.26	37.07	41.88	46.69	51.50	56.31	61.12	65.93	75.09	83.98	90.33	96.68	104.30	115.73	129.62	138.51
2899	1.19	10.16	4.0	11.68	4.6	3.80	2.49	1.81	27.69	32.77	36.58	41.66	46.74	51.82	56.90	62.08	71.24	78.59	84.94	91.29	98.91	108.34	122.23	131.12
2899	1.19	13.21	5.2	15.24	6.0	5.08	3.46	2.51	23.37	28.45	32.24	37.32	42.40	47.48	52.56	57.64	66.80	75.69	82.04	88.39	96.01	107.44	121.33	130.22
2899	1.19	13.72	5.4	15.75	6.2	5.28	3.73	2.65	22.61	27.69	31.48	36.56	41.64	46.72	51.80	56.88	66.04	74.93	81.28	87.63	95.25	106.68	120.57	129.46
2875	1.20	7.62	3.0	9.14	3.6	1.89	1.27	.95	33.02	36.83	41.64	46.45	51.26	56.07	60.88	65.69	74.85	83.74	90.09	96.44	104.06	115.49	129.38	138.27
2875	1.20	10.16	4.0	12.19	4.8	3.51	2.29	1.67	28.45	33.53	37.34	42.42	47.50	52.58	57.66	62.74	71.90	79.25	85.60	91.95	99.57	110.00	123.89	132.78
2875	1.20	12.70	5.0	15.24	6.0	4.84	3.26	2.37	24.13	29.21	33.02	38.10	43.18	48.26	53.34	58.42	67.58	76.47	82.82	89.17	96.79	107.22	121.11	130.00
2851	1.21	9.65	3.8	11.68	4.6	3.20	2.09	1.53	29.46	34.54	38													

## Imágenes

Imagen 3.8.1. Localización Plantas La Cruz Azul .....	17
Imagen 4.2.2.1. Carga y Acarreo de Materia Prima.....	28
Imagen 4.3.2.1. Trituración Materia Prima, Trituración Primaria.....	30
Imagen 4.3.2.2. Triturador Cónico, Krupp.....	31
Imagen 4.3.2.3. Banda Transportadora, directo a tolvas. Trituración Primaria .....	31
Imagen 4.3.2.4. Almacenamiento de Caliza .....	32
Imagen 4.4.2.1. Trituración Secundaria y Terciaria.....	33
Imagen 4.6.2.1. Almacenamiento de Área PH – Pizarra .....	34
Imagen 4.6.4.1. Almacenamiento PH – Caliza.....	34
Imagen 4.7.3.1. Tolvas de Almacenamiento Materias Primas.....	36
Imagen 4.7.3.2. Dosificadores de Materias Primas, para Molienda de Harina Cruda .....	36
Imagen 4.7.3.3. Bandas Transportadoras de Materias Primas, para Molienda de Harina Cruda ....	37
Imagen 4.7.5.1. Molino de Harina Cruda. ....	38
Imagen 4.8.1. Silos de Homogeneización y Almacenamiento de Harina Cruda .....	39
Imagen 4.9.4.2. Horno Rotatorio No. 4.....	41
Imagen 4.10.2.1. Etapas del Hornos Rotatorio No. 4.....	42
Imagen 4.10.2.2. Descripción Etapas del Horno Rotario No. 4.....	43
Imagen 4.11.2.1 Enfriador de Clinker producido por el Horno Rotatorio No. 4 .....	45
Imagen 4.13.3.1. Materias Primas, para Molinos de Cemento .....	47
Imagen 4.13.3.2. Molino de Cemento Horizontal No. 11 .....	47
Imagen 4.13.3.3. Molino de Cemento Vertical No. 12.....	47
Imagen 4.14.1 Máquinas Ensacadoras Automáticas de Tipo Rotatorio (HAVER).....	48
Imagen 4.14.2. Sistema 2 de Envase y Embarque Autopac .....	48



