



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA

“Sistema transportador por banda de 7.5 m³/h para disminuir
costo de acarreo – procesadora de agregados “Consortio
Rojas Bances” S.R.L. Bambamarca”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Burga Cruzado Richard Henry (ORCID: 0000-0001-9196-1998)

ASESOR:

Mg. Dávila Hurtado Fredy (ORCID: 0000-0001-8604-8811)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y simulación de sistemas electromecánicos

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

La presente tesis está dedicada a:

Dedico este trabajo a las personas que me dieron la vida, mis padres, a quienes les doy las gracias por estar aquí hoy viendo realizar mis sueños. Las personas más importantes en mi vida, mis guías y motivación constante, mis padres.

Richard Henry

Agradecimiento

Es un deber, expresar mi profundo y sincero agradecimiento, director de carrera, personal jerárquico, docentes y administrativo de la universidad privada cesar vallejo (Chiclayo), por el total apoyo brindado a mi persona en especial agradezco a mis profesores, por sus sabias enseñanzas teóricas y prácticas y preparándome para ser un profesional al servicio de la población

Richard Henry

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA	5
3.1. Tipo y diseño de investigación	5
3.2. Variables y operacionalización	5
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	7
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	7
3.5. Procedimiento	7
3.6. Métodos de análisis de datos	8
IV. RESULTADOS	9
V. DISCUSIÓN	25
VI. CONCLUSIONES	26
VII. RECOMENDACIONES	27
REFERENCIAS	28
ANEXOS	31

Índice de tablas

Tabla 01: <i>Operacionalización de variables</i>	6
Tabla 02: <i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos.</i>	7
Tabla 03: <i>Acarreo de piedra bruta</i>	9
Tabla 04: <i>Proceso de Chancado</i>	10
Tabla 05: <i>Análisis del costo de acarreo</i>	13
Tabla 06: <i>Características del material</i>	14
Tabla 07: <i>Velocidades máximas aconsejables</i>	16
Tabla 08: <i>Capacidades de transporte volumétricos</i>	17
Tabla 09: <i>Maximun advised pitch of troughing sets</i>	18
Tabla 10: <i>Factor de choque $F_d = 1.0$</i>	19
Tabla 11: <i>Coeficiente de las resistencias fijas</i>	20
Tabla 12: <i>Costo de acarreo del material con una unidad vehicular (Volquete de 06 m³)</i>	22
Tabla 13: <i>Costo de acarreo del material con el uso de la faja transportadora</i>	22
Tabla 14: <i>Análisis económico</i>	24

Índice de figuras

<i>Figura 01:</i> Valor Agregado Bruto del sector construcción 2012-2018	1
<i>Figura 02:</i> Esquema general de una banda transportadora.	3
<i>Figura 03:</i> Vista del abastecimiento de piedras hacia la máquina chancadora	9
<i>Figura 04:</i> Proceso de Chancado de piedra	10
<i>Figura 05:</i> Carga de material a volquete	11
<i>Figura 06:</i> Puntos de ubicación de la faja transportadora.....	12
<i>Figura 07:</i> Cálculo de transporte por banda	14
<i>Figura 08:</i> Factor de inclinación K.....	16
<i>Figura 09:</i> Ángulo de sobrecarga, de reposo y fluidez del material	17
<i>Figura 10:</i> Factor de participación F_p	19
<i>Figura 11:</i> Eje del rodillo: tipo L.....	20

Resumen

La presente investigación se enmarca en el diseño de una faja transportadora para el acarreo de agregados de la zona de chancado que se encuentra ubicada a la margen izquierda del río Bambamarca, donde no se cuenta con un espacio adecuado para la operación de las unidades vehiculares y el llenado de estos con material, sin embargo, a la margen derecha se cuenta con una zona adecuada para este propósito en tal sentido se plantea esta investigación.

La empresa Consorcio Rojas Bances, se dedica a la venta de agregados, tales como piedra chancada del $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ " y confitillo, con una capacidad de procesamiento de 60 m³/día, tomando en cuenta esta producción se ha realizado el diseño de la faja transportadora de 40 metros de longitud calculando los diversos elementos tales como los rodillos portantes, rodillos interiores, la separación de cada uno de ellos para una mayor eficiencia, el tambor motriz y la potencia necesaria. De los cálculos realizados puedo indicar que los rodillos portantes son del tipo PSV/1 Ø 98mm C=258 mm, los rodillos de retorno son PSV/1 Ø 98 mm C=m 650 mm; el paso en las estaciones portante es de 1,4 m y el paso en las estaciones inferiores es de 3m, la potencia necesaria es de 1,5 KW; además de acuerdo al análisis económico podemos indicar que la inversión inicial asciende a S/. 60 000.00 nuevos soles, con una tasa de retorno del 26% y un Valor Actual Neto de S/ 141 834,91 soles; por lo que este proyecto si es factible.

Palabras claves: Faja transportadora, cilindro motriz, rodillos portantes, rodillos de retorno.

Abstract

The present investigation is framed in the design of a conveyor belt for the transport of people from the crushing area that is located on the left bank of the Bambamarca river, where there is no adequate space for the operation of the vehicle units and the filling of these with material, however, on the right bank there is an adequate area for this purpose in this sense, this research is proposed.

The company Consorcio Rojas Bances, is dedicated to the sale of aggregates, such as $\frac{1}{2}$ "and $\frac{3}{4}$ " crushed stone and confectionery, with a processing capacity of 60 m³ / day, taking into account this production the design of the conveyor belt of 40 meters in length calculating the various elements such as the supporting rollers, inner rollers, the separation of each of them for greater efficiency, the drive drum and the necessary power.

From the calculations made, I can indicate that the bearing rollers are of the type PSV / 1 Ø 98 mm C = 258 mm, the return rollers are PSV / 1 Ø 98 mm C = 650 mm; the pitch in the supporting stations is 1.4 m and the pitch in the lower stations is 3m, the required power is 1.5 KW; In addition, according to the economic analysis, we can indicate that the initial investment amounts to S / 60,000.00 nuevos soles, with a return rate of 26% and a Net Present Value of S / 141 834.91 soles; so this project is feasible.

Keywords: Conveyor belt, drive cylinder, support rollers, return rollers.

I. INTRODUCCIÓN

La creciente demanda en el rubro de la construcción, en la actualidad, ha traído como consecuencia un incremento en la extracción de materia prima.



Figura 01: Valor Agregado Bruto del sector construcción 2012-2018

Fuente: INEI

En la actualidad los sistemas de transporte por medio de bandas transportadoras han logrado obtener una posición que domina el transporte de materiales a granel teniendo ventajas, tales como, confiabilidad, versatilidad, economía, seguridad, etc. Si se compara con otros medios de transporte son las bandas transportadoras quienes cumplen con la exigencia de buena labor desarrollada y baja energía consumida, es decir, que sus bajos costos de operación los coloca en una situación muy favorable a la hora de seleccionarlos.

La ciudad de Bambamarca no está exenta de este crecimiento de las construcciones por lo que se ha incrementado la demanda de material de construcción, especialmente la piedra chacada, y debido a la ubicación de la planta de chacado de la empresa Consorcio Bances, a la margen derecha del río Bambamarca, donde el acceso de los volquetes es un poco dificultoso, ello llevo a planificar el diseño de un sistema de transporte de agregados hasta un punto de acarreo más adecuado ubicado al margen izquierdo del río.

Razón por el cual se hace necesario abordar este tema de investigación para lograr la sostenibilidad, económica, funcional y ambiental del proceso de extracción de

material mediante un sistema de transporte cuyos costos de operación sean menores al que existe actualmente y que reduzca los niveles de contaminación ambiental.

Esta realidad nos lleva a plantearnos la siguiente interrogante ¿En qué medida un sistema de transporte por banda reducirá el costo de acarreo en la Planta Procesadora de agregados Consorcio Rojas Bances hermanos SRL-Bambamarca?

Objetivo general:

- Proponer un sistema de banda transportadora de 7.5 m³/h de piedra chancada con la finalidad de disminuir el costo de acarreo en la Planta Procesadora de agregados – Bambamarca.

Objetivos específicos:

- Evaluar el costo actual de acarreo de material en la Planta Procesadora de agregados – Bambamarca.
- Determinar los parámetros de diseño del sistema mecánico de transporte por banda para una capacidad de 7.5 m³/h, en la Planta Procesadora de agregados “Consorcio Rojas Bances hermanos” S.R.L – Bambamarca
- Realizar un modelado del sistema de transporte que permita seleccionar los elementos electromecánicos que lo componen de acuerdo a los parámetros de diseño, mediante el empleo de un software CAD.
- Realizar una evaluación económica de la aplicación del proyecto en el proceso de obtención de piedra chancada, mediante los indicadores VAN y TIR.

II. MARCO TEÓRICO

La Planta Procesadora de agregados “Consortio Rojas Bances hermanos” S.R.L de agregados, desarrolla sus actividades productivas cerca al río Llaucano, aproximadamente a una distancia de kilómetro y medio de la ciudad de Bambamarca, Provincia de Hualgayoc, Región Cajamarca. Como producto de sus actividades despachan piedra chancada de 1/2 y 3/4 pulgada de diámetro hacia diferentes lugares en la provincia de Hualgayoc.

Actualmente, el material que se extrae es acumulado al costado de los equipos de chancado, posteriormente es subido a camiones volquetes, quienes tienen que rodear el río a través de camino de trocha por espacio de 35 minutos para llegar y salir de la cantera generando un costo considerable por combustible, así como generación de polvo en su camino. A lo anterior debemos agregarle el tiempo que se emplea para sacar el material de la cantera lo que origina demora en la entrega del material extraído.

(Vaca Carabalí, 2013), Tesis: “Banda dosificadora de frutas para la planta productora mi pulpita” (Ecuador). El autor da a conocer la función principal de la faja transportadora, así como su funcionalidad de acople a distintas necesidades de trabajo.

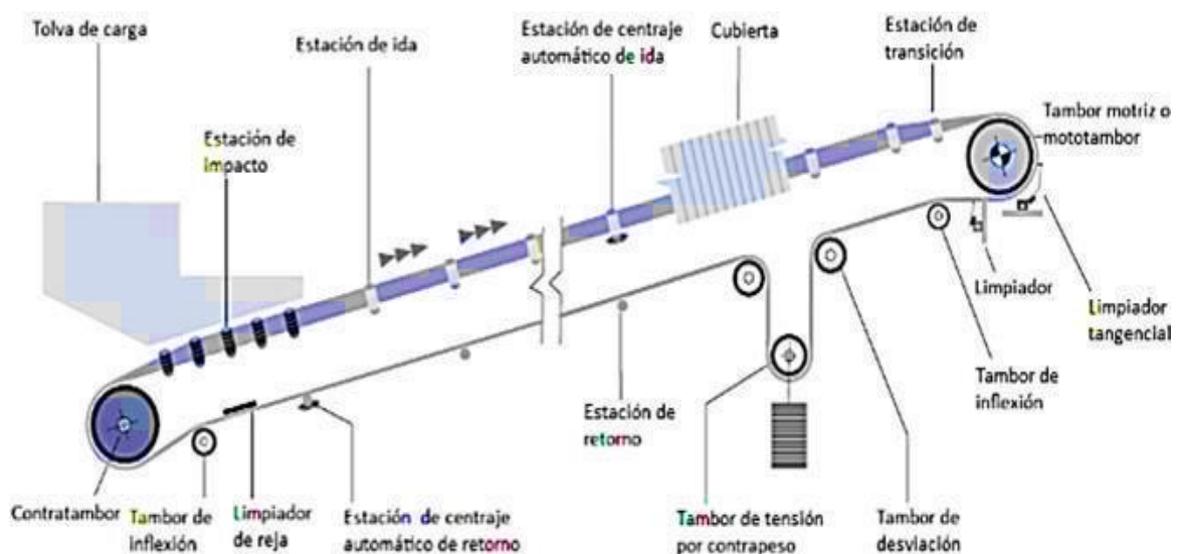


Figura 02: Esquema general de una banda transportadora.

Fuente: Budynas, R.

LA BANDA

La banda es uno de los elementos primordiales de toda instalación y se le puede considerar como el elemento principal, al tener que cumplirlas siguientes funciones.

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

Cumplir con los requisitos de seguridad como la resistente al fuego.

Dependiendo del uso que se le vaya a dar, tenemos los tipos de banda:

- Fabricación con pestañas onduladas: Empleado para instalaciones de elevado ángulo de inclinación, a fin de impedir el corrimiento del material.
- Fabricación lisa: Empleada para instalaciones horizontales y de pequeño ángulo de inclinación.
- Fabricación Rugosa: Ideal para evitar el desplazamiento de las piezas transportadas.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación.

No experimental, descriptiva.

Estudio: T1

M1: O1

M2: O2

Donde:

O1 y O2 son observaciones

M1 y M2 son muestras

3.2. Variables y operacionalización

V.I: Diseño de un sistema de transporte por banda

V.D: Costo de Acarre

Tabla 01: Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Unidades	Instrumento
V.I: Diseño de sistema de transporte por banda	Diseño mecánico, es el proceso de otorgar forma, materiales, dimensiones, tecnología y funcionamiento de una máquina para cumplir determinadas funciones.	Diseño mecánico que corresponde a un sistema de transporte de agregados por medio de bandas transportadoras.	Longitud Capacidad Flujo másico Velocidad lineal	Metros (m) m ³ /hKg/s m/s	Guía de observación Software CAD
V.D: Costo de Acarreo	Es el costo que implica el transporte de material desde la zona de producción hasta su almacenaje para su posterior traslado a su destino final.	Es el costo en el que se incurre para realizar el traslado de la piedra desde la chancadora y su traslado por medio mecánico hasta la zona de almacenaje.	Peso material Distancia Energía	Toneladas kilómetros watts	Ficha de registro

Fuente: Elaboración propia

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.

Población

Está comprendida por el total de canteras existentes en la zona de ejecución del proyecto de investigación (Bambamarca)

Muestra

Está compuesta por la cantera de piedra chancada de propiedad de Consorcio Rojas Bances Hermanos en Bambamarca.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Tabla 02: *Técnicas e instrumentos de recolección de datos.*

TÉCNICAS	USO	INSTRUMENTOS
Observación	Caracterización de los parámetros de diseño de la faja transportadora Evaluación del diseño de la faja transportadora	Ficha de registro parámetros de diseño Ficha de control de diseño
Revisión Documentaria	Búsqueda de datos. Técnicos y elementos estándar para el diseño.	Ficha de revisión documentaria

Fuente: Elaboración propia

Validez

Validada por los profesionales de la escuela profesional.