Imagen 4.14.3. Sistema 1 Automatizado de Paletizado Autopac .....	49
Imagen 4.14.4. Sistema 1 Automatizado de Estibado.....	49
Imagen 4.14.5. Sistema 2 de Envase y Embarque.....	50
Imagen 7.1. Descripción Área PH Pizarra .....	55
Imagen 7.2. Descripción Área Molinos de Harina Cruda 8 y 9.....	55
Imagen 7.3.1. Banda 9 – 10, Transporte de Materias Primas, Abrasivos .....	58
Imagen 7.3.2. Caída Alimentación Banda 9 – 10 a Banda 11.....	58
Imagen 7.3.3. Rodillos de Impacto para Banda Transportadora .....	59
Imagen 7.3.4. Rodillos de carga y Retorno para Banda Transportadora .....	59
Imagen 7.3.5. Detectores de Movimiento .....	59
Imagen 7.3.6. Banda Transportadora No.11 en desuso.....	60
Imagen 7.3.7. Cabezal conducido de perfil estructural .....	60
Imagen 7.3.8. Entrada de Caída de Materias Primas de Abrasivos, Directo a Cangilón .....	60
Imagen 7.5.1. Plano para Instalación Sistemas Bypass, (Vista Superior) .....	71
Imagen 7.5.2. Plano para Instalación Sistemas Bypass, Frontal).....	72
Imagen 7.7.1. Cronograma de Actividades .....	74

## Tablas

Tabla 3.9.1. tipos de cemento de acuerdo con la norma ASTM c – 150.....	19
Tabla 4.2.4.1. Parámetros de Control de Materias Primas .....	28
Tabla 4.3.2.1. Capacidades de Tolvas en Trituración Primaria .....	30
Tabla 4.7.5.1. Características Molinos de Harina Cruda 8 y 9.....	37
Tabla 4.8.1.1 Características Silos de Homogeneización .....	39
Tabla 4.8.5.1. Características Silos de Almacenamiento.....	40
Tabla 4.9.4.1. Características Horno No. 4.....	41
Tabla 4.10.2.1. Etapas del Pre – calentador.....	42
Tabla 4.13.1. Características Molinos de Cemento.....	46
Tabla 7.4.1. Datos Conocidos Banda 11 .....	61
Tabla 7.4.2. Descripción Materiales Abrasivos .....	61
Tabla 7.4.2.1. Fluidez – ángulo de sobrecarga – ángulo de reposo .....	62
Tabla 7.4.2.2. Características del material y peso por pie cúbico.....	62
Tabla 7.4.2.3. Velocidades de cinturón de máximo recomendadas .....	62
Tabla 7.4.3.1. Factor de transmisión (K) para prevenir el deslizamiento .....	63
Tabla 7.4.3.2. Características Selección de la Banda Correcta.....	64
Tabla 7.4.3.3. Características Empalme Vulcanizado para Bandas Transportadoras .....	65
Tabla 7.4.3.4. Características Ancho para Bandas Transportadoras.....	65
Tabla 7.4.3.5. Características Capacidad de Impacto.....	66
Tabla 7.4.3.6. Características Capas Máximas Permisibles por Acanalamiento .....	67
Tabla 7.4.3.7. Características Diámetros Mínimos de Poleas .....	68
Tabla 7.4.3.8. Características Cubierta y Espesores.....	68

Tabla 7.4.4.1 Características factor de servicio para banda transportadora .....	69
Tabla 7.4.4.2 Características factor selección de transmisiones.....	70
Tabla 7.6.1. Características lámina fierro negro .....	73
Tabla 7.6.2. Características Materiales y Costos.....	73
Tabla 7.8.1. Línea Producción Pizarra Triturada (abril).....	76
Tabla 7.8.2. Rendimiento Pizarra Triturada (abril).....	76
Tabla 7.8.3. Línea de Producción Arena Sílice Triturada (Morrito/abril) .....	77
Tabla 7.8.4. Rendimiento Arena Sílice Triturada (Morrito/abril) .....	77
Tabla 7.8.5. Línea de Producción Arena Sílice Triturada (Aguilera/abril) .....	78
Tabla 7.8.6. Rendimiento Arena Sílice Triturada (Aguilera/abril) .....	78
Tabla 7.8.7. Línea de Producción Mineral de Hierro (abril) .....	80
Tabla 7.8.8. Rendimiento Mineral de Hierro (abril) .....	80
Tabla 7.8.9. Línea Producción Pizarra Triturada (mayo) .....	81
Tabla 7.8.10. Rendimiento Pizarra Triturada (mayo) .....	81
Tabla 7.8.11. Línea de Producción Arena Sílice Triturada (Morrito/ mayo) .....	82
Tabla 7.8.12. Rendimiento Arena Sílice Triturada (Morrito/ mayo) .....	82
Tabla 7.8.13. Línea de Producción Arena Sílice Triturada (Aguilera/ mayo).....	84
Tabla 7.8.14. Rendimiento Arena Sílice Triturada (Aguilera/ mayo) .....	84
Tabla 7.8.15. Línea de Producción Mineral de Hierro (mayo) .....	85
Tabla 7.8.16. Rendimiento Mineral de Hierro (mayo) .....	85
Tabla 7.8.17. Línea Producción Pizarra Triturada (junio) .....	86
Tabla 7.8.18. Rendimiento Pizarra Triturada (junio).....	86
Tabla 7.8.19. Línea de Producción Arena Sílice Triturada (Morrito/ junio) .....	88
Tabla 7.8.20. Rendimiento Arena Sílice Triturada (Morrito/ junio) .....	88
Tabla 7.8.21. Línea de Producción Arena Sílice Triturada (Aguilera/ junio) .....	89