3.5. Procedimiento

- 1) Caracterizar los parámetros de diseño de la faja transportadora.
- 2) Calcular los diversos elementos
- 3) Evaluar económicamente la fabricación de transportadoras

electromecánicos

3.6. Métodos de análisis de datos

Se empleará el análisis inferencial que permitirá establecer las relaciones matemáticas que gobiernan las diferentes actividades del proceso. Asimismo, en el tema de los instrumentos de validación de datos el análisis se llevará a cabo con el empleo de un software de diseño que emplea análisis por elemento finito y finalmente mediante análisis estadístico realizaremos la evaluación económica del proyecto.

3.7. Aspectos éticos.

En el desarrollo del proyecto de investigación se emplearán los datos recopilados con las diferentes técnicas mencionadas y que no causarán daño a la empresa, coordinándose con ella para la publicación cuando este lo requiera. La información recogida deberá mantener su autenticidad y veracidad durante todo el proceso de investigación.

Asimismo, se respetará los derechos de autor del diverso material bibliográfico que se analizará.

IV. RESULTADOS

Diagnóstico del proceso de chancado de piedra en la Planta Procesadora de agregados -Bambamarca.

La empresa Planta Procesadora de agregado Consorcio Rojas Bancos Hermanos SRL, dedicada a la comercialización de piedra chancada de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ " además de confitillo, para satisfacer la demanda en la zona de Bambamarca; la empresa cuenta con una chancadora de piedra la cual actualmente viene procesando 60 m³ por día de piedra bruta; de la cual se obtiene los productos mencionados anteriormente.

Acarreo de Piedra Bruta

La extracción del insumo (piedra bruta) se realiza en una cantera ubicada en zonas aledañas, a un hora y media de la planta; aproximadamente a la empresa Procesadora de agregados, adquiere el insumo a un costo de 10 s/m³.

Tabla 03: *Acarreo de piedra bruta*

Piedra Bruta	10	Soles/m ³
Volumen Procesado	60	m ³ /día

Fuente: Elaboración propia



Figura 03: Vista del abastecimiento de piedras hacia la máquina chancadora

Fuente: Elaboración propia

Proceso de Chancado

Este proceso se viene realizando con el uso de una máquina chancadora de mandíbulas, con una capacidad máxima de trabajo de 8m³/hora; actualmente viene procesando 60 m³ de piedra en bruto en un día de trabajo.

Tabla 04: *Proceso de Chancado*

Piedra en bruto a procesar	60	m ³ /día
Piedra 1/2" o 3/4" procesada	35	m ³ /día
Confitillo procesado	25	m ³ /día
Personal	2	Personas
Costo Personal	50	soles/persona
	100	soles/día
	1,67	Soles/m ³
Combustible	3	gal/día
	15	soles/gal
	45	Soles/día
	0.75	soles/m ³
Costo Proceso Chancado	60	m ³ /día
Piedra bruta	10	soles/m ³
Mano de Obra	1.67	soles/m ³
Combustible	0.75	soles/m ³
Otros	0.5	soles/m ³
	12.92	soles/m ³

Fuente: Elaboración propia



Figura 04: Proceso de Chancado de piedra.

Fuente: Elaboración propia

Transporte de Material

El transporte del producto final (piedra chancada de $\frac{1}{2}$ " , $\frac{3}{4}$ " o confitillo) se realiza actualmente desde la zona de chancado hasta su destino final, sin embargo, debido a la ubicación de la chancadora, solo ingresan volquetes de baja capacidad (4 m³ - 6 m³), los cuales tienen que realizar un recorrido por el puente carrozable "Saul Mego" debido a que la chancadora se encuentra ubicado en la margen izquierda del río, esto eleva el costo del transporte.

Frente a esa realidad es que se está evaluando la posibilidad de poder transportar el agregado producido a través de una faja transportadora a la otra margen del río donde si hay mayor espacio para el ingreso de unidades vehiculares de mayor capacidad de carga.



Figura 05: Carga de material a volquete

Fuente: Elaboración propia

Análisis de uso de faja transportadora

El transporte del producto desde la zona de la chancadora hasta el punto de acarreo, este proceso se viene realizando actualmente por volquetes los cuales tienen que realizar un recorrido por el puente carrozable "Saul Mego" ya que la chancadora se encuentra ubicado a la margen derecha del río, debiendo ser llevado a la margen izquierda, este proceso es el que queremos reemplazar utilizando una

faja transportadora, la cual permitirá optimizar el proceso de transporte del material hasta una zona de acarreo de mayor maniobrabilidad para los volquetes, además el tiempo que tarda un volquete en pasar el margen derecho al izquierdo es de aproximadamente 30 min.



Figura 06: Puntos de ubicación de la faja transportadora.

Fuente: Elaboración propia

Producción de la Chancadora: 60 m³/día Producto: 35 m³ - Piedra Chancada 1/2" o 3/4" - 25 m³ – Confitillo.

Vehículo de transporte para transporte de zona de chancado a zona de acarreo: volquete 06 m³.

Análisis del costo de acarreo de agregados desde la zona de chancado a la futura zona de acarreo, tomando en cuenta que el transporte del material lo realiza un volquete de 6 m³, debido a que por lo agreste del ingreso no puede ingresar volquetes de mayor volumen de carga.

Tabla 05: Análisis del costo de acarreo

Consumo de combustible promedio - Volquete 6m3	2.50	gal/ hora
Precio de combustible (Bambamarca)	14.50	soles/gal
Costo de consumo de combustible - Volquete 6 m3	36.25	soles/hora
Consumo de Lubricantes	0.10	gal/hora
Costo del Lubricante	35.00	soles/gal
Costo del consumo de lubricante - Volquete 6m3	3.50	soles/hora
Consumo de grasa	0.05	lb/hora
Costo de la grasa	15.00	soles/lb
Costo del consumo de grasa - Volquete 6m3	0.75	soles/hora
Costo combustible y lubricantes del Volquete 6m3	40.50	soles/hora
Conductor	6.25	soles/hora
Costo Total de transporte agregado - volquete 6m3	46.75	soles/ hora
Tiempo acarreo (Chancadora-zona acarreo)	25	min
Costo de transporte por viaje (6m3)	19.48	soles
Costo de acarreo por m3	3.25	soles/m3

Fuente: Elaboración propia

Determinar los parámetros de diseño del sistema mecánico de transporte por banda para una capacidad de 7.5 m³/h, en la planta procesadora de agregados “Consortio Rojas Bances Hermanos” S.R.L – Bambamarca.

Material: Piedra Chancada: 1/2” – 3/4” Densidad de la piedra Chancada: 1600 Kg/m³Tamaño: de 15 a 25 mm

Abrasividad: abrasivo Capacidad de Transporte: 7,5 m³/ hora Distancia entre ejes = 40 m.

Desnivel H= 4 m (ascendente)

Angulo de reposo: aproximadamente 30o

Cálculo de los diversos elementos del sistema mecánico de transporte por banda para una capacidad de 7.5 m³/h, en la planta procesadora de agregados “Consortio Rojas Bances Hermanos” S.R.L – Bambamarca.

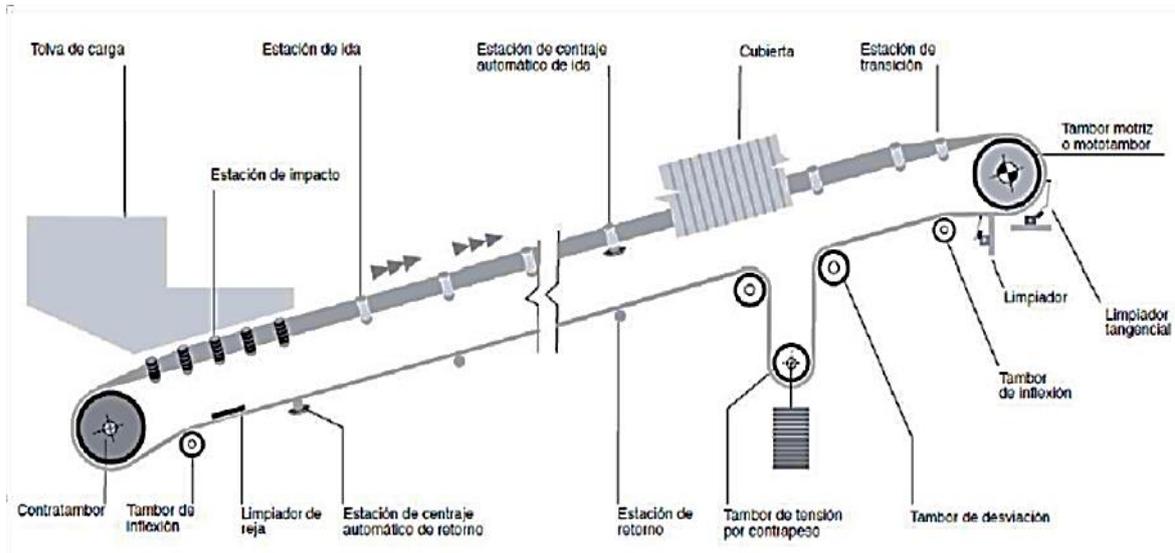


Figura 07: Cálculo de transporte por banda

Fuente: Budynas, R.

Capacidad de transporte requerido IM= 7.5 m³/hora

Iv= 12 Tm/hora

En la tabla 05, se verifica las características del material

Tabla 06: Características del material

Tipo	Peso específico aparente	qs	Ángulo de reposo	Grado de abrasidad	Grado de corrosividad
	t/m ³	lbs. / Cu.Ft			
Corcho	0,19-0,24	12-15	-	-	-
Criollita	1,76	110	-	A	A
Criollita en polvo	1,20-1,44	75-90	-	A	A
Cuarzo 40-80 mm	1,36-1,52	85-95	-	C	A

Cuarzo criba 13 mm	1,28-1,44	80-90	-	C	A
Cuarzo en polvo	1,12-1,28	70-80	-	C	A
Desechos de fundición	1,12-1,60	70-100	-	C	A
Dolomita fragmentada	1,44-1,60	90-100	-	B	A
Escorias de fundición fragmentada	1,28-1,44	80-90	25°	C	A
Feldespato criba 13 mm	1,12-1,36	70-85	38°	C	A
Feldespato granulado 40-80 mm	1,44-1,76	90-110	34°	C	A
Fosfato ácido fertilizante	0,96	60	26°	B	B
Fosfato bicálcico	0,688	43	-	-	-
Fosfato bisódico	0,40-0,50	25-31	-	-	-
Fosfato florida	1,488	93	27°	B	A
Fosfato natural en polvo	0,96	60	40°	B	A
Goma granulada	0,80-0,88	50-55	35°	A	A
Goma regenerada	0,40-0,48	25-30	32°	A	A
Granito, criba 13 mm	1,28-1,44	80-90	-	C	A
Granito granulado 40-50 mm	1,36-1,44	85-90	-	C	A
Grafito, copos	0,64	40	-	A	A
Grava	1,44-1,60	90-100	40°	B	A
Gres fragmentado	1,36-1,44	85-90	-	A	A
Guano seco	1,12	70	-	B	-

Fuente: Budynas, R.

Tomamos como referencia más cercana el material "Grava" B- Poco abrasivo A - No corrosivo

Velocidad y ancho de la faja, se analiza la tabla 07.

Tabla 07: Velocidades máximas aconsejables

Tamaño dimensiones máximas		Banda ancho mínimo	Velocidad max			
Uniforme hasta mm	Mixto hasta mm	mm	A m/S	B	C	D
50	100	400	2.5	2.3	2	1.65
75	150	500				
125	200	650	3	2.75	2.38	2
170	300	800	3.2	3.2	2.75	2.35
250	400	1000	4	3.65	3.15	2.65
350	500	1200				
400	600	1400	4.5	4	3.5	3
450	650	1600				
500	700	1800	5	4.5	3.5	3
550	750	2000				
60	800	2200	6	5	4.5	4

Fuente: Budynas, R.

Se deduce que el material en cuestión es poco abrasivo y no corrosivo, dimensiones uniformes hasta 50 mm, entonces la velocidad máxima recomendada es de 2,3 m/s.

Capacidad de transporte volumétrica

K1: Coeficiente de corrección para la irregularidad de alimentación K: Coeficiente de corrección debido a la inclinación (Fig. 08)

IM: Capacidad de transporte volumétrica V: velocidad de la faja IM: Capacidad de transporte volumétrica V: velocidad de la faja

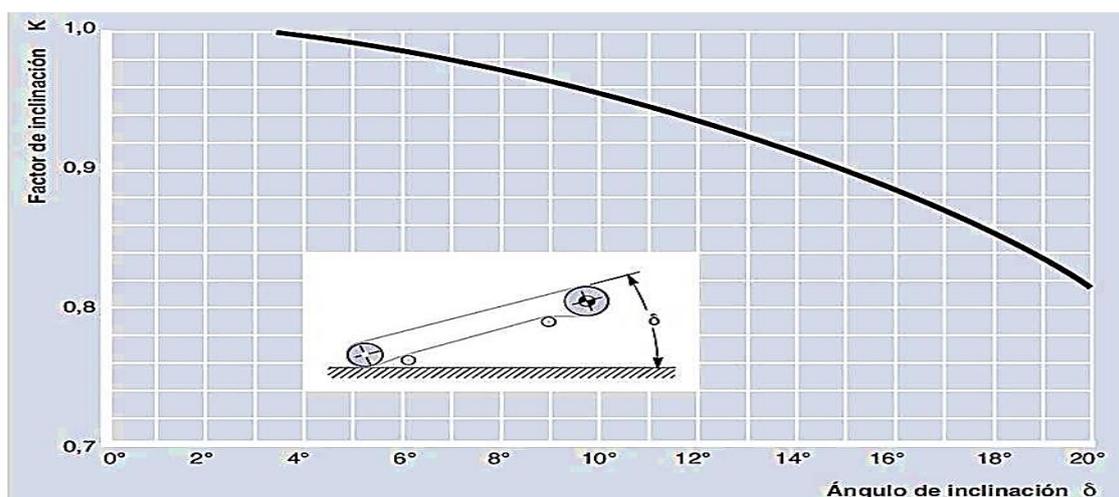


Figura 08: Factor de inclinación K

Fuente: Budynas, R.