Tabla 7.8.22. Rendimiento Arena Sílice Triturada (Aguilera/ junio) .....	89
Tabla 7.8.23. Línea de Producción Mineral de Hierro (junio) .....	90
Tabla 7.8.24. Rendimiento Mineral de Hierro (junio) .....	90
Tabla 8.1.1. Costos Producción Harina Cruda (Ton/Hr) .....	91
Tabla 8.1.2. Costos Producción Harina Cruda (Ton/Mes) .....	91
Tabla 8.1.3. Promedio Producción Harina Cruda .....	91
Tabla 8.2.1. Costos Totales de Inversión Inicial .....	92
Tabla 8.2.2. Total, Inversión Inicial.....	93
Tabla 8.3.1. Datos para Cálculos .....	94
Tabla 8.3.2. Descripción gastos KW/hr para cada equipo PH Pizarra .....	94

## Diagramas

Diagrama 3.5.1. Principios, Cooperativa La Cruz Azul.....	13
Diagrama 3.5.2. Valores, Cooperativa La Cruz Azul .....	14
Diagrama 3.6.1. Empresas Sociales, Cooperativa La Cruz Azul .....	14
Diagrama 3.6.2. Cooperativas, Cooperativa La Cruz Azul .....	15
Diagrama 3.6.3. Empresas de Desarrollo Horizontal, Cooperativa La Cruz Azul .....	15
Diagrama 3.7.1. Mercados, Cooperativa La Cruz Azul .....	16
Diagrama 3.8.1. División de Clientes Beneficiarios, Cooperativa La Cruz Azul .....	17
Diagrama 4.1. Proceso de Elaboración del Cemento Cruz Azul .....	26
Diagrama 4.3.1. Departamentos de Trituración de Materias Primas .....	29
Diagrama 4.3.2. Tipos de Trituradores en los Departamentos de Trituración .....	29

Descripción Equipos del Área (Pre - homogeneización Pizarra)

LA CRUZ AZUL.S.C.L. LAGUNAS . OAXACA		C A T A L O G O PARTES COMPONENTES DE EQUIPOS ELECTRICOS					HOJA No. DE			
No. CODIGO		D E P A R T A M E N T O TRITURACION DE PIZARRA SISTEMA II			R E A L I Z O JLOC/REF* agap		F E C H A 6/FEB/92.			
PDA.	NUMERO DE EQUIPO	D E S C R I P C I O N	MOTOR	M A R C A	NUMERO DE SERIE	H. P. O K.W.	CICLO/FASES	R.P.M.	POLOS	COMEXION PRIM.
01	115020101	MOTOVARIADOR DE VELOCIDAD DEL ALIM. WOBBLER.	TP2 M001	IEM	2801013	25 HP 18.5KW	60	3	1178	6
02	115030101	MOTOR DEL IMPACTOR DE PIZARRA	TP2 M002	GENERAL ELECTRIC	44123345-1 HS8422649	350HP	60	3	885	8
03	115030104	PLACAS MOVILES DE IMPACTOR	TP2 M002A	IEM	80A24862	10 HP 7.5 KW	60	3	1740	4
04	1150401	BANDA TRANSPORTADORA 8-B	TP2 M003	IEM	1801019	50 HP 37 KW	60	3	1781	4
05	1150402	BANDA TRANSPORTADORA 9/10	TP2 M004	IEM	0810003	2.5 HP 18.5KW	60	3	1770	4
06	115040201	DESCARGADOR LATERAL EN BANDA TRANSP. 9/10	TP2 M004A	WESTING HOUSE	820A	1.5 HP 1.1 KW	60	3	1740	4
07	1150403	BANDA TRANSPORTADORA # 11	TP2 M009	GENERAL ELECTRIC	DG	10 HP 7.5 KW	60	3	1750	4
08	1150501	COLECTOR DE POLVO								
09	115050101	ESCLUSA DE DESCARGA DEL COLECTOR DE POLVO	TP2 M007	U.S	055662826	2 HP 1.5 KW	60	3	1800	4
10	115050102	VENTILADOR PRINCIPAL DEL COLECTOR DE POLVO	TP2 M006	U.S	053418717	75 HP 55 KW	60	3	1800	4
11	115070104	VENTILADOR DE PRESURIZACION DEL C.C.M.		IEM	80A24856	5 HP 37 KW	60	3	1720	4