K= 0.97

Reemplazando en la ecuación, tenemos:

$$I_{VT} = \frac{7,5}{2,3 \times 0,97 \times 1} \left(\frac{m^3}{h} \right)$$

$$IVT = 3,36 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

Debido a que el ángulo de reposo del material que es 35° (Figura 09). El ángulo de sobrecarga que tiene que estabilizar es de 25°.

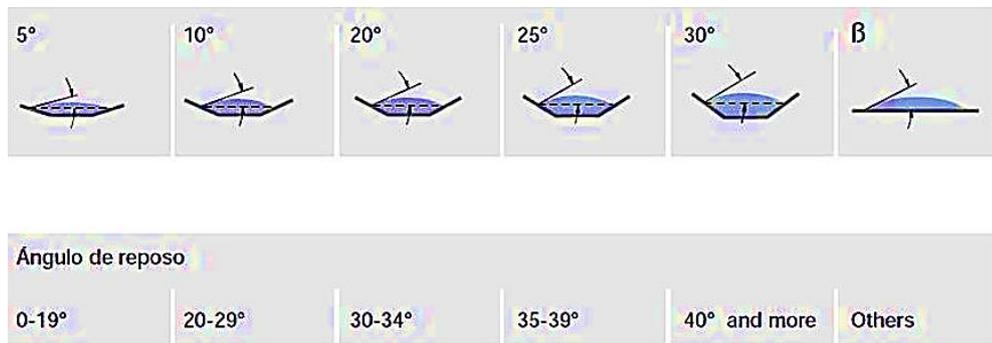


Figura 09: Ángulo de sobrecarga, de reposo y fluidez del material

Fuente: Budynas, R.

Con los datos encontrados seleccionamos de la tabla 07 una estación portante de 3 rodillos con un ángulo de apertura de los rodillos laterales $\lambda=25^\circ$

Tabla 08: Capacidades de transporte volumétricos

Ancho banda mm	Angulo de sobrecarga β	IvT m³/h				
		$\lambda=20^\circ$	$\lambda=25^\circ$	$\lambda=30^\circ$	$\lambda=35^\circ$	$\lambda=45^\circ$
300	5°	13.3	15.1	17.2	18.7	21.6
	10°	16.9	18.7	20.5	21.6	24.4
	20°	24.4	26.2	27.7	28.8	30.6
	25°	27.7	30.2	31.6	32.4	33.8
	30°	33.4	34.9	36.0	36.3	37.8
400	5°	28.0	32.4	36.6	39.6	45.7
	10°	35.2	29.2	43.2	45.3	51.4
	20°	50.4	54.3	57.2	59.4	66.3
	25°	56.8	62.2	65.1	66.6	69.8
	30°	67.7	70.9	73.4	74.5	77.0
500	5°	47.8	55.8	62.6	68.0	78.4
	10°	60.1	67.3	73.4	78.4	87.4
	20°	85.3	91.38	97.2	101.1	106.9
	25°	96.1	104.7	109.8	112.6	117.7

	30°	114.1	119.1	123.8	126.0	129.6
	5°	87.8	101.8	114.4	124.9	143.2
	10°	109.4	122.4	134.2	142.9	159.1
650	20°	154.4	166.3	176.4	183.6	193.6
	25°	174.2	189.7	198.7	204.4	212.4
	30°	205.5	215.2	223.5	227.8	233.6

Fuente: Budynas, R.

El ancho de la banda que cumple con la capacidad de transporte IVT de 7,5 m³/hora 1m/s, resulta ser 300 mm.

Pasos de las estaciones

Se debe controlar que la flecha no supere el 2% del paso. Peso específico a transportar: 1,6 Tm/ m³

Tabla 09: Maximun advised pitch of troughing sets

Ancho banda m	Paso de las estaciones			
	ida			retorno m
	Peso específico del material a transportar t/m ³			
m	< 1.2 m	1.2 + 2.0 m	> 2.0 m	
300	1.65	150	1.40	3.0
400				
500				
650				
800	1.50	1.35	1.25	3.0
1000	1.35	1.20	1.10	3.0
1200	1.20	1.00	0.80	3.0
1400				
1600				
1800				
2000	1.00	0.80	0.70	3.0
2200				

Fuente: Budynas, R.

Elección de los rodillos

De la siguiente tabla, tomando en cuenta le velocidad de transporte, el ancho de la fajase selecciona el diámetro del rodillo

Tabla 10: Factor de choque $F_d = 1.0$

Tamaño del material	Velocidad de la banda m/s						
	2	2.5	3	3.5	4	5	6
0 a 100 mm	1	1	1	1	1	1	1
100 a 150 mm	1.02	1.03	1.05	1.07	1.09	1.13	1.18
150 a 1300 mm en extracto de material fino	1.04	1.06	1.09	1.12	1.16	1.24	1.33
150 a 300 mm sin extracto de material	1.06	1.09	1.12	1.16	1.21	1.3	1.5
300 a 4500 mm	1.2	1.32	1.5	1.7	1.9	2.3	2.8

Fuente: Budynas, R.

Reemplazando en la ecuación del cálculo de la carga dinámica

$$Ca1 = 28,36 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 = 28,36$$

La carga sobre el rodillo central de las estaciones de ida está dada por:

$$Ca = Ca1 \times Fp$$

Se selecciona el factor de participación de acuerdo a la figura adjunta

$$Ca = 28,33 \times 0,60 = 17,0$$

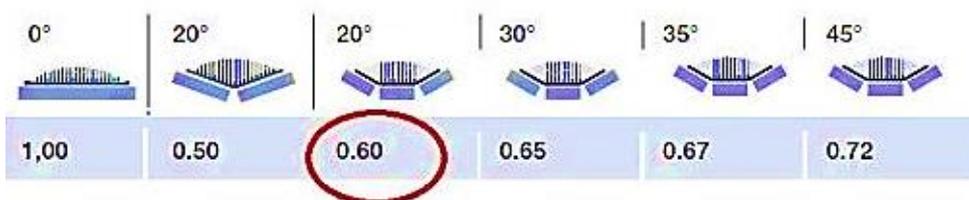


Figura 10: Factor de participación F_p

Fuente: Budynas, R.

Para los rodillos de retorno la carga estática sería.

$$Cr = auxqbx0,981$$

$$Cr = 3 \times 9,9 \times 0,981 = 29,2$$

La carga dinámica sería:

Donde F_v :

Factor de Velocidad: $Cr1 = Cr \times F_s \times F_M \times F_v$

$$Cr1 = 29,2 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,01 = 29,49$$

Calculando la estación de retorno

$$cr = Cr1 \times F_p$$

$$cr = 29,49 \times 0,6 = 17,70$$

De acuerdo a lo calculado se seleccionará el siguiente rodillo.

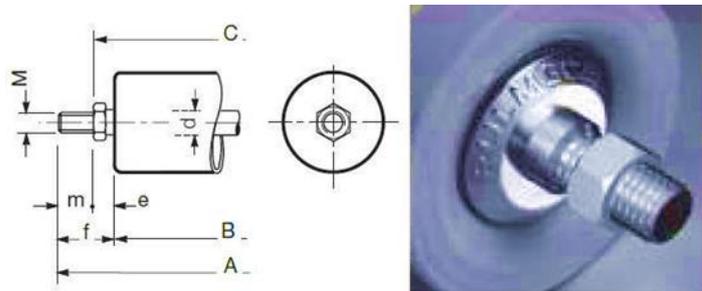


Figura 11: Eje del rodillo: tipo L

Fuente: Budynas, R.

Tabla 11: Coeficiente de las resistencias fijas

Distancia entre ejes m	Cq
10	4.5
20	3.2
30	2.6
40	2.2
50	2.1
60	2.0
80	1.8
100	1.7
150	1.5
200	1.4
250	1.3
300	1.2

400	1.1
500	1.05
1000	1.03

Fuente: Budynas, R.

$q_b = 9,9 \text{ Kg/m}$

Ct: coefficient of passive resistance given by the temperatura= 1

$$q_{Ro} = \frac{\text{peso, partes giratorias estaciones superiores}}{\text{peso estaciones superiores}} = \frac{9,1}{1,4} = 6,5 \text{ Kg/m}$$

$$q_{Ro} = \frac{\text{peso, partes giratorias estaciones inferiores}}{\text{peso estaciones inferiores}} = \frac{6,5}{3} = 2,17 \text{ Kg/m}$$

Realizar una evaluación económica de la aplicación del proyecto en el proceso de obtención de piedra chancada, mediante los indicadores VAN y TIR.

La evaluación económica se va a realizar tomando en cuenta las siguientes características.

- La construcción de la faja transportadora, va a permitir el acarreo del material desde la margen izquierda del río, donde se encuentra instalada la máquina chancadora, sin embargo, en esta zona no cuenta con el espacio suficiente para el acarreo de los materiales hacia los volquetes, por lo que la faja transportadora permitirá el acarreo del material a una zona en la margen derecha del río, a unos 40 metros de la zona de chancado.
- El análisis económico se realiza haciendo una evaluación del costo de traslado del material de la zona donde está ubicado la chancadora hacia la zona del margen derecho usando una unidad vehicular (volquete) comparándola con el costo de acarreo con la faja transportadora.

Tabla 12: Costo de acarreo del material con una unidad vehicular (Volquete de 06 m3)

Consumo de combustible promedio - Volquete 6m3	2.50	gal/ hora
Precio de combustible (Bambamarca)	14.50	soles/gal
Costo de consumo de combustible - Volquete 6 m3	36.25	soles/hora
Consumo de Lubricantes	0.10	gal/hora
Costo del Lubricante	35.00	soles/gal
Costo del consumo de lubricante - Volquete6m3	3.50	soles/hora
Consumo de grasa	0.05	lb/hora
Costo de la grasa	15.00	soles/lb
Costo del consumo de grasa - Volquete 6m3	0.75	soles/hora
Costo combustible y lubricantes del Volquete 6m3	40.50	soles/hora
Conductor	6.25	soles/hora
Costo Total de transporte agregado - volquete 6m3	46.75	soles/ hora
Tiempo acarreo (Chancadora-zona acarreo)	25	min
Costo de transporte por viaje (6m3)	19.48	soles
Costo de acarreo por m3	3.25	soles/m3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Costo de acarreo del material con el uso de la faja transportadora

Consumo Combustible	0.5	gal/ hora
Precio de combustible (Bambamarca)	14.50	soles/gal
Costo de consumo de combustible	7.25	soles/hora
Consumo de Lubricantes	0.03	gal/hora
Costo del Lubricante	35.00	soles/gal
Costo del consumo de lubricante -	1.05	soles/hora
Consumo de grasa	0.02	lb/hora
Costo de la grasa	15.00	soles/lb

Costo del consumo de grasa	0.30	soles/hora
Costo combustible y lubricantes de Faja	8.60	soles/hora
Operador de Faja Transportadora	5.00	soles/hora
Costo Total de transportedel agregado - Faja	13.60	soles/ hora
Tiempo de acarreo	8.00	horas
Total, de material transportado	60.00	m3
Costo de acarreo por m3	1.81	soles/m3

Fuente: Elaboración propia

Si la producción de la planta procesadora es de 60 m³/día, entonces se realizó el análisis económico.

Tabla 14: Análisis económico

Flujo de Ingresos		Flujo de Egresos		Flujo de Efectivo Neto	
Año	Valor	Año	Valor	Año	Valor
1	S/. 51,425.00	1	S/. 28,723.20	1	S/. 22,701.80
2	S/. 51,425.00	2	S/. 28,723.20	2	S/. 22,701.80
3	S/. 51,425.00	3	S/. 28,723.20	3	S/. 22,701.80
4	S/. 51,425.00	4	S/. 28,723.20	4	S/. 22,701.80
5	S/. 51,425.00	5	S/. 28,723.20	5	S/. 22,701.80

n	5
i	12%
IO	S/. 60,000.00

Tasa de Interés

Años

VAN	S/141,834.91
-----	--------------

Inversión Inicial

TIR	26%
-----	-----

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

Las fajas transportadoras siguen siendo un equipo de transporte de material a gran escala de bajo costo, son equipos muy versátiles y de gran adaptabilidad para los diferentes perfiles de los terrenos, tipos de material a transportar y cantidad de material a transportar.

En ese sentido la posibilidad de la aplicación de una faja transportadora para el acarreo del material hacia una zona donde su manipulación y carga en unidades vehiculares sea más eficiente, representa una alternativa viable, además permitirá el desarrollo tecnológico en la zona, tomando en cuenta que la demanda de agregado va a continuar en los próximos años.

La inversión inicial de este proyecto es elevada, sin embargo de acuerdo a los indicadores de la evaluación económica, es viable de ser realizado, siendo más eficiente con lo cual le daría ventajas competitivas a la empresa consorcio Rojas Bances en la ciudad de Bambamarca, y zonas aledañas.

VI. CONCLUSIONES

- 1) Se realizó el diagnóstico del proceso de chancado de la planta procesadora de agregados Consorcio Bances Rojas, identificando que la planta procesa 60 TM de piedra, con lo cual se produce 35 m³ de piedra chancada de ½" o ¾", y 25 m³ de confitillo, el costo del acarreo de la ubicación de la chancadora hasta una zona de acarreo en el margen derecho del río representa un costo de 3,25 soles/m³.
- 2) Se determinó los parámetros de diseño del sistema de transporte por banda para trasladar el material de la zona de chancado a la zona de acarreo final en el margen derecho del río, obteniéndose una capacidad de transporte de 7,5 m³/hora, lo que es equivalente a 12 Tm/hora, longitud de la faja transportadora de 40 m, desnivel 4 metros ascendente con un régimen de trabajo de 8 horas al día.
- 3) Se calcularon los diversos elementos que conforman al sistema de transporte de material obteniendo los diversos resultados como la velocidad de la faja = 2,3 m/s; la estación portante de 3 rodillos con $\lambda = 30^\circ$, ancho de la banda 650 mm.
- 4) Se realizó la evaluación económica utilizando los indicadores del TIR y VAN, teniendo como resultado que con una inversión inicial de S/ 60 000.00 soles de la faja con un TIR del 26% y un VAN 141 834,91 soles, por lo que podemos afirmar que si es factible su realización.