CAL / JLO-19



**LA CRUZ AZUL, S.C.L.**  
LAGUNAS - OAXACA

**L I S T A D E D E S P I E C E**

HOJA

1 5

D E P A R T A M E N T O		P R O V E E D O R		N O. SERIE	
TRANSPORTE DE MATERIAS PRIMAS (MATERIALES ABRASIVOS)		EQUIPOS TECNICOS INDUSTRIALES S. A.			
E O U I P O / M A T E R I A L		C O D I G O		F E C H A	
ELEVADOR DE CANGILONES Nº 3		125 02 06		JLO / JLV FEBRERO/20/84.	
CODIGO	NOMBRE DE LA PIEZA	M A R C A	CODIGO FABRICANTE	CANTIDAD	C A R A C T E R I S T I C A S
	Elevador de cangilones.	E.T.I.S.A.	AC 1618-05 M		Capacidad 250 TMPH, altura entre centros 36.73mts.
1	Bota.	E.T.I.S.A.		1	Tamaño: 34" x 64". Ver dibujo.
2	Caja.	E.T.I.S.A.		11	Tamaño: 34" x 64". Ver dibujo.
3	Cabeza.	E.T.I.S.A.		1	Tamaño: 34" x 64". Ver dibujo.
4	Tornillos para ensamble de cuerpo.	E.T.I.S.A.	NC	384	3/8" Ø x 1 1/4" long., cabeza hexagonal con tuerca material: Fierro negro.
5	Sello contra fuga de polvo en ensamble de cuerpo.			62 mts	1/4" Ø, material: Cordón de asbesto.
6	Flecha motriz.	E.T.I.S.A.		1	6 15/16" Ø con desbaste, dibujo ETISA: SF 802-80, ver dibujo Cruz Azul.
7	Maza postiza.	E.T.I.S.A.	Modelo: Nº 20 tamaño: Nº 4.	1	Ver dibujo.
8	Opresor maza postiza, - rueda de tracción.		NC	4	1" Ø x 1" long., caja hexagonal.
9	Cuña maza postiza, rueda de tracción.			1	1 1/2" x 1" x 8 1/2" long., material: Cold Rolled.
10	Abrazaderas de reterisión maza postiza, rueda de tracción.			2	Ver dibujo.
11	Tornillos para abrazaderas, maza postiza, rueda de tracción.		NC	12	5/8" Ø x 2 1/2" long., cabeza hexagonal con tuerca material: Fierro negro, con arandela de presión.
12	Rueda de tracción.	REXNORD	ER 859-26"	1	3 piezas, segmentos. Ver dibujo.
13	Tornillos para ensamble segmentos.		NC	12	3/4" Ø x 3" long., cabeza hexagonal, material: Acro, grado 5, con arandela de presión.
14	Chumaceras.	S K F	SD 3136	2	

CAL / JLO.



LA CRUZ AZUL, S.C.L.  
LAGUNAS, OAXACA

LISTA DE DESPICHES

HOJA  
2 5

DEPARTAMENTO	AMEN T O	PEROVIDOR	NO. SERIE
TRANSPORTE DE MATERIAS PRIMAS (MATERIALES-ABRASIVOS)			
EQUIPO	M A Q U I N A	C O D I G O	R E A L I Z O
ELEVADOR DE CANGILONES No. 3			F E C H A