VII. RECOMENDACIONES

- 1) Se debe seguir desarrollando este tipo de proyectos que permitan a las empresas disminuir sus costos y ser más eficientes para poder de estar manera competir y seguir creciendo.

- 2) Se tiene que considerar la estructura que soporta la faja transportadora para su análisis.

REFERENCIAS

Alvarado Clavijo, N. (2013). GESTION EN LA PRODUCCION DE AGREGADOS PARA PAVIMENTOS, CASO QUINUA – SAN FRANCISCO TRAMO I. Universidad Ricardo Palma. Disponible en <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/urp/425>

Amaro Vásquez, J. (2017). Evaluación, fabricación y montaje de una faja transportadora para el análisis de parámetros en el transporte de Materiales a Granel. Arequipa: Universidad San Agustín de Arequipa. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2846>

Baena Paz, G. (2014). Metodología de la Investigación. México DF: Grupo Editorial Patria.

Baena Paz, G. (2017). Metodología de la Investigación. Cd. de México: Grupo Editorial Patria, S.A. de C.V.

Bardales Guadarrama, R., Bardales Guadarrama, V., Rodríguez Rodríguez, M., & Vásquez Zerón, E. R. (2014). Circuitos Eléctricos - Teoría y Práctica. MéxicoD.F.: Grupo Editorial Patria S.A.

Budynas, R., Nisbett, J., & Ríos Sánchez, M. Á. (2008). DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA DE SHIGLEY (Octava ed.). D.F., México: McGraw-Hill. Disponible en <https://termoaplicadaunefm.files.wordpress.com/2015/03/disec3b1o-en-ingenierc3ada-mecc3a1nica-de-shigley-8-edicic3b3n-budynas.pdf>

García Melo, J. I. (2004). Fundamentos del Diseño Mecánico. Santiago de Cali: Universidad del Valle - Programa Editorial.

Gere, J. M. (2009). Resistencia de Materiales. Madris - España: Paraninfo S.A.
Gómez Bastar, S. (2012). Metodología de la Investigación. Estado de México.: RED TERCER MILENIO S.C.

Gonzáles Orozco, E. (2017). DISEÑO Y MONTAJE DE UNA CINTATRANSPORTADORA DE SAL EN LA PLANTA QUIMOALCALI S.A.A, UBICADA EN EL PARCELAMEINTO SANTA ISABEL PUERTO SAN JOSÉ.

Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0529_M.pdf

Guerrero Pino, G., & Duque Martínez, L. M. (2015). Filosofía de la Ciencia. Santiago de Cali - Colombia: Universidad del Valle - Programa Editorial.

Guerrero Sedeño, J., & Cándelo Becerra, J. (2011). Análisis de Circuitos eléctricos estado estable. Barranquilla: Editorial Universidad del Norte.

Hagen, K. (2009). Introducción a Ingeniería. México D.F.: PEARSON.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2010). Metodología de la Investigación. México D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Disponible en <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

Hibbeler, R. C. (2010). Estática. México D.F.: PEARSON EDUCACIÓN. Maldonado Quispe, V. (2018). CALCULO, SELECCIÓN Y SIMULACIÓN DE ACCIONAMIENTO DE MOTOR ELÉCTRICO - BANDA

TRANSPORTADORA INDUSTRIAL. Arequipa: Universidad Nacional San Agustín.

Mott, R. L. (2006). Diseño de Elementos de Máquinas. México D.F.: PEARSON EDUCACIÓN.

Norton, R. L. (2009). Diseño de Maquinaria. México D.F.: Mc Graw Hill / INTERAMERICANA EDITORES.

Pastor Gutierrez, A., Ortega Jiménez, J., Parra Prieto, V. M., & Pérez Coyto, A. (2014). Circuitos Eléctricos. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia. Disponible en <https://books.google.com.uy/books?id=Wq3SAgAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

Pérez, R. E. (1997). Dibujo Técnico y geométrico. México D.F.: McGRAW-HILL Interamericana Editores S.A.

Rodrigo A., G., & Alexander A., C. (2011). ANÁLISIS DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE BANDAS TRANSPORTADORAS EN PATIOS DE ALMACENAMIENTO EN EMPRESAS DE MINERÍA DE CARBÓN CON SIMULACIÓN DISCRETA Y DISEÑO DE EXPERIMENTOS. Boletín Ciencias de la Tierra (29), 57-72.

Salinero Guervaso, M. (2013). DISEÑO DE UNA BANDA TRANSPORTADORA MEDIANTE GUIDE DE MATLAB. Madrid: Universidad Carlos III Madrid.

Salvador Chanca vilca, E. (2013). SISTEMA DE BANDAS TRASPORTADORAS PARA CONDUCIR 56,00TMD DE MINERALES POLI METÁLICOS EN LA ZONA CHANCADO SECUNDARIO DE LACIA MINERA MILPO S.A.A. Disponible en <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/281>

UNIDAD EL PORVENIR. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.
Taype Matamoros, E. (2016). DISEÑO DE EXPLOTACIÓN DE CANTERA PARA AGREGADOS DISTRITO DE HUAYUCACHI. Huancayo: Universidad Nacional de Centro del Perú.

Vaca Carabalí, J. (2013). BANDA DOSIFICADORA DE FRUTAS PARA LA PLANTA PRODUCTORA MI PULPITA. Ibarra - Ecuador: Universidad Técnica del Norte.

ANEXOS

Anexo 01: Análisis de consumo de combustible del volquete de 6m³

Análisis Volquete 6m3			Análisis motor Faja Transportadora 1,5Kv		
Consumo de combustible promedio - Volquete 6m3	2.50	gal/ hora	Consumo Combustible	0.5	gal/ hora
Precio de combustible (Bambamarca)	14.50	soles/gal	Precio de combustible (Bambamarca)	14.50	soles/gal
Costo de consumo de combustible - Volquete 6 m3	36.25	soles/hora	Costo de consumo de combustible	7.25	soles/hora
Consumo de Lubricantes	0.10	gal/hora	Consumo de Lubricantes	0.03	gal/hora
Costo del Lubricante	35.00	soles/gal	Costo del Lubricante	35.00	soles/gal
Costo del consumo de lubricante - Volquete 6m3	3.50	soles/hora	Costo del consumo de lubricante -	1.05	soles/hora
Consumo de grasa	0.05	lb/hora	Consumo de grasa	0.02	lb/hora
Costo de la grasa	15.00	soles/lb	Costo de la grasa	15.00	soles/lb
Costo del consumo de grasa - Volquete 6m3	0.75	soles/hora	Costo del consumo de grasa	0.30	soles/hora
Costo combustible y lubricantes del Volquete 6m3	40.50	soles/hora	Costo combustible y lubricantes de Faja	8.60	soles/hora
Conductor	6.25	soles/hora	Operador de Faja Transportadora	5.00	soles/hora
Costo Total de transporte agregado - volquete 6m3	46.75	soles/ hora	Costo Total de transporte del agregado - Faja	13.60	soles/ hora
Tiempo acarreo (Chancadora-zona acarreo)	25.00	min	Tiempo de acarreo	8.00	horas
Costo de transporte por viaje (6m3)	19.48	soles	Total de material transportado	60.00	m3
Costo de acarreo por m3	3.25	soles/m3	Costo de acarreo por m3	1.81	soles/m3