CODIGO	NOMBRE DE LA PIEZA	MARCA	CODIGO FABRICANTE	CANTIDAD	CARACTERISTICAS
15	Rodamiento chumaceras rueda de tracción.	S.K.F.	23136CK/W33	2	Rodillos a rótula.
16	Manguitos de fijación con tuerca y arandela.	S.K.F.	HE 3136	2	
17	Tornillos para tapa chumaceras.		PROTOR CAP NC	8	7/8" $\phi$ x 4 1/2" long., cabeza hexagonal, material Acero.
18	Tornillos sujeción de chumaceras.		NC	8	1" $\phi$ x 5 1/2" long., cabeza hexagonal, material: Fierro negro.
19	Flecha rueda tensora.	E.T.I.S.A.		1	3 7/16" $\phi$ , dibujo ETISA: SF 905-78, ver dibujo - Cruz Azul.
20	Maza postiza.	E.T.I.S.A.	Modelo: No 16 tamaño: No 2.	1	Ver dibujo.
21	Opresor maza postiza - rueda tensora.		NC	4	3/4" $\phi$ x 3/4" long., caja hexagonal.
22	Cuña maza postiza, rueda tensora.			1	7/8" x 3/4" x 8" long., material: Cold Rolled.
23	Abrazaderas de retención maza postiza rueda tensora.			2	Ver dibujo.
24	Tornillos para abrazaderas, maza postiza rueda tensora.		NC	12	5/8" $\phi$ x 2 1/2" long., cabeza hexagonal con tuerc material: Fierro negro, con arandela de presión.
25	Rueda tensora.	REXNORD	ER-859, 13 dts.	1	3 piezas, segmentos. Ver dibujo.
26	Tornillos para segmentos.		NC	12	3/4" $\phi$ x 3" long., cabeza hexagonal, material: Acero, con arandela de presión.
27	Chumaceras rueda tensora.	E.T.I.S.A.	No 24160 A	12	Función gris. Ver dibujo.
28	Bujes chumaceras.	E.T.I.S.A.	CA 4324-100	12	Material: Acero. Ver dibujo.

CAL/JLO.





LA CRUZ AZUL, S.C.L.  
LAGUNAS, OAXACA

LISTA DE DESPIECE

HOJA  
3

CODIGO	NOMBRE DE LA PIEZA	MARCA	CODIGO FABRICANTE	CANTIDAD	CARACTERISTICAS
29	Tornillos sujeción de bujes.		NC	2	3/4" $\phi$ x 1 1/2" long., cabeza plana con entrada para llave Allen, material: Acero, grado 1.
30	Tornillos para chumbraces.		NC	8	3/4" $\phi$ x 5 1/2" long., cabeza cuadrada con tuerca material: Fierro negro, con arandela plana y de presión.
31	Cadena de transporte.	REX	ER-859, con aditamento K 44.	76 mts	Paso: 6", paso entres cangilones: 12".
32	Cangilones.	E.T.I.S.A.	AC 18" x 10"	248	Dibujo ETISA: SA 602-78. Ver dibujo Cruz Azul.
33	Tornillos sujeción de cangilones.		NC	1984	5/8" $\phi$ x 2 1/4" long., cabeza hexagonal con tuerca material: Fierro negro.
34	Base para transmisión (motor y reductor).			1	Ver dibujo.
35	Tornillos sujeción de base para transmisión.		NC	6	1 1/4" $\phi$ x 3 3/4" long., cabeza hexagonal con tuerca, material: Fierro negro, con arandela plana y de presión.
36	Motor.	IEM		1	60 HP, 1780 RPM. Ver lista de motores.
37	Tornillos sujeción del motor.		NC	4	5/8" $\phi$ x 2 3/4" long., cabeza hexagonal con tuerca, material: Fierro negro, con arandela de presión.
38	Reductor.	FALK	8C2 02	1	Flechas paralelas, flecha de entrada 2 1/8" $\phi$ , flecha de salida 4 1/2" $\phi$ . Ver lista de reductores.
39	Tornillos sujeción del reductor.		NC	4	7/8" $\phi$ x 3" long., cabeza hexagonal con tuerca material: Fierro negro, con arandela de presión.
40	Acoplamiento.	FALK	70 WA	1	Tipo: Toroflex, con elemento elástico.
41	Tornillos en acoplamiento.		NC	16	5/16" x 1 1/2" long., cuerda corrida, cabeza hexagonal, materia: Acero, grado 8, con arandela de presión.

CAL/JLO-



LA CRUZ AZUL, S.C.L.  
LAGUNAS - OAXACA

L I S T A D E D E S P I E C E

HOJA  
4 5

CODIGO	NOMBRE DE LA PIEZA	M A R C A	CODIGO FABRICANTE	CANTIDAD	C A R R A C T E R I S T I C A S
42	Cuña acoplamiento motor			1	5/8" x 5/8" x 4" long., material: Cold Rolled.
43	Opresor acoplamiento motor		NC	2	1/2" Ø x 1" long., caja hexagonal.
44	Cuña acoplamiento reductor			1	1/2" x 1/2" x 4" long., material: Cold Rolled.
45	Opresor acoplamiento reductor		NC	2	1/2" Ø x 1" long., caja hexagonal.
46	Catarina impulsora		140 doble, 19 dientes.	1	Ver lista de transmisiones por catarinas y cadenas
47	Cuña catarina impulsora			1	1" x 1" x 6" long., material: Cold Rolled
48	Opresor catarina impulsora		NC	1	3/4" Ø x 3/4" long., caja hexagonal.
49	Catarina impulsada		140 doble, 53 dientes.	1	Ver lista de transmisiones por catarinas y cadenas
50	Cuña catarina impulsada			1	1 1/2" x 1" x 8" long., material: Cold Rolled.
51	Opresor catarina impulsada		NC	1	1" Ø x 1" long., caja hexagonal.
52	Cadena de transmisión.	MORSE	140 doble	4.66mts.	
53	Tensor de gravedad	E.T.I.S.A.		1	Ver dibujo.
54	Tornillos sujeción del marco tensor.		NC	8	1/2" Ø x 2" long., cabeza hexagonal con tuercas, material: Fierro negro, con arandela de presión.
55	Pernos de retensión en el marco tensor.		NC	2	Redondo, 5/8" Ø x 16" long., con 3" de rosca en sus dos extremos y dos tuercas por lado, material: Fierro negro.
56	Tornillos para tapas laterales de bota.		NC	72	3/8" Ø x 1" long., cabeza hexagonal con tuercas, material: Fierro negro. Ver dibujo código No 1.

CAL/JUO-



## Glosario

- Apilamiento: es la acción de almacenamiento de un material en lugares específicos.
- Bypass: alternativas de flujo de material en caso de paro en un cierto tiempo, pase directo por otro flujo de material. Evitando que el proceso se detenga, disminuir los costos de energía, de producción y tiempos de demora.
- Cargador Frontal (traxcavo): Maquina de combustión interna, que consta de un cucharón accionado por un sistema hidráulico, el cual se utiliza para atacar frentes de material y a su vez cargar camiones.
- Clinker: es el producto resultante de la fusión incipiente a elevadas temperaturas de los materiales calcáreos y arcillosos para obtener otros compuestos con propiedades hidráulicas.
- Criba: tamiz con abertura definida para clasificación de material a diferentes tamaños de partículas.
- Des carbonatación: grado de descomposición del Carbonato de Calcio en Oxido de Calcio y Bióxido de Carbono.
- Deslizador: caja rectangular metálica, la cual tiene una recamara donde se aplica aire por medio de ventiladores y una lona en la cual fluye el material por la acción del aire.
- Dosificadores: equipo electromecánico que sirve para pesar y dosificar en forma automática las materias primas que se alimentan a los molinos.
- Explosivos: compuesto o mezcla de compuestos químicos que arden o se descomponen rápidamente generando grandes cantidades de gas y calor.
- Harina cruda: es la mezcla de las diferentes materias primas, convenientemente dosificadas, molidas a una finura que favorezca las reacciones entre ellas.
- HIC: Horizontal Impact Crusher, separa las partículas menores o iguales a 5 mm.
- Homogeneización: proceso mediante el cual se reducen o eliminan las variaciones que pueda tener la harina cruda en cuanto a su composición química y finura.
- Molienda: operación de reducción de partículas mediante la acción de cuerpos moledores (bolas y rodillos de acero), a finuras específicas según el tipo de material que se trate.
- Octante: es la octava parte en la cual está dividido el fondo del silo, de acuerdo con su operación.
- Pre – homogeneización: operación de apilamiento en capas para uniformar el tamaño y la calidad química del material almacenado.

- Pulmón: deslizador pequeño que sirve para airear y homogeneizar la harina cruda dentro del silo.
- Polycom: equipo utilizado para reducir la granulometría del clínker de mayor a 1 pulgada a menor a  $\frac{3}{4}$  de pulgada.
- Trituración primaria: trituración pesada que se puede usar para la primera etapa de un proceso de reducción de tamaño de rocas.
- Yacimiento: es una localidad en donde existe una materia prima de calidad y cantidad económicamente costeable.