Anexo 02: Inversión

INVERSIÓN	60000
-----------	-------

Flujo de Ingresos	
Año	Valor
1	S/. 51,425.00
2	S/. 51,425.00
3	S/. 51,425.00
4	S/. 51,425.00
5	S/. 51,425.00

Flujo de Egresos	
Año	Valor
1	S/. 28,723.20
2	S/. 28,723.20
3	S/. 28,723.20
4	S/. 28,723.20
5	S/. 28,723.20

Flujo de Efectivo Neto	
Año	Valor
1	S/. 22,701.80
2	S/. 22,701.80
3	S/. 22,701.80
4	S/. 22,701.80
5	S/. 22,701.80

n	5 años
i	12% Tasa de Interes
IO	S/. 60,000.00 Inversión Inicial

VAN	S/141,834.91
-----	--------------

TIR	26%
-----	-----

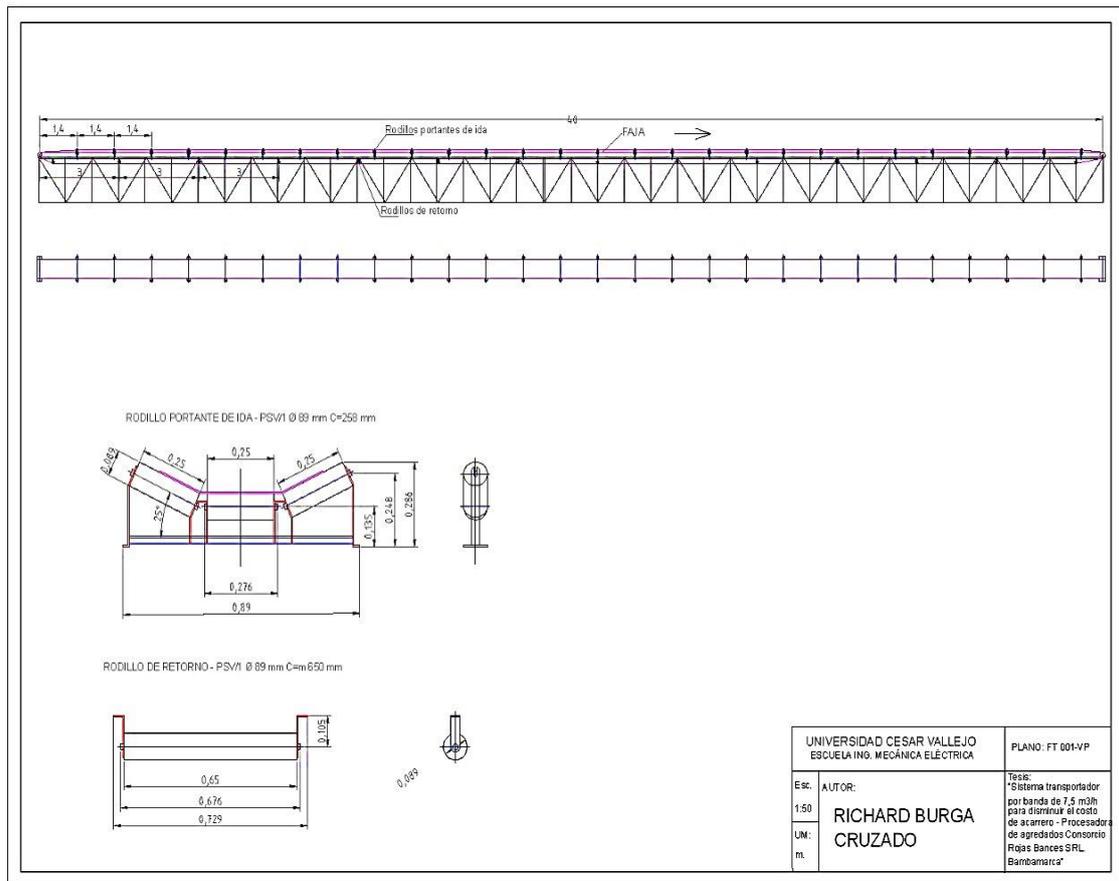
Anexo 03: Calculo de acarreo de materia (agregados)

	Analisis Volquete 6m3			Análiss motor Faja Trasnportaora 1,5Kw	
	Consumo de combustible promedio Volquete 6m3			Consumo Combustible	0.5gal/ hora
	Precio de combustible (Bambamarca) Costo de consumo de combustible - Volquete 6 m3	2.50gal/ hora 14.50soles/gal 36.25soles/hora		Precio de combustible (Bambamarca) Costo de consumo de combustible	14.50soles/gal 7.25soles/hora
	Consumo de Lubricantes Costo del Lubricante Costo del consumo de lubricante Volquete 6m3	0.10gal/hora 35.00soles/gal 3.50soles/hora		Consumo de Lubricantes Costo del Lubricante Costo del consumo de lubricante	0.03gal/hora 35.00soles/gal 1.05soles/hora
	Consumo de grasa Costo de la grasa Costo del consumo de grasa - Volquete 6m3	0.05lb/hora 15.00soles/lb 0.75soles/hora		Consumo de grasa Costo de la grasa Costo del consumo de grasa	lb/hora soles/lb 0.02 15.00 soles/hora 0.30
	Costo combustible y lubricantes del Volquete 6m3			Costo combustible y lubricantes de Faja	8.60soles/hora
	Conductor	40.50soles/hora 6.25soles/hora		Operador de Faja Transportadora	5.00soles/hora
	Costo Total de transporte agragado volquete 6m3	soles/ 46.75hora		Costo Total de transporte del agregado - Faja	soles/ 13.60hora
	Tiempo acarreo (Chancadorazona acarreo)	25.00min		Tiempo de acarreo	horas
	Costo de transporte por viaje (6m3)	19.48soles		Total de material trasnportado	8.00 m3 60.00
	Costo de acarreo por m3	3.25soles/m3		Costo de acarreo por m3	1.81soles/m3

Anexo 04: Cálculos de bandas transportadoras



Anexo 05: Plano de fajas transportadoras



Anexo 06: Cálculos de bandas transportadoras

INVERSIÓN	60000
------------------	--------------

Flujo de Ingresos	
Año	Valor
1	S/. 51,425.00
2	S/. 51,425.00
3	S/. 51,425.00
4	S/. 51,425.00
5	S/. 51,425.00

Flujo de Egresos	
Año	Valor
1	S/. 28,723.20
2	S/. 28,723.20
3	S/. 28,723.20
4	S/. 28,723.20
5	S/. 28,723.20

Flujo de Efectivo Neto	
Año	Valor
1	S/. 22,701.80
2	S/. 22,701.80
3	S/. 22,701.80
4	S/. 22,701.80
5	S/. 22,701.80

años	5
i	12%
IO	S/. 60,000.00

Tasa de Interés Inversión Inicial

VAN
TIR